



ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MONTAJ HATTINDA BÜTÜNSSEL ERGONOMİK RİSK
DEĞERLENDİRMESİ: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

MUSTAFA ALPER DEMİRCİ

OCAK 2021

ÖZET

MONTAJ HATTINDA BÜTÜNSEL ERGONOMİK RİSK DEĞERLENDİRMESİ: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Demirci, Mustafa Alper

Yüksek Lisans Tezi

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üy. Benhür SATIR

Ocak 2021, 194 sayfa

Çalışma esnasında ergonomik risklere sebebiyet verecek faktörlerin değerlendirilmemesi ve bunlara göre önlemler alınmaması, kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının artmasına neden olmaktadır. Bu durum işletmelerde iş verimliliğinin azalmasına, iş kazalarının artmasına, çalışan memnuniyetsizliğini beraberinde getirmesine ve iş ile ilgili meslek hastalıklarının artmasından kaynaklı sosyal ve ekonomik sorunlara neden olmaktadır. Ergonomik risklerin tanımlanması, analiz edilmesi ve iyileştirme çalışmalarının yapılabilmesi amacıyla işletmeler yaptıkları faaliyetleri kayıt altına alarak risk değerlendirmesi yapmak durumundadırlar. Bütünsel ergonomik risk değerlendirme yaklaşımını uygulamak ve bu konunun önemini incelemek üzere yapılan bu çalışmada, enerji sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikanın montaj hattında ergonomik risk değerlendirmesi çalışması yapılmıştır. Ergonomik risk değerlendirmesi, Almanya Federal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü tarafından geliştirilen Anahtar Gösterge Yöntemleri ile yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, 18 adet iş istasyonunda kadın ve erkek çalışanların maruz kaldıkları ergonomik risk seviyelerinin belirlenmesi, bu riskler ile ilgili çözüm önerilerinin geliştirilmesi ve bu sayede çalışanların maruz kaldığı ergonomik risklerin azaltılmasını sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, Anahtar Gösterge Yöntemi, Ergonomik Risk Değerlendirmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği, Montaj Hattı

ABSTRACT

THE INTEGRATED ERGONOMIC RISK ASSESSMENT IN THE ASSEMBLY LINE: AN APPLICATION IN THE ENERGY SECTOR

Demirci, Mustafa Alper

M.Sc., Department of Occupational Health and Occupational Safety

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Behür SATIR

January 2021, 194 pages

Failure to evaluate the factors that may cause ergonomic risks during working and not take measures according to these causes an increase in musculoskeletal system disorders. This situation leads to a decrease in work efficiency, increase in work accidents, thus employee dissatisfaction, and social and economic problems due to the increase in occupational diseases related to work. In order to define and analyze ergonomic risks and to perform improvement studies, businesses have to record their activities and make a risk assessment. In this study, which was carried out in order to apply an integrated ergonomic risk assessment approach and examine the importance of this issue, an ergonomic risk assessment study was conducted on the assembly line of a factory operating in the energy sector. Ergonomic risk assessment was performed using Key Indicator Methods developed by the German Federal Institute of Occupational Health and Safety. The aim of this study is to determine the ergonomic risk levels that female and male employees are exposed to in 18 workstations, to develop solutions for these risks, and thus to reduce the ergonomic risks that employees are exposed to.

Keywords: Ergonomics, Key Indicator Methods, Ergonomics Risk Assessment, Occupational Health and Safety, Assembly line

TEŞEKKÜR

Bu alıőmam sırasında; bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşıp değerli vaktini ve desteklerini esirgemedен sorularımı hibir zaman cevapsız bırakmayan, danıőtıęım tım sorunları güler yüzüyle zen, tez çalışması sürecinde yardım ve katkılarıyla beni bilgilendiren ve yönlendiren tez danıőmanım Dr. Öğr. y. Benhür SATIR'a teşekkür ederim. Bu süreçte her zaman yanımda olan ve bana destek veren, motivasyonumu her zaman yüksek tutmaya yardımcı olan çok değerli sevgili eőim Nagihan ULU DEMİRCİ'ye ve bana desteklerini esirgemeyen çok değerli aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER TABLOSU

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
KISALTMALAR LİSTESİ	xvi
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1	4
GENEL BİLGİLER	4
1.1. Ergonomi Kavramı	4
1.2. Ergonominin Tarihçesi	5
1.3. Ergonominin Amaçları	6
1.4. Ergonominin Sınıflandırılması.....	7
1.4.1. Fiziksel Ergonomi.....	7
1.4.2. Bilişsel Ergonomi	7
1.4.3. Örgütsel Ergonomi.....	8
1.5. İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları.....	8
1.5.1. İskelet.....	10
1.5.2. İnsan Omurgası.....	11
1.5.3. Eklemler.....	12
1.5.4. Kaslar	12
1.6. Ergonomi ve Manuel Malzeme Elleçleme Arasındaki İlişki	13
1.7. İş Sağlığı ve Güvenliği ile Ergonomi Arasındaki İlişki	13
1.8. Ergonomi ve İş Tasarımı Arasındaki İlişki.....	14
1.8.1. İş ve Çalışma Ortamı Tasarımında Antropometrik Açıdan Değerlendirme	15
1.8.2. İş Ekipmanları ve El Aletleri Tasarımında Antropometrik Açıdan Değerlendirme	19
1.9. Çalışma Ortamında Ergonomik Risk Faktörleri	20
1.10. İş Yüğü.....	25
1.10.1. Fiziksel Ağırlıklı Çalışma.....	26
1.10.2. Zihinsel Ağırlıklı Çalışma	28
1.11. İş Yüğü Şekilleri	29
1.11.1. Kardiyovasküler zorlanma.....	30

1.11.2. Biyomekanik Yük.....	31
1.12. Yükleme - Zorlanma Kavramı.....	33
BÖLÜM 2.....	37
ERGONOMİK RİSK DEĞERLENDİRME.....	37
2.1. Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri.....	39
2.2. İş yeri ergonomisi kontrol hiyerarşisi.....	42
BÖLÜM 3.....	45
LİTERATÜR İNCELENMESİ.....	45
BÖLÜM 4.....	58
YÖNTEM.....	58
4.1. Anahtar Gösterge Yöntemi (AGY).....	58
4.1.1. Anahtar Gösterge Yöntemi – Kaldırma, Tutma ve Taşıma (AGY-KTT).....	60
4.1.2. Anahtar Gösterge Yöntemi – Çekme ve İtme (AGY-Çİ).....	66
4.1.3. Anahtar Gösterge Yöntemi – Manuel Elleçleme İşleri (AGY-MEİ).....	73
4.2. AGY Uygulama Yaklaşımımız.....	81
4.2.1. AGY Matrisi ile AGY yöntemlerinin alt faaliyetlere atanması.....	81
4.2.2. İyileştirme Önerilerinin Oluşturulması ve Uygulanması.....	84
4.2.3. İyileştirme takibi ile AGY Etkinliğinin Sağlanması.....	85
4.3. Ülkemizdeki AGY Yöntemi Uygulaması.....	85
BÖLÜM 5.....	86
UYGULAMA.....	86
5.1. İstasyon 1 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi.....	87
5.1.1. İstasyon 1’de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması.....	88
5.1.2. İstasyon 1’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması.....	89
5.2. İstasyon 2 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi.....	92
5.2.1. İstasyon 2’de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması.....	93
5.2.2. İstasyon 2’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması.....	95
5.3. İstasyon 3 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi.....	98
5.3.1. İstasyon 3’de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması.....	98
5.3.2. İstasyon 3’de Çekme ve İtme İşleri için AGY-Çİ Uygulanması.....	101
5.3.3. İstasyon 3’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması.....	106
5.4. İstasyon 4 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi.....	109
5.4.1. İstasyon 4’de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması.....	109
5.4.2. İstasyon 4’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması.....	111
5.5. İstasyon 5 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi.....	114

5.5.1. İstasyon 5’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	114
5.6. İstasyon 6 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	117
5.6.1. İstasyon 6’da Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	117
5.7. İstasyon 7 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	120
5.2.7.1. İstasyon 7’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	120
5.8. İstasyon 8 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	123
5.8.1. İstasyon 8’de Çekme ve İtme İşleri için AGY-Çİ Uygulanması	123
5.8.2. İstasyon 8’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	125
5.9. İstasyon 9 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	128
5.9.1. İstasyon 9’da Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	129
5.10. İstasyon 10 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	131
5.2.10.1. İstasyon 10’da Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	132
5.11. İstasyon 11 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	134
5.11.1. İstasyon 11’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	134
5.12. İstasyon 12 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	137
5.12.1. İstasyon 12’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	137
5.13. İstasyon 13 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	139
5.13.1. İstasyon 13’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	140
5.14. İstasyon 14 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	142
5.14.1. İstasyon 14’de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması	142
5.14.2. İstasyon 14’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	144
5.15. İstasyon 15 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	147
5.15.1. İstasyon 15’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	147
5.16. İstasyon 16 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	150
5.16.1. İstasyon 16’da Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	150
5.17. İstasyon 17 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	153
5.17.1. İstasyon 17’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması	153
5.18. İstasyon 18 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi	156
5.18.1. İstasyon 18’de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması	156
5.3. İyileştirme Çalışmaları ve Çözüm Önerileri	158
BÖLÜM 6.....	167
SONUÇ	167
6.1. AGY yöntemlerinin bir değerlendirmesi	168
6.2. AGY yöntemi ile yapılacak çalışmalar için öneriler.....	168
KAYNAKÇA	170
EK 1 AGY İngilizce Formları	179

EK 2 AGY Formlarının Türkçe Çevirileri	185
EK 3 AGY-KTT İşleri Değerlendirme Formu	191
EK 4 AGY-Çİ İşleri Değerlendirme Formu	192
EK 5 AGY-MEİ İşleri Değerlendirme Formu	193
EK 6 Fiziksel İş Yükünü Değerlendirme ve Tasarımı için AGY Atama Matrisi	194

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 MKİSR ait mesleki risk faktörleri (Esen ve Fığlalı, 2013).....	9
Tablo 2 Özetlenmiş ergonomik risk faktörleri (Ahmed, 2018).....	21
Tablo 3 Kas sınıflandırma şekilleri (Günthner, Deuse, Rammelmeier ve Weisner, 2014)...	26
Tablo 4 Ergonomik risk değerlendirme yöntemleri (Ayan, 2015).....	41
Tablo 5 Standart risk kontrol hiyerarşisi tablosu	42
Tablo 6 Ergonomik risk kontrol hiyerarşisi (Popov vd., 2016).	44
Tablo 7 AGY yöntemleri değerlendirme kriterleri tablosu (Klussmann vd., 2017).	59
Tablo 8 Zaman ağırlığı belirleme tablosu - AGY – KTT	61
Tablo 9 Etkin yük ağırlığı puanın kadın ve erkek yük için hesaplama tablosu -AGY- KTT	62
Tablo 10 Yük taşıma koşulları ağırlık puanı hesaplama tablosu-AGY-KTT	62
Tablo 11 Vücut duruş pozisyonlarına göre ağırlık puanı hesaplama tablosu-AGY-KTT	63
Tablo 12 Olumsuz çalışma koşulları ve çalışma organizasyonu ağırlık puanı hesaplama tablosu-AGY-KTT	64
Tablo 13 Risk skoru belirleme tablosu-AGY-KTT	65
Tablo 14 Hesaplanan risk skoru değerlendirme tablosu-AGY-KTT	66
Tablo 15 Zaman ağırlığı belirleme tablosu - AGY – Çİ	68
Tablo 16 Taşıma ekipmanı dahil hareket ettirilen kütle için ağırlık puanı hesaplama tablosu- AGY-Çİ	68
Tablo 17 Sürüş yolu koşulları ağırlık puanı tablosu-AGY-Çİ.....	69
Tablo 18 Olumsuz çalışma koşulları ağırlık puanı tablosu-AGY-Çİ.....	70
Tablo 19 Taşıma ekipmanı olumsuz özellikleri ağırlık puanı tablosu-AGY-Çİ	70
Tablo 20 Vücut duruşu/vücut hareketi ağırlık puanı tablosu-AGY-Çİ.....	71
Tablo 21 Çalışma organizasyonu ağırlık puanı tablosu-AGY-Çİ.....	71
Tablo 22 Risk skoru belirleme tablosu-AGY-Çİ	72
Tablo 23 Hesaplanan risk skoru değerlendirme tablosu-AGY-Çİ	73
Tablo 24 Zaman ağırlığı belirleme tablosu – AGY-MEİ.....	75
Tablo 25 Kuvvet uygulama türlerine göre ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ.....	76
Tablo 26 Kuvvet aktarımı/kavrama koşulları ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ	77
Tablo 27 El/kol konumu ve hareketi ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ	77
Tablo 28 Olumsuz çalışma koşulları ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ	78
Tablo 29 Vücut duruşu/hareketi ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ	78
Tablo 30 Çalışma organizasyonu ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ	79
Tablo 31 Risk skoru belirleme tablosu-AGY-MEİ.....	79
Tablo 32 Hesaplanan risk skoru değerlendirme tablosu-AGY-MEİ.....	80
Tablo 33 İstasyon 1 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu.....	89
Tablo 34 İstasyon 1 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu	92
Tablo 35 İstasyon 2 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu.....	94
Tablo 36 İstasyon 2 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu	97

Tablo 37 İstasyon 3 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu.....	101
Tablo 38 İstasyon 3 alt faaliyeti için AGY Çİ Sonuç Tablosu.....	103
Tablo 39 İstasyon 3 alt faaliyeti (Ayrımcı kazançları) AGY Çİ Sonuç Tablosu.....	105
Tablo 40 İstasyon 3 alt faaliyeti için AGY-MEİ Sonuç Tablosu.....	108
Tablo 41 İstasyon 4 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu.....	111
Tablo 42 İstasyon 4 alt faaliyetleri için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	113
Tablo 43 İstasyon 5 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	116
Tablo 44 İstasyon 6 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	119
Tablo 45 İstasyon 7 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	122
Tablo 46 İstasyon 8 alt faaliyeti için AGY Çİ Sonuç Tablosu.....	125
Tablo 47 İstasyon 8 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	128
Tablo 48 İstasyon 9 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	131
Tablo 49 İstasyon 10 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	134
Tablo 50 İstasyon 11 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	136
Tablo 51 İstasyon 12 faaliyetleri için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	139
Tablo 52 İstasyon 13 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	142
Tablo 53 İstasyon 14 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu.....	144
Tablo 54 İstasyon 14 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	146
Tablo 55 İstasyon 15 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	149
Tablo 56 İstasyon 16 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	153
Tablo 57 İstasyon 17 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu.....	155
Tablo 58 İstasyon 18 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu.....	158

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Kemiklerin iç yapısındaki destek dokular (Nedir.Org, 2020).....	11
Şekil 2 İnsan omurgasının anatomisi (Tun Mohamad Arifin, 2018).	11
Şekil 3 Eklem çeşitleri (Nedir.Org, 2020)	12
Şekil 4 Antropometrik verilere göre ortalama vücut ölçüleri (Sefer, 2019)	15
Şekil 5 Uygun erişim bölgesi ile normal çalışma alanı arasındaki ilişki (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2019).	16
Şekil 6 Ergonomik ayakta çalışma istasyonu (BAuA, 2015).....	18
Şekil 7 El / kol pozisyonunun ve hareketinin eklem açıları (Yüce, 2019).....	18
Şekil 8 Vücut duruşu eklem açıları (Yüce, 2019).....	19
Şekil 9 İş Ekipmanı ve el aleti kavrama ve kuvvet uygulaması sınıflandırılması (LASI-Veröffentlichung (LV) 57, 2013).....	20
Şekil 10 Fiziksel ağırlıklı çalışma şekilleri (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2019).	28
Şekil 11 Zihinsel ağırlıklı çalışmalarda enformasyon işleme süreci (Fıçlalı, 1998).....	29
Şekil 12 İş yükü şekilleri (Günthner vd., 2014).	30
Şekil 13 Zaman içinde nabız artışındaki artış ile çalışanın yorgunluğu arasındaki ilişki (Sammito, Thielmann, Seibt, Klussmann, Weippert, Böckelmann, 2014)	31
Şekil 14 Lomber omurga üzerindeki kol kolu etkisinin şematik gösterimi (Günthner vd., 2014).	32
Şekil 15 Kadın ve erkek için yük sınırları (Ülker, 2020).....	34
Şekil 16 Yüklenme ve zorlanma kavramı (Günthner vd., 2014).	35
Şekil 17 Aynı yük - bireysel yük arasındaki ilişki (BAuA, 2015).	36
Şekil 18 Fiziksel iş yükü değerlendirme ve iyileştirme uygulaması akış diyagramı	81
Şekil 19 Hücre içerisine alt taban sacı yerleştirme alt faaliyeti adımı	88
Şekil 20 Operatörün alt taban sacının hücre içerisine montaj alt faaliyeti adımı.....	90
Şekil 21 Operatörün ısıtıcıyı hücre içerisine havalı tork sıkıcı ile montaj işlemi	91
Şekil 22 Operatörün hücreleri paletlere sabitleme işlemi alt faaliyet adımı	91
Şekil 23 Arka alt kapama sacının elle taşınması alt faaliyeti adımı.....	93
Şekil 24 Operatörün arka alt kapama sacının havalı perçin sıkıcı ile montaj işlemi	95
Şekil 25 Operatörün kapasitif montaj işlemi alt faaliyet adımı.....	96
Şekil 26 Destek çitasının havalı perçin sıkıcı ile montaj işlemi alt faaliyet adımı.....	96
Şekil 27 Operatörün kapasitif montaj işlemi alt faaliyet adımı.....	97
Şekil 28 Trafoların İstasyon 3’de kaldırma, tutma ve taşıma işleri	99
Şekil 29 Bir adet akım trafosunun ağırlığı	100
Şekil 30 Trafoların stok alanından montaj hattına taşınması alt faaliyet adımı	101
Şekil 31 Taşıma arabasını frenleme ve ayak pedalı ile kaldırma işlemi	102

Şekil 32 Ayırıcı kazanlarının taşıma ekipmanı ile hücre içesine aktarılması alt faaliyet adımı ve operatörün görüş mesafesi.....	104
Şekil 33 Operatörün ayırıcı kazanlarını konumlandırılması	105
Şekil 34 Operatörün trafoların hücre içerisine montaj alt faaliyet adımı	106
Şekil 35 Operatörün kablo kanallarını şarjlı el matkabı ile montaj işlemi alt faaliyet adımı.....	107
Şekil 36 Operatörün diz çökerek montaj işlemi yapması.....	108
Şekil 37 Metal sacları İstasyon 4’de kaldırma, tutma ve taşıma işleri	110
Şekil 38 Operatörün kablo düzenleme montaj alt faaliyet adımı	111
Şekil 39 Kapı kilit basma sacı montaj işlemi alt faaliyet adımı	112
Şekil 40 Destek çitasının havalı perçin sıkıcı ile montaj işlemi alt faaliyet adımı.....	113
Şekil 41 İstasyon 5’de manuel elleçleme işlemleri	114
Şekil 42 Toprak ayırıcı switchi montaj işlemi alt faaliyet adımı	115
Şekil 43 Yük ayırıcı switch montaj işlemi alt faaliyet adımı	116
Şekil 44 İstasyon 6’de manuel elleçleme işlemleri	118
Şekil 45 Açma kapama bobin montaj işlemi alt faaliyet adımı	118
Şekil 46 İstasyon 6’da operatörün vücut duruşları.....	119
Şekil 47 İstasyon 7’de manuel elleçleme işlemi	120
Şekil 48 Kablo düzenleme ve kablo kanalı montaj işlemi	121
Şekil 49 Bobin kanalı montaj alt faaliyet adımı sırasındaki vücut duruşu.....	122
Şekil 50 Vakumlu vinç yardım ile panonun hücreye taşınması alt faaliyet adımı	124
Şekil 51 Operatörün havalı tork sıkıcı ile pano montajı alt faaliyet adımı	126
Şekil 52 İstasyon 8’de kablo düzenlemeleri ve montaj alt faaliyet adımları	127
Şekil 53 İstasyon 9’de manuel elleçleme işlemleri alt faaliyet adımı	129
Şekil 54 Motor switchi kabloları montajı alt faaliyet adımı	130
Şekil 55 Switch kablolarını mekanizmaya takma ve spiralleme alt faaliyet adımı.....	130
Şekil 56 Kesici ve ayırıcı bağlantı bakırları montaj alt faaliyet adımı.....	132
Şekil 57 Kesici ve kapasiteli izalatör bağlantı bakarı montajı alt faaliyet adımı.....	133
Şekil 58 Kesici ve ayırıcı bağlantı bakırların montajı sırasındaki vücut duruşu.....	133
Şekil 59 Pano içi kablo düzenleme alt faaliyet adımı	135
Şekil 60 Pano kablo bağlantıları montajı alt faaliyet adımı sırasındaki vücut duruşu	136
Şekil 61 Pano içi kablo bağlantıları alt faaliyet adımı	138
Şekil 62 Pano switch bağlantıları montajı alt faaliyet adımları sırasındaki vücut duruşu ...	138
Şekil 63 Elektriksel test cihazı ile pano bağlantı alt faaliyet adımı	140
Şekil 64 Pano içi kablo düzenleme alt faaliyet adımı	140
Şekil 65 Elektriksel test ve fonksiyonel test alt faaliyet adımı esnasındaki vücut duruşu ...	141
Şekil 66 Mavi kapak kapama sacının montaj için elle kaldırma işlemi	143
Şekil 67 Operatörün mavi kapak yan sacı montaj işlemi alt faaliyet adımı	145
Şekil 68 Mavi kapak montaj işlemi alt faaliyet adımı.....	145
Şekil 69 Mavi kapak kapama şarjlı el matkabı montaj işlemi alt faaliyet adımı	146
Şekil 70 Pano içi kablo bağlantıları alt faaliyet adımı	148
Şekil 71 Pano içi kablo bağlantıları alt faaliyet adımı	148
Şekil 72 Ayırıcı fazlarının direnç testi bağlantıları sırasındaki vücut duruşu.....	149
Şekil 73 Trafo seri bilgilerini üretim formuna kaydetme alt faaliyet adımı.....	151
Şekil 74 Hücre topraklama etiketi yapıştırma alt faaliyet adımı	151
Şekil 75 Hücre etiket bilgilerinin yapıştırılması esnasındaki vücut duruşu	152

Şekil 76 Röle akım testi uygulama alt faaliyet adımı	154
Şekil 77 Akım rölesi testi kablo bağlantı alt faaliyet adımı	154
Şekil 78 Röle akım testi bağlantısı esnasındaki vücut duruşu	155
Şekil 79 Hücre kapama saclarının montajı için elle kaldırma, tutma ve taşıma işi.....	157
Şekil 80 Hücre üst kapama sacı montajı alt faaliyet adımı sırasındaki vücut duruşu	157
Şekil 81 Trafoların hücre içerisine montajı için kullanılan manüplatör.....	160
Şekil 82 Montaj hattında AGY-KTT yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirme iyileştirme ve çözüm önerisi öncesi risk düzeyi yüzdeler dağılımı	160
Şekil 83 Örnek ayarlanabilir montaj istasyonu	161
Şekil 84 Mıknatıslı taşıma kulpları	161
Şekil 85 Örnek Kayar ve bilyeli konveyör sistemi	162
Şekil 86 Örnek ayarlanabilir çalışma platformu	162
Şekil 87 Örnek kaldırma ekipmanı/manüplatör	163
Şekil 88 Montaj hattında AGY-KTT yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirme iyileştirme ve çözüm önerisi sonrası risk düzeyi yüzdeler dağılımı	163
Şekil 89 Montaj hattında AGY-Çİ yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirme iyileştirme ve çözüm önerisi öncesi risk düzeyi yüzdeler dağılımı	163
Şekil 90 Örnek endüstriyel taşıma arabası	164
Şekil 91 Montaj hattında AGY-Çİ yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirme iyileştirme ve çözüm önerisi sonrası risk düzeyi yüzdeler dağılımı	165
Şekil 92 Montaj hattında AGY-MEİ yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirme iyileştirme ve çözüm önerisi öncesi risk düzeyi yüzdeler dağılımı	165
Şekil 93 Örnek geri tepmesiz el aletleri	166
Şekil 94 Montaj hattında AGY-MEİ yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirme iyileştirme ve çözüm önerisi sonrası risk düzeyi yüzdeler dağılımı	166
Şekil 95 AGY-KTT Yöntemi Formu (İngilizce)	180
Şekil 96 AGY-Çİ Yöntemi Formu (İngilizce)	182
Şekil 97 AGY-MEİ Yöntemi Formu (İngilizce).....	184
Şekil 98 AGY-KTT Yöntemi Formu (Türkçe)	186
Şekil 99 AGY-Çİ Yöntemi Formu (Türkçe).....	188
Şekil 100 AGY-MEİ Yöntemi Formu (Türkçe)	190

KISALTMALAR LİSTESİ

Türkçe Kısaltma	Türkçe Tanımı	Yabancı Dil Kısaltma	Yabancı Dil Tanımı
AB	Avrupa Birliği	EU	<i>European Union</i>
AGY	Anahtar Gösterge Yöntemi	KIM	<i>Key Indicator Methods</i>
		LMM	<i>Leitmerkmalmethoden</i>
AFİSGE	Almanya Federal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü	BAuA	<i>Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin</i>
BERD	Bütünsel Ergonomik Risk Değerlendirme	IERA	<i>Integrated Ergonomic Risk Assesment</i>
CKSRT	Cornell Kas Sistemi Rahatsızlığı Taraması	CMDS	<i>Cornell Musculoskeletal Discomfort Survey</i>
Çİ	Çekme ve İtme	PP	<i>Pushing and Pulling of loads</i>
GBD	Garip Beden Duruşu	ABP	<i>Awkward Body Postures</i>
GDP	Gösterge Değer Puanı	IRP	<i>Indicator Rating Point</i>
HÇD	Hissedilen Çaba Derecesi	RPE	<i>Rating of Perceived Exertion</i>
HMD	Hızlı Maruziyet Değerlendirme	QEC	<i>Quick Exposure Check</i>
HTEA	Hata Türleri ve Etkileri Analizi	FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
HTVD	Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme	REBA	<i>Rapid Entire Body Assesment</i>
HÜED	Hızlı Üst Ekstremité Değerlendirme	RULA	<i>Rapid Upper Limb Assesment</i>
HYS	Hareket Yakalama Sistemi	MoCap	<i>Motion Capture</i>
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği	OHS	<i>Occupational Health and Safety</i>
İTA	İş Tehlike Analizi	JSA	<i>Job Safety Analysis</i>
KTT	Kaldırma, Tutma ve Taşıma	LHC	<i>Lifting, Holding and Carrying of loads</i>

KİSR	Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları	MSD	<i>Musculoskeletal disorder</i>
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım	PPE	<i>Personal Protective Equipment</i>
KTB	Kümülatif Travma Bozuklukları	CTD	<i>Cumulative Trauma Disorder</i>
MEİ	Manuel Elleçleme İşleri	MHO	<i>Manual Handling Operations</i>
MKİSR	Mesleki Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları	OMSD	<i>Occupational Musculoskeletal Disorder</i>
OÇDDS	Ovako Çalışma Duruşu Değerlendirme Sistemi	OWAS	<i>Ovako Working Analysis System</i>
ÖTA	Ön Tehlike Analizi	PHA	<i>Preliminary Hazard Analysis</i>
SİP	Standart İş Prosedürleri	SOP	<i>Standart Operation Procedures</i>
TVK	Tüm Vücut Kuvvetleri	BF	<i>Body Forces</i>
UMİSGE	Ulusal Mesleki İş Güvenliği ve Sağlık Enstitüsü	NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
VH	Vücut Hareketi	BM	<i>Body Movement</i>

GİRİŞ

Globalleşen dünyada teknolojinin hızla ilerlemesi ve bilişim çağının başlaması, hayatın birçok alanında işleri kolaylaştırdığı gibi, üretim anlayışını da değiştirmiştir. Makinelerin üretimdeki yeri her geçen gün artmaktadır. Bu durum, işleri hızlandırmakta ve kolaylaştırmaktadır. Diğer yandan, hala birçok işletmede emek yoğun üretim sürmekte ve çalışanlar yoğun fiziksel yüklenmelerle karşılaşmaktadırlar. Fiziksel yüklemenin yüksek olan işleri yapan çalışanlarda Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR) sıklıkla görülmektedir. Günümüzde birçok ülkede iş ile ilgili kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları oluşumunun ergonomik risklere maruziyet ile ilişkili olduğu ispatlanmıştır. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde ergonomiye verilen önem giderek artış göstermektedir. Buna rağmen ergonominin işletmelerdeki uygulamaları ve bunların yapacağı etkiler tam olarak anlaşılmış değildir (Taşan ve Felekoğlu, 2019).

Ergonomi, araç ve ekipmanların, makinelerin, sistemlerin, iş süreçlerinin ve çalışma ortamının tasarımında insan davranışını, yeteneklerini, sınırlarını ve diğer özellikleri hakkındaki bilgilerin incelenmesi ve uygulanması aşamalarını inceler. Ergonomi ile çalışanların güvenli ve rahat koşullar altında iş verimliliğini ve etkinliğini en üst seviyeye çıkarmak için çalışanlar ile araç, ekipman, makine ve çalışma ortamı arasındaki etkileşim ilişkisini mükemmelleştirmek gerekmektedir. Ergonomi, kalitenin ve verimliliğin önündeki engelleri kaldırır. Çalışan için çalışma ve yaşam kalitesini yükselmesi, özellikle kas iskelet sistemi sağlığının iyileştirilmesi, işveren için verimliliğin ve karlılığın artmasını sağlayacaktır (Yetim ve Gündüz, 2015).

Ergonominin amaçları, çalışma esnasında vücut duruşlarının iyileştirilmesiyle, çalışanın yetenekleri ve iş gerekleri arasındaki dengenin oluşturulması sonucunda İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) ile üretim sisteminin iyileştirilmesinin sağlanmasıdır (Akay, Dağdeviren ve Kurt, 2003). Risk değerlendirmesi, önleyici tedbirler alma amaçlı bir strateji olup İSG çalışmalarındaki en önemli unsurlardan birisidir. Uygun olmayan çalışma pozisyonları, Mesleki Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına (MKİSR)

yol açmakta ve bunun sonucunda işe devamsızlıklar ve iş kazalarında artış meydana gelmektedir (Grooten ve Johanssons, 2018). Bu nedenle, çalışanların çalışma pozisyonlarına ilişkin ergonomik risklerin analizi oldukça önemlidir. Kas iskelet sistemindeki rahatsızlıklar; kaldırma, eğilme, uzanma, itme ve çekme gibi tekrarlı hareketleri içeren işler nedeniyle artabilir.

Bu çalışmada, Bütünsel Ergonomik Risk Değerlendirmesi (BERD) [*Integrated Ergonomic Risk Assessment (IERA)*] yaklaşımının uygulanması ve bu konunun önemini incelemek için yüksek seviyede güvenilirlik, uygulanabilirlik ve uluslararası kabule sahip bir yaklaşım olan, Almanya Federal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (BAuA) tarafından yayınlanan Leitmerkmalmethode (LMM), İngilizce olarak da KIM (Key Indicator Methods) şeklinde bilinen yöntem grubu kullanılmıştır. Çıkış itibarı ile manuel elleçleme operasyonlarının gözleme dayalı risk değerlendirmesine yönelik olan KIM, işin yapılış şeklindeki tasarım hatalarını yok etme hedefini güder. Bu yöntem yapılan işin yürütülme şekline göre AGY-KTT (Anahtar Gösterge Yöntemi-Kaldırma, Tutma ve Taşıma) [*KIM-LHC (LHC: Lifting, holding, carrying of loads)*], AGY-Çİ (Anahtar Gösterge Yöntemi-Çekme ve İtme) [*KIM-PP (PP: Pushing and pulling of loads)*] ve AGY-MEİ (Anahtar Gösterge Yöntemi-Manuel Elleçleme İşleri) [*KIM-MHO (MHO: Manual handling operations)*] gibi olmak üzere farklı değerlendirme araçları içermektedir.

Montaj hatları, üretimi yapılan iş parçalarının bir istasyondan diğerine hareket etmesiyle meydana gelen sistemlerdir. Bu sistemde, işin olabildiğince çok parçaya ayrıştırılıp her parçanın standartlaştırılması esastır. Üretim, büyük çapta ve seri olarak gerçekleştirilir. Böylece zaman ve iş gücü kaybı ortadan kaldırılmaya veya en aza indirilmeye çalışılır. Montaj hatları, üretim sistemlerinin verimliliğinde önemli rol oynamaktadır. Bir hattın kurulması ya da yeniden düzenlenmesi oldukça pahalı bir yatırımdır. Bu nedenle, hattın başlangıçta etkin bir şekilde düzenlenmesi önemlidir. Montaj hattı tasarlanırken ortaya çıkan en temel problem, üretim hattındaki iş istasyonlarına ilişkin işlem sürelerinin dengelenmesidir. Dengesiz hatlar, üretimde verimsizliğe, maliyet artışlarına, iş ve çalışan güvenliği ve kas iskelet sistemi rahatsızlıkları gibi birçok kayıplara neden olur (Çakır, 2006).

Bu çalışmada yapılacak montaj hattındaki uygulama karakteristikleri düşünüldüğünde, ortalama yükler ile çalışılması açısından, gözleme dayalı risk değerlendirmesi yöntemleri arasından AGY yöntemlerinin kullanılmasının uygun

olduğu düşünölmektedir. Bu çalışmada öncelikle montaj hattındaki iş adımlarından hangilerinin ergonomik riskler içerdiğini bulmak için BAuA enstitüsü tarafından yayınlanan rehberde belirtilen AGY yöntemleri kapsamı ve alt faaliyet adımları ile oluşturulan montaj hattında çalışan operatörlerin bir iş günü boyunca meydana gelen tüm fiziksel iş yüklerinin değerlendirilmesi amacıyla alt faaliyetlere uygun AGY yöntemlerinin belirlendiği bir AGY matrisi kullanılacaktır. Ardından ergonomik açıdan riskli görölen iş adımlarına uygun AGY yöntemleri (Versiyon 2019) kullanılarak detaylı ergonomik risk analizi ve değerlendirmesi yapılacak ve iyileştirme noktaları belirlenecektir. İşletme bütçesi ve stratejisi açısından mümkün olan iyileştirmeler yapılacak ve AGY yöntemleri ile yeniden değerlendirme yapılarak BERD tamamlanmış olacak ve önerilerin hedeflenen ergonomik iyileşmelere ulaşmadaki başarıları ölçülecektir.

Literatürdeki alışmalar dikkate alındığında, ergonomik risk değerlendirme çalışmalarını bütünsel bir şekilde ele alan uygulamalar az sayıdadır. Bu alışma ile gerçek bir fabrika ortamında montaj hattında ergonomik risk faktörleri incelenerek, ergonomik iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapılacaktır. Mevcut bilgimize göre bu çalışma enerji sektöründe montaj hattı kapsamında yapılan ilk çalışma olacaktır.

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1.1. Ergonomi Kavramı

Ergonomi sözcüğü Yunanca kelime kökeninden gelen ‘Ergon’ ve ‘Nomos’ sözcüklerinin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Türkçe literatüründe Ergon iş anlamına gelirken Nomos hukuk anlamındadır (Mert, 2014).

Başka bir tanıma göre ergonomi, işyeri gereksinimlerini ve iş taleplerini çalışanların kapasitelerine uyarılama bilimidir. Ergonomi prensipleri çalışan ile işyeri arasındaki uyumu arttırmak için kullanılır. Pratik bir yaklaşım olarak ergonomi; insan, ekipman, iş süreçleri ve iş ortamıyla ilişkileri yönetir. Aynı zamanda ergonomi, çalışanlar ve sistemdeki bireyler arasındaki ilişkileri dikkate alan ve insan sağlığını ve güvenliğini optimize etmek için tasarımdaki teori ve ilkeleri, verileri ve yöntemleri uygulayan bir bilim dalı olarak da tanımlanabilir. (Ayanoğlu, 2007).

Ergonomi kişi ile ekipman veya kişi ile çalışma ortamı arasındaki ilişkileri inceleyen disiplinlerarası bir bilim dalıdır. Farklı bilimleri ve bilgi alanlarını temel alır. Çoğunlukla teknik (mühendislik ve mimarlık vb.), tıbbi (anatomi, fizyoloji, antropometri, iş sağlığı vb.) ve psiko-sosyal (psikoloji, sosyoloji vb.) bilimlerden yararlanmaktadır. Ergonomi, insanların anatomik özelliklerini, antropometrik özelliklerini, fiziksel kapasite ve sınırlarını dikkate alır ve endüstriyel çalışma ortamında tüm faktörlerden etkilenebilecek psikososyal stresler ve insanın anatomik yapısında sistem verimliliğinin ve insan-makine-ortam adaptasyonunun temel kavramlarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

Ergonomi insan ve iş görevi arasındaki ilişkileri de inceler. İnsan duruşu, yetenekleri ve sınırlamasına uymayan ya da uyum sağlamayan iş görevleri, çalışanda yüksek ergonomi riskine maruz bırakacaktır. Endüstrideki yaygın ergonomik risklerden biri manuel elleçleme operasyonları ile ilgilidir (Tun Mohamad Arifin, 2018).

1.2. Ergonominin Tarihçesi

Ergonomi sözcüğü bir çok literatürde kullanılmıştır. İlk kez 1857 yılında Polonyalı bilim insanı Wojciech Jastrzebowski tarafından bilimsel makalelerinin birinde kullanmıştır (Mert, 2014).

19. yüzyılda bilimsel yönetimin babası Fredrick Wilson Taylor ergonominin öncüsü oldu. "Metot çalışması" nda Taylor, iş yapmanın en iyi yollarını araştırmayı önerdi. Çalışanları seçmeyi ve önerilen yöntemi desteklemede çalışanların becerilerini geliştirmek için onları bilimsel olarak eğitmeyi önerdi. F.W Taylor'un çalışması, 1900'ün başlarında Frank ve Lillian Gilbert tarafından "Zaman ve Hareket Etüdü" geliştirilerek genişletildi. Verimliliği artırmaya, çalışanların yorgunluğunu azaltmaya ve gereksiz hareketleri ortadan kaldırmaya odaklandılar. Bu amaçla araçları, ekipmanları, malzemeleri ve yöntemleri standartlaştırmayı önerdiler. II.Dünya Savaşı, ergonomi alanında araştırma ve geliştirmeyi teşvik etti. Daha sofistike silahlara olan talep, insan-makine etkileşimine daha fazla dikkat çekti. 1943'te, Alphones Chapnis, ABD ordusu, hava kokpitinde mantıksal ve diferansiyel kontrol sistemi tasarlanarak pilot hatasının büyük ölçüde azaltılabileceğini gösterdi. II.Dünya Savaşı'nda ergonomi çalışmaları bir disiplin olarak doğdu. Mühendislik, psikoloji, antropoloji ve fizyoloji gibi çok disiplinli kişiler, tasarımla ilgili sorunları çözmek için ekip oluşturdu. Ergonomi ve uygulaması ile ilgili araştırmalar hem askeri kuruluşlarda hem de diğer özel kuruluşlarda devam etti (Ahmed, 2018).

1957 yılı ergonomi açısından önemli bir yıl olup İnsan Faktörü Derneği kuruldu ve ergonomics adlı dergi Ergonomic Research Society tarafından yayınlandı. Altmışlı yılların başlarında, ergonomi ile ilgili araştırmalar askeri ve uzay uygulamalarının ötesinde yeni alanlara doğru genişlemeye başladı. Endüstriler, ergonominin işyeri tasarımına ve ürün üretimine olan önemini ve katkılarını anlamaya başladı. Ayrıca bilgisayar donanımı (1960), bilgisayar yazılımı (1970), nükleer enerji santrali ve silah sistemi (1980), internet ve otomasyon (1990) ve uyarlanabilir teknoloji gibi yeni alanlara doğru genişledi. Şu anda disiplin, dallarını nöron ergonomisine ve nano ergonomiye doğru genişletti. Ergonominin önde gelen isimlerinden biri olan Profesör Etienne Grandjean, 1961'de "Görevi adama uydurmak" ergonomik başlığı üzerine kitap yazdı. Bu kitapta kapsamlı ergonomi tasarım ilkeleri sağladı. Yetmişli yılların başlarında, antropometrik verilerin ergonomik tasarımda kullanımı ve postüral analiz için ergonomik değerlendirme araçları başlatıldı. Antropometrik verilere

dayanarak, Ayub (1973)'a göre ince işler, hassas işler, kaba işler ve ağır işler için ayakta ve hareketsiz çalışma için çalışma yüzeyi yüksekliğini önermiştir. Yetmişli yıllarda, postüral analiz için ergonomik risk değerlendirme araçları geliştirildi. 1977'de Karhu, kötü çalışma duruşunu belirlemek ve geliştirmek için Ovako Çalışma Duruşu Değerlendirme Sistemi'ni (OWAS) geliştirdi. 1993 yılında, McAtamney ve Corelet, hareketsiz çalışma için üst ekstremité değerlendirme için Hızlı Üst Ekstremité Değerlendirmesini (RULA) geliştirdi. RULA, üst vücut değerlendirme için basit bir araçtır. 2000 yılında, Hignett ve McAtamney tüm vücut duruşunu değerlendirmek için REBA'yı geliştirdiler. Postüral analiz, mevcut iş duruşları için KİSR riskini ölçmek için gerekli hale geldi. Sürekli gelişimi ve büyümesiyle, ergonomi artık üretkenlik ve güvenliğin ötesine geçmeye ve konfor, memnuniyet, esenlik ve haysiyet gibi daha somut olmayan kriterleri kucaklamaya katkıda bulunuyor. Ergonomi çalışması artık yaşam kalitesinin iyileştirilmesinde ve gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde işin iyileştirilmesinde daha büyük bir rol oynayabilir (Ahmed, 2018).

1.3. Ergonominin Amaçları

Ergonomi çalışmalarının temel amacı, insan makine arasındaki uyumu mümkün olduğu ölçüde optimize etmeyi hedeflemektedir. Bu uyumun sağlanabilmesi için iş ve makine gereksinimlerini; anatomik, psikolojik, algılama ve karar verme becerilerine göre dengeleyerek gerçekleştirilmelidir. İnsan-makine arasındaki uyum sayesinde saat başına düşen üretim artarken verimli çalışma seviyesi yükselir. Bir diğer ifadeyle minimum insan gücü maliyetiyle (stres, zorlanma, yorgunluk, kazalar) maksimum performansa ulaşmaktır. Uygun olmayan takım tezgahları, alet ve ekipmanlar ve işyeri tasarımı gibi olumsuz faktörlerin yanı sıra iş kazası olasılığını artırır. Ergonomistler, endüstri mühendisleri, iş sağlığı ve güvenliği uzmanları ve diğer uzmanlar, işyerlerinde ergonomi ilkeleri uygulandığında işyerlerindeki mevcut baskının azaltılacağını ve ciddi yaralanmaların önleneceğini belirtmektedir. Ergonomi, hem verimlilik artışı hemde iş sağlığı ve güvenliği iyileştirilmesi çalışmaları üzerinde önemli etkilere sahiptir (Börekçi, 2019).

İşyerlerinde ergonomi iyileştirme çalışmaları sonucunda oluşabilecek işyerine faydaları şunlardır.

- İş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması,
- İş kazalarının ve risklerinin önlenmesi,

- Çalışanların sağlık sorunlarını azaltması,
- İş gücü kayıplarının önlenmesi,
- Çalışanlar için sağlık ve işten çıkarma maliyetlerini azaltılması,
- Verimliliği ve kaliteyi artırması,
- Yorgunluğu ve iş stresini azaltması, motivasyonu artırması,
- Çalışanları daha konforlu hale getirerek üretimi artırması,
- Daha az fiziksel güç gerektiren otomatik süreçlerle daha az hata yaparak üretim kalitesini artırması (Osha, 2000).

Uygun olmayan çalışma duruşları kas iskelet sistemi rahatsızlığına ve üretim verimsizliğine neden olabilir. Bu nedenle çalışma duruşlarını incelemek işletmeler ve çalışanlar için önemli bir konu haline gelmiştir. Çalışma ortamındaki ergonomik risk faktörlerinin değerlendirilmesiyle birlikte, çalışma duruşunu, çalışma duruşunun önemini, yanlış çalışma duruşlarının neden olduğu hastalıkları, iyi bir çalışma duruşunun nasıl olması gerektiğini ve duruşun nasıl iyileştirilebileceğini açıklayabilmektedir (Alıcı ve Gündüz, 2015).

1.4. Ergonominin Sınıflandırılması

Ergonomi, 3 sınıfa ayrılır. Bunlar;

1. Fiziksel Ergonomi
2. Bilişsel Ergonomi
3. Örgütsel Ergonomi

1.4.1. Fiziksel Ergonomi

Fiziksel ergonomi, fiziksel aktivite ile ilişkili olarak insanın anatomik, antropometrik, fizyolojik ve biyomekanik özellikleri ile ilgilidir. Çalışma sırasındaki duruş, iş tanımı kapsamındaki yapılan iş ve işlemler, tekrarlayan hareketler, iş ile ilgili kas – iskelet sistemi rahatsızlıkları, işyeri düzeni, iş güvenliği ve iş sağlığı temel konularını içermektedir (Neşeli, 2016).

1.4.2. Bilişsel Ergonomi

Bilişsel ergonomi, insan ve sistemin diğer unsurları arasında etkileşim içinde olduğundan algılama, hafıza, akıl yürütme ve motor cevap gibi zihinsel süreçler ile ilgilidir. Zihinsel iş yükü, karar verme, yeteneği, insan bilgisayar etkileşimi, insan güvenilirliği ve iş stresi konularını içerir (Ahmed, 2018).

1.4.3. Örgütsel Ergonomi

Örgütsel ergonomi, örgütsel yapıları, politikaları ve süreçleri sosyoteknik sisteme uygun hale getirilmesi ile ilgilidir. İş tasarımı, iletişim, kaynak yönetimi, çalışma zamanlarının tasarımı, takım çalışması, katılımcı tasarım, topluluk ergonomisi, işbirliğine dayalı çalışma, yeni çalışma paradigmaları, sanal organizasyon, telekomünikasyon ve kalite yönetimi bulunmaktadır (Ahmed, 2018).

1.5. İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları

Çalışma hayatında KİSR; tendon, kas, sinir ve diğer yumuşak dokularda hasara sebep olan bükme, gerginleştirme, kavrama, tutma, döndürme, sıkıştırma ve uzanma gibi tekrarlayıcı fiziksel aktiviteler nedeniyle oluşmaktadır (Bernacki, Guidera, Schaefer, Lavin ve Tsai, 1999). Günlük yaşamda bu aktiviterin bir çoğu yapılmaktadır, ancak bu yaygın hareketlerin yapılması KİSR rahatsızlığına sebebiyet vereceği anlamına gelmemektedir. KİSR haline dönüşebilecek durumlar, hareketlerin sürekli ve aralıksız tekrarlanması, hızı, toparlanma için iki hareket arasındaki zaman yetersizliğidir (Esen ve Fıglalı, 2013). Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, çoğu çalışma kuruluşu tarafından yaşanan yaralanmaların ve hastalıkların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Sırt ağrılarında karpal tünel sendromuna kadar, KİSR'lerin yaralanma vakalarının % 40'ından daha fazlasını ve çalışanlarının tazminat maliyetlerinin % 60'ı civarını oluşturduğu bilinmektedir. Çalışma ortamında iş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları çeşitli çalışma şekillerinden kaynaklanmaktadır. Bu çalışma şekilleri yüksek tekrarlayan ve ağır kaldırma işleri, bükme ve bükülme tekrarlama sıklığı olan işler, uygun olmayan çalışma pozisyonu, çok fazla kuvvet gerektiren uygulamalar, çalışma süresi, olumsuz çalışma ortamı, psikososyal faktörler (zaman baskısı), garip veya aşırı eklem hareketleri gibi etkenlerdir (Tun Mohamad Arifin, 2018).

Tablo 1' de MKİSR ait mesleki risk faktörleri, semptomları ve nedenleri yer almaktadır.

Tablo 1 MKİSR ait mesleki risk faktörleri (Esen ve Fırlalı, 2013).

Rahatsızlık	Nedeni	Mesleki risk faktörü	Semptomları
Karpal Tunel Sendromu	Median sinir yolunun el bileği seviyesinde, karpal tünelden geçerken sıkışmasıyla	Tekrarlı bilek hareketleri	Ağrı, hissizlik, karıncalanma, yanma hissi, avuç içinin kuruması,
Tendon İltihabi	Tendon kılıflarının iltihaplanmasına neden olan kasları veya araçları aşırı kullanmasıyla	Tekrarlı bilek hareketi Tekrarlı omuz hareketi Omuzlara uzun süreli yüklenme	Ağrı, güçsüzlük, şişme, etkilenen bölgenin üzerinde yanma hissi ve acı
Epikondilit (Dirsek Tendonu İltihabi)	Tendon kılıflarının iltihaplanmasına neden olan kasları veya araçları aşırı kullanılması	Önkolun zorlayıcı veya tekrarlı rotasyonu esnasında bileğin bükülmesi	Ağrı, güçsüzlük, şişme, etkilenen bölgenin üzerinde yanma hissi ve acı
Beyaz Parmak	Aşırı titreşim	Döner alet ile çalışma, taşlama ve titreşimli ekipman ile	Deride renk değişikliği, el ve el bileğinde ağrı ve hassasiyet
Sırt Ağrısı	Sık sık bükme, kaldırma, ağır yük taşıma	Ağır yük taşıma ve kaldırma, uygun olmayan vücut duruşları	Bel ve sırt bölümlerde yaygın ağrı
Baş Parmak Tendon sıkışması	Akıllı cihaz ve dokunmatik ekran kullananlarda baş parmak tendon sıkışması ile	Tekrarlı olarak elin bükülmesi ve güç sarf ederek kavrama	El bileği baş parmak kısmında ağrı ana semptomdur ve ön kola yayılabilir
Torasik Outlet Sendromu	Bir veya daha fazla major yapının torasik çıkıştan geçerken kompresyonunu ile oluşur	Omuzların sürekli bükülmesi Omuz üzerinde yük taşıma Kolların omuz hizasının üzerine uzanması	Ağrı, hissizlik, ellerde şişme
Gergin Boyun Sendromu	Sabit pozisyonda çalışma	Kısıtlı vücut duruşunda uzun süreli bulunma	Boyun ağrısı

KİSR semptomları kişiden kişiye farklılık gösterebilir, ancak semptom bilgisine göre kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının nedeni tahmin edilebilir. KİSR'nin oluşmasını önlemek amacıyla uygun çalışma ortamlarının tasarlanması ve ihtiyaç duyulan iyileştirmelerin yapılması gereklidir (Tun Mohamad Arifin, 2018).

Manuel malzeme taşıma kapsamı kaldırma, indirme ve taşıma ile sınırlı değildir, aynı zamanda bilgisayar, oyun konsolu ve cep telefonu gibi elektronik cihazların kullanıldığı aktiviteyi de kapsar. Hong Kong'da yapılan bir araştırma, toplam 503 kişiden 251'inin (% 49.9), özellikle boyun ve omuz bölgelerinde üst ekstremitte kas iskelet sistemi semptomları bildirdiğini bulmuştur. Bunlardan 155'i (% 61.8) rahatsızlıklarının elektronik cihaz kullanımıyla ilgili olduğunu belirtmiştir. KİSR'lerin etkisi bireysel antropometriye, biyomekaniğe ve aktivite türüne bağlı olarak değişir, ancak aynı şey aktivitenin hangi vücut kısmından etkilendiğidir. Malezya ve Avustralya arasındaki KİSR rahatsızlığındaki karşılaştırma, tehlikenin ve maruz kalmanın aynı ve önemli olduğunu bulmuştur, ancak Avustralya'daki insanların İş-yaşam dengesine daha iyi odaklanmaları nedeniyle etkilerinin en aza indirildiği bulunmuştur (Maakip, Keegel ve Oakman, 2017) .

KİSR'ler tüm Avrupa Birliği'nde (AB) iş kayıplarının, işten kaynaklı rahatsızlıkların ve iş verimsizliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu yapılan araştırmalar sonucunda belirlenmiştir. AB'de çalışma çağındaki insanlar arasında KİSR'lerin neden olduğu toplam tahmini üretkenlik kaybı, gayri safi yurtiçi hasılanın %2'sin den daha yüksek olduğu görülmüştür. Klinik ve istihdam uygulamaları gibi politikaları geliştirerek, iş performansını artıracak ve KİSR'lerin ekonomik ve sosyal maliyetlerini azaltılması sağlayacak çalışmalar yapılmalıdır (Bevan, 2015).

Endüstriyel çalışma ortamında faaliyet ve süreç ne kadar manuel olursa, sırt ağrısı da dâhil olmak üzere KİSR riski ile ilgili rapor edilen olay vakası o kadar yüksek olur. Araştırmaya göre, yetişkinlerin % 90'ı yetişkin dönemlerinde en az bir kez sırt ağrısı yaşamaktadır. Bu nedenle, ürünler, işler, malzeme taşıma sistemleri, makine-takım arayüzleri, işyeri düzenleri, proses kontrol arayüzleri ve takım tezgahı düzenleri tasarlanırken ergonomik gelişme göz önünde bulundurulmalıdır. Ergonomik riskinin düşük, orta veya yüksek olduğuna karar vermek için ergonomik olayın veya kazanın ciddiyetini ve olasılığını değerlendirmek gerekir. Ergonomik riskin şiddeti; itme, çekme, kaldırma, taşıma, ağır yükün tekrarlayan hareketi, uzun süreli oturma veya ayakta durma, garip pozisyon, titreşim ve aydınlatma, gürültü gibi ortamla ilgili faktörlerin gerçekleştirilme sıklığına, yoğunluğuna ve süresine bağlıdır. Risk, ağır çalışma gerektiren bireye göre değişiklik göstermekte olup manuel malzeme kullanımı sırasında itme, çekme ve döndürme gibi vücut hareketleri meydana geldiğinden yüksek risk kategorisinde değerlendirilebilir (Tun Mohamad Arifin, 2018).

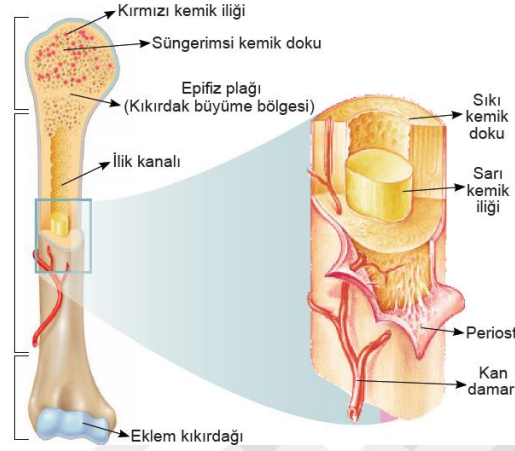
1.5.1. İskelet

İnsan vücudu, eklemlerle birbirine bağlanmış ve kaslarla desteklenmiş kemiklerden oluşan bir hareket sistemine sahip olup bu sistemin bütününe iskelet denir. İnsan iskeleti birbirine kafatası kemikleri gibi hareketsiz; el, kol ve bacak kemikleri gibi hareketli eklemlerle bağlanmış 206 kemikten meydana gelir. Kemiklerin yapısı incelendiğinde delikli ve süngerimsi bir yapılaşma gösterir. Bu yapı dikkatle incelendiğinde yapılaşmanın, kemik dokusuna binecek yükü taşımaya uygun bir destek doku olarak şekillendiğini görürüz.

İskeletin görevleri;

- Organlara ve vücudun yumuşak birimlerine destek olmak, onları korumak,
- Vücuda dış görünüm sağlamak,
- Kasların iş yapabilmesi için kaldıraç görevi yapmak,

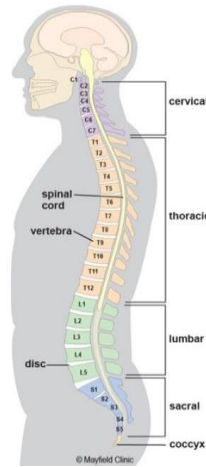
- İşlevlerine göre farklı görevler üstlenen eklemlerin de etkisiyle beden dinamiğinin hareketlerini gerçekleştirir (Akkale, 2014).



Şekil 1 Kemiklerin iç yapısındaki destek dokular (Nedir.Org, 2020)

1.5.2. İnsan Omurgası

Omurga vücudumuzun en önemli kısımlarından biridir. Omurga, vücut yapısına destek sağlayıp, omuriliği korur. Omurilik, beyni vücudun geri kalanına bağlayan sinir sütunudur. Sağlıklı bir yaşam sürmek istiyorsak omurgamızı sağlıklı tutmak zorundayız. Omurga anatomisi güçlü kemikler, esnek bağlar ve tendonlar, büyük kaslar ve oldukça hassas sinirlerin önemli bir kombinasyonudur. Omurga anatomisi, servikal omurga, torasik omurga, lomber omurga ve sakrum gibi dört bölüme ayrılır. Omurlar birleşerek ters S harfi gibi bir yapı oluştururlar. Omurga, bu eğri yapısı sayesinde üzerine binen yük miktarını en aza indirir ve esnek bir biçimde hareket edebilir. Omurga inanılmaz derecede güçlüdür, oldukça hassas sinir köklerini



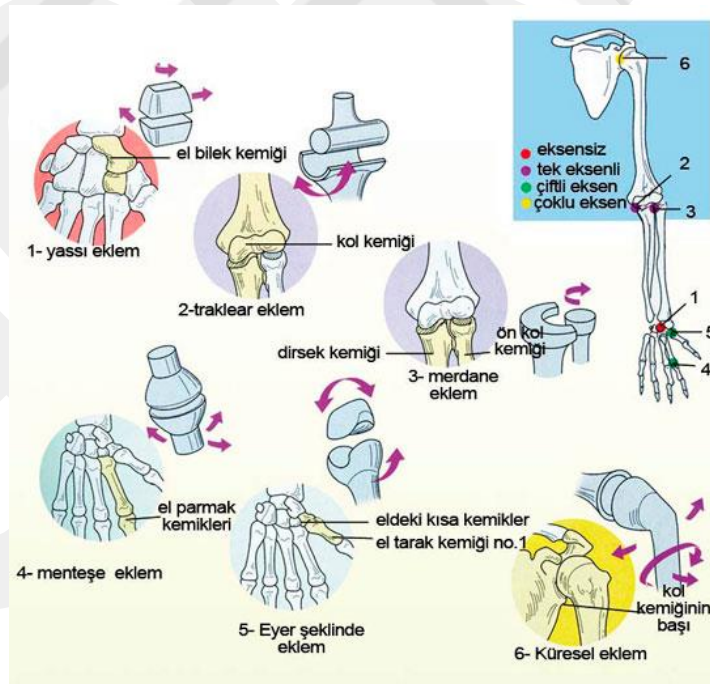
Şekil 2 İnsan omurgasının anatomisi (Tun Mohamad Arifin, 2018).

korur ve birçok farklı düzlemde hareketlilik sağlar ancak omurga çok esnek değildir. Omurganın fonksiyonları, gövde ve vücut hareketinin yapısını korumak, omuriliği korumak ve amortisör görevi görmektir. Omurganın anatomisi Şekil 2’de gösterilmiştir (Tun Mohamad Arifin, 2018).

1.5.3. Eklemler

Kemikleri birbiriyle hareket serbestliği olacak şekilde bağlayan elemanlara eklem denir. Eklemler, iki veya daha çok sayıda kemiğin birleşme noktasıdır. Eklemler iskelet sisteminin zayıf noktalarıdır. Mekanik fazla zorlanma, soğuk, nem, hava akımı gibi iklimik çevre koşulları, fazla hareketlilik veya hareketsizlik, genelde kötü beslenme hallerinden kolaylıkla etkilenirler. Çalışma hayatında eklemlere gelen kuvvetler büyük değerler alabilir. Örneğin, bel eklemine vücut ağırlığının beş katı kadar bir kuvvet etki eder (Babalık, 2005).

Eklemlerin hareketi kasların hareketiyle sağlanmaktadır. Eklemler, eklem bağları sayesinde iki kemiği birbirine bağlarlar. Kaslar bir kemikten başlar ve diğer kemikte sonlanır. Kas kısalduğunda kemiklerin uçları birbirine yaklaşır. Böylelikle eklem hareketi sağlanır (Güler, 2004).



1.5.4. Kaslar

Kemikler ve eklemlerin hareket edebilmeleri ancak kaslarla mümkündür. Kaslar hareket sisteminin aktif elemanlarıdır. Kaslar bağ dokusu ile işlevsel bir birim

oluşturan kas hücrelerinden oluşur. Kısalmaları, çeki kuvvetini doğurur. Kaslar vücut ağırlığının % 40'ını oluşturur (Babalık, 2005).

Kaslar; çizgili kaslar, kalp kası ve düz kaslar olmak üzere üçe ayrılır. Eklem noktalarında birbirine bağlı olan kemiklerin tüm hareketleri için gerekli kuvvet çizgili kaslardan gelir. Kasların dengeli bir şekilde uzaması veya kısılması ile insan vücudu tüm biyomekanik yeteneklerini sergiler.

Çizgili kaslar; iskelet etrafında bulunan, hareketi sağlayan ve beynin bilinç merkezi tarafından kontrol edilen, yani isteğimiz ile hareket ettirdiğimiz kaslardır. Çizgili kaslarının kasılma ve kısılma özellikleri çok yüksektir (Akkale, 2014).

1.6. Ergonomi ve Manuel Malzeme Elleçleme Arasındaki İlişki

Manuel malzeme elleçleme, temel bir endüstriyel süreçtir. Yapılacak iş ve görevleri basitleştirmek için ergonomik prensibler modern çalışma hayatının her alanında çalışanın güvenliğini ve konforunu artırmak için entegre edilmelidir. Manuel malzeme elleçleme, çeşitli malzemelerin, ham maddelerin ve ürünlerin bir yerden başka bir yere kaldırılması, taşınması, indirilmesi ve elle hareket ettirilmesi gibi işlemlerdir. Bu işlemler, yardımcı alet veya ekipmanla ya da bunlar olmadan yapılabilir. Manuel malzeme elleçleme faaliyeti çoğu zaman çalışanların çalışma ortamında, malzemelerin çekilmesi, itilmesi, kaldırılması ve indirilmesi gibi işlemleri içerdiğinden uygun olmayan duruşlara sebep olup çalışanlarda ergonomik yaralanmalara ve KİSR'e neden olur. Aynı zamanda aşırı efor da iş yerinde KİSR'in önde gelen sebeplerden biridir. Aşırı efordan kaynaklı yaralanmalar, manuel malzeme elleçleme işleminde aşırı güç veya basınç kullanımından kaynaklanır (Peter, 2019).

Dünyada son 20 yılda şirketler, ergonomi iyileştirme çalışmalarını gerçekleştirmek üzere, ergonomik mühendislik kontrollerine odaklanan en başarılı şirketlerle birlikte çalışma ortamında iyileştirme süreçlerini uygulamaya odaklanmıştır. İşyeri ergonomik ve mühendislik teknoloji standartlarına uygun şekilde tasarlandığında, son 11 yılda maliyette önemli bir iyileştirme ve tekrarlayan hareket kaynaklı yaralanmalarının görülme sıklığında % 44 varan önemli bir düşüş olmuştur (Peter, 2019).

1.7. İş Sağlığı ve Güvenliği ile Ergonomi Arasındaki İlişki

İş kazalarındaki insan faktörüne yönelik olan her başlıkta ergonomi ile ilgili çalışma yapılabilir. İnsan faktörüne bağlı iş kazalarının sebepleri arasında çalışanın

eğitimsizliği, işe uygun olmayışı, işe uyumsuzluğu, işteki bilgi ve tecrübe eksikliği, dalgınlığı, dikkatsizliği, işe olan ilgisizliği, düzensizliği gibi insan etmenleri sayılabilir (Özkılıç, 2005).

Ergonomi, işletmelerde iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi amacıyla, risk faktörlerini ortadan kaldırmak veya azaltmak için İş Sağlığı ve Güvenliği kavramının önemli bir unsurudur. İşletmelerde, ergonomi İSG politikalarının bir parçası olmalı, çalışma ortamında iyileştirme ve geliştirme çalışmaları için politikaların stratejik hedeflerine entegre edilmelidir (Sakalar, 2018).

Çalışanların çalışma ortamında performansını ve verimliliğini olumlu yönde etkileyen etmenler arasında ergonomik unsurlar yer almaktadır. Günümüzde özellikle teknolojik gelişmelerle birlikte insan, bilgisayar ve makine etkileşimi artmış ve bu kombinasyon ile üretim, verimlilik ve ürün çıktısı buna paralel olarak artmıştır. Çalışanların ergonomik açıdan uygun ortamlarda çalışması verimliliğin artmasını, KİSR oranının azalmasını ve iş yerinde yaralanma, sakatlanma gibi problemlerin en aza inmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, çalışanların rahatsızlıklarından ve sakatlanmalarından kaynaklanan maliyetlerin azalmasını, motivasyon ve performansın artması yoluyla ürün miktarının artmasını sağlamaktadır (Çoker ve Selim, 2019).

1.8. Ergonomi ve İş Tasarımı Arasındaki İlişki

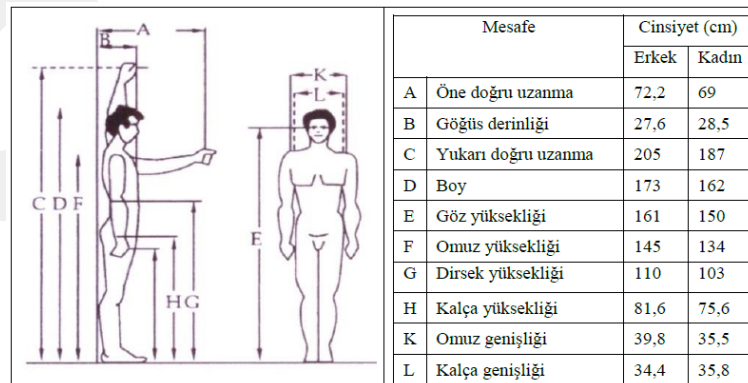
Ergonomi, iş tasarımına katkı sağlayayan bir bilimdir. Ergonomik tasarımlarda göz önünde bulundurulacak yaklaşımlar; kullanıcı merkezli bir tasarım oluşturulması, iş düzeninin insan konforuna uygunluğunun sağlanması, kullanıcıların menfaatlerine ve gereksinimlerine dayanması, insan ve makine veya çalışma ortamı arasındaki etkileşimi dikkate almasıdır. Çalışma ortamında ergonomik tasarım, iş memnuniyeti ve verimliliği üzerinde olumlu etki sağlar. Ergonomik tasarım, yapılacak işi insanların yeteneklerine ve özelliklerine göre uyarlamaktır. İşyeri, çalışma alanı, iş ekipmanı, makine, araç - gereç, çalışma ortamı (iklim, aydınlatma, gürültü gibi etkenler), iş organizasyonu, iş görevi, iş akışı, ürün, iş parçası, çalışanların işe adaptasyonu, çalışanların beceri ve özelliklerine sahip çalışanların seçimi, eğitim gibi alanlar, ergonomik tasarımda dikkate alınır (Özlem ve Özak, 2017). Ergonomik tasarımın amacı, işyeri çalışma ortamının, makine veya ekipmanlarının uygun şekilde dizayn edilerek çalışanların herhangi bir görevi yerine getirirken vücudun nötr duruşunu koruyarak karşılaştıkları riskleri azaltmaktır. Ergonomik risk, çalışanların herhangi bir görevi yerine getirirken vücudun nötr pozisyonundan saptığında ortaya çıkmaya

başlar. İşyeri, makine veya ekipman tasarlanırken ergonomik prensip dikkate alınmadığında veya insan ve fiziksel çevre arasındaki etkileşime uymadığı durumlarda vücudun nötr durumundan sapma meydana gelir. İnsan ve fiziksel çevre arasındaki uygun etkileşim sağlandığında, çalışanların güvenliği, sağlığı ve insan kapasitesi ile etkileşime giren sistemin performansını optimize edecektir. Uygun performans elde edildiğinde işle ilgili KİSR'lerin önlenmesi sağlanacaktır (Tun Mohamad Arifin, 2018).

1.8.1. İş ve Çalışma Ortamı Tasarımında Antropometrik Açından Değerlendirme

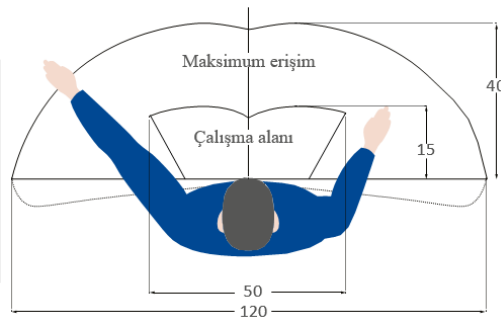
Çalışma ortamının insan vücudunun özelliklerine göre tasarlanması önemlidir. Antropometri, insan vücut ölçüleri, hareketleri ve bu hareketlerin sıklık ve sınırları gibi özelliklerini inceleyen bir bilim dalıdır. Yüzyıllar öncesine dayanan Antropometri, Antropos'un insan ve Metrikos'un ölçü anlamına geldiği Yunanca'dan gelmektedir. Bir disiplin olarak Antropometrik veriler ergonomide, iş ortamının, kullanılacak aletlerin ve donanımların fiziksel ölçülerinin belirlemede kullanılmaktadır. Uygun ölçüler ile tasarlanan ortam veya donanım sayesinde görev insana uygun hale getirilebilmektedir. Antropometrinin insan hareketlerini inceleyen kısmı ile hareket esnasında insan vücuduna uygulanan baskılar ve bu baskıların insan vücuduna yaptığı etkiler ile bu etkilere karşı insan vücudunun gösterdiği tepkiler incelenebilmektedir. (Yüce, 2019).

Kişiler arasında vücut bölümlerinin uzunluğu, birbirine göre oranlarında önemli farklılıklar olabilmekte olup antropometrik verilere göre ortalama vücut ölçüleri kadın ve erkekler için Şekil 4'de gösterilmiştir. Değişik hareket sınırları ve biçimlerine göre güç ve kuvvet bakımından da önemli farklar görülebilmektedir (Sefer, 2019).



Şekil 4 Antropometrik verilere göre ortalama vücut ölçüleri (Sefer, 2019)

Çalışma ortamında erişim aralığı ve kuvvet kapasitesi elin hareketi ile taranabilen alan, iş alanı hacmidir ve insanın etrafındaki kolay veya maksimum uzanmada ulaştığı alandır. İş parçalarının veya el aletlerinin nereye yerleştirilmesi veya konumlandırılması gerektiğini belirlemek için erişim mesafesini dikkate almak gerekir. Doğal olarak, erişim aralıkları, çalışanın fiziksel ölçüleriyle sınırlıdır. Burada, bir tasarımcının aşına olması gereken iki ayrı kavram vardır. Bunlar, uygun erişim alanları ve normal çalışma alanı kavramlarıdır. Şekil 5’de çalışanın normal çalışma alanı ve erişim bölgesi arasındaki ilişki gösterilmiştir. Uygun erişim bölgesi, bir nesneye gereksiz efor sarf edilmeden rahatlıkla ulaşılabilen bir bölgedir. Rahat erişim bölgesi, çalışanın kolunun uzunluğuna göre belirlenir. Bir iş istasyonu düzeninin boyutları genellikle işyerindeki tüm çalışanların %95’inin gövdeyi germeden alandaki gerekli noktalara ulaşabileceği şekilde tasarlanmalıdır. Çalışma masası gibi yatay bir düzlem üzerindeki çalışmalarda çalışanın kol uzunluğunun antropometrik ölçülerine göre tarayabileceği ve erişim sağlayacağı alan veya nokta maksimum çalışma alanı olarak tanımlanabilir. Bu alan içinde, dirsek 90 derece veya biraz daha az fleksiyonda iken üst uzuvların omuz etrafında rahat bir süpürme hareketi ile tanımlanan çok daha küçük bir normal çalışma alanı vardır. Dirsek 90 derece büküldüğünde ve üst kol omuzda kendi eksenini etrafında döndürüldüğünde, dışa doğru dönmenin rahat sınırı sadece yaklaşık 30 derecedir. Bu faktör, işyerindeki çalışanların ortalama kol uzunlukları ile birlikte normal çalışma alanını belirlemek için kullanılabilir (Lindqvist & Skogsberg, 2007).



Şekil 5 Uygun erişim bölgesi ile normal çalışma alanı arasındaki ilişki (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2019).

Antropometrik verilere göre çalışma ortamı tasarımında ortalama ölçülerin yanı sıra uç boyutların da dikkate alınması gerekmektedir. Bu ölçüler, işin süresi ve

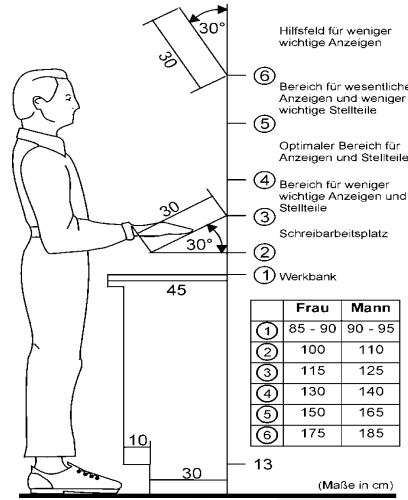
aydınlatma miktarı gibi faktörler dikkate alınarak çalışanın tezgâhı veya masasındaki normal ve maksimum erişim alanlarına göre çalışma ortamı ayarlanmalıdır.

Çalışma alanı veya montajı yapılacak parçanın konumu, hareket noktası olarak tanımlanabilir. Yüksekliği ayarlanabilen çalışma ortamlarında, uygun çalışma yüksekliği kullanıcının otururken veya ayakta iken kendisi tarafından kolaylıkla belirlenebilir ve ayarlanabilir olmalıdır. Hareket noktasının yüksekliği, orta derecede fiziksel güç ve görsel efor ile montaj işi için çalışanın dirsek yüksekliğinde olmalıdır (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2019).

Şekil 6'da gösterilen ayakta yapılan ve kuvvet uygulama gerektiren çalışma istasyonlarında, genellikle vücut ağırlığı yardımıyla yüksek kuvvetler oluşturulabilir. Bu nedenle ayakta çalışılan iş istasyonunun, çalışanın yüksek derecede kuvvet uygulaması gerektiğinde vücut ağırlığını kullanmasına izin verecek şekilde tasarlanması önemlidir. Örneğin, zımparalama ve polisaj işlerini yaparken, çalışma yüzeyi yatay düzlemde, dirsek seviyesinin biraz altında olmalıdır. Bu, özellikle zımparalama ve cilalama gibi uzun işlemler sırasında önemlidir. Aksi takdirde, nispeten zayıf olan kol kasları aşırı yorulur ve iş performansı bozulur (Lindqvist & Skogsberg, 2007).

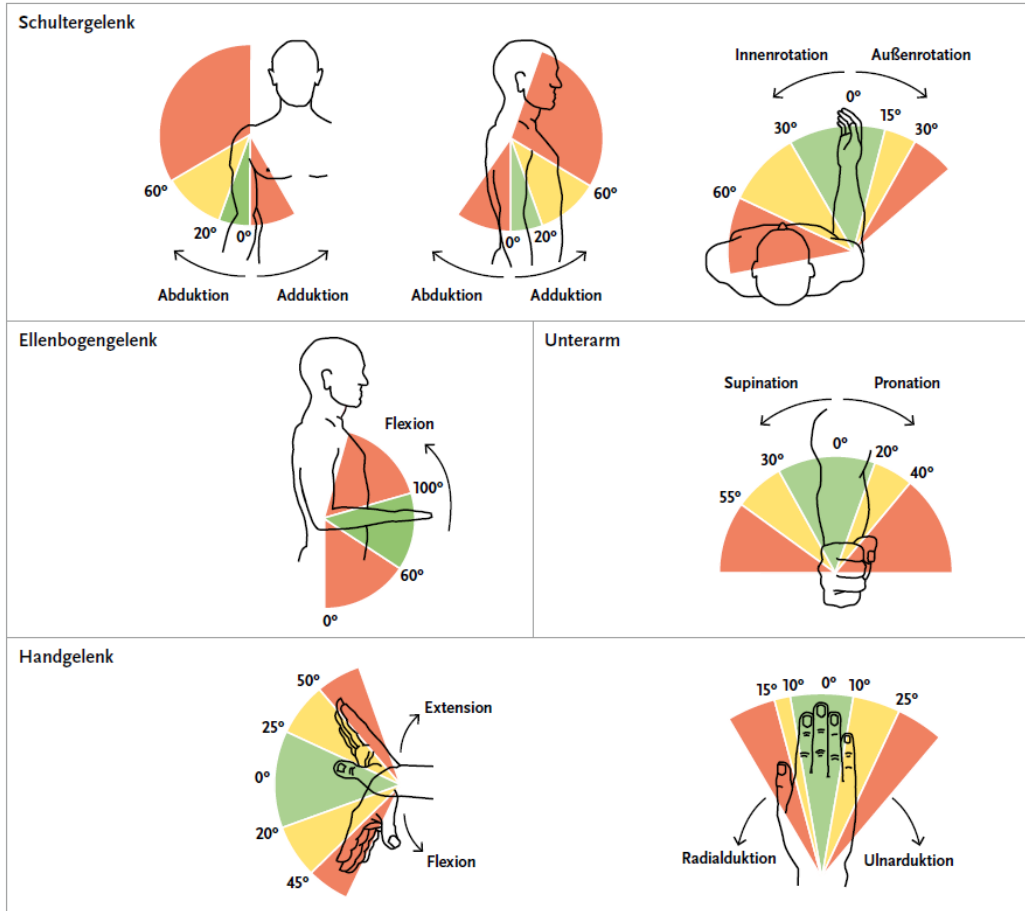
Çalışanların, maksimum kuvvet uygulaması gerektiren işlerde çalışırken yüksekliği ayarlanabilir platformlar kullanması önemlidir. Ayar mekanizması, çalışanın ayarlamayı hızlı ve kolay bir şekilde yapmasına izin vermelidir. Aksi takdirde, çalışan gerekli ayarlamaları yapmakta isteksiz olabilir. Bazı durumlarda, yatay çalışma yüzeyleri uygun olmayabilir. Yatay kuvvet uygulamaları için kabul edilebilir bir çalışma pozisyonu elde etmek için genellikle dirsek seviyesinin biraz üzerinde bir çalışma yüksekliğine ihtiyaç vardır. Bazı delme, talaş kaldırma ve ölçekleme görevlerinde olduğu gibi yüksek ilerleme kuvvetleri talep edildiğinde, operatör hafifçe öne doğru eğilerek vücut ağırlığından yararlanmalıdır. Kuvvet uygularken sabit bir ayakta durma postürü elde etmek için yeterli ayakta durma alanı sağlanmalıdır. Yüksek derecede yatay kuvvet uygulanacaksa (> 200 N), kaymayı önlemek için pabuçlar ile zemin arasındaki sürtünme de dikkate alınmalıdır. Ergonomik olarak planlanmış işyerinde, operatörün kayması veya takılıp düşmesi riskini azaltmak için önlem alınmalıdır. Operatörün iş ayakkabısı, uygulanacak yatay kuvvetin derecesine ve zemin yüzeyine göre seçilmelidir. Zemin yüzeyinin kuruyken

dökülen maddelerden veya temizlik işlemlerinden ısladığında zemin temizlenerek ıslak ortam derhal ortadan kaldırılmalıdır (Lindqvist & Skogsberg, 2007).



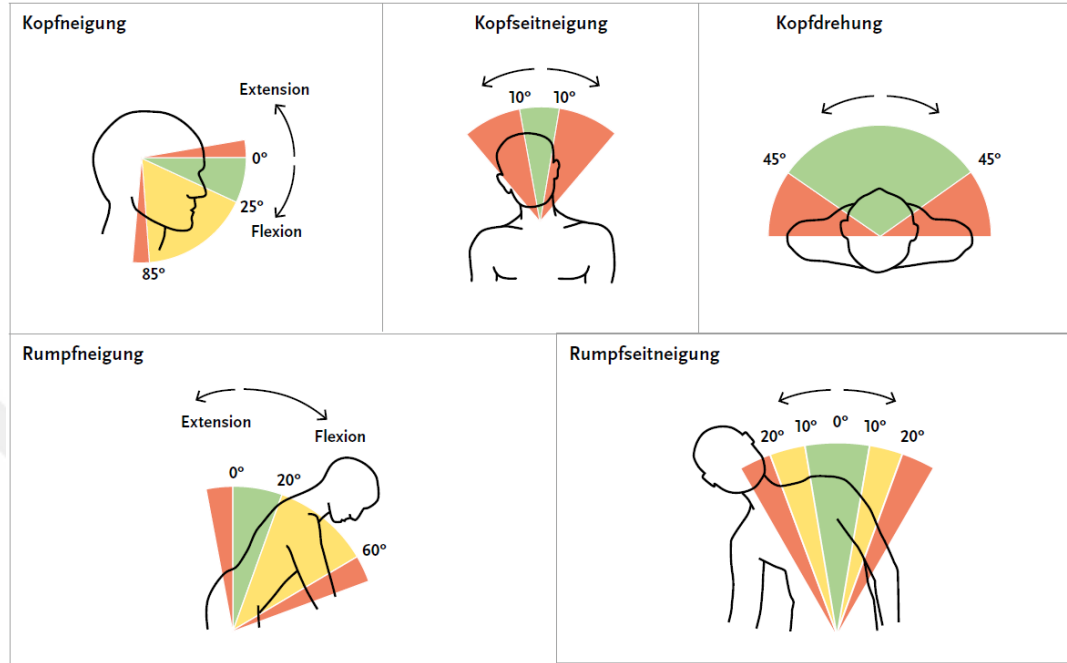
Şekil 6 Ergonomik ayakta çalışma istasyonu (BAuA, 2015).

İnsanın hareketleri esnasında kullandığı eklemlerin sağlıklı olarak en fazla dönme açıları Şekil 7 ve Şekil 8’de verilmiştir. Şekillerde görülen yeşil alandaki



Şekil 7 El / kol pozisyonunun ve hareketinin eklem açıları (Yüce, 2019).

hareketler eklemlerin zorlanmadıkları alanlar iken sarı alanlarda zorlanmalar başlar ve kırmızı alanlarda çalışan eklemler en çok zorlamayla karşılaştığı bölgelerdir (Yüce, 2019).




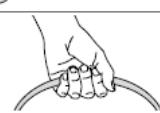


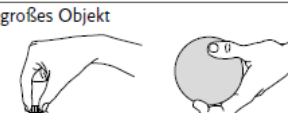




Şekil 8 Vücut duruşu eklemlerinin hareket alanları (Yüce, 2019).

1.8.2. İş Ekipmanları ve El Aletleri Tasarımında Antropometrik Açıdan Değerlendirme

El aletlerinin ergonomik olarak tasarlanması gerekmektedir. Çalışana göre üretilmeyen el aletleri kullanılırken rahatsızlık oluşturarak iş verimini azaltabilir. Ergonomik aletler kullanıcıya uygun olduğu zaman üretim süreci üzerinde verimli hale gelmesini sağlanabilir. Bilek ve parmak kasları yerine, omuz, kol ve bacak kaslarının kullanılmasını gerektirecek araçlar tercih edilmelidir. Malzeme kaldırılacağı zaman tutacak yerinin olması önemli olup, özellikle çift tutacağı olan iş ekipmanları ve aletler seçilerek, iki el arasında kuvvet dağılımı eşit olmalıdır. Parmakların sıkışacağı boşlukların olduğu el aletleri tercih edilmemelidir. Ergonomik açıdan elverişli kavrama koşulları sağlanmalı örneğin kol veya kulp tasarımı gibi aracılığıyla optimum güç aktarımı sağlanmalıdır. Şekil 9'da iş ekipmanları ve el aletleri tasarımında kavrama ve kuvvet uygulama için dikkat edilmesi gereken hususlar gösterilmiştir. İş ekipmanları ve el aleti ile çalışmalarda günlük çalışma süresi içinde dinlenme ve molalara yeteri kadar yer verilmelidir. İş ekipmanları ve el aletleri içeren çalışmalarda

çalışanın yükü ne sıklıkta taşıdığı, taşınma uzaklığı, yükün şekli, yükü taşımak için ihtiyaç duyulan zaman gibi faktörler mutlaka bilinmelidir (Neşeli, 2016).

Griffart, Krafteinleitung	Griffgestaltung der Werkzeuge, Kontaktstellen, Objekte	Greifoberfläche			
		trocken, griffig	trocken, sehr glatt	feucht	schmierig
	gut ausgeformt ^{*)} , optimale Größe	0	1	2	3
	nicht ausgeformt	1	2	3	3
	zu groß, zu klein	2	3	4	4
	gut ausgeformt, optimale Größe	0	1	2	3
	nicht ausgeformt	1	2	3	3
	zu klein	2	3	4	4
	gut ausgeformt, optimale Größe	0	1	2	3
	nicht ausgeformt	2	3	4	4
	gut ausgeformt, optimale Größe	0	0	1	2
	nicht ausgeformt	1	2	3	4
	gut ausgeformt, optimale Größe	0	1	2	3
	nicht ausgeformt	1	2	3	4
	zu klein	2	3	4	4
	optimale Größe	1	2	3	4
	zu klein	2	3	4	4
	gut ausgeformt	1	2	3	4
	nicht ausgeformt	2	3	4	4
<p>^{*)} Ausgeformte Griffe sind profiliert, der Handform angepasst und/oder haben Griffmulden. Beispiele:</p> 		<p>Nicht ausgeformter Griff:</p> 			

Şekil 9 İş Ekipmanı ve el aleti kavrama ve kuvvet uygulaması sınıflandırılması (LASI-Veröffentlichung (LV) 57, 2013).

1.9. Çalışma Ortamında Ergonomik Risk Faktörleri

Ergonomik risk faktörü; doğrudan veya dolaylı, ergonomi ilkelerine aykırı olarak işyerinde veya işten sonra çalışanların sağlığına zarar verebilecek veya verebilme potansiyeli olan bir durumdur (Ahmed, 2018). Ergonomik risk faktörleri kas iskelet sistemi rahatsızları ile ilgili olan ve rahatsızlığın sürecini hızlandıran işten kaynaklı faktörlerdir. Çalışma ortamındaki ergonomik risk faktörlerinin değerlendirmenin amacı, çalışanın fizyolojik ve psikolojik özelliklerini dikkate alarak güvenli, konforlu ve sağlıklı bir çalışma ortamı elde etmek ve çalışanın sağlığını

korumaktır (Ayan, 2015). Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, kas, sinirler, tendonlar, bağlar, eklemler, kıkırdak veya omurga diskini içeren bozukluktur. Birden çok ergonomik risk faktörünün kombinasyonu ile birlikte çalışanlarda kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olur. Üretim alanındaki çalışanlar, KİSR'lara yol açan çeşitli ergonomik risk faktörlerine maruz kalmaktadır. Proaktif önlemler almaya yönelik ilk adım olarak, KİSR belirti ve semptomlarına neden olabilecek ergonomik risk faktörlerine maruz kalmayı azaltmaktır.

Kas iskelet sistemi yaralanmasına veya hastalığına neden olabilecek beş ana ergonomik risk faktörü kategorisi vardır. Bunlar, fiziksel faktörler, psikolojik faktörler, organizasyonel faktörler, bireysel risk faktörleri ve sosyal aktivite faktörleridir. Tablo 2'de ergonomik risk faktörlerinin sınıflandırmasını ve risk faktörleri sınıflandırması ile ilgili bazı örnekler gösterilmektedir (Ahmed, 2018).

Tablo 2 Özetlenmiş ergonomik risk faktörleri (Ahmed, 2018).

Ergonomik risk faktörleri	Örnek
Fiziksel faktörler	Tekrarlı hareketler
	Temas stresi
	Garip vücut duruşları
	Aşırı sıcaklık, titreşim
	Statik kas yükü gibi
Psikolojik faktörler	Zihinsel yüklenme
	Psikososyal faktörler
	Çalışma ortamındaki sosyal iletişim gibi
Organizasyonel faktörler	Monoton işler
	Yetersiz molalar
	Aşırı çalışma oranları
	İş güvencesinin olmaması gibi
Bireysel risk faktörleri	Obezite, beden kütle indeksi (BKİ), cinsiyet
Sosyal aktivite faktörleri	Raket sporları, dikiş, örgü gibi sosyal aktiviteler
	Müzik aletleri gibi

KİSR'in oluşumunda ve gelişiminde meydana gelen faktörlerden bir kısmı açıklanmıştır. KİSR'ye neden olabilecek etmenler; tekrar gerektiren işler, aşırı güç kullanımı, vücut duruş pozisyonu, temas baskı stresi, titreşim, mola vermeden uzun süre yapılan çalışmalar, çalışma ortamındaki termal şartlar (sıcaklık, nem gibi), organizasyonel etmenler (iş memnuniyetsizliği gibi) sıralanabilir.

Çalışanların yaptığı çok sayıda tekrar içeren görevler kas iskelet sistemi rahatsızlıkları için büyük risk oluşturmaktadır. Bilek, dirsek ve omuz eklemlerinin kabul edilebilir limitler dışındaki tekrarlı hareketlerini içeren görevler, bu bölgelerde ağrıların oluşmasına sebep olmaktadır (Esen ve Fırlalı, 2013). Tekrarlayan hareketler, kaslar, tendonlar ve sinirler üzerinde strese neden olabilir ve zorlanma veya kümülatif travma bozuklukları (KTB) gibi çeşitli bedensel yaralanmaların veya hastalanmaların gelişme olasılığını artırır. Tekrarlayan hareketlerin tümü KİSR yaralanmalarına sebep olmaz, fakat hareket hızı, tekrarlanma sıklığı veya frekansı, hareketin tamamlanmasında yer alan kasların sayısı ve faaliyeti gerçekleştirmek için gereken kuvvet gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. KTB'ler tekrarlayan stres tarafından geliştirilen bir yaralanmadır ve etkileri, görevi gerçekleştirme esnasında belirli hareketlere ve gerçekleştirildiği yoğunluk derecesine bağlı olarak değişir.

Manuel ağır iş yapma, kaldırma, taşıma, iletme gibi aşırı güç gerektiren görevlerde daha fazla güç gerektiren hareketler gerektiğinden yorgunluğun ve KİSR'in daha çabuk ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Esen ve Fırlalı, 2013). Bir görevi yerine getirmek için gereken kaslar tarafından üretilen fiziksel güç miktarı kuvvet olarak tanımlanır. Kuvvet statik veya dinamik olarak sınıflandırılabilir. Statik kassal çalışmalarda, ilgili vücut segmenti ve tutulan nesne sabit kalırken, dinamik kassal çalışma durumlarında ise hem vücut segmenti hem de nesne hareket eder. Statik vücut duruşların sürdürülmesi, sürekli kas kasılmalarını gerektirir ve bu da kas gerginliğinin artmasına neden olur. Kas içindeki kan damarlarını sıkıştırır ve kasılmalar sırasında kanın kaslardan akışının kısıtlayabilir ve laktik asidin kaslarda birikmesine ve dolayısıyla ağrı ve yorgunluğa neden olabilir (Ahmed, 2018).

Antropometrik hususların detaylı bir şekilde yer aldığı bölümde vücut pozisyonun gereklilikleri anlatılmıştır. Boynun ve omuzların sabit pozisyonda olması kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının oluşmasında etkili olan bir durumdur. Çalışma istasyonlarının uygun olmayan yerleşimi ve uygun olmayan araç ve ekipman seçimi bu riskli vücut hareketlerinin oluşmasında etkilidir (Esen ve Fırlalı, 2013). Uygun

olmayan duruşlar, kaslar ve tendonlar üzerinde strese neden olur. Bu tür stres, hareket eksikliğinden veya vücut hareketlerin nötr pozisyonundan önemli ölçüde sapsması nedeniyle oluşur. Örneğin, kollar tamamen gergin olduğunda, dirsek ve omuz eklemleri hareket aralıklarının sonunda olmaktadır ve çalışan bu durumda tekrarlı kaldırma ve indirme yaparsa, yüksek bir yaralanma veya hastalanma riski oluşturur. İşle ilgili ergonomik risk faktörüne etki edenler, uzun süre boyunca aşırı çaba, aşırı erişim, bükülme ve statik postürü içerir. Uygun olmayan duruşla birleştiğinde, bel ağrısına, tendinitlere ve eklem hasarlarına sebep olmaktadır. Eklemler için uygun olan duruşlar, kaslar üzerinde minimum baskı oluşturan ve belirli bir görevi yerine getirirken maksimum vücut kontrolü ve gücü sağlayan duruşlardır (Alkhalifi, 2013).

Temas baskısı stresi, çalışma ortamında yaygın olarak tanımlanan ergonomik risk faktörüdür. Keskin yüzeylerin ve nesnelere vücut ile teması gibi harici bir nesne arasındaki sürekli temastan kaynaklanan gerilmedir. Örneğin, çalışma ortamında kullanılan el aletlerin tutacağı gibi sert bir nesneyi tutması sırasındaki yumuşak dokuya basması, çalışma ortamında keskin parçaları tutarak yumuşak dokuya basması ve çalışma masasının sert kenarında ön kolun dinlendirilmesi gibi liflerde, kaslarda, kan damarlarında ve sinirlere zarara sebep olması mümkündür. Sürekli temas sinirlere, tendonlara ve kan damarlarına baskı uygulayarak, vücudun ilgili uzvunu işlevini engelleyecektir. Temas stresi için ergonomik risk faktörleri arasında görev süresi, faaliyetin sıklığı veya frekansı ve gerekli kavrama gücü bulunur (Habib, 2015).

Titreşim, kasları, tendonları eklemleri ve sinirleri etkilemektedir. Yüksek titreşimli ekipman kullanıldığında parmaklarda uyuşukluk, kavrama kaybı ve ağrı ile karşılaşmaktadır (Esen ve Fığlalı, 2013). Elle çalıştırılan elektrikli aletlerin titreşimi, kasları, tendonları, kasları, eklemleri yırtabilir ve sinir sistemini etkileyebilir. Bu etkiler el – kol titreşim sendromu olarak adlandırılır. Örneğin, bakımı yapılmayan elektrikli el aletlerden kaynaklanabilecek titreşimler ergonomik risk faktörüne sebep olabilir. Bu elektrikli el aletleri titreşim sönümlenme cihazlarına sahiptir ve tutma sapları yetersiz kavrama tasarımlarına sahiptir ve bu aletlerle çalışma sırasında titreşimden dolayı kan akışının kısıtlanmasıyla sonuçlanabilir. Önemli seviyelerde titreşim oluşturabilecek elektrikli aletlere örnek olarak, matkaplar, zımparalar ve testereleer bulunur (Nicholson, 2010).

Mola vermeden uzun süre çalışma, üst üste yapılan çalışmalar yorgunluğu artırmaktadır. Yorgunluklar beraber çalışma ortamında iş kazalarının ihtimali artar.

Aynı zamanda artan yorgunluğa rağmen mola verilmeden devam eden işlerde iş ile ilgili yaralanma ve incinme meydana gelmektedir. Çalışma molarının kısa olması, çalışanın tam dinlenememesine sebep olur. Çalışma ortamında dinlenme zamanları ve süreleri iyi organize edilmelidir (Börekçi, 2019). İşin yüksek hızlarda yapılması dinlenmek için daha az zaman kalmasına sebep olduğu için stresi arttırmaktadır. Stresin artmasıyla birlikte kas gerginliği artar ve yorgunluğa bağlı olarak KİSR'lerine sebep olmaktadır (Esen ve Fığlalı, 2013).

Çalışma ortamının iklim veya termal koşullarının KİSR rahatsızlıklarına etkisinde eğer çalışma ortamı çok sıcak ve nemli olur ise çalışanlar daha çabuk yorulur ve yorgunluğa bağlı olarak incinmeler meydana gelmektedir. Düşük sıcaklıkta, kas esnekliği azalır ve bu da incinme olasılığı artırmaktadır (Esen ve Fığlalı, 2013). Aşırı sıcaklıklar, çalışanlar için çeşitli sorunlara neden olabilir. Yüksek sıcaklıklar özellikle nem ile birleştiginde su kaybına ve kas yorgunluğuna neden olabilir. Sorunlar arasında nefes darlığı, yorgunluk, el beceri ve yeteneklerinde azalma, duygusal hassasiyet ve kavrama kuvvetlerinde azalma sayılabilir. Çalışanın iç vücut ısısı, yüksek sıcak ortamlarda yükselebilir bundan dolayı kan dolaşımı artar ve terleme artarak vücut ısısının düzenlenmesine neden olabilir. Vücut soğumaya çalışırken enerji harcar ve genel yorgunluk artar. Sıcak çarpması, sıcak ortamlarda çok ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir. Sıcak çarpmasının semptomları, kuru cilt, terleme , bağ ağrısı, halsizlik, kusma, yüksek vücut ısısı, bilinç kaybı, kas gerginliği ve kas krampları yer alır. Soğuk ortamlarda çalışmalarda çalışanın el becerisi, kan akışı ve kas gücünü azaltır. Hipotermi, soğuk ortamlara maruz kalmaktan kaynaklanan düşük vücut ısısıyla ilişkili yaygın bir yaralanma veya hastalanmadır. Hipotermi semptomları arasında uyuşma, sertlik ve koordinasyon kaybı gibi semptomlar yer alır. Düşük sıcaklık, kan akışını zayıflatır ve kalıcı doku hasarına neden olan kan damarını daraltır. Havalandırma ve nemde çalışma ortamını etkilemede önemli bir rol oynar. Uygun olmayan sıcaklık ve havalandırma sistemelerine sahip çalışma ortamlarında üretkenlik ve verimliliğinin düşmesine neden olabilir. Ayrıca insan hatası olasılığını arttırabilir. Aşırı sıcak çalışma ortamları yorgunluğa ve konsantrasyon eksikliğine neden olabilirken, aşırı soğuk çalışma ortamları huzursuzluğa neden olabilir. Her iki çalışma ortamıda insan hatalarının artmasına ve performansın düşmesine neden olur. Bu neden ile uygun bir termal konfor şartları oluşturulması ve sürdürülmesi esastır (Neşeli, 2016).

Yüksek iş talepleri, düşük iş memnuniyeti, çalışma arkadaşından ve amirinden destek görememe, iş üzerindeki kontrolün azlığı, iş stresi gibi çalışma yeri iş organizasyonu etkenleri, KİSR için iş yerinde risk oluşturmaktadır (Bernacki vd., 1999).

1.10. İş Yüğü

İnsanın fiziksel (kassal) ve zihinsel (mental) olarak belirli iş yapabilme gücüne sahiptir. İnsan iş yaparken görevin özelliğine göre değişen ağırlıklarda fiziksel ve zihinsel gayret göstermektedir. Eğer çalışan kapasitesinin üzerinde çalışırsa solunum, kas sinir sistemi, dolaşım ve merkezi sistemin zorlanması sonucu dinlenme ihtiyacı oluşur. Çalışanın yeterli dinlenme durumu olmadığında fiziksel ve zihinsel yorgunluğa bağlı olarak iş kazaları ve meslek hastalıklarıyla karşılaşma ihtimali artacaktır. Çalışma ortamında yapılan iyileştirme ve düzenlemelerle birlikte iş yükü daha az zorlayıcı hale getirilmeli, böyle bir düzenleme yapılamıyorsa çalışma ve dinlenme sürelerinde düzenleme yapılmalıdır (Ayan, 2015).

Fiziksel ağırlıklı çalışma, kassal çalışma ve sensori motor çalışma olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Kassal çalışma ile ilgili olarak kas sınıflandırma şekli Tablo 3'de belirtilmiştir. Zihinsel ağırlıklı çalışma tepkisel, bağlantı kurucu ve yaratıcı çalışma olarak üç alt grupta incelenir. Fiziksel iş yükünün insan üzerindeki etkilerini ölçmek için yöntemler olmasına karşın, zihinsel iş yükünün etkilerini ölçmek için yöntemlerden bahsetmek zordur.

Tablo 3 Kas sınıflandırma şekilleri (Günthner, Deuse, Rammelmeier ve Weisner, 2014).

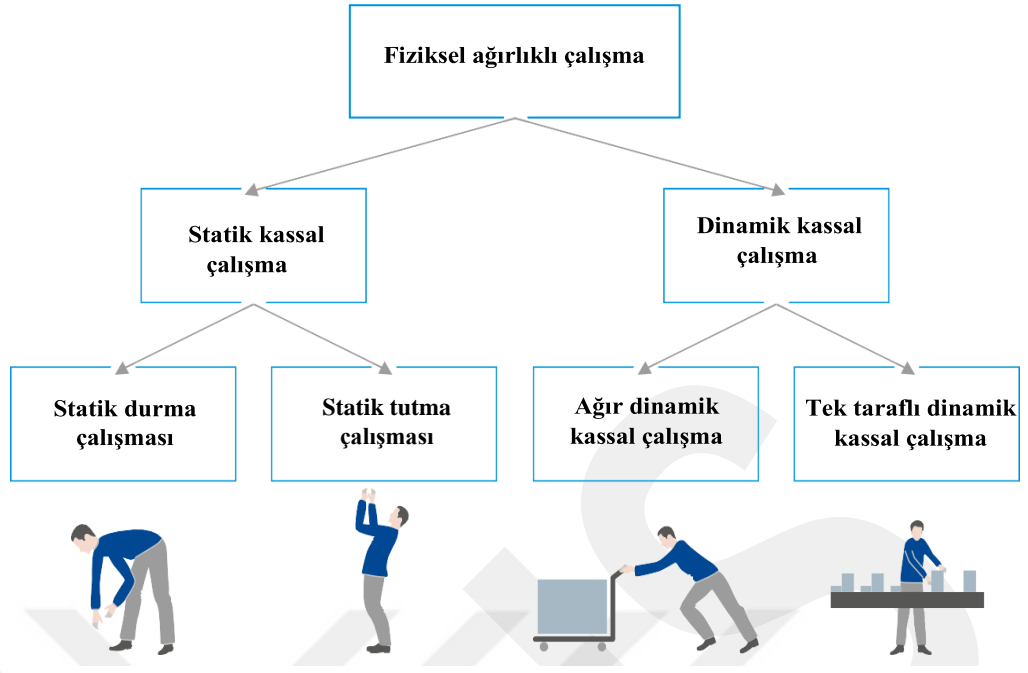
Kas yüklenme şekli		Örnek	Biyomekanik Karakteristik	Stresin / Zorlanmanın fizyolojik karakteristiği
Sınıflandırma	Ergonomik Karakteristik			
Statik	Statik duruş çalışması	Öne eğik ayakta durma	İskelette hareket yok, iş parçası, alet veya kontrol elemanı üzerinde kuvvet yok.	Maksimum kuvvet aştığından kas gerilmesi nedeniyle kan dolaşımı zorlanır.
	Statik tutma çalışması	Baş üstü kaynak / montaj, taşıma işleri	İskelette hareket yok, iş parçası, alet veya kontrol elemanı üzerinde kuvvet uygulanıyor.	Kısa süreli çalışma sürdürülebilir.
	Kontraksiyon çalışması	Döküm işleri ve döküm taşıma	Tekrarlayan statik kontraksiyon	Düşük hareket frekansları, Statik işe benzer çalışma
Dinamik	Tek taraflı dinamik çalışma	Kollu pres, makasla kesme	Genellikle yüksek hareket frekansına sahip tekrarlanma hareketi	Çalışmanın maksimum süresi kasın iş yeteneği ile sınırlı
	Ağır dinamik çalışma	Küreme işi	Kas grupları toplam iskelet kası kitlesinin 1 / 7'si	Kalp dolaşım sistemi oksijen alma düzeyi ile sınırlı

1.10.1. Fiziksel Ağırlıklı Çalışma

Fiziksel ağırlıklı çalışmalarda kaslar kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren bir makine gibi çalışmaktadır. Fiziksel ağırlıklı çalışmalarda kaslarda kuvvet oluşmaktadır. Kas boylarının kısalması besinle gelen kimyasal enerjinin potansiyel enerjiye dönüşmesiyle birlikte dışarıya uygulanabilecek bir kuvvet oluşmaktadır (Babalık, 2005).

Çalışanın bir görevi yerine getirirken fiziksel aktivitesi için yeterlilik kapasitesinin derecesine maksimum performans olarak tanımlanır. Fiziksel yük temelde, solunum, kas sinir sistemi, merkezi sinir sistemi ve dolaşım sisteminin zorlanma düzeyidir. Çalışanların çalışma kapasiteleri üzerinde çalışması durumunda kişide yorgunluğa bağlı olarak dikkatsizlik, reflekslerin zayıflaması ve kendini işe verememe gibi durumlar ortaya çıkmaktadır. Fiziksel ağırlıklı çalışmalarda kas gücü ile hareket ettirme söz konusudur. İlgili kaslar, lifler, dokular ve iskelet sistemi değil aynı zamanda kalp, akciğer ve dolaşım sistemini zorlamaktadır. Solunum ile alınan oksijen iş gören kasa götürülmesiyle kandaki besin enerjiye dönüşmesi sonucu atıklar

tekrar dışarı verilmesi ile solunum ve kan dolaşım sistemi sayesinde olur. Fiziksel (kassal) çalışma, Şekil 10'da görüldüğü üzere dinamik kassal çalışma ve statik kassal çalışma olarak ayrılmaktadır. Dinamik kassal çalışma kasların kısa süren kısalmalarını bir gevşeme süreci takip etmektedir. Dinamik kassal çalışmada kas sürekli olarak gerginleşip gevşerken bir pompa gibi hem kasın yeterince kanla beslenmesi sağlanır ve kan dolaşımını desteklenir. Dinamik kassal çalışma, kasın kasılmasının ve gevşemesinin ritmik değişimle gerçekleştiği ve kan ihtiyacının kan dolaşımının artarak karşılanabileceği aktivitedir. Dinamik kassal çalışma yapılan kaslarda kan dolaşımının iyi olması gerekir. Kas çalışmanın türüne bağlı olarak tek taraflı ve ağır dinamik kas çalışması olarak sınıflandırılır. Tek taraflı dinamik kassal çalışmaları yüksek hareket sıklığı şeklinde olur. Genellikle küçük kas grupları tarafından yapılır. Örneğin, takımların veya yerleştirme faaliyetlerin kısa döngü süresi ile çalışmasıdır. Statik kassal çalışma, kuvvet uygulanmasının olup olmasına bağlı olarak statik durma ve statik tutma olarak ikiye ayrılır. Statik durma (öne eğik ayakta durma) ve statik tutma (baş üzeri montaj işi) çalışmalarında çalışanın iskeletinde herhangi bir hareket olmamasına rağmen statik tutmada bir kuvvet uygulanmaktadır. Statik durma, belirli bir duruşun korunmasından kaynaklanan bir yükü karakterize eder. Bununla birlikte, aktivitenin yürütülmesi sırasında statik kuvvetler uygulanacaksa, bu kas çalışması formuna statik tutma çalışması denir. Statik durma çalışmalarında zorlanma, vücut belirli bir pozisyonda tutulmasından kaynaklanmaktadır. Statik durma çalışmasına örnek olarak, öne eğik ayakta durma çalışmalarında vücut konumu, dışarıya yönelik herhangi bir alete, parçaya bir kuvvet uygulamamakta, sadece istenen konumda durmamızı sağlamak için içe yönelik kuvvet uygulanmaktadır. Statik tutma çalışmasına örnek olarak, boya kutusunu bel hizasında tutmak bir statik tutma çalışmasıdır. Burada yer çekimine karşı bir kuvvet uygulanmakta, kutu hareket etmemekte sabit bir pozisyonda tutulmaktadır (Babalık, 2005).



Şekil 10 Fiziksel ağırlıklı çalışma şekilleri (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2019).

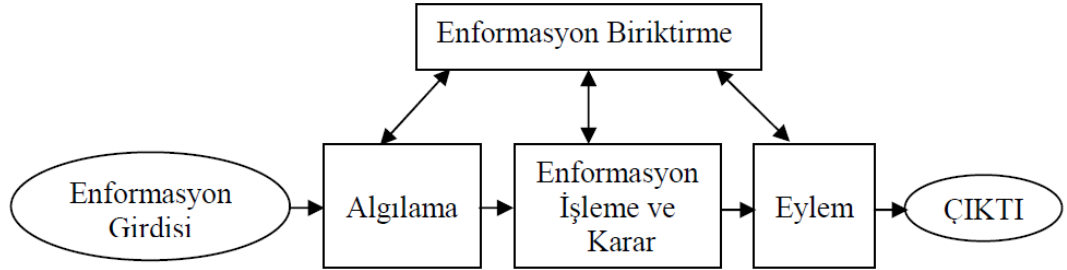
Fiziksel ağırlıklı çalışmanın bir diğer örneği sensori motor çalışmada el veya kol belirli bir kesinlikte ve hassasiyette, çok fazla kuvvet uygulamadan hareket ettirilmesi sonucu oluşmaktadır. Bu tür çalışmalar kas ve dokuların yanı sıra duyu organları çalışma nedeniyle zorlanmakta ve fiziksel iş yükü taşımaktadır.

1.10.2. Zihinsel Ağırlıklı Çalışma

Zihinsel ağırlık çalışma, duyu organların, zihinsel yeteneklerin ve az ölçüde kasların kullanılmasına bağlı olarak reaktif çalışma, bağlantı kurucu çalışma ve yaratıcı çalışma olarak üç grupta incelenmektedir. Zihinsel ağırlık çalışma düşünceye dayanan ve yaratıcılık içeren çalışma türüdür (Babalık, 2005). İnsan zihni sürekli olarak bir bilgi akışına maruz kalmaktadır. İnsanın insanla ve insanın çevreyle etkileşimi sırasında zihin sürekli olarak bilgiyi alıp yorumlamakta meşguldür. Zihnin kapasite üzerinde gelen bilgi akışında, zihinsel yorgunluğa sebep olmaktadır. Zihinsel iş yükü aşırı olması durumunda zihne gelen bilgilerin tamamı değerlendirelemeyek ve hata yapma olasılığı artacaktır. Zihinsel iş yükü az olması durumunda ise durağanlıktan dolayı sıkılmaya başlanacak ve hata yapma olasılığı artacaktır. Bu sebeple iş yükü en optimum seviyede olması gerekmektedir (Ayan, 2015).

Şekil 11'de gösterilen zihinsel ağırlık çalışmalarda bilgi işleme süreci dört temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlar ;

- Algılama
- Bilgi biriktirme
- Bilgi işleme ve karar verme
- Eylem



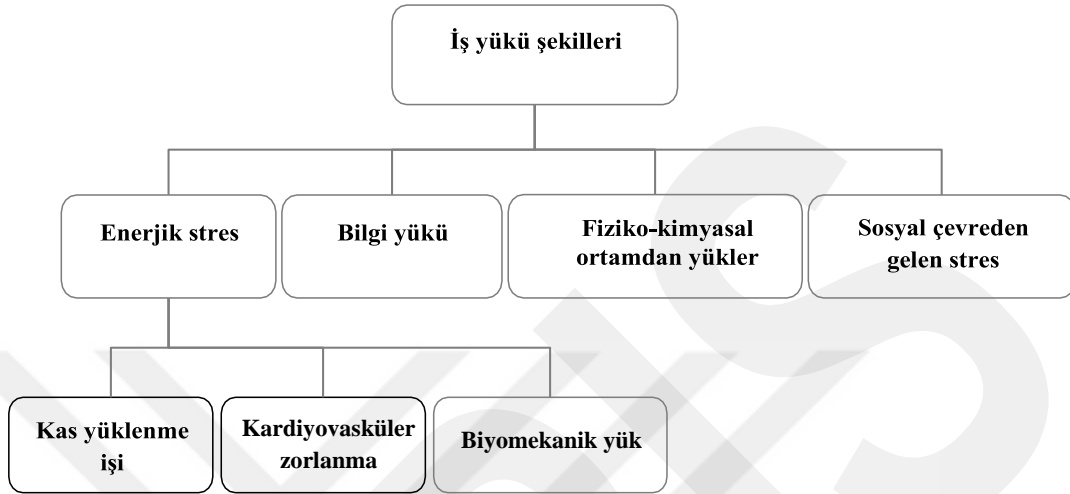
Şekil 11 Zihinsel ağırlıklı çalışmalarda enformasyon işleme süreci (Fırlalı, 1998).

Zihinsel ağırlık çalışmanın türü olan reaktif çalışmada genel bilgiler algılanmakta, işlenmekte ve gerektiğinde bir reaksiyon gösterilmektedir. Örnek olarak kontrol işleri reaktif çalışmalara verilebilir. Gıda montaj hattında ürünlerin aynı seviyede hareket etmesini izleyip kontrol etmek ve aynı seviyede hareket etmeyen ürünlere müdahale etmek reaktif çalışmadır. Bu çalışmada duyu organları (gözler) ve zaman zamanda kol kasları olmaktadır. Bağlantıcı kurucu çalışmada, bilgi alınmakta, işlenmekte başka bir bilgiye dönüştürülmekte ve sisteme iletilmektedir. Bu çalışmalar duyu organların yanı sıra zihinsel yetenekler devreye girmektedir. Örnek olarak, bilgisayar programı yazmak ve telefonla konuşmak bağlantı kurucu çalışmalara örnek verilebilir. Yaratıcı çalışma, bilgi üretilmesi ve gerekirse sisteme verilmesi söz konusudur. Bu gibi çalışmalarda tamamen zihinsel yeteneklere bağlı olarak çalışma yapılır. Örnek olarak, yeni makine tasarımı ve problem çözmek gibi yaratıcı çalışmalar örnekler verilebilir (Fırlalı, 1998).

1.11. İş Yükü Şekilleri

İş kavramını tanımlarken, enerjik-efektörük ve bilgi-zihinsel çalışma arasında bir ayırım yapılmalıdır. Buradaki temel ayırt edici özellikler, zihinsel veya fiziksel aktivitelerin oranı ve dağılımıdır. Bilgilerin işlenmesi veya planlaması ve izlenmesi fonksiyonları gibi entelektüel süreçler, bilgi-zihinsel aktiviteler olarak tanımlanır. Buna bir örnek, yeni ürünlerin veya alternatif çözümlerin tasarlanması veya icat edilmesidir (Lauring ve Rombach, 1992). Bunun aksine, enerji-efektörük işi, nesnelere işlenmesi veya taşınmasına odaklanır (örneğin, montajı yapılacak

parçaların taşınması veya montajı). Bahsedilen enerjik ve bilgilendirici strese ek olarak, çalışma ortamından kaynaklanan ek stresler ortaya çıkabilir. Burada fiziko-kimyasal yükler ve sosyal ortam arasında bir ayırım yapılmalıdır. Şekil 12’de , çeşitli iş yükü formlarına genel bir bakış sunmaktadır (Bruder, Luczak ve Schlick, 2010).



Şekil 12 İş yükü şekilleri (Günthner vd., 2014).

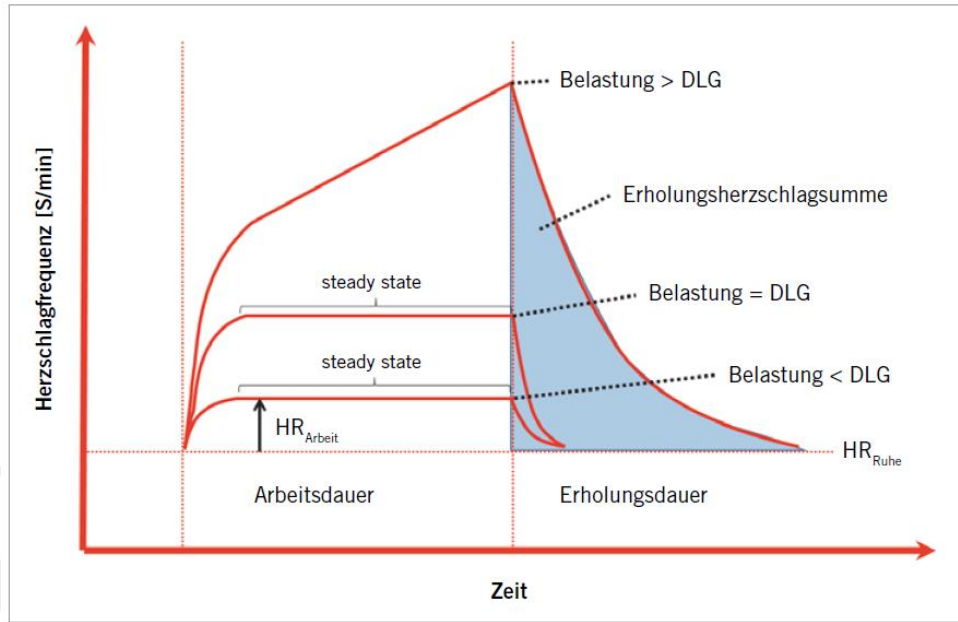
Özellikle uzun bir çalışma süresi ve yüksek fiziksel güç ile kalıcı kardiyovasküler stres ile sonuçlanır. Örnek olarak palet yükleme veya ağır yük ile yürüme gibi aktiviteler verilebilir (Günthner vd., 2014).

1.11.1. Kardiyovasküler zorlanma

Kan dolaşımı, vücut hücrelerine besin maddeleri ve oksijen sağlamak ve metabolik ürünlerin uzaklaştırılmasından sorumludur. Çalışma koşullarındaki değişikliklere ve kalp atış hızını ve inme hacmini değiştirerek farklı iş yüklerine tepki verebilir. Kalp, vücudun tüm organlarına her zaman en uygun kan miktarını sağlamak görevlidir.

Nabız hızının zamansal seyri, fiziksel iş yükünün bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Dinlenme durumunda, kalp atım hızındaki artış belirleyicidir. Bir aktivite başlatırken, kalp atım hızı zamanla artar ve orta düzeyde bir stres olması durumunda sürekli çıkış sınırının altında bir dengeye ulaşır. Bu, iş stresi sırasında en yüksek sabit nabız frekansı olarak tanımlanmaktadır. Aktivitenin uzun bir süre boyunca veya yorulmadan kalıcı olarak gerçekleştirilebileceği anlamına gelir. Aktiviteyi bitirdikten sonra, kalp atım hızı zamanla düşer. Sürekli güç sınırının üzerinde sürekli stres olduğunda, sabit bir kalp atış hızı şeklinde bir denge yoktur. Bunun yerine, stres giderek artar ve bu da yorulmaya neden olur. Zaman içinde

nabızdaki artış ile çalışanın yorgunluğu arasındaki ilişki Şekil 13’de özetlenmiştir (Günthner vd., 2014).



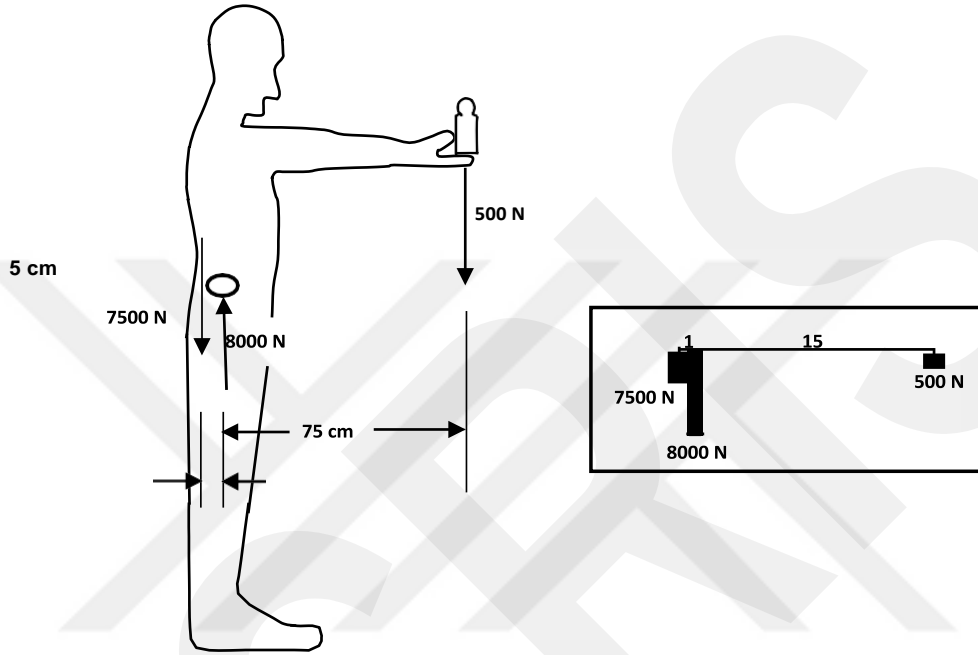
Şekil 13 Zaman içinde nabız artışı ile çalışanın yorgunluğu arasındaki ilişki (Sammito, Thielmann, Seibt, Klussmann, Weippert, Böckelmann, 2014)

1.11.2. Biyomekanik Yük

Fiziksel aktiviteler yaparken, kas iskelet sistemi yüksek biyomekanik yüklerle maruz kalır. Biyomekanik, vücut yapıları üzerindeki gerçek stresi tahmin etmek için stresin vücudun biyolojik yapısı üzerindeki etkisini mekanik yasalarına göre tanımlanır (Ellegast, 2013).

Omurga ve omurlararası disklere etki eden basınç kuvvetleri alınan duruş ve taşınacak yükün şiddetine bağlı olarak değişir. Ergonomik olarak elverişsiz duruşlarla birlikte ağır yüklere sahip yük elleçleme süreçleri, iskelet ve kas iskelet sisteminde hastalıklara ve hatta hasara yol açar. Mesleki faaliyetlerin yürütümü sırasında daha fazla yük taşıma işlemi yürütmek zorunda olan insan grupları için, omurga kompresyonları kas iskelet yükünün önemli bir bölümünü temsil eder. Örneğin, alt omurlararası disklere verilen hasarın % 95'i oluşturur. Bu nedenle biyomekanik yükleri incelerken omurganın sadece alt kısmı, lomber omurga dikkate alınır. Dördüncü ve beşinci lomber vertebralar ile beşinci lomber vertebralar ve ilk sakral omurlar arasındaki lumbo-sakral geçiş yüksek biyomekanik strese tabidir. Bir yükün taşınması sonucunda omurgadaki biyomekanik yük, kol kolu yasasının basitleştirilmiş bir modeli

kullanılarak temsil edilebilir. Ergonomik çalışma koşullarının tasarlanması sırasında, uzatılmış bir kol veya bükülmüş bir üst gövde nedeniyle artan bir yük kolunun omurga üzerinde daha yüksek bir yüke yol açtığı dikkate alınmalıdır. Bunun nedeni, harici olarak taşınan bir yükün ağırlığının, sırt kasları tarafından uygulanacak karşı kuvvetten önemli ölçüde daha büyük bir manivela koluna sahip olmasıdır (Şekil 14). Bir denge kurmak için karşı kuvvet, yükün ağırlığının bir katı olmalıdır (Günthner vd., 2014).



Şekil 14 Lomber omurga üzerindeki kol kolu etkisinin şematik gösterimi (Günthner vd., 2014).

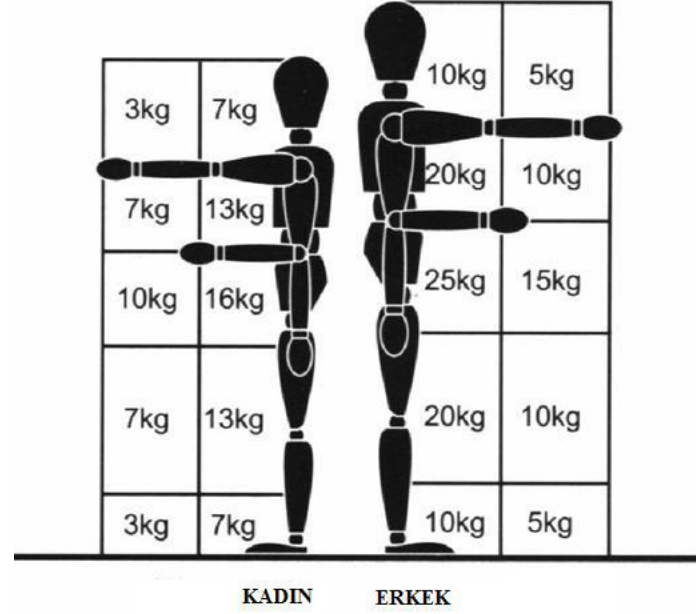
Omurgaya etki eden basınç kuvvetleri sadece dış yüklerin taşınmasından değil, aynı zamanda üst ekstremitelerin ağırlığına da bağlıdır. Lomber omurgaya etki eden sıkıştırma kuvvetinin yüksekliği büyük ölçüde vücut duruş tarafından belirlenir. DIN EN 1005-2'ye göre "vücudun konumu, vücut parçaları veya eklem (ler)" olarak tanımlanan duruş göz önüne alındığında, gövdenin fleksiyonu biyomekanik yükün belirlenmesi için özellikle önemlidir, üst gövdenin ve üst kol ve ön kol fleksiyonundan oluşan kol postürünün olası bir burulması önemlidir. Duruşa ek olarak, kaldırılacak veya elleçlenecek yükün ağırlığı omurgaya etki eden yükünün belirlenmesi bağlamında ciddi bir öneme sahiptir. "Ağır yükleri" taşıırken intervertebral diskler için özel bir risk vardır. Meslek Hastalıkları Yönetmeliğine göre "ağır yük" terimi, yükün ağırlığı veya uygulanacak eylem kuvvetleri, alınan duruş, faaliyet sıklığı ve genel uygulama koşulları ile tanımlanmaktadır. Yük ağırlıklarının uzun bir süre boyunca

(yaklaşık 10 yıl) kılavuz değerlerin üzerindeki düzenli taşınması, çalışanlar için artan sağlık riski ile ilişkilidir (Günthner vd., 2014).

1.12. Yüklenme - Zorlanma Kavramı

Ergonomide, insanı etkileyen büyüklükler yük, bunların insanda doğurduğu etkilere zorlanma olarak tanımlanmaktadır. Çalışma esnasında çalışanı işinden doğrudan veya dolaylı gelen ve çalışanın karşılaması veya yenmesi gereken bir direnç oluşturan her türlü etkinin toplamı toplam yüküdür. Çalışma esnasında bir civatayı sıkamak kol kaslarıyla uygulanan döndürme momenti veya fiziksel ortamın gürültüsü, klima değerleri gibi yükün çeşitli kısımlarını oluşturmaktadır. Yükün büyüklüğünü, yapılan işin içeriği kadar, işin yapıldığı ortamın özelliği, sıcaklık, tozlu ortam vb. olması gibi çevre koşullarında etkileyebilir. İş yükünü etkileyen birçok etmen vardır ve bunlardan bazıları çalışanın kendi özellikleri ile ilgili olmayıp, işin düzenlenmesi ve işin çevre koşulları ile ilgilidir. Çalışanın özellikleri ile ilgili olan cinsiyet iş yükünü etkileyen bir diğer etmendir. Kadın ve erkek için yük sınırları Şekil 15’de gösterilmiştir. İşyerinde yönetimin çalışana yaklaşım tarzı, işin yapılması, bitmesi gereken işin zaman baskısı iş koşullarını etkileyeceğinden kısmi yük olarak kabul edilir (Babalık, 2005)

Ergonomik olarak uygun iş sistemleri ve iş yerinin tasarımı, geçerli çalışma koşulları ve bunun sonucunda ortaya çıkan iş yükü hakkında bilgi gerektirir. Çalışma amacına ek olarak, çalışma ortamının kimyasal, sosyal, organizasyonel yönlerinin yanı sıra kullanılan çalışma ekipmanı, çalışma sırasında çalışanı etkiler. Bu kapsamda, çalışma sisteminin insanlar üzerindeki tüm ölçülebilir ve bu ölçülebilir etkilerinin toplamına stres denir. Buna göre, insan sistemi üzerindeki dış çalışma etkenleri, genellikle stres olarak tanımlanabilir. Çalışana etki eden yük, yüklerin sıralaması, süperpozisyonu ve zamansal konumu kadar, miktar ve süre (doz) ile tanımlanabilir. Stres hem çalışma ortamından hem de belirli bir iş görevinden (iş içeriği ile ilgili) kaynaklanabilir (Günthner vd., 2014).

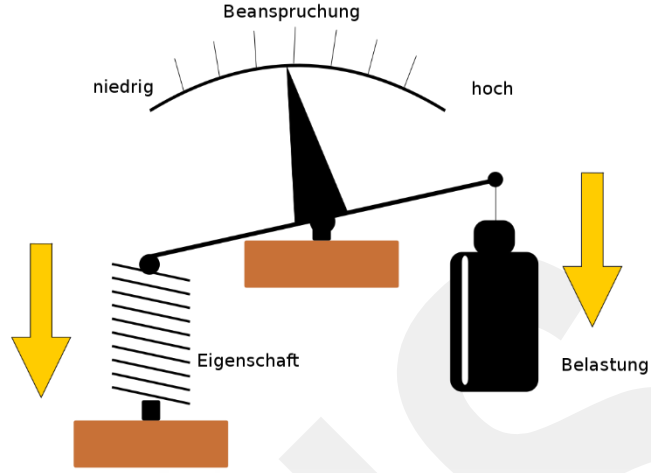


Şekil 15 Kadın ve erkek için yük sınırları (Ülker, 2020)

Stres, özellik ve yeteneklerine bağlı olarak insanlarda iş yükünün bireysel etkisidir. Bireysel performans özellikleri, ilgili çalışanın yaşı, cinsiyeti veya eğitim durumu ile ilgilidir. Nesnel olarak eşit bir yükün, düşük performansa sahip bir çalışan için, daha yüksek performansa sahip bir çalışan için olduğundan daha yüksek bir zorlamaya yol açabileceği anlamına gelebilir. Aynı iş faaliyetini yürüten ve bu nedenle aynı strese maruz kalan iki çalışan örneğine uygulandığında, çalışandan çalışana farklı nitelik ve becerilerin de farklı strese neden olduğu anlamına gelmektedir. Açıklanan iki terim arasındaki ilişki, mekanik bir model kullanılarak Şekil 16'da gösterilmiştir. Yük boyutları ve faktörler arasında bir ayırım yapılır. Yük boyutları uygun yöntemler kullanılarak ölçülebilir. Olası yük boyutları şunları içerir: Işık veya gürültü gibi çevresel etkiler. Bununla birlikte, maruziyet seviyesi üzerinde ölçülemeyen etkiler maruziyet faktörleri olarak tanımlanmaktadır. Bunun tipik bir örneği, işi yaparken çalışanın duruşudur (BAuA, 2015).

Rohmert'in stres kavramı, iş faaliyetlerini fizyolojik bir bakış açısıyla değerlendirmek için temel bir kavramdır. Bu kavram, neden ve sonucun fiziksel tepkilerden, dış etkenlere ayrı ayrı ele alınması gereken yaklaşıma dayanmaktadır. Bu anlamda stres, fiziksel bir reaksiyonun nedeni olarak anlaşılmalı ve fiziksel bir reaksiyonun vücut üzerindeki etkisi olarak görülmelidir. Rohmert'in stres kavramına benzer şekilde, kütle yay sisteminin aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere stresin bir sistemi etkilediğini göstermektedir. Şekil 17'de, sistem üzerindeki yükün (ağırlık) aynı

kaldığını, ancak bireysel özelliklerin (yay sabiti) yayın daha fazla veya daha az genişlemesine neden olabileceğini ve bu da gerilimi arttırdığını göstermektedir.



Şekil 16 Yüklenme ve zorlanma kavramı (Günthner vd., 2014).

Maruz kalmanın neden olduğu etkilerin yalnızca maruziyetteki değişime değil, aynı zamanda çalışanın kısa ve uzun vadeli değişikliklerine (örneğin, öğrenme, egzersiz, deneyim kazancı) bağlı olması esastır. Stres ayrıca çalışanların özelliklerine (örneğin yaş, cinsiyet, performans) olduğu kadar bireysel fiziksel ve psikolojik yetenek ve becerilerine bağlıdır. Bu bağlamda maruziyetin, insanlar üzerinde harici bir etkiye sahip olan tüm etkileyen değişkenleri kapsadığı anlaşılmaktadır. Böylece maruziyet kişiden tamamen bağımsız olarak belirlenebilir. Yük, iş görevinin gerekliliklerini (ör. faaliyetin süresi ve seyri, görev içeriği, tehlikeler), fiziksel koşullar (iklim, aydınlatma, gürültü, kokular vb.), sosyal ve organizasyonel faktörleri (ör. organizasyon türü) ve şirketin organizasyonu dışındaki faktörleri (örneğin, kabul edilebilir çalışma koşulları için kültürel normlar) içerir (BAuA, 2015).

İnsanlar üzerindeki stres, kısa vadeli ve uzun vadeli sonuçlara yol açar. Kısa vadeli sonuçlar şunları içerir: Yorgunluk, monotonluk. Uzun vadeli sonuçlar olabilir. Bu sonuçların sağlık üzerinde etkisi vardır. Stresin sonuçları olumlu veya olumsuz olabilir.

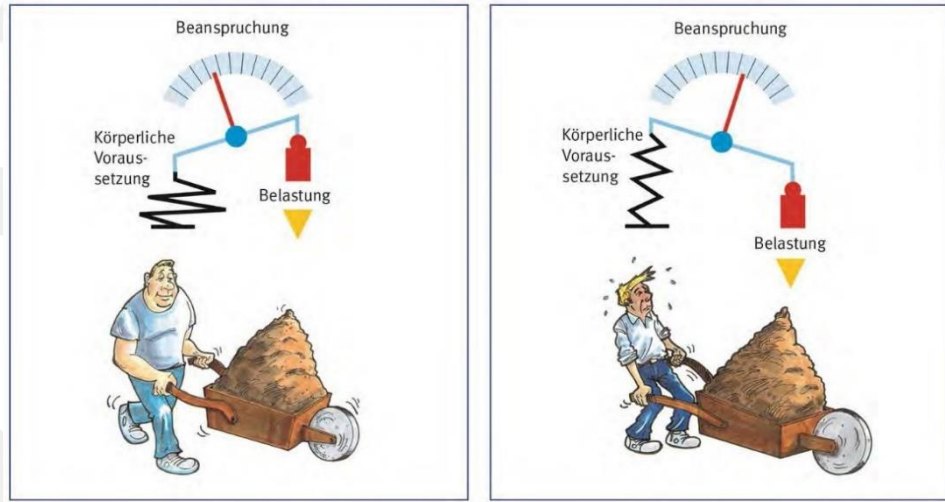
Stres modeline göre, bir faaliyetin incelenmesi aşağıdaki üç aşamadan oluşur:

1. Çalışanların katılımıyla stres analizi
2. Değerlendirme
3. Tasarım.

Aşağıdaki, hiyerarşik olarak yapılandırılmış temel sorular, çalışmanın insan için uygun olup olmadığının değerlendirilmesini destekler:

1. Aktivite sağlığa zarar veriyor mu, örn. kaza riskleri var mı?
2. İşin getirdiği talepleri insan performansı sınırları dahilinde mi ? Örn. Kontrol panellerine erişilebilir mi, erişimi zor ise erişim için gereken çaba çok yüksek mi, vb.?
3. Düzenli aralıklarla (örneğin vardiya), faaliyette sağlık kısıtlamaları olmaksızın tüm çalışma hayatı boyunca yürütülebilir mi yoksa stresin kısa vadeli etkileri verilen iş araları ve boş zamanlarla telafi ediliyor mu?
4. Çalışma faaliyetinde planlama ve kontrol unsurlarını içeriyor mu? Yapılan iş çalışanın beklentilerini karşılıyor mu?
5. Çalışanlar işin organizasyonunda yer alıyor mu, örn. deneyim ve bilgilerini tasarım sürecinde göz önünde bulunduruluyor mu?

Özellikle ilk iki anahtar soruya, faaliyetin sağlığa zarar vermeyecek ve iş gereksinimi çalışanların kabiliyetleri dahilinde olacak şekilde cevaplanması mümkün olmalıdır (BAuA, 2015).



Şekil 17 Aynı yük - bireysel yük arasındaki ilişki (BAuA, 2015).

BÖLÜM 2

ERGONOMİK RİSK DEĞERLENDİRME

12 Haziran 1989 tarihli ve 89/391/EEC sayılı Avrupa konseyi yönergesine göre, iş yerinde çalışanların sağlığı ve güvenliğinde iyileştirmeleri teşvik edici tedbirlerin alınmasına ilişkin, işveren işyerinde güvenlik ve sağlık risklerini değerlendirmelidir (Klussmann vd., 2017). İSG yönetim sistemlerinde en önemli bir parçası olarak işveren veya işveren vekilleri riskleri analiz etmek ve kontrol altına almak için riski değerlendirmek durumundadır. Risk değerlendirme faaliyetini yürütmek için çalışma ortamında ne gibi risk faktörlerin çalışana zarar verebileceği ve çalışanların etkin bir şekilde korunup korunmadığı risk faktörleri konuları irdelenmelidir. 6331 sayılı İSG Kanunu'nun 10 uncu maddesi gereğince işveren ya da işveren vekilleri İSG yönünden çalışma ortamında risk değerlendirmesini yapmak veya yaptırmak ile yükümlüdür. Risk değerlendirme sürecini sistematik bir şekilde çalışma ortamındaki tüm faktörleri göz önüne alarak değerlendirmek önemlidir. İş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesinde potansiyel tehlikeleri belirlemek ve tehlikelerin risk kaynaklarını analiz ederek öncelikli iyileştirme çalışmaları yapılması gereken durumlar değerlendirilmelidir (Özcan vd., 2019). Planlanan iyileştirme çalışma planları kayıt altına alınmalı ve tüm kayıtlar analiz edilerek eldeki verileri işletmenin imkânları doğrultusunda kullanılarak, çalışanın ve işletmenin güvenliği için güvenilir ve maddi açıdan makul önerilerde bulunulmalıdır.

Günümüzde teknolojik gelişmeler sonucunda otomasyona geçişler yaygın bir şekilde devam etmektedir. Birçok alanda otomasyona geçilmesine rağmen, işletmeler halen yoğun fiziksel insan gücüne ihtiyaç duymaktadır. İnsan gücünün yoğun bir şekilde kullanımı gerektiren çalışmalarda çeşitli ergonomik risk faktörleri, ergonomik olmayan çalışma duruşları, manuel elleçleme operasyonlarının sıklığı, KİSR'ye neden olduğu gibi üretimde verimsizliğe, iş gücü kayıplarına ve hatta tazminat masraflarına neden olmaktadır. Ergonominin temel amacı olan iş gücü maliyetlerinin en aza indirerek en yüksek performansı ulaştırmaktır. Çalışma ortamında, çalışma duruşlarının iyileştirilmesiyle çalışanın yetenekleri arasında dengenin oluşturulması ve İSG sisteminin ve toplam çalışma verimliliğinin iyileştirilmesi sağlanır (Akay vd., 2003).

Ergonomik açıdan çalışma ortamlarının incelenmesi ve risklerin belirlenerek analiz edilmesi uygun bir risk değerlendirme yönteminin kullanılması ile sağlanır. Çalışma ortamında ergonomik risk faktörleri analiz edilme sürecinde çalışanın görev ve performanslarının detaylı ve bütünsel olarak incelenerek KİSR neden olabilecek etkenleri tespit edebilmek için risk değerlendirmesi önemli bir araçtır. Bir işin veya görevin performansı ile ilgili problemleri belirleme ve kontrol önlemi sağlama bakış açısıyla tüm alt görevlerine veya alt bileşenlerine ayrıştırılarak ayrıntılı analizi ergonomide uygulanabilir bir araçtır. Ergonomi görev analizi veya değerlendirmesi, insan performans yeteneğini anlamayı ve insan kullanıcıların ihtiyaçlarına uyan sistemlerin tasarımını içermektedir. Ergonomik risk değerlendirme aracının amacı, çalışanın görevini yürütümünü esnasında, görevini yorucu ve zor hale getiren ve çalışanı KİSR'lere maruz bırakan tüm bu ergonomik risk faktörlerini tanımlamak, bunları ölçmek ve ardından işlerin ve görevlerin erişilebilir ve sınırlamalar dâhilinde olmasını sağlamak için işyerinin yeniden tasarlanması konusunda tavsiyelerde bulunmaktır. Ergonomik risk değerlendirme çalışmaları genel olarak dört ana aşamaya ayrılabilir. Bu aşamalar; 1) Araştırma ve planlama aşaması, 2) Risk değerlendirme aşaması, 3) Riske karşı önlem alma veya düzeltme aşaması ve 4) Kontrol aşamasıdır. Araştırma ve planlama aşaması süreci, bilgi toplama ve ergonomik riskleri bularak araştırma yapmakla başlar. Risk değerlendirme aşamasında, araştırılan risklerin derecelendirilmesini analiz edilmesi ve önceliklerin belirlenmesi aşamasını oluşturur. Risklere karşı önlem alma veya düzeltme aşamasında, riskleri ortadan kaldırmak veya kabul edilebilir risk seviyesinde tutmak için karşı önlem veya iyileştirme önerilerini sunar. Kontrol aşamasında ise risklerin ortadan kaldırılıp kaldırılmadığı veya kabul edilebilir seviyede olup olmadığını kontrol etme ve önerilen önlemlerin etkinliğini veya yeterliliğini değerlendirme aşamasıdır (Koç ve Testik, 2016).

Standart risk değerlendirme teknikleri, genellikle ergonomik risk faktörlerini gerekli seviyeye kadar tespit etmek için tasarlanmamıştır. Örneğin, risk değerlendirme tekniklerinden olan İş tehlike analizleri (İTA), ön tehlike analizleri (ÖTA), hata türleri ve etkileri analizleri (HTEA) gibi teknikler, çok sayıda tehlike ve riski geniş aralıklarda tanımlamak ve değerlendirmek için kullanılmaktadır. Ergonomik risk faktörleri ve tehlikeleri, İTA, ÖTA veya HTEA'larda tanımlanır fakat bu tehlikelerin analizi ve değerlendirme yöntemleri ayrıntılı ergonomik risk faktörlerini belirleyemez, analiz edemez ve değerlendiremez. Bunun için daha ayrıntılı ergonomik risk değerlendirme

tekniklerine ihtiyaç vardır. Standart bir risk değerlendirmesinin uygulanması ve sonrasında ergonomik değerlendirme, ergonomik risklerin derecelendirilmesi, değerlendirilmesi ve kontrol edilmesinde yararlıdır (Popov, Lyon, & Hollcroft, 2016). İş güvenliği profesyonellerinin, iş yeri sağlık profesyonellerinin veya ergonomistlerin ergonomik risk değerlendirme yapmasına yardımcı olacak pek çok değerlendirme aracı vardır, ancak duruma bağlı olarak, bazı değerlendirme araçları diğerlerine göre avantajlar sergiler. Ergonomik risk değerlendirme yöntemleri, çalışanların öncelikli iyileştirme faaliyet seviyesinin tespit edilmesine, eğitim ihtiyaçlarını belirlemesine, olası kaza ve yaralanma senaryolarının analiz edilmesine olanak sağlayan nicelik veya niteliksel olarak hesaplanabilen, çalışanın yaptığı görevle ergonomik risk seviyelerini değerlendirebilen yöntemlerdir.

2.1. Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri

Ergonomik risk değerlendirme çalışması açısından çalışma ortamının incelenmesi ve risklerin belirlenmesi için uygun bir risk değerlendirme metodunun seçilmesi esastır. Geliştirilen ergonomik risk değerlendirme yöntemleri birbirlerine göre farklı alanlarda üstünlükleri vardır. MKİSR'ne neden olan çalışanın maruziyeti ve maruziyetindeki değişimi değerlendirmek için geliştirilen yöntemler üç ana başlıkta toplanmıştır (Ayan, 2015):

1. Çalışanlar tarafından yapılan öznel değerlendirme teknikleri
2. Gözleme dayalı teknikler
3. Direkt ölçümler

Çalışanlar tarafından yapılan öznel değerlendirme teknikleri, çalışanlarla yapılacak görüşmeler, anketler, kontrol listeleri vb. bilgi toplama araçları ile çalışanların yaşı gibi kişisel özellikleri, hissettikleri ağrılar, çalışma duruşlarına ilişkin bilgiler toplanması ile yapılan değerlendirme teknikleridir. Yöntem tüm çalışma alanlarında uygulanabilmesi ve düşük maliyetli olması gibi avantajlara sahiptir. Fakat çalışanların maruziyet algısı, ağrı eşiği gibi faktörler bu yöntemin güvenilirliği noktasında problem teşkil etmektedir. Cornell Kas İskelet Sistemi Rahatsızlığı Taraması (*Cornell Musculoskeletal Discomfort Survey*), İskandinav Kas iskelet Sistemi Anketi (*Nordic Musculoskeletal Questionnaire*), Vücut Rahatsızlık Haritası (*Body Discomfort Map*), HÇD (Hissedilen Çaba Derecesi) [*RPE (Rating of Perceived Exertion)*] literatürde geçen yöntemlerdendir (David, 2005).

Gözleme dayalı teknikler, basit gözlemsel teknikler ve ileri düzey gözleme dayalı teknikler olarak iki kısımda incelenmekte olup, basit gözlemsel teknikler vücudun farklı bölgelerindeki maruziyetleri değerlendirerek kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilecek farklı fiziksel risk faktörlerini dikkate almaktadır. Bu yöntemler geniş bir uygulama alanı sahip ve ucuz olmasından kaynaklı bir avantaja sahiptir. Fakat riskleri değerlendirme ve skorlamada değerlendirmeyi gerçekleştiren gözlemcinin risk algısı ve tecrübesi ön plana çıkmaktadır. İleri düzey gözleme dayalı teknikler ise, video tabanlı gözlem teknikleri olup duruşların ve aktivitelerin monitörize edilmesiyle bilgisayar ortamına aktarılarak verilerin değerlendirilmesi şeklindedir. Kinematik ve biyomekanik ilkelerine göre yerine getirilen aktivitenin herhangi bir anında maruziyet sınırının kabul edilebilir düzeyi aşp aşmadığı değerlendirilebilir (David, 2005).

Direkt ölçüm teknikleri, çalışan üzerine takılan sensör teknolojisi kullanılarak çalışanın çalışma sırasındaki maruziyetini direkt olarak ölçen nicel tekniklerdir. Bir işin yerine getirilmesi esnasında insan vücudunu üç boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktarmak elektromiyografi, optik araçlar ile nicel ölçümler yapmak mümkündür. Çok daha kesin sonuçlar verebilmesine rağmen ciddi bir yatırım gerektirmesi, dolayısıyla pahalı bir gözlem tekniği olması pratikte uygulanabilirliğini azaltmaktadır. *The Lumbar Motion Monitor, Cyberglove, Trunk Electromyography* literatürde geçen direkt ölçüm tekniklerindedir (David, 2005). Tablo 4’de ergonomik risk değerlendirme yöntem tekniklerinin duruş, yük/güç, hareket, süre ve titreşim gibi kriterlerin değerlendirme özelliğine göre detaylı bir şekilde karşılaştırılmıştır. AGY yöntemi Tablo 4’de görüldüğü üzere elle malzeme elleçleme (kaldırma, indirme, itirme, çekme, taşıma gibi işler) işlerinde kullanılan risk değerlendirme yöntemlerine ilişkin karşılaştırma tablosu verilmiştir.


Tablo 4 Ergonomik risk değerlendirme yöntemleri (Ayan, 2015)

Değerlendirme Tekniği	Duruş	Yük/Güç	Hareket	Süre	Titreşim
El ile malzeme elleçleme (kaldırma, indirme, itirme, çekme, taşıma) görevleri için					
ACGIH TLV- 2001 Amerikan Endüstriyel Hijyenistler Konferansı Yük Kaldırma Eşiği (American Conference of Industrial Hygienists Lifting TLV)	X	X	X	X	-
NIOSH- 1994 Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü Yük Kaldırma Endeksi (Revised NIOSH Lifting Equation)	X	X	X	X	-
Snook Tabloları - 1991 (Snook Tables)	X	X	X	X	-
MAC - 2003 El İle Taşıma Değerlendirme Çizelgeleri (Manual Handling Assessment Charts)	X	X	X	X	-
Mital ve ark. Tabloları- 1993 (Mital et. al. Tables)	X	X	X	X	-
KIM – Key Indicator Method – Almanya İş Sağlığı ve Güvenliği Federasyonu (BauA)	X	X	X	X	X
Üst uzuv risk değerlendirme metotları					
ACGIH HAL- 2001 El Aktivitesi Düzeyi (Hand Activity Level)	-	X	X	X	-
RULA- 1993 Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assesment)	X	X	X	-	-
SI- 1995 Zorlanma İndeksi (The Strain Index)	X	X	X	X	-
LUBA- 2001 Üst Vücut Yüklenmesi Analizi (Postural Loading on the Upper Body)	X	-	-	-	-
OCRA- 1998 Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi (Occupational Repetitive Actions Index)	X	X	X	X	X
Birleştirilmiş Metotlar					
QEC- rev. 2003 Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi (Quick Exposure Check)	X	X	X	X	X
REBA- rev. 2000 Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (Rapid Entire Body Assessment)	X	X	X		
ManTRA- 2004 (ver. 2.0) El Görevleri için Risk Değerlendirme Aracı (Manual Tasks Risk Assessment Tool)	X	X	X	X	X
PLIBEL-1995 Ergonomik Tehlikelerin Tanımlanmasına Yönelik Kontrol Listesi (Plan för Identifiering av belastningsfaktorer)	X	X	X	-	-
OWAS- 1970 Ovako Çalışma Duruşların Analiz Sistemi (Ovako Working Posture Analyzing System)	X	X	-	-	-

2.2. İş yeri ergonomisi kontrol hiyerarşisi

Bir görevin veya belirli bir iş istasyonunun veya ortamın değerlendirilmesi ve analiz edilmesinden sonra, ergonomistler, güvenlik ve sağlık profesyonelleri, belirli bir görev veya iş fonksiyonunda mevcut olan riski ortadan kaldırmak veya hafifletmek için bir iyileştirme planı veya kontrolü ortaya çıkaracaktır (Peter, 2019). İşyeri ergonomisi kontrolleri hiyerarşisinin Tablo 5’de gösterildiği üzere yedi ana kaynağı vardır. Risk faktörlerinin azaltılmasındaki etkinlik sırasına göre kaçınma, eliminasyon, ikame, mühendislik kontroller, uyarı sistemleri, idari kontroller ve kişisel koruyucu donanımlardır.

Tablo 5 Standart risk kontrol hiyerarşisi tablosu

En çok tercih edilen	Riskten Kaçınma: Tasarım süreçleri sırasında uygun teknoloji ve çalışma yöntemleri kriterlerini seçerek ve dahil ederek tehlikelerin bir işyerine girişini önleme
	Elimine Etmek: İşyerindeki ve çalışma yöntemlerindeki riskleri ortadan kaldırma
	İkame: Daha az tehlikeli yöntemler ve malzemeler kullanarak riskleri azaltma
	Mühendislik Kontrolleri: Mühendislik kontrollerini / güvenlik cihazlarını dahil etme
	Uyarı Sistemleri: Uyarı ve ikaz sistemlerini sağlama
	İdari Kontroller: İdari kontrolleri uygulama (işin organizasyonu, eğitim, planlama, denetim vb.)
En Az tercih edilen	Kişisel Koruyucu Donanım (KKD): Kişisel Koruyucu Donanımları (KKD) sağlama

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından Popov vd., (2016)’daki orijinalinden Türkçe’ye çevirilmiştir.

Mühendislik kontroller, iş istasyonlarını, araçları ve ekipmanları veya çalışma ortamını tasarlayarak veya değiştirerek risk faktörlerini azaltmak için kullanılan etkili bir yöntemdir. Çalışma istasyonlarının tasarlanması, çalışanın işe yatay ve dikey mesafesini azaltmak gibi, çalışanın fiziksel güç kullanımını veya çabasını en aza indirme yaklaşımına dayanmalıdır (Chengalur, Bernard, & Rodgers, 2004). Mühendislik kontrolü, riskin ortadan kaldırmak amaç olduğunda çoğunlukla mühendislik kontrolü kullanılır ve kontrol hiyerarşisinde tercih edilir. Ergonomik riski azaltmak veya ortadan kaldırmak için en çok tercih edilen kontrol önlemidir. Mühendislik kontrolü, mevcut tehlikenin türüne odaklanır ve tehlikeyi ortadan

kaldırmak için çalışır. Mühendislik kontrolünün arkasındaki temel fikir, iş ortamını ve işi olası tehlikeleri ortadan kaldıracak veya tehlikeye maruz kalmayı mümkün olduğunca azaltacak şekilde tasarlamaktır.

Mühendislik kontrolleri aşağıdaki ilkelere dayanmaktadır:

1. Bir tesisin, ekipmanın tasarımı veya yeniden tasarlanması veya KİSR'lerin maruz kalma riskini ortadan kaldırmak için veya bir ekipmanı, süreci veya tesisi çalışan için tehlikeli olmayan veya daha az tehlikeli olanla değiştirerek başka bir süreçte yeniden planlanması.

2. Ortadan kaldırılacak tasarımın, mümkün veya uygulanabilir olmadığı bir durumda, normal operasyonlarda maruziyeti önlemek veya sınırlandırmak için tehlikeyi çevreleyen materyallerin veya diğer maddelerin kullanılması

3. Tehlike veya maruziyet kaynağının ortadan kaldırılmasının veya kapatılmasının mümkün veya mümkün olmadığı durumlarda, normal operasyonlarda tehlikeye maruz kalmayı azaltmak için engeller oluşturulmalı veya havalandırmanın lokalizasyonu yapılmalıdır (OSHA Academy, n.d.).

Mühendislik kontrolleri çoğu durumda çok pahalıdır veya başlangıçta uygulanması zordur ve bu nedenle idari kontroller için ek çabalar gereklidir. İdari kontroller, uygun kaldırma teknikleri, ekip kaldırma, iş rotasyonu ve büyütme ve üretim planlaması gibi prosedürel uygulamaları içerir. Çalışanları doğru kaldırma teknikleri konusunda eğitmek, elle taşıma ve kaldırma faaliyetlerinin neden olduğu olumsuz etkilere ilişkin farkındalığı artırmak için önemli bir tekniktir. İdari kontrol, çalışanların tehlikeye maruz kalmasını azaltmak için güvenli çalışma uygulamalarının, prosedür uygulamalarının ve çalışma programlarının değiştirilmesini içerir. Tehlikeyi azaltmayı veya ortadan kaldırmayı amaçlayan mühendislik kontrolleriyle birlikte kullanılırlar. İdari kontroller ortadan kaldırmaz, ancak çalışanın tehlikeye maruz kalmasını sınırlar veya meydana gelme sıklığını sınırlar (Holmes, Lam, Elkind & Pitts, 2008).

Kişisel Koruyucu Donanım (KKD), işle ilgili risk faktörlerinin yanı sıra tehlikeleri kontrol etmek için en az etkili önlemdir ve bu tür programların uygulanması için dikkatli olunmalıdır. Normal operasyonlardan veya bakım çalışmalarından kaynaklanan bir tehlikeyi mühendislik yöntemiyle ortadan kaldırmak zorlaştığında ve güvenli çalışma uygulamaları maruz kalmaya karşı gerekli ekstra korumayı sağlayamadığında, KKD gerekebilir. KKD, çeşitli kontrol önlemleri arasında en az

etkili olanıdır. Çünkü tehlikeli bir ortamda çalışırken tehlikeye karşı koruma çalışması koruma tehlike kontrolünde ilk başta ucuz olsa da, uzun vadede hastalık, tedavi, tazimat gibi masrafları nedeniyle daha pahalı olur.

KKD'ler; çelik burunlu bot, güvenlik gözlükleri, baretler, kulak tıkaçları, maskeler, dizlikler, eldivenler gibi örnekler sıralanabilir (Peter, 2019). Tablo 6'da ergonomik risk kontrol hiyerarşisi ve kullanılan yöntemin etkinliği ilişkisi gösterilmiştir.

Tablo 6 Ergonomik risk kontrol hiyerarşisi (Popov vd., 2016).

Ergonomik risk kontrol hiyerarşisi			
Yöntem	Aşama/Uygulama	Örnek	Etkinliği
Kaçınma	Konsept aşaması tasarım / Yeniden Tasarım aşamasında	Teknoloji ve çalışma yöntemlerini göz önünde bulundurularak tasarım değişikliğiyle ergonomik risk kaynağının önlenmesi	Yüksek
Eleminasyon	Mevcut sürecin yeniden tasarlanması aşamasında	Çalışma yönteminde, ekipmanda ve tasarımda değişiklik yaparak tehlikeyi ortadan kaldırılması	Yüksek
İkame	Mevcut süreç aşamasında	Malzemeleri, boyutları, ağırlıkları ve diğer yönleri daha düşük bir tehlike şiddeti ve olasılığı ile ikame edilmesi	Orta derecede yüksek
Mühendislik kontrol	Mevcut çalışma istasyonlarının yeniden tasarlanması aşamasında	Çalışma istasyonu, aletler, ekipmanlar, yerleşim düzenleri, aydınlatma, çalışma ortamını değiştirerek tehlikenin azaltılması	Orta derecede
İdari kontrol	Uygulamalar ve prosedürler aşamasında	İş uygulamaları, eğitim, iş rotasyonu, dinlenme molaları, çalışma temposunda değişiklik yapılarak tehlikeye maruz kalmanın azaltılması	Orta derecede düşük
Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)	Çalışanların ergonomik risk maruz kalma aşamasında	Koruyucu ekipman ve titreşim azaltma gibi eldivenleri gibi malzemeler kullanılarak tehlikenin çalışanlar üzerinde etkisini azaltılması	Düşük

BÖLÜM 3

LİTERATÜR İNCELENMESİ

Ergonomik risk değerlendirmesinde çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerden biri AGY yöntemidir. AGY'yi kavramsal olarak değerlendiren Verbeek ve Kuijer (2012), basit bir örnek üzerinden AGY yönteminin riskli görmediği, ancak gerçekte riskli olan bir durumun NIOSH denklemi ile tespit edilebileceğini belirtmişlerdir. AGY yönteminin Avrupa'da yaygın kullanılmasına rağmen, doğrulama ve tekrar edilebilirlik klinimetrik özellikleri hakkında yeterli çalışma olmadığını belirtmişlerdir. Steinberg vd. (2012) ise, Verbeek ve Kuijer (2012)'ye cevaben yaptığı çalışmada sık ve ortalama yükler ile yapılan kaldırma işleri üzerinde AGY yönteminin NIOSH denklemine göre risk durumunu daha iyi tespit ettiğini, tersi durumun nadiren yapılan ağır yük kaldırmalarında olduğunu belirtmişlerdir. Steinberg (2012), yapmış olduğu çalışmada AGY yönteminin tarama seviyesinde yüklerin manuel olarak taşınmasında fiziksel iş yükünün risk değerlendirmesi için nitelikli olduğunu kanıtlamıştır. 2000'lerin ortalarından itibaren uluslararası bağlamda AGY'nin giderek daha fazla kullanılmaya başlandığını belirtmiştir.

Kavramsal görüşlerin dışında uygulama noktasında bazı çalışmalar, AGY'yi diğer yöntemler ile birlikte kullanılmıştır ve kıyaslamıştır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır.

Sroka (2019), IKEA Endüstri firmasının 2025 mali yılı sürdürülebilirlik stratejilerinin en önemli çalışmasından biri olan Sağlık ve Güvenlik alanında global olarak tüm fabrikalarında ergonomik riskleri en aza indirmeyi hedeflemişlerdir. 17 adet ergonomik risk analizi yöntemi projeye dahil edilmiş ve ihtiyaçlara göre analiz edilmiştir. AGY'nin kolay ve güvenilir, kaldırma ve itme hareketine, tekrarlayan işlerde uygulanabilir olması ön planı çıkmıştır. Sonuç olarak, AGY'nin IKEA Endüstri fabrikaları için en iyi yöntem olduğunu belirlemişlerdir.

Grooten ve Johanssons (2018), yaptıkları çalışmada ergonomik maruziyetleri değerlendirme yöntemlerinden 19 adedini yoğunluk, sıklık ve süre başlıklarında

incelemişlerdir. 19 yöntem arasında üç başlığı da içeren sadece 6 yöntem olup AGY bunlardan ikisinin AGY yöntemleri olarak öne çıkmıştır.

Ho ve Lo (2019), yapmış oldukları çalışmada bir pompa montaj hattında MKİSR için üç farklı gözleme dayalı risk değerlendirme yöntemi kullanmışlardır ve kıyaslama sonucunda kullanımı kolay olması ve daha az zaman alması açılarından AGY-MEİ yöntemini önermişlerdir.

Yetim ve Gündüz (2015), taşıma kaplarının elle yerleştirilmesinde zorlanmaya neden olan çalışma duruşlarının analizi çalışmasında REBA ve AGY yöntemlerini kullanarak ergonomik risk analizi yöntemlerinin sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirmişlerdir. Bu iki yöntemin karşılaştırıldığında analiz sonuçlarında farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir. Bu da analiz yöntemlerinin kullanım yerlerinin farklı olabileceğini ortaya koymuştur. AGY yöntemi ile tüm vücut duruşları ile taşınan yüke ve süresine önem verirken REBA analiz yöntemi üst uzuvların duruşlarına ait puanlarının hesaplamaya katılmasını sağlamıştır. Bu nedenle kullanılacak olan metodu seçerken yapılan işin ve çalışanın duruş özellikleri önceden gözlemlenmeli ve uygun olan metod belirlenmelidir. Bu çalışmada olduğu gibi daha çok güç ve vücut kullanılarak yapılan işlerde AGY yöntemi daha başarılı olacağı sonucuna varmışlardır.

Steinberg vd. (2012) ve Verbeek ve Kuijer (2012)'in kavramsal kıyaslamaları ile Sroka (2019), Grooten ve Johanssons (2018), Ho ve Lo (2019) ve Yetim ve Gündüz (2015)'ün uygulamalı kıyaslamaları neticesinde AGY yönteminin ergonomik risk değerlendirmede oldukça önemli ve kullanışlı olduğunun kanatı doğmuştur.

Ergonomik risk değerlendirmesine ilişkin olarak bazı çalışmalarda sadece AGY yöntemi kullanılmıştır. Yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır.

Sevimli vd. (2018), kaldırma, tutma ve taşıma işlemleri yapılan bir çeltik fabrikasının paketleme bölümündeki çalışanların AGY yöntemi ile ergonomik risk analizini yapmışlardır. Bu yapılan çalışma kapsamında, 6 adet iş istasyonunda çalışan kadın ve erkek çalışanlar değerlendirilmiştir. İş istasyonlarındaki ergonomik koşulların iyileştirilmesi için çalışanlara duruş bozuklukları ile ilgili denetleme yapılması, eğitim verilmesi, iş yükü fazla olan istasyonlara bir çalışan eklenmesi, çalışanların rotasyonunun yapılması ve döner tepsi yüksekliğinin ayarlanması önerilerini üst yönetime sunmuş ve gereken önlemler alınmıştır. İyileştirme

sonrasındaki duruş bozukluklarıyla ilgili yeniden analiz yapıldığında ise ergonomik risklerin azaltıldığı gözlemlenmiştir.

Klusmann vd. (2017), manuel elleçleme işlerinde çalışan 643 işçi üzerinde, maruziyete uğramayan 804 işçilik bir kontrol grubu ile MKİSR oluşması üzerinde AGY-MEİ yönteminin kriter geçerliliğini yapmışlardır. Nordic anket ve klinik gözlem ile semptomlar sonrası 7 gün ve 12 ay taramaları yapılmıştır. Risk kategorileri ise ergonomistlerce AGY-MEİ kullanılarak yapılmıştır. AGY-MEİ risk skorunun MKİSR görülmesi ile korelasyonunu baz alarak AGY-MEİ'nin yeterli kriter geçerliliğine sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Klusmann vd. (2012), yapmış oldukları çalışmada AGY-MEİ yönteminin objektifliği, güvenilirliği ve kriter geçerliliğini sınamak üzere Almanya'da 17 işyerinden veri toplayıp içlerinden 6 tanesini seçerek 56 farklı uzman ve bilim insanları ile AGY-MEİ yöntemini uygulatmışlardır ve sınamalarının olumlu olduğunu raporlamışlardır.

Sarıkaya (2014), tarafından yapılan çalışmada AGY-KTT ve AGY-Çİ yöntemlerini kullanarak meyve ve sebze toptancı halinde bir uygulama yapmış ve elle taşıma faaliyetlerindeki ergonomik risk düzeylerini belirlemiştir.

Raolji vd. (2018), yaptıkları çalışmada iş sistemi tasarımının kalitesinin iyileştirilmesinde, kas iskelet bozukluklarının azaltılmasında ve verimliliğinin artırılmasında ergonomi yönünün uygulanmasına odaklanmıştır. Bu amaçla, mevcut manuel faaliyetler ve iş istasyonu tasarımı incelenmiş, çalışanlarda fazla yüklenme ve yorgunluğu azaltarak verimliliği iyileştirecek öneriler verilmiştir. Bu çalışmada, kas iskelet sistemi bozuklukları, vücut duruşu, kas aktivitesi ve psikososyal faktörleri değerlendirilerek, çalışanlar arasında işyeri değerlendirmesine yönelik bireysel bir işyeri müdahalesinin etkinliğini test etmek amaçlanmıştır. Ergonomik risk analizi yöntemlerinden AGY yöntemi kullanılmıştır. Önerilen ergonomik iyileştirmeler, KİSR'lerini önemli ölçüde azaltmış ve çalışan verimliliğinde artış sağlandığı gözlemlenmiştir.

Duplakova vd. (2018), yaptıkları çalışmada yapı malzemeleri deposunda çalışanları maruz kaldıkları fiziksel yüklenmeyi AGY yöntemini kullanarak analiz etmiştir. Tasarım şartlarını gözden geçirerek bir çalışma ortamı optimizasyon modeli önermiştir. Yapılan çalışma ile toplam fiziksel yüklenmede % 55'lik bir azalma sağlanmıştır.

Vanwongerghem (2011), Sanayileşme ile birlikte insan sağlığını garip ve uzun süreli vücut duruşları, yüksek hızda tekrarlayan hareketler nedeniyle yüksek fiziksel iş yükü ile karşı karşıya kalmıştır. Statik ve dinamik kassal çalışmalara bağlı olarak aşırı yüklenme çalışanlarda ciddi kas sistemi ile sonuçlanan rahatsızlıklara yol açtığı ayrıca sosyal ve ekonomik sonuçlara sebep olmuştur. Bu amaçla, KİSR'nın önlenmesi için insan çalışma sistemlerinde meydana gelen riskler için bir risk değerlendirme gerektiğini vurgulamıştır. Yapılan çalışmada tasarım ve kontrol kriterlerini gözden geçirilmesinde AGY yöntemini açıklamıştır.

Wu, Sung ve Pan (2011), çalışanların KİSR riskini azaltmak amacıyla kuzey Tayvan'da bulunan bir matbaa mürekkebi üretim fabrikasında paketleme görevleri için operasyonel iş yüklerini değerlendirmiştir. Paketleme görevinde çalışan operatörler, karton kutulara yerleştirilmiş 12 mürekkep kutusu ile günde ortalama 2000 adet 1 kg'lık mürekkep kutusunu paketleme görevini yürütmektedir. Mürekkep paketleme görevleriyle ilişkili KİSR risk faktörlerini değerlendirmek ve tanımlamak için AGY kullanılmıştır. Toplanan veriler, malzeme ağırlıklarını, çalışma duruşunu, çalışma hızını, dikey mesafeleri, dikey kaldırma yer değiştirmesini ve kaldırma sıklığını içermektedir. Ortalama kaldırma sıklığı 4166 kaldırma / gün ve ortalama kaldırma ağırlığı 1.44 kg / kaldırma şeklindedir. Paketleme görevinin AGY risk puanı 40 olarak değerlendirilmiş ve 3 risk seviyesi belirlenmiştir. Bu paketleme görevi için çalışma koşullarını iyileştirmek ve sağlık ve güvenlik risklerini azaltmak için, 39 cm yükseklikteki çalışma tezgahının yerine 70 cm yüksekliğinde bir çalışma masası önerilmiştir. Uygulama sonrasında, AGY risk puanı 24'e düşürülmüş ve risk seviyesi 2 olarak belirlenmiştir.

Hung Tu, Yuang Yu ve Tsong Pan (2011), kimya endüstrisinde faaliyet gösteren bir işletmede kas iskelet sistemi rahatsızlıkları birincil nedeninin çalışanın garip çalışma duruşu benimsemeye zorlayan uygunsuz işyeri tasarımı kaynaklandığının ve bu da çalışmada yorgunluğa ve kas iskelet sistemi rahatsızlığına neden olduğunu belirtmiştir. Üç istasyon için tasarım iyileştirmeleri çalışmalarında AGY'yi kullanılmış ve üç istasyonun risk derecelendirmelerinin düştüğünü göstermiştir.

Ching Chen vd. (2011), Tayvan'daki Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü tarafından 2008-2009 döneminde yürütülen bir proje tarafından toplanan ergonomi verilerini kullanarak AGY araçlarının Tayvan endüstrilerine uygulanabilirliğini

değerlendirmişlerdir. 102 şirket için 10 ergonomist tarafından yürütülen 379 görev için inceleme raporları ve tavsiyeleri içermiştir. Önerilen ergonomik değişikliklerden önce ve sonra her görevin risk puanı ve risk seviyesi AGY kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, AGY araçlarının fiziksel iş yüklerinin yerinde taranması için Tayvan imalat endüstrisi için uygun olduğunu göstermiştir.

Özcan, Kocabaş ve Karabıçak (2019), beyaz eşya sektöründe montaj hattının iç üretim bandında ergonomik risk değerlendirmesi çalışması gerçekleştirmişlerdir. Ergonomik risk analizi değerlendirmesi kriterleri olarak yük durumu, duruşlar, çalışma ortamı, zaman, kütle/endüstriyel araç ve konumlandırma hassasiyeti faktörleri olmak üzere 12 durum gözlenmiştir. İç üretim hatları istasyonlarında yapılan işlemlerin ergonomik risk değerlerinin hesaplanması ve risk değerleri yüksek olan istasyonlar için iyileştirme faaliyetlerinin başlatılması amacıyla gözlenen istasyonlarda AGY yöntemi ile beş farklı durum için iyileştirme önerileri sunulmuştur.

Ülker ve Erdem (2011), yaptıkları çalışmada ergonomik faktörlere uygun çalışma ortamını hazırlayacak makine ve teçhizatın nasıl olacağını ve nerede kullanılacağını görsel ve mantıksal olarak açıklamaktır. Çalışmada zorlanma sınır değerlerinin ölçümü için mevcut yöntemler araştırılmıştır. Almanya Federal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (BAuA)'nın geliştirmiş olduğu AGY yöntemine dayalı hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda iyileştirme önerileri ile mobilya üreten işletmeler için iş kazalarının ve meslek hastalıklarının engellenebileceği düşünülmüş olup bu şekilde mobilya üretim tesislerinin çalışma standardının yükselmesi ve verimliliğin artırılması sağlanabilirliğini açıklamışlardır.

Çelik ve Susmuş (2011), Rize ilinde çay taşıyan kadınlarda KİSR maruziyetinin değerlendirilmesi için yaptıkları çalışmada AGY-KTT ve AGY-Çİ yöntemlerini kullanmışlardır. Yapılan değerlendirme çalışmaları neticesinde, çalışan sağlığına uygun malzemelerin kullanılması ve çalışanların bilinçlendirilmesi dahilinde çay taşıma işleri kabul edilebilir seviyede ergonomik risk skoruna ulaşabileceğini açıklamışlardır.

Mousavian ve Babaei Pouya (2018), manuel işler ve yük kaldırma ve taşıma işleri için bir kanepa yapım atölyesindeki çalışanların maruz kaldığı sağlık risklerini belirlemek için çalışma yapmışlardır. Bu yapılan çalışma ile, AGY yöntemi ile bir kanepa yapım atölyesinde iş ile ilgili görevlerin ergonomik olarak risk değerlendirilmesi gerçekleştirilmiş ve düzeltici faaliyetler sunulmuştur.

Motamedzade vd. (2017), deterjan üretimi yapan bir fabrikanın şişe üretim bölümünde KİSR azaltmak için AGY'ni kullanarak ergonomik risk değerlendirme gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlara göre şişe üretim görevi için önceki risk seviyesi 4 olarak belirlenen görev için yapılan tasarım çalışması ile risk seviyesi 2'ye düşürülmüştür. Ayrıca şişelerin elle malzeme işleme yapılarak aktarılan görev için önceki risk seviyesi 3 olarak belirlenen görevde yeniden tasarımla risk puanı 1 olarak değerlendirilmiştir.

Şahin, Akar, Boyacı ve Uzunget (2019), alüminyum doğrama paketleme prosesinde ergonomi iyileştirme çalışması yapmışlardır. Paketleme prosesindeki streçleme faaliyetinde mevcut durum analizi yapıp Almanya Federal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü tarafından yayınlanan AGY-MEİ yöntemini kullanarak risk skorunu 40 olarak hesaplamışlardır. Risk skoru soncuna göre paketleme prosesinde iyileştirme çalışması başlatmışlardır. Paketleme prosesinde kullanılan darbeye ve suya karşı dayanıklılığı düşük ondüle rulo karton yerine sonsuz karton kullanılarak streçleme faaliyeti ortadan kaldırılmıştır. Bu paketleme ergonomi iyileştirmesi sonucunda streçleme faaliyetinde ergonomik risk skoru 0'a indirilmiş, streç kullanımı tamamen ortadan kaldırılarak çevre dostu üretim ve yıllık 56.000 ₺ malzeme, 15.000 ₺ işçilik olmak üzere olmak üzere 71.000 ₺'lik kazanç sağlanmışlardır.

Çelik (2012), Çayeli Bakır İşletmeleri sahasında bulunan hurda alanında elle taşıma işleri kapsamında, hurda metallerin presleme sonrasında tahta paletler üzerine yerleştirilmesi ve kamyonu yüklenmesi işlemlerinin ergonomik risk değerlendirme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada, BAuA tarafından yayınlanan AGY-KTT yöntemi kullanılmıştır. AGY-KTT yöntemi ile yapılan değerlendirmede 66 puan karşılığı aşırı yüksek risk skoru elde edilmiş ve düzeltici faaliyetler sonrası risk skoru 18 puana indirgenmiştir. Yapılan çalışma ile çalışan sağlığını koruma kapsamında ergonomi çalışmalarının gerekliliğini ve düzeltici faaliyetlerin önemini vurgulayan bir gösterge olduğu anlaşılmıştır.

Dik ve Şişman (2018), yapmış oldukları çalışmada elle taşımanın yoğun olarak sürdürüldüğü uçak bagaj yükleme boşaltma işlerinde benzer rahatsızlıklar yoğun bir biçimde görülmüştür. İş günü kaybı ve tedavi masrafları nedeniyle en pahalı hastalıklardan birisi olarak kabul edilen kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının çözümünde disiplinler arası bir yaklaşım gerekmekte olup, bu araştırmada diğer sektörlerde olduğu gibi uçak bagaj yükleme boşaltma çalışanlarında kas iskelet sistemi

rahatsızlıklarının oluşmasını ve kalıcı hale gelmesini önlemek amacıyla olası risk faktörleri, Almanya Federal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (BAuA) tarafından geliştirilen AGY yöntemlerinde tanımlanan çalışma duruşları doğrultusunda değerlendirilmiş ve bu ağırları önleme stratejileri ile öncelikle ele almışlardır.

Ülker (2020), Almanya Federal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (BAuA) tarafından geliştirmiş olan AGY yöntemi seçilmiş ve kas iskelet sistemindeki zorlanmalar için hesaplamalar yapılmıştır. Ankara'da koltuk kanepeler imalatı yapan bir işletmede, ergonomik risk analizi yapılmış, kas iskelet sisteminde zorlanmaların en fazla olduğu döşemelik kumaşın iskelete giydirilmesi, kolçak imalatı ve ayak montajı tezgahlarında olduğu gözlemlenmiştir. AGY skorları sırasıyla 3-3-2 elde edilmiştir. Yapılan ergonomik iyileştirmeler sonucunda iş istasyonlarındaki risk seviyeleri 1-1-1 seviyelerine indirilebilmiştir. Çalışma sonucunda, koltuk-kanepeler üreten işletmelerde, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının engellenebileceği anlaşılmıştır.

Sadece AGY yöntemi ile yapılan uygulamalı çalışmalar neticesinde AGY yönteminin ergonomik risk değerlendirmesinde ergonomik riskleri azaltmada, iyileştirme ve tasarım noktalarının gözden geçirilmesi önerilerinde başarılı ve etkili olduğu görülmüştür.

Ergonomik risk değerlendirmesine ilişkin yapılan bazı çalışmalar ise AGY dışındaki diğer yöntemler kullanılmıştır. Bu şekilde yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır.

Sanjog vd. (2015), yapmış oldukları çalışmada bir mobilya imalathanesinde iş istasyonu tasarımı, çalışma duruşları ve vardiya süresi ile kas iskelet sistemi rahatsızlıkları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. OWAS ve REBA gibi yöntemlerin kullanıldığı çalışmada, kötü istasyon tasarımının kas iskelet rahatsızlıklarına neden olduğu, uygun olmayan çalışma duruşlarının ve uzun çalışma sürelerinin de bu rahatsızlıkları artırdığı görülmüştür.

Gönen vd. (2017), trafo üretimi yapan bir firmada çalışanları ergonomik risk analizi yaptıkları çalışmada Cornell Kas iskelet Rahatsızlık Anketi, REBA ve OWAS yöntemleri kullanılarak gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen çalışma sonuçlarına göre, çalışanları sırt, bel, ayak, boyun, sağ üst kol ve omuz duruşlarının yüksek risk içerdiği belirlenmiştir. Yüksek risk seviyesini azaltmak için ayarlanabilir montaj masası tasarlanmıştır.

Atıcı vd. (2015), yaptıkları çalışmada otomotiv sektöründe kablo üretimi yapan bir firmada çalışma duruşlarının iyileştirilmesi amacı ile REBA ergonomik risk değerlendirme analizi uygulamışlardır. Yapılan REBA analiziyle zorlanmaya sebep olan duruşları tespit edilerek, bu duruşları azaltacak iyileştirmeler sunulmuştur.

Özay ve Doğanbatır (2018), yapılan çalışmada perakende sektöründe bir süpermarkette REBA, NIOSH ve Snook ergonomik risk değerlendirme yöntemleri kullanarak; kasap, şarküteri, depo ve manav reyonlarındaki kaldırma, taşıma, itme, çekme ve tutma pozisyonlarını incelemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda önerilen iyileştirmeleri üst yönetimi sunmuşlardır. İyileştirmeler yapıldıktan sonra yeniden analiz yapıldığında ergonomik iyileştirmelerin sağlandığı gözlemlenmiştir.

Erdemir ve Eldem (2019), yaptıkları çalışmada döküm işletmesinde pota hazırlama sürecindeki duruşları ve pozisyonların REBA yöntemi ile analiz edilerek KİSR'i değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda üst yönetime yapılacak çalışmalar konusunda çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

Kalınkara ve Özkaya (2013), yapmış oldukları çalışmada OWAS yöntemi ile ağaç kesme işleminde vücuda aşırı yüklenildiği, bu konuda acil önlem alınması gerektiğini belirlemiş ve çalışılan zamanın yaklaşık % 47'sinde kas iskelet sistemi üzerinde yüksek risk düzeyi ile çalışıldığını gözlemlemiştir.

Keskintaş ve Özcan (2015), MKİSR'nin değerlendirilmesinde güncel teknikler ve Quick Exposure Check (QEC) çalışması ile mesleki kas iskelet sistemi hastalıklarında riske maruziyeti değerlendirmede kullanılan gözlemsel teknikleri gözden geçirmeyi amaçlamıştır.

Motamedzade vd. (2011), bir motor yağı şirketinde REBA ve QEC yöntemi ile ergonomik risk değerlendirme çalışmaları yapmış ve yapılan çalışmanın çıktılarını karşılaştırmışlardır. Uygulanan iki yöntem arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Riskli işleri tanımlamada ve KİSR vakaları için potansiyel riskli belirlemede güçlü bir korelasyona sahip olduğu kanısına varmışlardır. Bu nedenle benzer endüstrilerde iş ile ilgili KİSR risk faktörlerinin değerlendirmesi için REBA ve QEC yöntemlerini önermişlerdir.

AGY yöntemi ve diğer yöntemler ile yapılan uygulamalı çalışmalar neticesinde ergonomik riskleri azaltmada, iyileştirme ve tasarım noktalarının gözden geçirilmesi önerilerinde başarılı ve etkili olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır.

Alıcı ve Gündüz (2015), vakumlu sistemler ile yük kaldırma ve taşıma işinin insan sağlığına etkisinin değerlendirilmesi çalışmalarında yük kaldırma ve taşıma işinde çalışanın maruz kaldığı yükler analiz edilmiştir. Çalışma şartlarında 9 ile 25 kg arasındaki kauçuk malzemeler, konteynerden vakumlu sistem ile alınarak konveyör banta bırakılmaktadır. Bu iş için görevlendirilen çalışan, büyüklük ve ağırlıkları değişen yaklaşık 150 adet kauçuk malzemenin yer değiştirme işlemini her gün düzenli olarak yapmaktadır. Vakumlu sistemler ile yük kaldırma ve yer değiştirme çalışma şartlarının, AGY ve REBA Yöntemi ile analizi ve ergonomik risk değerlendirmesi yapmışlardır. Yapılan çalışma ile sağlık yönetimi alanında KİSR'nın azaltılmasına katkıda bulunmuşlardır.

Calderon Gomez (2019), Portekiz'deki bir üniversitenin kantin işletmesinde tekrarlayan hareketlerin, yanlış duruşların olduğu etkinliklerin değerlendirilmesinde Hızlı Tüm Yöntemi Vücut Değerlendirmesi (REBA) kullanılırken, yüklerin elle taşınmasını içeren etkinlikler için AGY kullanmışlardır. AGY yöntemi ile altı aktivite değerlendirilmiş ve sonuçlar, sınıflandırma açısından beş aktivitenin orta risk seviyesi ve altıncı aktivitenin yüksek risk seviyesi elde ettiğini göstermektedir. Kantin faaliyetlerinin çalışanlarda kas iskelet sistemi bozuklukları oluşturabileceği sonucuna varılmış ve bunun için bir dizi öneri vermişlerdir.

Akbari, Mousavikoti, Kazemi, & Moradirad (2018), MKİSR'in önlenmesi için Abadan Petrol Rafinerisindeki merkez atölye işyerinde manuel taşıma görevlerinin değerlendirilmesi için AGY ve Cornell Kas Sistemi Rahatsızlığı taraması (CMDS) kullanarak KİSR'nın prevalansı ile ilişkilendirmeyi amaçlamışlardır. Bu çalışma 103 çalışan üzerinde basit örnekleme kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veriler AGY ve CMDS araçları kullanılmış ve SPSS sürüm 20'de çoklu regreasyon testleri kullanılarak analiz edilmiştir. AGY ile yapılan değerlendirme sonuçlarına göre 48 kişi risk seviyesi 1, 36 kişi risk seviyesi 2 ve 19 kişinin risk seviyesi 4 olarak belirlenmiştir. CMDS anket puanlarına göre 95 kişi çok küçük ve ihmal edilebilir bozukluklar, 4 minör bozukluğu olan hasta, 1 çok düşük bozukluğu olan kişi, 1 düşük bozukluğu olan, biri orta bozukluğu olan ve biri yüksek bozukluğu olan kişiler olarak belirlenmiştir. İstatistiksel test sonuçlarına göre, AGY ile KİSR puanları arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir. İş yükündeki artış ve manuel işlem görevlerinin doğası, KİSR'lerin şiddetini artıracaktır. Bu tür rahatsızlıkların şiddetini azaltmak için eğitim

programları, duruş değişiklikleri ve iş tasarımları gibi düzeltici önlemler gerekli görünmektedir.

Hesam, Motamedzade, & Moradpour (2014), yaptıkları çalışmada bir tavuk mezbahasında kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının prevalansını belirlemek için CMDS anketleri kullanmışlardır. Kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının yaygın olduğu görevler belirlenerek vücut duruş değerlendirmesi yapılmıştır. Ardından mühendislik ve yönetim önlemleri alınmış ve çoğu görevin elle tutulması ve taşınması olduğu düşünöldüğünde, müdahaleden önce ve sonra postürü değerlendirmek için AGY yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçta, ergonomik problemlerin çalışan sağlığı ve verimliliği üzerinde istenmeyen etkileri vardır. Bu çalışmada, mühendislik ve yönetim müdahaleleri ile şirketin farklı bölümlerindeki çalışma koşullarını iyileştirmek için düzeltici önlemlerin miktarını önemli ölçüde azaltabileceği anlaşılmıştır.

Acar vd. (2019), yaptıkları çalışmada bir döküm fabrikasının katı yakıtlı soba montaj hatlarında çalışanları maruz kaldıkları fiziksel zorlanmaların tespiti ve azaltılması için iyileştirme önerileri geliştirilmesini amaçlamışlardır. Bu kapsamda 3 istasyonda toplam 36 işlem değerlendirilmiştir. Her bir istasyon için REBA ve AGY yöntemleri ile ergonomik risk değerlendirmesini yapmışlardır. Sonuç olarak, çözüm önerileri uygulanmış, çalışan sağlığının korunmasında ve ergonomik koşullar altında çalıştığında sağlık problemlerinin ortadan kalktığı ve verimliliğin arttığı sonucuna varılmıştır. 3 istasyonda çevrim süreleri düşmüş ve günlük soba montaj üretimini 17 adetten 53 adede yükseldiği görölmüştür.

Görer, Acar ve Temiz (2019), otomotiv yan sanayi jant üretimi sektöründe fiziksel zorlanmaların yoğun olduğu ve çalışanların kas iskelet sistemi rahatsızlıkları yaşandığı sektör olarak belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışma ile, jant fabrikasında üç istasyonda çalışanların iş güvenliğini, verimliliğini ve yaşam kalitesini iyileştirmek ve çalışma alanının ergonomik koşullarının iyileştirilmesi için mevcut durumda maruz kaldıkları fiziksel zorlanmaların tespit edilmesi ve azaltılması için iyileştirme önerileri geliştirilmesi amaçlamışlardır. İstasyondaki işlemler için REBA ve AGY yöntemleri ile ergonomik risk değerlendirme yapılmıştır. İyileştirmeler sonucunda REBA skorlarını toplam 52'den 13'e ve AGY risk skorlarını 25'den 5'e düşürmüşlerdir. Çalışma koşullarının iyileştirilmesi sonucu çalışanların performansların artışı ile önerilerin maddi boyutunun yerine getirilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Akpınar Namdar ve Gündüz (2018), yaptıkları çalışmada, ağırlık taşımadan dolayı kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının artması üzerine, otobüs imalatı yapılan bir fabrikada ön cam montajının yapıldığı operasyonun ergonomik açıdan risk analizi REBA ve AGY yöntemleri kullanılarak yapmışlardır. Seri üretim mantığının geçerli olmadığı fabrikada bu iki yöntemden hangisinin uygulanmasının daha uygun olduğu araştırılmış ve AGY yönteminin daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Uygun bulunan AGY yöntemi kullanılarak ergonomik riskleri azaltmaya yönelik iyileştirme ve öneri alternatifleri geliştirilmiştir. Geliştirilen alternatiflerden ilki montajı yapılan ön camın operasyon bölgesine yakınlaştırılarak taşıma işleminin kaldırılmasıdır. Ön camın operasyon bölgesine taşınmadığı durumdaki iyileştirme ve öneri ise taşımadan dolayı oluşan risk faktörünü ortadan kaldırmak için tekerlekli bir araba yardımıyla camın taşınmasıdır. Daha maliyetli olan üçüncü öneri ise camın caraskal yardımıyla taşınmasıdır.

AGY ile ilgili yöntemler 2019 yılında yenilenmiştir. Bu sebepten bir önceki versiyon olan 2012 AGY yöntemleri ile son versiyonların kıyaslamasında fayda vardır. Bu bağlamda, Klusmann vd. (2017), karışık yöntem tasarımına dayalı iş yükleri ile farklı çalışma koşullarının değerlendirilmesi için yeni geliştirilen ve yeniden tasarlanmış AGY'lerin doğrulanması için yaptıkları çalışmada 2012 versiyonu gözden geçirilmiş olup 2019 AGY versiyonunda önemli değişiklikler ve yeni eklemeler yapıldığını tespit etmişlerdir. AGY-KTT yöntemi için günlük frekans/sıklık, etkin yük ağırlığı, vücut duruşu, elverişsiz çalışma koşulları göstergeleri 2012 versiyonu ile karşılaştırıldığında revize edilmiş versiyon olan 2019 versiyonunda önemli ölçüde değiştirilmiştir. Yük taşıma koşulları, iş organizasyonu ve zaman dağılımı göstergeleri 2012 versiyonu ile karşılaştırıldığında bu göstergeler 2019 versiyonuna eklenmiştir. AGY-Çİ yöntemi için günlük süre ve mesafe, yük ağırlığı ve taşıma cihazları/endüstriyel ekipmanlar, elverişsiz çalışma koşulları göstergeleri 2012 versiyonu ile karşılaştırıldığında revize edilmiş versiyon olan 2019 versiyonunda önemli ölçüde değiştirilmiştir. Sürüş yolu koşulları, taşıma cihazı/endüstriye ekipmanların özellikleri, iş organizasyonu ve zaman dağılımı göstergeleri 2012 versiyonu ile karşılaştırıldığında bu göstergeler 2019 versiyonuna eklenmiştir. AGY-MEİ yöntemi için günlük frekans/sıklık, aktarma kuvvetinin türü, süresi ve sıklığı göstergeleri 2012 versiyonu ile karşılaştırıldığında revize edilmiş versiyon olan 2019 versiyonunda önemli ölçüde değiştirilmiştir.

AGY yöntemi ve NIOSH denklemi kullanılarak ergonomik risk değerlendirmesi çalışması yapmak isteyen işletmeler için Yavuzkan vd. (2015), Excel VBA ve Access yazılımları ile bütün işletmeler tarafından kullanılabililecek bir yazılım programı hazırlamışlardır. Bu çalışmada, operasyonlardaki ergonomik risklerin analizlerini yapılabileceği dünya üzerinde kabul görmüş etkili sonuçlar veren ergonomik risk analizlerinin uygulamasını içeren NIOSH tarafından geliştirilmiş olan NIOSH Lifting Equation ve BAuA tarafından geliştirilmiş olan AGY-KTT ve AGY-Çİ yöntemleri dikkate alınmıştır.

AGY yönteminin dijitalleştirilmesi ve vücut duruş postürlerinin hareket yakalama sistemi (MoCap) ile sonuçları doğrulama ve ergonomik analiz uygunluğunu kontrol etmek amacıyla Feldman, Seitz, Kretschmer, Bednorz ve Ten Hompel (2019), yaptıkları çalışmada sipariş toplama süreçlerinde fiziksel zorlanma ve kas iskelet sistemi rahatsızlıkları değerlendirilmesi için, otomatikleştirilmiş bir değerlendirme elde etmek ve böylece gelecekte ergonomi değerlendirme prosedürünü standartlaştırmak için iyi bilinen ergonomi analiz aracı AGY yöntemini dijitalleştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla, manuel toplama işleminin simüle edildiği bir çalışmada hareket yakalama (MoCap) sistemi kullanılmıştır. Sonuç olarak, MoCap teknolojisi, sipariş toplama sistemlerinde ergonomik değerlendirmenin dijitalleştirilmesini desteklemek için büyük bir potansiyel sunmuştur. Sonuçlar, mevcut ergonomik standartlar ve yönergeler temelinde değerlendirilir. Yapılan bir diğer çalışmada ise Suzaly vd. (2014), kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olan risklerin değerlendirilmesinde kullanılan AGY'nin parametre ağırlıklarından biri olan vücut duruş puanı değerlendirmesinde nesnel bir yöntem önermiştir. Bu amaçla, kızılötesi bir kamera ve bir video kamera içeren sistem ile insan vücudundaki anatomik noktaları gerçek zamanlı belirleyerek bir algoritma oluşturmuştur.

Bu tez araştırması kapsamında, KİSR'in ergonomik risk değerlendirilmesinde kullanılan bir takım literatür ve kaynaklar incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda AGY'in yüksek seviyede güvenilirlik, uygulanabilirlik ve uluslararası kabule sahip olmasının yanında literatür çalışmaları sonuçları da AGY yöntemini Ergonomi Risk Değerlendirmesi çalışmaları seçiminde ön plana çıkarmıştır. Yapılan inceleme sonucunda KİSR'in tespit edilmesi, risk puanlarının ve göstergelerinin belirlenmesi, önlemlerin alınması, gerekli görülen durumlarda iyileştirilmesi hususunda yapılan çalışmalar görülmüş ve incelenmiştir. Ergonomik risk unsurlarını birçok etmen

tarafından etkilendiği açıktır. Ergonomik iyileştirme çalışmaları ile KİSR'ların önemli ölçüde azaldığı ve İSG sistemine önemli katkılar sunduğu anlaşılmıştır. Yapılan ergonomik risk değerlendirmeleri ve iyileştirmeleri sadece İSG sistemine katkı sağlamakla kalmayıp işletme verimliği, çalışanların yaşam kalitesi ve iş memnuniyeti, işletmeye sağladığı ekonomik faydaları gibi birçok unsura katkı sağladığı yapılan çalışmalar sonucunda anlaşılmıştır.

BÖLÜM 4

YÖNTEM

4.1. Anahtar Gösterge Yöntemi (AGY)

Almanya Federal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (BAuA) uzun süreli çalışmalarının sonunda Kaldırma, Tutma ve Taşıma (KTT) işleri, Çekme ve İtme (Çİ) işleri ve Manuel Elleçleme İşleri (MEİ) için ergonomik risk analizinin yapılabilmesi amacıyla kullanıcılara çeşitli risk hesaplama ve değerlendirmeleri sunan AGY değerlendirme sayfalarını yayınlamıştır (BAuA, 2020). Bu AGY'ler ile kullanıcılar ergonomik risk analizlerini kolaylıkla yapabilmekte ve bunun yanında risklerin hangi nedenlerden kaynaklandığını araştırabilme fırsatı sunmaktadır. Araştırma kapsamında kullanılacak olan bu risk değerlendirme yöntemleri, Almanya Federal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (BAuA) resmi internet sayfasında herkesin kullanımına açık ve değerlendirme sayfalarının resmi internet sitesinden indirilebilen AGY sayfaları faydalanılarak hazırlanmıştır.

AGY yöntemleri, fiziksel iş yüklerin risklerini tarama düzeyinde belirleyen bir risk değerlendirme yöntemidir. Yöntemin amacı, iş tasarımındaki elle taşıma işine bağlı noksanlıkların ortaya konması ve bu noksanlıkların giderilmesidir (Sarıkaya, 2014). AGY yöntemleri, iş tasarımındaki ergonomik eksikliklerin tespitini sağlar ve çalışanlar için olumsuz sağlık etkilerinin önlenmesi, ortadan kaldırılması, azaltılması veya en aza indirilmesi için iş tasarımının ve iş güvenliği önlemlerinin hangi noktalarda etkin bir şekilde uygulanabileceği konusunda somut bilgiler verir.

Potansiyel kullanıcılar, iş sağlığı ve güvenliği uzmanları ve profesyonelleri, endüstri mühendisleri, ergonomistler, iş yeri hekimleri, işveren veya işveren vekilleri ve çalışan dernekleri ile sigorta şirketleri veya araştırma şirketleri olarak sıralanabilir. Yükü Kaldırma, Tutma ve Taşıma (KTT), yükleri Çekme ve İtme (Çİ) ve Manuel Elleçleme İşlemleri (MEİ) olmak üzere revize edilmiş üç farklı AGY çalışma sayfası bulunmaktadır. Bu yöntemler, uygulayıcılar, güvenlik temsilcileri, işyeri hekimleri, İş Güvenliği Federal Komitesi ile yakın işbirliği içinde olan Almanya Federal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (BAuA) tarafından geliştirilmiştir (Klussmann vd., 2017).

Kuvvet, frekans ve süre gibi iş özellikleri ve genel çalışma koşulları AGY aracılığıyla değerlendirilir ve kas iskelet sistemi semptomları gibi olumsuz sağlık sonuçlarına yönelik işle ilgili riski özetlemek için gösterge değer puanı hesaplanır. Gösterge Değer Puanı (GDP)'na göre fiziksel aşırı yükün meydana gelme ihtimalinin düşük olduğu düşük maruziyet durumu (yeşil), hafif artmış (yeşilimsi sarı), önemli ölçüde artmış (sarı) ve fiziksel aşırı yüklenmenin meydana gelme olasılığının yüksek olduğu ve iş yerinin yeniden tasarlanmasının muhtemelen gerekli olduğu yüksek maruziyet durumu (kırmızı) olarak sınıflanır ve bu şekilde maruz kalma durumlarını gösteren bir trafik ışığı ölçeğine dönüştürülür. Mevcut üç yöntem, yüklerin manuel olarak ele alınması ve tekrarlayan manuel kullanım işlemlerini içermektedir. Diğer üç yöntem olan AGY-GBD (Anahtar Gösterge Yöntemi-Garip Beden Duruş) [KIM-ABP (ABP: Awkward Body Postures)], AGY-TVK (Anahtar Gösterge Yöntemi-Tüm Vücut Kuvvetleri) [KIM-BF (BF: Body Forces)] ve AGY-VH (Anahtar Gösterge Yöntemi-Vücut Hareketleri) [KIM-BM (BM: Body Movement)] fiziksel iş yüklerinin değerlendirme sayfaları üzerinde çalışmalar devam etmektedir (Klussmann vd., 2017).

Tablo 7 AGY yöntemleri değerlendirme kriterleri tablosu (Klussmann vd., 2017).

Kısaltma	Bu temel gösterge yönteminin odağı (AGY)	Gözden geçirilmiş versiyonda bu AGYde dikkate alınması gereken temel göstergeler	Örnekler
AGY-KTT	Manuel kaldırma, tutma ve taşıma yükleri ≥ 3 kg	Günlük Frekans/sıklık* Etkin yük ağırlığı * Yük taşıma koşulları / yükün yeri † Vücut duruşu* Olumsuz çalışma koşulları * Vardiya sırasında bu tür fiziksel iş yükünün iş organizasyonu / dağıtımı	Çantaların yüklenmesi / boşaltılması, paketlerin ayrılması, kaldırma yardımcılar olmadan ekipmanın yüklenmesi, toplama
AGY-Çİ	Yardımcı araçlar ve monoraylar ile yüklerin manuel olarak itilmesi ve çekilmesi	Günlük süre ve mesafe * Yük ağırlığı / taşıma cihazı * Sürtüş yolu Koşulları† Taşıma cihazının özellikleri † Vücut duruşu Olumsuz çalışma koşulları * Vardiya sırasında bu tür fiziksel iş yükünün iş organizasyonu / dağıtımı †	Araba ile posta servisi, konteyner ile toplama, atık imhası
AGY-MEİ	Manuel elleçleme işlemleri: MEİ sırasında üst ekstremitelerin düzgün, tekrarlı hareket ve ağırlıklı olarak daha düşük kuvvet giderleri ile çalışma görevleri	Günlük Frekans/sıklık* Gerçekleştirme kuvvetinin türü, süresi ve sıklığı * Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları Manuel çalışma süreçlerinde el-kol duruşu Vücut duruşu Olumsuz çalışma koşulları Vardiya sırasında bu tür fiziksel iş yükünün iş organizasyonu / dağıtımı	Montaj faaliyetleri (örn. Elektrik teçhizatlarının montajı), lehimleme, dikiş, ayıklama, kesme, kasiyer işi, elle kontrol etme, mikroskop ile çalışma, müzik yapma (örn. piano, violin çalma), birleştirme, torna, presleme, kaldırma, tutma, taşıma, paketleme

* Mevcut AGY ile karşılaştırıldığında, bu önemli göstergeler gözden geçirilmiş ve yeni versiyonda önemli ölçüde değiştirilmiştir.

† Mevcut AGY ile karşılaştırıldığında, bu temel göstergeler gözden geçirilmiş versiyona eklenmiştir.

Çalışma esnasında birçok faktör vücutta oluşan gerginliği etkilemektedir. Tarama düzeyindeki risk değerlendirme çalışmasında en önemli faktörler seçilmekte

ve bu faktörler anahtar göstergeler olarak tanımlanmaktadır. Tablo 7’de revize edilmiş üç AGY’nin anahtar göstergeleri belirtilmiştir (Klussmann vd., 2017).

4.1.1. Anahtar Gösterge Yöntemi – Kaldırma, Tutma ve Taşıma (AGY-KTT)

Kaldırma, Tutma ve Taşıma işlerindeki risk değeri; etkin yükün ağırlığı, yükün taşıma koşulları, yükün bedenin konumuna göre belirlenmiş konumunun ağırlığı ve çalışma ortam şartlarının aldığı değerler, çalışma organizasyonu puanlarının toplamı hesaplandıktan sonra zaman ağırlığı puanı ile çarpılır ve risk faktör değeri hesaplanır. Değerlendirmekte olan alt faaliyet hakkında bilgi sahibi olunması önemlidir. Böyle bir bilgiye sahip olunmadan yapılan kaba değerlendirmeler veya varsayımlar yanlış değerlendirmelere sebep olabilir. AGY-KTT yönteminde temel olarak alt faaliyetler için bir değerlendirme yapılır. Değerlendirme sırasında küçük sapmalar var ise, örneğin bir alt faaliyet içinde ortaya çıkan değişken koşullar meydana gelirse, bunlar ayrı ayrı tahmin edilmeli ve kayıt altına alınmalıdır. Fiziksel aşırı yüklenme olasılığı, bir iş günü boyunca meydana gelen tüm fiziksel iş yükleri değerlendirilerek hesaplanır. AGY-KTT yönetiminin kapsamı:

- 3 kg ve daha fazla yükleri elle kaldırmayı, tutmayı ve taşımayı kapsar ve yüklerin yer değiştirilmesi, tutulması ve sadece taşıma için kullanılır.
- Yükler; nesnelere, insanlar veya hayvanlar olabilir. İlgili kaldırmalar, aşağı indirme ve yer değiştirme (genelde yatay) dâhil edilmiştir.

Örneğin, Çantaların/poşetlerin yüklenmesi/indirilmesi, paketlerin ayrılması, kaldırma desteği olmadan ekipmanların yüklenmesi, paletli malların aktarılması, çatıda elle tamirat işi yapılması, çocuk bakım merkezindeki çocuk bakıcılığı ve hastaların manuel taşınması gibi faaliyetleri kapsar.

AGY- KTT ‘nin diğer AGY’lerden farkı:

- Eğer yük de değiştirilirse, gerekli kuvvet seviyesine bağlı olarak AGY-TVK ve/veya AGY-MEİ dikkate alınmalıdır.
- Eğer yük daha uzun mesafelerde (> 10 m) veya zor yürüme koşullarında (örn. Toprak, miller, merdivenler, tırmanma, basamaklar, çıkışlar/inişler > 10°) taşınırsa AGY-VH dikkate alınmalıdır.
- Eğer yük bir veya iki omuzda (sırt çantaları dahil) taşınırsa AGY-VH dikkate alınmalıdır.
- Taşınan malları değiştirmeden/işlemeden veya yükleri yakalamadan/atmadan pense veya kürek gibi ekipman kullanarak yüklerin kaldırılması, tutulması ve

taşınması, gereken kuvvet seviyesine bağlı olarak AGY-MEİ veya AGY-TVK atanmalıdır.

- Yer değiştirme, tutma veya taşıma işlemlerinin neden olduğu fiziksel iş yükünü kaydetmeye yarar. El ile tutulan veya vücuda tutturulan makineler, aletler ve karşılaştırılabilir iş ekipmanı ile birlikte alt aktiviteler AGY-MEİ veya AGY-TVK kullanılarak kuvvet seviyesine bağlı olarak değerlendirilir.
- Bu AGY’de tarif edilen ve hastaları nakletme gibi manuel kaldırma, tutma ve/veya taşıma tanımlarının ötesine geçen bakım faaliyetleri AGY-TVK kullanılarak değerlendirilmelidir (BAuA, 2020).

AGY-KTT yönteminden risk skoru 4 adımda gerçekleştirilir. AGY-KTT risk skoru ve buna bağlı olarak fiziksel yük olasılığı ve olası sağlık sonuçları ile ilgili hesaplama için aşağıdaki belirtilen adımlar takip edilir:

1. Zaman ağırlık noktalarının belirlenmesi
2. Temel göstergeler (etkin yükün ağırlığı, yükün taşıma koşulları, yükün bedenin konumuna göre belirlenmiş konumunun ağırlığı ve çalışma ortam şartlarının (olumsuz çalışma şartları) aldığı değerler, çalışma organizasyonu puanları)
3. Ağırlık puanlarının toplamı ile zaman ağırlık skorunun çarpılarak risk skorunun elde edilmesi
4. Hesaplanan risk skoruna göre fiziksel yüklenme olasılığı ve sağlık sonuçları değerlendirmesi ve önerilen önlemler değerlendirilir (Sarıkaya, 2014).

1. Adım: Zaman ağırlık noktalarını belirlenmesi

Zaman ağırlıklandırması, kaldırma, tutma ve taşıma işlemleri için işlem sayısına (tekrar sayısı) bağlı olarak tablo kullanılarak belirlenir. Belirtilen zaman ağırlıkları Tablo 8’deki işlem sayısına tam olarak karşılık gelmektedir. Zaman ağırlığının belirlenmesinde kaldırma, tutma ve taşıma işlemlerinde alt faaliyet ve gün başına yapılan işlem sayısına bağlı olarak tablodan ağırlık puanı belirlenir. Örneğin, çalışma sırasında çalışanın alt faaliyeti yürütürken 150 defaya kadar yapılan işlem sayısı Tablo 8’de gösterildiği şekilde zaman ağırlık değeri 3 olarak tablodan seçilir.

Tablo 8 Zaman ağırlığı belirleme tablosu - AGY – KTT

1.Adım: Zaman derecelendirme puanının belirlenmesi													
Frekans [Alt-faaliyet ve çalışma günü başına ... defaya kadar]:	5	20	50	100	150	220	300	500	750	1000	1500	2000	2500
Zaman puanlaması:	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe’ye çevirilmiştir.

2. Adım: Temel gösterge zaman ağırlıklarının hesaplanması

Etkin yükün ağırlığı, yükün taşınma koşulları, yükün bedenine konumuna göre belirlenmiş konumunun ağırlığı, olumsuz çalışma koşulları ve çalışma organizasyonu koşulları tespit edilmelidir. Etkin yük ağırlığı tespit edilirken cinsiyet önemlidir. Cinsiyete göre etkin yük ağırlığı puanlaması farklılık göstermektedir ve ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Etkin yük çalışanın gerçekten uygulamak zorunda olduğu fiziksel iş yükünü ifade eder. Yük her zaman nesnenin ağırlığına eşit değildir. Bir kutu yana yatırıldığında, ağırlığının sadece %50 kadarı etki etmektedir. Bu nedenle etkin yük, çalışanın kuvvet harcadığı yük olarak belirlenmelidir. Çalışma sırasında aynı ağırlıktaki yükler kaldırılmıyor ise, kaldırılan yüklerin ortalama değeri alınmalıdır. Tablo 9'da etkin yük aralıkları için kadın ve erkek ayrı ayrı tablodan ağırlık puanı belirlenmektedir (BAuA, 2020).

Tablo 9 Etkin yük ağırlığı puanının kadın ve erkek yük için hesaplama tablosu -AGY-KTT

2.Adım: Diğer göstergelerin zaman puanının belirlenmesi		
Etkin yük ağırlığı ¹⁾	Erkek için yük derecelendirme puanı	Kadın için yük derecelendirme puanı
3 kg, 5 kg'a kadar	4	6
>5 kg, 10 kg'a kadar	6	9
>10 kg, 15 kg'a kadar	8	12
>15 kg, 20 kg'a kadar	11	25
>20 kg, 25 kg'a kadar	15	75
>25 kg, 30 kg'a kadar	25	85
>30 kg, 35 kg'a kadar	35	100
>35 kg, 40 kg'a kadar	75	
> 40 kg	100	

¹⁾ "Etkin yük ağırlığı" çalışanın gerçekten uygulamak zorunda olduğu fiziksel iş yükünü ifade eder. Bir karton kutuyu eğerken, yük ağırlığının sadece yaklaşık % 50'si bir etkiye sahiptir ve bir yükü iki kişi taşıırken, yük ağırlığının yaklaşık % 60'ı kişi başına bir etkiye sahiptir (yük kontrolü ve koordinasyonu ile ilgili artan gereksinimler durumunda, % 50'den fazla olduğu varsayılmaktadır).

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

Yükü taşıma koşulları, ağırlık puanına karar verebilmek için, çalışma esnasında çalışanın çalışma esnasında kaldıracağı yükün tek el veya çift elle taşınması, yük merkezinin dengesiz veya asimetrik taşınması gibi faktörler dikkate alınmaktadır. Tablo 10 'da ağırlık puanı belirlenmektedir.





















Tablo 10 Yük taşıma koşulları ağırlık puanı hesaplama tablosu-AGY-KTT

Yük elleçleme koşulları	Ağırlık puanı
Yük iki elle ve simetrik elleçlenir	0
Yük geçici olarak tek elle ve / veya asimetrik olarak elleçlenir, iki el arasında eşit olmayan yük dağılımı vardır.	2
Yük baskın bir elle taşınır veya yükün merkezi dengesizdir.	4

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

Yükün bedenine göre konumuna göre belirlenmiş konumunun ağırlığını hesaplamak için, yükün bedene göre konumu, gövdeden uzak yahut gövdeye yakın olması yükü alma esnasında eğilmesi yahut uzanması gibi hareketler önem arz etmektedir. Uygulama şartlarında işin yapıldığı ortam önemli olup; zemin, ışıklandırma, tavan yüksekliği, yükün ağırlık merkezinin değişkenliği gibi durumlar etkili olmaktadır.. Eğer işin gereği farklı duruşlar gözlemlenirse değerlendiren elle taşıma işlemi için duruş puanlarından elde edilecek ortalama bir değer dikkate alınmalıdır. Vücut duruşu ağırlık puanı Tablo 11’de gösterilen piktogramlardan tahmin edilerek ağırlık puanı belirlenir. Tabloda gösterilen piktogramlara göre, hareket her iki yönde de gerçekleşebilir, yani gösterilen piktogramlar yük taşıma işleminin hem başlamasını hemde bitişini temsil edebilir. Değerlendirilen çalışma alanında, çalışanın gövdenin büküm/yanal eğimi, vücuttan uzaktaki yük pozisyonu/yükü kavraması, ellerin omuz seviyesi üzerinde kaldırılarak çalışılması ve omuz seviyesinin üzerinde kavrama yapması gibi çalışma duruşları ek puanlama olarak dikkate alınmalıdır. Ek puanların toplamı 6 puanla sınırlıdır. Birkaç ek koşul geçerli olsa bile, maksimum 6 puan kullanılmaktadır. Yükü kaldırırken ve indirirken tipik gövde duruşları özellikle dikkate alınmalıdır. Örneğin, bir yükün yerini değiştirirken oturma pozisyonunda gerçekleştirilirse, Tablodan seçilecek olan piktogramlar buna göre seçilir. Yükleri oturma pozisyonunda tutarken daha yüksek yük ağırlığından kaçınılmalıdır (BAuA, 2020).


Tablo 11 Vücut duruş pozisyonlarına göre ağırlık puanı hesaplama tablosu-AGY-KTT

Başlangıç / Bitiş	Bitiş / Başlangıç	Derecelendirme puanı	Başlangıç / Bitiş	Bitiş / Başlangıç	Derecelendirme puanı	Ek puanlar (en çok 6 puan) Sadece uygulanabilir olduğunda geçerlidir		
		0			10 ³⁾	Ara sıra gövdenin bükülmesi ve/veya yana eğilmesi tespit ediliyorsa	+1	
						Sık sık / Sürekli gövdenin bükülmesi ve/veya yana eğilmesi tespit ediliyorsa	+3	
		3			13 ³⁾	Yükün merkezi ve/veya eller vücuttan ara sıra uzak bir pozisyonda	+1	
						Yükün merkezi ve/veya eller vücuttan sık sık / sürekli uzak bir pozisyonda	+3 ³⁾	
		5			15 ³⁾	Kollar ara sıra kaldırılır, eller dirsek ve omuz seviyesi arasında	+0,5	
						Kollar sık sık / sürekli olarak kaldırılır, eller dirsek ve omuz seviyesi arasında	+1	
		7			18 ³⁾	Eller ara sıra omuz yüksekliğinin üstünde	+1	
						Eller sık sık / sürekli omuz yüksekliğinin üstünde	+2 ³⁾	
		9 ³⁾			20 ³⁾	Vücut duruş derece puanı	+	Ek puanlar
							=	Toplam
						(en çok 6 puan)		

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevirilmiştir.

Olumsuz çalışma koşulları ile ilgili puanlara karar verebilmek için çoğu zaman baskın olan çalışma şartları dikkate alınmaktadır. Belirli bir güvenlik önlemi bulunmayan ara sıra rahatsız eden durumlar dikkate alınmayacaktır. Olumsuz çalışma koşullarında kriter olarak, malzemelerin kaldırılması, taşınması ve tutulması sırasından el/kol konumu ve hareketleri, yüke aktarılan kuvvetin aktarım şekli ve uygulama şekli, olumsuz çalışma koşullarının etkisi, örneğin çalışma ortamının olumsuz hava koşulları, aşırı sıcak veya soğuk oluşu gibi fiziksel etkenlerden kaynaklı fiziksel iş yükleri, yükün konumu, çalışanın giydiği iş kıyafeti (giysisi), çalışanın yükü tutmadan veya taşımadan kaynaklı zorluklar, çalışma ortamındaki iş organizasyonunun kriterlerinin fiziksel iş yüküne değişmesinin etkisi gibi kriterler Tablo 12’de gösterilen ağırlık puanları dikkate alınarak belirlenmektedir. Tablodaki kriterleri değerlendiren, alt faaliyeti değerlendirirken yalnızca uygun kriter varsa göz önünde bulundurur. Örneğin, kuvvet aktarımı veya uygulaması ile ilgili bir durum söz konusu değilse, ağırlık puanına dahil edilmez. Tablolarda belirtilmeyen göstergeler buna göre dikkate alınmalıdır (BAuA, 2020).

Tablo 12 Olumsuz çalışma koşulları ve çalışma organizasyonu ağırlık puanı hesaplama tablosu-AGY-KTT

Olumsuz çalışma koşulları (yalnızca uygun olan yerlerde belirtin) Tablolarda belirtilmeyen göstergeler buna göre dikkate alınmalıdır. Nadir sapmalar göz ardı edilebilir.		İliinti derecelendirme puanları	Σ İDP
El / kol konumu ve hareketi: 	Ara sıra hareket aralıklarının sınırında	1	
	Sık sık /sürekli hareket aralıklarının sınırında	2	
Kuvvet aktarımı / uygulaması kısıtlı: kavraması zor yükler / daha fazla tutma kuvveti gerekli / şekilsiz kavrama / iş eldivenli		1	
Kuvvet aktarımı / uygulaması oldukça engellenmiş: kavraması zor mümkün olan yükler / kaygan, yumuşak, keskin kenarlar / olmayan/uygun olmayan tutamaklar / iş eldivenli		2	
Olumsuz ortam koşulları: olumsuz hava koşulları ve/veya soğuk, sıcak, nem, cereyan gibi fiziksel etkenlerden kaynaklı fiziksel yükler		1	
Kısıtlanmış konumsal koşullar: 1.5 m ² ’den daha az çalışma alanı, zemin orta derecede kirli ve hafif pürüzlü, 5°’ye kadar hafif eğim, biraz sınırlı stabilite, yük yerine yerleştirilmeli		1	
Elverişsiz konumsal koşullar: önemli ölçüde kısıtlanmış hareket özgürlüğü veya hareket için alan yeterince yüksek değil, sınırlı alanlarda çalışma, zemin çok kirli, düzensiz veya kabaca döşenmiş taş zemin, basamaklar / çukurlar, 5-10° arası daha çok eğim, kısıtlı stabilite, yük olarak yerine yerleştirilmeli		2 ⁴⁾	
Giysiler: Giysilerin veya ekipmanın olumsuz etkisine bağlı olarak ek fiziksel iş yükü (örn. Ağır yağmur ceketleri giyme, tüm vücut koruma giysileri, solunum koruyucu ekipman, alet kemerleri veya benzerini giyme)		1	
Tutma / taşımadan kaynaklı zorluklar: Yük >5 ila 10 saniye arasında tutulmalı veya >2 m ila 5 m arasındaki bir mesafe boyunca taşınmalı		2	
Tutma / taşıma nedeniyle önemli zorluklar : Yük 10 saniyeden fazla tutulmalı veya 5 m. den fazla taşınmalı		0	
Hiçbiri : Olumsuz çalışma koşulları bulunmamaktadır		0	
⁴⁾ Lütfen dikkat: Yükleri taşıran olumsuz mekansal koşullar varsa veya yükün 10 m den fazla mesafelerde taşınması gerekiyorsa, bu alt faaliyet AGY-VH kullanılarak değerlendirilmelidir !			
İş organizasyonu / zaman dağılımı			Ağırlık puanı
İyi : diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle iş yükü durumunun sık sık değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun olmaması			0
Kısıtlı: diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle fiziksel iş yükü durumunun nadiren değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun nadiren olması			2
Olumsuz: diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle fiziksel iş yükü durumu hiç/çok nadir değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun sık sık ve ardışık yüksek piklerle olması			4


Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe’ye çevrilmiştir.

Renkli ölçeklendirmede;

- Fiziksel yüklenme olasılığı düşük (yeşil),
- Düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimali mevcut olduğu (yeşilimsi sarı)
- Fiziksel yüklenmenin çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiyesi gerektiğinin ve normal çalışan grubu içerisinde fiziksel yüklenme ihtimali mevcut olduğu (sarı)
- Fiziksel yüklenmenin işyeri tasarımını değiştirmeyi gerektirecek derecede yoğun olduğu durumlar (kırmızı) ile gösterilmektedir (Sarıkaya, 2014).

Hesaplanan risk skorunu değerlendirirken, düşük dirençli çalışma grubu olarak bahsedilen kesim 40 yaşından büyük ya da 21 yaşından küçük çalışanlar ile herhangi bir hastalık geçiren ya da işe yeni başlayan çalışanlardır (Sarıkaya, 2014).

Tablo 14 Hesaplanan risk skoru değerlendirme tablosu-AGY-KTT

Hesaplanan risk skoru ve aşağıda verilen tablo temelinde değerlendirme yapmak mümkündür.					
Risk	Risk skoru	Yükün şiddeti ^{*)}	a) Fiziksel yüklenme olasılığı b) Olası sağlık sonuçları	Önlemler	
	1	< 20 puan	düşük	a) Fiziksel yüklenme olasılığı düşüktür. b) Sağlık riski beklenmez.	Gerek yok
	2	20 - < 50 puan	hafif artış	a) Düşük dirençli çalışan grup için fiziksel yüklenme ihtimali mevcut. b) Yorgunluk, boş zamanlarında telafi edilebilen düşük dereceli uyum problemleri	Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri yardımcı olabilir
	3	50 - < 100 puan	önemli artış	a) Normal çalışan grup içinde fiziksel yüklenme ihtimali mevcut. b) Muhtemelen işlev bozuklukları dahil olmak üzere, çoğu durumda morfolojik belirtiler olmadan geri dönüşlü olan bozukluklar (ağrı)	Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.
	4	≥ 100 puan	yüksek	a) Fiziksel yüklenme mevcut. b) Daha belirgin bozukluklar ve / veya işlev bozuklukları, patolojik önemi olan yapısal hasar.	Çalışma ortamının tekrar tasarlanması gerekmektedir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

^{*) Risk skoru aralığındaki sınırlar, bireysel çalışma teknikleri ve performans koşulları nedeniyle değişkendir. Bu nedenle sınıflandırma yalnızca bir yönlendirme yardımcısı olarak görülebilir. Temel olarak, risk skorları yükseldikçe fiziksel yüklenme olasılığının artacağı varsayılmalıdır.}

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAUA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

4.1.2. Anahtar Gösterge Yöntemi – Çekme ve İtme (AGY-Çİ)

AGY-Çİ yöntemi, yönlendirme amacıyla nakliye cihazları/üst konveyörler/ tek kirişli üst vinçler üzerindeki yüklerin itilmesi ve çekilmesi ile ilgili çalışma koşullarının değerlendirilmesine hizmet eder. Zaman gösterme noktalarını belirlerken ve temel göstergeler (taşıma cihazının tipi/yük ağırlığı, araba yolu koşulları, çalışma koşulları, taşıma cihazının özellikleri ve durumu ve vücut duruşu) kriterleri için derecelendirme puanları belirlenir. İş günü başına itme ve çekme de dahil olmak üzere birkaç farklı alt faaliyet varsa, bunlar uygun yerlerde ayrı olarak kaydedilmeli ve değerlendirilmelidir. Fiziksel aşırı yüklenme olasılığı, ancak bir iş günü boyunca

meydana gelen tüm fiziksel iş yükleri değerlendirilirse değerlendirilebilir (Jürgens, Mohr, Pangert, Pernack, Schultz, & Steinberg, 2002).

AGY-Çİ yönetiminin kapsamı:

- Bu AGY kas gücü ile taşıma araçları, baş üstü kanveyörleri, gezer vinç hareket ettirmekten kaynaklanan fiziksel iş yüklerini kaydetmek ve değerlendirmek için kullanılır.
- Taşıma araçları sadece kas gücü ile tüm yönlere serbest bir şekilde hareket ettirilen tek tekerli el arabası, tek dingilli el arabası, 3-6 tekerli tekerlekli sandalye veya yük arabasını içerebilir.
- Malzeme işleme için ek kuvvet gerekmezse AGY-Çİ manuel olarak hareket ettirilen iş ekipmanları içinde kullanılabilir. (Örneğin mezura, yer işaretleme aracı)

Örneğin, mekanik taşıma araçları ile malzeme aktarma, taşıma, çekme gibi faaliyetler, atık kutusu taşıma, el arabası ile yük taşıma, baş üzeri gezer vinçle malzeme itme ve çekme işlemler verilebilir. Çalışma sahasında kullanılan mekanik itme ve çekme araçları, baş üstü konveyörleri, yükün tek bir yönde taşıma araçları ile hareket ettirildiği monoray sistemlerdir. Gezer vinçler yükün tüm yönlere hareket ettirildiği tek kirişli vinçlerdir (BAuA, 2020).

AGY-KTT 'nin diğer AGY'lerden farkı:

- Eğer yük ekipmanı kullanmadan hareket ettirilirse (Örneğin, zemin üzerinde sürüklenme) AGY-TVK göz önünde bulundurulmalıdır.
- Eğer yük mekanik kumanda ile donatılmış taşıma araçları ile hareket ettirilirse (örneğin, yaya tarafından yönlendirilen araçlar, merdiven tırmanabilen araç) AGY-VH ve AGY-TVK ayrıca göz önünde bulundurulabilirsiniz.
- Büyük hareket içermeyen kaldırma desteği hareket ettirildiğinde (kolon vinçi gibi ekipman ile) TVK göz önünde bulundurulmalıdır.

AGY-Çİ yönteminden risk skoru 4 adımda gerçekleştirilir. AGY-Çİ risk skoru ve buna bağlı olarak fiziksel yük olasılığı ve olası sağlık sonuçları ile ilgili hesaplama için aşağıdaki belirtilen adımlar takip edilir:

1. Zaman ağırlık noktalarının belirlenmesi
2. Temel göstergeler (taşıma ekipmanı dahil hareket ettirilen kütlenin ağırlığı, sürüş yolu koşulları, olumsuz çalışma koşulları, taşıma ekipmanı/baş üzeri konveyör/gezer vinç ekipmanlarının olumsuz özellikleri, vücut duruşu ve çalışma organizasyonu aldığı ağırlık puan değerleri)

3. Ağırlık puanlarının toplamı ile zaman ağırlık skorunun çarpılarak risk skorunun elde edilmesi
4. Hesaplanan risk skoruna göre fiziksel yüklenme olasılığı ve sağlık sonuçları değerlendirmesi ve önerilen önlemler değerlendirilir (BAuA, 2020).

1. Adım: Zaman ağırlık noktalarını belirlenmesi

Zaman ağırlığında, yapılan itme/çekme faaliyetinin mesafe ve süresi göz önünde bulundurularak Tablo 15' den zaman ağırlık puanı belirlenir. Temel olarak faaliyetteki yüklü ve boş olan taşıma cihazı ile kapsanan iş günü başına tüm mesafe ve toplam süre dikkate alınır. Yükleri iterken veya çekerken yaklaşık 0,7 m/s (2,5 km/sa) yüreme hızı varsayılır.

Tablo 15 Zaman ağırlığı belirleme tablosu - AGY – Çİ

1.Adım: Zaman puanının belirlenmesi (Mesafe, İtme - Çekme'nin süresi)													
Mesafe ¹⁾metreye kadar ²⁾	40	200	400	800	1200	1800	2500	4200	6300	8400	11000	15000	20000
Süre ¹⁾dakikaya kadar ²⁾	≤1	≤5	≤10	≤20	≤30	≤45	≤60	≤100	≤150	≤210	≤270	≤360	≤480
Zaman puanlaması	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

2. Adım: Temel göstergeler (taşıma ekipmanı dahil hareket ettirilen kütlelerin ağırlığı, sürüş yolu koşulları, olumsuz çalışma koşulları, taşıma ekipmanı/baş üzeri konveyör/gezer vinç ekipmanlarının olumsuz özellikleri, vücut duruşu ve çalışma organizasyonu aldığı ağırlık puan değerleri)

Tablo 16 Taşıma ekipmanı dahil hareket ettirilen kütlelerin ağırlık puanı hesaplama tablosu-AGY-Çİ

Taşıma ekipmanı dahil hareket ettirilen kütlelerin ağırlığı [kg]	Taşıma ekipmanı								baş üstü konveyör	Gezer vinç
	Endüstriyel araç,yardımcı ekipman									
	El arabaları ^{3,4)}				Sadece döner tekerlekli					
	Sabit tekerlekli veya kilitlenebilir döner tekerlekli				Yaya kontrollü					
50 kg'a kadar	3	2	2.5	2.5	3	1	1	1	1	2
> 50, 100 kg'a kadar	5	3	4	3	4	1	1	1	1	2.5
> 100, 200 kg'a kadar	10	6	7	4	6	2	1.5	1.5	1.5	3.5
> 200, 300 kg'a kadar	50	12	50	5	8	3	2	2	2	4.5
> 300, 400 kg'a kadar	100	50	100	7	12	4	3	2.5	2.5	6
> 400, 600 kg'a kadar				12	50	6	5	4	4	10
> 600, 800 kg'a kadar				50	100	10	8	7	7	15
> 800, 1000 kg'a kadar	100	100	100	100	100	15	12	10	10	50
> 1000, 1300 kg'a kadar						50	50	50	20	100
> 1300 kg						100	100	100	50	

³⁾ İtme kuvvetine ek olarak, yük derecelendirme noktaları kaldırma, yatırma, dengeleme ve indirme kuvvetlerini de dikkate alır.

⁴⁾ Destek tekerleği, merdiven çıkma arabaları ve diğer özel tasarımları olan el arabaları AGY-Çİ kullanılarak ayırt edilemez.

⁵⁾ Hava koşullarına maruz kalabilecek basit tekerlek yataklarına sahip açık alanlardaki atık konteynirler.

Gri alanlar: Bu yük ağırlıklardan güvenilir bir şekilde hareket ettirilemez.



Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

Taşıma ekipmanı dahil hareket ettirilen kütlenin ağırlık puanı belirlenirken Tablo 16’da belirtilen değerler referans alınmak sureti ile hareket ettirilecek kütle (taşıma araçlarının ağırlığı artı yük) ve taşıma araçlarının yapısı (el arabaları, endüstriyel araç, yardımcı taşıma ekipmanı) göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Eğer tek bir faaliyette farklı yükler için işlem gerçekleştiriliyorsa ortalama bir değer dikkate alınmalıdır. Yardımcı araç durumunda, zaman ağırlığının hesaplanmasının ardından işin yapılması esnasında yapılan çekme ve itme işleminin ağırlığına göre yardımcı araç değeri bulunmaktadır. Çekme ve itme işleminde kullanılan taşıma ekipmanları, baş üzeri konvoyör ve gezer vinç kullanımına göre ağırlık puanı değişmektedir.

İtme kuvvetine ek olarak, yük derecelendirme noktaları kaldırma, yükü yatırma, yükü dengeleme ve yükü indirme kuvvetleri de dikkate alınır. Tabloda gösterilen gri alanlar yük ağırlığının güvenilir bir şekilde hareket ettirilemeyeceği anlamına gelmektedir.

Sürüş yolu koşulları, ağırlık puanına karar verebilmek için Tablo 17’de belirtilen kriterler dikkate alınır. Mekanik araçları çekme ve itme sırasında sürüş yolunun özelliklerine (düz, kuru, eğim gibi faktörler) ve sürüş yolundaki yükselti farkları, topraklı veya asfalt yol gibi özelliklere göre ağırlık puanı hesaplanır (BAuA, 2020).

Tablo 17 Sürüş yolu koşulları ağırlık puanı tablosu-AGY-Çİ

Sürüş yolu koşulları	Ağırlık puanı		
			Vagonlar
Sürüş yolu tamamen düz,sağlam, kuru, eğimsiz	0	0	0
Sürüş yolu genellikle pürüzsüz ve düz, küçük hasarlı noktalar / arızalar, eğimsiz	0	0	1
Arnavut kaldırımlar, beton, asfalt,hafif eğim ⁶ , kaldırım kenarı	0	1	2
Arnavut kaldırımı karışımı,sert toprak,hafif eğim ⁶ , küçük kenarlar / eşikler	1	2	3
Toprak veya Arnavut kaldırımı karışımı,çukurlar,aşırı kirlenme, hafif eğimler, inişler, eşikler	3	5	6
Önemli eğim ve basamak olması durumunda	2 ila 4 ° arasında eğimler (4 ila% 8 arasında)	5	Ağırlık puanına ilave puan Toplam
	5 ila 10 ° arasında eğim (9 ila % 18)	10	
	Basamaklar ⁷ , eğimler > 10° (18%)	25	
⁶⁾ Hafif eğim: 2°'ye kadar (4%) ⁷⁾ yalnızca merdiven tırmanma arabalarını kullanmak için			

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

Olumsuz çalışma koşulları kriterleri, mekanik ekipman ile çekme ve itme işlemi sırasında çok fazla viraj, manevra, ekipmanın zemine uyumu, frenli/frensiz sık duruşlar, arttırılmış hareket hızı gibi kriterler dikkate alınarak ağırlık puanı hesaplanmaktadır. Olumsuz çalışma koşulları ağırlık puanlarının toplamı için maksimum 4 puan kullanılmalıdır. Arttırılmış hareket hızı yaklaşık olarak 1,0 ila 1,3 m/s dir. Tablo 18’ de ağırlık puana göre hesaplanır.

Tablo 18 Olumsuz çalışma koşulları ağırlık puanı tablosu-AGY-Çİ

Olumsuz çalışma koşulları (yalnızca uygun olan yerlerde belirtin)	Ara / Orta ağırlık puanı İDP	Toplam İDP (maks. 4)
Taşıma ekipmanı zemine battığından veya sıkıştığı için düzenli olarak önemli ölçüde artan başlangıç kuvveti gerekmektedir.	3	
Frenli / Frensiz sık duruş	3 / 1	
Bir çok yön değişikliği veya viraj, sık manevra	3	
Yük tam olarak konumlandırılmı ve durdurulmalı, araba yoluna tam olarak uyumludur.	1	
Arttırılmış hareket hızı (yaklaşık. 1.0 ila 1.3 m/s)	2	
Hiç biri : Olumsuz çalışma koşulları bulunmamaktadır	0	

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

Hareket hızı, yardımcı araç değeri hesaplanmasının ardından çekme ve itme işinin saniyedeki metre cinsinden hız değerine ve durma noktasındaki konumun önemine göre, rotanın belirlenmiş olup olmamasına, yön değiştirme veya durmayı sağlayan duruma göre olumsuz çalışma koşulları puanı hesaplanmaktadır. Tablodaki kriterleri değerlendiren, alt faaliyeti değerlendirirken yalnızca uygun kriter varsa göz önünde bulundurulur. Örneğin, frenli/frensiz sık duruş kriteri ile ilgili bir durum söz konusu değilse, ağırlık puanına dahil edilmez. Tablolarda belirtilmeyen göstergeler buna göre dikkate alınmalıdır.

Taşıma ekipmanı, baş üzeri konveyör, gezer vinç ekipmanlarının olumsuz özellikleri ağırlık puanına karar verebilmek için Tablo 19'da gösterilen kriterlere göre ağırlık puanı hesaplanır ve maksimum toplam ağırlık puanı 4 puan kullanılmalıdır. Değerlendirme esnasında değerlendirilen ekipmanı incelemek için ekipman ile ilgili teknik destek alınmasında fayda vardır. Mekanik ekipmanların tutamaklarının, tekerlerinin incelemesi ve gözlem yapılması gerekmektedir (BAuA, 2020).




Tablo 19 Taşıma ekipmanı olumsuz özellikleri ağırlık puanı tablosu-AGY-Çİ

Taşıma ekipmanı/başüstü konvoyör/gezer vinç ekipmanlarının olumsuz özellikleri	Ara / Orta ağırlık puanı İDP	Toplam İDP (maks. 4)
Kuvvet uygulamak için uygun tutamak veya yapı parçası yok	2	
> 2 ° (>% 3) eğimlerde sürüş sırasında fren yok	3	
Ayarlanmamış tekerlekler (örn. Yumuşak veya düz olmayan zeminlerde çok küçük)	2	
Arıza tekerlekler (aşınmış, sürtünmüş, sert, hava basıncı çok düşük)	2	
Hiçbiri: Taşıma ekipmanlarında olumsuz özellik bulunmamaktadır	0	

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

Vücut duruşu/vücut hareketleri, beden duruşu ve uygulama koşulları, Tablo 20'de gösterildiği üzere çekme ve itme işlemi yapan çalışanın beden duruşuna göre beden duruşu değeri hesaplanır. Çekme ve itme ile yapılan işin zeminle arasındaki sürtünme durumu, kuvvetin mekanik araca uygulama yüksekliği, görüş mesafesi, bacakların hareket kabiliyeti (bacaklar için engel olup olmaması) gibi özelliklere bakılarak uygulama şartları değeri bulunmaktadır.

Tablo 20 Vücut duruşu/vücut hareketi ağırlık puanı tablosu-AGY-Çİ

Vücut duruşu / vücut hareketi ^{a)}	Ağırlık puanı	
	<ul style="list-style-type: none"> Gövde dik veya hafifçe öne eğik, bükülme yok Kuvvet uygulama yüksekliği serbestçe seçilebilir Bacaklar için engel yok 	3
	<ul style="list-style-type: none"> Gövde hafifçe öne eğilmiş ya da hafifçe bükülmüş durumda (tek taraflı çekme) 0,9 - 1,2 m arasında değişen sabit kuvvet uygulama yüksekliği Bacaklar için hafif bir engel veya engel yok Ağırlıklı olarak çekerek 	5
 <p>Kuvvetin yönü →</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aşağıdaki nedenlerden kaynaklı vücut duruşları; <ul style="list-style-type: none"> Sabit kuvvet uygulama yüksekliği < 0.9 veya > 1.2 m Bir taraftan yanal kuvvet uygulaması Önemli ölçüde engellenmiş görüş mesafesi Bacaklar için önemli engel Sık / sabit bükülme ve / veya gövde yanal eğilme 	8

^{a)} Karakteristik duruşlar dikkate alınmalıdır. Gövde, çalışma, frenleme ve manevra yaparken daha fazla eğimli ise, bu olumsuz çalışma koşulları altında dikkate alınır.

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevirilmiştir.

Çalışma ortamındaki iş organizasyonunun kriterlerinin fiziksel iş yüküne değişmesinin etkisi gibi kriterler Tablo 21'de gösterilen ağırlık puanları dikkate alınarak belirlenmektedir.

Tablo 21 Çalışma organizasyonu ağırlık puanı tablosu-AGY-Çİ

İş organizasyonu / zaman dağılımı	Ağırlık puanı
İyi : diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle iş yükü durumunun sık sık değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun olmaması	0
Kısıtlı : diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle fiziksel iş yükü durumunun nadiren değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun nadiren olması	2
Olumsuz : diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle fiziksel iş yükü durumu hiç/çok nadir değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun sık sık ve ardışık yüksek piklerle olması	4

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevirilmiştir.

3. Adım: Temel gösterge ağırlık puanları toplamı ile zaman ağırlık puanının çarpılması

Her bir faaliyetle ilişkili risk puanı anahtar gösterge puanları toplamı ve bu toplamın zaman ağırlık puanı ile çarpılması ile elde edilir. Bu risk skoru, faaliyet ile ilgili bir risk skor aralığı belirlenir ve bu risk skoruna bağlı olarak fiziksel yüklenme olasılığı ve sağlık için olası sonuçlar ile bunun sonucunda ortaya çıkan önlem ihtiyacı belirlenir. Eğer faaliyet bir kadın çalışan tarafından gerçekleştiriliyorsa risk skoru faktörü 1,3 faktörü ile çarpılmalıdır. Bu durum kadınların ortalama olarak erkeklerin fiziksel kapasitelerinin yaklaşık üç te iki oranında olduğu gerçeğini dikkate alan bir yaklaşımdır. Değerlendirilen faaliyet, çekme ve itme işlemi birlikte yürütülüyorsa risk skoru faktörü 0,7 ile çarpılır. AGY-Çİ yöntemi ile hesaplan iş yükünün vücut etki bölgesi omuz, alt sırt ve kardiyovasküler sistemi ile ilişkilendirilmektedir. Sonuç olarak, tüm bulunan değerler Tablo 22'de bulunan tabloya yerleştirilmelidir (BAuA, 2020).

4. Adım: Hesaplanan risk skoruna göre fiziksel yüklenme olasılığı ve sağlık sonuçları değerlendirilmesi ve önerilen önlemlerin değerlendirilmesi

Tablo 22 Risk skoru belirleme tablosu-AGY-Çİ

3.Adım: Değerlendirme			
		Kütle / Taşıma ekipmanı puanı	
		Sürüş yolu koşulları puanı	+
		Olumsuz çalışma koşulları puanı	+
		Taşıma ekipmanının özellikleri puanı	+
		Duruş puanı	+
		Çalışma organizasyonu puanı	+
			Kadın çalışanlar için
Zaman puanı	x	Toplam gösterge ağırlık puanı	=
			x 1.3 = Risk Skoru
		Birlikte itme - çekme	x 0.7

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAUA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevirilmiştir.

Değerlendirmenin temeli sağlıkla ilgili oluşabilecek hasarın olasılığına dayanmaktadır. Hasar niteliği ve düzeyi açık şekilde tanımlı değildir. Doz modelleri ile kombine biyomekanik ve fizyolojik etki mekanizmaları hesaba alınır. Kas iskelet sisteminde meydana gelen iç gerginlikler büyük oranda uygulanan fiziksel kuvvete bağlı olduğundan dolayı bu şekilde dikkate alınmaktadır. Uygulanacak fiziksel güç; taşıma ekipmanı dahil hareket ettirilen kütlelerin ağırlığı, sürüş yolu koşulları (zemin yüzey dirençleri), olumsuz çalışma koşulları (hızlanma değeri), taşıma ekipmanı/baş üzeri konveyör/gezer vinç ekipmanlarının olumsuz özellikleri ve çalışma organizasyonu ile değerlendirilir. Olumsuz beden duruşları, artan yük süresi ve/veya sıklık iç yükü arttırmaktadır. Yapılan risk değerlendirmesi sonucu belirlenen tahmini risk skorları, acil şekilde tasarım ihtiyacı gerektiren süreçleri ortaya koyar. Risk skorları en yüksek puan ya da puanlara odaklanarak çözüm üretmeye başlanması uygundur. Öncelikle yüksek değerlere sahip risk skor seviyeleri iyileştirilmelidir. Özel durumlar için ;

- Zaman puanlarının yüksek olduğu durumlarda organizasyonel düzenlemeler,
- Taşıma ekipmanı dahil hareket ettirilen kütlelerin ağırlığı yüksek olduğu durumlarda yük ağırlığının azaltılması ya da uygun endüstriyel araçların kullanımı,
- Sürüş yolu koşulları (zemin yüzey dirençleri), olumsuz çalışma koşulları (hızlanma değeri), taşıma ekipmanı/baş üzeri konveyör/gezer vinç ekipmanlarının olumsuz özellikleri puanlarının yüksek olduğu durumlarda tekerlek kılavuzları ve durdurma tamponlarının kullanımı veya çalışma yükünün azaltılması, ekipmanların bakımı ve kontrolünün düzenli yapılması,

- Beden duruş puanlarının yüksek olduğu durumlarda, çalışma ortam tasarımının geliştirilmesi, gibi bir takım düzenlemeler yapılmalıdır (Sarıkaya, 2014).

Risk skoru değeri, Tablo 23’de belirtilen risk değerlendirme tablosuna göre değerlendirilerek hangi risk bölgesinde olduğu tespit edilir. Karşılaştırma neticesinde risk seviyesi ve bu seviyenin sebep olacağı durumlarla risk derecesine karşı alınacak önlemlere karar verilmektedir. Risk skoru aralığındaki sınırlar, bireysel çalışma teknikleri ve performans koşulları nedeniyle değişkindir. Bu nedenle sınıflandırma ergonomik iyileştirmelerde yönlendirmek için yardımcı olur. Temel olarak risk skoru faktörü yükseldikçe fiziksel yüklenme olasılığının artacağı varsayılır. Hesaplanan risk skoru renkli ölçekte değerlendirilmektedir.

Renkli ölçeklendirmede;

- Fiziksel yüklenme olasılığı düşük (yeşil),
- Düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimali mevcut olduğu (yeşilimsi sarı)
- Fiziksel yüklenmenin çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiyesi gerektiğinin ve normal çalışan grubu içerisinde fiziksel yüklenme ihtimali mevcut olduğu (sarı)
- Fiziksel yüklenmenin işyeri tasarımını değiştirmeyi gerektirecek derecede yoğun olduğu durumlar (kırmızı) ile gösterilmektedir (Sarıkaya, 2014).

Tablo 23 Hesaplanan risk skoru değerlendirme tablosu-AGY-Çİ

Hesaplanan risk skoru ve aşağıda verilen tablo temelinde değerlendirme yapmak mümkündür.					
Risk	Risk skoru	Yükün şiddeti	a) Fiziksel yüklenme olasılığı b) Olası sağlık sonuçları	Önlemler	
	1	< 20 puan	düşük	a) Fiziksel yüklenme olasılığı düşüktür. b) Sağlık riski beklenmez.	Gerek yok
	2	20 - < 50 puan	hafif artış	a) Düşük dirençli çalışan grup için fiziksel yüklenme ihtimali mevcut. b) Yorgunluk, boş zamanlarında telafi edilebilen düşük dereceli uyum problemleri	Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri yardımcı olabilir.
	3	50 - < 100 puan	önemli artış	a) Normal çalışan grup içinde fiziksel yüklenme ihtimali mevcut. b) Muhtemelen işlev bozuklukları dahil olmak üzere, çoğu durumda morfolojik belirtiler olmadan geri dönüşlü olan bozukluklar (ağrı)	Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.
	4	≥ 100 puan	yüksek	a) Fiziksel yüklenme mevcut. b) Daha belirgin bozukluklar ve / veya işlev bozuklukları, patolojik önemi olan yapısal hasar.	Çalışma ortamının tekrar tasarlanması gerekmektedir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.
*) Risk skoru aralığındaki sınırlar, bireysel çalışma teknikleri ve performans koşulları nedeniyle değişkindir. Bu nedenle sınıflandırma yalnızca bir yönlendirme yardımcısı olarak görülebilir. Temel olarak, risk skorları yükseldikçe fiziksel yüklenme olasılığının artacağı varsayılmalıdır.					

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAUA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe’ye çevrilmiştir.

4.1.3. Anahtar Gösterge Yöntemi – Manuel Elleçleme İşleri (AGY-MEİ)

Bu yöntem, manuel elleçleme işleri sırasındaki çalışma koşullarının değerlendirilmesinde yardımcı olur. Manuel elleçleme işlemi yürütülürken el-kol-omuz sistemi üzerinde baskın bir yüke sahip faaliyetler dikkate alınır. Manuel elleçleme işleri faaliyetlerinin tipik özellikleri, aynı veya benzer iş veya işlemlerin sık

tekrarlanması, küçük detay isteyen çalışmaları yoğun olduğu (örneğin mikroskop ile çalışma gibi) çalışma gerektiren faaliyetlerdir (Klussmann vd., 2010).

AGY-MEİ yönteminin kapsamı:

- Genelde sabit bir yerde oturarak veya ayakta ellerle ve kollarla gerektiğinde küçük aletler veya makine ile yönlendirilen araçlar kullanarak tekdüze, tekrarlı hareket ve kuvvet ile alakalı fiziksel iş yüklerini
- İş görevleri, çoğunlukla yaklaşık 3 kg kadar ağırlığı olan küçük nesnelere hareket ettirmek veya iş nesnelere işleminden geçirme işlemlerini kapsar.

Örneğin, montaj faaliyetleri (örn. Elektrik tesisatlarının montajı), lehimleme, dikiş, ayıklama, kesme, kasiyer işi, elle kontrol etme, mikroskop ile çalışma, müzik yapma (örn. piano, violin çalma), birleştirme, torna, presleme, kaldırma, tutma, taşıma, paketleme işlemleri manuel elleçleme işleri faaliyetleridir.

AGY-MEİ 'nin diğer AGY'lerden farkı:

- Manuel elleçleme işleri faaliyetleri, 3 kg'dan ağır yüklerin taşınması gerektirecek bir faaliyetse, bunun için AGY-KTT veya AGY-Çİ yöntemleri göz önünde bulundurulur ve değerlendirme bu kriterlere göre yapılır.
- Tüm vücut çalışması ve yüksek fiziksel efor nedeniyle yüksek enerji gereksinimleri olan faaliyetler varsa (örneğin tırmanma, tırmanma, makine montajı) AGY-TVK kullanılır.
- Uzun süreli zorunlu duruşları olan faaliyetler (örneğin diz çökme, eğilme, uzanma) diğer AGY yöntemleri dikkate alınır (BAuA, 2020).

AGY-MEİ yöntemi risk skoru 4 adımda gerçekleştirilir. AGY-MEİ risk skoru ve buna bağlı olarak fiziksel yük olasılığı ve olası sağlık sonuçları ile ilgili hesaplama için aşağıdaki belirtilen adımlar takip edilir:

1. Zaman ağırlık noktalarının belirlenmesi
2. Temel göstergeler (parmak/el bölgesindeki kuvvet uygulama türleri, kuvvet aktarımı/kavrama koşulları, el/kol konumu ve hareketi, olumsuz çalışma koşulları, vücut duruşu veya hareketi, çalışma organizasyonu)
3. Ağırlık puanlarının toplamı ile zaman ağırlık skorunun çarpılarak risk skorunun elde edilmesi
4. Hesaplanan risk skoruna göre fiziksel yüklenme olasılığı ve sağlık sonuçları değerlendirmesi ve önerilen önlemler değerlendirilir.

AGY-MEİ risk değerlendirme sürecinde değerlendirme genellikle eforun türü ve sıklığı, güç iletimi, kavrama durumu ve el-kol konumu bir faaliyet içinde değişir ve Bu durumlarda ortalama değerler oluşturulmalıdır. Bir iş günü içinde farklı özelliklere sahip birkaç faaliyet meydana gelirse, bunlar ayrı olarak değerlendirilmeli ve kayıt altına alınmalıdır. Değerlendirilecek faaliyet hakkında iyi bir bilgi temel bir gerekliliktir. Bu mevcut değilse, herhangi bir değerlendirme yapılamaz. Kaba tahminler veya varsayımlar yanlış sonuçlara yol açabilir (LASI-Veröffentlichung (LV) 57, 2013).

1. Adım: Zaman ağırlık noktalarını belirlenmesi

Zaman ağırlığı puanı Tablo 24 dikkate alınır. Değerlendirilecek faaliyetin iş günü başına toplam süresi dikkate alınmalıdır. Kurulum süreleri, dağıtım süreleri ve diğer işler dikkate alınmaz.

Tablo 24 Zaman ağırlığı belirleme tablosu – AGY-MEİ


1.Adım: Zaman derecelendirme puanının belirlenmesi										
Alt faaliyetin iş günü başına toplam süresi [... saate kadar]	1'e kadar	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zaman puanlaması:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

2. Adım: Temel göstergeler (parmak/el bölgesindeki kuvvet uygulama türleri, kuvvet aktarımı/kavrama koşulları, el/kol konumu ve hareketi, olumsuz çalışma koşulları, vücut duruşu veya hareketi, çalışma organizasyonu)

Eforun ağırlıklandırılması, manuel iş süreçleri farklı işlerin farklı şekilde sıralaması şeklinde yapılan tekrarlı işlerdir. Uzun tutma ve geniş kol hareketleri gibi tekrarlayan el hareketleri mümkündür. Kuvvet uygulama tipi için derecelendirme noktaları hem "tutma" ve "hareket" için ayrı ayrı ve sol ve sağ eller için tabloya göre belirlenir. Kuvvet aktarımı/kavrama koşulları, el/kol konumu ve hareketi, elverişsiz çalışma koşulları, vücut duruşu ve çalışma organizasyonu/zamansal dağılım için analiz yapılır ve ağırlık puanı belirlenir. Tablo 25'de ağırlıklandırma ayrı olarak işaretlenir. İki değerden daha yüksek olanı toplam ağırlık olarak kullanılmalıdır. Hem kuvvet tipi hem de sıklık/süresi dikkate alınır (LASI-Veröffentlichung (LV) 57, 2013).

Tablo 25 Kuvvet uygulama türlerine göre ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ

“Standart bir dakika” içinde parmak / el bölgesindeki kuvvet uygulama tipi		Tutma ¹⁾			Hareket					
		ortalama tutma zamanı [dakikadaki saniye süresi]			ortalama hareket sıklığı [dakikadaki sayı]					
		31-60	16-30	≤ 15	< 5	5-15	16-30	31-60	61-90 ²⁾	
Level	Tanım, örnekler	Ağırlık puanı			Ağırlık puanı					
	düşük	çok düşük / düşük kuvvet (15%'e kadar $F_{max,M}$) örn. Butona basma/değiştirme/ sipariş girme / malzeme yönlendirme / küçük parçaların yerleştirilmesi	5.5	3	1.5	0.5	1	2.5	5	7
		orta kuvvet (30%'e kadar $F_{max,M}$) örn.küçük iş parçalarını elle veya küçük aletlerle kavrama / birleştirme	9	4.5	2.5	0.5	2	4	7.5	11
		yüksek kuvvet (50%'e kadar $F_{max,M}$) örn. tomalama / sarm / paketlenme/kavrama / parçaları tutma veya birleştirme / presleme / kesme / küçük elektrikli el aletleri ile çalışma	14	7	3.5	1	3	6	12	18
		çok yüksek kuvvet (80%'e kadar $F_{max,M}$) örn. Ana kuvvet unsurunu içeren kesme / küçük zmba tabancasıyla çalışma / parçaları veya aletleri hareket ettirme veya tutma	22	11	5.5	1.5	5	10	19	
		Tepe kuvvet³⁾ (80%'den daha fazla $F_{max,M}$) örn. Sıkma civata gevşetme, / ayırma / presleme	100		35	8	30		100	
yüksek	Güçlü vurma²⁾ basparmak , avuç içi ve yumruk ile				8	30				
<p><i>İş çevrimi gözlemlenmeli ve kuvvet kategorileri için derecelendirme noktaları işaretlenmelidir. sol ve sağ eller ayrı ayrı işaretlenmeli, bunlar kuvvet derecelendirme noktasını oluşturur. Toplam puanı hesaplamak için (adım 3), daha yüksek bir değer kullanılmalıdır.</i></p>		Kuvvet uygulama noktaları:			Sol el		Sağ el			
<p><small>1) Tutma iş süresi, değerlendirilmede yalnızca bir kolun en az 4 saniye boyunca statik olarak tutulması durumunda değerlendirilir!</small></p> <p><small>2) Lütfen dikkat: Bu kategorilerden biri seçildiyse, bu alt aktivitenin KIM-BF ile de değerlendirilmesi tavsiye edilir! Bu kuvvetler hiç uygulanmayabilir veya artık güvenilir bir şekilde uygulanmayabilir. Bu özellikle kadınlar için geçerlidir.</small></p> <p><small>3) Daha yüksek frekanslarda, ortaya çıkan risk puanı doğrusal olarak tahmin edilmeli veya E versiyonu (KIM-MHO-E) uygulanmalıdır.</small></p>										

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAUA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

Uygulanan kuvvet türü, gözlem sonrası değerlendirme ve gerekirse çalışanların sorgulanması ile belirlenir. Bireysel eylemlerin süresi/sıklığı, birkaç çalışma döngüsü analiz edilerek kaydedilir. Bir çalışma döngüsünün, bir işleminin gerçekleştiği çevrim olduğu anlaşılmaktadır. Bu çevrim süresi birkaç saniye (örn. Bir makineye parça ekleme) veya birkaç dakika (örneğin bir ürünün komple montajı) olabilir. Hesaplanan değerlerin zamanı ölçerek ile belirlenmesi önemlidir. Deneyimler, 60 saniyeye kadar döngü süreleri için 5 ila 10 döngü analizinin yeterli olduğunu göstermiştir. Daha uzun döngü sürelerinde, 10 ila 15 döngü analiz edilmelidir. Sayılan toplam frekanslar veya ölçülen toplam süreler daha sonra gözlenen dakika sayısına bölünür. Bu, ortalama tutma sürelerini ve ortalama hareket frekanslarını hesaplamak için kullanılır. Karmaşık alt faaliyetler söz konusu olduğunda, bir video oluşturulmasını ve değerlendirmesini önerir. Hangi kuvvetler ortaya çıkar, hangileri birlikte gruplandırılabilir, video incelenerek değerlendirilir. Ardından, çeşitli yüklerin frekansları ve tutma süreleri hesaplanmalıdır. Elimizle aynı anda yükü yada malzemeyi tutarken ve yükü yada malzemeyi hareket ettiren, ağırlıklı olarak dinamik işlemlerde hareket frekansı dikkate alınmalıdır. Daha statik işlemlerde (birkaç hareketle durma), tutma süresi dikkate alınmalıdır. Sağ elini kullanan ve sol elini kullanan insanlar arasında bir ayrım yapılmaz, çünkü kişi değil aktivite değerlendirilir. El-kol titreşimine maruz kalma sınır

değerlerinde ölçülmüşse, yaygın olarak kullanılan aletlerle neredeyse güvenli bir şekilde gözlemlenmiştir. Ancak titreşim değeri sınır değerlerinin üzerinde bir değere sahip ise titreşimi azaltacak risk değerlendirme faaliyetleri yapılarak, titreşimi azaltıcı önlemler alınmalıdır (LASI-Veröffentlichung (LV) 57, 2013).

Kuvvet aktarımı/kavrama koşulları, Tablo 26'daki özelliklere göre ağırlıklandırılır. Sınıflandırma, özellikle artan parmak ve el kapanma kuvvetleri bakımından fiziksel yük üzerindeki etkisine göre yapılmalıdır. Sınıflandırma için, değerlendiricinin güç iletimini kendisi test etmesi faydalıdır. Tutma noktası olmayan, örneğin, bileşenleri monte ederken olduğu gibi doğrudan malzeme teması ile, bu otomatik olarak direkt 4 ağırlık puanı verilmez, ancak malzeme gövdesine kuvvet aktarımı değerlendirilmelidir. Malzemenin kavranması kolaysa ise ağırlık 0 da elde edilebilir (LASI-Veröffentlichung (LV) 57, 2013).





Tablo 26 Kuvvet aktarımı/kavrama koşulları ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ

Kuvvet aktarımı / kavrama koşulları	Puan
Optimum kuvvet aktarımı / uygulama / çalışma nesnelere kolayca kavranır (örn. Çubuk şeklinde, kavrama kanalları) / iyi ergonomik kavrama tasarımı (kavramalar, butonlar, aletler)	0
Kısıtlı kuvvet aktarımı / uygulama / daha fazla tutma kuvveti gerekli / şekillendirilmiş kavrama yok	2
Kuvvet aktarımı / uygulama oldukça engellenmiş / çalışma nesnelere kavramak için zor (kaygan, yumuşak, keskin kenarlar) / yok veya sadece uygun olmayan tutamaklar	4

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevirilmiştir.

El/kol konumu ve hareketi, Tablo 27'deki özelliklere göre ağırlıklandırılır. Hareketin kapsamı ve sıklığı dikkate alınmalıdır. Sınıflandırma için, hareketlerin değerlendirilmesinin kendisi tarafından izlenmesi yararlıdır.

Tablo 27 El/kol konumu ve hareketi ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ

El / kol konumu ve hareketi ⁴⁾	Ağırlık puanı
 iyi: orta (rahat) aralıktaki eklemlerin pozisyonu veya hareketleri, sadece nadir sapmalar / gerektiğinde sürekli statik kol duruşu / el-kol dayanağı mümkün değil	0
 Kısıtlı: eklemlerin hareket aralıkları sınırdaki pozisyonları veya hareketleri / nadiren uzun süreli statik kol duruşu	1
 Olumsuz: eklemlerin hareket aralıkları sınırdaki sık pozisyonları veya hareketleri / sık uzun süreli statik kol duruşu	2
 kötü: hareket aralıklarının sınırdaki eklemlerin sabit pozisyonları veya hareketleri / sabit uzun süreli statik kol duruşu	3

⁴⁾ Tipik pozisyonlar dikkate alınmalıdır. Nadir sapmalar göz ardı edilebilir.

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevirilmiştir.

Olumsuz çalışma koşulları, ağırlık puanına karar verebilmek için Tablo 28'de belirtilen kriterler dikkate alınır. Faaliyet yürütümü sırasında iklim koşulları, detayların güvenilir bir şekilde tanımlanabilmesi için aydınlatma faktörü, aşırı detay

gerektiren işler veya gürültü nedeniyle bozulan konsantrasyon, soğuk, nem gibi fiziksel faktörler dikkate alınmalıdır.





Tablo 28 Olumsuz çalışma koşulları ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ

Olumsuz çalışma koşulları (yalnızca uygun olan yerlerde belirtin)	Ağırlık puanı
iyi: olumsuz çalışma koşulları bulunmamaktadır, yani detayların güvenilir bir şekilde tanınması / göz kamaşmaması / iyi iklim koşulları	0
kısıtlı: göz kamaştırması nedeniyle zaman zaman bozulmuş ayrıntı tanıma veya soğuk,nem gibi zor şartlar nedeniyle aşırı küçük detaylar ve / veya gürültü nedeniyle bozulan konsantrasyon	1
olumsuz: göz kamaştırıcılığı nedeniyle sık sık bozulmuş ayrıntı tanıma veya soğuk,nem gibi zor şartlar nedeniyle sık sık aşırı küçük detaylar ve / veya gürültü nedeniyle bozulan konsantrasyon	2
<i>Tabloda belirtilmeyen göstergeler buna göre dikkate alınmalıdır.</i>	

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAUA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

Vücut duruşu veya hareketi için Tablo 29'da genel bir ağırlık puanı tahmini yapılır. Sınıflandırma tipik, en uzun süren duruşa dayanmaktadır. İki kategorideki özellikler ortaya çıkarsa, örneğin, "oturma ve ayakta durma arasında geçiş yapma" ve "vücuttan daha sık kavrama" değerlendirmedeki değerler arasında ara değer hesabı yapılmalıdır. Tabloda belirtilen özellikler farklı kombinasyonlar ve yoğunluklarda meydana gelebileceğinden, bireysel özelliklerin ağırlık numarasına matematiksel olarak atanması, analizde yardımcı olacaktır. Bu nedenle sınıflandırma, özellikle tek taraflılık ve rekreasyon fırsatlarının bulunmaması bakımından, fiziksel stres üzerindeki etkisine göre yapılacaktır (LASI-Veröffentlichung (LV) 57, 2013).

Tablo 29 Vücut duruşu/hareketi ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ

Vücut duruşu / hareketi ⁵⁾⁶⁾	Ağırlık puanı
 <ul style="list-style-type: none"> - Oturma ve ayakta durma arasında geçiş, ayakta durma ve yürüme arasında değişme, dinamik oturma mümkün - Gövde çok az öne eğik - Gövdenin tanımlanabilir bükülme ve / veya yanal eğimi yok - Kafa duruşu: değişken, kafa geriye eğik ve / veya ciddi eğimli değil ileri veya sürekli hareket - Omuz yüksekliğinin üstünde kavrama yok / vücuttan uzakta kavrama yok 	0
 <ul style="list-style-type: none"> - Ağırlıklı olarak oturma veya ara sıra yürüten ayakta - Vücutun çalışma alanına doğru gövde hafif eğimli - Gövdenin ara sıra bükülmesi ve / veya yanal eğimi - İyi bir "nötr" kafa duruşu / hareketinden ara sıra sapmalar - Omuz yüksekliğinin üzerinde ara sıra kavrama / vücuttan belirli bir mesafede ara sıra kavrama 	2
 <ul style="list-style-type: none"> - Sadece ayakta durma ya da yürümeden oturma - Gövde açıkça öne eğik ve / veya sık sık bükülme ve / veya gövdenin yanal eğimi - İyi "nötr" kafa duruşu / hareketinden sık sık sapmalar - Baş duruşu, ayrıntıyı görmek için önde / başın kısıtlı hareketi - Omuz yüksekliğinin üzerinde sık sık kavrama / vücuttan sık sık kavrama 	4
 <ul style="list-style-type: none"> - Gövde ciddi şekilde öne eğik / sık veya uzun süreli bükülme - İşler diz çökme, çömelme, yatma pozisyonunda değil, hareket halinde (yürüyüş, tarama) yapılmazsa. KIM-BM kullanılarak da alt aktivitenin değerlendirilmesi önerilir. - Gövde sabit büküm ve / veya yanal eğimi - Büyüteçler veya mikroskoplar kullanılmadan dolayı vücut duruşu kesinlikle sabit duruş / görsel kontrol yapıldığından sabit duruş - İyi "nötr" baş duruşu / hareketinden sürekli sapmalar - Omuz yüksekliğinin üstünde sürekli kavrama / vücuttan uzakta sürekli kavrama 	6 ⁷⁾
<p>5) Tipik vücut duruşları dikkate alınmalıdır. Nadir sapmalar göz ardı edilebilir.</p> <p>6) Manuel elleçleme işlemleri sabit bir oturma, ayakta durma, diz çökme, çömelme, yatma pozisyonunda değil, hareket halinde (yürüyüş, tarama) yapılmazsa. KIM-BM kullanılarak da alt aktivitenin değerlendirilmesi önerilir.</p> <p>7) Lütfen dikkat: Bu kategori seçiliyse, bu alt aktivitenin KIM-ABP ile değerlendirilmesi tavsiye edilir!</p>	

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAUA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe'ye çevrilmiştir.

Çalışma ortamındaki iş organizasyonunun kriterlerinin fiziksel iş yüküne değişmesinin etkisi gibi kriterler Tablo 30’ da gösterilen ağırlık puanları dikkate alınarak belirlenmektedir.

Tablo 30 Çalışma organizasyonu ağırlık puanı tablosu-AGY-MEİ

Çalışma organizasyonu	Ağırlık puanı
iyi: diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle / tek bir iş günü boyunca bir tür fiziksel iş yükü içinde sıkı bir yüksek fiziksel iş yükü dizisi olmadan fiziksel iş yükü durumunun sık sık değişmesi	0
kısıtlı: diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle fiziksel iş yükü durumunun nadiren değişmesi / tek bir iş günü boyunca bir tür fiziksel iş yükü içinde ara sıra sıkı yüksek iş yükleri dizisi	2
olumsuz: Eşzamanlı yüksek yük tepe noktalarına sahip tek bir iş günü boyunca diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) / bir tür fiziksel iş yükü içinde sık sık daha yüksek fiziksel iş yükleri nedeniyle fiziksel iş yükü durumunda hiçbir değişiklik yok / neredeyse hiç değişiklik yok	4

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAUA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe’ye çevirilmiştir.

3. adım: Ağırlık puanlarının toplamı ile zaman ağırlık skorunun çarpılarak risk skorunun elde edilmesi

Her bir faaliyetle ilişkili risk puanı anahtar gösterge puanları toplamı ve bu toplamın zaman ağırlık puanı ile çarpılması ile elde edilir. Bu risk skoru, faaliyet ile ilgili bir risk skor aralığı belirlenir ve bu risk skoruna bağlı olarak fiziksel yüklenme olasılığı ve sağlık için olası sonuçlar ile bunun sonucunda ortaya çıkan önlem ihtiyacı belirlenir. AGY-MEİ yöntemi ile hesaplan iş yükünün vücut etki bölgesi omuz, dirsek/alt kol, el/bilek bölgeleri ile ilişkilendirilmektedir.

Tablo 31 Risk skoru belirleme tablosu-AGY-MEİ

3.Adım : Ölçme ve değerlendirme	
El / parmak bölgesinde kuvvet eforunun tipi puanı	
Kuvvet aktarımı / kavrama koşulları puanı	
El / kol konumu ve hareketi	
Olumsuz çalışma koşulları puanı	
Duruş puanı	
İş organizasyonu / zaman dağılımı	
Zaman puanı	x
Toplam gösterge ağırlık puanı:	=

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAUA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe’ye çevirilmiştir.

Frekans, süre, güç ve duruşun yanı sıra genel koşullar da dikkate alınır. Temel ilke, artan taleplerle fiziksel aşırı kullanım olasılığının artmasıdır. Yüksek puanlar şikayet olasılığını artıran kritik bir durumun göstergesidir. Bireysel ağırlıkların farklı bir görünümü, stresli vücut bölgelerinin tanımlanmasını sağlar. Örneğin, sık ve kuvvetli bir güç uygulandığında yüksek ağırlık, ön kol kasları ve tendonları üzerinde ve ayrıca bilek bölgesindeki sınırlarda artan stresin bir göstergesidir. Bir ekipmana el aleti , çekiç ile vurmak suretiyle yüksek düzeyde tekrarlı ve baske gerektiren işler olası vasküler hasarın bir göstergesidir ve duruştaki yüksek ağırlık, gövde kaslarının ve

omurganın yanı sıra boyun bölgesinin aşırı yüklenmesinin bir göstergesidir (LASI-Veröffentlichung (LV) 57, 2013).

4. Adım: Hesaplanan risk skoruna göre fiziksel yüklenme olasılığı ve sağlık sonuçları değerlendirmesi ve önerilen önlemlerin değerlendirilmesi


Risk skoru değeri, Tablo 32’de belirtilen risk değerlendirme tablosuna göre değerlendirilerek hangi risk bölgesinde olduğu tespit edilir. Bu risk değerlendirmesinden, tasarım ihtiyaçları ve yaklaşımları hemen fark edilebilir. Temel olarak, önce yüksek ağırlıkların nedenleri ortadan kaldırılmalıdır. Çalışanların stres ve/veya sağlık şikayetleri iş yükünün önemli göstergeleridir. Fiziksel aşırı kullanım olasılığı AGY-MEİ ile değerlendirilir ve hesaplanabilir nokta değerine göre kabaca bir değerlendirme yapılır.

Hesaplanan risk skoru renkli ölçekte değerlendirilmektedir.

Renkli ölçeklendirmede;

- Fiziksel yüklenme olasılığı düşük (yeşil),
- Düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimali mevcut olduğu (yeşilimsi sarı)
- Fiziksel yüklenmenin çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiyesi gerektiğinin ve normal çalışan grubu içerisinde fiziksel yüklenme ihtimali mevcut olduğu (sarı)
- Fiziksel yüklenmenin işyeri tasarımını değiştirmeyi gerektirecek derecede yoğun olduğu durumlar (kırmızı) ile gösterilmektedir (Sarıkaya, 2014).

Tablo 32 Hesaplanan risk skoru değerlendirme tablosu-AGY-MEİ

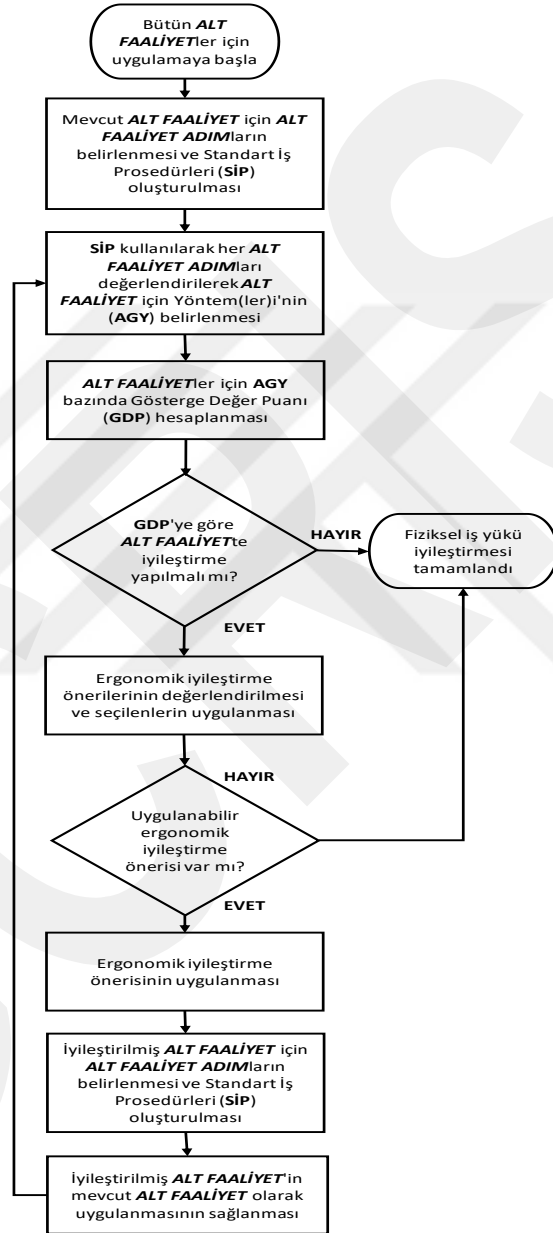
Hesaplanan risk skoru ve aşağıda verilen tablo temelinde değerlendirme yapmak mümkündür.					
Risk	Risk skoru	Yükün şiddeti ^{*)}	a) Fiziksel yüklenme olasılığı b) Olası sağlık sonuçları	Önlemler	
	1	< 20 puan	düşük	a) Fiziksel yüklenme olasılığı düşüktür. b) Sağlık riski beklenmez.	Gerek yok
	2	20 - < 50 puan	hafif artış	a) Düşük dirençli çalışan grup için fiziksel yüklenme ihtimali mevcut. b) Yorgunluk, boş zamanlarında telafi edilebilen düşük dereceli uyum problemleri	Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri yardımcı olabilir
	3	50 - < 100 puan	önemli artış	a) Normal çalışan grup içinde fiziksel yüklenme ihtimali mevcut. b) Muhtemelen işlev bozuklukları dahil olmak üzere, çoğu durumda morfolojik belirtiler olmadan geri dönüşlü olan bozukluklar (ağrı)	Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.
	4	≥ 100 puan	yüksek	a) Fiziksel yüklenme mevcut. b) Daha belirgin bozukluklar ve / veya işlev bozuklukları, patolojik önemi olan yapısal hasar.	Çalışma ortamının tekrar tasarlanması gerekmektedir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

^{*) Risk skoru aralığındaki sınırlar, bireysel çalışma teknikleri ve performans koşulları nedeniyle değişkenlerdir. Bu nedenle sınıflandırma yalnızca bir yönlendirme yardımcısı olarak görülebilir. Temel olarak, risk skorları yükseldikçe fiziksel yüklenmenin artacağı varsayılmalıdır.}

Not: Bu tablo bu tez için tez yazarı tarafından BAuA websitesindeki orjinal formlarından Türkçe’ye çevrilmiştir.

4.2. AGY Uygulama Yaklaşımımız

Tez araştırması çalışması kapsamında üzerinde çalıştığımız ve AGY yönteminin uygulanması yaklaşımı için geliştirdiğimiz Şekil 18'de Fiziksel iş yükü değerlendirme ve iyileştirme uygulaması akış diyagramı gösterilmektedir. Bu yaklaşımımız bu bölümdeki alt başlıklarda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.



Şekil 18 Fiziksel iş yükü değerlendirme ve iyileştirme uygulaması akış diyagramı

4.2.1. AGY Matrisi ile AGY yöntemlerinin alt faaliyetlere atanması

AGY yöntemi, tarama seviyesinde riskleri belirlemek için kullanılan nicel bir analizdir. AGY yönteminin amacı, fiziksel iş yükü oluşturan göstergelerin kolay bir

şekilde belirlemek ve fiziksel aşırı yük olasılığının kaba bir değerlendirmesini yapmaktır. Sağlık için olası sonuçlar ve bundan kaynaklanan eylem ihtiyacı bundan kaynaklanabilir. AGY yönteminde temel olarak alt faaliyetler için değerlendirme yapılır. AGY yöntemi ile ergonomik risklerin analizi ve değerlendirmesi için ön koşul değerlendirilen alt faaliyet ile ilgili bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Bilgi sahibi olunmadan değerlendirme yapılması, kaba tahminler veya varsayımlar yanlış sonuçlara yol açar. Bir alt faaliyet içerisinde ortaya çıkan yük ağırlığı ve/veya vücut duruşlarına göre ortalama değerler oluşturulmalıdır. Bir iş günü içerisinde önemli ölçüde farklı koşullara sahip bir dizi alt faaliyet gerçekleştiriliyorsa veya bir alt faaliyet içinde son derece değişken koşullar ortaya çıkıyorsa, bunlar ayrı ayrı değerlendirmeye alınmalıdır. Fiziksel aşırı yük olasılığı, ancak bir iş günü boyunca meydana gelen tüm fiziksel iş yükleri değerlendirildiğinde bir sonuca varılabilir. İş günü başına birkaç farklı alt faaliyet gerçekleşiyorsa, bunlar ayrı ayrı kaydedilmeli ve değerlendirilmelidir. Fiziksel yük olasılığı, bir iş günü boyunca meydana gelen tüm fiziksel iş yükleri değerlendirildiğinde doğru sonuç elde edilebilir. Günlük hayattan çok basit bir örnekle anlatmak gerekirse: bir insan mesaisinin başlaması ile bütün sabah kasalarla patates taşıyor, öğle arası sonrası da akşam mesai bitimine kadar bunları oturduğu yerde soyuyor ise; bu çalışan için gün boyunca tek bir alt faaliyet yapıyor kabul edip tek bir AGY formu ile değerlendirme yapmak doğru olmayacaktır. Her iki alt faaliyet (kasa ile patates taşıma ve patates soyma) için aynı AGY yöntemi uygulanması uygun olsa dahi, iki ayrı form kullanarak iki alt faaliyetin ayrı ayrı değerlendirilmesi doğru olacaktır.

Yukarıda bahsedilen bilgiler doğrultusunda, tez araştırma çalışması kapsamında seçilen üretim montaj işi 18 adet iş istasyonundan oluşmaktadır. Her istasyonda bir operatör bulunmakta ve operatör gün boyu aynı çevrimi tekrarlamaktadır, yani operatörün gün içerisinde değişkenlik gösteren bir iş temposu bulunmamaktadır. Her bir iş istasyonundaki alt faaliyet, iş adımlarında oluşmaktadır ve bu iş adımlarının tanımlandığı SİP bulunmaktadır. İstasyonda çalışan operatörler, SİP'te tanımlı iş adımlarına göre montaj işlemlerini yapmakta olup bir iş günü boyunca iş adımlarını gerçekleştirmektedir. Almanya Federal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (BAuA) tarafından yayınlanan AGY Ergonomik Risk Analizi rehberine göre montaj işi, faaliyet, alt faaliyet ve alt faaliyet adımları yönteme göre tanımlanmıştır. Bu tanımlamaya göre değerlendirmenin gerçekleştirildiği montaj hattının tümü bir

faaliyet; 18 iş istasyonunun her birinde bir çevrim boyunca yapılan işler alt faaliyet; SİP'te tanımlı olan çalışanların bir iş günü boyunca yaptığı iş adımları ise alt faaliyet adımları olarak tanımlanmıştır. Yük, duruş, çalışma ortamı, zaman, kütle/endüstriyel araç, sürüş yolları ve çalışma organizasyonu gibi göstergeler baz alınarak toplamda 18 iş istasyondaki alt faaliyet için 114 iş adımı gözlemlenmiştir. Her bir iş istasyonundaki her çevrimde tekrar eden alt faaliyet için hangi AGY yöntemin seçileceği konusunda detaylı bir analiz yapmak amacı ile, 114 iş adımı dikkate alınarak 18 alt faaliyet değerlendirilmiştir. Örneğin, 1. alt faaliyet için iki adet iş adımı (1. ve 2. iş adımları) tanımlı olsun. Bu iki iş adımından bir tanesinin bile bir AGY yöntemini gerektirdiği düşünüldüğünde, bu AGY yöntemi 1. alt faaliyete uygulanmıştır. Mesela, AGY yöntemlerinin gerekliliği hakkındaki kriterler dikkate alındığında; sadece 1. iş adımı AGY-KTT gerektirmiş ise, 1. ve 2. iş adımları AGY-Çİ gerektirmiş ise, AGY-MEİ ise ne 1. ne de 2. iş adımları ile gerektirilmemiş ise, 1. alt faaliyet için hem AGY-KTT hem de AGY-Çİ iki ayrı form kullanılarak uygulanmıştır.

Alt faaliyetlerin (yani iş istasyonlarının) iş adımları dikkate alınarak, AGY kriterleri ışığında uygun AGY yöntemlerinin iş adımları ve ardından ilgili alt faaliyetleri için tayin edilmesi amacı ile bir AGY matrisi oluşturulmuştur. Montaj faaliyetindeki iş istasyonlarında çalışanların ergonomik risklerin değerlendirilmesi amacıyla AGY matrisi oluşturularak uygun AGY yönteminin iş istasyonlarına, yani alt faaliyetlere, atanması sağlanmıştır. Böylece her iş istasyonunda çalışan operatörlerin bir iş günü boyunca maruz kaldığı fiziksel yüklenme olasılıklarını belirleyebilmek için AGY yöntemi belirlenmiştir. Bu tanımlamaya göre AGY matrisi oluşturulmuştur. Montaj hattı faaliyetinin tüm alt faaliyetlerini içeren bir AGY matrisi hazırlanmıştır. Matrisinin satırları alt faaliyet adımlarını belirtmektedir. Sütunlar ise BAUA tarafından yayınlanan rehberdeki AGY-KTT, AGY-Çİ ve AGY-MEİ yöntem kapsamı dikkate alınarak oluşturulmuştur. AGY matrisini değerlendirmesi alt faaliyet adımı ve AGY yöntemlerinin kapsamı arasındaki ilişki incelenerek alt faaliyete uygun AGY yöntemleri atanmıştır. Bir alt faaliyet birden fazla alt faaliyet adımlarından oluşmaktadır. Alt faaliyetlere uygun AGY yöntemlerinin atanması için alt faaliyet adımlarından AGY-KTT, AGY-Çİ ve AGY-MEİ yöntem kapsamlarından en az birisinin uygun ise alt faaliyet uygun yöntem atanır. Bir alt faaliyette birden fazla yöntemin kapsamına dahil olabilir. Örneğin bir alt faaliyette bir AGY yöntemi veya üç AGY yönteminin tamamının değerlendirildiği alt faaliyetler tanımlanabilir.

4.2.2. İyileştirme Önerilerinin Oluşturulması ve Uygulanması

AGY yöntemi ergonomik risklerin analizi yapılarak değerlendirilen alt faaliyetin; sistematik bir biçimde göz önünde bulundurularak sağlık ve güvenlik açısından genel tablosu ortaya konmaktadır. Bu sayede öncelikli iyileştirme yapılması gereken durumlar değerlendirilebilmektedir.

SİP'te tanımlı alt faaliyetlerin adımları değerlendirilerek alt faaliyetlere AGY ataması yapıldıktan sonra alt faaliyetin GDP hesaplanarak risk skorunun tablo değerinden fiziksel yüklenme ihtimali ve olası sağlık sonuçları için değerlendirme yapmak mümkün hale gelir. Yapılan değerlendirmesi sonucunda belirlenen GDP tasarım şartlarının gözden geçirilmesi ve iyileştirilmeye ihtiyacı gerektiren alt faaliyetleri ortaya koyar. Hesaplanan GDP öncelikle kırmızı seviyede ve fiziksel yüklenmenin yüksek olduğu durumlar için ergonomik iyileştirmeye başlanır. Ağırlık puanları için hesaplanan göstergeler, bize iyileştirme yapılmasında öncelik sağlamakta olup, öncelikle yüksek değerlere sahip ağırlık puanlarının sebepleri araştırılıp iyileştirilmelidir. Örneğin; zaman ağırlık puanlarının yüksek olduğu durumlarda örgütsel düzenlemeler, iş adım sürelerinin azaltılması, iş rotasyonları gibi yapılacak önlemler zaman ağırlık puanının azaltılmasına imkan sağlar. Etkin yük ağırlığının azaltılması ya da yardımcı ekipmanlarının kullanımı veya duruş puanlarının yüksek olduğu durumlarda ise ergonomik şartların iyileştirilmesi gibi bir takım düzenlemeler yapılarak GDP düşürülür ve fiziksel yüklenme azaltılması sağlanır. Hesaplanan GDP puanı yeşil seviyede ve fiziksel yüklenmenin düşük olması durumunda alt faaliyet için mevcut kontrol tedbirleri takip edilerek ve sürekliliği sağlanır.

Ergonomik iyileştirmelerin seçilmesinde Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü'nün yayınlamış olduğu Elle Taşıma İşleri Uygulama Rehberi'ndeki tavsiyeler niteliğindeki hususlardan yararlanılabilir. Rehberde bulunan riskleri azaltmak için yapılacak iyileştirme çalışmaları; görev, yük, çalışma ortamı, bireysel kapasite, yardımcı taşıma ekipmanı ve iş organizasyonu olarak 6 ana başlık altında toplanmış ve her biri için çözüm önerileri getirilmiştir. Bu göstergelerin her birine verilecek önem derecesi işin koşullarına bağlıdır. Örneğin, üretim prosesleri gibi sabit koşullarda gerçekleştirilen rutin çalışmalar için görev ya da çalışma koşulları iyileştirilebilir. AGY yönteminin göstergelerinin yüksek ağırlık puanına sahip göstergesi paunun düşürmek için rehberdeki tavsiye hususları yol gösterir. Örneğin, yardımcı ekipmanın ağırlık puanının

yüksek olması durumunda rehberdeki yardımcı taşıma ekipmanı ile ilgili yapılacak iyileştirme için tavsiyeler dikkate alınarak ağırlık puanı düşürülür.

AGY yöntemi GDP sonuçları bize mevcut süreçte veya alt faaliyet tasarım şartlarının gözden geçirilmesi ve iyileştirilmesi imkanı sağlar. Mühendislik çalışması sonuçları ergonomik risklerin azaltılmasının yanında, verimlilik, ürün sayısında artış, çalışanların motivasyonu ve memnuniyetinin artması gibi faydaları sağlar.

4.2.3. İyileştirme takibi ile AGY Etkinliğinin Sağlanması

Yapılan iyileştirilmiş alt faaliyetlerin uygulanması ile SİP güncellenir. Ardından yeni SİP'deki alt faaliyet için uygun AGY yöntemleri belirlenerek GDP hesaplanır ve risk seviyeleri düşürülmesi amaçlanır. Risk seviyesi ve yüklenme düşürülmeye kadar bu döngü devam eder. Fiziksel yüklenme seviyesi ve GDP düşürülmesiyle ergonomik risklerin seviyesi azalması beklenir. Böylece MKİSR azaltılması sağlanır.

AGY yöntemi ile yapılan ergonomik risk değerlendirmesi sonucunda MKİSR üzerinde erken dönemde hemen etkileri görülmeyebilir. Ancak ilerleyen dönemlerde oluşabilecek MKİSR'nın daha büyük problemlere dönüşmesi engellenir. AGY yönteminin etkinliği çalışanların moral, motivasyon ve memnuniyetinin artışı ile iş kazalarının önüne geçilmesi sağlanır.

4.3. Ülkemizdeki AGY Yöntemi Uygulaması

Ülkemizde elle taşıma işi ile ilgili usul ve esaslar Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği ile düzenlenmektedir. Bu yönetmelik 6331 sayılı Kanununun 30 uncu maddesine dayanılarak ve Avrupa Birliğinin 29/5/1990 tarihli ve 90/269/EEC sayılı Konsey Direktifine paralel olarak hazırlanmıştır. 24/7/2013 tarihli ve 28717 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu tez çalışmasında kullanılan AGY yöntemleri, 2016 yılında Çalışma Bakanlığı İş Sağlığı Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan "Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği Uygulama Rehberi" içinde kullanımı uygun görülen yöntemler arasında yer almaktadır.

AGY Yöntemi 2019 yılında revize edilerek BAuA web sitesinde yöntemler yayımlanmıştır. Yöntemlerin Türkçe çevirileri tez yazarı ve tez danışmanı tarafından gerçekleştirilmiştir. Ülkeler arasında antropometrik ölçüler değişiklik gösterse dahi yöntemde dikkate alınan konu vücut ölçülerinin nötr pozisyondan sapma alanlarını dikkate alarak değerlendirmeye dahil edilir.

BÖLÜM 5

UYGULAMA

Bu çalışmanın amacı uluslararası alanda üretim yapan, enerji sektöründe kullanılan ekipman ve teçhizat imalatı yapan bir firmanın montaj üretim hattındaki çalışanların farklı iş duruşları ile ilişkili KİSR'lerin risk faktörlerini ergonomik değerlendirme kriterleri kullanarak incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla öncelikle firmanın ergonomik risklere sahip üretim bölümleri işyeri hekimi ile birlikte incelenmiş ve belirlenmiştir. Daha spesifik olarak, firmanın ergonomik olarak riskli bölümü olduğu gözlemlenen ve bu yönde işyeri hekiminden alınan bilgi ile Montaj hattı bölümünde çalışan 18 çalışanın KİSR konusunda araştırma yapılmasına karar verilmiştir. Ergonomik riskleri değerlendirmek amacıyla montaj hattı çalışanları, bölüm takım lideri ve departman lideri'nin görüşleri alınarak çalışmaya başlanmıştır. Değerlendirme öncesi çalışanlar ile montaj hattında görüşmeler yapılarak çalışanlardan geri bildirimler alınmıştır. Ergonomik riskleri incelemek için seçilen montaj hattında SİP ile iş adımları detaylı olarak hatta gözlemlenmiştir. Montaj hattına ait işlemler yapılan ön inceleme neticesinde; kaldırma, tutma, taşıma, çekme, itme ve manuel elleçleme işlemleri faaliyetleri olarak belirlenmiştir. Ergonomik risklerin analizi için iş istasyonunda çalışan 18 çalışanın çalışma sırasında yaptıkları işler gözlemlenmiştir, videoları kaydedilmiştir ve ardından videolar analiz edilerek gösterge değer puanları hesaplanıp risk dereceleri ve fiziksel yüklenme puanları hesaplanmıştır. Gerektiği durumda tekrar çalışanlar iş başında iken gözlemler yapılmıştır.

Firmanın uluslararası kurumsallaşmış yapısı İSG uygulamalarında yüksek standart uygulamaları ile öne çıkmaktadır. İşletmede ulusal ve uluslararası mevzuatlara uygun olarak çalışan İSG birimi fabrikadaki sağlık ve güvenlik uygulamalarını yürütmekte ve bunun yanında risk değerlendirmeleri sonuçlarına göre gerekli tedbirlerin alınmasında önderlik yaparak önleyici faaliyetler sürdürmektedir. İşyerinde ayrıca yarı zamanlı işyeri hekimi ve tam zamanlı iş yeri hemşiresinin bulunduğu sağlık birimi ve dış firmalardan alınan hizmet ile sağlık hizmetleri yürütülmektedir. İşletmenin yürürlükte olan iş sağlığı güvenliği politikasına göre

çalışanların bulunduğu ofis ve üretim sahasının her noktasında ergonomik risk faktörleri ön planda tutularak risk değerlendirme çalışmaları düzenli olarak yapılmaktadır. Risk değerlendirme sonuçlarına göre gerekli tedbirler alınmakta ve sonrasında yapılan faaliyetlerin etkinliğini ölçmek için risk değerlendirmesi tekrarlanmaktadır.

Bu tez çalışmasıyla, enerji sektöründe kullanılan ekipman ve teçhizat imalat faaliyet gösteren lider kuruluşun montaj hattında çalışanların farklı iş duruşları ile ilişkili KİSR'lerin risk faktörlerini göz önünde bulundurarak bütünsel bir değerlendirme ile montaj hattındaki fiziksel yüklenme ihtimalleri hesaplanmış, montaj hattındaki istasyonların tasarımları incelenmiş, bunlar ışığında değerlendirme sonuçları ortaya konulmuştur. Değerlendirme sonuçlarına göre fiziksel yüklenmeyi ve riskleri azaltacak çözüm önerileri sunularak iyileştirme fırsatları ortaya çıkarılmış, mümkün olan iyileştirmelerin uygulanması yapılmış ve uygulamaların ardından analizler yenilenecek uygulamaların etkili olup olmadıkları değerlendirilmiştir.

5.1. İstasyon 1 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı faaliyeti için iskeleti oluşturulan hücrelerin ve montaj işlemlerinin başlangıç noktası olan 1.İstasyon alt faaliyetinde; 1) istasyonda hücre için kablo kanal montaj işlemleri, 2) hücrelerin alt taban saclarının montaj işlemleri ve 3) hücrenin palet üzerine sabitleme işlemleri alt faaliyet adımları gerçekleştirilmektedir. Çalışma istasyonunda bir operatör çalışmaktadır ve SİP' te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır. Montaj alt faaliyet adımlarından başka görev yapmamaktadır. Alt faaliyet erkek operatör tarafından gerçekleştirilmektedir. Çalışma günü süresi on saattir. Bir saat yemek molası ve 15 er dakika öğleden önce ve sonra dinlenme molaları vardır. Çalışma ortamı gürültülü olduğu için kulaklık kullanılmaktadır. Çalışma süresince operatörler tanımlı kişisel koruyucu donanımları (iş eldiveni, kolluk, gözlük ve iş kıyafeti) kullanmaktadır.

İstasyon 1 (yani alt faaliyet) deki iki adet alt taban sacı montajı, üç adet kablo kelepçesi ve kanalı montajı ve hücrenin palet üzerine sabitleme alt faaliyet adımları gerçekleştirilmektedir ve buna göre bu alt faaliyet için kullanılacak AGY-KTT ve AGY-MEİ yöntemlerinin uygun olduğu AGY matrisinde belirtilmiştir (EK 6).

5.1.1. İstasyon 1’de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması

İstasyon 1’deki montaj alt faaliyet adımları bir erkek operatör tarafından yapılmaktadır. Ray üzerindeki taşıma arabası üzerine bir adet palet konulduktan sonra iskeleti hazırlanan hücre pnömatik aktarma ekipmanı ile montaj arabası üzerine alınmaktadır.

AGY-KTT’ ye ilişkin risk skorunu etkileyen parametrelerin tespiti için risk değerlendirme adımları aşağıdaki gibidir :

1.Adım :

Şekil 19’de görüldüğü üzere hücre alt taban sacını stok alanından montaj hattına taşınması ve hücre içerisine yerleştirilmesi alt faaliyetleri adımları kaldırma, tutma ve taşıma işleridir. Çalışma ve faaliyet günü başına işlem günde yaklaşık 45 defa tekrarlanmaktadır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 19 Hücre içerisine alt taban sacı yerleştirme alt faaliyeti adımı

2.Adım :

Günde ortalama 45 adet hücre için Şekil 19’de görüldüğü üzere iki adet alt taban sacını stok alanından montaj hattına getirilmektedir. Alt taban saclarının toplam ortalama ağırlığı 16 kg dır ve 15 ile 20 kg aralığında olduğundan tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı ‘11’ olarak belirlenmiştir.

Alt taban saclarını kaldırma ve taşıma koşulları Şekil 19’de görüleceği üzere asimetric olarak kaldırılmakta ve iki el arasında eşit olmayan yük dağılımı

görülmektedir. Tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 19’de görüldüğü üzere operatör başlangıç vücut duruşu ayakta sonra sacları yerleştirme işlemi esnasında öne doğru eğilme duruşu sergilemekte olup vücut duruş puanı toplam ‘5’ olarak belirlenmiştir.

Operatör sac üzerinde kavrama noktası olmadığından ve sac üzerinde keskin kenarlar olabileceğinden elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

Alt Faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 45 adet hücreye alt taban sacı işlemi için kaldırma ve taşıma işi yapmaktadır. Fakat montaj faaliyeti ve iş günü içerisinde montaj taşıma arabasını her bir hücre için ray üzerine aktarma ve bazı durumlarda hücre iskeletini montaj taşıma arabası üzerinde konumlandırma işlemi gerçekleştiği için tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘4’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 33 İstasyon 1 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu

		Göstergeler	Erkek	Kadın		
		Efektif yük puanı	11			
		+ Yük taşıma koşulları puanı	2			
		+ Duruş puanı	5			
		+ Olumsuz çalışma koşulları puanı	2		GDP	
		+ İş Organizasyonu	4		Erkek	Kadın
ZAP	2	X	Toplam Gösterge puanı	24	48	

Tablo 33’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 48 olarak hesaplanmaktadır. Risk skoru 20 ile 50 puan aralığında olduğundan risk seviyesi 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimalinin mevcut olduğunu göstermektedir. Çalışma ortamının tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri kontrol edilmeli ve sürdürülmelidir.

5.1.2. İstasyon 1’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 20’de alt taban saclarını 20 adet civatayı havalı tork sıkıcı ile alt faaliyet adımı gerçekleştirilmektedir. Bir adet civatayı sıkmak yaklaşık 2 saniye

sürmektedir. Alt taban sacı montajı için toplam 20 adet civata kullanılmaktadır. Toplam 40 saniye alt taban sacının montaj işlemi sürmektedir. Hücreyi palete sabitlemek için dört adet civata sıkma toplam 21 saniye sürmektedir. Bu sürenin yaklaşık olarak 1 dakika 12 saniye manuel elleçleme işlemleri alt faaliyet adımları gerçekleştirilmektedir. Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:



Şekil 20 Operatörün alt taban sacının hücre içerisine montaj alt faaliyeti adımı

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 2’de manuel elleçleme işlemleri olan alt taban sacının havalı tork aleti ile montajı, ısıtıcının hücre içerisine montajı ve hücrenin palet sabitleme işlemi çalışma günü başına yaklaşık olarak 2 saat 51 dk olarak hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘3’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Parmak-El kuvveti hesaplanmasında sağ elin dakika başına 31-60 saniye yüksek kuvvetle çalıştığı bu esnada ise sol elinde boşta olduğu belirlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak, sağ el skorunun ağırlık puanı ‘14’, sol el skoru ise ‘0’ olarak bulunmuştur. Toplamda 20 adet civatayı montaj işlemi gerçekleştirilmiştir. Tablo verilerini kullanarak ortalama hareket sıklığı sağ elde kuvvet uygulama puanı ‘6’ olarak belirlenmiştir. Toplam puanı hesaplamak için daha yüksek bir değer olan ‘14’ zaman ağırlıklı puan olarak belirlenmiştir.



Şekil 21 Operatörün ısıtıcıyı hücre içerisine havalı tork sıkıcı ile montaj işlemi

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 21’de görüldüğü üzere ısıtıcıyı montaj işlemi yaparken el eklemlerinin bükülme olduğu ve eklem hareket aralıkları sınırında ara sıra sapma gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı ‘1’ olarak belirlenmiştir.

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 22 Operatörün hücreleri paletlere sabitleme işlemi alt faaliyeti adımı

Şekil 21 ve Şekil 22’ de görüldüğü üzere operatör montaj alt faaliyeti adımı sırasında önemli ölçüde eğilme ve gövdenin yana eğilerek montaj işlemi gerçekleştirmektedir. Vücut duruşu puanı, piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak ‘4’ olarak belirlenmiştir.

Çalışma ve faaliyet günü içerisinde montaj taşıma arabasını her bir hücre için ray üzerine aktarma ve bazı durumlarda hücre iskeletini montaj taşıma arabası üzerinde konumlandırma alt faaliyet adımları gerçekleştirildiği için tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘4’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 34 İstasyon 1 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	14	
	+	Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
	+	El/kol konumu ve hareketi puanı	1	
	+	Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
	+	Duruş puanı	4	
	+	İş Organizasyonu	4	GDP
ZAP	3	x	Toplam Gösterge puanı	69

Tablo 34’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 69 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet operatör için önemli derecede artan yük durumunu ve fiziksel yüklenmeyi gösterir. Çalışma ortamında tasarım şartları tekrar gözden geçirilmelidir.

5.2. İstasyon 2 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı faaliyeti için 2.İstasyonun alt faaliyet adımları; hücrenin arka alt taban kapama sacı, ısıtıcı, sağ yan kapama sacı, destek çitası montajı, kapasitif ve kablo kanalı montaj alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Montaj için havalı percin sıkıcı ve şarjlı el matkabı kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir erkek operatör çalışmaktadır ve SİP’te iş adımlarını uygulamaktadır. 2.İstasyonda montaj alt faaliyet adımlarından başka görev yapmamaktadır. Çalışma günü süresi on saat olup bir saat yemek molası ve 15’er dakika öğleden önce ve sonra dinlenme molaları vardır. Çalışma ortamı gürültülü olduğu için kulaklık kullanılmaktadır. Çalışma süresince operatör tanımlı kişisel koruyucu donanımlarını (iş eldiveni, kolluk, gözlük ve iş kıyafeti) kullanmaktadır.

İstasyon 2 (yani alt faaliyet) deki arka alt taban sacı montajı için AGY-KTT yöntemi, ısıtıcı, sağ yan kapama, destek çitası, kablo kanalı montajı alt faaliyet adımları gerçekleştirilmektedir ve buna göre bu alt faaliyet için göz önünde bulundurularak alt faaliyet için AGY-MEİ yöntemi kullanılır (EK 6).

5.2.1. İstasyon 2’de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması

İstasyon 2 alt faaliyet adımları gözlemlenmiş ve Hücre arka alt kapama işleminin stok alanında montaj hattına elle taşınması sırasındaki ergonomik risklerin tespiti için AGY-KTT yöntemi uygulanmıştır. Şekil 23’de görüldüğü üzere operatör yaklaşık 22 kg ağırlığındaki arka alt kapama sacını elle montaj hattına taşımaktadır.

İstasyon 2 için kaldırma, tutma ve taşıma işine ilişkin risk skorunu etkileyen parametrelerin tespit edilen durumları için risk değerlendirme çalışması aşağıdaki gibidir :



Şekil 23 Arka alt kapama sacının elle taşınması alt faaliyeti adımı

1.Adım :

Şekil 23’de görüldüğü gibi operatör taşıma faaliyetini çalışma ve faaliyet günü başına işlem günde yaklaşık 45 defa tekrarlanmaktadır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 23’de görüldüğü üzere operatör yaklaşık 2 metre uzaklıktaki stok alanından yaklaşık 22 kg ağırlığındaki sacı montaj hattına taşımakta olup etkin yük 20 ile 25 kg aralığında olduğundan tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı ‘15’ olarak belirlenmiştir.

Arka alt kapama sacının kaldırma ve taşıma koşulları Şekil 23’de görüleceği üzere asimetrik olarak kaldırılmakta ve iki el arasında eşit olmayan yük dağılımı görülmektedir. Tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

Operatör başlangıç vücut duruşu ayakta sonra sacları yerleştirme işlemi esnasında hafif öne doğru eğilme duruşu sergilemekte olup vücut duruş puanı ‘3’ olarak belirlenmiştir.

Operatör sac üzerinde kavrama noktası olmadığından ve sac üzerinde keskin kenarlar olabileceğinden elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

Alt faaliyet adımını yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 45 adet hücreye alt taban sacı işlemi için kaldırma ve taşıma işini yapmaktadır. Çalışma günü içerisindeki fiziksel iş yükü değişmektedir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘4’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 35 İstasyon 2 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu

		Göstergeler	Erkek	Kadın		
		Efektif yük puanı	15			
	+	Yük taşıma koşulları puanı	2			
	+	Duruş puanı	3			
	+	Olumsuz çalışma koşulları puanı	2		GDP	
	+	İş Organizasyonu	4		Erkek	Kadın
ZAP	2	X	Toplam Gösterge puanı	26	52	

Tablo 35’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 52 olarak hesaplanmaktadır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyette operatör önemli derecede artan yük durum ve fiziksel yüklenme mevcuttur. Çalışma ortamında tasarım şartları tekrar gözden geçirilmelidir.

5.2.2. İstasyon 2’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 2’de arka alt kapama saclarını 9 adet percini havalı percini sıkıcı ile montaj işlemi gerçekleştirmektedir. Bir adet percini sıkıkmak yaklaşık 2 saniye sürmektedir. Toplam 18 saniye arka alt kapama sacının montaj işlemi sürmektedir. Daha sonra destek çitası montajı için dört adet perçin kullanmıştır. Toplamda bu alt faaliyet adımı yaklaşık 8 saniye sürmektedir. 3 adet kapasitif izalatör montajı için 12 adet civata kullanmıştır. Toplamda 24 saniye izalatörlerin montaj işlemi sürmektedir. Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:



Şekil 24 Operatörün arka alt kapama sacının havalı perçin sıkıcı ile montaj işlemi

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 2’de manuel elleçleme işlemleri olan arka alt kapama sacı, destek çitası ve üç adet kapasitif izalatör montajını havalı perçin sıkıcı ve şarjlı el matkabı ile gerçekleştirmekte olup yaklaşık olarak 1 saat 38 dakika hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 24’de görüldüğü üzere parmak-el kuvveti hesaplanmasında sağ elin dakika başına 31-60 saniye yüksek kuvvetle çalıştığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak, sağ el skorunun ağırlık puanı ‘14’ olarak bulunmuştur. Tablo verilerini kullanarak ortalama hareket sıklığı sağ elde kuvvet uygulama puanı ‘3’ olarak belirlenmiştir. Toplam puanı hesaplamak için daha yüksek bir değer olan ‘14’ zaman ağırlıklı puan olarak belirlenmiştir.



Şekil 25 Operatörün kapasitif montaj işlemi alt faaliyet adımı

Şekil 25’de görüldüğü montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 26’de görüldüğü üzere destek çitasının montaj işlemini yaparken el eklemlerinin bükülme olduğu ve eklem hareket aralıkları sınırında ara sıra sapma gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı ‘1’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 26 Destek çitasının havalı perçin sıkıcı ile montaj işlemi alt faaliyet adımı

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 27 Operatörün kapasitif montaj işlemi alt faaliyet adımı

Şekil 27’de görüldüğü üzere operatör kapasitif civataların omega saclarına montaj alt faaliyet adımı sırasında gövde açıkça öne eğilerek montaj faaliyetini gerçekleştirilmektedir. Vücut duruşu puanı, piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak ‘4’ olarak belirlenmiştir.

Alt Faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 45 adet hücreye alt taban sacı işlemi için kaldırma ve taşıma işini yapmaktadır. Çalışma günü içerisindeki fiziksel iş yükü değişmektedir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘4’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 36 İstasyon 2 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
			El/parmak kuvveti puanı	14
		+	Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0
		+	El/kol konumu ve hareketi puanı	1
		+	Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0
		+	Duruş puanı	4
		+	İş Organizasyonu	4
				GDP
ZAP	2	x	Toplam Gösterge puanı	23
				46

Tablo 36’da gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 46 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 20 ile 50 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet düşük dirençli çalışan grubu için

fiziksel yüklenme ihtimalinin mevcut olduğunu göstermektedir. Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

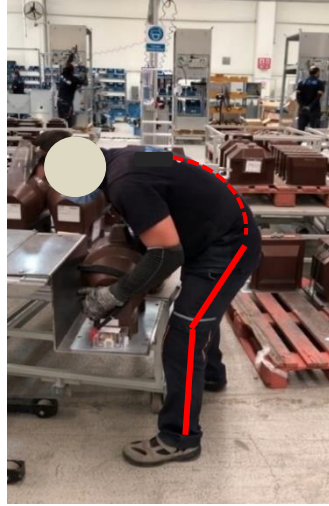
5.3. İstasyon 3 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı 3.İstasyon alt faaliyet adımları ayırıcı ve trafo hücre içerisine montaj işlemleri, kapasitif izalatör bağlantı bakırlarının montaj işlemleri alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir erkek operatör çalışmaktadır ve SİP'te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır. Montaj işleminden başka görev yapmamaktadır.

İstasyon 3'deki ayırıcı ve trafo montajında yardımcı ekipman çekme ve itme işlemi kaynaklı AGY-Çİ yöntemi, trafonun elle montaj hattında ve stok alanında elle kaldırılması ve aktarılması işinden dolayı AGY-KTT, bu faaliyetlerin montajı ve kapasitif izalatör bağlantı montajı göz önünde bulundurularak alt faaliyet için AGY-MEİ yöntemi kullanılır (EK 6).

5.3.1. İstasyon 3'de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması

Taşıma arabasına trafo stok alanından 3 adet trafo montaj hattına nakledilmek üzere götürülmektedir. Şekil 28-a'da 3 adet trafo (1 adet trafo ağırlığı 30 kg) el ile kaldırma işlemi yapılarak taşıma arabası üzerine konulmaktadır. Trafoları palet üzerinden taşıma arabasına aktarım sırasında paletin yüzeyinden dolayı daha yüksek fiziksel yük harcanmaktadır. Elle kaldırma sırasında operatörün vücut duruşu gözlenmiştir. Çalışma günü toplam süresi on saattir, bir saat yemek molası ve 15 er dakika öğleden önce ve sonra dinlenme molaları vardır. Çalışma ortamı gürültülü olduğu için kulaklık kullanılmaktadır. Çalışma süresince operatörler tanımlı kişisel koruyucu donamlarını (iş eldiveni, kolluk, gözlük ve iş kıyafeti) kullanmaktadır. İstasyon 3'de bir erkek operatör çalışmaktadır. SİP'de montaj faaliyeti alt faaliyeti adımlarını gerçekleştirmektedir.



(a) Trafoların taşıma arabasına aktarılması (b) Trafoların hücre içerisine aktarılması

Şekil 28 Trafoların İstasyon 3’de kaldırma, tutma ve taşıma işleri

Kaldırma, Tutma ve Taşıma işlerine ilişkin risk skorunu etkileyen parametrelerin her biri için tespit edilen durumların risk değerlendirme çalışması aşağıdaki gibidir :

1.Adım :

Trafo stok alanından montaj hattına taşımak için trafolar taşıma arabaları üzerine el ile kaldırılmaktadır (Şekil 28-a). Operatör günde ortalama 15 adet hücre içerisine montaj yapmak için 3 adet trafoyu stok alanından taşıma arabası üzerine kaldırmaktadır. Daha sonra hücre içerisine montaj yapmak için 3 adet trafoyu el ile kaldırarak hücre içerisine koymaktadır (Şekil 28-b). Gün içerisinde yaklaşık olarak 15 adet hücreye için bu işlemi tekrarlamaktadır. Yapılan işlem sayısı ortalama günde 90 defa gerçekleştirilmektedir. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘2.5’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Operatör günde ortalama 15 adet hücre için Şekil 29’da görüldüğü üzere 30 kg ağırlığındaki trafoyu kaldırmaktadır. Her seferinde 3 adet trafoyu montaj hattına getirmektedir. Bu faaliyeti gerçekleştirirken operatörün uygulamak zorunda olduğu ortalama etkin yük ağırlığı 30 kg olup tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı ‘25’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 29 Bir adet akım trafosunun ağırlığı

Şekil 28'deki kaldırma ve taşıma koşulları düşünüldüğünde trafo asimetrik olarak kaldırılmakta ve iki el arasında eşit olmayan yük dağılımı görülmektedir. Tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı '2' olarak belirlenmiştir.

Şekil 28'de görüldüğü üzere operatör, trafo stok alanında taşıma arabalarına trafoları kaldırma esnasında yana doğru bükülme, öne doğru eğilme gibi duruşlar sergilemekte olup vücut duruş puanı '7' dir. Daha sonra trafoları hücre içerisine kaldırma ve taşınması sırasında öne doğru aşırı eğilme gibi duruşlar sergilemektedir. Vücut duruşu puanı ek puan '2' dir. Bu nedenle tablodaki piktogramlardan faydalanılarak vücut duruş puanı toplamda '9' olarak belirlenmiştir.

Operatör trafoyu kaldırma alt faaliyet adımı esnasında kavraması zor bir yük olduğu görülmüş ve operatörün el/kol konumunun ara sıra hareket aralıklarının sınırında olduğu gözlemlenerek yük puanı toplamda '2' puan olarak belirlenmiştir.

Alt faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 15 adet hücreye trafo kaldırma ve taşıma işlemi yapmaktadır. Geriye kalan zaman aralığında trafosuz üretim yapılan hücre montaj alt faaliyeti yapmakta ve uygulama kuvveti değişiklik göstermektedir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı '2' olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 37 İstasyon 3 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu

		Göstergeler	Erkek	Kadın		
		Efektif yük puanı	25			
		+ Yük taşıma koşulları puanı	2			
		+ Duruş puanı	9			
		+ Olumsuz çalışma koşulları puanı	2		GDP	
		+ İş Organizasyonu	2		Erkek	Kadın
ZAP	2.5	X	Toplam Gösterge puanı	40		100

Tablo 37’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 100 olarak hesaplanmaktadır. Risk skoru 100 puana eşit olduğundan dolayı risk seviyesi 4 olarak belirlenmiştir ve bu en yüksek risk alanına girmektedir. Yapılan alt faaliyet operatör için yük şiddeti yüksektir ve fiziksel yüklenmenin olduğunu göstermektedir. Çalışma ortamında tasarım şartları gözden geçirilmelidir.

5.3.2. İstasyon 3’de Çekme ve İtme İşleri için AGY-Çİ Uygulanması

İstasyon 3 alt faaliyetine ilişkin bir alt faaliyet adımı 2 farklı durum için AGY-Çİ yöntemi değerlendirilmiştir. Transpaletin çekildiği zemin epoksi ile kaplı ve düzgün biçimdedir. Çekme ve itme işine ilişkin risk skorunu etkileyen parametrelerin her biri için tespit edilen durumların risk değerlendirme çalışması aşağıdaki gibidir:

Değerlendirme 1, trafoların stok alanından montaj hattına elektrikli transpalet ile taşınması faaliyetinin risk değerlendirmesi şu şekildedir (Şekil 30):



Şekil 30 Trafoların stok alanından montaj hattına taşınması alt faaliyet adımı

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde montaj hattında yaklaşık olarak 9 metre mesafede olan trafoları montaj hattına getirmektedir. Günde ortama 15 adet hücre montajı için tekrarlamaktadır. Günde ortalama 135 metre mesafe kat ettiğinden dolayı zaman ağırlık puanı '1.5' olarak hesaplanmıştır. Trafoları motaj hattına taşıma süresi yaklaşık olarak 1 dakikadır.

2.Adım :

Operatörün itme işini gerçekleştirdiği 1 adet trafonun ağırlığı 30 kg olup, 3 adet trafoyu herbir iş adımında tekrarlamaktadır. Operatörün kullandığı araç kitlenebilir döner tekerlekli elektrikli transpalettir. Taşıma ekipmanının ağırlığı ortalama 165 kg ağırlığında olup yüklü hareket ettirilen ekipman ağırlığı 255 kg dir. Toplam yük ağırlık puanı hesaplanırken toplam hareket ettirilen kütle ağırlığı ve taşıma ekipmanının boş ağırlığın ortalaması alınır. Ortalama ağırlık puanı hesaplamasına göre yük ağırlık puanı 210 kg olarak hesaplanmıştır. Tablo verilerine göre kütle/taşıma ekipmanı puanı '3' olarak belirlenmiştir.

Sürüş yolu tamamen düz, kuru ve eğimsiz olduğundan sürüş yolu koşulları puanı '0' olarak alınmıştır. Operatör trafoları taşımaya başlama anında önemli ölçüde başlangıç kuvvetine gereksinim duyduğu ve montaj hattında getirdiğinde frensiz duruş yaptığı Şekil 31'de gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanarak toplamda elverişsiz çalışma koşulları puanı '4' olarak hesaplanmıştır.



Şekil 31 Taşıma arabasını frenleme ve ayak pedalı ile kaldırma işlemi

Taşıma ekipmanı olan elektrikli transpaletin düzenli aralıklar ile yasal periyodik kontrolleri yapılmaktadır. Tekerleğinde aşınma ve arızalanma olmadığı

gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak taşıma ekipmanının olumsuz özelliği puanı ‘0’ olarak alınmıştır.

Şekil 30’de görüldüğü üzere operatör hafifçe öne eğilerek itme faaliyetini gerçekleştirmektedir. Tablodaki piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak vücut duruş puanı ‘5’ olarak belirlenmiştir.

Alt faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 15 adet hücreye trafo itme ve çekme işlemi yapmaktadır. Geriye kalan zaman aralığında trafosuz üretim yapılan hücre montaj alt faaliyetini yapmakta ve uygulama kuvveti değişiklik göstermektedir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 38 İstasyon 3 alt faaliyeti için AGY Çİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler			
			Kütle/Taşıma ekipmanı puanı	3	
		+	Sürüş yolu koşulları puanı	0	
		+	Elverişsiz çalışma koşulları puanı	4	
		+	Ekipmanların olumsuz özellikleri	0	
		+	Duruş puanı	5	
		+	İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	1.5	x	Toplam Gösterge puanı	14	21

Tablo 38’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 21 olarak hesaplanmaktadır. Risk skoru 20 ile 50 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimalinin mevcut olduğunu göstermektedir. Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

Değerlendirme 2, ayırıcıların taşıma ekipmanları ile hücre içerisine aktarılması

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde montaj hattında yaklaşık olarak 8 metre mesafede olan ayırıcıları montaj hattına getirmektedir. Operatör günde ortalama 45 adet hücre montajı için tekrarlamaktadır. Ayırıcı kazanları ayırıcı iş istasyonunda önce

sadece döner tekerlekli manuel itilen taşıma arabası ile montaj hattı yanına getirmektedir. Daha sonra ayırıcılar elektrikli transpalet üzerine aktarılmaktadır. Günde ortalama 360 metre mesafe kat ettiğinden dolayı zaman ağırlık puanı ‘2’ olarak hesaplanmıştır. Ayırıcı kazanlarının montaj hattına taşıma süresi yaklaşık olarak 1 dakika 7 saniyedir.



Şekil 32 Ayırıcı kazanlarının taşıma ekipmanı ile hücre içine aktarılması alt faaliyet adımı ve operatörün görüş mesafesi

2.Adım :

Operatörün itme işini gerçekleştirdiği ayırıcı kazanının ağırlığı 100 kg olup her bir alt faaliyet adımında tekrarlamaktadır. Operatörün kullandığı yaya kontrollü tekerlekli elektrikli transpalettir. Taşıma ekipmanının ağırlığı ortalama 360 kg ağırlığındadır. Taşıma ekipmanı dahil hareket ettirilen kütle için toplam ağırlığı yaklaşık olarak 450 kg olarak hesaplanmıştır. Toplam yük ağırlık puanı hesaplanırken toplam hareket ettirilen kütle için ağırlığı ve taşıma ekipmanının boş ağırlığının ortalaması alınır. Ortalama ağırlık puanı hesaplamasına göre yük ağırlık puanı 410 kg olarak hesaplanmıştır. Tablo verilerine göre kütle/taşıma ekipmanı puanı ‘4’ olarak belirlenmiştir.

Sürüş yolu tamamen düz, kuru ve eğimsiz olduğundan sürüş yolu koşulları puanı ‘0’ olarak alınmıştır. Operatör ayırıcıları taşımaya başlama anında önemli ölçüde başlangıç kuvvetine gereksinim duyduğu gözlemlenmiştir. Ayırıcıları hücre içine aktarma işleminde yük tam olarak Şekil 32’de görüldüğü gibi konumlandırılmalıdır. Tablo verileri kullanılarak toplamda elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘4’ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 33 Operatörün ayırıcı kazanlarını konumlandırılması

Taşıma ekipmanı olan elektrikli transpaletin düzenli aralıklar ile yasal periyodik kontrolleri yapılmaktadır. Tablo verileri kullanılarak taşıma ekipmanının olumsuz özelliği puanı ‘0’ olarak alınmıştır.

Şekil 33’de görüldüğü üzere operatör önemli ölçüde öne eğilerek itme alt faaliyet adımını gerçekleştirmektedir. Ayrıca ayırıcıları aktarma esnasında önemli ölçüde engellenmiş görüş mesafesi olduğu gözlemlenmiştir. Tablodaki piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak vücut duruş puanı ‘8’ olarak belirlenmiştir. Alt faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 45 adet hücreye ayırıcı çekme ve itme işlemi yapmaktadır. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 39 İstasyon 3 alt faaliyeti (Ayırıcı kazanları) AGY Çİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler			
			Kütle/Taşıma ekipmanı puanı	4	
		+	Sürüş yolu koşulları puanı	0	
		+	Elverişsiz çalışma koşulları puanı	4	
		+	Ekipmanların olumsuz özellikleri	0	
		+	Duruş puanı	8	
		+	İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	2	x	Toplam Gösterge puanı	18	36

Tablo 39’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 36 olarak hesaplanmaktadır. Risk skoru 20 ile 50 puan aralığında olduğundan dolayı risk

seviyesi 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimalinin mevcut olduğunu göstermektedir. Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

5.3.3. İstasyon 3’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 3’de izolatör bakır baraların bağlantı ve kablo kanallarının montajı sırasında AGY-MEİ yöntemi kullanılarak ergonomik risk analizi yapılmıştır. İstasyon 3’de bir hücrenin diğer istasyona aktarılması zamanı toplamda 9 dk 24 sn olarak gözlemlenmiştir. Bu sürenin yaklaşık olarak 3 dk 24 sn manuel elleçleme alt faaliyet adımlarını gerçekleştirmektedir. Operatör montaj işlemi gerçekleştirirken havalı tork sıkıcı ve şarjlı el matkabı kullanmaktadır. Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:



Şekil 34 Operatörün trafoların hücre içerisine montaj alt faaliyeti

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 3’de manuel elleçleme işlemleri olan baraların tork anahtarı ile sıkılması, kablo kanallarının şarjlı el matkabı ile montaj işlemi çalışma günü başına yaklaşık olarak 2 saat 55 dk olarak hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘3’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 34’de görüldüğü üzere parmak-el kuvveti hesaplanmasında sağ elin dakika başına 16-30 saniye yüksek kuvvetle çalıştığı bu esnada ise sol elinde boşta olduğu belirlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak, sağ el skorunun ağırlık puanı ‘7’, sol el skoru ise ‘0’ olarak bulunmuştur. Kablo kanalı ve trafo montajı esnasında 14 adet civata ve perçin kullanmıştır. Tablo verilerini kullanarak ortalama hareket sıklığı sağ

elde kuvvet uygulama puanı '3' olarak belirlenmiştir. Toplam puanı hesaplamak için daha yüksek bir değer olan '7', zaman ağırlıklı puan olarak belirlenmiştir.



Şekil 35 Operatörün kablo kanallarını şarjlı el matkabı ile montaj işlemi alt faaliyeti adımı

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı '0' olarak belirlenmiştir.

Şekil 35'de görüldüğü üzere operatör önemli ölçüde öne eğilerek montaj faaliyetini gerçekleştirmektedir. Bu esnada sol el eklemlerinin hareket aralıklarının sınırında statik kol duruşu yaptığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı '2' olarak belirlenmiştir.

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı '0' olarak belirlenmiştir.

Şekil 36'de görüldüğü üzere operatör montaj faaliyeti sırasında diz çökme pozisyonu gerçekleştirmektedir. Bara montajı sırasında Şekil 34'de görüldüğü üzere operatör ciddi bir şekilde öne eğilerek montaj alt faaliyet adımını gerçekleştirmektedir. Vücut duruşu puanı, piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak '6' olarak belirlenmiştir.



Şekil 36 Operatörün diz çökerek montaj işlemi yapması

Alt faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 45 adet hücreye kablo kanalı ve bara montajı gerçekleştirmektedir. Fiziksel iş yükü gün içerisinde değişmektedir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 40 İstasyon 3 alt faaliyeti için AGY-MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	7	
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	2	
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+ Duruş puanı	6	
		+ İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	3	x Toplam Gösterge puanı	17	51

Tablo 40’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 51 olarak hesaplanmaktadır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet operatör için önemli derecede artan yük durumunu ve fiziksel yüklenmeyi gösterir. Çalışma ortamının tasarım şartları tekrar gözden geçirilmelidir.

5.4. İstasyon 4 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı 4.İstasyon alt faaliyetleri; pano alt sacı, ön orta kayıt, aydınlatma ve ısıtıcı kablolarını düzenlenmesi, kapı kilit basma sacı montaj alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Montaj için havalı tork sıkıcı, şarjlı el matkabı ve el aleti kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir operatör çalışmaktadır ve SİP'te tanımlı iş adımlarını uygulanmaktadır. 4.İstasyon alt faaliyet adımlarından başka görev yapmamaktadır. Alt faaliyet erkek operatör tarafından gerçekleştirilmektedir. Çalışma ortamında kulaklık kullanılmakta olup operatör tanımlı diğer KKD'lerini (iş eldiveni, kolluk, gözlük ve iş kıyafeti) kullanmaktadır.

İstasyon 4'deki pano alt sacı ve ön orta kayıt montajı alt faaliyet adımları değerlendirilerek AGY-KTT yöntemi, bu faaliyetlerin montajı, aydınlatma ve ısıtıcı kablolarını düzenlenmesi, kapı kilit basma sacı montaj alt faaliyet adımları gerçekleştirilmektedir ve buna göre bu alt faaliyet için göz önünde bulundurularak alt faaliyet için AGY-MEİ yöntemi kullanılır (EK 6).

5.4.1. İstasyon 4'de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması

İstasyon 4 iş adımları gözlemlenmiş ve pano alt sacı ve orta kayıt montajı için stok alanında montaj hattına elle taşınması ve montajı sırasındaki ergonomik risklerin tespiti için AGY KTT yöntemi uygulanmıştır. Şekil 37'de görüldüğü üzere operatör yaklaşık olarak 11 kg ağırlığındaki pano alt sacı ve orta kayıt sacını elle montaj hattına taşımakta ve montajını yapmaktadır.

İstasyon 4 için kaldırma, tutma ve taşıma işine ilişkin risk skorunu etkileyen parametrelerin tespit edilen durumları için risk değerlendirme çalışması aşağıdaki gibidir :



(a) Pano alt sacı ve orta ön kayıt sacı elle taşınması (b) Pano alt sacı kaldırma işi
Şekil 37 Metal sacları İstasyon 4’de kaldırma, tutma ve taşıma işleri

1.Adım :

Şekil 37’de görüldüğü gibi operatör alt faaliyet adımında yer alan taşıma işlerini çalışma ve faaliyet günü başına işlem günde yaklaşık 45 defa tekrarlanmaktadır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 37-a’da görüldüğü üzere operatör yaklaşık 3 metre uzaklıktaki stok alanından yaklaşık 11 kg ağırlığındaki sacı montaj hattına taşımakta olup etkin yük 10 ile 15 kg aralığında olduğundan tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı ‘8’ olarak belirlenmiştir.

Pano alt sacı ve orta kayıt montajı sacının kaldırma ve taşıma koşulları Şekil 37-b’de görüleceği üzere asimetrik olarak kaldırılmakta ve iki el arasında eşit olmayan yük dağılımı görülmektedir. Tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

Operatör başlangıç vücut duruşu ayakta sonra sacları yerleştirme işlemi esnasında kollar omuz seviyesinin üzerinde sacı kaldırmakta olduğu sergilemekte olup vücut duruş puanı ‘5’ olarak belirlenmiştir. Operatör sac üzerinde kavrama noktası olmadığından ve sac üzerinde keskin kenarlar olabileceğinden elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

Alt faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 45 adet hücreye pano alt sacı ve ön orta kayıt işlemi için kaldırma ve taşıma işlemi yapmaktadır.

Fiziksel iş yükü durumu nadiren değişmesi gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı '2' olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 41 İstasyon 4 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu

		Göstergeler	Erkek	Kadın		
		Efektif yük puanı	8			
		+ Yük taşıma koşulları puanı	2			
		+ Duruş puanı	6			
		+ Olumsuz çalışma koşulları puanı	2		GDP	
		+ İş Organizasyonu	2		Erkek	Kadın
ZAP	2	X	Toplam Gösterge puanı	20	40	

Tablo 41'de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 40 olarak hesaplanmakta olup, risk seviyesi 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimalinin mevcut olduğunu göstermektedir. Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

5.4.2. İstasyon 4'de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 4'de pano alt sacı ve ön orta kayıt montajı, aydınlatma ve ısıtıcı kablolarını düzenlenmesi, kapı kilit basma sacı alt faaliyet adımlarında manuel elleçleme işleri gerçekleştirilmektedir. Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:



Şekil 38 Operatörün kablo düzenleme montaj alt faaliyet adımı

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 4’de manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık olarak 3 saat 15 dakika hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘4’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

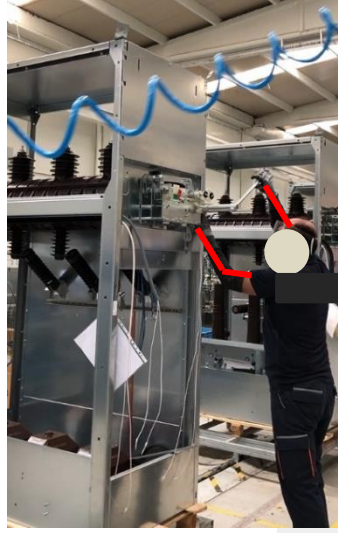
Şekil 38’de görüldüğü üzere kapı kilit basma sacı montaj işleminde sağ elin dakika başına 16-30 saniye orta kuvvetle çalıştığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak, sağ el skorunun ağırlık puanı ‘4.5’ olarak bulunmuştur. Sol parçaları tutma ve yerleştirme işleminde 16-30 saniye arasında düşük kuvvetle çalıştığı bu yüzden puan değeri sol elde kuvvet uygulama puanı ‘3’ olarak belirlenmiştir. Toplam puanı hesaplamak için daha yüksek bir değer olan ‘4.5’ zaman ağırlıklı puan olarak belirlenmiştir.



Şekil 39 Kapı kilit basma sacı montaj işlemi alt faaliyet adımı

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 39’de görüldüğü üzere destek çitasının montaj işlemini yaparken el eklemlerinin bükülme olduğu ve eklem hareket aralıkları sınırında ara sıra sapma gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı ‘1’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 40 Destek çitasının havalı perçin sıkıcı ile montaj işlemi alt faaliyet adımı

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir. Şekil 40’de görüldüğü üzere operatör kablo düzelleme, kapı basma sacı montaj alt faaliyet adımları sırasında gövde öne eğilerek, omuz yüksekliği üzerinde sık sık kavrama ve montaj işlemini gerçekleştirilmektedir. Vücut duruşu puanı, piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak ‘4’ olarak belirlenmiştir.

Alt faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 45 adet hücreye pano alt sacı, ön orta kayıt, kablo düzenlemeleri, kapı kilit basma sacı işlemleri alt faaliyet adımları için manuel elleçleme işlemleri yapmaktadır. Fiziksel iş yükü durumu nadiren değişmesi gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 42 İstasyon 4 alt faaliyetleri için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
			El/parmak kuvveti puanı	4.5
		+	Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0
		+	El/kol konumu ve hareketi puanı	1
		+	Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0
		+	Duruş puanı	4
		+	İş Organizasyonu	2
				GDP
ZAP	4	x	Toplam Gösterge puanı	11.5
				46

Tablo 42’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 46 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 20 ile 50 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimalinin mevcut olduğunu göstermektedir. Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

5.5. İstasyon 5 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı 5.İstasyonunda kilit kamı, kapı kilit basma sacının hazırlanması ve yayın takılması, kablo düzenleme, yük ve toprak ayırıcı switchi montaj alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Montaj iş adımları için havalı tork sıkıcı kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir operatör çalışmaktadır ve SİP’te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır. 5.İstasyon montaj alt faaliyet adımlarından başka görev yapmamaktadır. Faaliyet kadın operatör tarafından gerçekleştirilmektedir.

İstasyon 5’deki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 5 için AGY-MEİ yöntemi uygundur (EK 6).

5.5.1. İstasyon 5’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 5’de uygulanan AGY-MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:



(a) Kilit basma sacı hazırlık alt faaliyet adımı (b) Yük ayırıcı ve toprak switchi montaj alt faaliyet adımı

Şekil 41 İstasyon 5’de manuel elleçleme işlemleri

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 5’de manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık olarak 3 saat 20 dakika hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘4’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 41’de görüldüğü üzere kilit sacı ve switch montaj alt faaliyet adımları gerçekleştirilirken sağ elin dakika başına 16-30 saniye yüksek kuvvetle çalıştığı gözlemlenmiş olup ağırlık puanı ‘7’ olarak belirlenmiştir. Şekil 41-a’da kilit sacı montajı için hazırlık alt faaliyet adımının ortalama dakika’da tutma zamanı 46 saniye olarak hesaplanmıştır. Ağırlık puanı tabloda ‘9’ olarak hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak, sağ el skorunun toplam ağırlık puanı ‘16’ olarak bulunmuştur.



Şekil 42 Toprak ayırıcı switchi montaj işlemi alt faaliyet adımı

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 42 ve Şekil 43’de görüldüğü switch montaj işlemini yaparken kollar vücuttan belirli bir mesafede çalışmakta olup ara sıra statik kol duruşu sergilediği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı ‘1’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 43 Yük ayırıcı switch montaj işlemi alt faaliyet adımı

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 43’de görüldüğü üzere operatör montaj alt faaliyet adımı sırasında ayakta çalışmakta, omuz yüksekliği üzerinde ara sıra kavrama, vücut çalışma alanına doğru hafif eğilimli ve kollar vücuttan belirli bir mesafede montaj alt faaliyet adımı gerçekleştirilmektedir. Vücut duruşu puanı, piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak ‘2’ olarak belirlenmiştir.

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 43 İstasyon 5 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	16	
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	1	
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+ Duruş puanı	2	
		+ İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	4	x Toplam Gösterge puanı	21	84

Tablo 43’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 84 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir.

5.6. İstasyon 6 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı 6.İstasyonu alt faaliyet adımları; kapasitif toprak kablosunu kablo kanalına montajı, kablo düzenleme, açma kapama bobini montajlama ayırıcı mimiği sökme, ayıcı ve toprak switchi montajlama alt faaliyet adımları gerçekleştirilmektedir. Montaj iş adımları için şarjlı el matkabı ve kablo uçlarını düzenlemek için el aleti kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir kadın operatör çalışmaktadır ve SİP’te tanımlı iş adımlarını uygulanmakta olup bu iş adımlarından başka görev yapmamaktadır.

İstasyon 6’daki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 6 için AGY-MEİ yöntemi uygundur (EK 6).

5.6.1. İstasyon 6’da Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

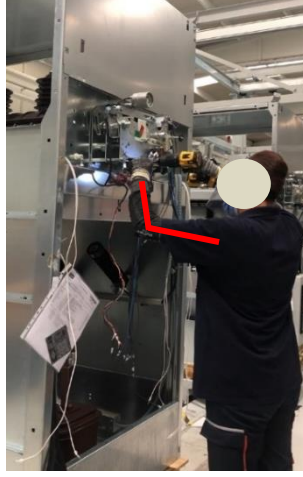
İstasyon 6’da uygulanan AGY-MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 6’de manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık 4 saat hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘4’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 44-a’da görüldüğü üzere açma kapama bobini montaj işlemlerinde şarjlı el matkabı ile sağ elin dakika başına 16-30 saniye yüksek kuvvetle çalıştığı gözlemlenmiş olup ağırlık puanı ‘7’ olarak belirlenmiştir. Sol el dakika başına 15 saniyenin altında yüksek kuvvet ile çalıştığı için puan ‘3.5’ hesaplanmıştır. Şekil 44-b’de kablo uçlarının el aleti ile sağ elin dakika başına 16-30 saniye orta kuvvetle altına çalıştığı gözlemlenmiş olup ağırlık puanı ‘4.5’ olarak belirlenmiştir. Ağırlık puanı tablodan sağ el için ‘11.5’ ve sol el için ‘3.5’ olarak hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak, sağ el skorunu yüksek olduğu için toplam ağırlık puanı ‘11.5’ olarak bulunmuştur.



(a) Açma kapama bobini montajı alt faaliyet adımı (b) Kablo uçlarının düzenlenmesi alt faaliyet adımı

Şekil 44 İstasyon 6'de manuel elleçleme işlemleri

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı '0' olarak belirlenmiştir.

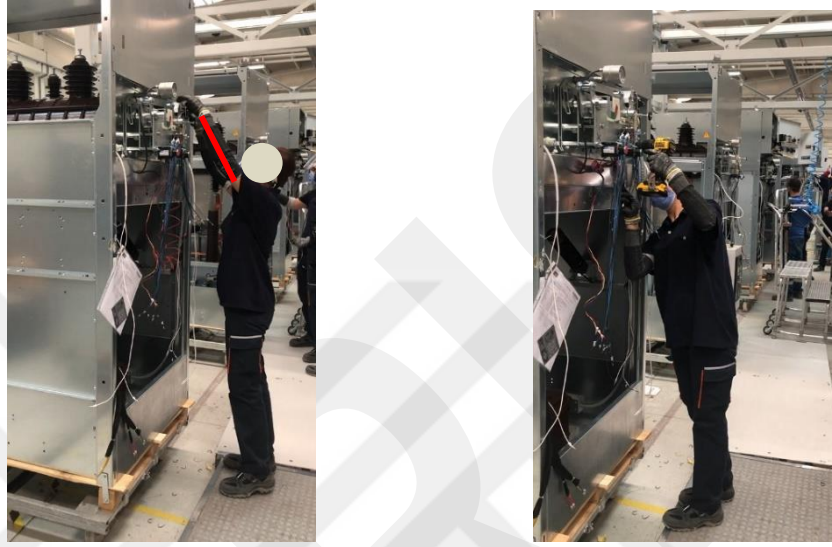
Şekil 45'de görüldüğü switch montaj işlemi yaparken kollar omuz seviyesinde yukarıda ve vücuttan belirli bir mesafede çalışmakta olup ara sıra statik kol duruşu sergilediği gözlemlenmiştir. Bilek hareketlerini bükülme olduğu ve eklem hareket sınır pozisyonu sergilemekte olup tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı '1' olarak belirlenmiştir.



Şekil 45 Açma kapama bobin montaj işlemi alt faaliyet adımı

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı '0' olarak belirlenmiştir.

Şekil 46-a'da görüldüğü üzere operatör montaj alt faaliyet adımı sırasında ayakta çalışmakta, omuz yüksekliği üzerinde sık sık kavrama ve çalışma yapmaktadır, vücut çalışma alanına doğru hafif eğilimli ve kollar vücuttan belirli bir mesafede montaj işlemi gerçekleştirilmektedir. Şekil 46-b'de görüldüğü üzere kafa duruşu ayrıntıyı görmek için yana doğru sapma yapmıştır. Vücut duruşu puanı, piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak '4' olarak belirlenmiştir.



(a) kablo düzenlemeleri alt faaliyet adımı (b) Montaj sırasında operatörün kafa duruşu
Şekil 46 İstasyon 6'da operatörün vücut duruşları

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı '2' olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 44 İstasyon 6 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	11.5	
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	1	
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+ Duruş puanı	4	
		+ İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	4	x Toplam Gösterge puanı	18.5	74

Tablo 44’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 74 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir.

5.7. İstasyon 7 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı 7.İstasyonunda motor switch kablosu, bobin kablosu, kablo düzenleme ve kabloları switchlere takma, kablo spiralleme ve motor kablo kodlarını takma alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Montaj iş adımları için şarjlı el matkabı kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda kadın operatör çalışmaktadır ve SİP’te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır. 7.İstasyon montaj alt faaliyet adımlarından başka görev yapmamaktadır.

İstasyon 6’daki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 6 için AGY-MEİ yöntemi uygundur (EK 6).

5.2.7.1. İstasyon 7’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 7’de uygulanan AGY MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:



Şekil 47 İstasyon 7’de manuel elleçleme işlemi

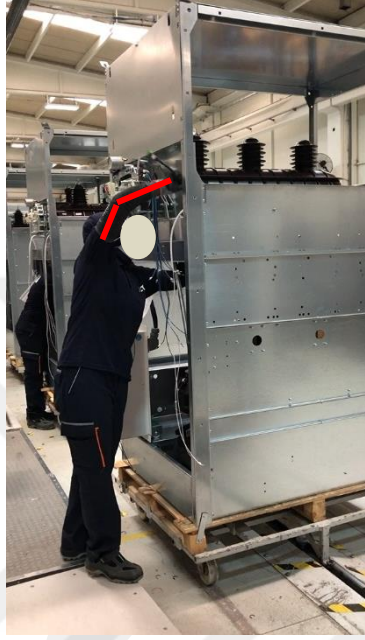
1.Adım :

Şekil 47’de görüldüğü üzere, operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 7’de manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık olarak 4 saat 48 dakika hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘5’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 48-b’de görüldüğü üzere bobin kablosu düzenleme işleri sol elin dakika başına 15 saniyenin altında yüksek kuvvetle çalıştığı gözlemlenmiş olup ağırlık puanı

'3.5' olarak belirlenmiştir. Şekil 48-a'da kablo düzenleme işleminde ise sol el 15 saniyenin altında orta kuvvetle birleştirme işlemi yapmakta olup toplam sol el için ağırlık puanı '6' hesaplanmıştır. Sağ el için 15 saniyenin altında tutma zamanı hesaplanmıştır. Ağırlık puanı tablodan '2.5' olarak hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak, yüksek puan sol el skorunun toplam ağırlık puanı '6' olarak bulunmuştur.



(a) Kablo düzenleme alt faaliyet adımı (b) Bobin kablosu kanalı montaj alt faaliyet adımı

Şekil 48 Kablo düzenleme ve kablo kanalı montaj işlemi

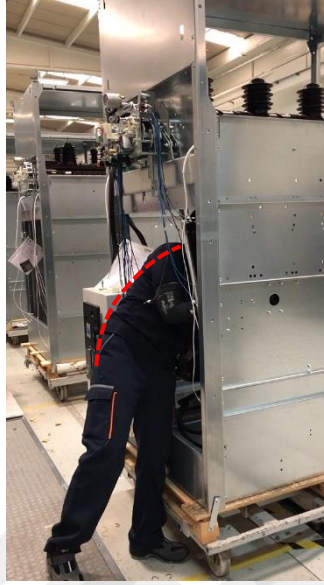
Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı '0' olarak belirlenmiştir.

Şekil 48-a'da kablo kanalı düzenleme işlemi yaparken kollar vücuttan belirli bir mesafede çalışmakta olup ara sıra statik kol duruşu sergilediği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı '1' olarak belirlenmiştir.

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı '0' olarak belirlenmiştir.

Şekil 49'de görüldüğü üzere operatör kapasitif toprak kablo kanalı montaj alt faaliyet adımı sırasında gövde yana doğru eğimli ve gövde açıkça öne eğimli montaj işlemini yürütmektedir. Şekil 48-a'da görüldüğü üzere kollar omuz yüksekliğinin

üzerinde kavrama ve montaj faaliyetleri yürütmekte olup vücut duruşu puanı, piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak '4' olarak belirlenmiştir.



Şekil 49 Bobin kanalı montaj alt faaliyet adımı sırasındaki vücut duruşu

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı '2' olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 45 İstasyon 7 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler			
		El/parmak kuvveti puanı	6		
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0		
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	1		
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0		
		+ Duruş puanı	4		
		+ İş Organizasyonu	2	GDP	
ZAP	5	x	Toplam Gösterge puanı	13	65

Tablo 45'de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 65 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir.

5.8. İstasyon 8 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı 8.İstasyon alt faaliyet adımları, panoların hücreye montaj işlemleri, AC ve DC ampüllerin takılması, hücre içi kablo düzenlemeleri ve pano ile kablo bağlantılarının yapılması alt faaliyet adımları gerçekleştirilmektedir. Çalışma istasyonu erkek operatör tarafından gerçekleştirilmekte ve SİP'te tanımlı iş adımlarını takip etmektedir. Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 8 alt faaliyet adımlarından başka görev yapmamaktadır.

İstasyon 8'deki panoyu vakumlu vinç kullanılarak çekme ve itme işlemi kaynaklı AGY-Çİ yöntemi, AC ve DC ampüllerin takılması, hücre içi kablo düzenlemeleri ve pano ile kablo bağlantılarının yapılması alt faaliyet adımları göz önünde bulundurularak alt faaliyet için AGY-MEİ yöntemi kullanılır (EK 6).

5.8.1. İstasyon 8'de Çekme ve İtme İşleri için AGY-Çİ Uygulanması

Panolar, montaj hattı yanındaki pano stok rafından vakumlu vinç yardımı ile alınarak hücreye üzerine montaj işlemi getirilmektedir. Kullanılan vakumlu vincin teknik özellikleri, taşıma kapasitesi, bağlantı noktaları incelenmiştir. Panolar yaklaşık olarak 2 metre yüksekliğindeki platformlu merdiven üzerine çıkararak alt faaliyet adımı gerçekleştirilmektedir. Panolar faaliyet günü içerisinde planlanan tüm hücrelere takılmaktadır. Günlük ortalama 45 hücre üretimi üzerinden hesaplama yapılmıştır. Çekme ve itme işlerine ilişkin risk skorunu etkileyen parametrelerin her biri için tespit edilen durumlar için risk değerlendirme çalışması aşağıdaki gibidir:

Panoların hücrelere vakumlu vinç ile taşınması işleminin risk değerlendirmesi şu şekildedir:

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde yaklaşık olarak 2 metre mesafede pano rafından panoları montaj istasyonuna vakumlu vinç ile getirmektedir. Günde ortalama 45 adet hücre montajı için bu faaliyet tekrarlanmaktadır. Günde ortalama 90 metre mesafe kat ettiği hesaplandığı takdirde, tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanlaması '1' olarak hesaplanmıştır. Panoları hücreye vakumlu vinç ile itilmesi alt faaliyet adımı yaklaşık olarak 1 dakika 18 saniye sürmektedir. Çalışma günü başına toplam süre 1 saatin altında olduğundan zaman ağırlıklı puan '1' olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Operatörün itme işini gerçekleştirdiği panolar hücre tiplerine göre farklı ölçülerde yapılmaktadır. Pano ağırlıkları olarak 30 ile 60 kg aralığında değişmektedir. Montaj hattında çalışma günü içerisinde en çok montajı yapılan panolar dikkate alındığında ortalama pano ağırlığı 50 kg olarak belirlenmiştir. Vakumlu vinci ağırlığı 50 kg ağırlığındadır. Bu alt faaliyet adımı her bir alt faaliyet işlemi adımıyla tekrarlanmaktadır. Taşıma ekipmanı dahil hareket ettirilen kütle için toplam ağırlığı yaklaşık olarak 100 kg olarak hesaplanmıştır. Tablo verilerine göre kütle/taşıma ekipmanı puanı '2.5' olarak belirlenmiştir.

Vakumlu vinci rayları tamamen düz, hasarsız ve eğimsiz olduğundan sürüş yolu koşulları puanı '0' olarak alınmıştır. Fakat operatör pano montajı için merdiven basamağı kullanmaktadır. Sürüş yolunda basamak olduğundan dolayı gösterge puanı '2.5' olarak belirlenmiştir. Alt faaliyeti gerçekleştiren operatör, yükü konumlandırma işinin hassas olmasından ve itme işinin normal yürüme hızından daha yavaş gerçekleşmesinden dolayı göster puanı '1' olarak alınmıştır. Tablo verileri kullanarak toplam elverişsiz çalışma koşulları puanı '1' olarak hesaplanmıştır.



Şekil 50 Vakumlu vinç yardım ile panonun hücreye taşınması alt faaliyet adımı

Taşıma ekipmanı olan vakumlu vincin düzenli aralıklarla yasal periyodik kontrolleri yapılmaktadır. Operatörden alınan bilgi doğrultusunda hava kablo bağlantılarında kaçak ve konumlandırma mandalının hasarlı olduğu öğrenildi. Tablo verileri kullanılarak taşıma ekipmanının olumsuz özelliği puanı '2' olarak alınmıştır.

Şekil 50'de görüldüğü üzere operatör itme işlemini gerçekleştirirken merdiven başından kaynaklı engel olup gövde dik ve kollar statik bir şekilde omuz seviyesi

üzerinde itme işlemi gerçekleştirmektedir. Tablodaki piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak vücut duruş puanı ‘8’ olarak belirlenmiştir.

Alt faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 45 adet hücre için pano montajını vakumlu vinç ile itme işlemi yapmaktadır. Fiziksel iş yükü durumu nadiren değişmesi gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 46 İstasyon 8 alt faaliyeti için AGY Çİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		Kütle/Taşıma ekipmanı puanı	2.5	
	+	Sürtüş yolu koşulları puanı	25	
	+	Elverişsiz çalışma koşulları puanı	1	
	+	Ekipmanların olumsuz özellikleri	2	
	+	Duruş puanı	8	
	+	İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	1	x	Toplam Gösterge puanı	40.5

Tablo 46’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 40.5 olarak hesaplanmaktadır. Risk skoru 20 ile 50 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimalinin mevcut olduğunu göstermektedir. Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

5.8.2. İstasyon 8’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 8’de kabloların düzenlenmesi (kablo başlıklarının bantlanması, kabloların klips ile sabitlenmesi) ve pano içerisine aktarılması alt faaliyetleri adımları için AGY-MEİ yöntemi kullanılarak ergonomik risk risk analiz yapılmıştır. İstasyon 8 de bir hücrenin diğer istasyona aktarılması zamanı toplamda 6 dk 58 sn olarak gözlemlendi. Bu sürenin yaklaşık olarak 5 dk 40 sn manuel elleçleme işlemleri için gerçekleştirildi. Operatör montaj işlemi gerçekleştirirken el aleti ve havalı tork sıkıcı ile pano montajını gerçekleştirmiştir. Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 8 de manuel elleçleme işlemleri alt faaliyet adımlarını havalı tork sıkıcı ve el aleti ile çalışma günü başına yaklaşık olarak 4 saat 25 dk da yapmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘5’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

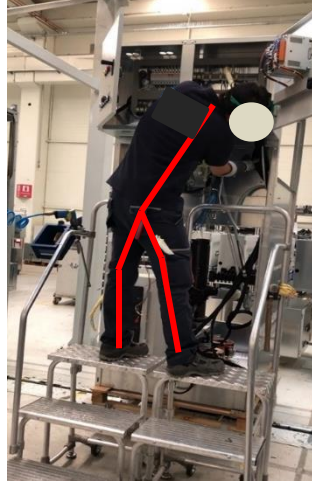
Parmak-el kuvveti hesaplanmasında sağ elin dakika başına 15 saniye altında el aleti kullanarak kabloları birleştirdiği ve orta kuvvetle çalıştığı bu esnada ise sol elinde boşta olduğu belirlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak, sağ el skorunun ağırlık puanı ‘2.5’, faaliyette pano motajı yaparken kullanıma havalı tork sıkıcı ile 15 saniye altında 4 adet pano vidasını sıkılmaktadır. Tablo verileri kullanılarak, sağ el skorunun ağırlık puanı ‘3.5’, sol el skoru ise ‘0’ olarak bulunmuştur. Toplam gösterge puanı parmak/el bölgesindeki uygulama için ‘6’ , zaman ağırlıklı puan olarak belirlenmiştir.



Şekil 51 Operatörün havalı tork sıkıcı ile pano montajı alt faaliyet adımı

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 52’de görüldüğü üzere operatör önemli ölçüde gövdenin yana eğilme ile montaj alt faaliyet adımını gerçekleştirmektedir. Başka bir alt faaliyet adımında operatörün omuz seviyesi üzerinde ve el bilek eklemlerinin hareket aralıklarının elverişsiz pozisyonda montaj işlemi yaptığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 52 İstasyon 8’de kablo düzenlemeleri ve montaj alt faaliyet adımları

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 55’de görüldüğü üzere operatör montaj alt faaliyet adımları sırasında ayakta çalışmaktadır. Gövde önemli bir şekilde yana doğru eğilme göstermektedir. Operatörün başı ayrıntıyı görmek için nötr pozisyonunda sapma göstermektedir. Omuz yüksekliğinin üzerinde montaj işlemini gerçekleştirmektedir. Vücut duruşu puanı, piktogramlardan ve tablo verilerinden faydalanılarak ‘4’ puan olarak belirlenmiştir.

Alt faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 45 adet hücreye manuel montaj işlemi gerçekleştirmektedir. Fiziksel iş yükü gün içerisinde nadiren değişmektedir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 47 İstasyon 8 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	6	
	+	Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
	+	El/kol konumu ve hareketi puanı	2	
	+	Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
	+	Duruş puanı	4	
	+	İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	5	x	Toplam Gösterge puanı	14
				70

Tablo 47’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 70 olarak hesaplanmaktadır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet operatör için önemli derecede artan yük durumunu ve fiziksel yüklenme olduğunu göstermektedir. Çalışma ortamında tasarım şartları tekrar gözden geçirilmelidir.

5.9. İstasyon 9 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı 9.İstasyonu alt faaliyet adımları, motor ve motor switchi kabloları, kablo ve switch kablosu çorabını kesme, kablo bağlarını alma, switch kablosunu mekanizmaya takma ve spiralleme, ayırıcı switch ve bobin kablolarının üzerine çorap geçirme, manometre kablosunu kodlama montaj alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Montaj alt faaliyet adımları için şarjlı el matkabı kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir erkek operatör çalışmaktadır ve SİP’te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır. 9.İstasyon montaj işlemlerinden başka görev yapmamaktadır. İstasyon 9’daki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 9 için AGY-MEİ yöntemi uygundur.

5.9.1. İstasyon 9’da Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 9’da uygulanan AGY-MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:



Şekil 53 İstasyon 9’de manuel elleçleme işlemleri alt faaliyet adımı

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 9’da manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık olarak 3 saat 30 dakika hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘4’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 53’de görüldüğü üzere motor ve motor switchi kablolarının montajı sırasında sol elin dakika başına 15 saniyenin altında yüksek kuvvetle çalıştığı gözlemlenmiş olup ağırlık puanı ‘3.5’ olarak belirlenmiştir. Sol el için switch kablosunu mekanizmaya takma ve spiralleme, ayırıcı switch ve bobin kablolarının üzerine çorap geçirme işlemleri orta kuvvetle birleştirme alt faaliyet adımı dakikada 24 saniye olup 16 ile 30 saniye arasında gerçekleştiği için ağırlık puanı ‘4.5’ olarak belirlenmiştir. Sağ el tutma zamanı küçük parçaları düşük kuvvetle yerleştirme alt faaliyet adımı dakikada 31 ile 60 saniye sürdüğü için ‘5.5’ olarak belirlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak sol el skorunun toplam ağırlık puanı ‘8’ olduğu için toplam ağırlık puanı ‘8’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 54 Motor switchi kabloları montajı alt faaliyet adımı

Şekil 54’de görüldüğü üzere, montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 55 Switch kablolarını mekanizmaya takma ve spiralleme alt faaliyet adımı

Şekil 55’de görüldüğü üzere montaj işlemi sırasında el bilek ve kol hareket aralıklarında sapmalar meydana geldiği gözlemlenmiştir. Kollar vücuttan belirli bir mesafede çalışmakta olup ara sıra statik kol duruşu sergilediği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Operatör, motor switchi kabloları montajı, switch kablolarını mekanizmaya takma ve spiralleme alt faaliyet adımları sırasında Şekil 54 ve Şekil 55’de diz çökme, çömelme ve gövde yana doğru açıkça eğimli görülmektedir. Vücut duruşu puanı, piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak ‘6’ olarak belirlenmiştir.

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 48 İstasyon 9 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	8	
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	2	
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+ Duruş puanı	6	
		+ İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	4	x	Toplam Gösterge puanı	18
				72

Tablo 48’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 72 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir.

5.10. İstasyon 10 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı 10.İstasyonun alt faaliyet adımları, kapasitif kablosu, aydınlatma, ısıtıcı, manometre, motor, switch ve bobin kablolarını düzeltme, ön ve toprak bakırları montaj, ayırıcı toprak bakırı ve sağ yan toprak bakırını birbirine tutturma, sıkma ve kesici ve ayırıcı bağlantı bakırlarının montajı alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Montaj alt faaliyet adımları için havalı tork sıkıcı kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir erkek operatör çalışmaktadır ve SİP’te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır. 10.İstasyon montaj işlemlerinden başka görev yapmamaktadır.

İstasyon 10’daki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 10 için AGY-MEİ yöntemi uygundur (EK 6).

5.2.10.1. İstasyon 10'da Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 10'da uygulanan AGY MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 10'da manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık olarak 4 saat hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı '4' olarak belirlenmiştir.

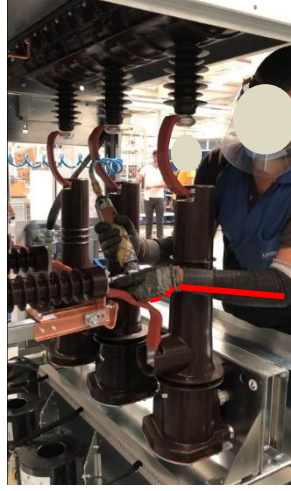
2.Adım :

Şekil 56'da görüldüğü üzere kesici ve ayırıcı arası bağlantı bakırları ve kesici ve kapasitif arası bağlantı bakırları montajı alt faaliyet adımları sırasında sağ el dakikada ortalama 15 kez civataları yüksek kuvvetle sıktığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak sağ el için ağırlık puanı '3' olarak belirlenmiştir. Bakır baraları havalı tork sıkıcı ile yaklaşık 2 saniyede toplam 12 adet somunu orta kuvvet ile sıktığı gözlemlenmiştir. Toplamda 24 saniye sürmüş olup ağırlık puanı sağ el için '4.5' olarak hesaplanmıştır. Toplam ağırlık puanı sağ el için '7.5' olarak belirlenmiştir.



Şekil 56 Kesici ve ayırıcı bağlantı bakırları montaj alt faaliyet adımı

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı '0' olarak belirlenmiştir.



Şekil 57 Kesici ve kapasiteli izalatör bağlantı bakarı montajı alt faaliyet adımı

Şekil 57’de görüldüğü üzere montaj işlemi sırasında el bilek ve kol hareket aralıklarında sapmalar meydana geldiği gözlemlenmiştir. Kollar vücuttan belirli bir mesafede çalışmakta olup ara sıra statik kol duruşu sergilediği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 58’de görüldüğü üzere, operatör, kesici ve ayırıcı bağlantı bakırların montajı sırasındaki gövde öne doğru eğilme ve baş duruşu önde ve nötr durumdan sık sık sapma olduğu görülmektedir. Vücut duruşu puanı, piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak ‘4’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 58 Kesici ve ayırıcı bağlantı bakırların montajı sırasındaki vücut duruşu

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 49 İstasyon 10 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	7.5	
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	2	
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+ Duruş puanı	4	
		+ İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	4	x Toplam Gösterge puanı	15.5	62

Tablo 49’da gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 62 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir.

5.11. İstasyon 11 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı 11.İstasyon alt faaliyet adımları, pano içi kablo bağlantıları düzenleme, termostat kablosunu düzenleme, toprak, ayırıcı ve motor switchi panoya bağlantı yapma ve kabloların kablo kanalı içerisinde düzenlenmesi alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Montaj alt faaliyet adımları için havalı tork sıkıcı ve el aleti kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir erkek operatör çalışmakta olup SİP’te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır.

İstasyon 11’deki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 11 için AGY-MEİ yöntemi uygundur (EK 6).

5.11.1. İstasyon 11’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

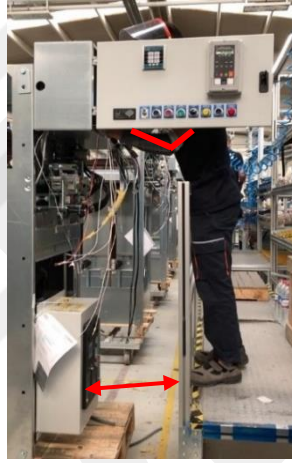
İstasyon 11’de uygulanan AGY-MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 11’de manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık olarak 3 saat 42 dakika hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘4’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Operatör pano içi termosat kablosunu düzenleme ve kablo bağlantıları montajı alt faaliyet adımları sırasında havalı tork sıkıcı ile sağ el dakikada ortalama 15 saniyenin altında yüksek kuvvetle montaj işlemi yaptığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak ağırlık puanı ‘3.5’ hesaplanmıştır. Pano içi kablo düzenleme 16 ile 30 saniye arasında tutma yaptığı için ağırlık puanı sağ el için ‘4.5’ olarak hesaplanmıştır. Toplam ağırlık puanı sağ el için ‘8’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 59 Pano içi kablo düzenleme alt faaliyet adımı

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 59’da görüldüğü üzere montaj işlemi sırasında el bilek ve kol hareketleri belirli bir mesafede çalışmakta olup sık sık statik kol duruşu sergilediği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 60’da görüldüğü üzere, operatör, pano kablo bağlantıları montajı sırasındaki gövde yanal eğilme ve baş duruşu ayrıntıyı görmek için nötr durumdan sık

sık sapma olduğu görülmektedir. Tablo verileri kullanılarak vücut duruş puanı '4' olarak belirlenmiştir.



Şekil 60 Pano kablo bağlantıları montajı alt faaliyet adımı sırasındaki vücut duruşu

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı '2' olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 50 İstasyon 11 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler			
			El/parmak kuvveti puanı	8	
		+	Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
		+	El/kol konumu ve hareketi puanı	2	
		+	Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+	Duruş puanı	4	
		+	İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	4	x	Toplam Gösterge puanı	16	64

Tablo 50'de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 64 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir.

5.12. İstasyon 12 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı İstasyon 12'nin alt faaliyet adımları, AC ve DC aydınlatma ve ısıtıcıyı panoya takma, motor switchleri, motor besleme kablosu, manometre kablo bağlantıları, pano içi kablo düzenlenmesi alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Montaj alt faaliyet adımları için havalı tork sıkıcı ve el aleti kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir kadın operatör çalışmaktadır ve SİP'te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır. 12.İstasyon montaj alt faaliyet adımlarından başka görev yapmamaktadır.

İstasyon 12'deki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 12 için AGY-MEİ yöntemi uygundur (EK 6).

5.12.1. İstasyon 12'de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 12'de uygulanan AGY-MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 12'de manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık olarak 6 saat 39 dakika hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı '7' olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Operatör motor switchleri, motor besleme kablosu, manometre kablo bağlantıları, pano içi kablo düzenlenmesi alt faaliyet adımları sırasında havalı tork sıkıcı ile montaj sağ el dakikada ortalama 15 saniyenin altında yüksek kuvvetle montaj işlemi yaptığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak ağırlık puanı '3.5' hesaplanmıştır. Pano içi kablo düzenleme 16 ile 30 saniye arasında tutma yaptığı için ağırlık puanı sağ el için '4.5' olarak hesaplanmıştır. Toplam ağırlık puanı sağ el için '8' olarak belirlenmiştir.



Şekil 61 Pano içi kablo bağlantıları alt faaliyet adımı

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı **'0'** olarak belirlenmiştir.

Şekil 61'de görüldüğü üzere montaj işlemi sırasında el bilek ve kol hareketleri belirli bir mesafede çalışmakta olup sık sık statik kol duruşu sergilediği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı **'2'** olarak belirlenmiştir.

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı **'0'** olarak belirlenmiştir.



Şekil 62 Pano switch bağlantıları montajı alt faaliyet adımları sırasındaki vücut duruşu

Şekil 62'de görüldüğü üzere, operatör pano kablo bağlantıları montajı alt faaliyet adımları sırasında gövde açıkça öne eğik ve baş duruşu ayrıntıyı görmek için

nötr durumdan sık sık sapma olduğu görülmektedir. Tablo verileri kullanılarak vücut duruş puanı '4' olarak belirlenmiştir.

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı '2' olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 51 İstasyon 12 faaliyetleri için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	8	
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	2	
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+ Duruş puanı	4	
		+ İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	7	x Toplam Gösterge puanı	16	112

Tablo 51'de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 112 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 100 puan üzeri olduğundan dolayı risk seviyesi 4 olarak belirlenmiştir. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması gerekmektedir.

5.13. İstasyon 13 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı İstasyon 13'ün alt faaliyet adımları, otomatları açma, termostat ve şarj uyarı etiketleme, kablo düzenleme, pano içi temizlik ve pano elektriksel ve fonksiyonel test işlem alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Montaj alt faaliyet adımları sırasında el aleti kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir erkek operatör çalışmaktadır ve SİP'te tanımlı iş faaliyetlerini uygulamakta ve bu görevden başka görev yapmamaktadır.

İstasyon 13'deki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 13 için AGY-MEİ yöntemi uygundur (EK 6).

5.13.1. İstasyon 13’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 13’de uygulanan AGY-MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 13’de manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık olarak 3 saat 26 dakika hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘4’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 63 Elektriksel test cihazı ile pano bağlantı alt faaliyet adımı

2.Adım :

Şekil 64’de görüldüğü üzere, operatör hücre içi kabloları kanalda içinde düzenleme esnasında sol el dakikada ortalama 15 saniyenin altında orta kuvvetle kablo düzenleme ve tutma işlemi yaptığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak ağırlık puanı ‘2.5’ hesaplanmıştır.



Şekil 64 Pano içi kablo düzenleme alt faaliyet adımı

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 65’de görüldüğü üzere fonksiyonel ve elektriksel test işlemi sırasında el bilek ve kol hareketleri belirli bir mesafede çalışmakta olup sık sık statik kol duruşu sergilediği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 65 Elektriksel test ve fonksiyonel test alt faaliyet adımı esnasındaki vücut duruşu

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Operatör, elektriksel test bağlantıları ayakta çalışma ve çalışma alanına doğru hafif eğimli şekilde vücut duruşunun olduğu görülmektedir. Tablo verileri kullanılarak vücut duruş puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 52 İstasyon 13 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	2.5	
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	2	
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+ Duruş puanı	2	
		+ İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	4	x Toplam Gösterge puanı	8.5	34

Tablo 52’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 34 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 20 ile 50 puan aralığında olduğundan risk seviyesi 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimalinin mevcut olduğunu göstermektedir. Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

5.14. İstasyon 14 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı İstasyon 14’ün alt faaliyet adımları, 1, 2 ve 3 faz bushing giriş bakırı cıvatasının sıkılığını ayarlama, kapı kilit çektirme, mimikleri, mavi kapak yan saclarını, manometre ve kapasitif kablosunu düzeltme, mavi kapak yan sacı montajı ve mavi kapak montaj alt faaliyet adımı yapılmaktadır. Alt faaliyet adımları için el aleti ve şarjlı el matkabı kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir erkek operatör çalışmaktadır ve SİP’te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır.

İstasyon 14’deki mavi kapağı montaj için kaldırma işinde AGY-KTT yöntemi, bu alt faaliyetin montajı, 2 ve 3 faz bushing giriş bakırı cıvatasının sıkılığını ayarlama, kapı kilit çektirme, mimikleri, mavi kapak yan saclarını, manometre ve kapasitif kablosunu düzeltme alt faaliyet adımları göz önünde bulundurularak alt faaliyet için AGY-MEİ yöntemi kullanılır (EK 6).

5.14.1. İstasyon 14’de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması

İstasyon 14’ de alt faaliyet adımları gözlemlenmiş ve mavi kapak kapama işleminin elle kaldırma sırasındaki ergonomik risklerin tespiti için AGY-KTT yöntemi

uygunlanmıştır. Kaldırma, tutma ve taşıma işlemine ilişkin risk skorunu etkileyen parametrelerin tespit edilen durumları için risk değerlendirme çalışması aşağıdaki gibidir :

1.Adım :

Operatör mavi kapak kaldırma işini çalışma ve faaliyet günü başına günde yaklaşık 45 defa tekrarlanmaktadır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı '2' olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 66'da görüldüğü üzere montaj hattındaki stok alanından yaklaşık 5,56 kg ağırlığındaki mavi kapağı montaj için kaldırmakta olup etkin yük 5 ile 10 kg aralığında olduğundan tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı '6' olarak belirlenmiştir.



Şekil 66 Mavi kapak kapama sacının montaj için elle kaldırma işlemi

Mavi kapak kapama sacını operatör Şekil 69'da görüleceği üzere asimetrik olarak kaldırılmakta ve iki el arasında eşit olmayan yük dağılımı görülmektedir. Tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı '2' olarak belirlenmiştir.

Operatör başlangıç vücut duruşu ayakta sonra sacları yerleştirme işlemi esnasında hafif öne doğru eğilme duruşu sergilemekte olup vücut duruş puanı '3' olarak belirlenmiştir. Montaj sırasında eller sık sık omuz yüksekliği üzerinde montaj işlemi yaptığı için ek puan '2' olarak belirlenmiş olup toplam vücut duruşu puanı '5' olarak hesaplanmıştır.

Operatör sac üzerinde kavrama noktası olmadığından ve sac üzerinde keskin kenarlar olabileceğinden elverişsiz çalışma koşulları puanı '2' olarak belirlenmiştir. Kaldırma sırasında el ve kol konumu ara sıra omuz yüksekliği üzerinde ve vücuttan

uzak bir konumda olduğu gözlenmiş olup ağırlık puanı '1' olarak belirlenmiştir. Toplam olumsuz çalışma koşulları puanı '3' olarak belirlenmiştir.

Faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 45 adet hücreye mavi kapak kapama sacı montaj işlemi için kaldırma işlemi yapmaktadır. Çalışma günü içerisindeki fiziksel iş yükü nadiren değişmektedir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı '2' olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 53 İstasyon 14 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu

		Göstergeler		Erkek	Kadın		
			Efektif yük puanı	6			
		+	Yük taşıma koşulları puanı	2			
		+	Duruş puanı	5			
		+	Olumsuz çalışma koşulları puanı	3		GDP	
		+	İş Organizasyonu	2		Erkek	Kadın
ZAP	2	X	Toplam Gösterge puanı	18		36	

Tablo 53'de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 36 olarak hesaplanmaktadır. Risk skoru 20 ile 50 puan aralığında olduğundan risk seviyesi 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimalinin mevcut olduğunu göstermektedir. Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

5.14.2. İstasyon 14'de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 14'de uygulanan AGY-MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 14'de manuel elleçleme işlemleri olan mavi kapak yan sacı montajı ve mavi kapak montaj alt faaliyet adımı işlemlerini şarjlı el matkabı ile gerçekleştirmekte olup yaklaşık olarak 2 saat 24 dakika hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı '3' olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 67’de görüldüğü üzere parmak-el kuvveti hesaplanmasında sağ elin dakika başına 16-30 saniye yüksek kuvvetle çalıştığı gözlemlenmiş olup ağırlık puanı ‘7’ olarak belirlenmiştir. 15 saniye boyunca kurma kolu aparatı ile çok yüksek kuvvet uygulayarak mekanizmayı açma kapama yapmıştır. Sağ skoru tablo verileri kullanılarak ‘5,5’ olarak belirlenmiştir. Toplam ağırlık puanı parmak / el bölgesindeki kuvvet uygulama skorunun ağırlık puanı ‘12,5’ olarak bulunmuştur.



Şekil 67 Operatörün mavi kapak yan sacı montaj işlemi alt faaliyet adımı

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.

Şekil 68’de görüldüğü üzere mavi kapak montaj işlemini yaparken el eklemlerinin bükülme olduğu ve eklem hareket aralıkları sınırında ara sıra sapma gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı ‘1’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 68 Mavi kapak montaj işlemi alt faaliyet adımı

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 69 Mavi kapak kapama şarjlı el matkabı montaj işlemi alt faaliyet adımı

Şekil 69’de görüldüğü üzere mavi kapak kapama montaj alt faaliyet adımı sırasında omuz yüksekliği üzerinde sık sık kavrama ve montaj alt faaliyet adımlarını gerçekleştirilmektedir. Vücut duruşu puanı, piktogramlardan ve bilgilerden faydalanılarak ‘4’ olarak belirlenmiştir.

Alt faaliyeti yapan operatör çalışma günü boyunca yaklaşık 45 adet hücreye mavi kapak kapama sacı montaj işlemi yapmaktadır. Çalışma günü içerisindeki fiziksel iş yükü nadiren değişmektedir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 54 İstasyon 14 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	12,5	
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	1	
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+ Duruş puanı	4	
		+ İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	3	x Toplam Gösterge puanı	19,5	58,5

Tablo 54’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 58,5 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir.

5.15. İstasyon 15 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı İstasyon 15’in alt faaliyet adımları; 1, 2 ve 3 faz ayırıcıların direnç ölçüm testleri, 1, 2 ve 3 faz toprak direnç test alma ve direç değerlerini üretim bilgi formlarına yazma alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir erkek operatör çalışmaktadır ve SİP’te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır. İstasyon 15’deki direnç test alt faaliyet adımı işleminden başka görev yapmamaktadır.

İstasyon 15’deki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 15 için AGY-MEİ yöntemi uygundur (EK 6).

5.15.1. İstasyon 15’de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 15’de uygulanan AGY-MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 15’de manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık olarak 1 saat 36 dakika hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Operatör ayırıcı fazlarının direnç ölçüm test işlemi yaparken sağ el dakikada ortalama 5 ile 15 kez düşük kuvvetle direnç işlemi yaptığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak ağırlık puanı ‘1’ hesaplanmıştır. 15 saniyenin altında pano kurma işlemini yüksek kuvvet ile açma kapama işlemi yaptığı için ağırlık puanı sağ el için ‘3.5’ olarak hesaplanmıştır. Toplam ağırlık puanı sağ el için ‘4.5’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 70 Pano içi kablo bağlantıları alt faaliyet adımı

Şekil 70’de görüldüğü üzere operatör, panoyu kurma işlemi alt faaliyet adımı sırasında kullanılan kurma kolu aparatının kavrama koşullarının kısıtlı olduğu ve kurma kolunun sapında şekillendirilmiş kavramanın olmadığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 71 Pano içi kablo bağlantıları alt faaliyet adımı

Şekil 71’de görüldüğü ayırıcı fazların direnç testlerini alırken el bilek ve kol hareketleri belirli bir mesafede çalışmakta olup ara sıra statik kol duruşu sergilediği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı ‘1’ olarak belirlenmiştir.

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.



(a) Direç test ölçümü esnesındaki beden duruşu (b) Direç test ölçümü esnesindeki kafa duruşu

Şekil 72 Ayırıcı fazlarının direnç testi bağlantıları sırasındaki vücut duruşu

Şekil 72-a ve Şekil 72-b 'de görüldüğü üzere operatör, direnç testi bağlantıları sırasında gövde açıkça yanal eğimi ve baş duruşu ayrıntıyı görmek için yana doğru nötr durumdan sapma olduğu görülmektedir. Tablo verileri kullanılarak vücut duruş puanı '4' olarak belirlenmiştir.

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı '2' olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 55 İstasyon 15 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	4.5	
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	2	
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	1	
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+ Duruş puanı	4	
		+ İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	2	x Toplam Gösterge puanı	13.5	27

Tablo 55’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 27 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 20 ile 50 puan aralığında olduğundan risk seviyesi 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimalinin mevcut olduğunu göstermektedir. Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

5.16. İstasyon 16 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı İstasyon 16’nın alt faaliyet adımları, hücre etiket camının etiketleme, topraklama etiketleme, mani sacı çektirme el aletini sökme, trafo seri bilgilerini üretim formuna kaydetme alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir kadın operatör çalışmaktadır ve SİP’te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır.

İstasyon 16’daki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 16 için AGY-MEİ yöntemi uygundur (EK 6).

5.16.1. İstasyon 16’da Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 16’da uygulanan AGY-MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 16’da manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık olarak 2 saat 43 dakika hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘3’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 73’de görüldüğü üzere operatör trafo seri bilgilerini üretim formuna kaydederken sağ el dakikada ortalama 16 ile 30 saniye düşük kuvvetle kayıt işlemi yaptığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak ağırlık puanı ‘3’ hesaplanmıştır. Hücre üzerine etiketleme işeminde 5 ile 15 saniye arasında düşük kuvvet ile etiketleme işlemi yaptığı için ağırlık puanı sağ el için ‘1’ olarak hesaplanmıştır. Toplam ağırlık puanı sağ el için ‘4’ olarak belirlenmiştir.



Şekil 73 Trafo seri bilgilerini üretim formuna kaydetme alt faaliyet adımı

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı **'0'** olarak belirlenmiştir.



Şekil 74 Hücre topraklama etiketi yapıştırma alt faaliyet adımı

Trafo seri bilgilerini üretim formuna kaydetme, hücre topraklama etiketi yapıştırma, mani sacı çekme el aletini sökme, etiket bilgilerini mavi kapak üzerine yapıştırma alt faaliyet adımlarını gerçekleştirirken operatörün el bilek ve kol hareketleri belirli bir mesafede çalışmakta olup ara sıra statik kol duruşu sergilediği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı **'1'** olarak belirlenmiştir.

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı '0' olarak belirlenmiştir.



Şekil 75 Hücre etiket bilgilerinin yapıştırılması esnasındaki vücut duruşu

Şekil 74 ve Şekil 75'de görüldüğü üzere operatör, hücre etiket bilgilerinin yapıştırılması alt faaliyet adımı esnasında gövde açıkça öne doğru eğik ve omuz yükseliği üzerinde çalışma yaptığı görülmektedir. Tablo verileri kullanılarak vücut duruş puanı '4' olarak belirlenmiştir.

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı '2' olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 56 İstasyon 16 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	4	
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	1	
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+ Duruş puanı	4	
		+ İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	3	x Toplam Gösterge puanı	11	33

Tablo 56'da gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 33 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 20 ile 50 puan aralığında olduğundan risk seviyesi 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan alt faaliyet düşük dirençli çalışan grubu için fiziksel yüklenme ihtimalinin mevcut olduğunu göstermektedir. Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

5.17. İstasyon 17 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı İstasyon 17'nin alt faaliyet adımları, malzeme listesi ve üretim bilgi formuna göre hücre değerlerini kontrol etme, kare somunları takma, hücre tanıtımı etiketleme, röle ayarı ve röle akım testi, röle etiketleme, hücre tanıtım etiketleme, hücre son montaj ve kontrol alt faaliyet adımları yapılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir erkek operatör çalışmaktadır ve SİP'te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır.

İstasyon 17'deki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 17 için AGY-MEİ yöntemi uygundur (EK 6).

5.17.1. İstasyon 17'de Manuel Elleçleme İşleri için AGY-MEİ Uygulanması

İstasyon 17'de uygulanan AGY-MEİ Risk değerlendirme adımları şu şekildedir:

1.Adım :

Operatör çalışma günü içerisinde İstasyon 17'de manuel elleçleme işlemleri için toplam iş günü başına harcadığı süre yaklaşık olarak 4 saat 30 dakika

hesaplanmıştır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı '5' olarak belirlenmiştir.

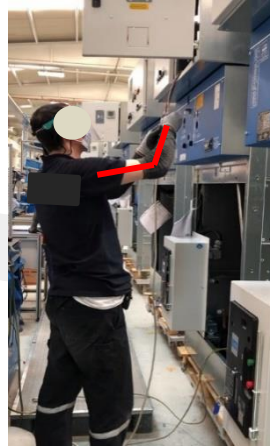
2.Adım :

Şekil 76'da görüldüğü üzere operatör röle akım testi uygulaması sırasında sağ el dakikada ortalama 31 ile 60 saniye düşük kuvvetle röle test işlemi yaptığı gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak ağırlık puanı '5.5' hesaplanmıştır.



Şekil 76 Röle akım testi uygulama alt faaliyet adımı

Montaj sırasında kullanılan el aletlerinin kavrama koşullarının kolayca kavrandığı ve kuvvet aktarımının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı '0' olarak belirlenmiştir.



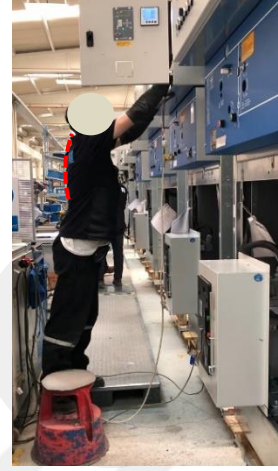
Şekil 77 Akım rölesi testi kablo bağlantı alt faaliyet adımı

Şekil 77'de görüldüğü üzere operatör akım rölesi testi kablo bağlantı alt faaliyet adımı sırasında el bilek ve kol hareketleri belirli bir mesafede çalışmakta olup ara sıra statik kol duruşu sergilediği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak el/kol konumu ve hareket puanı '1' olarak belirlenmiştir.

Montaj hattının genel çalışma ortamının aydınlatma düzeyi ve hava koşulları uygun şekilde tutulmaktadır. Tablo verileri kullanılarak elverişsiz çalışma koşulları puanı ‘0’ olarak belirlenmiştir.



(a) Rölö akım testi kablo bağlantısı



(b) Rölö akım testi pano bağlantısı

Şekil 78 Rölö akım testi bağlantısı esnasındaki vücut duruşu

Şekil 78-a ve Şekil 78-b’de görüldüğü üzere operatör, rölö akım testi işlemi kablo bağlantısı esnasında çömelme, gövdenin ciddi şekilde öne eğilme ve omuz yüksekliği üzerinde kavrama çalışması yaptığı görülmektedir. Tablo verileri kullanılarak vücut duruş puanı ‘6’ olarak belirlenmiştir.

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı ‘2’ olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 57 İstasyon 17 alt faaliyeti için AGY MEİ Sonuç Tablosu

		Göstergeler		
		El/parmak kuvveti puanı	5.5	
		+ Kuvvet aktarımı ve kavrama koşulları puanı	0	
		+ El/kol konumu ve hareketi puanı	1	
		+ Elverişsiz çalışma koşulları puanı	0	
		+ Duruş puanı	6	
		+ İş Organizasyonu	2	GDP
ZAP	5	x Toplam Gösterge puanı	14.5	72.5

Tablo 57’de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 72.5 olarak hesaplanmıştır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir.

5.18. İstasyon 18 Alt Faaliyetinin AGY ile Ergonomik Risk Analizi

Firmanın Hücre Montaj Hattı İstasyon 18’in alt faaliyet adımları; hücrenin alt ve üst kapama sacları, sol yan duvar sacı perçinleme ve sağ yan kapama sacına dikkat etiketi hücreye yapıştırma alt faaliyet adımları işlemleri yapılmaktadır. Montaj için el aleti ve havalı perçin aleti kullanılmaktadır. Çalışma istasyonunda bir erkek operatör çalışmaktadır ve SİP’te tanımlı iş adımlarını uygulamaktadır.

İstasyon 18’deki alt faaliyet adımlarındaki montaj işlemleri için kaldırma, tutma ve taşıma işleri göz önünde bulundurularak alt faaliyet yani İstasyon 18 için AGY-MEİ yöntemi uygundur (EK 6).

5.18.1. İstasyon 18’de Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri için AGY-KTT Uygulanması

İstasyon 18’de alt faaliyet adımları gözlemlenmiş ve hücrenin alt ve üst kapama ve yan duvar saclarının montaj işlemlerinin elle kaldırma sırasındaki ergonomik risklerin tespiti için AGY-KTT yöntemi uygulanmıştır. Sac malzemelerin ağırlıkları alt kapama 8,40 kg, üst kapama sacı ağırlığı 6,40 kg ve sol yan duvar sacı ağırlığı 22,40 kg olarak belirlenmiştir. Kaldırma Tutma ve Taşıma faaliyetine ilişkin risk skorunu etkileyen parametrelerin tespit edilen durumları için risk değerlendirme çalışması aşağıdaki gibidir :

1.Adım :

Operatör hücreye 3 farklı sac kapama montajı için kaldırma işlemi yapmakta olup çalışma ve faaliyet günü başına işlem günde yaklaşık 135 defa tekrarlanmaktadır. Tablo verileri kullanılarak zaman ağırlık puanı ‘3’ olarak belirlenmiştir.

2.Adım :

Şekil 79-a ve Şekil 79-b’de görüldüğü üzere montaj hattındaki stok alanından yaklaşık 8,40 kg ağırlığındaki alt kapama sacı, 6,40 kg ağırlığındaki üst kapama sacı ve 22,40 kg ağırlığındaki sol yan duvar sacı montaj için kaldırmakta olup ortalama ağırlık hesabına göre 12,4 kg olup etkin yük ağırlığı göre 10 ile 15 kg aralığında olduğundan tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı ‘8’ olarak belirlenmiştir.



(a) Sol yan duvar sacı montajı alt faaliyet adımı (b) Hücre üst kapama sacı montajı alt faaliyet adımı

Şekil 79 Hücre kapama saclarının montajı için elle kaldırma, tutma ve taşıma işi

Üst kapama sacını operatör Şekil 79-b'de görüleceği üzere asimetric olarak kaldırılmakta ve iki el arasında eşit olmayan yük dağılımı görülmektedir. Tablo değerine göre hesaba katılacak yük puanı '2' olarak belirlenmiştir.



Şekil 80 Hücre üst kapama sacı montajı alt faaliyet adımı sırasındaki vücut duruşu

Operatör başlangıç vücut duruşu ayakta sonra ve Şekil 80'de görüldüğü üzere sacları yerleştirme ve montaj işlemi esnasında omuz yüksekliği seviyesi üzerinde kaldırma yaptığı için vücut duruş puanı '5' olarak belirlenmiştir. Montaj sırasında eller ara sık omuz yüksekliği üzerinde montaj işlemi yaptığı için ek puan '1' olarak belirlenmiş olup toplam vücut duruşu puanı '6' olarak hesaplanmıştır.

Operatör sac üzerinde kavrama noktası olmadığından ve sac üzerinde keskin kenarlar olabileceğinden elverişsiz çalışma koşulları puanı '2' olarak belirlenmiştir. Taşıma sırasında operatör yükü 2 metre ile 5 metre arasındaki mesafe boyunca taşıdığı

için ağırlık puanı '2' olarak belirlenmiştir. Toplam olumsuz çalışma koşulları puanı '4' olarak belirlenmiştir.

Çalışma günü içerisinde operatörün fiziksel iş yükü durumu nadiren değiştiği gözlemlenmiştir. Tablo verileri kullanılarak iş organizasyonu puanı '2' olarak belirlenmiştir.

3.Adım :

1. ve 2. adımda belirlenen ağırlık puanlarına göre risk skoru bulunmaktadır.

Tablo 58 İstasyon 18 alt faaliyeti için AGY KTT Sonuç Tablosu

		Göstergeler		Erkek	Kadın		
			Efektif yük puanı	8			
		+	Yük taşıma koşulları puanı	2			
		+	Duruş puanı	6			
		+	Olumsuz çalışma koşulları puanı	4		GDP	
		+	İş Organizasyonu	2		Erkek	Kadın
ZAP	3	X	Toplam Gösterge puanı	22		66	

Tablo 58'de gösterilen bağlantıdan gösterge değer puanı veya risk skoru 66 olarak hesaplanmaktadır. Risk skoru 50 ile 100 puan aralığında olduğundan dolayı risk seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir.

5.3. İyileştirme Çalışmaları ve Çözüm Önerileri

Araştırma kapsamında, AGY yöntemi kullanılarak incelenen bütünsel ergonomik risk değerlendirme çalışması ile enerji sektöründeki lider firmanın montaj hattı çalışanlarının çalışma ergonomisini geliştirmek için önlemler geliştirilmiş ve kapsamlı bir şekilde iş güvenliği ve insan odaklı bir yaklaşıma dayalı çalışanların sağlıklarını korunması adına somut bir takım temeller oluşturulmuştur. Ayrıca bu çalışma firmanın diğer montaj hatları için de iyileştirme fırsatı sunmaktadır. Çalışma sırasında çalışana etki eden iş yükünü azaltmak için gereken önlemler, çalışma ortamı tasarım şartları, beden duruş, iş ekipmanı tasarımı, sıklık, çalışma organizasyonu gibi kriterlerin bütünsel bir yaklaşım anlayışı ile belirlenmiş ve etki faktörlerine bağlı olarak listelenmiştir. Yapılan ergonomi risk analizi ile bir kısım iyileştirme faaliyetleri gerçekleştirilerek çalışma sonuçları izlenmiş, çalışmanın diğer basamağında ise firmaya iyileştirme faaliyetleri için çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Çözüm önerilerinin geliştirilmesinde çalışma ortamı ve iş ekipmanları ile montaj hattındaki çalışanların uyumu esastır. Çalışanların antropometrik özelliklerine göre uyarlanmış çalışma istasyonları, çalışma sırasında kolay erişebilirlik sağlayarak çok sayıda parmak, el ve kol sisteminde oluşabilecek stres durumundan kaçınmayı sağlayabilir. Montaj hatlarındaki iyileştirme ile çalışanların ergonomik olmayan beden duruşlarından kaynaklı stres durumları önemli ölçüde iyileştirilebilir.

Firmanın montaj hattındaki 18 iş istasyonunda 114 iş adımı için AGY yöntemi kullanılarak yapılan risk analiz çalışmaları kapsamında; 6 iş istasyonu için AGY-KTT yöntemi, 2 iş istasyon için AGY-Çİ ve 17 iş istasyon için AGY-MEİ yöntemi ile ergonomi analizi yapılmıştır. AGY-KTT, Çİ ve MEİ yöntemleri ile yapılan ergonomi risk değerlendirmesi sonucunda aşağıdaki iyileştirme aktiviteleri gerçekleştirilmiş olup sonuçları izlenmiştir.

1. Montaj hattı çalışanlarına eğilme ve bükülme hareketlerini minimize etmek için ergonomik vücut duruşu ve el/kol konumunun ergonomik şekilleri hakkında eğitim verilmiştir. Bahsi geçen eğitim faaliyetinde elle taşıma işine ait temel kaldırma teknikleri ve MKİSR sebebiyet verebilecek etkenler anlatılarak çalışanların farkındalık ve bilinç düzeyleri arttırılmıştır (ÇSGB & Müdürlüğü, Elle Taşıma İşleri Uygulama Rehberi).

2. AGY-KTT yöntemi çözüm önerisiyle (EK 3); trafoların hücre içerisine montajı için tasarım şartlarına uygun kaldırma ekipmanı olan manüplatör montajı yapılmıştır. Böylece operatöre yükün veya trafoların ağırlığının oluşturduğu fiziksel yüklenme ortadan kaldırılmıştır. Kurulan sistem ile çalışanın vücut duruşunda ve operatörün görüş mesafesinde iyileştirme ve ekipmanı iterken meydana gelen başlangıç kuvvetine gereksinim ortadan kaldırılması sağlanmıştır (ÇSGB & Müdürlüğü, Elle Taşıma İşleri Uygulama Rehberi, Yardımcı Taşıma Ekipmanları İle İlgili İyileştirmeler)

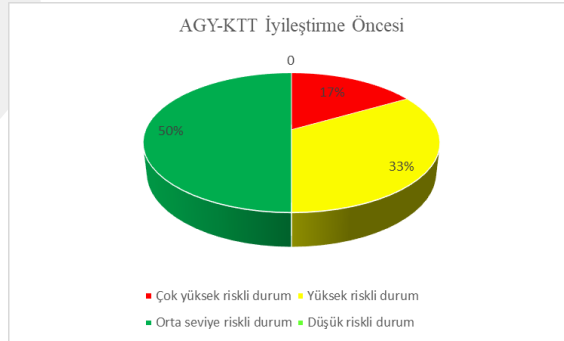


Şekil 81 Trafoların hücre içerisine montajı için kullanılan manüplatör

3. Pano kablo bağlantılarının montaj işlemleri operatör tarafından tanımlı el aletleri ve tork sıkıcılar ile gerçekleştirilmektedir. Bu işlem süresinin ve operatörün statik durumda çalışma süresinin uzamasına neden olmaktadır. AGY-MEİ yöntemi ile çözüm önerisi kapsamında; firma pano içi kablo montaj işlemini soketli kablo bağlantıları ile işlem süresini %50 azaltarak zaman ağırlıklı puanın düşürülmesini ve montaj hattındaki verimliliği arttırmayı hedeflemiştir. Soketli kablo bağlantı iyileştirmesi ile operatörün el ve kol bölgesindeki kuvvet uygulama ve duruş puanında azalma sağlamıştır. Sonuç olarak yapılan iyileştirme ergonomi iyileştirmeye katkı sağlamıştır.

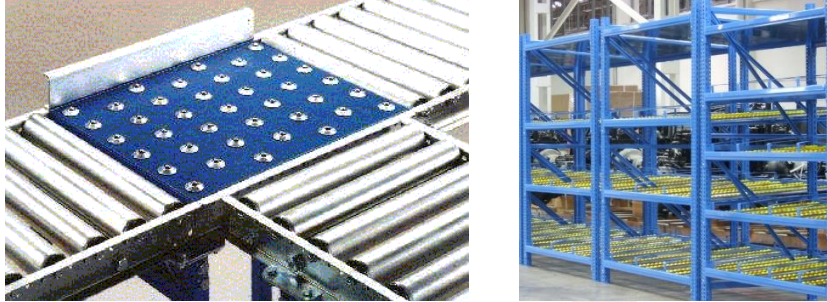
4. AGY-Çİ yöntemi çözüm önerisiyle (EK 4) çalışma öncesinde vakumlu vincin kontrol formaları günlük olarak operatör tarafından kontrolleri yapılmakta ve bakım bölümü tarafından üç aylık periyotlarla bakım planları hazırlanmıştır.

AGY-KTT yöntemi kullanılarak analiz edilen 6 alt faaliyetin iyileştirme ve çözüm önerisi öncesi risk durumunu belirten grafik Şekil 82'de gösterilmiştir.



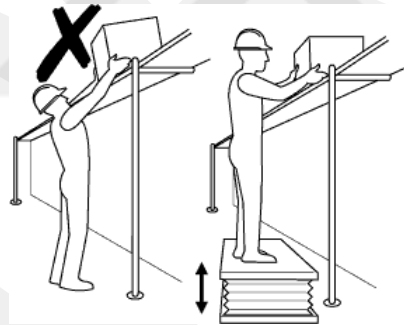
Şekil 82 Montaj hattında AGY-KTT yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirilmenin iyileştirme ve çözüm önerisi öncesi risk düzeyi yüzdelik dağılımı

yardımı ile iterek taşıma arabası üzerine alabilecek şekilde tasarım yapılmalıdır. Mümkünse montaj hattına yakın bir alana taşınarak operatörün taşıma mesafesi kısaltılmalıdır (ÇSGB & Müdürlüğü, Elle Taşıma İşleri Uygulama Rehberi, Çalışma Ortamı ile ilgili iyileştirmeler).



Şekil 85 Örnek Kayar ve bilyeli konveyör sistemi

5. İstasyonda çalışan operatörün antropometrik özelliklerine göre, çalışma platformunun yükseliği, çalışma alanının genişliği ve çalışanın montaj alanına uzaklığı gibi özellikleri yeniden düzenlenmelidir. Böylece operatörün omuz seviyesi üzerinde sık sık kavrama ve montaj faaliyetlerinin yerine uygun ergonomik duruş sağlanacaktır. Bu çözüm önerisi AGY-MEİ ve AGY-Çİ değerlendirme tablolarında da belirtilmiştir.



Şekil 86 Örnek ayarlanabilir çalışma platformu

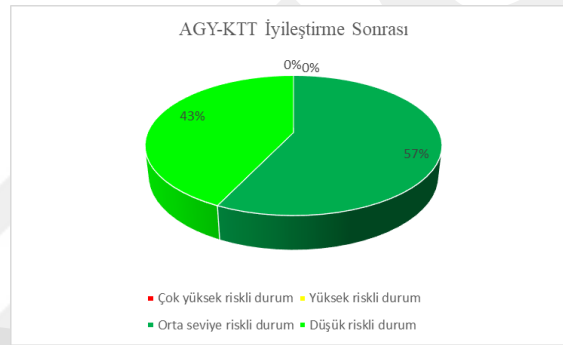
6. Montaj hattındaki sacların ve malzemelerin mümkün olduğunca montaj hattına yakın bir alana taşınarak operatörün elle taşıma mesafesi kısaltılmalıdır. Bu çözüm önerisi AGY-Çİ değerlendirme tablolarında da (EK 4) belirtilmiştir (ÇSGB & Müdürlüğü, Elle Taşıma İşleri Uygulama Rehberi, Görev ile ilgili iyileştirmeler).

7. Metal sacların montajı için tasarım şartlarına uygun kaldırma ekipmanı olan bir manüplatör kurulmalıdır. Böylece metal sacların oluşturduğu fiziksel yüklenme ortadan kaldırılmış olacaktır (ÇSGB & Müdürlüğü, Elle Taşıma İşleri Uygulama Rehberi, Görev ile ilgili iyileştirmeler).



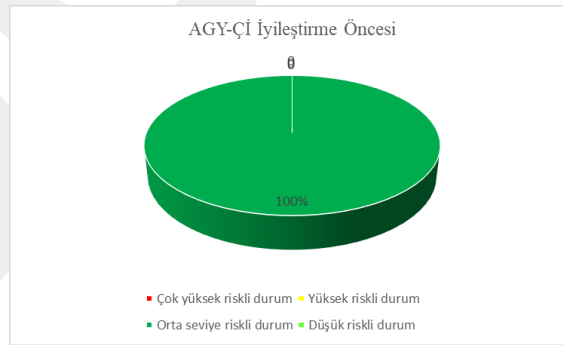
Şekil 87 Örnek kaldırma ekipmanı/manüplatör

AGY-KTT yöntemi kullanılarak analiz edilen 6 alt faaliyetin iyileştirme ve çözüm önerisi sonrası risk durumunu belirten grafik Şekil 88’de gösterilmiştir.



Şekil 88 Montaj hattında AGY-KTT yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirilmenin iyileştirme ve çözüm önerisi sonrası risk düzeyi yüzdeleri dağılımı

2 istasyon için yapılan AGY-Çİ yöntemi ile analiz edilen alt faaliyetlerin iyileştirme ve çözüm önerisi öncesi risk durumunu belirten grafik Şekil 89’da gösterilmiştir.



Şekil 89 Montaj hattında AGY-Çİ yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirilmenin iyileştirme ve çözüm önerisi öncesi risk düzeyi yüzdeleri dağılımı

AGY-Çİ yöntemi ile yapılan ergonomi analizi ile geliştirilen çözüm önerileri aşağıdaki gibidir:

1. Ayırıcı kazanlarının montajı için tasarım şartlarına uygun kaldırma ekipmanı olan manüplatör montajı yapılmalıdır. Kurulacak olan sistem ile çalışanın vücut duruşunda iyileşme, operatörün görüş mesafesinin genişletilmesi ve ayırıcı kazan yüklü ekipmanı itmek için gerekli olan başlangıç kuvvetine gereksinim ortadan kalkmış olacaktır.

2. Trafoları montaj hattına taşımak için kullanılan endüstriyel tipteki aracın frenleme sistemine sahip, yükseklik ayarının buton aracılığı ile otomatik olarak yapılabilen, bilyeli konvoyör zemine sahip kayar sistemli, emniyet sistemi ve acil stop butonu bulundurmasıyla çalışanın fiziksel yüklenmesi azalacak ve ergonomik iyileştirme sağlanacaktır.



Şekil 90 Örnek endüstriyel taşıma arabası

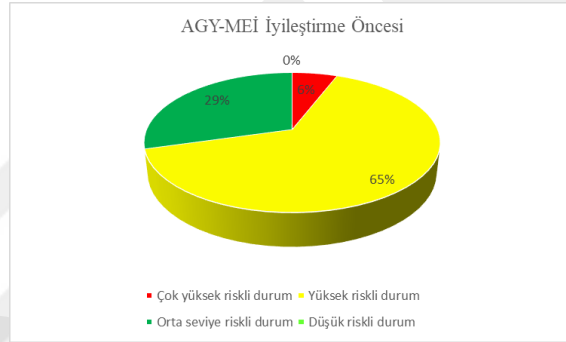
3. İstasyondaki platformun yükseklik, montaj yaptığı mesafe ile çalışanın duruş noktasının tasarımın yeniden düzenlenerek vücut duruş puanında azalma olacaktır. Vincin tutma noktası baş seviyesi üzerinde olduğunda çalışanda gerilmelere ve fiziksel yüklenmelere sebep olacağından taşıma işleminin uygun yükseklikte yapılması sağlanarak ergonomik iyileştirme sağlanacaktır. Çalışma platformunun düzenlenmesiyle taşıma esnasında merdiven basamakları ve eğimler kaldırılarak çalışan üzerindeki fiziksel yüklenmesi azaltılabilir ve potansiyel iş kazalar önlenir.

2 istasyon için AGY-Çİ yöntemi ile analiz edilen iyileştirme ve çözüm önerisi sonrası risk durumunu belirten grafik Şekil 91’de gösterilmiştir.



Şekil 91 Montaj hattında AGY-Çİ yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirilmenin iyileştirme ve çözüm önerisi sonrası risk düzeyi yüzdelik dağılımı

AGY-MEİ yöntemi ile analiz edilen 17 alt faaliyetin iyileştirme ve çözüm önerisi öncesi risk durumunu belirten grafik Şekil 92’de gösterilmiştir.



Şekil 92 Montaj hattında AGY-MEİ yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirilmenin iyileştirme ve çözüm önerisi öncesi risk düzeyi yüzdelik dağılımı

1. Montaj için taşıma arabalarının üzerinde bulunan hücrenin aynı boyut ve genişlikte olmasıyla çalışanın montaj noktasına olan uzaklığı azaltılarak vücut duruşunda iyileştirme sağlanacaktır.
2. Manuel olarak çok yüksek kuvvet aktarımı gerektiren kurma kolu yerine tasarım değişikliği yapılarak sistemin otomatize edilmesiyle çalışan üzerindeki fiziksel yüklenme azaltılmış olacaktır.
3. Çalışanların el becerilerini geliştirecek uygulamalı eğitimler organize edilmesi önerilir. Böylece montaj sırasındaki statik el/kol duruş sürelerinde azalma sağlanabilir.
4. Çalışma platformları kesintisiz bir bütün halinde yerleştirilmeli ve istasyonda kot farkı oluşturacak alanlar ortadan kaldırılmalıdır (ÇSGB & Müdürlüğü, Elle Taşıma İşleri Uygulama Rehberi, Çalışma ortamı ile ilgili iyileştirmeler)
5. Mevcut tork sıkıcı yerine çalışanın iki elini ergonomik bir şekilde konumlandırılacak tutma aparatına sahip tork sıkıcı sağlanarak el ve koldaki fiziksel yüklenme ve ağırlık puanında iyileştirme sağlanabilir.

6. Montaj hattında kullanılan el aletlerinin geri tepmesiz çekiçler ile değiştirilerek el-kol sistemi üzerindeki gerilmelerin azaltılması sağlanacaktır.



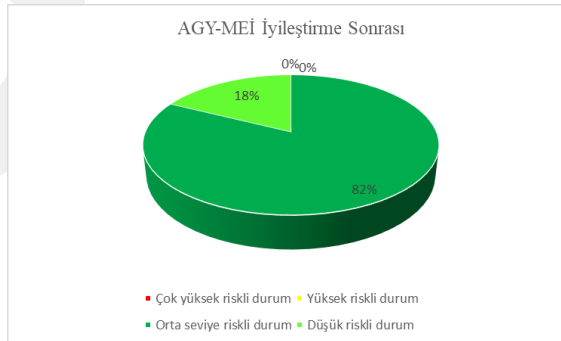
Şekil 93 Örnek geri tepmesiz el aletleri

7. Hücre üzerine yapıştırılan etiketleme işlemi sırasında baş seviyesi üzerindeki çalışmalar çalışan üzerinde meydana gelen gerilme ve fiziksel yüklenmeleri engellemek için etiketleme işleminin başka istasyonda ve omuz seviyesinde yapılması sağlanabilir. Böylece vücut duruşu puanında ve zaman ağırlığı puanında iyileştirme yapılabilir.

8. Trafo seri üretim bilgileri, üretim kaydı gibi veriler elle işlenmektedir. Manuel kayıt yerine karekodlu RFID barkod okutma sistemi ile sisteme otomatik kayıt yapılabilir. Böylece manuel kayıt sırasındaki vücut duruşu ve zaman ağırlığı puanında iyileştirme sağlanacaktır.

9. Çalışma ortamında 5S faaliyetlerinin sürekliliği sağlanarak güvenli ve rahat bir çalışma ortamı sağlanacaktır belirtilmiştir (ÇSGB & Müdürlüğü, Elle Taşıma İşleri Uygulama Rehberi, Çalışma ortamı ile ilgili iyileştirmeler).

AGY-MEİ yöntemi kullanılarak analiz edilen 17 alt faaliyetin iyileştirme ve çözüm önerisi sonrası risk durumunu belirten grafik Şekil 94’de gösterilmiştir.



Şekil 94 Montaj hattında AGY-MEİ yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirilmenin iyileştirme ve çözüm önerisi sonrası risk düzeyi yüzdelik dağılımı

BÖLÜM 6

SONUÇ

Günümüzde çalışma ortamındaki risklerin başında yaralanma, sakatlık, işgücü kayıpları ve kronik şikayetler gelmektedir. MKSİR'ler erken dönemde belirti ve bulgu vermeyen ilerleyen dönemlerde daha büyük problemler oluştuğunda tespit edilebilen ve bunun sonucunda geç önlem alınmasına sebep olan önemli bir sağlık sorunudur. KSİR'ler iş kısıtlamalarına, işin niceliğinde ve kalitesinde, verimlilikte, yaşam kalitesinde düşüşe ve çalışma süresi kaybında, ücret tazminatlarında ve tıbbi harcamalarda artışa neden olur. Ergonomik olmayan çalışma duruşları farklı vücut bölgelerinde biyomekanik aşırı yüklenmeyi artırarak KSİR'lere neden olmakta ve sonuç olarak iş kazalarını artırmaktadır. Bu nedenle, çalışanların çalışma ortamı ile uyumunun ve çalışanların uygun antropometrik duruşunun sağlanması, biyomekanik aşırı yüklenmeden kaynaklanan ergonomik risklerin önlenmesinde çok önemlidir.

Ergonomik risk değerlendirmesi, işletme çalışanlarının güvenliğini ve sağlığını etkileyebilecek tehlikelerin tanımlanması ve riskleri tespit etmesine imkan sağlayan bir süreçtir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanun'a göre NACE koduna bakılmaksızın tüm işletmeler risk değerlendirmesi yapmak zorundadır. Risk değerlendirme sürecinde çalışma ortamındaki bir çok tehlike ve bu tehlikelerin oluşturabileceği riskler değerlendirildiğinden spesifik olarak ergonomik risk faktörleri detaylı bir şekilde değerlendirilememektedir. Çalışma ortamları ve iş istasyonları kurulum aşamasında ergonomik prensiplere uygun olarak tasarlandığında sonradan yapılacak olan değişikliklere kıyasla çalışanlarda KİSR ve iş kazaları önlenmiş olacak ve yatırım maliyetleri azaltılması sağlanacaktır.

Enerji sektöründeki lider bir kuruluşun montaj hattında gerçekleştirilen bu çalışma da literatür incelemeleri yapılmış ve literatürde kabul görmüş ergonomik risk değerlendirmesi yöntemlerinden biri olan AGY yöntemleri kullanılmış ve faaliyetlerin risk düzeyleri ölçülmüştür. AGY yöntemlerinin uygulanmasıyla, çalışanların maruz kaldığı risk seviyelerini belirlemek için 18 istasyondaki faaliyetler değerlendirildi ve risk seviyeleri çok yüksek, yüksek, orta ve düşük olarak belirlendi. Her bir faaliyet için

risk seviyelerini kabul edilebilir düzeye indirgeyebilecek önerilerde bulunuldu ve firmanın imkan dahilinde iyileştirmeler yapıldı. AGY yöntemleri ile yapılan ergonomi analizine göre çalışanın sağlığını tehlikeye atma olasılığı ve fiziksel yüklenmenin yüksek olduğu çok yüksek riskli iki alt faaliyet için acil önlem çalışması yapıldı ve çalışma ortamındaki tasarım çalışmaları sonucunda bu faaliyetler orta ve düşük risk seviyesine getirildi.

Montaj hattında yapılan bütünsel ergonomik risk değerlendirmesi için kullanılan AGY-KTT, Çİ ve MEİ yöntemleri ile iyileştirme faaliyetleri ve çözüm önerileri sunulmasıyla İSG sistemine katkı sağlaması, MKSİR azaltılmasının yanında firmanın montaj hattı verimliliğinin artırılması, çalışan memnuniyetiyle beraber üretim kalitesinin artırılması, KSİR bağlı olarak devamsızlıkların azaltılması, günlük üretim kapasitesinin artırılmasıyla finansal katkı sağlanması beklenmektedir. Bu değerlendirme firmaya ayrıca sosyo ekonomik katkı sağlayacaktır.

Bu yüksek lisans tezinde Almanya Federal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü tarafından yayınlanan AGY ile ergonomik risk analizi 2019 versiyonu kullanılarak yapılan ilk analizlerden birisi olması açısından önemlidir. Enerji sektöründe yapılmış olan bu ergonomi analizi bundan sonra yapılacak olan enerji ve farklı sektörlerdeki ergonomik risk analizleri için bir kaynak ve rehber olma özelliği taşımaktadır.

6.1. AGY yöntemlerinin bir değerlendirmesi

Bu yüksek lisans tezi çalışmasında kullanılan AGY yöntemleri fiziksel iş yüklerini değerlendirmeye ve işin yürütümü sırasındaki tasarım hatalarından kaynaklı noktaları belirlemek ve önleyici faaliyetler alınabilmesi için önemli bir ergonomik risk değerlendirme aracıdır. Yöntem her sektör için uygulanabilir özelliktedir.

6.2. AGY yöntemi ile yapılacak çalışmalar için öneriler

AGY yöntemleri BAuA'nın uzun süreli çalışmalar sonucunda oluşturduğu Ergonomik Riskleri Değerlendirme yöntemleri olup yöntem kullanıcılarının değerlendireceği iş hakkında bilgi sahibi olması değerlendirme için önemli bir ön koşuldur. Kullanıcıların verileri toplaması sırasında video kamera çekimleriyle gerçek zamanlı ölçüm ve dinamometre ile yüklerin ağırlığının ölçülmesi değerlendirmenin temelini oluşturur. Video çekimlerinde yöntemlerdeki gösterge kriterleri dikkate alınarak net bir şekilde çekim yapılması fayda sağlamaktadır. BAuA'nın geliştirmiş olduğu ve 2019 versiyonundaki diğer üç yöntem olan AGY-GBD, AGY-TVK ve

AGY-VH yöntemleri değerlendirme çalışmalarında kullanılabilir. AGY yöntemleri çalışmalarının amacı olan çalışma ortamında MKİSR'nın sebeplerinin araştırılması ve önlem alınmasının yanında verimlilik, kalite, maliyet gibi parametreler üzerinde etki gösterecektir.



KAYNAKÇA

- Ahmed, F. (2018). Improving workplace safety through ergonomic intervention-a case study of a readymade garment industry.
- AKAY, D., DAĞDEVİREN, M., & Kurt, M. (2003). Çalışma duruşlarının ergonomik analizi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(3), 73-84.
- Akbari, J., Mousavikoti, M., Kazemi, M., & Moradirad, R. (2018). Ergonomics Assessment of Manual Handling Tasks using the Key item Method (Kim) and its Relationship with Prevalence of Musculoskeletal Disorders in Abadan Oil Refinery. scientific journal of ilam university of medical sciences, 26(1), 122-131.
- Akpınar Namdar, L., Gündüz, L., (2018). Otobüs İmalatında Ön Cam Montajı İş Akışının Ergonomik Risk Analizi İle Geliştirilmesi.
- Akkale, E. C. (2014). Elle Taşıma İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliğinin Niosh Kaldırma Denklemi İle İncelenmesi. ÇSGB İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, İzmir.
- Alkhalifi, F., M., (2013). An Ergonomic Assessment of the use of the Wig-Wag Machine at a Rubber Factory.
- Alıcı, H., & Gündüz, T. (2015). Vakumlu sistemler ile yük kaldırma ve taşıma işinin insan sağlığına etkisinin değerlendirilmesi.
- Andreas, G. W. J., & Johanssons, E. (2018). Observational methods for assessing ergonomic risks for work-related musculoskeletal disorders. A scoping review. Revista Ciencias de la Salud, 16(SPE), 8-38.
- Atıcı, H., Gönen, D., & Oral A., (2015). Çalışanlarda Zorlanmaya Neden Olan Duruşların REBA Yöntemi ile Ergonomik Analizi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(3), 239-244.
- Ayan, B. (2015). Montaj hattında ergonomik risk unsurlarının incelenmesi: otomotiv sektörüne yönelik bir uygulama. Uzmanlık Tezi, TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi Ankara.
- Ayanoğlu, C. (2007). İşyerinde ergonomi ve stres. İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi,

34(7), 29.

Ayoub, M. M. (1973). Work place design and posture. *Human Factors*, 15(3), 265-268.

Babalık, F.C., “Mühendisler için Ergonomi İşbilim”, Nobel Basımevi, 20-379, (2005).
Bakanlığı, T. Ç. V. S., & Müdürlüğü, Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği Uygulama Rehberi.

BAuA, (2015). für Betriebssicherheit–ABS-Geschäftsführung–BAuA, A. (2015).
Technische Regel für Betriebssicherheit 1151, Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch-Arbeitsmittel–Ergonomische und menschliche Faktoren, Arbeitssystem.

BAuA, (2020). https://www.baua.de/EN/Topics/Work - design/Physical - workload / Key-indicator - method/Key - indicatormethod_node.html) (Erişim tarihi: 09.12.2020)

Bernacki, E. J., Guidera, J. A., Schaefer, J. A., Lavin, R. A., & Tsai, S. P. (1999). An ergonomics program designed to reduce the incidence of upper extremity work related musculoskeletal disorders. *Journal of occupational and environmental medicine*, 41(12), 1032-1041.

Bevan, S. (2015). Economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 29(3), 356-373.

Börekçi, Y. (2019). Kas iskelet sistemi sorunları ve ergonomik risk değerlendirme: dış hekimliği örnek uygulaması (Master's thesis, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Bruder, R., Luczak, H., & Schlick, C. (2010). *Arbeitswissenschaft*.

Calderon Gomez, A. N. (2019). Ergonomic assessment of the activities developed by the canteen professionals of a Portuguese university: study of the main WMSD risk factors (Doctoral dissertation).

Chen, H. C., Lin, F. Y., Lee, C. L., Pan, Y. T., & Chang, C. P. (2010, September). Application of the key indicators method in ergonomic interventions. In *Ergonomics for All: Celebrating PPCOE's 20 years of Excellence: Selected Papers of the Pan-Pacific Conference on Ergonomics*, 7-10 November 2010, Kaohsiung, Taiwan (p. 257). CRC Press.

Chengalur, S. N., Bernard, T. E., & Rodgers, S. H. (2004). *Kodak's ergonomic design for people at work*. Wiley.

- Çakır, B. (2006). Stokastik işlem zamanlı montaj hattı dengeleme için tavlama benzetimi algoritması.
- Çelik, B., & Susmuş, T. M. (2011). Çay Taşıyan Kadınlarda Kas İskelet Sistemi Maruziyetinin Değerlendirilmesi. 17. Ulusal Ergonomi Kongresi, 14-16.
- Çelik, B., (2012). Çayeli Bakır İşletmeleri Hurda Sahası Çalışanları Kas İskelet Sistemi Maruziyetinin Değerlendirilmesi.
- Çoker, İ., & Selim, H. Bir Tekstil İşletmesinde Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Yönelik Ergonomik Risk Değerlendirme. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 6(5), 230-240.
- David, G. C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. Occupational medicine, 55(3), 190-199.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. (2019). DGUV Information 208-053. Mensch am Arbeitsplatz - Physische Belastungen. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung.
- Dik, B., Şişman, E., (2018). Uçak Yükleme Boşaltma İşlerinde Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları.
- Dupkakova, D., Hatala, M., Knapčíkova, L., Radchenko, S., & Duplak, J. (2019). Possibilities of Inadequate Physical Load Reduction by Ergonomic Rationalization of Working Environment. Walailak Journal of Science and Technology (WJST), 16(12), 985-995.
- Ellegast, R. (2013). Gefährdungsbeurteilung am Arbeitsplatz. Arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Erkrankungen: Ursachen, Prävention, Ergonomie, Rehabilitation, 107-130.
- Erdemir, F., & Eldem, C. (2019). Bir döküm atölyesindeki çalışma duruşlarının dijital insan modelleme tabanlı REBA yöntemi ile ergonomik analizi. Politeknik Dergisi, 23(2), 435-443.
- Esen, H., & Fırlalı, N. (2013). Çalışma duruşu analiz yöntemleri ve çalışma duruşunun kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına etkileri. Sakarya University Journal of Science, 17(1), 41-51.
- Feldmann, F., Seitz, R., Kretschmer, V., Bednorz, N., & Ten Hompel, M. (2019, May).

- Ergonomic evaluation of body postures in order picking systems using Motion Capturing. In 2019 Prognostics and System Health Management Conference (PHM-Paris) (pp. 204-209). IEEE.
- Fığlalı, N. Y. (1998). Zihinsel ağırlıklı işler için bilişsel görev analizi yöntemi (Doctoral dissertation).
- Gönen, D., Oral, A., Ocaktan, M. A. B., Karaoğlan, A. D., & Cicibaş, A. (2017). Bir transformatör işletmesinde montaj ünitesinin ergonomik analizi.
- Grer, E., Acar, B., Temiz, T., (2019). Bir otomotiv sanayi işletmesinin taşlama atölyesinde ergonomik risk değerlendirmes ve iyileştirme nerileri.
- Güler, . (2004). Sağlık Boyutuyla Ergonomi. Palme Yayıncılık, Ankara, 1-3.
- Günthner, W. A., Deuse, J., Rammelmeier, T., & Weisner, K. (2014). Entwicklung und technische Integration einer Bewertungsmethodik zur Ermittlung von Mitarbeiterbelastungen in Kommissioniersystemen (ErgoKom).
- Habib, M. (2015). Ergonomic risk factor identification for sewing machine operators through supervised occupational therapy fieldwork in Bangladesh: A case study. *Work*, 50(3), 357-362.
- Hesam, G., Motamedzade, M., & Moradpour, Z. (2014). Ergonomics intervention in poultry slaughter industry and evaluate the effectiveness by key indicators method (KIM). *Iranian Journal of Ergonomics*, 2(2), 9-19.
- Ho, M. C., & Lo, E. W. (2019, July). Comparisons of Three Observational Ergonomic Tools for Risk Assessment on Upper Extremities in a Pump Assembly Plant– A Pilot Study. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 302-308). Springer, Cham.
- Holmes, W., Lam, P. Y., Elkind, P., & Pitts, K. (2008). The effect of body mechanics education on the work performance of fruit warehouse workers. *Work*, 31(4), 461-471.
- Jürgens, W. W., Mohr, D., Pangert, R., Pernack, E., Schultz, K., & Steinberg, U. (2002). Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Ziehen und Schieben von Lasten. Potsdam: Lnderausschuss fr Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik.
- Kahya, E., Acar, ř. B., şahin, D., & Sariçiçek, İ. (2019). Soba Montaj Hattında Ergonomik Risk Değerlendirmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(1), 21-39.

- Kalınkara, V., & Özkaya, K. (2013). Orman işçilerinin çalışma duruşlarının ergonomik analizi, 19. Ulusal Ergonomi Kongresi, Balıkesir-Türkiye, 76-84.
- Klussmann, A., Liebers, F., Gebhardt, H., Rieger, M. A., Latza, U., & Steinberg, U. (2017). Risk assessment of manual handling operations at work with the key indicator method (KIM-MHO)-determination of criterion validity regarding the prevalence of musculoskeletal symptoms and clinical conditions within a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*, 18(1), 184.
- Klußmann, A., Gebhardt, H., Rieger, M., Liebers, F., & Steinberg, U. (2012). Evaluation of objectivity, reliability and criterion validity of the key indicator method for manual handling operations (KIM-MHO), draft 2007. *Work*, 41(Supplement 1), 3997-4003.
- Klussmann, A., Liebers, F., Brandstädt, F., Schust, M., Serafin, P., Schäfer, A., & Steinberg, U. (2017). Validation of newly developed and redesigned key indicator methods for assessment of different working conditions with physical workloads based on mixed-methods design: a study protocol. *BMJ open*, 7(8), e015412.
- Klussmann, A., Steinberg, U., Liebers, F., Gebhardt, H., & Rieger, M. A. (2010). The Key Indicator Method for Manual Handling Operations (KIM-MHO)-evaluation of a new method for the assessment of working conditions within a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*, 11(1), 1-8.
- Kocabaş, M. (2009). Ağır ve tehlikeli işlerde çalışan iş görenlerde zorlanmaya neden olan çalışma duruşlarının analizi (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Koç, S., & Testik, Ö. M. (2016). Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları ile İncelenmesi ve Minimizasyonu. *Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber of Mechanical Engineers)*, 27(2).
- Laurig, W., & Rombach, V. (1992). *Grundzüge der Ergonomie: Erkenntnisse und Prinzipien*. Berlin: Beuth Verlag.
- LASI-Veröffentlichung (LV) 57, 2013, Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei manuellen Arbeitsprozessen, Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), Zugriff am Mai/Juni 2019, Verfügbar unter: lasi-info.com





















- Lindqvist, B., & Skogsberg, L. (2007). Power Tool Ergonomics: evaluation of power tools. Atlas Copco.
- Maakip, I., Keegel, T., & Oakman, J. (2017). Predictors of musculoskeletal discomfort: A cross-cultural comparison between Malaysian and Australian office workers. *Applied Ergonomics*, 60, 52-57.
- Mert, E. A. (2014). Ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir anta imalat atlyesinde uygulanması. İş Sağlığı ve Gvenliği Uzmanlık Tezi, TC alışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Gvenliği Genel Mdrlğ, Ankara.
- Motamedzade, M., Ashuri, M. R., Golmohammadi, R., & Mahjuba, H. (2011). Comparison of ergonomic risk assessment outputs from rapid entire body assessment and quick exposure check in an engine oil company. *Journal of research in health sciences*, 1(1), 26-32.
- Motamedzade, M., Payoon, A., Heydari Moghaddam, R., Fradmal, J., Babamiri, M., & Heydari, P. (2017). Physical ergonomic assessment by Key Indicator Index (KIM) and ergonomics intervention in a detergent-producing industry. *Iranian Journal of Ergonomics*, 5(1), 43-50.
- Mousavian Asl Z. & Babaei Pouya A. (2018). Ergonomic Evaluation of Occupational Tasks in a Sofa Making Workshop Based on KIM and Presentation of Corrective Actions. *International Journal of Musculoskeletal Pain Prevention*, 3(1), 1-5.
- Nedir.Org, (2020). (www.eklem-cesitleri.nedir.org) (Erişim tarihi: 09.12.2020)
- Neşeli, C. (2016). Ergonomik risk analizi yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir kalıp imalat firmasında uygulanması (Master's thesis).
- Nicholson, B. (2010). Ergonomic Assessment and Improvement of the XYZ+ Assembly Line (Doctoral dissertation, University of Wisconsin-Stout).
- Osha, E. (2000). The Study of Work US Department of Labor Occupational Safety and Health Administration. Washington, DC.
- OSHAcademy Safety and Health Training. (n.d.). Engineering controls. Retrieved from <https://www.oshatraining.org/courses/pages/700engineer.html>
- zay, M. E., & Doğanbatır, . ř. (2018). Perakende Sektöründe Bir Spermarkette


- REBA, NIOSH VE SNOOK Tabloları Yöntemlerini Kullanarak Ergonomik Risk Analizi Vaka Çalışması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(3), 448-459.
- Özcan, B., Kocabaş, M., & Karabıçak, Ç., (2019). Ergonomic Risk Assessment With Key indicator Method and Application in goods Production Line . Uluslararası Mühendislik Mimarlık Ve Tasarım Kongresi (ISENSA), Kocaeli, Turkey
- Özkiliç, Ö. (2005). İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. TİSK Yayınları, Ankara.
- Özlem, K., & Özok, A. F. (2017). Ergonomi ve Tasarım İlişkisi.
- Peter, A. (2019). Ergonomic analysis of manual material handling of freights in a trailer for shipping (Doctoral dissertation, University of Wisconsin--Stout).
- Popov, G., Lyon, B. K., & Hollcroft, B. (2016). Risk assessment: A practical guide to assessing operational risks. John Wiley & Sons.
- Raolji, V. G., Siddiqui, N., Nandan, A., & Pandya, K. (2018). A case study on Optimization of Manual activities through Ergonomics interventions. International Journal of Applied Engineering Research, 13(7), 5075-5080.
- Sakalar, E. (2018). Montaj Hattında Ergonomik Risk Faktörlerinin REBA Metodu ile incelenmesi: Otomotiv Yan Sanayi Sektörüne Yönelik Bir Uygulama (Master's thesis).
- Sammito, S., Thielmann, B., Seibt, R., Klussmann, A., Weippert, M., & Böckelmann, I. (2014). Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft. AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin, 2, 042.
- Sanjog, J., Patel, T., & Karmakar, S. (2019). Occupational ergonomics research and applied contextual design implementation for an industrial shop-floor workstation. International Journal of Industrial Ergonomics, 72, 188-198.
- Sarikaya, C. (2014). Elle taşıma işlerinde risklerin değerlendirilmesi ve sektöre uygulanması. Uzmanlık Tezi, TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Sefer, S. (2019). Akaryakıt İstasyonlarında Ergonomik Risklerin İncelenmesi (Master's thesis).
- Sevimli, M., ULUSU, H. A., & Gündüz, T. (2018). Pirinç paketleme işinde çalışanların

- çalışma koşullarının ergonomik risk analizleri ile geliştirilmesi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(1), 38-54.
- Sroka, A. (2019). The IKEA Industry way of ergonomic risk assessment: Development of a global standard for ergonomic risk assessment.
- Steinberg, U., Liebers, F., Klußmann, A., Gebhardt, H., & Latza, U. (2012). " Does KIM what she promises to do?" Jos Verbeek and P. Paul FM Kuijer. *Work*, 43(2), 251-252.
- Steinberg, U. (2012). New tools in Germany: development and appliance of the first two KIM (" lifting, holding and carrying" and" pulling and pushing") and practical use of these methods. *Work*, 41(Supplement 1), 3990-3996.
- Suzaly, N., Nowack, T., Sprenger, S., & Kurtz, P. (2014). An attempt to objectively determine part of the key indicator method using the Kinect® camera. In *Shaping the Future by Engineering: Proceedings; 58th IWK, Ilmenau Scientific Colloquium, Technische Universität Ilmenau, 8-12 September 2014 (Vol. 58)*.
- Şahin, İ., Akar, K., Boyacı, B., Uzunget, B., (2019). Ergonomi kaizen çalışmasının çalışana, çevreye ve işverene faydaları.
- Taşan, S. Ö., & Felekoğlu, B. (2019). Otomotiv sektöründe bütünlük ergonomik risk değerlendirme uygulaması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 378-396.
- Tu, H. H., Yu, C. Y., & Pan, Y. T. (2010, September). A field study on ergonomic interventions of WMSDs prevention in a chemical company. In *Ergonomics for All: Celebrating PPCOE's 20 years of Excellence: Selected Papers of the Pan-Pacific Conference on Ergonomics, 7-10 November 2010, Kaohsiung, Taiwan (p. 245)*. CRC Press.
- Tun Mohamad Arifin, Y. (2018). A study of ergonomic risk on workers performing material manual handling of activity at manufacturing industry/Tun Mohamad Arifin Yahaya (Doctoral dissertation, University of Malaya).
- Ülker, O., & Erdem, H. E. (2011). Bir Mobilya Fabrikasında Çalışanların Makinalara Yatay ve Dikey Şekilde Parça Taşımasından Dolayı Kaynaklanan Zorlanmaların Engellenmesi ve Çalışma Verimliliğini Arttırıcı Yöntem Seçimi. 17. Ulusal Ergonomi Kongresi, 14-16.
- Ülker, O. (2020). Koltuk İmalatındaki Zorlanmaların BAuA Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Ergonomi*, 3(1), 45-54.

- Vanwonderghem, K. G. (2010, September). Musculoskeletal disorders risk assessment. In *Ergonomics for All: Celebrating PPCOE's 20 years of Excellence: Selected Papers of the Pan-Pacific Conference on Ergonomics, 7-10 November 2010, Kaohsiung, Taiwan* (p. 229). CRC Press.
- Verbeek, J., & Kuijer, P. P. F. M. (2012). Does KIM what she promises to do?. *Work*, 43(2), 249-250.
- Yalçın, E., (2019). İşletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliği açısından Ergonominin rolü.
- Yetim, H., & Gündüz, T. (2015). Taşıma kaplarının elle yerleştirilmesinde zorlanmaya neden olan çalışma duruşlarının analizi.
- Yüce, D., (2019). Otomotiv sektöründe BAUA LMM yöntemleriyle ergonomik risk değerlendirilmesi: Teknik servis çalışmaları vaka analizi.
- Wu, H. C., Sung, P. C., & Pan, Y. T. (2009). Ergonomic practices for packing tasks in a printing ink manufacturing factory.

EK 1 AGY İngilizce Formları

Key Indicator Method for assessing and designing physical workloads with respect to manual Lifting, Holding and Carrying of loads ≥ 3 kg (KIM-LHC)															
Workplace/sub-activity:															
Duration of the working day:								Evaluator:							
Duration of the sub-activity:								Date:							
1st step: Determination of time rating points															
Frequency [up to ... times per sub-activity and working day]:	5	20	50	100	150	220	300	500	750	1000	1500	2000	2500		
Time rating points:	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10		
2nd step: Determination of the rating points for other indicators															
Effective load weight ¹⁾		Load rating points for men						Load rating points for women							
3 up to 5 kg		4						6							
> 5 up to 10 kg		6						9							
> 10 up to 15 kg		8						12							
> 15 up to 20 kg		11						25							
> 20 up to 25 kg		15						75							
> 25 up to 30 kg		25						85							
> 30 up to 35 kg		35						100							
> 35 up to 40 kg		75													
> 40 kg		100													
Load handling conditions												Rating points			
Load is handled with both hands and symmetrically												0			
Load is handled temporarily with one hand and/or asymmetrically, uneven load distribution between the two hands												2			
Load is handled predominantly with one hand or unstable load center												4			
Body posture²⁾															
<i>The movement may take place in both directions, i.e. the pictograms shown can represent both start and finish of the load handling operation. If there are several pictograms in one field, they are to be considered to be equal. In addition to this, twisting/lateral inclination of the trunk, the load position / gripping at a distance from the body, working with raised hands and gripping above shoulder level must be taken into consideration (additional points).</i>															
Start / finish	Finish / start	Rating points	Start / finish	Finish / start	Rating points	Additional points (max. 6 points) <i>Only relevant where applicable.</i>									
		0			10 ³⁾	Occasional twisting and/or lateral inclination of the trunk identifiable		+1							
						Frequent / constant twisting and/or lateral inclination of the trunk identifiable		+3							
		3			13 ³⁾	Load center and/or hands occasionally at a distance from the body		+1							
						Load center and/or hands frequently / constantly at a distance from the body		+3 ³⁾							
		5			15 ³⁾	Arms raised occasionally, hands between elbow and shoulder level		+0.5							
						Arms raised frequently / constantly, hands between elbow and shoulder level		+1							
		7			18 ³⁾	Hands occasionally above shoulder height		+1							
						Hands frequently / constantly above shoulder height		+2 ³⁾							
		9 ³⁾			20 ³⁾	BP rating points		Additional points		Total					
						+		(max. 6 points)		=					
²⁾ The typical body postures when picking up and putting down the load are to be taken into account in particular. Rare deviations can be ignored. If the lifting / holding work is carried out in a sitting position, e.g. when relocating something, the pictograms are to be used accordingly. Higher load weights should be avoided when handling loads in a sitting position.															
³⁾ Please note. If this category was chosen, it is recommended to evaluate this sub-activity also using the KIM-BP (body postures)!															


Unfavorable working conditions (specify only where applicable) <i>Indicators not mentioned in the tables are to be taken into account accordingly. Rare deviations can be ignored.</i>		Intermediate rating points IRP	Σ IRP
Hand/arm position and movement: 	occasionally at the limit of the movement ranges	1	
	frequently/constantly at the limit of the movement ranges	2	
Force transfer/application restricted: loads difficult to grip / greater holding forces required / no shaped grips / work gloves		1	
Force transfer/application considerably hindered: loads hardly possible to grip / slippery, soft, sharp edges / no/unsuitable grips / work gloves		2	
Adverse ambient conditions: unfavourable weather conditions and/or physical workloads caused by heat, draught, cold, wet		1	
Spatial conditions restricted: work area of less than 1.5 m ² , floor is moderately dirty and slightly uneven, slight inclination of up to 5°, slightly restricted stability, load must be positioned precisely		1	
Spatial conditions unfavourable: significantly restricted freedom of movement or space for movement is not high enough, working in confined spaces, floor is very dirty, uneven or roughly cobbled, steps / potholes, stronger inclination of 5-10°, restricted stability, load must be positioned very precisely		2 ⁴⁾	
Clothes: additional physical workload due to impairing clothes or equipment (e.g. when wearing heavy rain jackets, whole-body protection suits, respiratory protective equipment, tool belts or the like)		1	
Difficulties due to holding / carrying: The load has to be held between > 5 and 10 seconds or carried over a distance between > 2 m and 5 m.		2	
Significant difficulties due to holding / carrying: The load has to be held > 10 seconds or carried over a distance > 5 m.		5 ⁴⁾	
None: there are no unfavourable working conditions		0	

⁴⁾ Please note: If there are unfavourable spatial conditions when carrying loads or if the load has to be carried over distances > 10 m, this sub-activity is to be evaluated using the KIM-BM!

Work organisation / temporal distribution	Rating points
Good: frequent variation of the physical workload situation due to other activities (including other types of physical workload) / without a tight sequence of higher physical workloads within one type of physical workload during a single working day.	0
Restricted: rare variation of the physical workload situation due to other activities (including other types of physical workload) / occasional tight sequence of higher physical workloads within one type of physical workload during a single working day.	2
Unfavourable: no/hardly any variation of the physical workload situation due to other activities (including other types of physical workload) / frequent tight sequence of higher physical workloads within one type of physical workload during a single working day with concurrent high load peaks.	4

3rd step: Evaluation and assessment

		Men	Women						
Effective load weight									
Load handling conditions +									
Total body posture +									
Unfavourable working conditions (Σ IRP) +									
Work organisation / temporal distribution +									
Time rating points	X								
	Total of indicator rating points:								
	=	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Results</th> </tr> <tr> <th>Men</th> <th>Women</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </tbody> </table>		Results		Men	Women		
Results									
Men	Women								

The risk score calculated and the table below can be used as the basis for a rough evaluation:					
Risk	Risk range	Intensity of load ¹⁾	a) Probability of physical overload b) Possible health consequences	Measures	
	1	< 20 points	low	a) Physical overload is unlikely. b) No health risk is to be expected.	None
	2	20 - < 50 points	slightly increased	a) Physical overload is possible for less resilient persons. b) Fatigue, low-grade adaptation problems which can be compensated for during leisure time	For less resilient persons, workplace redesign and other prevention measures may be helpful.
	3	50 - < 100 points	substantially increased	a) Physical overload is also possible for normally resilient persons. b) Disorders (pain), possibly including dysfunctions, reversible in most cases, without morphological manifestation	Workplace redesign and other prevention measures should be considered.
	4	≥ 100 points	high	a) Physical overload is likely. b) More pronounced disorders and/or dysfunctions, structural damage with pathological significance	Workplace redesign measures are necessary. Other prevention measures should be considered.

¹⁾ The boundaries between the risk ranges are fluid because of the individual working techniques and performance conditions. The classification may therefore only be regarded as an orientation aid. Basically, it must be assumed that the probability of physical overload will increase as the risk scores rise.

Şekil 95 AGY-KTT Yöntemi Formu (İngilizce)

KIM for assessing and designing physical workloads with respect to manual Pushing and Pulling of loads (KIM-PP)

Workplace/sub-activity:			
Duration of the working day:		Evaluator:	
Duration of the sub-activity:		Date:	

1st step: Determination of time rating points (distance, duration of the PP)

Distance ¹⁾ up to ...m ²⁾	40	200	400	800	1200	1800	2500	4200	6300	8400	11000	15000	20000
Duration ¹⁾ up to ...min ²⁾	≤ 1	≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 45	≤ 60	≤ 100	≤ 150	≤ 210	≤ 270	≤ 360	≤ 480
Time rating points	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10

¹⁾ An approximate walking speed of 0.7 m/s (2.5 km/h) when pushing and pulling loads is assumed. ²⁾ Per sub-activity and working day.

2nd step: Determination of the rating points for other indicators

Load weight to be moved including transport device [kg]	Transport device								Overhead conveyors	Overhead cranes	
	Barrows ³⁾ 4)										
			Carriages								
			only swivel castors	with fixed castors or lockable swivel castors	pedestrian-controlled						
up to 50	3	2	2.5	2.5	3	1	1	1	1	2	
> 50 up to 100	5	3	4	3	4	1	1	1	1	2.5	
> 100 up to 200	10	6	7	4	6	2	1.5	1.5	1.5	3.5	
> 200 up to 300	50	12	50	5	8	3	2	2	2	4.5	
> 300 up to 400	100	100	100	7	12	4	3	2.5	2.5	6	
> 400 up to 600				12	50	6	5	4	4	10	
> 600 up to 800				50	10	8	7	7	15		
> 800 up to 1000				15	12	10	10	50			
> 1000 up to 1300	50	50	50	20	100						
> 1300	100	100	100	50							




³⁾ In addition to the propelling force, the load rating points also consider lifting, tilting, balancing and lowering forces. ⁴⁾ Barrows with support wheels, stair climbing carts and other special designs cannot be differentiated using the KIM-PP. ⁵⁾ E.g. waste containers in outdoor areas with simple wheel bearings, which might be exposed to the weather. Grey fields: These load weights can no longer be moved reliably.

Driveway conditions	Rating points		
			Carriages
Driveway completely level, smooth, solid, dry, without inclinations	0	0	0
Driveway mostly smooth and level, with small damaged spots/faults, without inclinations	0	0	1
Mixture of cobbles, concrete, asphalt, slight inclinations ⁶⁾ , dropped kerb	0	1	2
Mixture of roughly cobbled, hard sand, slight inclinations ⁶⁾ , small edges/sills	1	2	3
Earth or roughly cobbled driveway, potholes, heavy soiling, slight inclinations, landings, sills	3	5	6
Additional points in case of significant inclinations or stairs	Inclinations of 2 up to 4° (4 up to 8%)	5	Rating points + additional points Total
	Inclinations of 5 up to 10° (9 up to 18%)	10	
	Stairs ⁷⁾ , inclinations > 10° (18%)	25	

⁶⁾ Slight inclination: up to 2° (4%) ⁷⁾ only for using stair climbing carts

Unfavourable working conditions (specify only where applicable)	Intermediate rating points IRP	Total IRP (max. 4)
Regularly significantly increased starting forces, because transport devices sink into the ground or get wedged	3	
Frequent stops with braking / without braking	3 / 1	
Many changes of direction or curves, frequent manoeuvring	3	
Load must be positioned precisely and stopped, driveway must be adhered to precisely	1	
Increased movement speed (approx. 1.0 up to 1.3 m/s)	2	
None: there are no unfavourable working conditions	0	

Unfavourable properties of the transport device/overhead conveyor/overhead crane	Intermediate rating points IRP	Total IRP (max. 4)
No suitable handles or construction parts for applying force	2	
No brake when driving on inclinations > 2° (> 3%)	3	
Unadjusted castors (e.g. too small on soft or uneven floor)	2	
Defective castors (worn-out, rubbing, stiff, air pressure too low)	2	
None: there are no unfavourable properties of the transport devices	0	

Body posture / body movement ⁸⁾	Rating points
 <ul style="list-style-type: none"> Trunk upright or slightly inclined forward, no twisting Force application height can be selected freely No hindrance for the legs 	3
 <ul style="list-style-type: none"> Body inclined towards the direction of movement or slight twisting when pulling the load on one side Fixed force application height ranging from 0.9 – 1.2 m No or only slight hindrance for the legs Predominantly pulling 	5
 <p>Direction of force →</p> <ul style="list-style-type: none"> Awkward body postures caused by <ul style="list-style-type: none"> Fixed force application height < 0.9 or > 1.2 m Lateral force application on one side Significantly obstructed view Significant hindrance for the legs Frequent/constant twisting and/or lateral inclination of the trunk identifiable 	8

⁸⁾ The typical body posture is to be taken into account. If the trunk is inclined to a greater extent when starting, braking and manoeuvring, this is taken into account under unfavourable working conditions.

Work organisation / temporal distribution	Rating points
Good: frequent variation of the physical workload situation due to other activities (including other types of physical workload) / without a tight sequence of higher physical workloads within one type of physical workload during a single working day.	0
Restricted: rare variation of the physical workload situation due to other activities (including other types of physical workload) / occasional tight sequence of higher physical workloads within one type of physical workload during a single working day.	2
Unfavourable: no/hardly any variation of the physical workload situation due to other activities (including other types of physical workload) / frequent tight sequence of higher physical workloads within one type of physical workload during a single working day with concurrent high load peaks.	4

3rd step: Evaluation and assessment

Load weight / transport device					
Driveway conditions +					
Unfavourable working conditions (Σ IRP) +					
Properties of transport device (Σ IRP) +					
Body posture +					
Work organisation / temporal distribution +					
Time rating points	x	Total of indicator rating points:	=	x 1.3	= Result
		Pushing and Pulling in pairs:	=	x 0.7	

The risk score calculated and the table below can be used as the basis for a rough evaluation:

Risk	Risk range	Intensity of load ¹⁾	a) Probability of physical overload b) Possible health consequences	Measures
1	< 20 points	low	a) Physical overload is unlikely. b) No health risk is to be expected.	None
2	20 - < 50 points	slightly increased	a) Physical overload is possible for less resilient persons. b) Fatigue, low-grade adaptation problems which can be compensated for during leisure time	For less resilient persons, workplace redesign and other prevention measures may be helpful.
3	50 - < 100 points	substantially increased	a) Physical overload is also possible for normally resilient persons. b) Disorders (pain), possibly including dysfunctions, reversible in most cases, without morphological manifestation	Workplace redesign and other prevention measures should be considered.
4	≥ 100 points	high	a) Physical overload is likely. b) More pronounced disorders and/or dysfunctions, structural damage with pathological significance	Workplace redesign measures are necessary. Other prevention measures should be considered.

¹⁾ The boundaries between the risk ranges are fluid because of the individual working techniques and performance conditions. The classification may therefore only be regarded as an orientation aid. Basically, it must be assumed that the probability of physical overload will increase as the risk scores rise.

Şekil 96 AGY-Çİ Yöntemi Formu (İngilizce)


KIM for assessing and designing physical workloads during Manual Handling Operations (KIM-MHO)

Workplace/sub-activity:			
Duration of the working day:		Evaluator:	
Duration of the sub-activity:		Date:	

1st step: Determination of time rating points





Total duration of this sub-activity per working day [up to ... hours]	up to 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Time rating points:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2nd step: Determination of the rating points for other indicators

Type of force exertion in the finger/hand area within a "standard minute"		Holding ¹⁾			Moving				
		average holding time [sec. per minute]			average movement frequencies [number per minute]				
Level	Description, typical examples	31-60	16-30	≤ 15	< 5	5-15	16-30	31-60	61-90 ³⁾
low	Very low / low forces (up to 15% F _{maxM}) e.g. button actuation / shifting / ordering / material guidance / insertion of small parts	5.5	3	1.5	0.5	1	2.5	5	7
	Moderate forces (up to 30% F _{maxM}) e.g. gripping / joining small work pieces by hand or with small tools	9	4.5	2.5	0.5	2	4	7.5	11
	High forces (up to 50% F _{maxM}) e.g. turning / winding / packaging / grasping / holding or joining parts / pressing in / cutting / working with small powered hand tools	14	7	3.5	1	3	6	12	18
	Very high forces (up to 80% F _{maxM}) e.g. cutting involving major element of force / working with small staple guns / moving or holding parts or tools	22	11	5.5	1.5	5	10	19	
	Peak forces²⁾ (more than 80% F _{maxM}) e.g. tightening, loosening bolts / separating / pressing in	100		35	8	30	100		
	Powerful hitting²⁾ with ball of the thumb, palm of the hand or fist				8	30			
The work cycle must be observed and the rating points for the force categories marked. Added (left and right hands separately), these produce the force rating point. To calculate the total score (step 3), the higher value must be used.		Rating points of force exertion:			Left hand	Right hand			

¹⁾ The amount of time of holding work is only considered as such in the assessment if one arm is held continuously statically for at least 4 seconds!
²⁾ Please note: If one of these categories was chosen, it is recommended to evaluate this sub-activity also using the KIM-BF! These forces might not be exerted at all or might no longer be exerted reliably. This applies to women in particular.
³⁾ In case of even higher frequencies, the resulting risk score must be extrapolated linearly or the E version (KIM-MHO-E) must be applied.





Force transfer / gripping conditions	Rating
Optimum force transfer/application / working objects are easy to grip (e.g. bar-shaped, gripping grooves) / good ergonomic gripping design (grips, buttons, tools)	0
Restricted force transfer/application / greater holding forces required / no shaped grips	2
Force transfer/application considerably hindered / working objects hardly possible to grip (slippery, soft, sharp edges) / no or only unsuitable grips	4

Hand/arm position and movement ⁴⁾	Rating points
 Good: position or movements of joints in the middle (relaxed) range, only rare deviations / no continuous static arm posture / hand-arm rest possible as required	0
 Restricted: occasional positions or movements of the joints at the limit of the movement ranges / occasional long continuous static arm posture	1
 Unfavourable: frequent positions or movements of the joints at the limit of the movement ranges / frequent long continuous static arm posture	2
 Poor: constant positions or movements of the joints at the limit of the movement ranges / constant long continuous static arm posture	3

⁴⁾ Typical positions are to be considered. Rare deviations can be ignored.

Unfavourable working conditions (specify only where applicable)	Rating points
Good: there are no unfavourable working conditions, i.e. reliable recognition of detail / no dazzle / good climatic conditions	0
Restricted: occasionally impaired detail recognition due to dazzle or excessively small details difficult conditions such as draught, cold, moisture and/or disturbed concentration due to noise	1
Unfavourable: frequently impaired detail recognition due to dazzle or excessively small details frequently difficult conditions such as draught, cold, moisture and/or disturbed concentration due to noise	2

Indicators not mentioned in the table are to be taken into account accordingly.

Body posture/movement ^{5) 6)}	Rating points
 <ul style="list-style-type: none"> - Alternation between sitting and standing, alternation between standing and walking, dynamic sitting possible - Trunk inclined forward only very slightly - No twisting and/or lateral inclination of the trunk identifiable - Head posture: variable, head not inclined backward and/or severely inclined forward or constantly moving - No gripping above shoulder height / no gripping at a distance from the body 	0
 <ul style="list-style-type: none"> - Predominantly sitting or standing with occasional walking - Trunk with slight inclination of the body towards the work area - Occasional twisting and/or lateral inclination of the trunk identifiable - Occasional deviations from good "neutral" head posture/movement - Occasional gripping above shoulder height / occasional gripping at a distance from the body 	2
 <ul style="list-style-type: none"> - Exclusively standing or sitting without walking - Trunk clearly inclined forward and/or frequent twisting and/or lateral inclination of the trunk identifiable - Frequent deviations from good "neutral" head posture/movement - Head posture hunched forward for detail recognition / restricted freedom of movement - Frequent gripping above shoulder height / frequent gripping at a distance from the body 	4
 <ul style="list-style-type: none"> - Trunk severely inclined forward / frequent or long-lasting bending - Work being carried out in a kneeling, squatting, lying position - Constant twisting and/or lateral inclination of the trunk identifiable - Body posture strictly fixed / visual check of action through magnifying glasses or microscopes - Constant deviations from good "neutral" head posture/movement - Constant gripping above shoulder height / constant gripping at a distance from the body 	6 ⁷⁾

⁵⁾ Typical body postures are to be taken into account. Rare deviations can be ignored.

⁶⁾ If the manual handling operations are not carried out in a stationary sitting, standing, kneeling, squatting, lying position, but in motion (walking, crawling), it is recommended to evaluate the sub-activity also using the KIM-BM.

⁷⁾ Please note: If this category was chosen, it is recommended to evaluate this sub-activity also using the KIM-ABP!

Work organisation / temporal distribution	Rating points
Good: frequent variation of the physical workload situation due to other activities (including other types of physical workload) / without a tight sequence of higher physical workloads within one type of physical workload during a single working day.	0
Restricted: rare variation of the physical workload situation due to other activities (including other types of physical workload) / occasional tight sequence of higher physical workloads within one type of physical workload during a single working day.	2
Unfavourable: no/hardly any variation of the physical workload situation due to other activities (including other types of physical workload) / frequent tight sequence of higher physical workloads within one type of physical workload during a single working day with concurrent high load peaks.	4

3rd step: Evaluation and assessment

Type of force exertion in the finger/hand area

Force transfer / gripping conditions +

Hand/arm position and movement +

Unfavourable working conditions +

Body posture +

Work organisation / temporal distribution +


Time rating points

x

Total of indicator rating points:

= Result

The risk score calculated and the table below can be used as the basis for a rough evaluation:

Risk	Risk range	Intensity of load ¹⁾	a) Probability of physical overload b) Possible health consequences	Measures
	1 < 20 points	low	a) Physical overload is unlikely. b) No health risk is to be expected.	None
	2 20 - < 50 points	slightly increased	a) Physical overload is possible for less resilient persons. b) Fatigue, low-grade adaptation problems which can be compensated for during leisure time	For less resilient persons, workplace redesign and other prevention measures may be helpful.
	3 50 - < 100 points	substantially increased	a) Physical overload is also possible for normally resilient persons. b) Disorders (pain), possibly including dysfunctions, reversible in most cases, without morphological manifestation	Workplace redesign and other prevention measures should be considered.
	4 ≥ 100 points	high	a) Physical overload is likely. b) More pronounced disorders and/or dysfunctions, structural damage with pathological significance	Workplace redesign measures are necessary. Other prevention measures should be considered.

* The boundaries between the risk ranges are fluid because of the individual working techniques and performance conditions. The classification may therefore only be regarded as an orientation aid. Basically, it must be assumed that the probability of physical overload will increase as the risk scores rise.

Şekil 97 AGY-MEİ Yöntemi Formu (İngilizce)

EK 2 AGY Formlarının Türkçe Çevirileri

Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşlemlerinde 3 kg. ve fazla olan fiziksel yüklerin Formu Anahtar Gösterge Yöntemine göre değerlendirilmesi ve tasarımı													
AGY-KTT													
İşyeri/alt-faaliyet:													
Çalışma gününü süresi:		Değerlendirmeyi yapan:											
Alt-faaliyet süresi:		Tarih:											
1.Adım: Zaman derecelendirme puanının belirlenmesi													
Frekans [Alt-faaliyet ve çalışma günü başına ... defaya kadar]:	5	20	50	100	150	220	300	500	750	1000	1500	2000	2500
Zaman puanlaması:	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10
2.Adım: Diğer göstergelerin zaman puanının belirlenmesi													
Etkin yük ağırlığı ¹⁾				Erkek için yük derecelendirme puanı				Kadın için yük derecelendirme puanı					
3 kg, 5 kg'a kadar				4				6					
>5 kg, 10 kg'a kadar				6				9					
>10 kg, 15 kg'a kadar				8				12					
>15 kg, 20 kg'a kadar				11				25					
>20 kg, 25 kg'a kadar				15				75					
>25 kg, 30 kg'a kadar				25				85					
>30 kg, 35 kg'a kadar				35									
>35 kg, 40 kg'a kadar				75				100					
> 40 kg				100									
¹⁾ "Etkin yük ağırlığı" çalışanın gerçekten uygulamak zorunda olduğu fiziksel iş yükünü ifade eder. Bir karton kutuyu eğerken, yük ağırlığının sadece yaklaşık% 50'si bir etkiye sahiptir ve bir yükü iki kişi taşıırken, yük ağırlığının yaklaşık % 60'ı kişi başına bir etkiye sahiptir (yük kontrolü ve koordinasyonu ile ilgili artan gereksinimler durumunda, % 50'den fazla olduğu varsayılmalıdır).													
Yük elleçleme koşulları												Ağırlık puanı	
Yük iki elle ve simetrik elleçlenir												0	
Yük geçici olarak tek elle ve / veya asimetrik olarak elleçlenir, iki el arasında eşit olmayan yük dağılımı vardır.												2	
Yük baskın bir elle taşınır veya yükün merkezi dengesizdir.												4	
Vücut duruşu²⁾													
Hareket her iki yönde de gerçekleşebilir, yani gösterilen piktogramlar yük elleçleme işleminin hem başlamasını hem de sonunu temsil edebilir. Bir alanda birkaç piktogram mevcutsa, bunların eşit olduğu düşünülmelidir. Buna ek olarak, gövdenin bükülmesi / yana eğilmesi, yük pozisyonu / vücuttan uzakta kavrama, kaldırılması ellerle çalışma ve omuz seviyesinin üzerinde kavrama dikkate alınmalıdır (ek puanlama).													
Başlangıç / Bitiş	Bitiş / Başlangıç	Derecelendirme puanı	Başlangıç / Bitiş	Bitiş / Başlangıç	Derecelendirme puanı	Ek puanlar (en çok 6 puan) Sadece uygulanabilir olduğunda geçerlidir							
		0			10 ³⁾	Ara sıra gövdenin bükülmesi ve/veya yana eğilmesi tespit ediliyorsa	+1						
		3			13 ³⁾	Sık sık / Sürekli gövdenin bükülmesi ve/veya yana eğilmesi tespit ediliyorsa	+3						
		5			15 ³⁾	Yükün merkezi ve/veya eller vücuttan ara sıra uzak bir pozisyonda	+1						
		7			18 ³⁾	Yükün merkezi ve/veya eller vücuttan sık sık / sürekli uzak bir pozisyonda	+3 ³⁾						
		5			15 ³⁾	Kollar ara sıra kaldırılır, eller dirsek ve omuz seviyesi arasında	+0,5						
		7			18 ³⁾	Kollar sık sık / sürekli olarak kaldırılır, eller dirsek ve omuz seviyesi arasında	+1						
		7			18 ³⁾	Eller ara sıra omuz yüksekliğinin üstünde	+1						
		9 ³⁾			20 ³⁾	Eller sık sık / sürekli omuz yüksekliğinin üstünde	+2 ³⁾						
		9 ³⁾			20 ³⁾	Vücut duruş derece puanı	+	Ek puanlar	=	Toplam			
(en çok 6 puan)													
²⁾ Yükü kaldırırken ve indirirken tipik vücut duruşları özellikle dikkate alınmalıdır. Nadir değişkenlikler göz ardı edilebilir. Kaldırma / elleçleme işi oturma pozisyonunda gerçekleştirilirse, örneğin bir şeyin yerini değiştirirken, piktogramlar buna göre kullanılmalıdır. Yükleri oturma pozisyonunda elleçleyen yüksek yük ağırlıklarından kaçınılmalıdır.													
³⁾ Lütfen dikkat: Bu kategori seçildiyse, bu alt aktivitenin AGY-VD (vücut duruşları) kullanılarak da değerlendirilmesi önerilir													

**Çekme ve İtme İşlemlerinde fiziksel yüklerin formu Anahtar Gösterge Yöntemine göre değerlendirilmesi ve tasarımı
AGY-Çİ**












İşyeri/alt-faaliyet:			
Çalışma gününü süresi:			Değerlendirmeyi yapan:
Alt-faaliyet süresi:			Tarih:

1.Adım: Zaman derecelendirme puanının belirlenmesi (Mesafe, İtme - Çekme'nin süresi)

Mesafe ¹⁾metreye kadar ²⁾	40	200	400	800	1200	1800	2500	4200	6300	8400	11000	15000	20000
Süre ¹⁾dakikaya kadar ²⁾	≤ 1	≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 45	≤ 60	≤ 100	≤ 150	≤ 210	≤ 270	≤ 360	≤ 480
Zaman puanlaması	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10

¹⁾ Yükleri iterken ve çekerken yaklaşık 0,7 m / s (2,5 km / sa) yürüme hızı varsayılır ²⁾ Alt - faaliyet ve çalışma günü başına.

2.Adım :Diğer göstergelerin zaman puanının belirlenmesi



Taşıma ekipmanı dahil hareket ettirilen kütlelerin ağırlığı [kg]	Taşıma ekipmanı								baş üstü konvoyör	Gezer vinç	
	Endüstriyel araç,yardımcı ekipman										
	El arabaları ^{3,4)}			Sadece döner tekerlekli	sabit tekerlekli veya kilitlenebilir döner tekerlekli	Yaya kontrollü					
											
50 kg'a kadar	3	2	2,5	2,5	3	1	1	1	1	1	2
> 50, 100 kg'a kadar	5	3	4	3	4	1	1	1	1	1	2,5
> 100, 200 kg'a kadar	10	6	7	4	6	2	1,5	1,5	1,5	1,5	3,5
> 200, 300 kg'a kadar	50	12	50	5	8	3	2	2	2	2	4,5
> 300, 400 kg'a kadar	100	100	100	7	12	4	3	2,5	2,5	2,5	6
> 400, 600 kg'a kadar				12	50	6	5	4	4	10	
> 600, 800 kg'a kadar				50	10	8	7	15			
> 800, 1000 kg'a kadar				100	100	15	12	10	50		
> 1000, 1300 kg'a kadar				100	100	50	50	50	20		
> 1300 kg						100	100	100	50	100	

³⁾ İtme kuvvetine ek olarak, yük derecelendirme noktaları kaldırma, yatırma, dengeleme ve indirme kuvvetlerini de dikkate alınız.

⁴⁾ Destek tekerleği, merdiven çıkma arabaları ve diğer özel tasarımları olan el arabaları AGY-Çİ kullanılarak ayırt edilemez.

⁵⁾ Hava koşullarına maruz kalabilecek basit tekerlekli yataklarına sahip açık alanlardaki atık konteynirleri.

Gri alanlar: Bu yük ağırlıkları güvenilir bir şekilde hareket ettirilemez.

Sürtüş yolu koşulları	Ağırlık puanı		
			Vagonlar
Sürtüş yolu tamamen düz,sağlam, kuru, eğimsiz	0	0	0
Sürtüş yolu genellikle pürüzsüz ve düz, küçük hasarlı noktalar / arızalar, eğimsiz	0	0	1
Arnavut kaldırımlar, beton, asfalt,hafif eğim ⁶⁾ , kaldırım kenarı	0	1	2
Arnavut kaldırımı karışımı,sert toprak,hafif eğim ⁶⁾ , küçük kenarlar / eşikler	1	2	3
Toprak veya Arnavut kaldırımı karışımı,çukurlar,aşırı kirlenme, hafif eğimler, inişler, eşikler	3	5	6
Önemli eğim ve basamak olması durumunda	2 ila 4 ° arasında eğimler (4 ila % 8 arasında)	5	Ağırlık puanına ilave puan
	5 ila 10 ° arasında eğim (9 ila % 18)	10	
	Basamaklar ⁷⁾ , eğimler > 10° (18%)	25	
	Toplam		

⁶⁾ Hafif eğim: 2°'ye kadar (4%) ⁷⁾ yalnızca merdiven tırmanma arabalarını kullanmak için

Olumsuz çalışma koşulları (yalnızca uygun olan yerlerde belirtin)	Ara / Orta ağırlık puanı İDP	Toplam İDP (maks. 4)
Taşıma ekipmanı zemine battığından veya sıkıştığı için düzenli olarak önemli ölçüde artan başlangıç kuvveti gerekmektedir.	3	
Frenli / Frensiz sık duruş	3 / 1	
Bir çok yön değişikliği veya viraj, sık manevra	3	
Yük tam olarak konumlandırılmı ve durdurulmalı, araba yoluna tam olarak uyumludur.	1	
Arttırılmış hareket hızı (yaklaşık. 1.0 ila 1.3 m/s)	2	
Hiç biri : Olumsuz çalışma koşulları bulunmamaktadır	0	

Çekme ve İtme İşlemlerinde fiziksel yüklerin formu Anahtar Gösterge Yöntemine göre değerlendirilmesi ve tasarımı AGY- Çİ					
Taşıma ekipmanı/başüstü konvoyö/gezer vinç ekipmanlarının olumsuz özellikleri		Ara / Orta ağırlık puanı İDP	Toplam İDP (maks. 4)		
Kuvvet uygulamak için uygun tutamak veya yapı parçası yok		2			
> 2 ° (>% 3) eğimlerde sürüş sırasında fren yok		3			
Ayarlanmamış tekerlekler (örn. Yumuşak veya düz olmayan zeminlerde çok küçük)		2			
Arızalı tekerlekler (aşınmış, sürtünmüş, sert, hava basıncı çok düşük)		2			
Hiçbiri: Taşıma ekipmanlarında olumsuz özellik bulunmamaktadır		0			
Vücut duruşu / vücut hareketi *			Ağırlık puanı		
<p>Kuvvetin yönü →</p>	<ul style="list-style-type: none"> Gövde dik veya hafifçe öne eğik, bükülme yok Kuvvet uygulama yüksekliği serbestçe seçilebilir Bacaklar için engel yok 		3		
	<ul style="list-style-type: none"> Gövde hafifçe öne eğilmiş ya da hafifçe bükülmüş durumda (tek taraflı çekme) 0,9 - 1,2 m arasında değişen sabit kuvvet uygulama yüksekliği Bacaklar için hafif bir engel veya engel yok Ağırlıklı olarak çekerek 		5		
	<ul style="list-style-type: none"> Aşağıdaki nedenlerden kaynaklı vücut duruşları; Sabit kuvvet uygulama yüksekliği < 0.9 veya > 1.2 m Bir taraftan yanall kuvvet uygulaması Önemli ölçüde engellenmiş görüş mesafesi Bacaklar için önemli engel Sık / sabit bükülme ve / veya gövde yanall eğilme 		8		
*) Karakteristik duruşlar dikkate alınmalıdır. Gövde, çalıştırma, frenleme ve manevra yaparken daha fazla eğimli ise, bu olumsuz çalışma koşulları altında dikkate alınır.					
İş organizasyonu / zaman dağılımı			Ağırlık puanı		
İyi : diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle iş yükü durumunun sık sık değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun olmaması			0		
Kısıtlı: diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle fiziksel iş yükü durumunun nadiren değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun nadiren olması			2		
Olumsuz: diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle fiziksel iş yükü durumu hiç/çok nadir değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun sık sık ve ardışık yüksek piklerle olması			4		
3.Adım: Değerlendirme					
		Kütle / Taşıma ekipmanı puanı			
		Sürtüş yolu koşulları puanı	+		
		Olumsuz çalışma koşulları puanı	+		
		Taşıma ekipmanın özellikleri puanı	+		
		Duruş puanı	+		
		İş organizasyonu / zaman dağılımı	+		
Zaman puanı		x			
		Toplam gösterge ağırlık puanı	=		
		Birlikte itme - çekme	x 0.7		
			x 1.3 = Risk Skoru		
Kadın çalışanlar için					
Hesaplanan risk skoru ve aşağıda verilen tablo temelinde değerlendirme yapmak mümkündür.					
Risk	Risk skoru	Yükün şiddeti	a) Fiziksel yüklenme olasılığı b) Olası sağlık sonuçları	Önlemler	
	1	< 20 puan	düşük	a) Fiziksel yüklenme olasılığı düşüktür . b) Sağlık riski beklenmez.	Gerek yok
	2	20 - < 50 puan	hafif artış	a) Düşük dirençli çalışan grup için fiziksel yüklenme ihtimali mevcut. b) Yorgunluk, boş zamanlarında telafi edilebilen düşük dereceli uyum problemleri	Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarım yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri yardımcı olabilir.
	3	50 - < 100 puan	önemli artış	a) Normal çalışan grup içinde fiziksel yüklenme ihtimali mevcut. b) Muhtemelen işlev bozuklukları dahil olmak üzere, çoğu durumda morfolojik belirtiler olmadan geri dönüşlü olan bozukluklar (ağrı)	Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.
	4	≥ 100 puan	yüksek	a) Fiziksel yüklenme mevcut. b) Daha belirgin bozukluklar ve / veya işlev bozuklukları, patolojik önemi olan yapısal hasar.	Çalışma ortamının tekrar tasarlanması gerekmektedir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.
*) Risk skoru aralığındaki sınırlar, bireysel çalışma teknikleri ve performans koşulları nedeniyle değişkendir. Bu nedenle sınıflandırma yalnızca bir yönlendirme yardımcısı olarak görülebilir. Temel olarak, risk skortarı yükseldikçe fiziksel yüklenme olasılığının artacağı varsayılmaktadır.					

Şekil 99 AGY-Çİ Yöntemi Formu (Türkçe)

**Manuel Elleçlem İşlemlerinde sırasındaki fiziksel yüklerin Formu Anahtar Gösterge Yöntemine göre değerlendirilmesi ve tasarımı
AGY- MEİ**

İşyeri/alt-faaliyet:										
Çalışma gününün süresi:						Değerlendirmeyi yapan:				
Alt-faaliyet süresi:						Tarih:				

1.Adım: Zaman derecelendirme puanının belirlenmesi

Alt faaliyetin iş günü başına toplam süresi [... saate kadar]

1'e kadar	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zaman puanlaması:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.Adım: Diğer göstergelerin zaman puanının belirlenmesi

"Standart bir dakika" içinde parmak / el bölgesindeki kuvvet uygulama tipi	Tutma⁹			Hareket					
	ortalama tutma zamanı [dakidaki saniye süresi]			ortalama hareket sıklığı [dakidaki sayı]					
	31-60	16-30	≤ 15	< 5	5-15	16-30	31-60	61-90 ³⁾	
	Ağırlık puanı			Ağırlık puanı					
	5,5	3	1,5	0,5	1	2,5	5	7	
	9	4,5	2,5	0,5	2	4	7,5	11	
	14	7	3,5	1	3	6	12	18	
	22	11	5,5	1,5	5	10	19		
	100		35	8	30	100			
				8	30				
	Kuvvet uygulama noktaları:			Sol el		Sağ el			





İş çevrimi gözlenmeli ve kuvvet kategorileri için derecelendirme noktaları işaretlenmelidir. sol ve sağ eller ayrı ayrı işaretlenmeli, bunlar kuvvet derecelendirme noktasını oluşturur. Toplam puanı hesaplamak için (adım 3), daha yüksek bir değer kullanılmalıdır.

1) Tutma işi süresi, değerlendirilmede yalnızca bir kolun en az 4 saniye boyunca statik olarak tutulması durumunda değerlendirilir!

2) Lütfen dikkat: Bu kategorilerden biri seçildiyse, bu alt aktivitenin AGY-VK ile değerlendirilmesi tavsiye edilir! Bu kuvvetler hiç uygulanmayabilir veya artık güvenilir bir şekilde uygulanmayabilir. Bu özellikle kadınlara için geçerlidir.

3) Daha yüksek frekanslarda, ortaya çıkan risk puanı doğrusal olarak tahmin edilmeli veya E versiyonu (AGY-MEI-E) uygulanmalıdır.

Kuvvet aktarımı / kavrama koşulları	Puan
Optimum kuvvet aktarımı /uygulama / çalışma nesnelere kolayca kavranır (örn. Çubuk şeklinde, kavrama kanalları) / iyi ergonomik kavrama tasarımı (kavramalar, butonlar, aletler)	0
Kısıtlı kuvvet aktarımı / uygulama / daha fazla tutma kuvveti gerekli / şekillendirilmiş kavrama yok	2
Kuvvet aktarımı / uygulama oldukça engellenmiş / çalışma nesnelere kavramak için zor (kaygan, yumuşak, keskin kenarlar) / yok veya sadece uygun olmayan tutamaklar	4





El / kol konumu and hareketi ⁴	Ağırlık puanı
 iyi: orta (rahat) aralıktaki eklemlerin pozisyonu veya hareketleri, sadece nadir sapmalar / gerektiğinde sürekli statik kol duruşu / el-kol dayanağı mümkün değil	0
 Kısıtlı: eklemlerin hareket aralıkları sınırdaki pozisyonları veya hareketleri / nadiren uzun süreli statik kol duruşu	1
 Olumsuz: eklemlerin hareket aralıkları sınırdaki sık pozisyonları veya hareketleri / sık uzun süreli statik kol duruşu	2
 kötü: hareket aralıklarının sınırdaki eklemlerin sabit pozisyonları veya hareketleri / sabit uzun süreli statik kol duruşu	3

⁴⁾ Tipik pozisyonlar dikkate alınmalıdır. Nadir sapmalar göz ardı edilebilir.

Olumsuz çalışma koşulları (yalnızca uygun olan yerlerde belirtin)	Ağırlık puanı
iyi: olumsuz çalışma koşulları bulunmamaktadır, yani detayların güvenilir bir şekilde tanınması / göz kamaşmaması / iyi iklim koşulları	0
kısıtlı: göz kamaştırması nedeniyle zaman zaman bozulmuş ayrıntı tanıma veya soğuk, nem gibi zor şartlar nedeniyle aşırı küçük detaylar ve / veya gürültü nedeniyle bozulan konsantrasyon	1
olumsuz: göz kamaştırıcılığı nedeniyle sık sık bozulmuş ayrıntı tanıma veya soğuk, nem gibi zor şartlar nedeniyle sık sık aşırı küçük detaylar ve / veya gürültü nedeniyle bozulan konsantrasyon	2

Tabloda belirtilmeyen göstergeler buna göre dikkate alınmalıdır.

**Manuel Elleçlem İşlemlerinde sırasındaki fiziksel yüklerin Formu Anahtar Gösterge Yöntemine göre değerlendirilmesi
ve tasarımı
AGY- MEİ**

Vücut duruşu / hareketi ^{5) 6)}	Ağırlık puanı
 <ul style="list-style-type: none"> - Oturma ve ayakta durma arasında geçiş, ayakta durma ve yürüme arasında değişme, dinamik oturma mümkün - Gövde çok az öne eğik - Gövdenin tanımlanabilir bükülme ve / veya yanal eğimi yok - Kafa duruşu: değişken, kafa geriye eğik ve / veya ciddi eğimli değil ileri veya sürekli hareket - Omuz yüksekliğinin üstünde kavrama yok / vücuttan uzakta kavrama yok 	0
 <ul style="list-style-type: none"> - Ağırlıklı olarak oturma veya ara sıra yürüten ayakta - Vücudun çalışma alanına doğru gövde hafif eğimli - Gövdenin ara sıra bükülmesi ve / veya yanal eğimi - iyi bir "nötr" kafa duruşu / hareketinden ara sıra sapmalar - Omuz yüksekliğinin üzerinde ara sıra kavrama / vücuttan belirli bir mesafede ara sıra kavrama 	2
 <ul style="list-style-type: none"> - Sadece ayakta durma ya da yürümeden oturma - Gövde açıkça öne eğik ve / veya sık sık bükülme ve / veya gövdenin yanal eğimi - İyi "nötr" kafa duruşu / hareketinden sık sık sapmalar - Baş duruşu, ayrıntıyı görmek için önde / başın kısıtlı hareketi - Omuz yüksekliğinin üzerinde sık sık kavrama / vücuttan sık sık kavrama 	4
 <ul style="list-style-type: none"> - Gövde ciddi şekilde öne eğik / sık veya uzun süreli bükülme - İşler diz çökme, çömelme, yatma pozisyonunda gerçekleştiriliyor - Gövde sabit büküm ve / veya yanal eğimi - Büyüteçler veya mikroskoplar kullanımından dolayı vücut duruşu kesinlikle sabit duruş / görsel kontrol yaptığından sabit duruş - İyi "nötr" baş duruşu / hareketinden sürekli sapmalar - Omuz yüksekliğinin üstünde sürekli kavrama / vücuttan uzakta sürekli kavrama 	6 ⁷⁾

5) Tipik vücut duruşları dikkate alınmalıdır. Nadir sapmalar göz ardı edilebilir.

6) Manuel elleçleme işlemleri sabit bir oturma, ayakta durma, diz çökme, çömelme, yatma pozisyonunda değil, hareket halinde (yürüyüş, tarama) yapılmazsa, AGY-VH kullanılarak da alt aktivitenin değerlendirilmesi önerilir.


7) Lütfen dikkat: Bu kategori seçildiyse, bu alt aktivitenin AGY-GVD ile de değerlendirilmesi tavsiye edilir!

İş organizasyonu / zaman dağılımı	Ağırlık puanı
İyi : diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle iş yükü durumunun sık sık değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun olmaması	0
Kısıtlı : diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle fiziksel iş yükü durumunun nadiren değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun nadiren olması	2
Olumsuz : diğer faaliyetler (diğer fiziksel iş yükü türleri dahil) nedeniyle fiziksel iş yükü durumu hiç/çok nadir değişmesi / tek bir iş günü boyunca tek fiziksel iş yükü tipi için sık aralarla daha fazla fiziksel iş yükü durumunun sık sık ve ardışık yüksek piklerle olması	4

3.Adım : Ölçme ve değerlendirme

El / parmak bölgesinde kuvvet eforunun tipi puanı	
Kuvvet aktarımı / kavrama koşulları puanı	
El / kol konumu ve hareketi	
Olumsuz çalışma koşulları puanı	
Duruş puanı	
İş organizasyonu / zaman dağılımı	
Zaman puanı	X
Toplam gösterge ağırlık puanı:	=

Hesaplanan risk skoru ve aşağıda verilen tablo temelinde değerlendirme yapmak mümkündür :

Risk	Risk skoru	Yükün şiddeti ¹⁾	a) Fiziksel yüklenme olasılığı b) Olası sağlık sonuçları	Önlemler	
	1	< 20 puan	düşük	a) Fiziksel yüklenme olasılığı düşüktür. b) Sağlık riski beklenmez.	Gerek yok
	2	20 - < 50 puan	hafif artış	a) Düşük dirençli çalışan grup için fiziksel yüklenme ihtimali mevcut. b) Yorgunluk, boş zamanlarında telafi edilebilen düşük dereceli uyum problemleri	Düşük dirençli çalışan grubu için, çalışma ortamında tekrar tasarımı yapılabilir ve diğer önleme tedbirleri yardımcı olabilir
	3	50 - < 100 puan	önemli artış	a) Normal çalışan grup içinde fiziksel yüklenme ihtimali mevcut. b) Muhtemelen işlev bozuklukları dahil olmak üzere, çoğu durumda morfolojik belirtiler olmadan geri dönüşlü olan bozukluklar (ağrı)	Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.
	4	≥ 100 puan	yüksek	a) Fiziksel yüklenme mevcut. b) Daha belirgin bozukluklar ve / veya işlev bozuklukları, patolojik önemi olan yapısal hasar.	Çalışma ortamının tekrar tasarlanması gerekmektedir ve diğer önleme tedbirleri dikkate alınmalıdır.

¹⁾ Risk skoru aralığındaki sınırlar, bireysel çalışma teknikleri ve performans koşulları nedeniyle değişkendir. Bu nedenle sınıflandırma yalnızca bir yönlendirme yardımcısı olarak görülebilir. Temel olarak, risk skorları yükseklikçe fiziksel yüklenme olasılığının artacağı varsayılmalıdır.

Şekil 100 AGY-MEİ Yöntemi Formu (Türkçe)

EK 3 AGY-KTT İşleri Değerlendirme Formu

Anahtar Gösterge Yöntemi - Kaldırma, Tutma ve Taşıma İşleri Değerlendirme Formu																											
Faaliyet			Etkilenen vücut bölgesi					İyileştirme öncesi parametreler										İyileştirme sonrası parametreler									
No	Alt Faaliyet	Alt Faaliyet Adını ve Açıklaması	Omuz / Cet kol	El / bileği	Alt sirt/bel omurgası	Kulaç/ Üstkol	Kaslıya ağırlık sistem	Çimiyeli	Çözüm Önerisi										Etkin Yık Puanı*	Yük taşıma Anzofları Puanı	Duruş Puanı	Cet Ort. Puanı*	İyileştirme Puanı	Toplam	Zaman Puanı	Risk Skoru	Risk Düzeyi
									Elde Yük Puanı*	Yük taşıma kısıtları Puanı	Duruş Puanı	Cet Ort. Puanı*	İyileştirme Puanı	Toplam	Zaman Puanı	Risk Skoru	Risk Düzeyi										
1	1.İstasyon	2 parça taban sacını hücrenin içine yerleştirme	x	x	x	x	x	E	11	2	5	2	4	24	2	48	Orta seviye riskli durum	13.Montaj yapılan hücrenin yükseltilen seviyede sağlam ve güvenli veya körtüklü veya hücre taşıyıcı arızalarının yükseltilen seviyede kendinden motorlu ve ayarlanabilir lift bezeri şekilde istasyondaki tasarım şartları göz önünde bulundurularak vücut duruşu el kol konumu göz önünde bulundurularak eğitime ve bükülme hareketlerini minimize edecek şekilde ortam tasarımı yapılmalı ve ergonomik çalışma şekilleri hakkında çalışma eğitimi verilmelidir.	11	0	0	0	2	13	2	26	Orta seviye riskli durum
2	2.İstasyon	Taban sacı ve kelepçeleri hücreye monte et (Taban sacının elle kaldırılması ve taşınması)	x	x	x	x	x	E	15	2	3	2	4	26	2	52	Yüksek riskli durum	1.Yan sacın taşıma arızalarının olmadığında kayımlı asimetrik taşıma ve iki elde eşit olmayan yük dağılımı oluşmaktadır. Mekanik taşıma kollarının kullanımı ile birlikte yük taşıma kolları paucunda azalma ve iyileştirme sağlanacaktır. 2.Montaj tasımı arızasının ray üzerine mamele altına yerleştirme iyileştirilmesi amacıyla hat tasarımı yeniden gözden geçirilerek yeni bir tasarımla birlikte taşıma arızalarının otomatik bir şekilde verilmesi sağlanabilir. Doku ve boyu taşıma arızalarını değiştirilerek sağlanabilir. Ergonomik iyileştirme sağlanacaktır. 3.Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu göz önünde bulundurularak eğitime ve bükülme hareketlerini minimize edecek şekilde ortam tasarımı yapılmalı ve ergonomik çalışma şekilleri hakkında çalışma eğitimi verilmelidir.	15	0	0	0	2	17	2	34	Orta seviye riskli durum
3	3.İstasyon	Trafoyu hücrenin içine yerleştirme (Trafonun elle kaldırılması)	x	x	x	x	x	E	25	2	9	2	2	40	2.5	100	Çok yüksek riskli durum	1.Trafo sok alanında düzenlemesi ile çalışma ortamı tek yönlü tasarlanmalı, Trafo sok alanı 5S yaklaşımına göre düzenlenmeli ve trafo sok alama giriş ve çıkış noktalarına işaretlenmelidir. Sok alanı yeni tasarımı katmanlı olacak şekilde fiziksel yitkenmeyi en aza indirecek şekilde tasarlanmalıdır. Operatör trafoyu kaldırmadan taşıma arızasının kayırlı sistemler ile ilgili taşıma arızası üzerine alabileceği şekilde tasarımı yapılmalıdır. Mümkünse montaj hatına yakın bir alana taşıma operatörün taşıma mesafesi kısıtlanmalıdır. 2.Trafoların hücre içine taşıma için tasarımı yapılmadan uygun kaldırma ekipmanı/montajları montaj yapılmalıdır. Böylece operatör yükleri/trafoların ağırlığını oluşturan fiziksel yüklenme ortadan kaldırılmaktadır.	0	0	3	0	2	5	2.5	12.5	Düşük riskli durum
4	4.İstasyon	Pano alt sacı ve ön orta kaydı monte etme (Pano alt sacı ve ön orta kayıt sacını el kaldırılması ve taşınması)	x	x	x	x	x	E	8	2	6	2	2	20	2	40	Orta seviye riskli durum	1.Mekanik taşıma kolları ile ilgili yük dağılımı sağlanabilir. 2.İstasyondaki çalışan operatörün antropometrik özellikleri dikkate alınarak çalışma platformunun yükseklik, çalışma alanı genişliği gibi tasarım özellikleri dikkate alınarak yeniden düzenlenmelidir. Böylece operatörün omuz seviyesinde çalışması azaltılarak ve montaj faaliyetleri yerine uygun ergonomik duruş sağlanabilir. 3.Sac kolları montajına montaj hatına yakın bir alana taşıma operatörün elle taşıma mesafesi kısıtlanmalıdır.	8	0	0	0	2	10	2	20	Orta seviye riskli durum
5	14.İstasyon	Mavi kapağı yerleştir ve bir adet civatayla tuttur (Mavi kapağın elle kaldırılması)	x	x	x	x	x	E	6	2	5	3	2	18	2	36	Orta seviye riskli durum	1.İstasyondaki platform yüksekliği, montaj yapıldığı mesafe ile çalışma duruşu sok alanı tasarımından düzenlenmesi ile beraber vücut duruşu paucunda azalma ve iyileştirme sağlanacaktır.	6	2	0	0	2	10	2	20	Orta seviye riskli durum
6	18.İstasyon	Arka alt kapama, arka üst kapama, sol yan duvar sacını ve sağ-sol ve standart sağ kapama sacını taşınması	x	x	x	x	x	E	8	2	6	4	2	22	3	66	Yüksek riskli durum	1.Sol yan kapak, üst kapak ve alt kapak saclarının montajı için tasarımı şartlarına uygun kaldırma ekipmanı/montajları montaj yapılmalıdır. Böylece operatör yükleri/ sacların ağırlığını oluşturan fiziksel yüklenme ortadan kaldırılmaktadır. Kurulacak olan sacın ile birlikte çalışması vücut tasarımı iyileştirme ve operatörün gövde mesafesinin iyileştirilmesi ve ekipmanın herken meydana gelen boşlukta kuvvetine etkilerinin ortadan kaldırılması olacaktır.	0	0	0	3	2	5	3	15	Düşük riskli durum

EK 4 AGY-Çİ İşleri Değerlendirme Formu

Anahtar Gösterge Yöntemi - Çekme ve İtme Değerlendirme Formu

Faaliyet		Etkilenen vücut bölgesi							İyileştirme öncesi parametreler										Çözüm Önerisi	İyileştirme sonrası parametreler								
No	Alt Faaliyet	Alt Faaliyet Adını ve Açıklaması	Omuz / Ort kol	Düzel / ön kol	El / El bileği	Alt sırt / bel omurgası	Kardiyovasküler sistem	Çinisiye	Hareket ettirilen kütlenin puanı*	Sürüş yolu koşulları puanı	Olumsuz çalışma koşulları puanı	Tayama ekipmanları var olmama özelliği	Duruş	Çalışma organizasyonu	Toplam	Zaman Puanı	Risk Skoru	Risk Düzeyi		Hareket ettirilen kütlenin puanı*	Sürüş yolu koşulları puanı	Olumsuz çalışma koşulları puanı	Tayama ekipmanları var olmama özelliği	Duruş	Çalışma organizasyonu	Toplam	Zaman Puanı	Risk Skoru
1	3.İstasyon	Ayrıca ve trafolyo hücrenin içine yerleştirme (Ayrıncıların montaj hattına getirilmesi)	x	x	x	x	x	E	4	0	4	0	8	2	18	2	36	Orta seviye riskli durum	3	0	0	0	3	2	8	2	16	Düşük riskli durum
		Ayrıca ve trafolyo hücrenin içine yerleştir (Trafoların montaj hattına getirilmesi)	x	x	x	x	x	E	3	0	4	0	5	2	14	1.5	21	Orta seviye riskli durum	2	0	0	0	3	2	7	1	7	Düşük riskli durum
2	8.İstasyon	Panoyu bulma ve hücreye monte etme (Elektrik Pano Montajı)	x	x	x	x	x	E	2.5	25	1	2	8	2	40.5	1	40.5	Orta seviye riskli durum	2.5	0	0	0	5	2	9.5	1	9.5	Düşük riskli durum

EK 5 AGY-MEİ İşleri Değerlendirme Formu

Anahtar Gösterge Yöntemi - Manuel Elleçleme İşleri Değerlendirme Formu																												
Sıra No	AIH Faaliyet	AIH Faaliyet Adını ve Açıklaması	Etkilenen vücut bölgesi					Cinazlık	Yükleme öncesi parametreler										Çözüm Önerisi	Yükleme sonrası parametreler								
			Omuz/ Uyluk	Dirsek/ Çekirge	El/ El bileği	Alt kol/ Bel omurgası	Bel/Boyun/ Omurga		Kuvvet uygulanması	Kuvvet uygulanması	Etiler/Emme/İtme/Çekme	Ölçümler/Değerlendirme	Değer	Çözüm önerisi	Yapılan	Zaman	Risk Skoru	Risk İhtisarı		Kuvvet uygulanması	Kuvvet uygulanması	Etiler/Emme/İtme/Çekme	Ölçümler/Değerlendirme	Değer	Çözüm önerisi	Yapılan	Zaman	Risk Skoru
1	1. İstasyon	2 parça taban sacını hücrenin içine yerleştir, 3 adet kablo kelepcesini hücreye civatalarla monte et, Hücreyi paletle 4 tarafından sabitle	x	x	x	x	x	E	14	0	1	0	4	4	23	3	69	1. Montaj yapılan hücrenin yükseklik seviyesinde asimetrik veya kırıkta veya diğer taşıma araçlarının yükseklik seviyesinde kullanılabilir ve ayarlanabilir bir benzer şekilde istenilen taşıma aracı götürebilir. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	7	0	0	0	2	2	11	3	33	Ota seviye riskli durum
2	2. İstasyon	Taban sacı ve kelepçeleri hücreye monte et, İstasyon hücreye monte et, Sağ yan sacı hücreye perçinle, Destek çivisini hücreye perçinle, Kapasitif civatalarını omega saclarına tuttur, Kablo kanalları hücrenin içine monte et	x	x	x	x	x	E	14	0	1	0	4	4	23	2	46	1. Montaj yapılan hücrenin yükseklik seviyesinde asimetrik veya kırıkta veya diğer taşıma araçlarının yükseklik seviyesinde kullanılabilir ve ayarlanabilir bir benzer şekilde istenilen taşıma aracı götürebilir. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	3.5	0	0	0	2	2	7.5	2	15	Düşük riskli durum
3	3. İstasyon	3 adet kapasitif izalator hücreye monte et, 3 adet kapattırıcı 3 adet bağlantı bakırını civatalarla tuttur, Ayırıcı ve trafuyu hücrenin içine yerleştir	x	x	x	x	x	E	7	0	2	0	6	2	17	3	51	1. Montaj yapılan hücrenin yükseklik seviyesinde asimetrik veya kırıkta veya diğer taşıma araçlarının yükseklik seviyesinde kullanılabilir ve ayarlanabilir bir benzer şekilde istenilen taşıma aracı götürebilir. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	7	0	0	0	2	2	11	2	22	Ota seviye riskli durum
4	4. İstasyon	İstisna kablolarını 3 adet kablo bağ ile tuttur, sık ve fazlakları kes, Kapı kilit basma sacını monte et, Pano alt sacını monte et, On orta kaydı monte et	x	x	x	x	x	E	4.5	0	1	0	4	2	11.5	4	46	1. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	2.5	0	0	0	2	2	6.5	4	26	Ota seviye riskli durum
5	5. İstasyon	Yük ayırıcı switchini monte et, Kapı kilit basma sacını monte et, Kapı kilit basma sacını hazırla ve hücreye monte edip yay tak, Aydılatma ve sıfır kabosunu düzelt, 3 adet ayırıcı bushing bakır civatalarını sık, Her bir fazın giriş bakırını kapasitif monte et	x	x	x	x	x	B	16	0	1	0	2	2	21	4	84	1. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	8	0	0	0	2	2	12	4	48	Ota seviye riskli durum
6	6. İstasyon	Kapasitif toprak kablosunu kanala yerleştir ve insertlerle otan bağlantısını tamamla, Ayırıcı switchi somunları ve civatayı sık, Ayırıcı mimini sök, Açma-Kapama bobinlerini al ve sık, Toprak switchi somunları ve civatayı sık, Toprak switch vidalarını al ve sık	x	x	x	x	x	B	11.5	0	1	0	4	2	18.5	4	74	1. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	6	0	0	0	2	2	10	4	40	Ota seviye riskli durum
7	7. İstasyon	Motor switch kablosunu hazırla, Motor switch kablosunu tak, Bobin kablolarını 1 adet pabuç tak, Bobin kablolarına kod tak, Kabloları kablo bağ tak ve fazlakları kes, Motor kablosunu tutan lastiği sök, Motor kablolarını switchlere tak, Bobin kablolarını switchlere tak, Ayırıcı mimini tak, Motor kablosunun kodlarını tak	x	x	x	x	x	B	6	0	1	0	4	2	13	5	65	1. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	6	0	0	0	2	2	10	4	40	Ota seviye riskli durum
8	8. İstasyon	AC ve DC ampulleri tak, Eviradan çıkartma kontrol et, Panoyu bul ve hücreye monte et	x	x	x	x	x	E	6	0	2	0	4	2	14	5	70	1. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	6	0	1	0	2	2	11	4	44	Ota seviye riskli durum
9	9. İstasyon	Motor ve motor switchi kablolarına spiral tak, Kablo çarabını kes ve switch kablosuna çarabı kes, Kablo bağlarını al ve hücreye bırak, Switch kablosunu mekanizmaya tak ve spiralle, El aletini al ve kablo bağının fazlaklarını kes, Toprak switchinin bir kablosunu ayırıcı switchine tak, Ayırıcı switch ve bobin kablolarının üzerine çarabı geçir	x	x	x	x	x	E	8	0	2	0	6	2	18	4	72	1. Montaj yapılan hücrenin yükseklik seviyesinde asimetrik veya kırıkta veya diğer taşıma araçlarının yükseklik seviyesinde kullanılabilir ve ayarlanabilir bir benzer şekilde istenilen taşıma aracı götürebilir. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	6	0	1	0	2	2	11	3	33	Ota seviye riskli durum
10	10. İstasyon	Kapasitif kablosunu düzelt, Aydılatma-ısıtıcı-manometre-motor-switch ve bobin kablolarını düzelt, Ön toprak bakırını al ve hücreye yerleştir, Ön toprak bakırını, sağ alt yan toprak bakırına tuttur, Yan toprak bakırını karkasa tuttur, Ayırıcı toprak bakırını ve sağ yan toprak bakırını birbirine tuttur	x	x	x	x	x	E	7.5	0	2	0	4	2	15.5	4	62	1. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	4	0	1	0	2	2	9	4	36	Ota seviye riskli durum
11	11. İstasyon	Kablo kanalları sök, Termostat kablosunu düzelt, Toprak switchlerini panoya tak, Ayırıcı switchini panoya tak, Motor switchini panoya tak, Bobin kablolarını tak	x	x	x	x	x	E	8	0	2	0	4	2	16	4	64	1. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	6	0	1	0	2	2	11	4	44	Ota seviye riskli durum
12	12. İstasyon	AC ve DC aydınlatma ve ısıtıcı panoya tak, Motor switchini panoya tak, Kabloları düzelt ve kablo kanalı kapaklarını kapat, Motor besleme kablolarını tak, Kabloları düzelt Manometre kablosu bağlantısını tak	x	x	x	x	x	B	8	0	2	0	4	2	16	7	112	1. Pano kablosu bağlantısını montaj yapıldıktan sonra kontrol et ve test et. 2. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	1.5	0	1	0	2	2	6.5	4	26	Ota seviye riskli durum
13	13. İstasyon	W otomatları aç, Termostat ve şarj ayarı etiketini yapıştır, Panonun elektriksel testini al, Kablo bağını al ve kabloları tuttur ve fazlaklarını kes, Hücrenin panosunun içi temizle	x	x	x	x	x	E	2.5	0	2	0	2	2	8.5	4	34	1. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	2.5	0	1	0	1	2	6.5	4	26	Ota seviye riskli durum
14	14. İstasyon	Üretim bilgi formuna kapasitif izalatorların seri numaralarını yaz, 1, 2 ve 3. faz bushing girişi bakır vanaşını sök, 3 adet ayırıcı kontrol et, Kapı kilit çekme sacını el aletini al ve hücreye tak, Mavi kapak yan sacını hücreye tak, Mavi kapak yan sacını hücreye tak, Mavi kapak yerleştir ve bir adet civatayla tuttur	x	x	x	x	x	E	12.5	0	1	0	4	2	19.5	3	58.5	1. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	4.5	0	1	0	2	2	9.5	3	28.5	Ota seviye riskli durum
15	15. İstasyon	Mimikler ayarla, 1,2 ve 3. faz ayırıcı direnci testini al, Fazların direnci değerlerini üretim bilgi formuna yaz, 1, 2 ve 3. faz toprak direnci testini al, Fazların direnci değerlerini üretim bilgi formuna yaz, Mithir boyası ile civataları boya	x	x	x	x	x	E	4.5	2	1	0	4	2	13.5	2	27	1. Montaj yapılan hücrenin yükseklik seviyesinde asimetrik veya kırıkta veya diğer taşıma araçlarının yükseklik seviyesinde kullanılabilir ve ayarlanabilir bir benzer şekilde istenilen taşıma aracı götürebilir. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	1	0	1	0	2	2	6	2	12	Düşük riskli durum
16	16. İstasyon	Hücre etiket camını etiket tak, Mavi sacı çekime el aletini sök, Mithir etiketine hücre grup bilgisini yaz, Başkente orta sacı kapama(Sağ veya Sol)(1 mm)	x	x	x	x	x	B	4	0	1	0	4	2	11	3	33	1. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 2. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	1.5	0	1	0	2	2	6.5	3	19.5	Düşük riskli durum
17	17. İstasyon	Malzeme listesi ve üretim bilgi formuna göre hücre değerlerini kontrol et, Kare somunları tak, Kurma kolu ve uzaktan kumandayı hücreye bırak, Hücre ve buna peşimini hücreye bırak, Toprak etiketini ön toprak bakır üzerine yapıştır, Hücre tam etiketini hücreye yapıştır, Sağ-Sol(1-2 mm) üst yan kapama sacını hücreye tak, Hücrenin içini süpürüp temizle, Hücre seri numarasını tak	x	x	x	x	x	E	5.5	0	1	0	6	2	14.5	5	72.5	1. Ergonomik vücut duruşu, el kol konumu gibi etkenler tarafından etkilenebilir ve bilinilen hareketleri minimize edilebilir. 2. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 3. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır. 4. Montaj yapımı sırasında uygun şekilde kullanılacak ekipmanlar kullanılmaktadır. 5. Taşıma araçları ile montaj yapılan hücrenin yüksekliği uygun şekilde taşıma aracıyla güvenli şekilde taşınmaktadır ve yükler güvenli şekilde taşınmaktadır. 6. İşletme ortamı güvenli ve ergonomik çalışma koşulları altında çalıştırılmaktadır.	3	0	1	0	2	2	8	5	40	Ota seviye riskli durum

EK 6 Fiziksel İş Yükünü Değerlendirme ve Tasarımı için AGY Atama Matrisi

FİZİKSEL İŞ YÜKÜNÜ DEĞERLENDİRME VE TASARIMI İÇİN ANAHTAR GÖSTERGE YÖNTEMİ (AGY) ATAMA MATRİSİ											
<i>İş günü başına birkaç farklı alt faaliyet gerçekleştirir, bunlar ayrı olarak kaydedilmez ve değerlendirilmelidir (örn. AGY-KTT-E kullanılarak). Fiziksel iş yükü değerlendirilmelidir, ancak bir iş günü boyunca meydana gelen tüm fiziksel iş yükleri değerlendirilmez değerlendirilmelidir.</i>		Örnek Faaliyetler: Montaj faaliyetleri (örn. Elektrik tesisatlarının montajı), lehimleme, dik iş ayıklama, kesme, kasiyer işi, elle kontrol etme, mikroskop ile çalışma, müzik yapma (örn. piano, violin çalma), birleştirme, toma, presleme, kalibrasyon, tozma, nakliyat	Örnek Faaliyetler: Çantaların/paketlerin yüklenmesi/indirilmesi, paketlerin ayrılması, kalibrasyon, destaj oluşturma, ekipmanların yüklenmesi, paletli malların aktarılması, çatıda elle tamirat işi yapılması, çocuk bakım merkezindeki çocuk bakıcılığı ve hastaların manuel								
ALT FAALİYET	ALT FAALİYET ADIMI	YÖNTEM	Kapsam 1			Kapsam 2			Kapsam 3		
			Yöntem	Yöntem	Yöntem	Yöntem	Yöntem	Yöntem	Yöntem	Yöntem	Yöntem
		AGY-MEİ	AGY-Cİ	AGY-KTT	AGY-MEİ	AGY-Cİ	AGY-KTT	AGY-MEİ	AGY-Cİ	AGY-KTT	
1. İSTASYON	AGY-MEİ ve AGY-KTT	Uygun									
1. İSTASYON	2 parça taban sacını hücrenin içine yerleştir		Var	Var							
1. İSTASYON	3 adet kablo kelepçesini hücreye civatalarla monte et		Var	Var							
1. İSTASYON	Hücreyi palete 4 tarafından sabitle		Var	Var							
2. İSTASYON	AGY-MEİ ve AGY-KTT	Uygun									
2. İSTASYON	Taban sacı ve kelepçeleri hücreye monte et		Var	Var							
2. İSTASYON	Isıtıcıyı hücreye monte et		Var	Var							
2. İSTASYON	Sağ yan sacı hücreye perçinle		Var	Var							
2. İSTASYON	Destek çantasını hücreye perçinle		Var	Var							
2. İSTASYON	Kapasitif civatalarını omega saclarına tuttur		Var	Var							
2. İSTASYON	Kablo kanallı hücrenin içine monte et		Var	Var							
3. İSTASYON	AGY-MEİ, AGY-Cİ ve AGY-KTT	Uygun									
3. İSTASYON	3 adet kapasitif izolatörü hücreye monte et		Var	Var							
3. İSTASYON	3 adet kapasitif 3 adet bağlamı bakırını civatalarla tuttur		Var	Var							
3. İSTASYON	Ayrıcı ve trafuyu hücrenin içine yerleştir		Var	Var							
4. İSTASYON	AGY-MEİ ve AGY-KTT	Uygun									
4. İSTASYON	Isıtıcı kablolarını 3 adet kablo bağı ile tuttur, sık ve fazlalıklarını kes		Var	Var							
4. İSTASYON	Kapı kilit basma sacını monte et		Var	Var							
4. İSTASYON	Pano alt sacını monte et		Var	Var							
4. İSTASYON	Ön orta kayıdı monte et		Var	Var							
5. İSTASYON	AGY-MEİ	Uygun									
5. İSTASYON	Yük ayırıcı switchini monte et		Var	Var							
5. İSTASYON	Kapı kilit kamını monte et		Var	Var							
5. İSTASYON	Kapı kilit basma sacını hazırla ve hücreye monte edip yay tak		Var	Var							
5. İSTASYON	Aydınlatma ve ısıtıcı kabosunu düzelt		Var	Var							
5. İSTASYON	3 adet ayırıcı bushing bakır civatalarını sık		Var	Var							
5. İSTASYON	Her bir fazın giriş bakırını kapasitif monte et		Var	Var							
6. İSTASYON	AGY-MEİ	Uygun									
6. İSTASYON	Kapasitif toprak kablosunu kanala yerleştir ve insertlerle olan bağlantısını tamamla		Var	Var							
6. İSTASYON	Ayrıcı switchi somunları ve civatayı sık		Var	Var							
6. İSTASYON	Ayrıcı mimiğini sök		Var	Var							
6. İSTASYON	Açma-kapama bobinlerini al ve sık		Var	Var							
6. İSTASYON	Toprak switchi somunları ve civatayı sık		Var	Var							
6. İSTASYON	Toprak switch vidasını al ve sık		Var	Var							
7. İSTASYON	AGY-MEİ	Uygun									
7. İSTASYON	Motor switch kablosunu hazırla		Var	Var							
7. İSTASYON	Motor switch kablosunu tak		Var	Var							
7. İSTASYON	Bobin kablolarını 1 adet pabuç tak		Var	Var							
7. İSTASYON	Bobin kablolarına kod tak		Var	Var							
7. İSTASYON	Kabloları kablo bağı tak ve fazlalıklarını kes		Var	Var							
7. İSTASYON	Motor kablosunu tutan lastiği sök		Var	Var							
7. İSTASYON	Motor kablolarını switchlere tak		Var	Var							
7. İSTASYON	Bobin kablolarını switchlere tak		Var	Var							
7. İSTASYON	Ayrıcı mimiğini tak		Var	Var							
7. İSTASYON	Motor kablosunun kodlarını tak		Var	Var							
8. İSTASYON	AGY-MEİ ve AGY-Cİ	Uygun									
8. İSTASYON	AC ve DC ampulleri tak		Var	Var							
8. İSTASYON	Eviradan çıkan listeyi kontrol et		Var	Var							
8. İSTASYON	Panoyu bul ve hücreye monte et		Var	Var							
9. İSTASYON	AGY-MEİ	Uygun									
9. İSTASYON	Motor ve motor switchi kablolarına spiral tak		Var	Var							
9. İSTASYON	Kablo çorabını kes ve switch kablosuna çorabı kes		Var	Var							
9. İSTASYON	Kablo bağlamı al ve hücreye bırak		Var	Var							
9. İSTASYON	Switch kablosunu mekanizmaya tak ve spiralle		Var	Var							
9. İSTASYON	El aletini al ve kablo bağlamı fazlalıklarını kes		Var	Var							
9. İSTASYON	Toprak switchinin bir kablosunu ayırıcı switchine tak		Var	Var							
9. İSTASYON	Ayrıcı switch ve bobin kablolarının üzerine çorap geçir		Var	Var							
9. İSTASYON	Yan keski ve manometre kablo kodlarını al, manometre kablosunu kodla		Var	Var							
10. İSTASYON	AGY-MEİ	Uygun									
10. İSTASYON	Kapasitif kablosunu düzelt		Var	Var							
10. İSTASYON	Aydınlatma-ısıtıcı-manometre-motor-switch ve bobin kablolarını düzelt		Var	Var							
10. İSTASYON	Ön toprak bakırını al ve hücreye yerleştir		Var	Var							
10. İSTASYON	Ön toprak bakırını, sağ alt yan toprak bakırına tuttur		Var	Var							
10. İSTASYON	Yan toprak bakırını arkasına tuttur		Var	Var							
10. İSTASYON	Ayrıcı toprak bakırını ve sağ yan toprak bakırını birbirine tuttur		Var	Var							
10. İSTASYON	tutturduğu bakırınları (ön toprak, sağ yan ve ayırıcı toprak bakırını) sık		Var	Var							
11. İSTASYON	AGY-MEİ	Uygun									
11. İSTASYON	Kablo kanallarını sök		Var	Var							
11. İSTASYON	Termostat kablosunu düzelt		Var	Var							
11. İSTASYON	Toprak switchlerini panoya tak		Var	Var							
11. İSTASYON	Ayrıcı switchini panoya tak		Var	Var							
11. İSTASYON	Motor switchini panoya tak		Var	Var							
11. İSTASYON	Bobin kablolarını tak		Var	Var							
12. İSTASYON	AGY-MEİ	Uygun									
12. İSTASYON	AC ve DC aydınlatma ve ısıtıcı panoya tak		Var	Var							
12. İSTASYON	Motor switchini panoya tak		Var	Var							
12. İSTASYON	Kabloları düzelt ve kablo kanalı kapaklarını kapat		Var	Var							
12. İSTASYON	Motor besleme kablolarını tak		Var	Var							
12. İSTASYON	Manometre kablosu bağlantısını tak		Var	Var							
12. İSTASYON	Kabloları düzelt		Var	Var							
13. İSTASYON	AGY-MEİ	Uygun									
13. İSTASYON	W otomatları aç		Var	Var							
13. İSTASYON	Termostat ve garj uyarı etiketini yapıştır		Var	Var							
13. İSTASYON	Panonun elektriksel testini al		Var	Var							
13. İSTASYON	Kablo bağlamı al ve kabloları tuttur ve fazlalıklarını kes		Var	Var							
13. İSTASYON	Hücrenin panosunun içi temizle		Var	Var							
14. İSTASYON	AGY-MEİ ve AGY-KTT	Uygun									
14. İSTASYON	Üretim bilgi formuna kapasitif izalatörlerin seri numaralarını yaz		Var	Var							
14. İSTASYON	Üretim bilgi formuna hücre tip-müşteri siparişi no-bobin gerilim değerlerini yaz		Var	Var							
14. İSTASYON	1. faz bushing giriş bakır civatasının sıklığını tork ayarlı ile kontrol et		Var	Var							
14. İSTASYON	2. faz bushing giriş bakır civatasının sıklığını tork ayarlı ile kontrol et		Var	Var							
14. İSTASYON	3. faz bushing giriş bakır civatasının sıklığını tork ayarlı ile kontrol et		Var	Var							
14. İSTASYON	Kapı kilit çekirteci sacının el aletini al ve hücreye tak		Var	Var							
14. İSTASYON	Mavi kapak yan sacını hazırla		Var	Var							
14. İSTASYON	2 adet mavi kapak yan sacını hücreye tak		Var	Var							
14. İSTASYON	Mimikleri, mavi kapak yan saclarını, manometre ve kapasitif kablosunu düzelt		Var	Var							
14. İSTASYON	Mavi kapak yerleştir ve bir adet civatayla tuttur		Var	Var							
14. İSTASYON	Hücre mavi kapak civatalarını sık		Var	Var							
15. İSTASYON	AGY-MEİ	Uygun									
15. İSTASYON	Mimikleri ayarla		Var	Var							
15. İSTASYON	Kapasitif göstergeli kablosunu tak		Var	Var							
15. İSTASYON	1. faz ayırıcı direnç testini al		Var	Var							
15. İSTASYON	2. faz ayırıcı direnç testini al		Var	Var							
15. İSTASYON	3. faz ayırıcı direnç testini al		Var	Var							
15. İSTASYON	Fazların direnç değerlerini üretim bilgi formuna yaz		Var	Var							
15. İSTASYON	1. faz toprak direnç testini al		Var	Var							
15. İSTASYON	2. faz toprak direnç testini al		Var	Var							
15. İSTASYON	3. faz toprak direnç testini al		Var	Var							
15. İSTASYON	Fazların direnç değerlerini üretim bilgi formuna yaz		Var	Var							
15. İSTASYON	Mühür boyası ile civataları boyay		Var	Var							
16. İSTASYON	AGY-MEİ	Uygun									
16. İSTASYON	Hücre etiket camının etiketi tak		Var	Var							
16. İSTASYON	Mani sacı çekirteci el aletini sök		Var	Var							
16. İSTASYON	Müşteri etiketine hücre grup bilgisini yaz		Var	Var							
16. İSTASYON	Başkent orta sacı kapama (Sağ veya Sol)(1 mm)		Var	Var							
17. İSTASYON	AGY-MEİ	Uygun									
17. İSTASYON	Malzeme listesi ve üretim bilgi formuna hücre değerlerini kontrol et		Var	Var							
17. İSTASYON	Kare somunları tak		Var	Var							
17. İSTASYON	Kurma kolu ve uzaktan kumandayı hücreye bırak		Var	Var							
17. İSTASYON	Bara ve bara poşedini hücreye bırak		Var	Var							
17. İSTASYON	Toprak etiketini ön toprak bakır üzerine yapıştır		Var	Var							
17. İSTASYON	Hücre tanımı etiketini hücreye yapıştır		Var	Var							
17. İSTASYON	Sağ-Sol(1-2 mm) üst yan kapama sacını hücreye tak		Var	Var							
17. İSTASYON	Hücrenin içini süpürüp temizle		Var	Var							
17. İSTASYON	Hücre seri numarasını tak		Var	Var							
18. İSTASYON	AGY-KTT	Uygun									
18. İSTASYON	Arka alt kapamayı hücreye perçinle		Var	Var							
18. İSTASYON	Arka üst kapama sacını perçinle		Var	Var							
18. İSTASYON	Sol yan duvar sacını al ve perçinle		Var	Var							
18. İSTASYON	Sağ yan kapama sacına dikket etiketini hücreye yapıştır		Var	Var							
18. İSTASYON	Sağ-sol ve standart sağ alt kapama sacını tak		Var	Var							