

T.C.
AVRASYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

ERGONOMİK RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE PERSONEL
ÇİZELGELEME: TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KADIN ÇALIŞANLAR
İÇİN BİR UYGULAMA

DOKTORA TEZİ

Güler AKSÜT

Haziran 2021

TRABZON

T.C.
AVRASYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

ERGONOMİK RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE PERSONEL
ÇİZELGELEME: TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KADIN ÇALIŞANLAR
İÇİN BİR UYGULAMA

Güler AKSÜT

Avrasya Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünce
" DOKTORA "
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 7/5/2021

Tezin Savunma Tarihi: 7/6/2021

- 1. Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM**
- 2. Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tamer EREN**

Haziran 2021
TRABZON

T.C.
AVRASYA ÜNİVERSİTESİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü

KABUL VE ONAY

Avrasya Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı Doktora programı çerçevesinde Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM ve Prof. Dr. Tamer EREN danışmanlığında Doktora öğrencisi Güler AKSÜT tarafından hazırlanan “Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi ve Personel Çizelgeleme: Tekstil Sektöründe Kadın Çalışanlar İçin Bir Uygulama” başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 3.5.2021 gün ve 2021-16 Sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

[İmza]
Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM

Jüri Başkanı

[İmza]
Prof. Dr. Yavuz ÖZORAN

Üye

[İmza]
Prof. Dr. Tamer EREN

Üye

[İmza]
Prof. Dr. Celalettin KARALI

Üye

[İmza]
Doç. Dr. Evrencan ÖZCAN

Üye

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Cemal BIYIK
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Sanayide istihdam edilen kadınların büyük yoğunluğunu Türkiye'nin en gelişmiş sektörü olan tekstilde çalışan kadınlar oluşturmaktadır. İnsana bağımlılığın sürdüğü, emek yoğun üretimin olduğu bu sektörde ergonomik riskler iş sağlığı ve güvenliğini sağlamada ele alınması gerekli en önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle Yozgat ili sınırları içerisindeki bir tekstil fabrikasındaki kadınların maruz kaldığı mesleki ergonomik risklerin belirlenerek çözüm önerilerinin sunulması bu tez kapsamında amaçlanmıştır.

Bu tezin hazırlanma sürecinde her daim destek ve yardımcı olan, motive eden, emeğini esirgemeyen, her soruma hiç ertelemeyen anında yanıt veren tez danışmanlarım Sayın Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM ve Sayın Prof. Dr. Tamer EREN hocalarıma saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Engin bilgi ve görüşleri ile daima destek olan, yol gösteren Sayın Prof. Dr. Mehmet TÜFEKÇİ'ye, Dr. Öğr. Üyesi Osman YILDIZLAR'a, Dr. Öğr. Üyesi Seda FANDAKLI'ya çok teşekkür ederim.

Tezimde destek veren Dr. Öğretim Üyesi Hacı Mehmet ALAKAŞ, Yüksek Endüstri Mühendisi Rabia YUMUŞAK, Doktora öğrencisi Tuğba DANIŞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma yapmam için fabrikalarında uygulama yapmama izin veren değerli fabrika yöneticisi Savaş ALTAY'a, Ethem BEDİRHAN'a, uzman ve çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli annem ve babama, her daim yanımda olan eşim Kenan AKSÜT'e, hayatımın değerleri çocuklarım Ömer Faruk, Muhammed Emin ve Hatice Kübracığma sabırlarından dolayı çok teşekkür ederim.

Güler AKSÜT
Trabzon/2021

TEZ BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “**Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi ve Personel Çizelgeleme: Tekstil Sektöründe Kadın Çalışanlar İçin Bir Uygulama**” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM ve Prof. Dr. Tamer EREN sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 7/6/2021

Güler AKSÜT

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
KABUL VE ONAY.....	I
ÖNSÖZ.....	II
TEZ BEYANNAMESİ.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
TABLolar DİZİNİ.....	VII
SİMGE VE KISALTMALAR.....	VIII
ÖZET.....	X
ABSTRACT.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNDE ERGONOMİ.....	4
2.1. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Ergonomi.....	4
2.2. Ergonomik Risk Faktörleri ve Sınıflandırılması.....	8
2.2.1. Fiziksel Ergonomi.....	8
2.2.2. Bilişsel Ergonomi.....	11
2.2.3. Örgütsel Ergonomi (Makro Ergonomi).....	12
2.2.4. Çevresel Faktörler.....	14
2.2.5. Kişisel (Bireysel) Faktörler.....	16
2.2.6. Psikososyal Faktörler.....	19
2.3. Tekstil Sektöründe Ergonomik Riskler.....	22
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	26
3.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri.....	26
3.1.1. ANP Yöntemi.....	27
3.1.2. PROMETHEE Yöntemi.....	31
3.2. Hedef Programlama.....	37
3.3. Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme (Rapid Entire Body Assessment-REBA).....	38
4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	43
5. BULGULAR.....	62
5.1. Firma Tanıtımı.....	62
5.2. Bölüm Çalışanlarının Dağılımı.....	62
5.3. Tekstil Fabrikasında ANP Yönteminin Uygulaması.....	63

5.3.1. Problemin Belirlenmesi	64
5.3.2. Alternatiflerin Belirlenmesi	64
5.3.3. Kriterlerin Belirlenmesi	66
5.3.4. Kriterlerin ANP Yöntemi ile Ağırlıklandırılması.....	66
5.4. Ergonomik Risklerin PROMETHEE Yöntemi ile Belirlenmesi	72
5.5. Dikimhanede Çalışan Kadınların Maruz Kaldığı Ergonomik Risklerin Analitik Ağ Süreci ile Değerlendirilmesi	80
5.5.1. Problemin Tanımlanması.....	81
5.5.2. Kriter ve Alt Kriterlerin Tespit Edilmesi.....	81
5.5.3. Ağ Yapısının Oluşturulması	82
5.5.4. İkili Karşılaştırmaların Yapılması	82
5.5.5. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi	85
5.6. Tekstilde REBA Yöntemi Kullanılarak Hedef Programlamayla Ergonomik Personel Çizelgeleme Hazırlama.....	86
5.6.1. Problemin Tanımlanması.....	86
5.6.2. REBA Yöntemi Uygulaması	86
5.6.3. Hedef Programlama ile Problemin Modellenmesi	89
6. TARTIŞMA.....	97
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	105
8. KAYNAKÇA.....	109
ÖZGEÇMİŞ	119
EKLER	120

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Ergonomik Risk Faktörlerinin Sınıflandırılması.....	21
Şekil 3.1. Hiyerarşi ve Ağ arasındaki Fark.....	28
Şekil 3.2. Ortak Tercih Fonksiyonlarının Şematik Gösterimi	34
Şekil 3.3. Alternatif (a) İçin Hesaplanan Pozitif ve Negatif Üstünlük	35
Şekil 5.1. Problemin Akış Şeması.	63
Şekil 5.2. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanmasında Kullanılan Ağ Yapısının Ekran Görüntüsü	67
Şekil 5.3. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanmasında Kullanılan Ağ Yapısı Çizimi	68
Şekil 5.4. İkili Karşılaştırmaların Yapılması	69
Şekil 5.5. PROMETHEE Veri Giriş.....	73
Şekil 5.6. PROMETHEE Ağı	77
Şekil 5.7. PROMETHEE I Sıralaması	78
Şekil 5.8. PROMETHEE II Sıralaması.	79
Şekil 5.9. Problemin Akış Şeması	80
Şekil 5.10. Kriter ve Alt Kriterler.....	82
Şekil 5.11. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanmasında Kullanılan Ağ Yapısı	83
Şekil 5.12. İkili Karşılaştırma.....	84
Şekil 5.13. REBA Skorlama Algoritması.....	87

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Önem Skala Değerleri ve Tanımları.....	30
Tablo 3.2. Farklı n Değerleri İçin RI Değerleri.....	30
Tablo 3.3. Veri Matrisi	32
Tablo 3.4. Tercih Fonksiyonları	33
Tablo 3.5. Promethee Yöntemi Aşamaları	36
Tablo 3.6. REBA Duruş Puanlaması	39
Tablo 3.7. REBA-Tablo A.....	40
Tablo 3.8. Yük/Kuvvet Değerleri.....	40
Tablo 3.9. REBA-Tablo B.....	40
Tablo 3.10. Kavrama Değerleri	41
Tablo 3.11. REBA-Tablo C.....	41
Tablo 3.12. Aktivite Skor Değeri	42
Tablo 3.13. Risk Derecelendirmesi	42
Tablo 5.1. Fabrika Bölümlerine Göre Çalışanların Dağılımı	62
Tablo 5.2. Alternatiflerin Belirlenmesi.....	65
Tablo 5.3. Kriterlerin Belirlenmesi.....	66
Tablo 5.4. Ana Kriterlerin Tutarlılık Oranları	70
Tablo 5.5. Kriter ve Alt Kriterlerin Ağırlık Sıralaması	71
Tablo 5.6. PROMETHEE Veri Seti.....	75
Tablo 5.7. PROMETHEE Akış Tablosu	76
Tablo 5.8. Kriter ve Alt Kriterlerin Ağırlık Sıralaması	85
Tablo 5.9. Görevlerin REBA Puanı.....	88
Tablo 5.10. Çalışanların Görev Süreleri.....	89
Tablo 5.11. Göreve Atanabilecek Personel Sayısı	90
Tablo 5.12. Personel Çalışma Süresi (Dakika).....	95
Tablo 6.1. Literatürdeki Çalışmaların Sınıflandırılması.....	101

SİMGE VE KISALTMALAR

AD	: Alzheimer's Disease (Alzheimer Hastalığı)
AHP	: Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)
ANP	: Analytical Network Process (Analitik Ağ Süreci)
BKİ	: Body Mass Index (Beden Kitle İndeksi)
CE	: Cognitive Ergonomics (Bilişsel Ergonomi)
CTD	: Cumulative Trauma Disorders (Kümülatif Travma Bozuklukları)
COPRAS	: Complex Proportional Assessment (Karmaşık Orantılı Değerlendirme)
CI	: Consistency Index (Tutarlılık İndeksi)
CR	: Consistency Ratio of the Matrix (Matrisin Tutarlılık Oranı)
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ÇSGB	: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
DEMATEL	: Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı)
ELECTRE	: Elimination and Choice Expressing Reality (Eliminasyon ve Gerçeği İfade Eden Seçim)
ELF-MF	: Extremely Low Frequency Magnetic Field (Son Derece Düşük Frekanslı Manyetik Alan)
GAIA	: Geometrical Analysis for Interactive Aid (Etkileşimli Yardım için Geometrik Analiz)
GP	: Goal Programming (Hedef Programlama)
IEA	: International Ergonomics Association (Uluslararası Ergonomi Derneği)
ILO	: International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
JFQ	: Job Factors Questionnaire (İş Faktörleri Anketi)
KTS	: Karpal Tünel Sendromu
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
md	: Madde
MF	: Magnetic Field (Manyetik alan)

MSD	: Musculoskeletal Disorder (Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları)
NIOSH	: National Institute of Occupational Safety and Health (Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü)
OWAS	: Ovako Working Posture Analysis System (Ovako Çalışma Duruş Analiz Sistemi)
PROMETHEE	: Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (Değerlendirmelerin Zenginleştirilmesi için Tercih Sıralaması Örgütü Yöntemi)
QEC	: Quick Exposure Check (Hızlı Maruziyet Değerlendirme Ölçütü)
REBA	: Rapid Entire Body Assessment (Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi)
RG	: Resmî Gazete
RI	: Random Consistency Index (Rastgele Tutarlılık İndeksi)
RULA	: Rapid Upper Limb Assessment (Hızlı Üst Sınır Değerlendirmesi)
SAW	: Simple Additive Weighting (Basit Katkı Ağırlığı)
SI	: Strain Index (Zorlanma İndeksi)
SSMO	: Standing Sewing Machine Operators (Ayakta Dikiş Makinası Operatörleri)
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions (İdeal Çözümlere Benzerlik Göstererek Sipariş Tercihi Tekniği)
VDU	: Visual Display Unit (Görsel Ekran Birimi)
VIKOR	: Višekriterijumsko KOmpromisno Rangiranje (Çok Kriterli Eş Uzlaşma Sıralaması)
WERA	: Workplace Ergonomic Risk Assessment (İşyeri Ergonomik Risk Değerlendirmesi)

Doktora Tezi

ÖZET

ERGONOMİK RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE PERSONEL ÇİZELGELEME: TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KADIN ÇALIŞANLAR İÇİN BİR UYGULAMA

Güler AKSÜT

Avrasya Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM

Danışman: Prof. Dr. Tamer EREN

2021, (118 Tez Sayfa), (8 Ek Sayfalar)

Türkiye'nin en önemli, en gelişmiş sektörlerinden biri olan tekstil sektörü ihracat, imalat sanayi, sanayi üretimindeki pay, yatırım, istihdam, gayri safi yurt içi milli hâsıla, döviz girdisi açısından büyük ehemmiyete sahiptir. Türkiye ekonomisinde kilit rol oynayan bu sektör çalışanlarının büyük yoğunluğunu özellikle dikim bölümünde çalışan kadınlar oluşturmaktadır. İnsana bağımlılığın sürdüğü, emek yoğun üretimin olduğu bu alanda ergonomik riskler iş sağlığı ve güvenliğini sağlamada ele alınması gerekli en önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. İş sağlığı güvenliği politikalarının bir parçası olan ergonomi yatırım olarak görülerek işte refah kalitesi artırılmalıdır.

Bu tez çalışmasında Yozgat ili sınırları içerisindeki bir tekstil fabrikasındaki kadınların maruz kaldığı mesleki ergonomik risklerin belirlenerek çözüm önerilerinin sunulması hedeflenmiştir. Bu hedef kapsamında çalışmada üç uygulama yapılmıştır. Uygulamalardan birincisinde ergonomik risklerin yoğun olduğu tekstil fabrikalarında risklerin sıralaması karar verme problemi olarak ele alınmıştır. Risk sıralaması yapılırken altı ana kriter, 37 alt kriter ve altı alternatif belirlenmiştir. Ele alınan problemde çok kriterli karar verme problemlerinden olan ANP yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlenerek PROMETHEE yöntemi ile alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilmiştir. İkinci uygulamada fabrikanın en kritik üretim aşaması olan dikim bölümünde çalışan kadınların ergonomik risklerinin ANP yöntemi kullanılarak kriter ağırlıklarının sıralanması oluşturmuştur. Üçüncü uygulamada çalışanların her görevdeki ergonomik fiziksel zorlanmaları REBA metodu kullanılarak hesaplanıp çalışanların hangi işte kaç dakika çalışacakları hedef programlama ile matematiksel bir model oluşturularak belirlenmiştir. Bu çalışmayla ergonomi bilincinin yaygınlaşması iş sağlığı ve güvenliği problemlerinin azalmasını sağlayacağı gibi iş yeri maliyeti ve kayıplarının azalmasına katkıda bulunacaktır.

Anahtar Kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği, tekstil sektörü, ergonomik risk, personel çizelgeleme, çok kriterli karar verme, hedef programlama.

PhD. Thesis

ABSTRACT

**ASSESSMENT OF ERGONOMIC RISKS AND STAFF SCHEDULE: AN
APPLICATION FOR WOMEN WORKERS IN THE TEXTILE INDUSTRY**

Güler AKSÜT

Avrasya University

Health Sciences Institute

Occupational Health and Safety Department

1. Supervisor: Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM

2. Supervisor: Prof. Dr. Tamer EREN

2021, (118 Pages), (8 Appendix)

The textiles sector is one of Turkey's most important and advanced sectors. It is of great importance in terms of exports, manufacturing industry, share in industrial production, investment, employment, gross domestic product, foreign exchange input. The largest concentration of employees in this sector, which plays a key role in Turkey's economy especially is women working in the sewing department. Ergonomic risks are emerging as the most important factor to be addressed in ensuring occupational health and safety in this area where the dependency on people continues, and labor-intensive production is present. Ergonomics, which is a part of occupational health and safety policies, should be seen as an investment, and the quality of welfare at work should be increased.

This thesis, it is aimed to identify the occupational ergonomic risks faced by women in a textile factory in Yozgat and present solutions. Within the scope of this target, three applications were made in the study. In the first application, the ordering of risks in textile factories where ergonomic risks are intense is considered as a decision-making problem. While making the risk ranking, six main criteria, 37 sub-criteria, and six alternatives have been determined. In the problem discussed, criteria weights were determined with the ANP method, which is one of the multi-criteria decision-making problems, and the alternatives were sorted with the PROMETHEE method. In the second application is the ranking of the criteria weights of the ergonomic risks of women working in the sewing department, the most critical production stage of the factory, using the ANP method. In the third application, the ergonomic physical strains of the employees in each task were calculated using the REBA method, and the number of minutes the employees will work at which job was determined by creating a mathematical model with goal programming. With this study, widespread awareness of ergonomics will reduce occupational health and safety problems as well as contribute to the reduction of workplace costs and losses.

Keywords: Occupational health and safety, textile sector, ergonomic risk, staff scheduling, multi-criteria decision-making, goal programming.

1. GİRİŞ

Tekstil sektörü Türkiye'nin önemli sektörleri arasında yer almaktadır. Hızla büyümesi 1980 yılında ihracata yönelik kalkınma politikasının hayata geçirilmesi ile başlamıştır. Faaliyetlerini yaklaşık 1.100.000 çalışan, 58.000 civarındaki firma sayısı ile küçük ve orta büyüklükteki işletmelerle devam ettirmektedir [1]. Sanayide çalışan kadınların büyük yoğunluğunu özellikle Türkiye'nin gelişmiş sektörlerinden biri olan tekstil sektörü çalışanları oluşturmaktadır [2]. Tekstilde çalışan kadınların yoğunluğunu ise dikiş makinesi operatörlüğünü meslek edinen çalışanlar oluşturmaktadır. Sektör tehlike sınıflandırmasına göre az tehlikeli sınıfta olmasına rağmen meslek hastalıkları ve iş kazası bakımından birçok tehlikeyi ihtiva etmektedir. Ergonomik risk etmenleri de bu risklerin en önde geleni, en fazla ciddiye alınması gerekli olan risk etmenleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

İşyerlerinde işçilerin sağlık ve güvenliğinin korunmasına yönelik önlemlerin alınması sadece ahlaki ve yasal olarak yapılması gerekli olan bir sorumluluk değil, aynı zamanda bireysel ve organizasyonel başarıyı önemli ölçüde etkileyen bir durumdur [3]. Çalışanların farklılıkları, ergonomik prensipler göz önünde bulundurularak iş istasyonları, ekipman, aletler ve makineler ona göre tasarlanarak ergonomi ile insanlar ve sistemler arasındaki uyumluluk, etkileşim sağlanmalıdır. Bu etkileşimi sağlamak için ergonomik risk faktörleri geniş bir şekilde ele alınarak sınıflandırma oluşturulmuştur. Ergonomik risklerin yapıldığı sınıflandırmada riskler fiziksel, örgütsel, bilişsel, kişisel, psikososyal ve çevresel olarak altı ana başlığa ayrılmıştır. Ana başlıkların her biri alt başlıklara ayrılarak toplamda 55 alt başlık oluşturulmuştur. Bu alt başlıklar hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Yapılan bu sınıflandırma sektör farklılığına bakılmaksızın tüm sektörlerde karşılaşılan birbirinden farklı ergonomik risklerin belirlenmesinde kullanılabilecek kapsamlı bir sınıflandırma olarak literatüre katkı sağlayacaktır.

Türkiye'nin en önemli çalışma alanlarından biri olan, kadınların yoğun olarak çalıştığı tekstil sektöründe fabrika bölümlerini dikkate alarak kadınların maruz kaldığı mesleki ergonomik riskleri Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemi ile belirleyerek çözüm önerileri sunmak çalışmanın amacını oluşturmuştur. Bu amaca ulaşmak için üç uygulama yapılmıştır. Birinci uygulamada tekstil fabrikasındaki risklerin sıralaması karar

verme problemi olarak ele alınmıştır. Bunun için fabrikanın her bir bölümü ayrı ayrı gezilerek gözlem yapılmıştır, bilimsel literatür, uzmanlarla, yöneticilerle ve çalışanlarla görüşmeler neticesinde altı ana kriter, 37 alt kriter ve altı alternatif belirlenmiştir. Ele alınan problemde Analitik Ağ Süreci (Analytical Network Process, ANP) yöntemiyle ağırlıklar belirlenerek Değerlendirmelerin Zenginleştirilmesi için Tercih Sıralaması Örgütü Yöntemi (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation, PROMETHEE) ile sıralama gerçekleştirilmiştir. ÇKKV yöntemlerinden ANP ve PROMETHEE yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bu çalışmada, ÇKKV yöntemlerinin İş Sağlığı Güvenliği (İSG) kapsamında kullanımının yaygınlaşmasına katkı sağlar niteliktedir. İkinci uygulamada kadınların yoğun olarak çalıştığı ve üretimin en kritik aşaması olan dikimhanede çalışan kadınların ergonomik risklerinin ÇKKV yöntemleri ile belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Problemin çözümünde ÇKKV yöntemlerinden ANP yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanarak ergonomik risklerin ağırlıklarına göre sıralaması yapılmıştır. Üçüncü uygulamada bir tişörtün dikiminden itibaren belirlenen 15 ayrı görevin yerine getirilmesi esnasında her görevdeki ergonomik fiziksel zorlanmaların belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (Rapid Entire Body Assessment, REBA) metodu kullanılarak personel pozisyonları her bir görev için en uygunsuz durumlar tespit edilerek analiz edilmiştir. Hedef programlama ile matematiksel model oluşturularak çalışanların hangi görevde ne kadar süre çalışacakları belirlenerek ergonomik görev ataması yapılmıştır.

Yedi bölümden oluşan bu tez çalışmasında girişi takip eden ikinci bölümde iş sağlığı ve güvenliğinde ergonominin önemi, ergonomik risk faktörlerinin sınıflandırılması, kadın çalışanların özellikleri, tekstil sektöründe var olan ergonomik riskler hakkında bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölüm olan gereç ve yöntemlerde tezde kullanılan ÇKKV yöntemleri olan ANP, PROMETHEE yöntemleri ile çok amaçlı bir programlama tekniği olan hedef programlama ve çalışan duruşlarının risk derecesini tespit etmeye yarayan REBA yöntemlerinin uygulama aşamaları hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde literatürde yapılan araştırmalara yer verilmiştir. Yapılan çalışma literatür ile desteklenmiştir. 105 tane literatür araştırması yapılarak araştırılan çalışmalardan 59 tanesi örgütsel, fiziksel, çevresel, kişisel, psikososyal ve

bilişsel, olmak üzere altı ana başlık ve 55 alt başlığa ayrılan ergonomik risklerin sınıflandırılması Tablo 6.1.'de yer almıştır.

Beşinci bölümde yapılan üç uygulama tablo ve şekiller eşliğinde ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Birinci uygulamada ÇKKV'den olan ANP yöntemi ile belirlenen kriterlerin ağırlıkları elde edilmiştir. Elde edilen kriter ağırlıkları PROMETHEE yönteminde yerine konularak bütünlük bir model oluşturularak alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. İkinci uygulamada en riskli alternatif olan dikimhane bölümündeki ergonomik risklerin kriterlerin ağırlıklandırılması ANP yöntemi ile belirlenmiştir. Üçüncü uygulamada ise çalışan pozisyonları REBA yöntemi ile analiz edilerek hedef programlamayla matematiksel bir model oluşturularak ergonomik düzenlemeler yapılmıştır.

Altıncı bölüm tartışma bölümü olup ÇKKV yöntemlerinin İSG kapsamında kullanımının yaygınlaşmasına olan katkısına vurgu yapılmıştır. Ergonomik çizelgeleme ile çalışanların memnuniyetinin ve verimliliğinin artmasına değinilmiştir. Yapılan üç uygulama ve dört yöntemle ergonomik risk belirlemede en kapsamlı çalışmalardan biri olduğu anlatılarak diğer çalışmalarla ilişkisi bu bölümde verilmiştir.

Yedinci bölümde elde edilen sonuçlar maddeler halinde sıralanarak önerilerde bulunulmuştur. Gelecekte yapılacak çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

2. İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNDE ERGONOMİ

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Ergonomi

Ergonomi kavramı yazarlar tarafından aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

Singleton [4] ergonomiyi çalışma tasarımının teknolojisi olarak tanımlar. Tayyari ve Smith [5] çalışanlar ve çalışma ortamları arasında en uygun ilişkilerin elde edilmesiyle ilgilenen bir bilim dalı olarak tanımlarken Attwood [6] ergonomiyi; insanların ekipmanı etkin bir şekilde kullanarak görevlerini yerine getirdikleri, güvenli ve verimli operasyonları yöneten, sistemleri çalıştıran, ortamları iyileştirmek için bilgilerini uyguladıkları, sistematik bir tasarım süreci olarak tanımlamıştır.

Lee [7] ergonomiyi insanlar ve sistemler arasındaki uyumluluğu teşvik etmek olarak tanımlar. Cohen [8] ergonomiyi, çalışma ortamı ve çalışma taleplerini çalışanların becerilerine uyarlama bilimi olarak tanımlamıştır. Fernandez [9] ise ergonomiyi işyeri, ekipman, makine, alet, ürün, çevre ve sistem tasarımı, insanların fiziksel, fizyolojik, biyomekanik ve psikolojik yeteneklerini göz önünde bulundurarak işçilerin güvenliğini, sağlığını ve refahını sağlarken çalışma sistemlerinin etkinliğini ve verimliliğini optimize eden bilim olarak tanımlamıştır. Genel olarak ergonominin amacı görevi bireye değil, bireye görevi uydurmaktır. Brooks [10] ergonomi işçiyi hem fiziksel hem de organizasyonel çalışma ortamını, görevi ve çalışma alanını içeren etkileşen bileşenler sistemi olarak tanımlarken Te-Hsin & Kleiner [11] ergonomi Yunanca bir kelime olan ergo “iş” ve nomos “çalışma” kelimelerinin kombinasyonudur. Cihazların, sistemlerin ve fiziksel çalışma koşullarının tasarımını işçilerin kapasiteleri ve gereksinimleriyle koordine eden uygulamalı bir bilimdir. Mital [12] ergonomiyi, insan çalışmalarını düzenleyen doğal yasaların uygulanmasıyla ilgilenen bir disiplin olarak tanımlar. Westgaard ve Winkel [13] ergonomi işyeri koşullarını ve iş taleplerini çalışanın yeteneklerine uygun hale getiren bir disiplin veya bilimdir diye tanımlamıştır.

Birçoğu ergonomiyi, insanlar, teknoloji ve çalışma ortamı arasındaki etkileşimleri incelerken insan yetenekleri, becerileri, sınırlamaları ve ihtiyaçları hakkındaki bilgilerin dikkate alındığı çok disiplinli bir uygulamalı bilim alanı olarak görmektedir. Grandjean [14] ergonomi, esas olarak işyerini işçiye uyduruyor. Uyum ne kadar iyi olursa, güvenlik ve çalışan verimliliği de o kadar yüksek olur. Koningsveld [15] IEA Konseyi tarafından

onaylanan ve 2000 San Diego'daki IEA Kongresinde ilan edilen ergonomi (insan faktörleri) tanımında ergonomi; bir sistemin unsurları ve insanlar arasındaki etkileşimlerin anlaşılması ile ilgili bilimsel disiplin ve insan refahını optimize etmek için prensipler, teori, veriler ve yöntemleri tasarıma uygulayan meslek ve genel sistem performansdır.

Yukarıda belirtildiği gibi ergonomi tanımının genel olarak vurgulanan görüşü, temel olarak çalışma ortamı, iş tasarımı, makine sistemleri ve insanlar arasındaki ilişki ile ilgilidir.

Ergonominin amaçları genel olarak İSG'nin sağlanması, yorulma ve iş stresinin azaltılması, iş gücü kayıplarının önlenmesi, meslek hastalıkları ve iş kazaları risklerinin en düşük seviyede tutulması, insan mutluluğu ve iş doyumunun sağlanması, çalışan performansının artırılması, kalite ve verimliliğin yükseltilmesidir. Ergonomi gerek işveren ve gerekse çalışanlar için oldukça önem arz eden bu amaçlara sahiptir [16]. Ergonomi, mesleki risklerin ve iş kazalarının minimum seviyede olmasını, iş stresinin azaltılmasını, işgücü kayıplarının önlenmesini, iş kalitesi ile birlikte bireysel ve örgütsel verimliliğin artırılmasını, işi yaparken çalışanların aşırı zorlamalardan ve gereksiz aktivitelerden kaçınmasını sağlayarak organizmanın zarar görmesini engellemeyi ve yorgunluğu azaltmayı amaçlamaktadır [17]. Çalışanın konforunu sağlarken sağlığını, güvenliğini ve verimliliğini de optimize etmeyi hedefler [18]. Bunu gerçekleştirirken de insan –makine sisteminin maksimum verimle çalışmasını, çalışanın rahat, uygun koşullarda çalışmasını bilimsel verileri ortaya koyarak yapar [19]. Çalışan ve yöneticinin memnun olacağı şekilde çalışma ortamındaki aksaklıklar gidererek uygun ortam oluşturmak ergonominin başka bir önemli amacıdır [20].

İş istasyonu tasarımı, daha az zaman, alan, maliyet ve envanter kullanarak yüksek hacimli ortamlarda etkinlik, özelleştirme, otomasyon ve rekabet gücü sağlamak için çok önemli bir süreçtir. Bu nedenle iş istasyonları, üretim süreçlerinde kritik bir rol oynar. Yalın iş istasyonları, israfı en aza indirmeye ve operatörleri kritik konulara yoğunlaştırmaya odaklanarak, operatörlerin bakış açısıyla tasarlanmalıdır [21].

Sonuç olarak ergonominin amaçlarını [22];

- Çalışanın sağlığı ve güvenliğini sağlamak,
- Çalışma ortamını güvenlik ve sağlık koşullarına uygun hale getirmek,

- İşi tasarlarlarken insanın antropometrik ölçülerini göz önünde bulundurmak,
- Çalışmak için gerekli olan araç, makine ve donanımın insana uygun yapmak,
- Çalışma ortamını psikososyal açıdan olumlu hale getirmek,
- Stres ve yorgunluğu azaltmak,
- İş kazalarını azaltmaktır şeklinde, tanımlamıştır.

İşyerinde çalışanların güvenlik ve sağlığının korunmasına özen göstermeyi ahlaki ve yasal olarak yapılan bir sorumluluktan öte organizasyonel ve bireysel başarıyı büyük oranda etkileyen durum olarak görmek gerekir [3].

İş sağlığında ana odak üç farklı hedeftir:

- *Çalışan sağlığı ve çalışma kapasitesinin geliştirilerek devam ettirilmesi,
- *Daha iyi çalışma ortamı koşullarının oluşturulması,
- *Güvenlik ve sağlığa uygun bir durum alması için çalışma;

İşyeri güvenliği ve sağlığının gelişmesine yönelik olarak; destekleyici, sorunsuz işletme ve olumlu bir sosyal iklimi teşvik eden, işletmelerin üretkenliğini artıracak şekilde çalışma örgütleri ve çalışma kültürünün geliştirilmesi önem arz etmektedir. Çalışma kültürü kavramı, ilgili işletme tarafından benimsenen temel değer sistemlerinin bir yansıması olarak ifade edilir. Çalışma kültürü; işletmenin yönetim sistemlerine, personel politikasına, eğitim politikalarına, katılım ilkelerine ve kalite yönetimine yansımaktadır [18].

Kuruluşların etkili ve düzgün çalışması için çalışanların sağlığı ve güvenliği önem arz etmektedir [23]. Günümüzdeki küresel yaklaşımlar iş güvenliğini, sağlığını ve ergonomiyi iş kalitesini iyileştirmeye, sağlıklı bir işyeri ortamı meydana getirmeye, kötü çalışma ortamına maruz kalmayla ilişkili riskleri ortadan kaldırmaya veya en aza indirmeye yönelik uygulamaları ve modelleri entegre etmeye odaklanmaktadır. Uygunsuz çalışma koşulları, psikososyal, psikosomatik, bilişsel çevre, vb. ihmal edildiğinde kaçınılmaz olarak sadece üretim ritminde eksikliklere değil, aynı zamanda kas-iskelet rahatsızlıklarının veya bozukluklarının ortaya çıkmasına da yol açan endişelere neden olabilmektedir. Bütün bunlar ekonomik ve sosyal kayıplara neden olur [24]. Gelişmiş ve

gelişmekte olan ülkelerde iş sağlığı ve halk sağlığı sorunu olan Kas İskelet Sistemi Hastalıkları (Musculo-Skeletal Disorder, MSD) çalışma saatlerinin kaybedilerek ekonomik yük oluşturmaya üretkenlik ve yaşam kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [25].

Dünya Sağlık Örgütü'ne (World Health Organization, WHO) göre ergonomiye bağlı mesleki yaralanmalar, küresel ölçekte morbidite nedenleri arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Bu, işle ilgili ve iş kaynaklı tehlikelerin neden olduğu hastalıkların, dünya sağlık durumunun önemli belirleyicileri olduğunu vurgulamaktadır. Dünya Sağlık Örgütü, Herkes için Mesleki Sağlık Küresel Stratejisinde, dünya nüfusunun %40-%50'sinin işle ilgili sağlık riski altında olan (biyolojik, fiziksel, kimyasal, ergonomik, psikolojik ve tehlikelere maruz kaldığını) yaklaşık 157 milyon insan olduğunu tahmin etmektedir [26].

Son yıllarda işyerlerinde kas iskelet sistemi rahatsızlıkları açısından ergonomik faktörlerin rolü dünya çapında bir ilgi ve tartışma konusu olmuştur [27]. MSD rahatsızlığının önüne geçilebilmesi için hastalığa yakalanmadan önce gerekli tedbirlerin alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Aksi takdirde yakalandıktan sonra tedavisi oldukça zor olmaktadır [28]. İş yerlerinin sağladığı iyi ergonomik koşullarla birlikte çalışanlar daha fazla motive olacak ve iş yetenekleri ortaya çıkacaktır. Bu sayede işletme verimliliği artacak, sağlık ve güvenlik sorunlarıyla beraber meslek hastalıkları sayısında da azalma olacaktır [29].

Endüstride en önemli etkenlerden biri ergonomidir. Şirketlerin verimli çalışmasında özellikle ergonomik faktörler önemli bir rol oynadığı için ciddiye alınması gereklidir [30]. Bu yüzden ergonomik faktörlerin iyileştirilmesi gider olarak değil bir yatırım çeşidi olarak görülmelidir [31].

İş istasyonları, ekipman, aletler ve makineler genellikle insanların birbirinden farklılıkları göz önüne alınmadan, ergonomik prensipler uygulanmadan tasarlanır. Oysa çalışan sağlığı ve refahını daha iyiye ulaştırmak için bu farklılıkları dikkate almak oldukça önemlidir. Bu duruma önem verilmediği takdirde çalışma ortamlarında çalışanlar ergonomik prensiplerin uygulanmadığı koşullara adapte olmak zorunda kalmaktadırlar [23].

2.2. Ergonomik Risk Faktörleri ve Sınıflandırılması

Endüstride en önemli etkenlerden biri olan ergonomi imalat, madencilik, hizmet, tarım gibi birçok alanda iş yerleri ve insanlar arasında iyi bir etkileşim sağlamak bakımından önemli bir rol oynamaktadır [32]. İş istasyonları, ekipman, aletler ve makineler genellikle insanların birbirinden farklılıkları göz önüne alınmadan, ergonomik prensipler uygulanmadan tasarlanır. Oysa çalışan sağlığı ve rahatını sağlamak adına bu farklılıklara gereken özeni göstermek oldukça önemlidir. Bu duruma gereken ehemmiyet verilmediği takdirde çalışma ortamlarında çalışanlar ergonomik prensiplerin uygulanmadığı koşullara adapte olmak zorunda kalmaktadırlar [23]. Kötü duruşlar, tekrarlayan hareketler, sürekli çalışmalar nedeniyle meydana gelen ergonomik risk faktörleri MSD ile ilişkili olan çalışanların riskleridir [33]. Ergonomi disiplini iş sistemleri tasarımına bütünsel, insan merkezli bir yaklaşımı teşvik eder. Bunu yaparken fiziksel, sosyal, bilişsel, örgütsel, çevresel ve diğer ilgili faktörleri göz önünde bulundurur [34]. Ergonomik Risk Faktörleri aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

2.2.1. Fiziksel Ergonomi

Fiziksel ergonomi fiziksel etkinliklerle ilişkili olarak insanların anatomik, antropometrik (insan vücudunun boyutlarıyla ilgilenen bilim dalı), biyomekanik ve fizyolojik özellikleriyle ilgilenmektedir [35]. Fiziksel iş yükü faktörlerine maruz kalmanın yoğunluğu, sıklığı ve süresi fiziksel ergonomik risklerin seviyesini belirlemektedir [36]. Fiziksel ergonomik riskleri şu şekilde açıklayabiliriz:

2.2.1.1. Uygunsuz Duruş: Mesleki risk faktörleri arasında kendisinden en çok bahsedilen uygunsuz duruş bedenin farklı kısımlarının pozisyonunu ifade eder. Diz çökme, bükme, uzanma, çömelme, tekrarlanan veya uzun süreli uzanma, ellerimiz veya kollarımızla sabit pozisyonda tutma veya baş üstü çalışma uygunsuz duruşu içerir [37].

2.2.1.2. Malzeme Kullanımı: Çalışma ortamında kullanılan malzeme ile temastan ya da maruziyetten kaynaklı risk faktörüdür [38]. Çalışma esnasında çalışanların ergonomik olmayan çalışma araçlarını kullanmaları kaynaklı yaralanma risklerine gereken hassasiyeti göstermedikleri Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ) üzerinde yapılan araştırmalar ile ortaya konulmuştur [39].

2.2.1.3. Tekrarlayan Hareketler (Monoton Çalışma): Döngülerin süresini ifade eden monoton çalışmadan bahsetmek için çalışma döngüsünün %50'sinden fazlası aynı temel hareketlerin yapılmasını veya çalışma süresinin 30 saniyeden az sürmesini gerektirir. Bunun tersi durumunda monotonluk düşüktür [38]. Tekrarlayan hareketler; dinlenme veya iyileşme şansı az olan, aynı kasları defalarca kullanmayı gerektiren görevleri yapmayı içerir. Bu durum gerek kısa kaslar gerekse uzun kaslar için geçerlidir. Başka risk faktörleri ise uygunsuz duruş, kuvvet kullanımı vb. tekrarlayan hareketler ile birlikte olduğunda çalışanlar yaralanma riski ile daha fazla karşı karşıya kalmaktadır. Benzer veya aynı hareketlerin belirli bir süre boyunca yapılması kas yorgunluğuna sebebiyet verdiği gibi aynı zamanda bazı kasların aşırı kullanımına ve uzamasına da neden olabilmektedir [37].

2.2.1.4. İş Yeri Düzeni: Uygun olmayan iş yeri düzeni rahatsızlık hissi doğurduğundan çalışanların sağlığı üzerinde olumsuz etkiye neden olarak iş kazasına sebebiyet verebilir. Örneğin uygun olmayan düzen; boyun sertliğine, göz yorgunluğuna, kol ağrısına vb. rahatsızlıklara neden olabilir [39].

2.2.1.5. Statik Duruş: Kas iskelet sisteminde ağrıya neden olabilecek durumlar uzun süre statik duruşta çalışmadan kaynaklı durumlardan dolayı meydana gelebilir. Aktif kaslarda metabolik atık toplanmasına, değişimine ve enerjinin düşmesine sebep olan, uzun vakit statik büzülme yaşayan kaslar kan akışında bir sorun oluşturacaktır. Bu durum kaslarda kasılma gücünün azalmasına, kasların hızlı yorulmasına, ağrıların ortaya çıkmasına ve iş performansının düşmesine neden olacaktır [33].

2.2.1.6. Kuvvet: Fiziksel veya mekanik olarak bir eforu veya hareketi gerçekleştirmeye yönelik yapılan çabadır. Kaslara ve tendonlara kişi veya nesne üzerine kuvvet uygulamanın sonucunda aşırı yük yüklenebilir. Kuvvetin kavrama kuvveti, itme veya çekmeyi gerektiren kuvvet, indirme veya taşımayı gerektiren kuvvet gibi çeşitleri vardır. Kuvvetin miktarı görevin süresine, nesnenin ağırlığına, aktivite ve kavrama türüne bağlı olarak değişmektedir. Risk derecesi genellikle kuvvetin büyümesiyle artmaktadır. Boyun, bel, ön kol, omuz, el ve bilek yaralanma riski ile yüksek kuvvet ilişkilendirilmiştir [37].

2.2.1.7. Sıkışma: Sert veya keskin bir nesne ile kemik arasında yumuşak dokunun sıkışmasıdır. El aletlerinin köşeleriyle olan temastan ya da tutmaktan kaynaklanan sıkışma,

sinir iletimini ve kan akışını azaltır, tendon korumalarına ve tendonlara zarar verebilir. Sıkışmalar ergonomik iyileşmelerle önlenabilir [40].

2.2.1.8. Aşırı Güç: Ağır malzemelerle çalışanlar zaman zaman itme, çekme veya el ile kaldırma işlemi yapabilirler. Omuz ve sırt için bu eylemler ergonomik risk oluşturur. Çeşitli üretim hatlarında çalışanlar bazı hallerde ağır malzeme kaldırabilirler. Kaldırılan malzeme işçinin yüklenme kapasitesini aşarsa bu durum işçinin tehlikeli derecede yüksek yaralanma riskine maruz kalmasına neden olacaktır [41].

2.2.1.9. Temas Gerilmeleri: Dengeleme, kavrama veya manipülasyon esnasında keskin ve sert nesnelerin, alet veya ekipmanın neden olduğu yaralanma veya çarpma olarak tanımlanır. Lokal temas stresi, sert veya keskin bir nesnenin cilde temas etmesi ile oluşur. Cildin altındaki sinirler ve dokular basınçla yaralanabilir. Sert nesne fazla koruyucu doku olmayan bilek, avuç içi veya parmaklara temas ederse ve bu işlem birden çok tekrar ederse veya uzun süre tutulursa lokal temas stresinin etkisi daha da kötüleşebilir [37].

2.2.1.10. Uzun Süre Ayakta Kalma: Mesai boyunca çalışma alanlarında çoğunlukla ayakta uzun süreli çalıştırma gerektiren işler yapılır. Bunun sonucunda ayak ve sırt ağrısı meydana gelir. Bu durumu gidermek içinde ayaklara ve omurgaya uygulanan basıncı azaltmak gerekir. Bunun için hafızalı köpük tabanlı ayakkabı kullanmak veya ergonomik paspas kullanılması önerilir. Ayak ve sırt ağrısına sebebiyet veren gerginliği ortadan kaldırmak için çalışanların ayak dinlendirme aparatı (ayak dayamaları) kullanmaları bir başka etkili yöntemdir [41].

2.2.1.11. Uzun Süre Oturarak Çalışma: Oturma doğru konumlandırılmış bir oturma elemanı üzerinde gerçekleştirilmediği takdirde, dinlenme için önemli bir gereksinim olan oturma hareketinden kaynaklı sağlık bakımından önemli tehlike meydana gelebilmektedir [42]. Çalışılan bir saatlik sürenin arkasından oturma pozisyonlarında çalışanların kısa bir moladan sonra çalışmaya devam etmeleri daha yararlıdır [38].

2.2.1.12. İyileşme Süresi: Yeterli dinlenme tek taraflı maruziyete uzun süreli maruz kalındığında hasarı önlemek için gereklidir. Oturma pozisyonunda çalışan operatörlerin, çalışarak geçirdiği bir saatlik süreden sonra kısa süreli molalar vermeleri yararlı olur. Ayakta dururken, her yarım saatlik çalışmadan sonra kısa molalar (10 dakikaya kadar) yapılması önerilir. Uzun süreli aşırı tek taraflı maruziyete bağlı hasarın, 30

saniye süren iş döngülerine sahip işlerde daha sık meydana geldiği ve iş döngüsünün%50'sinden fazlasının aynı temel işgücü hareketleri ile gerçekleştirildiği bildirilmektedir [38].

2.2.1.13. Güvenlik ve Sağlık: Güvenlik programının ana bileşenlerinden biri olan ergonomi programını şirketler etkili bir program olarak uygulamalıdır [39]. Gerekli önlemlerin MSD'ye maruz kalmadan önce alınması oldukça önem arz etmektedir. Çünkü MSD'ye yakalanan bireylerin tedavisi oldukça zor olmaktadır [28].

2.2.2. Bilişsel Ergonomi

Bilişsel ergonomi (Cognitive Ergonomics, CE) zihinsel süreçler olan akıl yürütme, algı, bellek ve motor yanıtla ilgili olup bir sistemin ögeleri ile insanlar arasındaki etkileşimleri etkiler [15]. Önemli bir disiplin olarak CE yaklaşık 40 yıldır bilinmektedir [43]. Bilişsel ergonomide odak; insan-sistem etkileşimini, insanın bilişsel işleyişi ve bunu etkileyen koşulları insan bilişsel yetenekleri ve sınırlamaları ile uyumlu hale getirmektir [44]. CE'deki klasik konular arasında karar verme, bilgi sunumu ve görselleştirme, bilişsel görevleri analiz etme ve modelleme, işbirlikçi yönler ile iş stresinin incelenmesi, iş yükü yer alır [43]. Aşağıda bilişsel ergonomi faktörleri açıklanmıştır.

2.2.2.1. Mental (Zihinsel) İş Yükü: İnsanın bilişsel sınırlılıklarını, yetersizliklerini tespit ederek hatasız, insan-makine etkileşimli verimli sistemler kurmak nöroergonominin ana amacını oluşturmaktadır. Nöroergonominin temel uygulama alanları içerisinde zihinsel iş yükü yer almaktadır. Bilgi yoğun işlerin günümüzde fiziksel işlerin yerini alması zihinsel yüklere neden olmaktadır. Mental iş yükü konusunda optik görüntüleme yöntemlerinde son dönemde meydana gelen gelişmeler sonucunda çalışmalar ortaya çıkmaktadır [45].

2.2.2.2. Karar Verme: Çalışanın sürekli olarak sorumlu kişi tarafından kontrol edilmesi, çalışmasını yaparken kendisini karar vermede kısıtlı görme durumu risk faktörü olarak ortaya çıkabilir [38].

2.2.2.3. Yetenekli Performans: İş görevlerinin performansı modern dijital çalışma alanlarında; dikkat, karar verme, öğrenme ve çalışma belleği gibi bilgi işlemede yer alan bilişsel işlevselliğe yani zihinsel süreçlere dayanır. Bu durum yeni şeyler ortaya çıkarmayı, uygulamayı, soyut bilgi ile çalışmayı ve bilgi edinmeyi içerir. Ayrıca yapılan işi yaparken

öğrenmeyi sağlayan bilgi işi işlerinde dikkat çekicidir. Bilişsel ergonomide odak; insan-sistem etkileşimini, insanın zihinsel işleyişi ve bunu etkileyen durumlarla insan bilişsel sınırlamaları ve yetenekleri uyum içerisinde olmasını sağlamaktır [44].

2.2.2.4. İnsan –Bilgisayar Etkileşimi: İnsan kullanımı için iş birliği, biliş ve bağlam etkileşimi incelenerek karmaşık araçlar tasarım yoluyla oluşturulmuştur. İnsan sağlığı ve iş sistemlerinin performansı örneğin, bilgisayar sistemlerini hava trafiği kontrolü, endüstriyel tesisler gibi üretim sistemlerinde kullanarak kontrol sağlamak bilişsel ergonominin kullanıcı yönünü oluşturur [43].

2.2.2.5. İnsan Güvenilirliği: İnsan güvenilirliği çalışanlarda olması muhtemel hastalık ve kazaların tamamen ortadan kaldırılması ya da en düşüğe indirilmesidir. Çalışanlara yeteneklerinin altında veya yapabileceklerinin üstünde iş vermemek anlamına da gelir. Çalışanın huzurlu olmasına imkân sağlamak için çalışma ortamında hukuksal ve sosyal kurallara uyulmasını sağlamaktır [16].

2.2.2.6. İş Stresi ve Eğitim: Çalışma ortamındaki noksanlıklar nedeniyle çalışanların ortam kaynaklı memnuniyet düzeyleri düşebilir, çalışanların verimlilikleri ise bu durum karşısında azalma eğilimi gösterebilir [46].

2.2.3. Örgütsel Ergonomi (Makro Ergonomi)

Organizasyon yapıları, politikaları ve süreçlerini de kapsayacak şekilde sosyoteknik sistemlerin optimizasyonu ile ilgilenmektedir [35]. Aşağıda örgütsel ergonomi faktörlerinin açıklaması yapılmıştır.

2.2.3.1. İletişim: Örgütsel iletişimin ergonomik boyutu iletişim çevresinin tasarımı ile iş yeri düzeninin tasarlanmasını kapsamaktadır. Örgüt amaçlarının gerçekleşmesine, bireyin mutluluğuna ve örgütsel iletişime ergonomi ilkelerinin örgütlerdeki yerleşim düzenlerine, işin gereklerine, teknolojik ağırlara, ofis tasarımlarına uygulanması katkı sağlamaktadır. Sonuç olarak; örgütlerde dolap, masa, donanım, sandalye vb. öğelerin engel işlevi görerek yerleşim alanı kullanımında örgütsel iletişim tasarımını etkileyebilmektedir [47].

2.2.3.2. Mürettebat (Personel) Kaynak Yönetimi: Çalışanların birbirleri ile etkileşim halinde bulunarak uyum içerisinde çalışmalarıyla sinerji meydana gelir. Mürettebat kaynak yönetimi uygulamaları bu sinerji ile mümkün olabilmektedir [48].

2.2.3.3. Çalışma Tasarımı: Çalışan sağlığı üzerinde olumsuz etkiye yol açabilen, iş kazasına sebebiyet verebilen, çalışma ortamının uygun olmayan tasarımından kaynaklı rahatsızlık hissi durumudur. Örneğin boyun sertliğine, göz yorgunluğuna, kol ağrısına, sırt ağrısına uygun olmayan düzen neden olabilir. İyileştirilmiş iyi tesis yerleşimi, mevcut yerleşime kıyasla verimliliği %194 artırabilir ve üst kuruluştaki kapsamlı risk seviyesini azaltabilir. Çalışma araçlarının ergonomik olmaması kaynaklı kullanımının sebep olduğu yaralanma riskine karşı çalışanların dikkat etmedikleri KOBİ'ler üzerinde yapılan araştırmalar ortaya koymaktadır [39].

2.2.3.4. Çalışma Süresi ve Sürelerinin Tasarımı: Çalışanların sağlığı üzerinde çeşitli çalışma programları (günlük çalışmaya karşı vardiyalı çalışmalar), çalışma organizasyonu, çalışma zamanı düzenlemesi, çalışma saatleri ve fazla mesai olumsuz etkiler oluşturabilir [18].

2.2.3.5. Ekip, İşbirlikçi veya Toplu Çalışma: Her bir bireyin birbiri ile uyum içerisinde olması ekiplerin başarısını oluşturmaktadır. İş tatmini ve performansı artırmada yöneticilerin çalışma ortamında çalışanların birbirleri ile olan sosyal ilişkilerini güçlendirmeye, psikososyal ihtiyaçlarını karşılamaya gayret etmesi faydalı olacaktır [49].

2.2.3.6. Tele-Çalışma: Üretimin yapıldığı çalışma alanından uzakta alternatif bir işyerinde (ev) çalışabilen, bir işveren ile mevcut istihdam durumlarını koruyan çalışanlar tele çalışanlardır. Yöneticilerin kontrolü dışında, merkezi ofis ortamında çalışma alanı ve çalışma alışkanlıkları olmadığı için tele-çalışanın gözlenmesi sıkıntı vericidir. İşle ilgili kas-iskelet sistemi bozukluklarının gelişmesine ev ofisinde ergonomik kuralların ekipman mobilya ve hizmetlerin kullanımında uygulanmaması sebep olabilir [50].

2.2.3.7. Kalite Yönetimi: Ergonominin kaliteye ana katkısını çalışanların yüksek performansı, hatasız ve kaliteli üretimin ortaya çıkmasını sağlayan iyi bir çalışma ortamı oluşturur. Ergonomi sorunlarını; ergonomi açısından zorlu görevler, olumsuz çevre koşulları (örn. titreşim, yetersiz aydınlatma), fiziksel rahatsızlık, uygunsuz duruşlar oluşturarak imalatta hatalı üretimin yapılmasına ve kalitenin düşmesine sebebiyet verir [51].

2.2.3.8. Sanal Organizasyonlar: Sanal organizasyonlar iletişim alt yapısını iyi yaparak, sanal işletmede donanım ve yazılımsal olarak iletişim ve teknoloji yeniliklerini

takip ederek güncelliklerini devam ettirmelidir. İnsan ögesini teknoloji içinde geri plana atmadan, önemini daha da artırarak değerlendirmelidir [52].

2.2.3.9. İş Rotasyonu: Çalışanın ergonomik olarak maruz kalma riski; maruziyetin sıklığı, süresi ve riskin büyüklüğüne bağlıdır. İş rotasyonu frekans faktörleri ve maruz kalma süresi üzerinde etkili olabilir. MSD'lerle ilişkili tekrarlayan hareketler, yetersiz duruşlar, yük elleçleme veya titreşimler gibi risk faktörlerine karşı iş rotasyonu önleyici bir strateji olarak düşünülebilir [53].

2.2.3.10. Monoton Çalışma: Aynı kasa devamlı olarak yüklenilmesi sonucunda diğer risk faktörlerinin meydana gelmesi monoton çalışmadan kaynaklanmaktadır [38].

2.2.3.11. Yetersiz İş Molaları: Çalışma saatleri mola verilmeden uzun süre devam etmesi halinde stres seviyesini yükselterek kısa vadede kazalara sebebiyet verirken uzun vadede insanların sağlığını olumsuz etkilemektedir [31].

2.2.4. Çevresel Faktörler

Çalışanların verimliliğini, çalışma ortamından kaynaklı çevresel faktörlere yönelik iyileştirici önemlerin alınması artıracaktır [16]. Aşağıda çevresel koşullar açıklanmıştır.

2.2.4.1. Gürültü: Ergonomi biliminin özellikle önemsedığı gürültü ve titreşim faktörleri iş yaşamında olumsuz etkenlerdir. Gürültü çalışanların algılamasını olumsuz yönde etkileyen, dikkatini dağıtan önemli etmenlerden biridir. Gürültüye maruz kalma süresi uzun olan kişilerde performans düşüklüğü, fizyolojik ve psikolojik sorunlar, işitme kayıpları gibi problemlerin ortaya çıktığı bilinmektedir [54].

2.2.4.2. Sıcaklık, Nem ve Hava Akımı (Termal Konfor): Çalışanların bedensel ve zihinsel faaliyetlerini devam ettirirken hava akımı, sıcaklık, termal radyasyon (çevredeki cisimlerden yayılan ısı enerjisi), nem vb. iklim koşulları bakımından rahatlık içinde olmaları haline termal konfor denir. Çalışma ortamlarında bulunan termal konfor şartlarının standartların altında veya üstünde olması halinde işletmelerdeki çalışanlarda; uyku hali, duyu organlarının işlevlerinin düşmesi, işe karşı yoğunluğun azalması, yorgunluk, halsizlik, bitkinlik, moralsizlik, endişeli olma, dikkat azalması gibi durumlar da beraberinde gelir. Uygun ısı ve nemlilik şartları oluşturulmadan işçilerin çalıştırılmaya zorlanması veya çalıştırılması durumunda ise iş kazaları meydana gelebilir [55].

2.2.4.3. Aydınlatma: İnsanın etkin çalışabilmesinin ve rahat yaşamasının koşullarından biride uygun aydınlatmadır. İş verimi ve etkinliği çalışanın işin ayrıntılarını uygun biçimde görececek yeterlilikte aydınlık olmadığı takdirde düşerek kaza riskinin artmasına neden olur [56]. Gözlerde yorgunluk uzun süreli görsel çalışma sırasında oluşur. Ortamdaki ışığın azlığı ya da çokluğu, kontrastı, parlaklığı bunda etkili olacaktır. Sulanma, çift görme, kızarma, görme keskinliğinde azalma, baş ağrısı, batma göz yorgunluğunun en önemli belirtileri olarak sıralanabilir [56].

2.2.4.4. Titreşim: Soğuğa maruz kalmakla beraber titreşimli ekipman ve aletlerle çalışmak eklem, kemik, kan damarları, ekstremit kaslarının sinirlerinin hasara uğramasına sebep olabilir. Çalışanın gövdesi bu tarz çalışmayla bir veya daha çok yönde hareket edebilir ve titreşebilir. Titreşimlerin olumsuz etkisi esas olarak insan bedeninin veya uzuvlarının rezonansına yansır. Etki sinirlerin, vasküler sistemin, kemiklerin, kıkırdığın, tendonların işlevlerinde, kas-iskelet sisteminde değişikliklere sebebiyet verebilir. Çalışanların zihinsel ve fiziksel yorgunluğunu titreşimlerin etkisi artırabilir [38].

2.2.4.5. Kimyasallar: Çalışma alanına karışabilen kimyasal etkenler çevrenin yaşama uygun sağlıklı ve normal kimyasal bileşiminin çok veya az değişmesine sebep olan etkenlerdir. Endüstrinin birçok alanında günümüz insanı sokakta, laboratuvarlarda, atölyelerde, hatta evlerde çeşitli inorganik ve organik bileşiklerle (plastikler, organik çözücüler (solventler), gıda maddeleri katkıları, ilaçlar, insektisitler, endüstri ve kentleşmeden kaynaklanan gaz, buhar ve tozlar, duman gibi) sürekli bağlantı halindedir. Çalışma alanlarının havasının kirlenmesine genellikle gaz, duman, sis, toz, buhar veya tütsü gibi farklı maddeler neden olurlar. Bazen bu maddelerin konsantrasyonları yüksek olunca rahatsızlık verici olurlar, insan sağlığına zarar vermezler. Bazen de önemli hastalıklara veya ölümlere neden olabilecek kadar zarar verebilirler [57].

2.2.4.6. Duyusal Risk: Duyusal risk göz yorgunluğuna, el veya kol titreşimlerine sebebiyet verir. Üretim hatlarında farklı araç tipleri kullanılmaktadır. Örneğin; elektrikli matkaplar, kesme testereleri, hava tabancaları ve pnömatik zımba tabancaları gibi bu aletleri sık kullanan çalışan önemli derecede titreşime maruz kalır. Titreşime maruz kalmak ciddi bir sağlık tehlikesini oluşturur [41].

2.2.4.7. Renk: Ergonomik faktörler arasında yer alan rengin motivasyon, verimlilik, uyarı, dikkat, yaratıcılık, iletişimdeki rolü nedeniyle hijyen ve konfor duygusunun oluşturulması, kazaların önlenmesi, sosyal iletişim ortamlarının oluşturulması, kazaların önlenmesine katkı sağlamaktadır [58].

2.2.4.8. Radyasyon: Çoğunlukla görünmez bir çevresel faktör olan radyasyon, potansiyel olarak ciddi sağlık sorunlarına sebep olma özelliğine sahiptir. Radyoaktif maddeler, yiyecek, ekipman, lambalar, elektrik yüklü malzemeler, radyolar, havadaki parçacıklar ve güneş ışığı radyasyon kaynakları arasında sayılabilir. İnsan ile radyasyon kaynağı arasında bir kalkan yerleştirilerek radyasyona maruz kalma sınırlandırılabilir. Radyasyon genel olarak iyonlaştırıcı olmayan ve iyonlaştırıcı radyasyon olmak üzere iki bölüme ayrılır [59].

2.2.4.9. Tozlar: Gelişen teknoloji ile beraber üretilen, kullanılan ve depolanan birçok maddenin neden olduğu toksit maddeler ve tozlar günümüzün en önemli meselelerinden biri halini almıştır. İşgücünü büyük ölçüde azaltıp çalışanların organizmalarında meydana getirdiği tahribat nedeniyle tozlar ve toksit maddeler oldukça önemlidir [60].

2.2.5. Kişisel (Bireysel) Faktörler

Ergonomi açısından risk seviyesini iş yeri faktörleri, çalışanların bireylerarası farklılığı arttırmaktadır. Bireylerarası farklılık nedeniyle uzun süreli aşırı tek taraflı maruziyete bağlı hasara yatkınlığı bazı çalışanlar gösterebilir [38]. Aşağıda kişisel ergonomik faktörlerinin açıklaması yapılmıştır.

2.2.5.1. Beden Kitle İndeksi: İnsanların beslenme ve sağlık durumlarının belirlemede kullanılan bir ölçüt olan beden kitle indeksi; boy uzunluğu ve ağırlığın kullanılması ile hesap edilmektedir. Bireyler obeziteye bağlı olarak meydana gelen tansiyon, kardiyovasküler ve diyabet gibi hastalıklara karşı risk altında bulunmaktadır [61].

2.2.5.2. Yaş: Yaşlılıkla beraber meydana gelen kronik hastalıklar, fizyolojik değişiklikler ve bu şikâyetlerin önüne geçmek için kullanılan çeşitli ilaçlar kazalara alt yapı hazırlayarak yaşlıda düşme meydana gelmesine sebebiyet verebilmektedir. Yaşlılarda rastlanan en çok yaralanma sebebi düşmedir. Yaşla beraber oluşan fizyolojik yetersizlikleri önlemek için (gözlük, işitme aygıtı, baston vb.) yardımcı araçların temin edilmesi yaşlı

güvenliğinde koruyucu uygulamalarından en önemlileri arasında yer almaktadır [62]. Daha fazla ışığa olan ihtiyaç gözlük kullanmayla beraber kırk yaş üstü insanlarda artış gösterebilir. Göz merceklerinde sertlik oluşması nedeniyle odak sorunu ortaya çıkabilir [63].

2.2.5.3. Sigara İçme: Sigara içmeyen kişilere göre sigara içenler fiziksel eğitim eğitiminden daha az yararlanırlar, daha yavaş koşup daha hızlı yorulurlar, kasların esnekliği daha az ve güçsüzdür, nefes darlığı ve uyku düzensizliği yaşarlar. Eklemler ve kemiklerde sigara içen insanlarda olumsuz olarak etkilenir. Kalça kırıkları, kemik erimesi (osteoporoz), bel ağrısı, romatizmal hastalıklar, egzersizle ilgili yaralanmaların (burkulma, tendinit, kırıklar) meydana gelme olasılığı artar. Kalp hastalığına yakalanma riski sigara içen insanlarda artmıştır. Sigara içmeyen insanlara göre kalp hastalığı riski içenlerde iki ile beş kat daha fazladır. Damar yapısı sigara içen kişilerde bozularak zamanla damar sertliğinin (ateroskleroz) meydana gelmesine sebep olur. Damar içindeki kanın akışkanlığı sigara içilmesi sonucunda azalır, bu durum damar sertleşmesinin kolaylaşmasını sağlar. Sigara dumanında var olan karbon monoksit gazının kana karışması sonucunda damar sertliğinin oluşması arasında kuvvetli bir bağ vardır [64].

2.2.5.4. Cinsiyet: Ergonomik müdahalelerde işçiler için cinsiyet göz ardı edilmemeli [65]. Mesleki maruziyetler MSD'lere yönelik olarak cinsiyete göre değişmektedir [66]. Özellikle çalışan kadınlar İSG açısından korunmasız risk grupları olarak kabul edilmektedir. Bu yüzden kadınlara yönelik özel haklar ve ek önlemler alınarak mesleki riske karşı korunmaları sağlanmaya çalışılmıştır [3]. İşle ilgili MSD'ler risk seviyesi yüksek iş yerlerine odaklanan strateji ile etkili ve verimli bir şekilde azaltılabilir. Bu sebeple işçilerin farklı iş sektörlerindeki cinsiyet dağılımını, farklı iş sektörlerindeki işle ilgili MSD'lerin cinsiyete özgü durumu, ergonomik risk faktörlerinin cinsiyetlere göre yaygınlığının tanımlanması gerekir [65].

2.2.5.5. Solaklık: Genetik ve genetik olmayan etmenler ellerin kullanım tercihinde etkili olmaktadır. Genetik olmayan etmenler; yaş, mevsim, gebelik süreci, kültürel ve etnik olmayan farklılıklar, doğuma ilişkin özellikleri içermektedir. Çeşitli ekipman türleri ve tasarlanan aletler sağ elini kullanan kişiler için olduğundan sol elini kullananlar daha duyarlı olabilir [63].

2.2.5.6. B6 Vitamini Eksikliği: Bazı endüstri işlerinde çalışanlar günde birkaç bin kez aynı işi tekrarlayarak yapmak zorundadır. Etlerin kemiklerden ayrılmasının yapıldığı et paketleme endüstrisinde çalışanlar, çalışma duruşlarında bir değişiklik yapmadan montaj hattında çalışanlar bu grupta yer alır. Tekrarlı hareketler ellere ve bileklere uyguladığı fiziksel baskı nedeniyle karpal tünel sendromu oluşumuna sebep olur. Hazır giyim endüstri işleri de benzer şekilde ayarlanamayan metal taburelerde oturan çalışanların çok sayıda malzemeyi makinelerden geçirmelerini gerektirir. Çalışanlar görevlerini yaparken bacak, bilek ve sırt yaralanmaları ile karşı karşıya kalabilir [67]. Karpal Tünel Sendromu (KTS) hastalığının tedavisinde B6 vitamini kullanılabilir [68].

2.2.5.7. Diyabet: İnsan vücudunda sağlık sorunlarına yol açan hareketsiz çalışma nedeniyle ortaya çıkan riskler vardır. Tip II diyabet riskini, hareketsizlik artırır [16].

2.2.5.8. Gebelik: Genellikle hamilelikteki risklerde kimyasal maruziyet önemli bir yer tutarken, ergonomik risklerde endişe verici olarak görülür. Örneğin; kaldırma, erişim mesafesi ve denge görevlerini hamilelik etkileyebilir, ayrıca tekrar eden hareketlerin ağırlaşmasını sağlayabilir. Ağır kaldırma, uygunsuz duruşlar, tekrarlayan kuvvet, sınırlı dinlenme süreleri ergonomik tehlikelerdir. Yapılan araştırmaların bazılarında erken doğum, spontane düşük, düşük doğum ağırlığı vb. sorunlu gebelik durumları ile ergonomik riskler arasında bir ilişki olduğunu düşünmektedir. Gebeliğin yaygın yan etkileri arasında KTS ve sırt ağrısı yer alır. İlerleyen gebelik aylarında her ikisinin görülme sıklığında da artış meydana gelebilir. Hamileliğe bağlı olarak vücudun şekli ve buna bağlı olarak çalışma sahası ile uyumu değişir. Hamilelikle birlikte büyüyen karınla beraber sırt ağrısına, çeviklik, ilerleyici postüral problemlere, el becerisi, denge ve koordinasyon bozukluğuna sebep olur. Bağları etkileyen hormonal değişiklikler yaralanma riskini artırır. Hamileler için rahat ve güvenli bir iş ortamı sağlamak için işverenlerin hamilelik döneminde var olan değişikliklerin farkında olmaları gerekir [69].

2.2.5.9. Yorgunluk: Ergonomi çalışma kapasitesini, görev taleplerini dengeleyen geniş bir bilim alanıdır. Çalışandan iyi bir iş performansı sergilemesi isteniyorsa bu iki faktörün dengelemesi yapılmalıdır. İş kapasitesi ve görev talepleri arasındaki zayıf denge çalışanı veya iş sistemini negatif yönde etkileyecektir. Yorgunluk bu durumdan dolayı meydana gelen olumsuz etkenlerden biridir. İşçileri yorgunluk yalnızca zihinsel ve fiziksel olarak değil üretkenliklerini de azaltarak olumsuz yönde etki eder. Şirkete ekonomik olarak

düşük işçi verimliliği zarar verecektir. Bu durum işçilerin refahını da olumsuz yönde etkileyecektir [70].

2.2.6. Psikososyal Faktörler

Çalışanların; iş ve yaşam dengesini, sağlığını ve güvenliğini, gelir seviyesini negatif olarak etkileyen psikososyal riskle karşı karşıya kalan insanın dikkatinin azalmasına neden olan, işe yoğunlaşmasını engelleyerek meslek hastalıklarına ve iş kazalarına sebebiyet vererek işveren ve işçinin maddi kayıplara uğramasına yol açan risklerdir [71].

Psikososyal ergonomi faktörlerinin aşağıda açıklamaları yapılmıştır.

2.2.6.1. Yüksek Mesleki Beklenti: Yüksek mesleki beklenti içerisinde olan kişilerin orta ve düşük seviyede beklentisi olan bireylere göre uyku kalitesinde düşüklük, yüksek perspektif biliş, kontrollü laboratuvar koşullarında ve günlük yaşamda kortizol ve kan basıncı gibi fizyolojik etkilere sahip olduğu, kalp atışında artış meydana geldiği görülmektedir [72].

2.2.6.2. İş Stresi: Bireylerin iş çevresinden kaynaklı gergin durumlar karşısında verdiği cevaptır. İş stresi ile birçok iş çevresi faktörü yakından ilişki içerisindedir. Stresin artışında görev çatışmaları, iş tehlike derecesi, ağır iş yükü ve görev belirsizlikleri etkili olmaktadır. Gereğinden fazla iş yükü, işten kaynaklanan kötü iş şartları, iş azlığı, vakit baskısı, fiziksel tehlike ve vardiyalı çalışma iş çevresindeki stresi artırıcı faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. İş yerindeki güvensiz durumlar, yönetici ile olan ilişkiler, işte yükselme olanaklarındaki kısıtlamalar karşılaşılan diğer stres kaynaklarıdır [46].

2.2.6.3. İş Memnuniyetsizliği: Kariyer gelişimi, ücret, iletişim, arkadaşlık ilişkileri, yöneticiden ve yönetimden memnun olmak vb. iş memnuniyetini etkileyen faktörlerdir. İşten tatmin olma ya da olmama hem hizmet işletmelerinde hem de üretim işletmelerinde önemli bir faktördür. Çalışanlar işinden memnuniyet duyduğunda bunu yaptığı işine de yansıtacaktır. Bireylerin işinden memnun olması verimliliği etkileyecektir bu durumda işletmenin genel performansına da yansyarak işletme verimliliğini artıracaktır [49]. Birçok işçi sırt, boyun, bilekten uygun olamayan çalışma koşullarında çalıştıkları için şikâyet etmektedir [39].

2.2.6.4. Sosyal Destek: Başarılı ekiplerde üyelerin birbiri ile olan olumlu ilişkileri önemli bir faktördür. Performans ve iş memnuniyetini artırmak için yönetimin çalışanların

psikososyal ihtiyaçlarını karşılamalarına destek olması, iş yerindeki sosyal ilişkilerini daha da glendirmek için çalışmalar yapması faydalı olacaktır [49].

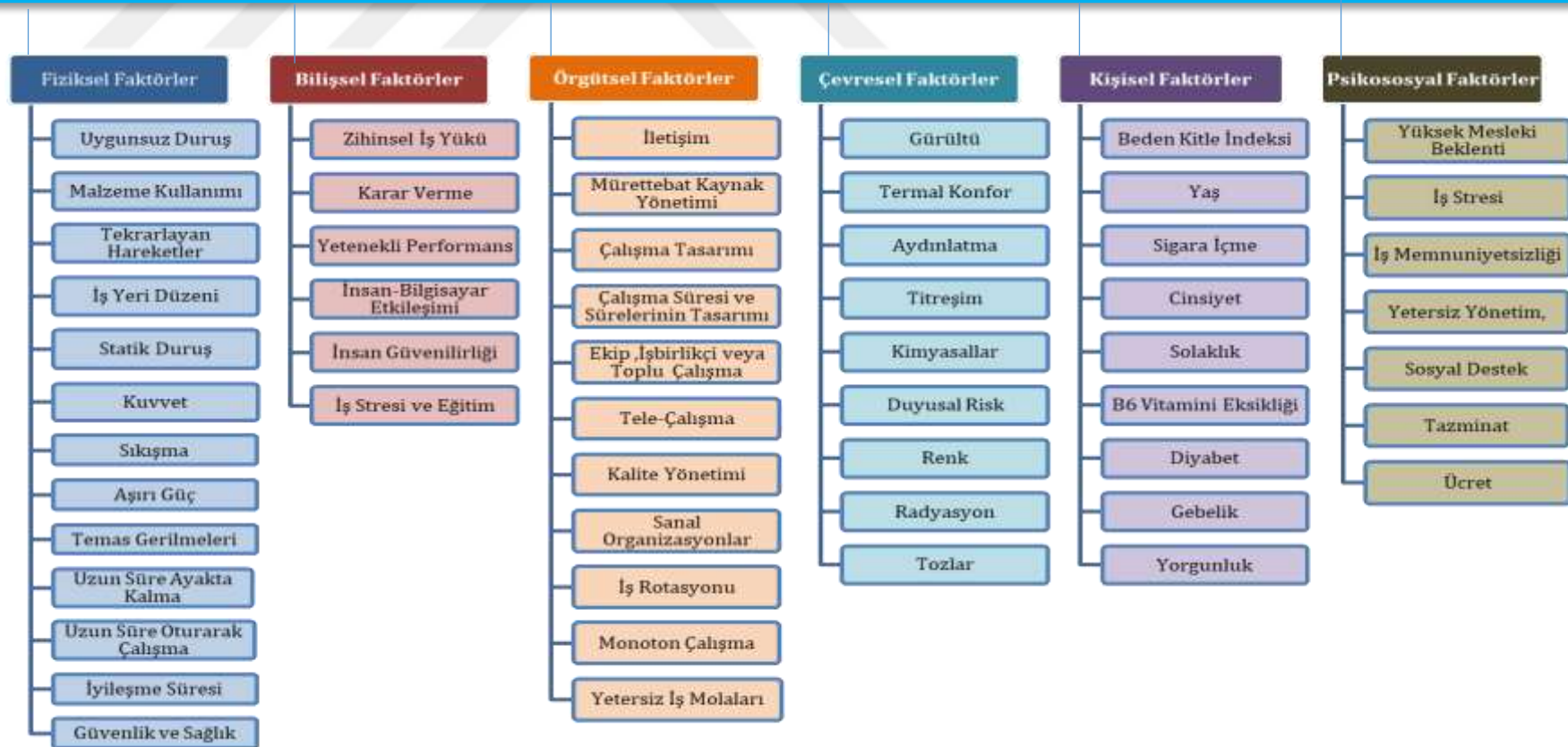
2.2.6.5. Yetersiz Yönetim: İşverenlerin yükümlülükleri arasında işin riskleri hakkında çalışanları bilgilendirmek, koruyucu ekipman varsa başka koruyucu önlemleri vermekle yükümlüdür [3]. Yönetimin insan kaynaklarını yönetmedeki başarısı ergonomi bilimini uygulamadaki seviyesinin göstergesidir [73].

2.2.6.6. Tazminat Talebi: İşverenler her zaman çalışanlarının sağlıklı davranışlar sergilemesi için sürekli arayış içerisinde bulunurlar. Proaktif ergonomi programlarının odak noktasında işyeri risk faktörleri olan kas-iskelet sistemi sorunlarına potansiyel olarak neden olan veya artıran, çalışanlarda zorlanmaya veya strese sebep olan faktörler yer alır. Bir makro ergonomik yaklaşım kullanmak, ergonomi sürecini yönetmek ve geliştirmek için proaktif olarak işle ilgili olan veya olmayan kas iskelet hastalıklarını ve yaralanmalarının önüne geçebilmenin, yönetmenin ve azaltmanın en etkili yollarından biridir. Proaktif nlem dolaylı ve doğrudan olan maliyetleri düşürecektir [74].

2.2.6.7. cret: Çalışanın tatmin duygusu aldığı ücret ile yaptığı işi orantılı bulduğu zaman artmaktadır. Çalışanlar kendi yaptıkları işlerle benzer veya aynı işleri yapan insanların aldıkları creti karşılaştırır. Karşılaştırmanın olumlu olması çalışanın iş tatminini iyi yönde etkileyecektir. Ücretin iş başarısını artırması ve kişiye tatmin etmesi için piyasa ücret sistemine, performansına ve beklentisine dayalı olarak hakkaniyet ölçülerinde tespit edilmesi uygun olur [49].

Toplu olarak Ergonomik Risk Faktörlerinin Sınıflandırılması şekil 2.1’de gösterilmiştir.

Ergonomik Risk Faktörlerinin Sınıflandırılması



Şekil 2.1. Ergonomik Risk Faktörlerinin Sınıflandırılması [75].

2.3. Tekstil Sektöründe Ergonomik Riskler

Türkiye’de ihracata yönelik kalkınma planının 1980 yılında uygulamaya konulmasıyla tekstil ve hazır giyim sektörü hızla büyümeye başlamıştır. Sektöre yapılan yatırımlar bu tarihten itibaren hızla artmıştır. Makro-ekonomik büyüklükler olan gayri safi yurt içi hâsıla, ekonomiye sağladığı net döviz girdisi, imalat sanayi ve sanayi üretimindeki pay, istihdam, yatırım, ihracat vb. açısından hazır giyim ve tekstil sektörü bir arada değerlendirildiğinde Türkiye’nin önem arz eden sektörlerinden biri olduğu görülür. İhracat talebi yurt içi talepten oldukça fazladır. 2019 yılı itibariyle Türk hazır giyim sektörü ihracat yapımında %3,2 pay ile dünyanın 7’inci AB ülkelerine ihracatında ise 3’üncü sıradadır. İstihdam ve üretimdeki yüksek payı ile ekonomimizin en önemli sektörlerinde biri konumundadır. Yaklaşık 1.100.000 çalışan ile üretim faaliyetlerinde bulunan sektörde 58.000 civarında firma bulunmakta olup, KOBİ’lerle faaliyetlerini yapmaktadır [1].

Sanayide istihdam edilen kadınların büyük yoğunluğunu Türkiye’nin en gelişmiş sektörlerinden biri olan tekstildeki çalışan kadınlar oluşturmaktadır [2]. KOBİ’lerin hâkim olduğu tekstil endüstrisi, çok emek yoğun bir endüstri olarak kabul edilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerdeki İSG programları esas olarak büyük ölçekli endüstrilere odaklanırken, bu ülkelerdeki KOBİ’ler iş sağlığı araştırmalarında büyük ve çok fazla ihmal edilen bir sektördür [76].

6331 sayılı İSG Kanununa [77] göre risk "tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini" tehlike, "işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli" olarak tehlike sınıfı ise “İSG açısından, yapılan işin özelliği, işin her safhasında kullanılan veya ortaya çıkan maddeler, iş ekipmanı, üretim yöntem ve şekilleri, çalışma ortam ve şartları ile ilgili diğer hususlar dikkate alınarak işyeri için belirlenen tehlike grubu" olarak tanımlanmıştır. Tehlikeler tanımlanırken çalışanlara, iş yerlerine ve çalışma ortamına ait bilgiler toplanır. Çalışma ortamında "fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikososyal, ergonomik ve benzeri tehlike kaynaklarının neden olduğu tehlikeler" bulunmaktadır [78]. Tekstil sektöründe tehlike sınıfı bakımından az tehlikeli, tehlikeli ve çok tehlikeli olarak yapılan işler mevcuttur. Örnek olarak; deri ve ilgili ürünlerin imalatı çok tehlikeli sınıfta yer almasına karşın tekstil elyafının hazırlanması, bükülmesi tehlikeli sınıfta yer alır. Dış ve iç giyim eşyası üretilmesi az tehlikeli sınıfta yer almaktadır [79].

Erkekler ve kadınlar genellikle farklı mesleklerde çalışırlar ve birçok çalışan kadın için maruziyet, erkekler arasında yapılan ölçümlere göre sınıflandırılmayabilir. Aynı mesleğe sahip olmalarına rağmen kadınlar ve erkekler arasında iş görevleri, çalışma biçimleri ve iş ortamları birbirinden önemli ölçüde farklılık gösterebilir. Bu farklılıklar önemli ölçüde cinsiyetler arasında farklı maruz kalma modellerine dönüşebilir ve kadın işçiler için erkeklere özel maruziyet ölçüm sonuçları uygulandığında potansiyel olarak önemli ölçüde maruz kalma yanlış sınıflandırmaya neden olabilir [80].

Kadın çalışanların fiziksel özellikleri farklıdır. 20 yaşındaki erkeğe göre aynı yaştaki bir kadının kaldırma gücü erkeğin %65'idir. Aynı yaştaki erkeğe göre itme çekme gücü ise erkeğin %75'idir. Kadın 55 yaşında olduğunda ise bu oran %55'e gerilemektedir. Kadınların erkeklere göre hemoglobin düzeyleri %20 kadar düşüktür. Kadınların erkeklere göre solunum kapasiteleri %11 kadar düşüktür. Kadın kas kütlesi erkeğe oranla daha azdır. Erkek omurgasından kadının omurgasının uzun olması özellikle gebelikte birlikte vücut ağırlık dağılımının değişmesi nedeniyle disk hernisi riski kadınlarda artmaktadır. Yağ dokusu erkeklere oranla kadınlarda daha fazladır. Kadınlar bu yüzden yağda çözünen maddelere (karsinogen, pestisid, solvent) erkeklere göre maruz kalması daha fazladır. Erkeklerin vücudundaki su miktarı kadınlarınkinden daha fazladır. Bundan dolayı kadınların sıcağa dayanıklılığı erkeklere göre daha azdır [81].

Kadınların fizyolojik özellikleri ve üreme gereksinimleri onları özellikle işle ilgili hastalıklara karşı savunmasız hale getiriyor. Kadın çalışanların fiziksel performansı; kas gücü, kardiyovasküler fonksiyon ve aerobik çalışma kapasitesi gibi faktörlerdeki farklılıkları nedeniyle erkeklerden ortalama olarak daha düşüktür. Bu nedenlerden dolayı, kaldırma ve taşıma gibi ağır fiziksel emek, zayıf çalışma duruşları ve hızlı çalışma temposu, kadınları kas-iskelet sistemi sorunlarına erkeklerden daha savunmasız hale getirir. Kadınların yağ oranlarının daha yüksek olması nedeniyle, deri yoluyla, solunum ve yutma yoluyla emilen böcek ilacı ve gübre gibi kimyasallardan etkilenme olasılığı daha yüksektir. Ayrıca, uzun saatler çalışmaktan kaynaklanan aşırı efor ve yorgunluk uterusun sarkmasına katkıda bulunabilir ve spontan düşüklere neden olabilir [82].

Türk dış ticaretinde hazır giyim sektörünün meydana getirdiği ivme ekonomiye sağlamış olduğu katkı Türkiye'nin önde gelen sektörü olarak anılmasını sağlamıştır [83]. Birçok tehlikeyi içinde bulunduran Tekstil fabrikalarında en önemli tehlike olarak

ergonomik risk faktörleri karşımıza çıkmaktadır [84]. Ergonomi çok disiplinli bir bilim dalı olarak tıbbi bilimler, teknik bilimler ve psikososyal bilimlerden disiplinler arası çalışma mantığına sahip olduğundan ergonomik problemlerin çözümünde bu bilimlerden faydalanır [85]. Gelişen teknoloji ile beraber imalat sektöründe hızlı bir değişim yaşanmıştır. Bununla birlikte emek yoğun üretimin olduğu giyim sektörü gibi sektörlerde insana bağlı olarak üretim faaliyetleri sürdüğü için çalışanların çalışma esnasındaki duruşlarının beden sağlığı açısından önemi de bir o kadar artmaktadır [86].

Dünya çapında tekstil sektöründe meydana gelen yoğun rekabet, olumsuz şartların çalışma ortamındaki varlığı, meslek hastalıkları, iş kazaları ve işle ilgili hastalıkların meydana gelmesine sebebiyet vermektedir. Her sektörde olduğu gibi tekstil sektöründe de İSG tehlike ve riskleri bulunmaktadır. El emeğinin yoğun olduğu işler, tekrarlayan hareketler, elle taşıma, büyük ve ağır nesneleri kaldırma işleri, uygunsuz duruş, uzun süre aynı pozisyonda çalışmak görülen en sık ergonomik risk etmenleri olup; damar hastalıklarına, aşırı yorgunluğa, kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına başta bel ağrısı olmak üzere neden olmaktadır [87].

Tekstil ve hazır giyim sektöründe hizmet vermekte olan kadınların büyük bir kısmı dikiş makinesi operatörü olarak çalışmaktadır. Bu görevi yerine getirirken kadınlar sürekli olarak sabit bir pozisyonda oturarak devamlı bir şekilde yaptığı işe bakmayı gerektirir. Bu durum kadınların iş yerinde sağlığını etkileyen statik bir yüke sebep olmaktadır [88]. Dikiş dikme işi gövde ve başın eğimli olarak öne doğru duruşu, statik oturma pozisyonu ve oldukça rahatsızlık veren diz açıları ve ayak bileği ile tarif edilebilir [89]. Fiziksel risk faktörleri olarak dikiş makinesi operatörleri tekrarlayan el ve kol hareketleri boyun ve sırtın uygunsuz duruşlarının kombinasyonuna maruz kalabilir. Yeterli molalar vermeksizin uzun çalışma saatleri, zayıf ergonomik iş istasyonları karşılaşılan başka risklerdir [90]. Sürekli oturma, ayarlanamayan oturma malzemelerinden ve öne eğilerek çalışma problemlerinden kaynaklı bireylerin boyun, bel, sırt ve omuz ağrıları sorunlarına rastlanmaktadır. Çalışma ortamından kaynaklı sorunlar (gürültü, sıcaklık, toz vb. faktörler), göz ile çalışılan nesne arasındaki mesafenin uygun olmaması diğer yaşanan problemlerdir [91]. Fazla çalışma saatleri, eğitimsizlik, kötü çalışma koşulları, yoksulluk, kötü beslenme gibi çeşitli sosyoekonomik faktörler de kadın sağlığını olumsuz etkileyen sosyoekonomik faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır [88]. Manuel malzeme taşıma, mekanik cihazlar

kullanılmadan malzemelerin manuel olarak taşınmasıdır. Manuel malzeme taşıma; kaldırma, taşıma, indirme, çekme, itme gibi faaliyetleri içerir. Kas-iskelet sistemi bozuklukları vakalarının yüzdelik olarak büyük bir bölümünü manuel malzeme taşıma nedeni oluşturmaktadır [92].

Kas-iskelet rahatsızlığı ve ağrısının (özellikle omuzlar, bel ve ellerde / bileklerde, boyun, üst sırt) yüksek oranda dikiş makinesi operatörleri arasında görülmesi ergonomik müdahalelere duyulan ihtiyacı bu çalışma grubunun çalışma koşullarının iyileştirilmesi için gerekli olduğunu ortaya koymaktadır [89]. Ayrıca vardiyada geçen uzun çalışma saatleri, kesintisiz uzun süre oturularak yapılan çalışmalar, iş organizasyonu faktörlerine ek olarak iş nedeniyle baskı hissetme, operatör olarak çalışılan yıl sayısı gibi başka değişkenlerde etkili olmaktadır [93]. Aydınlatma üretim bölümlerinden olan dikimhane için ayrı bir önem arz etmektedir. Dikiş makinesi operatörünün yetersiz aydınlatma ile karşı karşıya kalması durumunda kumaşı daha iyi görebilmek adına daha fazla eğilerek uzanma problemi ortaya çıkmış olacaktır. Bu durum özellikle çalışanların boyun, omuz ve sırtlarında ağrılara sebep olabilmektedir [84].

Ayakta çalışan dikiş makinesi operatörlerinde ise kas-iskelet sistemi semptomlarının görülme sıklığının çok yüksek olduğu, yüksek oranda etkilenen vücut kısımlarının sırasıyla diz, ayak, uyluk, bel, alt bacak ve boynu içerdiği bulunmuştur [94].

İşyerlerindeki risk faktörü çok sayıda olup çalışanın sağlık ve güvenliğini etkilemektedir. Farklı tehlikelerle tekstil endüstrisi çalışanları da karşı karşıya kalmaktadır. İşçi sağlığını hazır giyim fabrikalarında iyileştirmenin bir yolu da kas-iskelet sisteminin işle ilgili risk faktörlerini ele almaktan geçmektedir. İş sağlığı tehlikeleri ve kas-iskelet problemlerini düşürmek için çalışma ortamı ve iş yerinin daha fazla araştırılarak sorunlarının tespit edilmesi gerekmektedir [23]. MSD kaynaklı hastalıklar bütün dünyada yaygın bir sağlık problemi ve önemli bir özürlülük nedenidir. MSD kaynaklı ekonomik kayıplar toplumu, örgütü ve bireyi etkilemektedir. MSD'lerin riskini tekrarlayan el hareketleri, ağır kaldırma, titreşimler, psikososyal çalışma ortamı ve statik çalışma artırmaktadır [95].

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmanın bu bölümünde uygulamada kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir.

3.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Günümüzün zor ve karmaşık problemleri vardır. Bu problemlere hızlı ve kolay çözüm bulmak arayışının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Karşılaştığımız karar problemleri; bir amacın ve birden fazla faktörün bir arada değerlendirilmesi zorunluluğu, genel olarak amaçların birbirleri ile çatışmaları, birden fazla aktörün karar süreçlerine katılması, karar durumlarının belirsizlik içermesi, karar sonuçlarının hayati önem taşıması ve birçok kişiyi ilgilendirmesi gibi nedenlerden dolayı karmaşık bir yapıdadır [96].

ÇKKV, belirlenmiş kurallara göre olası en iyi sonuca ulaşma sürecidir. Gerçek hayatta karşılaşılan problemler genellikle birbiriyle çelişen, aynı ölçekle ifade edilemeyen kriterleri kapsamaktadır. Bu yüzden seçim kriterlerinin tamamına cevap veren bir çözüm bulmak zordur. Bu tür problemlere genellikle, oluşturulmuş kurallar ışığında uzlaştırıcı bir çözüm aranır [97].

İnsanlar birçok kere gerek iş hayatlarında gerekse özel hayatlarında karar verme durumlarıyla karşı karşıya kalabilir. Yaşantımızın her döneminde karşılaştığımız karar problemleri birçok faktörün etkilediği çok karmaşık problemler olabileceği gibi çok basit problemlerde olabilir. Kararların etkileri önemli olmayabilir ya da çok önemli olabilir. Kararlar karşılaşılan sorunları çözmek ve fırsatlardan yararlanmak için kullanılan temel araçtır. ÇKKV yöntemleri bütün boyutları ile karar verme problemlerini inceleyerek, karar vericinin tercihleri açısından problemin her yönünü en iyi uzlaşıcı çözüme ulaşmak için işleme tabi tutar. Karar verici en iyi uzlaşıcı çözüm için birçok kriterin olduğu durumda çelişen kriterleri birleştirerek ve dengeleyerek alternatifleri gruplandırabilir, sıralayabilir veya aralarından seçim yapabilir [98].

Karara varmak isteyen kişinin bir amacının olması gerekir. Bu amaca ulaşmak birden fazla alternatif belirleyerek içlerinden seçim yapabilmelidir. Karar uç noktada kriterler veya kriterlerin ağırlığı etkinlik ölçütü olarak önem kazanmaktadır. Optimum çözümün bulunması için hedefler ve kriterler ortaya konulup alternatifler belirlendikten sonra bazı yöntemlerin takip edilmesi gerekir [99].

ÇKKV başlığı altında, Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarchy Process, AHP), ANP, PROMETHEE, VIKOR (VIšekriterijumsko KOmpromisno Rangiranje - Multi-criteria Optimization and Compromise Solution), TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory), COPRAS (Complex Proportional Assessment), ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality) SAW (Simple Additive Weighting), gibi birçok yöntem geliştirilmiştir. Yöntemlerin uygulanabilirliklerine göre farklı koşullardaki avantaj ve dezavantajları literatürde tartışılan konulardandır [100].

3.1.1. ANP Yöntemi

Thomas L. Saaty ANP yöntemini ilk defa ortaya koymuştur. ANP tekniği, hiyerarşideki öğeler arasında daha karmaşık, birbirine bağımlı ilişkilerde geri bildirim sağlar. ANP, yalnızca kriterlerin alternatifler hiyerarşisi için önemini dikkate almakla kalmaz, aynı zamanda alternatiflerin kriterlerin önemi üzerindeki önemini de dikkate alır [101, 102].

ANP, karmaşık karar verme problemlerini çözmek için ideal bir yöntem olarak kabul edilir. ANP'de karar problemi bir ağ formunda yapılandırılır. Burada karar kümeleri ve öğeler ağ bağlantıları aracılığıyla birbirine bağlanır. Bağlantılar, kümeler ve öğeler arasındaki bağımlılıkları ifade eder. Aynı karar kümesindeki öğeler arasındaki bağımlılıklar iç bağımlılıklar aracılığıyla temsil edilirken, bir kümedeki öğeler ile farklı bir kümedeki öğeler arasındaki bağımlılıklar dış bağımlılıklar aracılığıyla temsil edilir. ANP metodolojisi, çeşitli nedenlerle seçim problemini formüle etmek için ideal bir seçim olarak kabul edilir. İlk olarak, ANP, doğası gereği çok kriterli olan karmaşık karar problemlerini çözmek için uygundur. Çoğu zaman, gerçek hayattaki karar sorunları oldukça karmaşıktır ve bu nedenle hem somut hem de soyut karar kriterleri arasındaki ödünleşmeleri hesaba katma ihtiyacı vardır. Bu değiş tokuşları hesaba katmak için ANP metodolojisi, karar vericilerin karşılıklı ikili karşılaştırma süreci aracılığıyla karar öğeleri arasındaki tercihlerini ifade etmelerine olanak tanır. Bu karşılaştırma Saaty'nin temel ölçeğine dayanmaktadır. Ayrıca, karar verme sürecindeki tutarlılık, Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio, CR) hesaplanarak değerlendirilir. ANP metodolojisi, ANP ağ yapısındaki kümeler ve karar öğeleri arasındaki karşılıklı bağımlılıkları hesaba katar [103, 104].

Saaty'ye [105] göre, ANP'yi destekleyen bazı temel fikirler şunlardır:

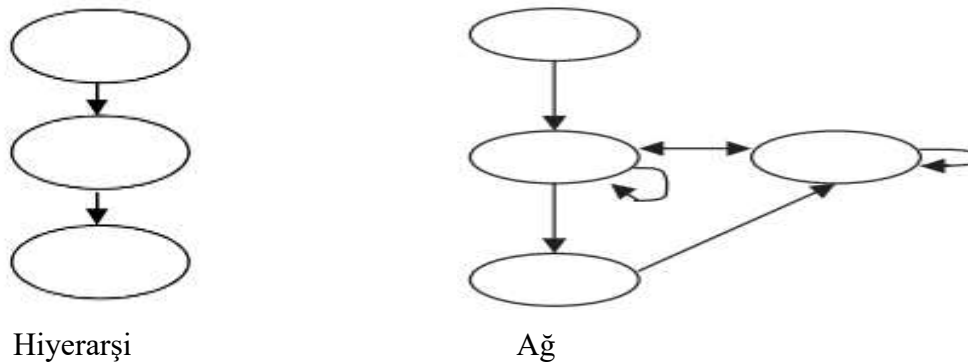
- 1) ANP, bir dizi öge (iç bağımlılık) ve farklı öge grupları (dış bağımlılık) arasındaki bağımlılıkla ilgilenir;
- 2) ANP'nin daha gevşek ağ yapısı, bir hiyerarşide olduğu gibi önce neyin önce geleceğini ve sonra neyin geleceğiyle ilgilenmeden herhangi bir karar sorununun temsilini mümkün kılar;
- 3) ANP; döngüler, kaynaklar ve havuzlarla ilgilenen doğrusal olmayan bir yapı iken hiyerarşi doğrusaldır ve en üst düzeyde bir hedef, alt düzeyde ise alternatifler vardır;
- 4) ANP, yalnızca öğelere değil, aynı zamanda gerçek dünyada sıklıkla gerekli olduğu üzere öge gruplarına veya kümelerine de öncelik verir;
- 5) ANP, farklı kriterlerle başa çıkmak için bir kontrol hiyerarşisi veya kontrol ağı fikrini kullanır ve sonunda faydaların, fırsatların, maliyetlerin ve risklerin analizine yol açar. ANP, kontrol öğelerine güvenerek, örneğin talamusta olduğu gibi, insan beyninin farklı duyu verilerini birleştirmede yaptıklarına paraleldir.

ANP, ÇKKV yöntemlerinden biri olup nicel ve nitel değerleri dikkate alarak, kriterler arasındaki etkileşimleri göz önüne alarak modeli oluşturur.

ANP ile karar problemlerinin çözümü dört ana adımın uygulanmasıyla yapılır [106].

Adım 1: Model Oluşturma ve Problemi Yapılandırma:

Problem net bir şekilde ifade edilerek ağ gibi akılcı bir sisteme ayrıştırılmalıdır. Beyin fırtınası veya uygun görülen diğer yöntemlerle ağ yapısı karar vericilerin görüşlerine göre elde edilebilir. Şekil 4.1'de ağ yapısı ve hiyerarşi arasındaki farklılık gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Hiyerarşi ve Ağ arasındaki Fark [106].

Adım 2: İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Öncelik Vektörleri:

ANP hesaplamalarında, kontrol kriterlerine göre her bileşendeki karar öğeleri arasında önemleri açısından ikili karşılaştırmalar yapılır. Hedefe katkıları açısından bileşenlerin kendileri de ikili olarak karşılaştırılır. Karar vericilerden, bir seferde iki bileşenin veya iki öğenin kendi üst düzey kriterlerine bulundukları katkı açısından karşılaştırılacağı bir dizi ikili karşılaştırmaya cevap vermeleri istenir. Göreceli önem değerleri Tablo 3.1’de verilen 1’den 9’a kadar sıralanan tercih ölçeği kullanılarak değerlendirilmektedir [107]. İkili karşılaştırmalar ANP hesaplamalarında matris çatısı altında yapılır [108]. Her bir karşılaştırma matrisinin CR değeri Tablo 3.2 [107] ile aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak hesaplanır. Matrisin tutarlılığı kontrol edilir. Şayet CR 0,10’dan küçük bir değere sahipse tutarlıdır yok değil ise ikili karşılaştırma yapmaya 0,10’dan küçük bir değer elde edilinceye kadar devam edilir [100].

$$\text{Tutarlılık İndeksi} \quad CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$$\text{Tutarlılık Oranı} \quad CR = CI/RI$$

CI: Tutarlılık İndeksi

CR: Tutarlılık Oranı

RI: Rastgele Tutarlılık İndeksi (Random Consistency Index)

$\lambda_{\max}$: Maksimum Özdeğer

n: Kriter Sayısı

Tablo 3.1. Önem Skala Değerleri ve Tanımları [107].

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenek de eşit derecede öneme sahip
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Kesin önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2, 4, 6, 8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

Tablo 3.2. Farklı n Değerleri İçin RI Değerleri [107].

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Adım 3: Süper matris oluşumu: Gerçekte parçalı bir matris olan süper matris ve buradaki her bir matris bölümü bir sistem içindeki iki faktör arasındaki ilişkiyi gösterir [109].

Ağırlıklandırılmamış Süpermatris: Süpermatrisler problemi oluşturan alternatifler, kriter ve alt kriterler arasındaki tüm etkileşimlerin hesaplamaya katıldığı üstünlük vektörlerinden oluşan bir kare matristir [110].

Ağırlıklandırılmış Süpermatris: Ağırlıklandırılmamış süpermatrisin her bir sütun toplamının 1'e eşitlendiği halidir [111].

Limit Süpermatris: Ağırlıklandırılmış süpermatrisin satırları değişmeye kadar kuvvetinin alınmasıyla oluşturulur.

Adım 4: Alternatiflerin Sıralanması ve En İyi Alternatifin Seçimi: Alternatifler içerisinde kriter ağırlıkları ve limit süper matris değerlerine göre en yüksek değerli olanın belirlenmesidir [100].

Birçok alanda ANP yöntemi kullanılabilir. Bakım sürecinde karar verme alanındaki risk değerlendirmesi [112], ürün karışım seçimi [106], taşıyon firma seçimi [113], güneş enerjisi teknoloji seçimi [114], tedarikçi seçimi [108] ve pazarlama stratejilerin seçimi [109] gibi problemlerin çözümünde kullanılmıştır.

3.1.2. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE yöntemi ÇKKV tekniklerinden biridir. Kısmi önceliklendirme imkânı sunan PROMETHEE I 1982 yılında Jean Pierre Brans tarafından geliştirilmiştir. PROMETHEE I kısmi önceliklendirme imkânı sunarken PROMETHEE II net önceliklendirme imkânı vermektedir. 1982 'de R. Nadau ve M. Landry tarafından Kanada'da bulunan Laval Üniversitesinde sunum yapılmıştır. Birkaç yıl sonra J.P.Brans ve Bertrand Mareschal tarafından aralıklı sıralama yapan PROMETHEE III ve devamlı sıralama yapan PROMETHEE IV metotları geliştirilmiştir. Brans ve Mareschal 1988'de PROMETHEE yöntemini destekleyen GAIA görsel interaktif sunumunu önermişlerdir. Yine Brans ve Mareschal tarafından PROMETHEE V ve PROMETHEE VI yöntemleri 1992 ve 1994 yıllarında geliştirilmiştir. PROMETHEE V parçalara ayrılmış kısıtları içeren birçok kriterli karar verme yöntemi iken, PROMETHEE VI insan beynini simgeleyen yöntemidir [115].

ÇKKV problemlerinin çözümünde kolay uygulanan ve etkili bir yöntem olarak geliştirilen PROMETHEE metodu sıklıkla günümüzde kullanılmaktadır. PROMETHEE yöntemi mevcut literatürdeki uygulanan önceliklendirme yöntemlerinin zorluklardan yola çıkarak geliştirilmiştir [116].

Promethee yöntemi; bir öncelik yöntemi olarak alternatiflerin seçilen kriterler yardımıyla tercih fonksiyonlarına dayanarak ikili karşılaştırmalar yapılmak suretiyle ÇKKV problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir [98].

ÇKKV yöntemleri arasındaki PROMETHEE yöntemi, en yeni olmasına karşın son yıllardaki araştırmalarda birçok özelliğinden dolayı en fazla kullanılan yöntemlerden birisidir. Yöntemin gerek gerçek hayatta gerekse araştırmalarda kullanım sahaları artmaktadır. Görsel açıdan karar vericiye GAIA geometrik gösterim uzantısının sunulması karar verme işlemine hız kazandırmaktadır [98].

Promethee yöntemi 7 adımdan oluşmaktadır [117].

Adım 1: Alternatifler ve kriterler tanımlanarak kriterlerin önem ağırlıkları belirlenir ve ağırlıkları ile k kriter tarafından değerlendirilen alternatiflere $A = (a, b, c, \dots)$ ilişkin bir veri matrisi Tablo 3.3'te verilen şekilde oluşturulur. Ağırlıklar, daha önemli kriterler daha büyük değerler alacak ve kriterler için atanan toplam ağırlıklar bire eşit olacak şekilde (Eşitlik 1), negatif olmayan sayılar arasından seçilir.

Tablo 3.3. Veri Matrisi

<i>Kriterler</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	...	<i>w</i>
<i>f1</i>	<i>f1(a)</i>	<i>f1(b)</i>	<i>f1(c)</i>	...	<i>w1</i>
<i>f2</i>	<i>f2(a)</i>	<i>f2(b)</i>	<i>f2(c)</i>	...	<i>w2</i>
...	...	...	...	...	...
<i>fk</i>	<i>fk(a)</i>	<i>fk(b)</i>	<i>fk(c)</i>	...	<i>wk</i>

$$0 \leq w_1, w_2, \dots, w_n \leq 1,$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (1)$$

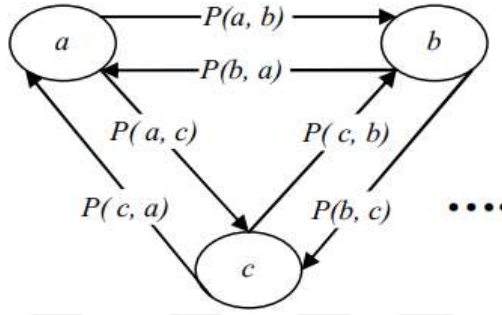
Adım 2: Belirlenen kriterlerin yapısına ve iç ilişkisine bağlı olarak tercih fonksiyonları tanımlanır. Yöntemin uygulanmasında kullanılacak 6 farklı tercih fonksiyonu bulunmaktadır ve bunlar sırasıyla; birinci tip (olağan), ikinci tip (U tipi), üçüncü tip (V tipi), dördüncü tip (seviyeli/ kademeli), beşinci tip (lineer/doğrusal) ve altıncı tip (Gaussian) tercih fonksiyonlarıdır. 6 farklı tercih fonksiyonu Tablo 3.4'de [115] gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Tercih Fonksiyonları [115].

Tercih Fonksiyonu Tipi	Grafiksel Gösterim	Fonksiyon Tanımı	Parametre
Birinci Tip (Olağan)		$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$	-
İkinci Tip (U Tipi)		$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ 1 & d > q \end{cases}$	q
Üçüncü Tip (V Tipi)		$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ \frac{d}{p} & 0 \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p
Dördüncü Tip (Seviyeli)		$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{1}{2} & q \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p, q
Beşinci Tip (Lineer)		$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q} & q \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p, q
Altıncı Tip (Gaussian)		$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2s^2}} & d > 0 \end{cases}$	s

Adım 3: Alternatif çiftleri için tercih fonksiyonları temel alınarak ortak tercih fonksiyonları belirlenir. Alternatifler için belirlenen ortak tercih fonksiyonlarının şematik gösterimi Şekil 3.2’de verilmiştir. a ve b iki alternatif olmak üzere ortak tercih fonksiyonunun hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır:

$$P(a, b) = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & , f(a) \leq f(b) \\ p[f(a) - f(b)] & , f(a) > f(b) \end{array} \right\} \quad (2)$$

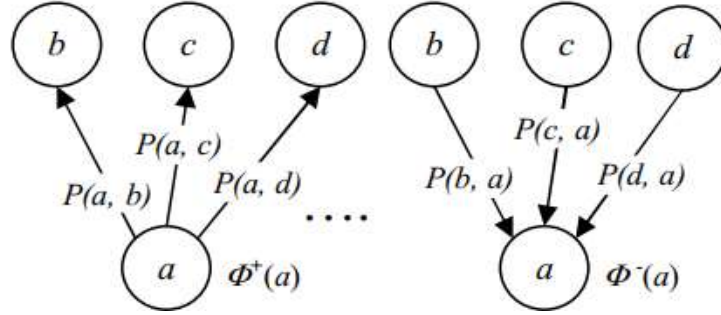


Şekil 3.2. Ortak Tercih Fonksiyonlarının Şematik Gösterimi

Adım 4: Ortak tercih fonksiyonları kullanılarak her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. Ağırlıklarına sahip olan kriter tarafından değerlendirilen a ve b alternatiflerinin tercih indeksi; aşağıda verilen formül (Eşitlik 3) yardımıyla hesaplanır:

$$\frac{\sum_{i=1}^k w_i \cdot x P_i(a, b)}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (3)$$

Adım 5: Alternatifler için negatif $\emptyset^+$ ve $\emptyset^-$ üstünlükler belirlenir. a alternatifi için negatif ve pozitif üstünlük şematik olarak Şekil 3’de gösterilmiştir. Alternatifler için pozitif ($\emptyset^+$) ve negatif ($\emptyset^-$) üstünlük değerleri (Eşitlik 4 ve Eşitlik 5) belirlenir.



Şekil 3.3. Alternatif (a) İçin Hesaplanan Pozitif ve Negatif Üstünlük

$$\emptyset^+ = \frac{1}{n-1} \sum \pi(a, x) \quad (4)$$

$$\emptyset^- = \frac{1}{n-1} \sum \pi(a, x) \quad (5)$$

Adım 6: PROMETHEE I ile kısmi öncelikler belirlenir. Alternatiflere ilişkin Pozitif ve negatif üstünlük değerleri ikili karşılaştırılarak; birbirinden farksız olan alternatifler, alternatiflerin birbirlerine göre tercih (üstünlük) durumları ve birbirleriyle karşılaştırılmayacak olan alternatifler belirlenir. a ve b gibi iki alternatif için kısmi önceliklerin belirlenmesinde aşağıda verilen üç durum söz konusudur:

Aşağıdaki koşullardan herhangi biri sağlanıyorsa, a alternatifi b alternatifine tercih edilir.

$$\emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) < \emptyset^-(b)$$

$$\emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) = \emptyset^-(b)$$

$$\emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) > \emptyset^-(b) \quad (6)$$

Aşağıda verilen koşul sağlanıyorsa ise a alternatifi ile b alternatifi farksızdır

$$\emptyset^+(a) = \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) = \emptyset^-(b) \quad (7)$$

Aşağıdaki şartlardan herhangi birinin sağlanması durumunda ise, a alternatifi b alternatifi ile karşılaştırılmaz.

$$\emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) > \emptyset^-(b)$$

$$\emptyset^+(a) < \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) < \emptyset^-(b) \quad (8)$$

Adım 7: PROMETHEE II ile Eşitlik (9) kullanılarak her alternatif için tam öncelikler hesaplanır. Hesaplanan tam öncelik değerleri ile bütün alternatifler aynı düzlemde değerlendirilerek tam sıralama belirlenir.

$$\emptyset(a) = \emptyset^+(a) - \emptyset^-(a) \quad (9)$$

a ve b gibi iki alternatif için hesaplanan tam öncelik değerine bağlı olarak aşağıda verilen kararlar alınır:

$\emptyset(a) > \emptyset(b)$ ise, a alternatifi daha üstündür,

$\emptyset(a) = \emptyset(b)$ ise, a ve b alternatifleri farksızdır.

Promethee adımlarını özet halinde tablo 3'te gösterebiliriz.

Tablo 3.5. Promethee Yöntemi Aşamaları

Aşama	Yapılan Uygulama
1.Aşama	Veri matrisinin oluşturulması
2.Aşama	Tercih fonksiyonlarının kriterler için tanımlanması
3.Aşama	Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi
4.Aşama	Tercih indekslerinin belirlenmesi
5.Aşama	Alternatifler için pozitif + ve negatif – üstünlükler belirlenmesi
6.Aşama	Kısmi önceliklerin PROMETHEE I ile belirlenmesi
7.Aşama	Tam önceliklerin PROMETHEE II ile belirlenmesi

Birçok alanda PROMETHEE yöntemi kullanılabilmektedir. Banka performanslarının değerlendirilmesinde [118], ergonomik düşüncelere uygun ürünün seçiminde [119], kadınların çalıştığı üretim süreçlerinde risk değerlendirmesi açısından iş yerlerinin çok kriterli sıralamasında [3], hidroelektrik santrallerde model seçiminde [120], lisansüstü öğrencilerin ders seçiminde [121], üniversiteye araştırmacı seçiminde [122] kullanılabilmektedir.

3.2. Hedef Programlama

Hedef programlama ilk olarak Charnes ve Cooper [123] tarafından ele alınmıştır. Hedef programlama (Goal Programming, GP) çok amaçlı bir programlama tekniğidir. GP'nin kültürü Simon'un [124] hedefleri tatmin etme kavramı üzerine temellendirilmiştir. Yani, dikkate alınan her hedefe (kâr, güvenlik, üretim seviyesi, vb.) ulaşılması gereken bir hedef veya hedef değeri verilir. Bu hedeflerden istenmeyen sapmalar (yetersiz kâr, yetersiz veya aşırı üretim, vb.) daha sonra en aza indirilir, en aza indirmek için kullanılan mesafe işlevi kullanılan GP tipine bağlıdır [125].

Hedef programlama matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir [123].

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^k (d_i^+ + d_i^-) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i \quad (2)$$

$$d_i^+ + d_i^- = 0 \quad (3)$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad i=1 \dots k \quad j=1 \dots n \quad (4)$$

Değişkenler

x_j : j. Karar değişkeni

a_{ij} : i. hedefin j. karar değişkeni katsayısı

b_i : i. hedef için ulaşılmak istenen değer

d_i^+ : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

d_i^- : i. hedefin negatif sapma değişkeni

Hedef programlama modelinin kullanıldığı başlıca uygulama alanları; işgücü planlaması, elektronik politika analizleri, üretim planlaması, finansal analiz, çevrenin korunması, akademik planlama, ulaştırma ve lojistik, reklam programlarının planlanması, sağlık hizmetlerinin planlanması, kuruluş yeri seçimi pazarlama stratejilerinin planlanmasıdır [126].

3.3. Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme (Rapid Entire Body Assessment-REBA)

REBA yöntemi Hignett ve McAtamney tarafından 1999 yılında tasarlanmış ve geliştirilmiştir. REBA yönteminin geliştirilmesinde amaçlananlar:

- 1.Çeşitli görevlerde kas-iskelet sistemi risklerine duyarlı bir postüral analiz sisteminin geliştirilmesi,
2. Bedenin, hareket düzlemlerine göre ayrı ayrı kodlanacak bölümlere ayrılarak bölümlenmesi,
3. Statik, dengesiz, hızlı değişen veya dinamik duruşların neden olduğu kas aktivitesi için bir puanlama sistemi sağlanması,
4. Yüklerin taşınmasında kavramanın önemli olduğu, ancak her zaman eller aracılığıyla olmayabileceğinin yansıtılması,
5. Aciliyet göstergesi olan bir eylem seviyesinin verilmesi,
6. Minimum ekipman gerektirmesi kâğıt ve kalem yöntemi olmasıdır [127].

REBA yöntemi 6 adımdan oluşmaktadır [128].

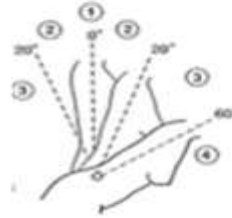
Adım1. Görevin Gözlemlenmesi: Çalışma düzeni ve ortamın etkisi, ekipman kullanımı ve işçinin risk almaya ilişkin davranışını içeren genel bir ergonomik işyeri değerlendirmesi formüle etmek için görevin gözlemlenmesidir.

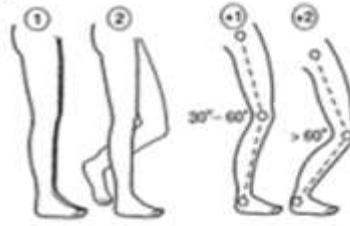
Adım 2. Değerlendirme İçin Duruşların Seçilmesi: Sıklıkla tekrarlanan duruş, en fazla kuvvet ya da kas aktivitesi gerektiren duruş, uzun süre kalınan duruş, rahatsızlığa neden olduğu bilinen duruş, müdahaleler, kuvvet uygulanması durumunda denge sağlamanın zor olduğu duruş, kontrol önlemleri veya diğer değişikliklerle iyileştirilme ihtiyacı en yüksek olan duruş kriterleri göz önünde bulundurularak gözlemler sonucunda hangi duruşun analiz edileceğine karar verilmesidir.

Adım 3. Duruşların Puanlanması: Vücut bölümlerine ayrı ayrı verilen puanlar duruşun puanlanmasında kullanılmaktadır. Gövde, boyun ve bacaklar için Grup A; Üst kol, ön kol ve bilekler için Grup B puanlanmaktadır. Duruşa göre puan eklenip çıkartılabilmektedir. REBA duruş puanlama esasları Tablo 3.6'da [127] verilmiştir.

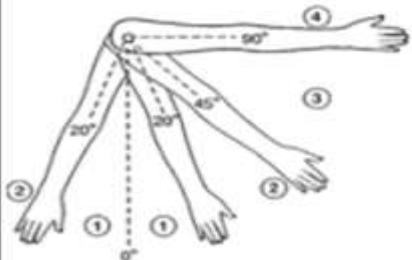
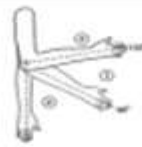
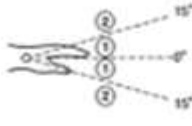
Tablo 3.6. REBA Duruş Puanlaması [127].

GRUP A		
Duruş/Hareket	Puan	Puan Değişimi
Gövde		
Dik duruş	1	Eğer yana doğru eğilme ya da dönme hareketi varsa : +1
Fleksiyon: 0-20° Ekstansiyon: 0-20°	2	
Fleksiyon: 20-60° Ekstansiyon: >20°	3	
Fleksiyon: >60°	4	
Boyun		
Fleksiyon: 0-20°	1	Eğer yana doğru eğilme ya da dönme hareketi varsa :+1
Fleksiyon: >20° Ekstansiyon: >20°	2	
Bacaklar		
Ağırlık iki bacak üstünde, yürüme ya da oturma durumunda	1	Eğer dizlerde 30-60 arası fleksiyon varsa: +1
Ağırlık tek bacak üstünde, dengesiz durumda	2	Eğer >60 fleksiyon varsa: +2 (ayakta durma durumunda)





GRUP B			
Duruş/Hareket	Puan	Puan Değişimi	
Üst Kol/Omuzlar		Sağ	Sol
Fleksiyon: 0-20° Ekstansiyon: 0-20°	1	Eğer kol dönmüş ya da dışarı çekilmişse : +1	
Fleksiyon: 20°- 45° Ekstansiyon: >20°	2	Omuz yükseltilmiş durumdaysa: +1	
Fleksiyon: 45-90°	3	Eğer kol desteklenmişse: -1	
Fleksiyon: >90°	4		
Alt Kol/Dirsekler		Sağ	Sol
Fleksiyon: 60°-100°	1		
Fleksiyon: < 60° Ekstansiyon: >100°	2		
Bilek		Sağ	Sol
Fleksiyon: 0-15° Ekstansiyon: 0-15°	1	Bilek dönmüş durumdaysa: +1	
Fleksiyon: >15° Ekstansiyon: >15°	2		

Adım 4. Puanların İşlenmesi: Gövde, boyun ve bacak puanlarından tek bir puan elde etmek için Tablo A (Tablo 3.7) kullanılmaktadır. Tablo A'dan elde edilen bu puana yük/kuvvet puanı (Tablo 3.8) eklenerek puan A elde edilmektedir. Tablo B (Tablo 3.9) kullanılarak üst kol, ön kol ve bilek puanlarından tek bir puan elde edilir. Kavrama puanı (Tablo 3.10) eklenerek puan B elde edilir. Puan A ve puan B'de Tablo C'de (Tablo 3.11) birleştirildiğinde puan C elde edilmektedir.

Tablo 3.7. REBA-Tablo A [127].

Gövde	Boyun											
	1				2				3			
	Bacaklar				Bacaklar				Bacaklar			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tablo 3.8. Yük/Kuvvet Değerleri [127].

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

Tablo 3.9. REBA-Tablo B [127].

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

Tablo 3.10. Kavrama Değerleri [127].

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

Tablo 3.11. REBA-Tablo C [127].

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

Adım 5. REBA Skorunun Belirlenmesi: Gerçekleştirilen kas aktivitesinin tipi aktivite puanıyla Tablo 3.12 temsil edilmektedir ve bu puan C'ye eklenerek REBA puanı Tablo 3.13 elde edilir.

Tablo 3.12. Aktivite Skor Değeri [127].

Aktivite	Skor
Bir veya daha fazla vücut bölgesi sabit (Örnek: 1 dakikadan uzun süre tutma)	+1
Kısa aralıklarla tekrar eden işler (Örnek: 1 dakikada 4’den fazla tekrar eden iş) (yürüme hariç)	+1
Yapılan iş duruşta hızlı ve büyük değişikliğe neden oluyorsa veya sabit olmayan zeminde çalışıyorsa	+1

Adım 6. Kontrol Önlemlerinin Aciliyetine Göre Eylem Düzeyinin Belirlenmesi: REBA puanı daha sonra eylem seviyelerine (Tablo 3.13) göre kontrol edilir. Bunlar, değişiklik yapma ihtiyacı için artan aciliyete karşılık gelen puan gruplarıdır.

Tablo 3.13. Risk Derecelendirmesi [127].

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

4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Genel sınıflandırmada sektör çeşidi dikkate alınmamıştır. Özcan ve Kesiktaş [129] çalışma esnasında ortaya çıkabilecek ergonomik risk faktörlerini tekrarlayan hareketler, vücudun ve belin kötü ve yanlış pozisyonlarda kullanımı, zorlamalı hareketler, titreşim ve uzun süreli aynı pozisyonda çalışma olarak belirlemiştir. Ayanoğlu [40] ergonomik risk faktörlerini sınıflandırırken çevresel risk faktörlerini aydınlatma, sıcaklık ve nem, titreşim, gürültü ve kimyasallar olarak sınıflandırırken psikolojik risk faktörlerini organizasyonel, psikososyal ve zihinsel (cognitive) yüklenme olarak sınıflandırmıştır. Fiziksel faktörleri statik duruş, tekrarlama, sıkışma, aşırı güç ve uygunsuz (biçimsiz) duruşlar olarak ayırmıştır. Foley vd. [130] çalışmalarında riskleri yüksek tekrarlı hareket, uygunsuz duruşlar, yüksek el kuvvetleri, orta ila yüksek el-kol titreşimi, ağır, sık veya uygunsuz kaldırma, tekrarlanan darbe olarak ayırmışlardır. Niu [18] çalışmasında ergonomik risk sınıflandırmasını uzun süreli ayakta durma, oturma, kronik yaralanmaya sebep olan tekrarlayan ve basmakalıp görevler, periferik veya eksenel iskelete aşırı yüklenme yaralanmaları, uygunsuz pozisyondan kaynaklanan postüral stres, çevresel faktörler, psikososyal faktörler ve psikolojik stres olarak gruplandırmıştır. Yapıcı ve Baş [131] verimlilikte ergonomiyi etkileyen ergonomik koşulları gürültü (mekân içi gürültü, mekân dışı gürültü), titreşim, hava koşulları (ortamın nemliliği, sıcaklığı ve hava hareketleri), aydınlatma, bakım ve temizlik, tozlar, renkler (renkler, çalışanların sıcaklık ve soğukluk duygularını kontrol eden etkenlerdir.) ve toksit maddeler olarak ayırmıştır. Çağlayan ve Karaca [132] ergonomik risk sınıflandırmasını çalışmalarında çevresel ergonomik riskleri yetersiz aydınlatma, ısı, vibrasyon, yetersiz havalandırma olarak ayırmıştır. Fiziksel ergonomik riskleri kolun omuz seviyesi üzerinde çalıştırılması, ağır cisimlerin itilmesi-kaldırılması, uzun süre çömelerek çalışma, uzun süre oturarak veya ayakta durarak çalışma şeklinde sınıflandırmıştır. Psikososyal ve kişisel risk faktörlerini ise düşük iş doyumu, yüksek mesleki beklenti, sosyal yönden yetersiz denetçi, yetersiz yönetim ve iş arkadaşı desteği şeklinde sınıflandırmıştır. Park vd. [65] yaptıkları çalışmada Koreli kadın ve erkekler için cinsiyete özgü işle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ile ergonomik risklere maruziyeti, farklı iş sektörlerindeki cinsiyet dağılımını belirlemeyi amaçlamışlardır. İstihdam sektörüne, yaşa ve cinsiyete göre el-kol titreşimine maruz kalma, ağır malzemelerin kaldırılması ve taşınması, tekrarlayan el ve kol hareketleri,

ayakta durma ve yürüme, ağırlı ve yorucu duruşları içeren beş ergonomik risk faktör verilerini analiz etmişlerdir. Charles vd. [66] mesleki maruziyetleri omuz ve boyun rahatsızlıkları, titreşim ve uygunsuz duruş ile ilişkilendiren kanıtları gözden geçirerek özetlemeyi amaçlamışlar. Kas iskelet sistemi rahatsızlıklarıyla ilgili olan mesleki maruziyetlerin cinsiyete göre değiştiğini vurgulamışlardır. Üst ekstremitelerde rahatsızlıkları kadınlarda diğer faktörler arasında aşırı bilek bükülmesiyle ilişkilendirilirken erkekler arasında; görevin tekrarlanması, diğer faktörlere ilaveten omuz seviyesinde veya üstünde kollardaki uygunsuz duruş ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. “Uluslararası Ergonomi Derneği” [15] tarafından yapılan ergonomi sınıflandırılmasında fiziksel ergonomiyi tekrarlayan hareketler, çalışma duruşları, işe bağlı kas-iskelet rahatsızlıkları, malzeme kullanımı, iş yeri düzeni, güvenlik ve sağlık olarak ayırmıştır. Örgütsel ergonomiyi mürettebat kaynak yönetimi, iletişim, ekip çalışması, işbirlikçi çalışma, çalışma sürelerinin tasarımı, kalite yönetimi, tele-çalışma, yeni çalışma paradigmaları, çalışma tasarımı, topluluk ergonomisi ve sanal organizasyonlar olarak ayırmıştır. Bilişsel ergonomiyi ise karar verme, zihinsel iş yükü, iş stresi ve eğitim, insan güvenilirliği, insan-bilgisayar etkileşimi, yetenekli performans olarak sınıflandırmıştır.

Hizmet sektöründe ergonomik risklerin sınıflandırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda Dizdar [133] çalışanların sağlık sorunlarıyla çalışma ortamı ergonomisi ve iş verimliliğinin bağlantılı olduğunu düşünerek bilgisayar teknolojisinin hızla geliştiği çağımızda elektromanyetik radyasyon dalgalarının bilgisayarlardan yayılması kaynaklı göz sağlığına olan etkisini araştırmıştır. Amacına ulaşmak için 200 kişi ile deney gerçekleştirmiştir. Yaptığı uygulama ile sürekli bilgisayar kullanımının göz sağlığını olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Uygunsuz ergonomik şartlarda, iyi tasarlanmamış çalışma alanlarında meydana gelen olumsuz durumlara birkaç yıl maruz kalma ile oluşan bedensel yorgunluk, görme bozuklukları gibi rahatsızlıkların ergonomik önlemlerin alınması neticesinde giderilebileceğini belirtmiştir. Rantala vd. [134] yaptıkları çalışmada ses handikabı, ses belirtileri ve solunum yolu hastalıkları ile sesin ergonomik risk faktörleri arasında kurdukları ilişkide risk faktörlerini gürültü, çalışma duruşu, çalışma kültürü, ses üretimine yardımcı olarak bir ses amplifikatörüne erişim, iç mekân hava kalitesi ve stres olarak incelemişlerdir. Lee vd. [135] yaptıkları çalışmada işle ilgili risk faktörlerini ve işle ilgili kas-iskelet sistemi semptomlarını yapısal emek faktörlerine

odaklanarak tanımlamayı amaçlamışlardır. Toplam 1.016 otel çalışanını (396 kadın ve 620 erkek çalışandan oluşmuştur.) anket yöntemi kullanarak analiz etmişlerdir. Yaptıkları anket çalışmasıyla katılımcıların işle ilgili kas-iskelet semptomlarını, sağlıkla ilgili davranışlarını araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda ergonomik risklerin cinsiyet, vardiyalı çalışma, çalışma yoğunluğu, çalışılan bölüm ve çalışma saatleri ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Xu ve Cheng [136] ise kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının gelişimini etkileyen fiziksel ergonomik risk etmenlerini Çin restoran aşçılarındaki değerlendirmek üzere çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. RULA (Rapid Upper Limb Assessment, RULA), NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH) ve OWAS (Ovako Working Posture Analysis System, OWAS), yöntemlerini kullanmışlardır. Belirledikleri ergonomik riskler tekrarlayan hareketler, elle taşıma, hızlı çalışma, ayakta durma pozisyonu, stresli çalışma ortamı ve uzun çalışma saatleridir. Dimberg vd. [63] ofiste çalışma ile ilgili belirledikleri risk faktörlerinden biyomekanik risk faktörlerini psikososyal stres, uygunsuz duruş, güçlü efor, tekrarlayan hareketler ve temas stresi olarak ayırmıştır. Zorlanma, patofizyoloji-ağrı ve hastalık arasındaki noktaların birleştirilmesi ile sosyal ve psikolojik faktörleri ayrı ana sınıflandırma olarak almıştır. Kişisel risk faktörlerini sigara içme, yüksek beden kitle indeksi (Body Mass Index; BKİ), doğuştan gelen rahatsızlıklar, cinsiyet ve solaklık, duruş, yüksek psikososyal çalışma talepleri, yaş olarak ayırmıştır. İç hava kalitesini sıcaklık, nem, karbon monoksit, nitrojen dioksit, karbondioksit, radon, ozon parçacıklar, formaldehit, hidrojen sülfid olarak ayırmıştır. Zorlanmaya bağlı kas ağrısını uzun süre oturarak ve uzun süre ayakta kalarak çalışmaya bağlamıştır. Görme ergonomisini monitör ve aydınlatma olarak ayırmıştır. Bilgisayar çalışması ile ilgili riskleri açık ofis peyzajında ayrı bir ana sınıflandırma olarak almışlardır. İş istasyonundaki riskleri özel yazılım, bilgisayar, fare, ekran, klavye, masa, sandalye olarak ayırmışlardır. Battini vd. [137] çalışmalarında atık toplamadan kaynaklı kas-iskelet sistemi hastalıklarına sebep olan risk faktörlerini tanımlayarak bu riskleri azaltmak için önerilerde bulunmayı amaçlamışlardır. Tanımladıkları risk faktörleri tekrarlanan görevler, ağır yüklerin sık sık kaldırılması, yetersiz iyileşme, uzun çalışma saatleri olup kronik hastalıklara ve yaralanmalara bu riskleri neden olarak göstermişlerdir. Diyana vd. [28] çalışmalarını trafik polisi memurları arasındaki kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını meslekle ilgili olan ve mesleğe bağlı olmayan risk faktörlerini belirlemek amacıyla yapmışlardır. Risk faktörlerini sigara içimi, yaralanma öyküsü, fiziksel aktivite, BKİ, yaş, medeni durum, eğitim düzeyi ve etnik köken

olarak belirtmişlerdir. Bunpot ve Klangduen [29] çalışmalarında birçok profesyonel sürücüde MSD bulunduğunu, MSD'nin gelişimini ise fiziksel, psikososyal ve kişisel risk faktörleri seviyesinin etkilediğini belirtmişlerdir. Fiziksel risk faktörlerini ağırlık kaldırma, görev süresi ve deneyimi, oturma şekli, tüm vücut titreşimi olarak belirlemişlerdir. Psikososyal faktörlere sosyal destek eksikliği, iş stresi, düşük gelir ve güvensiz çalışmayı örnek olarak gösterirken bireysel risk faktörlerini yaş, sigara içme, cinsiyet, egzersiz ve BKİ olarak ayırmışlardır.

İmalat sektöründe ergonomik risklerin sınıflandırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda Makhbul vd. [31] ergonomik risk faktörlerinden iş stresine neden olan faktörleri araştırmayı hedeflemişlerdir. Verileri elektronik şirketine çalışan 35 imalat işçisinden elde etmişlerdir. İş istasyonu tasarım değişkenleri; çalışma alanı tasarımı, akustik, çalışma saatleri, iş yeri, nemden ve aydınlatmadan oluşurken, iş stresi çıktı değişkenleri; iş memnuniyetsizliği, yorgunluk, işten ayrılma isteği ve somatik şikâyetlerden oluşmaktadır sonucunu elde etmişlerdir. Mukhopadhyay ve Srivastava [138] yaptıkları çalışmada sahada taş oyma mesleği ile bağlantılı olan ergonomik risk etmenlerini tanımlamayı hedeflemişlerdir. Bu sektördeki riskleri tekrarlama, el aletlerinin titreşimi, uygunsuz duruş, yetersiz dinlenme süreleri, kuvvet gibi temel risk faktörleri olduğunu belirterek acilen ergonomik tasarım müdahalesinin yapılması gerektiğini vurgulamışlardır. Çalışma alanının el aletlerinin fiziksel tasarımı ve iş istasyonunun göz önüne alınarak yeniden düzenlenmesi gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Yazdani [139] montaj hattındaki ergonomik tehlikeleri çalışma hızı, uygunsuz çalışma duruşları, yanlış kaldırma veya uzanma, kötü tasarım araçları olarak incelemiştir. Kolgiri vd. [140] çalışmalarında risk faktörlerini kuvvet, aşırı sıcaklık, statik yükleme, titreşim, iletişim stresi, ses, uygunsuz duruş ve tekrar olarak sınıflandırmıştır. Çetinkaya ve Baykent [55] faaliyet alanı gıda üretimi olan bir şekerleme firmasında çalışmalarını yapmışlardır. İşyerinde çalışma ortamında var olan ergonomik riskleri gürültü, tozlar, titreşim, aydınlatma, makine ve teçhizatlar, termal konfor ve kimyasallar şeklinde belirlemişler. Çalışanlardan kaynaklı ergonomik risk etmenlerini işe ilişkin bilgiler, işletme yapısına bağlı gözlemler ve işletme yönetimi yönüne bakarak incelemişlerdir. Bokše vd. [141] Metal imalat organizasyonunda yaptıkları çalışmada ergonomik risk faktörlerinin çalışanların iş yeteneği üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlar. Yaptıkları araştırma

sonuçlarına göre, işyerlerindeki çalışanlar esas olarak ergonomik riskle bağlantılı olan sağlık sorunları şikâyetlerini; el ve bileklerdeki ağrı, özellikle alt ve üst sırt ağrısı, aşırı yük olarak tanımlamışlardır. Li vd. [41] çalışmalarında, imalat endüstrisi için işin geliştirilmesini hedefleyen fiziksel risk talep analizi uygulamasının üç yönüne risk tanımlama, risk değerlendirme ve risk azaltmasına odaklanmaktadır. Pencere ve kapı üretim tesisinde uygulamayı yapmışlardır. Ağır malzeme taşıma, statik tüm vücut duruşu, uygunsuz vücut duruşları, duysal risk olmak üzere dört çeşit riski çalışmaları ortaya koymuştur. Widodo vd. [142] çalışmalarında çalışanların çalışma duruşlarını, iş yükü sınıflandırmasını belirlemeyi, işçilerin hissettikleri fiziksel şikâyetleri analiz etmeyi amaçlamışlardır. REBA, OWAS, WERA (Workplace Ergonomic Risk Assessment, WERA) ve İskandinav Vücut Haritası Anketi metotlarını kullanmışlardır. İşçilerin şikâyetleri omuzlardaki ağrı, özellikle boynun üst bölgesindeki ağrı, sağ ve sol üst koldaki ağrı, sol ve sağ önkol ağrısı, bel ağrısı, sırt ağrısı, sol üst ve sağ üst koldaki ağrı, sağ ve sol el ağrısı, sol-sağ bilek ağrısı olarak belirlenmiştir. Çalışma, çalışma sistemini daha fazla üretkenlik ve konfor için geliştirmeye yönelik önerilerle sonuçlanmıştır. Dsingh ve Kaur [143] kadın çalışanların çeşitli kas-iskelet sistemi bozukluklarını tanımlamak ve yanlış duruşlarını belirlemek için Patiala bölgesi el sanatları endüstrisinde çalışmalarını yapmışlar. Uzun süre aynı duruşta sabahdan akşama kadar çalışan kadınlarda kas ağrısı meydana gelerek iş kapasitesinde azalmalara neden olmaktadır. Periyodik eğitim programı düzenlenerek çalışanın MSD'nin önüne geçilmesinde mola vermenin önemi vurgulanmalı, ayrıca iş istasyonları yeniden düzenlenerek uygun duruşlar yapılmalıdır sonucuna ulaşmışlardır. Qutubuddin vd. [144] çalışanların yaptığı görevlerin ergonomik değerlendirmesi çalışmalarını Hindistan Karnataka'daki manuel tuğla fırınlarında yapmışlardır. Durum faktörlerini çalışma programı, fabrika düzeni, ekipman ve psikolojik destek, mobilya, çalışma organizasyonu ve iş yükü olarak ayırmışlardır. Kişisel faktörleri yaş, yorgunluk, deneyim ve zindelik olarak ayırmışlardır. Pandey ve Vats [145] çalışmalarında ham tuğla yapma faaliyetleri esnasında hem kadın hem de erkek işçileri etkileyen işyerinde var olan ergonomik risk etmenlerini tanımlayarak ağrı ve rahatsızlık nedenlerini analiz etmeyi hedeflemişlerdir. Rastgele ham tuğla fırınında çalışan 20 kadın ve 20 erkek çalışan seçilmiştir. Ayrıntılı ergonomik risk faktörü analizi için NIOSH ergonomik tehlike tanımlama kontrol listesini kullanmışlardır. Karşılaştıkları ergonomik riskler; ayakta kalma süresinin 30 dakikadan fazla olması, işyerinin yanlış tasarlanması,

indirilmesi ve kaldırılması gerekli yükün varlığı, el aletlerini kullanırken kuvvet uygulanması, statik duruş şeklindeki ergonomik riskler olmuştur. Çalışanlardaki sağlık ve üretkenliği verilen eğitimler artırırken ergonomik risk etmenlerini düşürebilir sonucuna ulaşmışlardır.

İnşaat sektöründe ergonomik risklerin sınıflandırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda Uzun ve Müngen [54] iklim koşulları, titreşim, gürültü, yorgunluk faktörü ve aydınlatma gibi risk faktörlerinin inşaat sektöründe çalışma ortamında etkili olduğunu belirtmişlerdir. Jaffar vd. [37] ergonomik risk faktörlerini çalışmalarında; kuvvet (kavrama kuvveti; indirme, taşıma veya kaldırma ile ilgili kuvvet, çekme veya itme ile ilgili kuvvet), aşırı sıcaklık (son derece sıcak, son derece soğuk,) uygunsuz duruş (diz çökme, bükme, sabit pozisyonlarda tutma, çömelme, eller veya kollar ile baş üstü çalışma), tekrarlama, titreşim (el-kol titreşimi, tüm vücut titreşimi) olarak ayırmıştır. Rahman vd. [146] yaptıkları çalışmada inşaat sektöründe duvar sıva işinde çalışanlar arasındaki işle ilgili kas-iskelet sistemi bozukluklarını WERA yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. Duvar sıvama işinde çalışanların tekrarlayan hareketler ve uygunsuz duruş ile bağlantılı olarak bildirdikleri rahatsızlıklar omuz, sırt, dirsek ve bileklerde olur iken, çalışma koşullarıyla bağlantılı olan rahatsızlıkları ise kayma tehlikesi, iskeleden düşme, ulaşma ve korkuluklarda var olan tehlikelerden kaynaklı olduğunu vurgulamışlardır. Adnan ve Ressang [147] Ergonomi bilinci üzerine şantiyede yaptıkları araştırmada ergonomik risk etmenlerini yedi kategoriye ayırarak incelemişler. Bunların; tekrarlama, uygunsuz ve statik duruşlar, süreklilik, sinir veya yumuşak doku üzerinde aşırı baskı, titreşim, aşırı sıcaklık ve güçlü gerilim olduğunu belirtmişler.

İşletme alanında ergonomik risklerin sınıflandırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda Shuval ve Donchin [148] ergonomik risk faktörleri ve üst ekstremitte kas-iskelet sistemi semptomları yaygınlığını konu alan çalışmalarını İsrail'deki bir Hi-Tech şirketinde yapmışlardır. Şirketteki ergonomik koşulları uygunsuz duruş, çalışma tasarımı, çalışanların öznel duyguları ve cinsiyet olarak belirlemişlerdir. Beño [38] çalışmasında risk faktörlerinden potansiyel risk faktörlerini; değiştirilebilir risk faktörleri fiziksel (titreşim, gürültü, işyeri- çalışan adaptasyonu, sıcaklık, radyasyon) biyolojik (bitki ve hayvan alerjenleri, mikroorganizmalar), kimyasal (ağır metaller, kanserojenler, toksinler) psikososyal (saldırganlık, stres, işsizlik, düşük gelir, uygun olmayan barınma), davranış ve

alışkanlıklar (uyuşturucu bağımlılığı, hayvansal yağların artan tüketimi, sigara, alkolizm) olarak ayırmıştır. Kişisel ya da değiştirilemez risk etmenlerini somatotip, cinsiyet, vücut ölçüleri ve yaş olarak ayırmıştır. Aktif patojenik kümülatif risk etmenlerini; tekrarlama, eklemlerin aşırı veya doğal olmayan pozisyonları, bireysel faktörler (B6 vitamini eksikliği, Artrit-endokrin bozuklukları, gebelik, diyabet vb.), statik yük (nesneleri yükseltilmiş kollarda tutmak, tek bir yerde durmak, kolları uzun süre kaldırmak, başını yatırmak, ağır yükleri ve nesneleri itmek ve çekmek, vb.), titreşimler, iyileşme süresi, yerel mekanik yük, güç, sıcaklık diğer risk faktörleri (karar vermede kısıtlılık, vardiyalı çalışma, görev tatminsizliği) olarak ayırmıştır. Mufti vd. [39] işyeri ergonomik risk değerlendirmesini küçük ölçekli ev işletmelerine yönelik yapmışlardır. WERA yöntemini kullanarak çalışan vücut duruşu ve diğer vücut bölümlerinin hareketini analiz etmişlerdir. WERA yöntemi ile fiziksel risk faktörlerinden olan tekrar, temas stresi, duruş, görev süresi, titreşim ve kuvvet değerlendirilmiştir.

Maden alanında ergonomik risklerin sınıflandırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda Wiehagen ve Turin [149] MSD risk faktörlerinin ergonomik risk değerlendirmesini dört maden sahasında yüzey bakır, yeraltı kömür, yeraltı kireç taşı ve yüzey fosfatta yapmışlar. Kas iskelet sistemine ait risk faktörlerinden madencilikte yaygın olanları güçlü kavrama, güçlü eforlar (ağır veya sık kaldırma), ani şok, temas stresi (basınç noktaları, darbe stresi), uzun süreli uygunsuz duruşlar, titreşime maruz kalma (el ve kol), tekrarlama olarak ayırmıştır. Diğer bir çalışmada Jeripotula vd. [150] kas iskelet sistemi bozukluklarının ergonomik değerlendirmesini Hindistan'da yerüstü maden çalışanları arasında yapmışlardır. Uygunsuz duruş, tekrarlayıcı hareket, itme ve çekme, ağırlık kaldırma, statik duruşlar, titreşim aletleri, bileklerin zorlanması, zıplama veya sarsılma olarak sekiz ergonomik risk faktörünü belirlemişlerdir.

Sağlık alanında ergonomik risklerin sınıflandırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda Hou ve Shiao [151] anket yöntemini kullanarak MSD'nin yaygınlığı ve risk faktörleri üzerine Tayvan'da hemşirelerde kesitsel bir çalışma yapmışlar. Çalışma esnasında karşılaşılan risk faktörlerini haftalık çalışma süresi, ayakta kalma süreleri, beli bükerek ağırlık kaldırma, bel bükme sıklığı olarak belirlemişlerdir. Çalışma esnasında farklı ergonomik risk faktörleri ile yani uzun süre ayakta kalma ve belin bükülmesiyle farklı vücut kısımlarındaki ağrının nedenleri arasında ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır.

Turhan vd. [152] çalışmalarında bir grup veri giriş operatöründe üst vücuttaki kümülatif travma bozukluklarının (Cumulative Trauma Disorders, CTD) oranını araştırarak bu rahatsızlıkların ergonomik parametrelerle bağlantısını belirlemeyi hedeflemişlerdir. Klinik testlerle CTD tanısı konularak iş istasyonlarının ve iş yükünün ergonomik analizi, çalışanların görsel duruş analizi kullanılarak risk faktörleri belirlenmiştir. Boyun ve omuz ağrısının Görsel Ekran Ünitesi (Visual Display Unit, VDU) operatörlerinde çok yaygın olduğu bulunmuştur. Sert tuş vuruşları, klavyeye yaslanan bilekler, aşırı başparmak uzatmasının neden olduğu uygunsuz duruşlar CTD'lerin ortaya çıkmasına neden olmuşlardır. VDU operatörlerinde kas-iskelet semptomlarının önlenmesine personele ergonomik prensiplere dayanan doğru tekniklerin sağlanması ve iş istasyonlarının düzenlenmesi faydalı olabilir sonucuna ulaşmışlardır. Esin ve Sezgin [153] yoğun bakım hemşirelerinin mesleki risklerini ve çalışma ortamını değerlendirdikleri araştırmalarında ergonomik riskleri hastaların pozisyonunu değiştirme, ayakta durma, yatak-sedye transferinin yapılması, mobilizasyon uygulamaları ve bakım aktiviteleri olarak ayırmıştır. Habibi vd. [154] psikososyal faktörlerle ve ergonomik risk faktörleri ile bel ağrısı rahatsızlığı yoğunluğu arasındaki ilişkiyi çalışmalarında değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Sosyal destek ile bel rahatsızlığı yoğunluğu arasında dolaylı bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın iş talebi, iş içeriği ile ergonomi faktörlerden statik duruş, manuel hasta taşıma, tekrarlayıcı hareketler, sürekli 30 dakikadan fazla ayakta kalma, uzun süre oturma, uygunsuz duruşlar (dönme ve bükme) arasında doğrudan bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Ergonomi faktörlerine ve ek olarak psikososyal faktörlere işle ilgili bel rahatsızlığını azaltmak için dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Kim ve Roh [155] radyoloji teknoloji uzmanlarının kas iskelet sistemi bozukluklarına neden olabilecek sık kullandıkları hareketlerini çalışmalarında araştırmayı hedeflemişlerdir. Ergonomik riskler tekrarlanan hareket, ayakta kalma, ağır ekipmanın itilmesi veya çekilmesi, statik duruş şeklinde kas iskelet sistemi ile ilgili risklerin olduğunu ortaya koydukları gibi çalışma saatlerinin süresi kaynaklı ve radyasyon maruziyetine bağlı riskleri de belirlemişlerdir. Mukhtad vd. [156] Yapılan işten kaynaklı MSD riskini sağlık laboratuvarı teknisyenleri arasında belirlemek için ergonomik risk değerlendirmesi yapmayı amaçlamışlardır. RULA yöntemi ve anket kullanarak verileri elde etmişlerdir. Statik duruş, tekrarlayan hareketler, ılık ve sıcaklık, iş stresi, uygunsuz duruş, yorgunluk, tekrarlayan hareketler ve çalışma ortamından kaynaklı risklerin olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bireysel ve çalışma alanı ile ilgili risk faktörlerine karşı önleyici tedbirlerin kas iskelet sistemi hastalıkları semptomları gelişmeden önce alınması gerekliliğini özellikle belirtmişlerdir.

Sanayi alanında ergonomik risklerin sınıflandırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda Otto ve Battaia [36] iş rotasyonu zamanlaması ve montaj hattı dengelemesi için çalışmalarında fiziksel ergonomik riskleri içeren optimizasyon modelleri inceleyerek ergonomik risklerden fiziksel faktörlere odaklanmışlardır. Fiziksel ergonomik risk seviyelerinin ağır kaldırmaya, devamlı oturmaya veya ayakta durmaya, çevresel faktörlere (sıcaklık, aydınlık, titreşim, gürültü, nem) ve tekrarlayan hareketlere bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Woods [157] çalışmasında genel çevresel riskleri kimyasallara ve zararlı maddelere maruz kalma olarak belirlemiştir. Uygun olmayan duruşlar nedeniyle endüstriyel püskürtme operasyonlarının bilek ve ellerinde problemler olduğunu belirtmişler. Geçirgen olmayan koruyucu giysilerle görevlerini yerine getiren çalışanlarda ısı riskinin kılmalı olmayan ortamlarda çalışmaktan kaynaklandığını vurgulamışlardır. Padilla vd. [158] çalışmalarında web tabanlı bir modülü hareket verilerine dayalı otomatik ergonomik değerlendirme için önermektedirler. El ile çalışanların sanayi sektöründe kritik fiziksel baskıya maruz kalmaları genellikle işle ilgili kas-iskelet sistemi bozukluklarına sebebiyet vermektedir. Tekrarlayan hareketler, zayıf duruş ve kaldırma bu bozuklukların nedenlerindendir. İşçilerin faaliyetleri esnasında maruz kalabileceği ergonomik riskleri tanımlamak ve önlemek için çeşitli kurallar ve yöntemler oluşturmuşlardır. Choobineh vd. [159] kas-iskelet sistemi semptomlarının yaygınlığını belirlemek ve bildirilen semptomlar arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla İran Petrokimya Endüstrisi çalışanları arasında çalışmalarını yapmışlardır. Tüm çalışanların yaklaşık %40'ına tekabül eden rastgele seçilen 928 çalışanla kesitsel tipteki çalışmayı yapmışlardır. Veri toplama aracı olarak iş içeriği anketi ve İskandinav kas iskelet sistemi bozukluğu anketini kullanmışlardır. 12 ay boyunca çalışma popülasyonunun %73'ünün kas-iskelet sisteminden kaynaklı bazı semptomlar yaşadığını çalışma sonuçları ortaya koymuştur. Farklı vücut bölgelerinde bildirilen semptomlarla bireysel, psikolojik ve fiziksel faktörlerin belirgin bir ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Önemli fiziksel faktörleri ağır nesnelerin taşınması veya kaldırılması, itilmesi veya çekilmesi, statik ve uygunsuz duruşlar olarak tespit etmişler. Psikolojik faktörleri çok hızlı çalışmak, çatışan talepler, zaman baskısı, diğer kişilerden veya

departmanlarda çalışmayı beklemek, kesintiler olarak adlandırmışlar. Sigara içiminin bireysel faktör olarak etkili olduğunu belirtmişlerdir. Neag vd. [160] çalışmalarında disiplinler arası bir yaklaşımı üretim sistemlerindeki çalışma koşullarının iyileştirilmesi için önermişler. Tekrarlanan görev, iş rotasyonu ve iyileşme süresi risklerinin işyerlerindeki ergonomik risk değerlendirmesine göre tanımlamışlar.

Tarım alanında ergonomik risklerin sınıflandırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda Kirkhorn vd. [161] kas-iskelet bozuklukları ve ergonomik riskler üzerine üretim tarımında yapmış oldukları çalışmanın ana odağını ergonomik çözümler ve güncel araştırmaları tarımdaki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları için ele almak oluşturmıştır. Taşınan ağırlık, hareket hızı, titreşim, uygunsuz duruş gibi ergonomik tehlikelerin varlığı veya kapsamı yapılan çalışmada elde edilen en yaygın sonuçtur. Salleh ve Sukadarin [162] çalışmalarında sık tekrar hareketi, uzun süreli durma, güçlü el eforu, uygunsuz diz çökme, ağır ve uygunsuz kaldırma, sık tekrarlamalı el hareketi, yüksek kuvvet, bileğin nötr pozisyondan tekrar tekrar sapması ve bükülmesi, uzun süreli durma, uzun süre ayakta durma ve bükme, alt ekstremitelerde sık tekrarlayan hareket olarak risk faktörlerini belirlemişlerdir. Thetkathuek vd. [163] Tayland'ın doğu bölgesindeki Kamboçyalı meyve tarlalarındaki çiftlik çalışanlarının yaptıkları işten kaynaklı kas-iskelet sistemi bozukluklarının neden olduğu semptomları etkileyen etmenleri belirlemeye çalışmışlardır. Kadınların erkeklere göre ergonomik risk etmenlerine (omuz yüksekliğinin üzerindeki işler ve ağır iş yükleri) daha fazla maruz kaldıklarını çalışmalarında ortaya koymuşlardır. Jara vd. [164] muz yetiştiriciliği ve üretiminde ergonomik riskleri tanımlamak için; manuel kaldırma için ISO 11228-1 ve 11228-2 yönergeleri, mesleki tekrarlanan eylemler kontrol listesi ve REBA yöntemlerini kullanmışlardır. Uygunsuz duruş, taşıma, yetersiz mola, kaldırma, yetersiz iyileşme, yoğun çalışma, kuvvet uygulaması şeklinde risklere maruz kalma çalışanlarda kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olan faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Mulyati vd. [33] çalışmalarında pirinç hasat işinde fiziksel iş yükünü etkileyen önemli faktörleri incelemişlerdir. Tekrarlı çalışma, hasat mevsimi boyunca her gün çalışmak, her gün sekiz saatten fazla çalışma, uygunsuz duruşu pirinç toplamadaki ergonomik risk faktörleri olarak belirlemişlerdir. Mishra ve Satapathy [165] ise yaptıkları çalışmada Odisha'daki (Hindistan) çiftçilerin ergonomik risk faktörlerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çiftçilerin böcek ilacı püskürtme, tohumlama, kazıma, ayıklama,

gübreleme, arazi hazırlama, harmanlama, hasat gibi pirinç yetiştirme süreçlerinde aldığı çeşitli duruşlardaki ergonomiyi değerlendirmişlerdir. Risk değerlendirmesinde önce RULA yöntemini kullanarak fiziksel ergonomik değerlendirme yapmış arkasından SWOT (Strengths Weaknesses Opportunities Threats, SWOT) analizini yaparak sonuca ulaşmışlardır.

Tekstil alanında ergonomik risklerin sınıflandırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda Meenaxi ve Sudha [23] kas iskelet sistemi bozukluklarının nedenleri ve önleyici tedbirleri hakkında bilgi vermeyi çalışmalarında amaçlamışlardır. Kas iskelet sistemi bozukluklarının ortaya çıkmasının uygunsuz ve statik duruşlarla, mobilya tasarımı, yeterli dinlenme verilmemesi ve çalışma süresi ile bağlantılı olduğunu tespit etmişlerdir. Vandyck ve Fianu [166] çalışmalarında Gana'daki hazır giyim sektöründe çalışanların yaşadığı ergonomik ve iş uygulamaları ile ilgili olarak tavan rengi, duvar yüzeyi, duruş, koltukların yükseklik ve derinlikleri, iş yerlerinin tasarımı, tekrarlayan hareketler, havalandırma, ışık, sıcaklık ve gürültüyü incelemişlerdir. Efe ve Efe [167] iş kazalarının oluşumunda tekstil sektöründeki ergonomik riskleri uygunsuz çalışma duruşları, tekrarlayan hareketler, ağır kaldırma, uzun süre çalışma, yoğun odaklanma, uzanma, çekme, dönme vb. hareketler olarak sınıflandırmışlardır. Nagaraj vd. [94] kas iskelet sistemi semptomları yaygınlığını ve ilgili ergonomik risk etmenlerini ayakta çalışan dikiş makinesi operatörleri (Standing Sewing Machine Operators, SSMO) arasında değerlendirmek için Sri Lanka tekstil endüstrisinde çalışma yapmışlar. Araştırma zayıf çevresel tekstil endüstrisinde kas iskelet sistemi hastalığı yaygınlığının SSMO'ların ergonomik risk faktörleri hakkındaki anlayışı geliştirerek ergonomik çalışma koşullarını iyileştirmeye yönelik prosedürlerin geliştirilmesine faydalı olacaktır. SSMO'lardaki kas-iskelet sistemi semptomlarını en yüksek uyluk, ayak, diz, alt bacak ve alt sırtta bulmuşlar. Kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının yüksek prevalansı SSMO'lar arasında gerek alt gerekse üst vücut kısımlarında görülmekte olduğunu yaşam kalitelerini arttırmak için daha fazla dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamışlar. Dinlenme alanında molalar esnasında oturma, uzanma, dolaşma, etkili iş rotasyonu, germe egzersizleri yaparak kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının yüksek prevalansının azaltılabilir sonucuna ulaşmışlardır. Malik vd. [92] çalışanların tekstil endüstrisinde İSG'yi sağlamak için ihtiyaçlarını, sorunlarını vb. araştırmayı amaçlamışlardır. Tehlike faktörlerini tekstildeki çalışma ortamına göre fiziksel,

ergonomik, kimyasal ve biyolojik olarak belirlemişlerdir. İşyeri ortamında kişisel koruyucu ekipmanların kullanımı, sigara içme vb. kişisel tehlike faktörlerini sıralamışlardır. Ahmed ve Raihan [168] 200 kadınla yaptıkları röportajda Bangladeş'teki bir hazır giyim sektöründeki kadın çalışanların yaşadıkları belli başlı hastalıkları tespit etmişlerdir. Kadın çalışanların muzdarip olduğu hastalıklar arasında yorgunluk, kaşıntı, kemiklerde problemler, ateş, solunum problemleri, bel ağrısı, karın ağrısı, soğuk algınlığı, mide ağrısı, deri iltihabı, heminthiasis, kürtaj, yetersiz beslenme, hepatit (Jandice) ve göz lekesi gibi sağlık sorunlarının olduğunu ortaya koymuşlardır. Tompa vd. [169] Yaklaşık 300 işçi çalıştıran Kanada'da bir giyim sektöründe, sağlık ve güvenliğin ekonomi ile bağlantısı konusunda incelemelerde bulunmuşlardır. Verileri anket yöntemi kullanarak elde etmişlerdir. Şirket perspektifinden elde edilen bulgularla maliyet açısından katılımcı ergonomi müdahalelerinin faydalı olabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Değişiklikler tipik olarak düşük maliyetli ve düşük teknoloji müdahalelerin tesis mekaniği ve bakım personeli tarafından uygulanması hem mali hem de sağlık cephesinde faydalar sağladığını ortaya koymuştur.

Tekstil çalışanlarının karşılaştıkları MSD riskleri ile ilgili olarak Öztürk ve Esin [2] bir tekstil şirketinde kadın dikiş makinesi operatörlerinde ergonomik risklerin ve MSD semptomlarının yaygınlığını kesitsel çalışmalarında belirlenmeyi amaçlamışlardır. Verilerin elde edilmesinde anket ve RULA yöntemini kullanmışlardır. Ergonomi ve MSD risklerini araştırmaya katılan kadınlarda yüksek bulmuşlardır. MSD rahatsızlıklarıyla ilgili olarak bir diğer çalışmayı Thangaraj vd. [170] özel referansla genel sağlık durumu ve MSD bozukluğunu tekstil kadın çalışanlarında değerlendirmeyi amaçlamışlardır. MSD ile mesleki ve belirli sosyodemografik faktörler arasındaki ilişkiyi tanımlamışlardır. MSD ile eğitim (ilkokuldan düşük ve ortaokuldan yüksek) ve yaş (30 yıldan az ve 30 yıldan fazla) arasındaki ilişki istatistiksel anlamlılık göstermiştir. Sırt ağrısının oturma işleriyle (terzilik, nakış vb.) ayakta durmaya göre önemli ölçüde ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışma, kadın tekstil işçileri arasında MSD'nin bel ağrısı ile birlikte yaygın olduğunu ortaya koymuştur. Meenaxi ve Sudha [23] ise MSD hakkında önleyici tedbirleri ortaya koymayı "Tekstil Endüstrisinde MSD'nin Nedenleri" üzerine yapmış oldukları çalışmalarında ortaya koymayı hedeflemişlerdir. Çalışma ortamının tipik sağlık etkileri işitme kaybı, yorgunluk, baş ağrısı, düşük iş performansı, görme bozukluğu ve MSD sorunlarıdır.

Tekstil endüstrisinde çalışanların ayakta durarak veya oturma pozisyonunda çalışırken ciddi MSD'lerin ortaya çıkması ile mobilya tasarımı, uygunsuz duruş, yetersiz molalar, çalışma süresi ve statik duruş ilişkilidir. Sağlık etkileri uzun süre maruz kaldıktan sonra veya yıllar sonra ortaya çıkabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Nagaraj vd. [94] çalışmalarında Sri Lanka tekstil endüstrisindeki çalışanların MSD ve ergonomik risk faktörlerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Anket, Zorlanma İndeksi (Strain Index, SI) ve REBA yöntemlerini kullanmışlardır. Ayakta dikiş makinesi operatörleri arasındaki en yaygın MSD'leri alt sırt, alt bacak, uyluk, diz ve ayakta bulmuşlardır.

Tekstil fabrikasında rastlanan ergonomik risklerle ilgili olarak Dsingh ve Kaur [143] çeşitli MSD bozukluklarını Patiala bölgesi el sanatları endüstrisinde çalışan kadınlarda tanımlamayı hedeflemişlerdir. Çalışma esnasında çalışanlar uzun süre aynı duruşla devam ederler. Bundan dolayı iş kapasitesinde azalma ve çalışanlarda kas ağrılarının olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Diğer bir çalışmada Sealetsa ve Thatcher [171] bedensel rahatsızlık algılarının iş yükü ile çalışma alanlarındaki olası ergonomi eksikliklerini Botsvana'da bir tekstil endüstrisindeki dikiş makinesi operatörleriyle tanımlamayı amaçlamışlardır. Verilerin elde edilmesinde anket yöntemini kullanmışlardır. Dikiş makinesi operatörleri arasında yaşanan en yaygın rahatsızlıkların omuz, boyun ve sırtta meydana geldiğini belirlemişlerdir. Çalışanların çalışma hayatını iyileştirmek, iş istasyonlarının ve oturma yerlerinin yeniden tasarımı için müdahale stratejilerine temel ergonomi prensiplerini dâhil etmeyi bu çalışma önermektedir. Najarkola ve Mirzaei [172] bir tekstil fabrikasında yaptıkları çalışmada çalışanların çeşitli görevleri yaparken üst ekstremitelerde meydana gelen MSD hastalıkları risk faktörlerini değerlendirmeyi hedeflemişlerdir. Ergonomik risk faktörleri olan uygunsuz ve statik duruş, kuvvetli eforlara uzun süre maruz kalma, tekrarlama hareketleri, titreşim ile MSD bozuklukları arasındaki ilişkiyi güçlü bir şekilde ortaya koymuşlardır. Ergonomi açısından çalışma ortamlarını değerlendirmek için Kaya [83] 10 farklı tekstil işletmesini Çorum, Bursa ve İstanbul illerinde gözlem yaparak kumaş kesim, kalite kontrol, imalat ve depo bölümlerini değerlendirmişlerdir. İncelemede bulundukları işletmelerin ergonomik açıdan çalışma ortamlarının uygun olan ve olmayan durumlarını tespit ederek önerilerde bulunmuşlardır. Aksüt vd. [173] kadınların yoğun olarak çalıştığı Yozgat ili sınırları içerisindeki bir tekstil fabrikasında ergonomik risk açısından fabrika bölümlerinin sıralanması problemini ele

almışlardır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden PROMETHEE ve ANP yöntemlerini problemin çözümünde kullanmışlardır. Altı alternatif, altı kriter, 37 alt kriterin belirlendiği çalışmada ele alınan kriterler literatürde yapılan çalışmalar ve uzman kişilerle belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıklarını ANP yöntemi ile bulurken alternatiflerin sıralanmasında PROMETHEE yöntemini kullanmışlardır. Kadınların yoğun olarak çalıştığı Dikimhane bölümü ergonomik risk açısından yapılan sıralamada ilk sırada yer almıştır.

Tekstil fabrikalarının üretim bölümleri ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda Balasundaram vd. [30] Etiyopya'daki Dire Dawa tekstil fabrikasının üretim departmanındaki (Dokuma Birimi) çalışanları etkileyen ergonomik sorunlarını ortaya çıkarmayı hedeflemiştir. Çalışma çevresi kaynaklı; toz, ses, sıcaklık problemleri çalışma süresi kaynaklı; vardiya, ücret sistemi problemleri makinelerden kaynaklı; ergonomik problemlerin varlığını ortaya koymuşlardır. Kaya ve Özok [84] ise yaptıkları çalışmada tekstil fabrikasının üretim bölümünde çalışanların yaşamış oldukları fiziksel rahatsızlıklar ile ilgili olarak ergonomik risk faktörlerini belirleyip sektöre özgü değerlendirmeler ve öneriler sunmuşlardır. Fiziksel rahatsızlık anketinin kullanıldığı çalışmada, çalışma ortamı tasarımının ergonomik açıdan uygun olmadığı ve tasarlanmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bir diğer çalışmada Comper ve Padula [174] bir tekstil fabrikasındaki iki üretim bölümünün çalışanları arasında ergonomik risk faktörlerine maruz kalma seviyelerini ölçmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla 107 çalışanda İş Faktörleri Anketi (Job Factors Questionnaire, JFQ) ve Hızlı Maruziyet Değerlendirme Ölçütü (Quick Exposure Check, QEC) araçlarını uygulamışlardır.

Dikiş makinesi operatörleri ile yapılan çalışmalarda ise Delleman ve Dul [175] on farklı kombinasyonda dikiş makinelerindeki masa eğimi, pedal pozisyonu, masa yüksekliğini dikkate alarak buradaki çalışma pozisyonları ve çalışanların duruşlarına dair algılarını ölçmüşlerdir. Dikiş masası yüksekliğinin ayarlanabilir olmasıyla dikim sırasında kas-iskelet sistemi üzerine binen yükün azalacağını vurgulamışlardır. Szabo vd. [80] özellikle kadınların yoğun olarak çalıştıkları mesleklerde mesleki manyetik alana (Magnetic Field, MF) maruz kalmaya dair kapsamlı bir çalışma olmadığını vurgulayarak, mesleki 50 Hz MF kişisel maruziyeti kadın dikiş makinesi operatörleri arasında araştırmayı amaçlamışlardır. Yaptıkları araştırma sonucunda kullanılan dikiş makinesi yaşının kadınların kişisel MF maruziyetini belirlemede en önemli faktör olduğunu ortaya

koymuşlardır. Dianat vd. [93] Kas-iskelet sistemi semptomlarının yapılan iş ve kişisel özelliklerle olan ilişkisini İranlı dikiş makinesi operatörleri arasında incelemişlerdir. 251 dikiş makinesi operatörünün katılımıyla yaptıkları çalışmada kas-iskelet sistemi semptomlarının oluşumunu ve çalışma koşullarını değerlendirmişlerdir. Kas-iskelet sistemi semptomlarını özellikle sırtta, el ve bileklerde, boyun ve omuzlarda yüksek olarak bulmuşlardır. Bu çalışma grubunun ergonomik müdahalelere, çalışma koşullarının iyileştirilmesine ihtiyaç duyduğunu vurgulamışlardır. Hoque vd. [176] TOPSIS yöntemini kullanarak 105 dikiş makinesi operatöründe var olan kas-iskelet sistemi sorunlarının kaynağını belirlemeyi hedeflemişlerdir. Yaptıkları çalışma neticesinde diğer dikiş makinelerine göre kilit dikiş makinelerinin daha riskli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Habib [90] fiziksel risk faktörlerini Bangladeş'te bulunan bir hazır giyim fabrikasında çalışan dikiş makinesi operatörlerinde belirlemeyi hedeflemişlerdir. Hastalık iznine, iş değiştirmeye, kas-iskelet sistemi şikâyetlerine sebep olan ergonomik risk faktörlerinin tekrarlayan el ve kol hareketleri, boyun ve sırtın uygunsuz duruşlarının kombinasyonu, yeterli molalar olmaksızın uzun çalışma saatleri, zayıf ergonomik iş istasyonları olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Merisalu vd. [177] çalışmalarında dikiş makinesi operatörleri arasında MSD'lerin yaygınlığını ve işle ilgili bireysel risk faktörleri arasındaki ilişkileri tanımlamayı hedeflemişlerdir. Çalışma sonucunda MSD'lerin yaygın olarak dikiş makinesi operatörlerinde görüldüğü en sık bildirilen ağrı bölgelerinin ise boyun, bel, omuz ve el bileği olduğunu belirtmişlerdir. Bulduk vd. [178] MSD risk faktörlerine maruz kalmayı azaltmada ergonomi eğitiminin etkisini dikiş makinesi operatörleri arasında değerlendirmeyi hedeflemişlerdir. Türkiye'deki tekstil endüstrisinde düşük maliyetli bir müdahale olarak germe egzersizleri, yük taşıma prosedürleri, doğru çalışma duruşu üzerine ergonomi eğitiminin MSD'lerdeki riskleri düşürmek adına yararlı olduğu neticesine ulaşmışlardır. Gahlot vd. [89] çalışmalarını Haryana'nın Hisar eyaletinde son 4 yıldan beri dikiş makinesi operatörü olarak çalışan 80 kadın ile gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında bu işçilerin sağlık sorunlarının araştırılmasını amaçlamışlardır. Verileri iyi planlanmış ve önceden test edilmiş bir anketi görüşme programı ile birlikte kullanarak elde etmişlerdir. Dikiş makinesi operatörlerinin yaşadıkları sağlık sorunlarının çeşitli psikolojik, fizyolojik ve semptomatik sorunlar olduğunu belirtmişlerdir. Jalilian vd. [179] çalışmalarında, ELF-MF'ye (Extremely Low Frequency Magnetic Fields, ELF-MF) maruz kalan işçiler arasında AD (Alzheimer's Disease, AD) riskini değerlendirmek amacıyla literatür taraması yaparak

analizini gerçekleştirmişlerdir. Birçok meslek dalında (elektrik hizmet işçileri, kaynakçılar, dikiş makinesi operatörleri, tren sürücüler gibi) çalışanların ELF-MF alanında mesleki maruziyete kalındığını belirtmişlerdir. AD hastalığı için ELF-MF maruziyetinin bir risk faktörü olduğunu gösteren bazı kanıtların var olduğunu ortaya koymuşlardır. Eladly vd. [180] çalışmalarında dikiş makinesi iş istasyonundaki farklı dikiş masası yüksekliklerini ve eğim açılarını operatörün antropometrik verilerine dayalı olarak yeniden tasarlamayı hedeflemişlerdir. Dikiş masası tasarımında yükseklik, eğim açıları, operatörün BKİ, dikiş makinesi tipi olmak üzere dört ana faktörü incelemişlerdir. Çalışmayı test ettikleri her bir faktörün avantaj ve sınırlılıklarını belirtmek için yapmışlar. Farklı ölçüm teknikleriyle; üretim oranları, öznel bilgi, çalışma duruşları (boyun ve gövde eğim açıları, kinematik aşamada baş) ölçülmüştür. Dikiş makinesi operatörlerinin dikiş makinesinin tipinden ve antropometrik ölçümlerinden kinematik aşamadaki oturma duruş açılarının etkilendiğini belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmanın sonucunda bu iki faktörün dikiş makinesi iş istasyonunun ergonomik olarak tasarlanmasında dikkate alınması gerekliliğini ortaya koymuşlardır. Mehta vd. [88], Haryana'nın Hisar eyaletinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında çalışma alanı tasarımını ve iş organizasyonunu değerlendirmek, dikiş makinesi operatörleri arasında kas-iskelet sistemi semptomlarını ve iş sağlığı sorunlarını belirlemek amacıyla 60 katılımcı ile çalışmalarını yapmışlar. Yaşanılan sağlık sıkıntılarını boyun ağrısı, bel ağrısı ve diz ağrısı olarak tespit etmişler. Aksüt vd. [181] Kadınların yoğun olarak çalıştığı tekstil fabrikasının dikim bölümündeki kadın çalışanların ergonomik risklerini ÇKKV yöntemlerinden ANP'yi kullanarak belirlemişlerdir. Uzman görüşleri doğrultusunda altı kriter ve 36 alt kriterin ağırlıklandırılmasını yaparak sıralamayı oluşturmuşlardır. Yapılan ağırlıklandırma sonucunda çevresel risk faktörlerinde; gürültü, toz, termal konfor fiziksel risk etmenlerinde; uzun süre oturarak çalışma, tekrarlayan hareketler ve uygunsuz duruş örgütsel risk etmenlerinde; monoton çalışma, çalışma tasarımı, iş rotasyonu psikososyal faktörlerde; iş stresi, yetersiz yönetim, ücret bilişsel risk etmenlerinde; zihinsel iş yükü, iş stresi ve eğitim, karar verme bireysel risk faktörlerinde; gebelik, yorgunluk, sigara içme şeklinde ilk üç kriterin ağırlık sıralamasını elde etmişlerdir.

Ergonomik personel planlaması ile ilgili olarak Seçkiner ve Kurt [182], çalışmalarında minimum zorlanma ile maksimum hizmet elde etmek için tur çizelgelerine rotasyon çizelgelerinin entegre edilmesine dayalı bir tam sayılı programlama modeli

önermişler. Rassal verilerle modelin geçerliliğini denemişlerdir. Sato ve Coury [183] ise çalışmalarını iş değişkenliğine maruz kalan bireyler arasında, kas-iskelet sistemi bozukluklarına bağlı önceki hastalık izni oluşumlarının analizi yoluyla, iş değişkenliğine maruz kalan bireyler arasında, rahatsızlık ve efor algısı gibi nispeten kısa vadeli göstergelerle, uzun vadeli çalışan sağlığı göstergelerini karşılaştırmak için yapmışlar. Aptel vd. [184], çalışmalarında kas-iskelet sistemi bozukluğu risk faktörlerini azaltan bir iş istasyonu rotasyon sistemi tanımlamak için bir yaklaşım önermeyi ve verimli bir sistemin kurulmasını sağlayan parametreleri listelemeyi hedeflemişlerdir. Bunu başarmak için, iş istasyonu rotasyonuna tabi iki elektrikli ev aletleri montaj hattında ergonomik bir çalışma gerçekleştirmişler. Bir iş istasyonu rotasyon sisteminin başarı koşullarının daha iyi tanımlanmasına yardımcı olabilecek bir mantık şeması önermişler. Bu şemayı bağlamin ergonomik çalışması, bilimsel bilginin entegrasyonu, rotasyon sisteminin uygulanmasında ustalık, sonuçların değerlendirilmesi ve takibi olmak üzere dört tamamlayıcı boyuta dayandırmışlar. Keir vd. [185] çalışmalarında, kas aktivitesi ve eforu üzerinde kaldırma ve kavrama arasındaki iş rotasyonunu değerlendirmeyi amaçlamışlardır. İş rotasyonunun çalışanlar arasındaki risklere maruz kalmayı dengelediğini, bu sayede gözlemlenen etkilerin derecesinin ilgili kas gruplarına bağlı olduğunu doğrulamışlardır. Cuesta vd. [186] çalışmalarında kas iskelet sistemi rahatsızlıklarıyla ilişkili önemli bir risk faktörü olan tekrarlı hareketlerin yaşandığı çalışma ortamlarındaki kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını önlemeyi amaçlayan rotasyon programları elde etmek için genetik bir algoritma sunmuşlar. Otto ve Scholl [187] çalışmalarında çalışanlar arasında ergonomik riskleri dengeleyen etkili iş rotasyonu programları oluşturmanın yollarını incelemişler. Sorunun pratik önemini, otomobil endüstrisinden örnekler üzerinde kapsamlı bir şekilde tartışarak ergonomik iş rotasyonu çizelgeleme problemini sunmuşlardır. Huang ve Pan [188] çalışmalarında bir RGB-D kamera sistemi kullanarak otomatik olarak tahmin edilen, bireysel antropometrik ölçümlere dayalı ergonomik bir iş rotasyonu stratejisi sunmuşlar. İş atama kararlarını, her birinin ayrıntılı özelliklerine göre belirlemişler. Atamada her iş istasyonunun çevresel kısıtlamaları ve her operatörün öngörülen insan boyutlarını dikkate almışlar. Deneylerin sonuçları, önerilen sistemin ortalama ergonomik riskleri ve yüksek riskli çalışma koşullarına maruz kalan operatörlerin sayısını büyük ölçüde azaltarak endüstriyel güvenliği ve sağlığı iyileştirebileceğini ortaya koymuşlar. Song vd. [189] çalışmalarında, genel iş yükünü azaltma yaklaşımı ile kas-iskelet sistemi bozukluklarını en

aza indirmeyi amaçlayan bir tür iş rotasyon algoritması önermişlerdir. Vangelova vd. [190] çalışmalarında vardiyalı çalışan yayın mühendislerindeki kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının oranını ve belirtilerini ortaya çıkarmayı hedeflemişler. Farklı vardiyalı çalışma programlarında çalışan 168 yayın mühendisinin işyerlerinin iş analizi ve ergonomik değerlendirmesini yapmışlar. Ergonomik ve iş organizasyonu problemi, iki monitörde eşzamanlı çalışma ve vardiya sırasında işyeri değişikliklerini problem olarak tespit etmişler. Yayın personeline stres, yorgunluk ve sağlık risklerini azaltmak için işyeri ergonomisini ve iş organizasyonunu iyileştirmeye yönelik önlemler önermişlerdir. Mossa vd. [191] çalışmalarında yüksek sıklıkta tekrarlı, düşük yüklü manuel görevler (örneğin, montaj hatları) ile karakterize edilen çalışma ortamlarında optimum iş rotasyonu programlarını bulmayı amaçlayan OCRA (Operational Competitiveness Rating, OCRA) tabanlı bir karma tamsayı doğrusal olmayan programlama modeli önermişler. Model, sistemin üretim oranını en üst düzeye çıkarmayı, insan iş yüklerini kabul edilebilir sınırlar içinde birlikte azaltmayı ve dengelemeyi amaçlamaktadır. Wongwien ve Nanthavanij [192] çalışmalarında çok amaçlı ergonomik işgücü çizelgeleme problemini üç amaç ile formüle etmişler. Bunlar kullanılan çalışan sayısını en aza indirmek, toplam çalışan-görev uyum puanını en üst düzeye çıkarmak ve toplam çalışan-görev değişimini en aza indirmek şeklindedir. Tamsayı doğrusal programlama modeli ve sezgisel prosedürün, küçük ve büyük çok amaçlı ergonomik iş gücü çizelgeleme problemlerini çözmek için kullanılabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Otto ve Battaia [36] çalışmalarında montaj hattı iş rotasyonu ve dengeleme planlaması için fiziksel ergonomik riskleri içeren optimizasyon modellerini incelemişler. Montaj hatlarındaki ergonomik risklerin, iş görevlerinin planlanmasında dikkate alınması durumunda önemli ölçüde azalabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Dickhout vd. [193] çalışmalarında, bir kadın popülasyonunda kas yorgunluğu göstergeleri üzerindeki etki için işlevsel olarak farklı iki görev arasında dönüşümlü, tek bir göreve devam etme ve değişen görev sırasını değerlendirmişler. İş rotasyonu etkinliğinin, kısmen farklı kas gruplarını içeren görevlerin seçilmesine bağlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Şenyiğit ve Atici [194] çalışmalarında kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olan ergonomik risklerin makine planlaması üzerindeki etkisini analiz etmişler. RULA yöntemini kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını değerlendirmek için kullanmışlar. Ergonomik riskler, atama problem modelinde bileşik bir risk indeksi olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan atama problem modellerini LINGO yardımı ile çözmüşler.

Hochdörffer vd. [195] çalışmalarında her bir rotasyon turu için zamanlama problemini aşamalı olarak çözen ve bütün bir iş günü için bütünsel bir iş rotasyonu çizelgesi oluşturan doğrusal programlama tabanlı bir buluşsal yöntem kullanmışlar. Kısa vadeli personel planlamasına sunulan yaklaşım, VBA tabanlı bir yazılım prototipinde uygulamışlar ve bir Alman otomotiv üreticisinin son montaj hattında test etmişler. Moussavi vd. [196] matematiksel bir model kullanarak optimal bir iş rotasyonu dizisi tasarlayarak günlük iş yükünü hafifletmeyi amaçlamışlar. Çalışmaları iki ana adımdan oluşmaktadır. İlki, farklı işlerin fiziksel iş yükünü değerlendirmek için iş istasyonlarının ergonomik bir analizidir. Her işin fiziksel iş yükünü belirlemek için şirket içi bir risk değerlendirme yöntemi kullanmışlar. İkinci adımda, iş rotasyonunu planlamak ve kümülatif iş yükünü optimize etmek / dengelemek için matematiksel bir model geliştirmişler. Önerilen iş rotasyonu stratejisi, rotasyonun gruplar arasında değil, yalnızca belirli gruplar içinde gerçekleştiğini dikkate alarak, çalışanlar arasında günlük kümülatif iş yükünün dağılımını ve sapmasını azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Karhula vd. [197] çalışmalarında ergonomik vardiya çizelgeleme kurallarının uygulanmasının sosyal ve sağlık hizmeti çalışanlarının çalışma saati özelliklerini değiştirip değiştirmediğini anket yanıtlarına göre bir müdahale grubunu bir kontrol grubuyla karşılaştırmışlardır. Neag vd. [160] çalışmalarında, disiplinlerarası bir yaklaşımla üretim sistemlerindeki çalışma koşullarının iyileştirilebileceğini öngörmüşler. Riskleri ergonomik risk değerlendirmesine göre tekrarlanan görev, iş rotasyonu ve iyileşme süresi olarak tespit etmişlerdir. Savino vd. [198] çalışmalarında bir işçinin ergonomik maruziyetinin işgücü tahsisinin sonuçlarını ve üretim performansları üzerindeki göreceli etkisini nasıl etkileyebileceğini araştıran işgücü planlama problemini ele almışlardır. Adem ve Dağdeviren [199] çalışmalarında çalışma ortamında karşılaşılan en önemli fiziksel risk etmenlerinden biri olan termal konfor açısından çalışanların bu riski paylaşması amaçlı ergonomik iş çizelgeleme temelinde matematiksel bir model önermişlerdir. Yapılan iş ataması ile çalışanların termal açıdan rahatsız olmayacakları sonucuna ulaşmışlardır.

5. BULGULAR

5.1. Firma Tanıtımı

Firma Yozgat'ta tekstil alanında faaliyet göstermektedir. 338 çalışanı bulunmaktadır. Firmada 3 bina bulunmaktadır. Başka bir şirket adı altında dördüncü bina olan baskı bölümü yer almaktadır. Birinci binada kumaş depo, ikinci binada kesim, üçüncü binada; dikim, kalite kontrol, ütü ve paket dördüncü binada ise baskı bölümü yer almaktadır. Üretilen ürünleri yurt dışına pazarlamaktadırlar. Penye üretimi üzerine çalışmaktadırlar. Diğer ürünler üzerine de sipariş geldiğinde onlardan da üretim yapmaktadırlar. Günlük üretim miktarı ortalama 22.000 tanedir. Üç ortak tarafından işletilmekte olan şirket iki şubeden oluşmaktadır. Ana şube İstanbul'da bulunmaktadır. Her iki şubede toplam aylık ortalama dört milyon ürün üretilmektedir. Ülke bazlı çalışmaktadırlar. Ürünleri İngiltere, İspanya, Almanya, Fransa, İtalya, Çek Cumhuriyeti, Hollanda bazen de Amerika Birleşik Devletleri'ne ihraç etmektedirler. Yurt içine satış yapmamaktadırlar. Sabah 8.00 akşam 18.30 saatleri arasında çalışma yapmaktadırlar. Öğle molasını 12.30-13.30 saatleri arasında bir saat süre ile yapmaktadırlar. Ayrıca 15 dakikalık 4 mola vermektedirler. Korona dolayısıyla 15 dakikalık molalar 3 grup halinde yapılmaktadır. Firmada çalışmanın yapılmasına verilen izin Ek.1'de yer almaktadır.

5.2. Bölüm Çalışanlarının Dağılımı

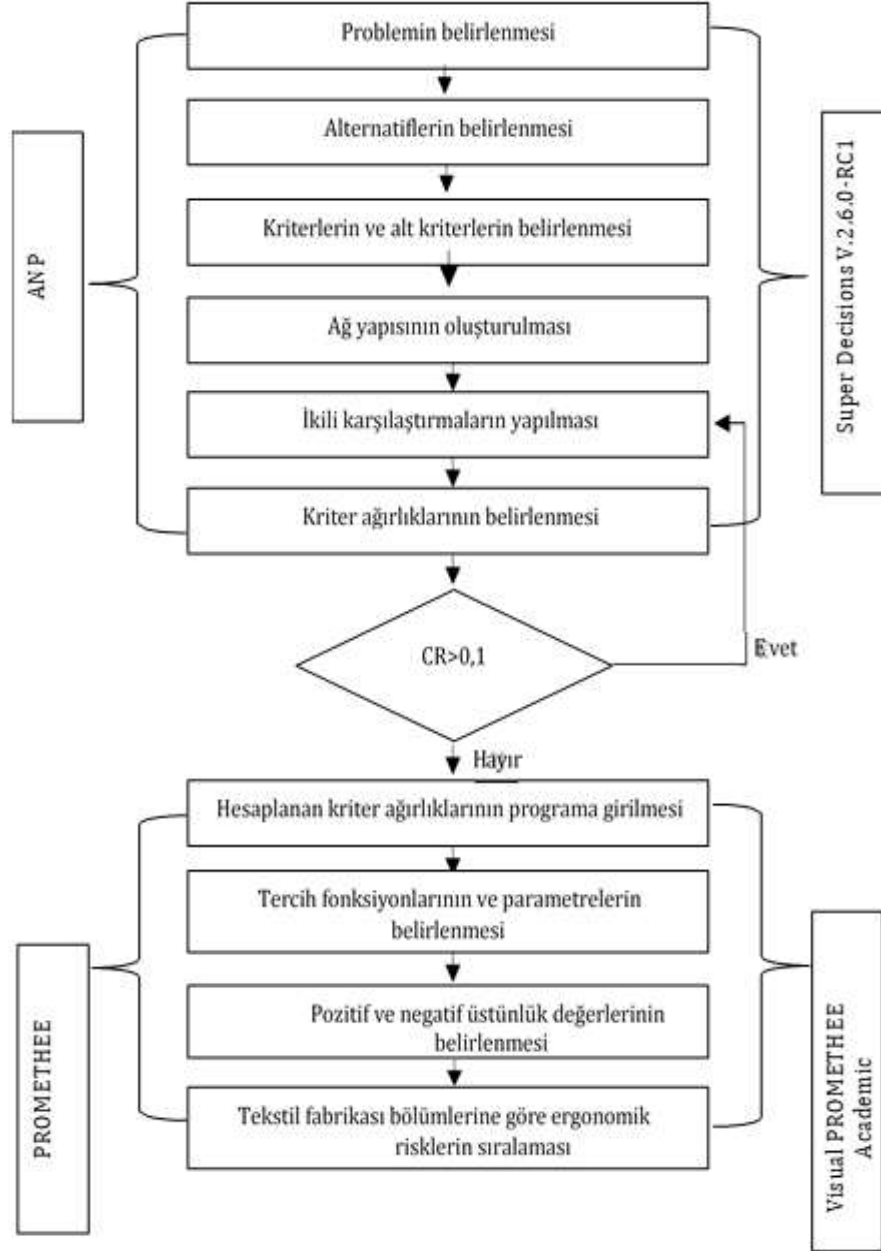
Fabrika bölümlerine göre çalışanların cinsiyeti ve sayısı Tablo 5.1'de sunulmuştur.

Tablo 5.1. Fabrika Bölümlerine Göre Çalışanların Dağılımı

	Erkek Çalışan Sayısı	Kadın Çalışan Sayısı	Toplam
Kesimhane	21		21
Baskı	11		11
Dikimhane	110	106	216
Ütü	22		22
Kalite Kontrol		16	16
Paket	6	7	13
Sevkiyat	5		5
İdari, Temizlik, Bakım ve Onarım	28	6	34

5.3. Tekstil Fabrikasında ANP Yönteminin Uygulaması

Şekil 5.1’de problemin akış şeması yer almaktadır.



Şekil 5.1. Problemin Akış Şeması [173].

5.3.1. Problemin Belirlenmesi

Tekstil sektöründeki dünya çapındaki yoğun rekabet ve çalışma ortamındaki olumsuz şartlar iş kazaları, meslek hastalıkları ve işle ilgili hastalıkları beraberinde getirmektedir. Türkiye'nin en önemli sektörlerinden biri olan tekstil sektörünün rekabet gücünü artırması ve kaliteli üretim yapması oldukça önemlidir. Bunun için işçilerin sağlık ve güvenlik önlemlerinin alınmasına dair ergonomik risklerin belirlenmesi ve giderilmesine yönelik çalışmaların yapılması önem arz etmektedir. Kadınların yoğun olarak çalıştığı bu alanda önemli bir risk faktörü olan ergonomik risklere yeteri kadar önem verilmemektedir. İnsanların ergonomi hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması, bu yüzden tekstil fabrikalarında çalışan kadınlardaki artan kas iskelet sistemi rahatsızlıkları problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan bu çalışmanın amacı da kadınların yoğun olarak çalıştığı oldukça önemli olan tekstil sektöründeki ergonomik riskleri firma bölümlerini dikkate alarak çok kriterli karar verme yöntemi ile belirleyerek sıralamaktır.

5.3.2. Alternatiflerin Belirlenmesi

Tekstil fabrikası yöneticilerinden elde edilen bilgiler sonucunda fabrika altı alternatif bölüme ayrılarak araştırma gerçekleştirilmiştir. Alternatifler Tablo 5.2'de gösterilmiştir.

Tablo 5. 2. Alternatiflerin Belirlenmesi [173].

Alternatifler	Alternatifler Hakkında Bilgi
Kesimhane	Kesimhane; Plotter, kumaş açma, kumaş serme (pastal), cutter ve meto bölümlerinden oluşmaktadır. Kesimhanede öncelikle İstanbul’da genel merkez tarafından mail yoluyla gönderilen kalıpların plotter (çizici) makinasından çıktıları alınır. Serilen kumaş üzerine yapıştırılarak cutter makinasında kalıpların kesimi gerçekleştirilir. Kesilen kalıplar parçaların sırasının, renk tonlarının, bedenlerinin karışmaması amacıyla, üzerinde bu bilgilerin bulunduğu etiketleri yapıştırmaya yarayan meto makinasıyla yapıştırma işlemi gerçekleştirilir. Kalıplar tasnif edilerek buradan dikime gönderilir.
Dikimhane	Kesimhaneden çıkan ürünler ile aksesuarlar bantlara planlanır. Arabalara yerleştirilerek bantların önüne teslim edilir. Ürünler dikilmeye başlar. Dikim bölümünde üç çeşit makine ile çalışma yapılmaktadır. Overlock, Singer ve Reçme makinalarıdır. Dikiş makinelerinden başka bu bölümde biye kesme makinesi var olup yakalara çekilen biye kesilir. Dikilen penyedeki fazla ipliklerin kesilip koparılması ise temizleme makinesinde gerçekleştirilir. Dikilen ürünler kalite kontrol ve ütü bölümüne geçer.
Kalite Kontrol	Ütü öncesi kalite kontrol işlemi yapılmaktadır. Arkasından ütü yapıldıktan sonra tekrar kalite kontrol işlemi yapılmaktadır. Ütüden gelen ürünlere yıkama talimatı, beden, fiyat, ülke ve marka adları basılır. Kalite kontrolde ürünlerin iplik, sökük, defo, yırtık, dikiş, etiket, yıkama talimatı ve lekesi yönünden kontrolü yapılmaktadır. Bedenlerine göre ürünler yine burada ayrılır (S, M, L vb.). Beden ölçüsünü gösteren stickerlar yapıştırılarak paketleme bölümüne gönderilir.
Ütü	Ön kalite kontrolden geçen ürünler ütü bölümüne gelip buradan ütülendikten sonra son kalite kontrole gelmektedir.
Baskı Bölümü	Testten geçen su bazlı boyalar baskı bölümünde kullanılır. 17 ve 14 kafadan oluşan iki farklı baskı makinesi mevcuttur. Azda olsa var olan dijital baskı makinası da kullanılabilmektedir.
Paketleme ve Sevkiyat	Etiket bölümünden gelen ürünler metal dedektörlerden geçerek paketleme bölümüne gelirler. Burada firmanın belirtmiş olduğu katlama şekline göre katlama yapılır ya da askıya takılır. Ürünler poşetlenirken poşet içerisine müşterinin isteğine göre 5’li, 10’lu sayılar halinde konulabildiği gibi özellikle online satış için tek tekte konulabilmektedir. Ürünler asortili üretimde müşterinin asorti raporu ile bildirdiği beden, renk ve adet asortisine göre kolilenir. Poşetlenen ürünler kolilerin içine yerleştirilerek bantlanır. Paketleme bölümünden gelen ürünler sevkiyat bölümüne gönderilerek sevkiyat işlemi gerçekleştirilmektedir.

5.3.3. Kriterlerin Belirlenmesi

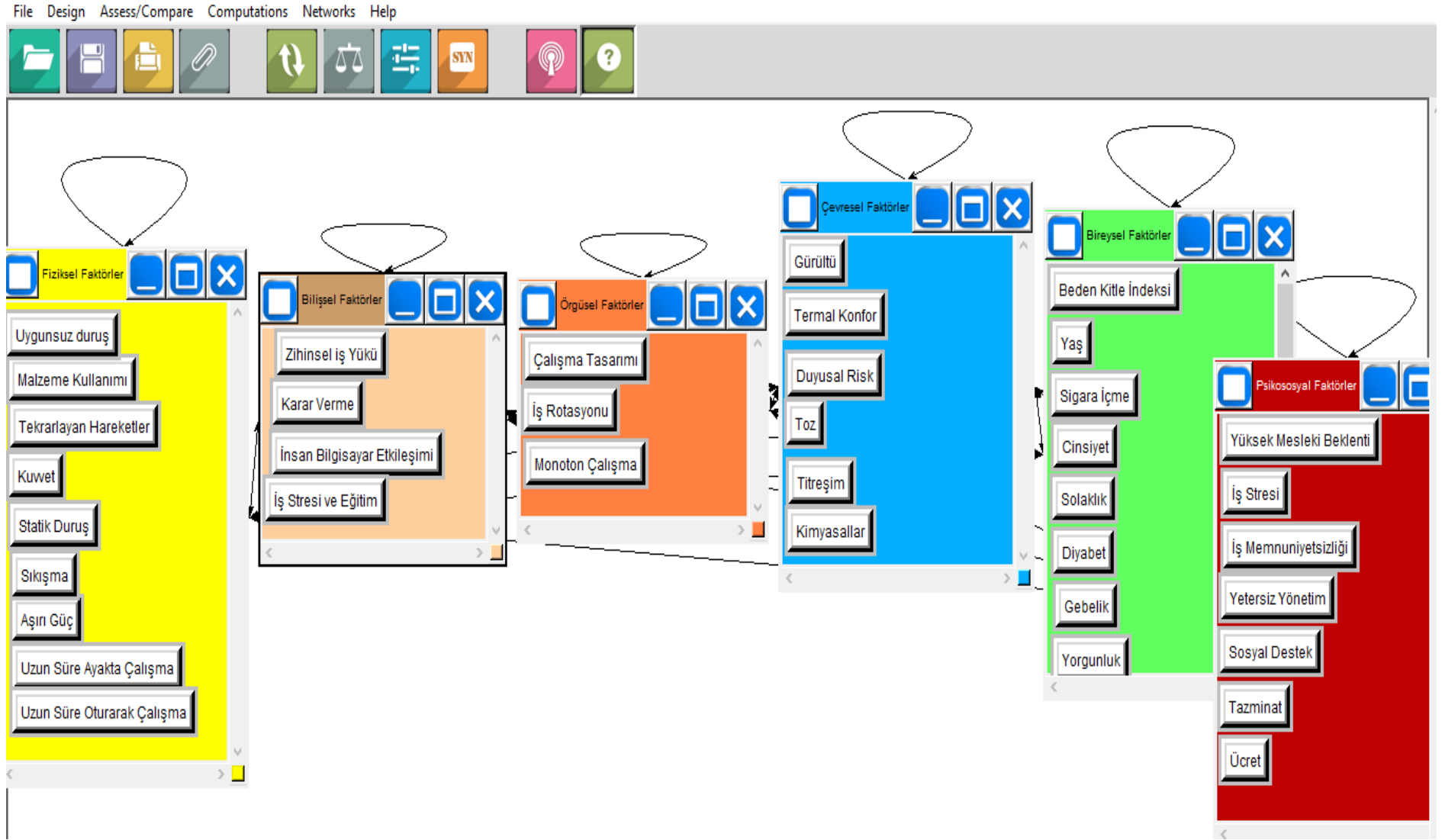
Kriterler ve alt kriterler literatür taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Kriter ve Alt Kriterler Tablo 5.3'te yer almaktadır.

Tablo 5. 3. Kriterlerin Belirlenmesi [173].

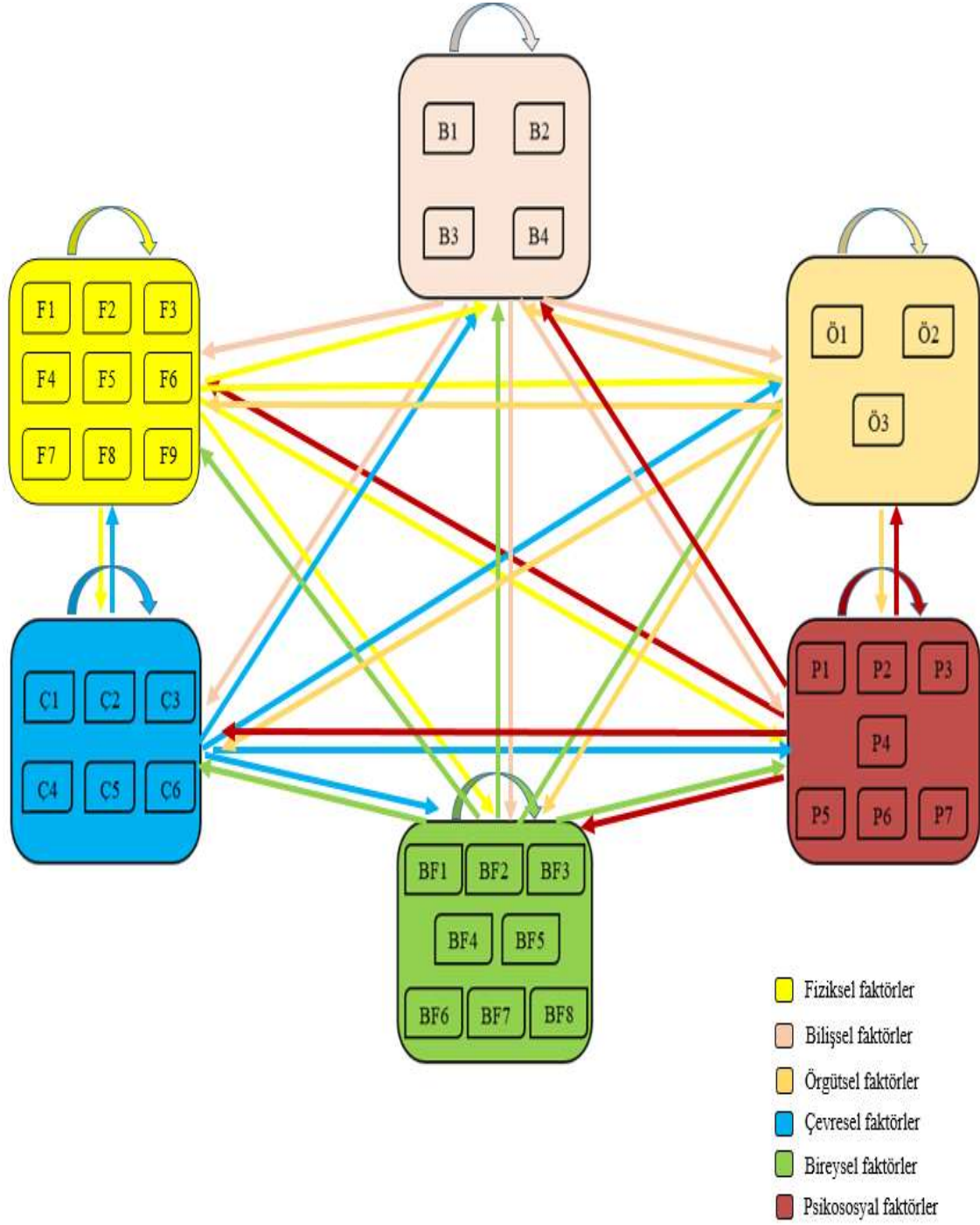
Kriterler	Kriterler Hakkında Bilgi
Fiziksel Faktörler	Fiziksel ergonomi fiziksel etkinliklerle ilişkili olarak insanların anatomik, antropometrik (insan vücudunun boyutlarıyla ilgilenen bilim dalı), biyomekanik ve fizyolojik özellikleriyle ilgilenmektedir [35]. Fiziksel iş yükü faktörlerine maruz kalmanın yoğunluğu, sıklığı ve süresi fiziksel ergonomik risklerin seviyesini belirlemektedir [36]. Fiziksel faktörlerin alt kriterleri uygunsuz duruş, malzeme kullanımı, tekrarlayan hareketler, kuvvet, statik duruş, aşırı güç, sıkışma, uzun süre ayakta çalışma, uzun süre oturarak çalışma olarak belirlenmiştir.
Bilişsel Faktörler	Bilişsel ergonomi zihinsel süreçler olan akıl yürütme, algı, bellek ve motor yanıtla ilgili olup bir sistemin öğeleri ile insanlar arasındaki etkileşimleri etkiler [15]. Önemli bir disiplin olarak CE yaklaşık 40 yıldır bilinmektedir [43]. Bilişsel ergonomide odak; insan-sistem etkileşimini, insanın bilişsel işleyişi ve bunu etkileyen koşulları insan bilişsel yetenekleri ve sınırlamaları ile uyumlu hale getirmektir [44]. CE'deki klasik konular arasında karar verme, bilgi sunumu ve görselleştirme, bilişsel görevleri analiz etme ve modelleme, işbirlikçi yönler ile iş stresinin incelenmesi, iş yükü yer alır [43]. Bilişsel faktörlerin alt kriterleri karar verme, zihinsel iş yükü, iş stresi ve eğitim, insan bilgisayar etkileşimi, olarak belirlenmiştir.
Örgütsel Faktörler	Organizasyon yapıları, politikaları ve süreçlerini de kapsayacak şekilde sosyoteknik sistemlerin optimizasyonu ile ilgilenmektedir [35]. Çalışma tasarımı, iş rotasyonu, monoton çalışma alt kriterler olarak belirlenmiştir.
Çevresel Faktörler	Çalışan insanların verimliliğini etkileyen en önemli faktörlerden biri de çevresel faktörlerdir. Bu faktörlerin iyileştirilmesi çabaları çalışanları olumlu yönde etkileyecektir [16]. Alt kriterler olarak gürültü, termal konfor, duyu risk, toz, titreşim, kimyasallar olarak belirlenmiştir.
Kişisel Faktörler	Ergonomi açısından risk seviyesini iş yeri faktörleri, çalışanların bireylerarası farklılığı arttırmaktadır. Bireylerarası farklılık nedeniyle uzun süreli aşırı tek taraflı maruziyete bağlı hasara yatkınlığı bazı çalışanlar gösterebilir [38]. BKİ, yaş, sigara içme, cinsiyet, solaklık, diyabet, gebelik, yorgunluk alt kriterler olarak belirlenmiştir.
Psikososyal Faktörler	Çalışanların; iş ve yaşam dengesini, sağlığını ve güvenliğini, gelir seviyesini negatif olarak etkileyen psikososyal riskle karşı karşıya kalan insanın dikkatinin azalmasına neden olan, işe yoğunlaşmasını engelleyerek meslek hastalıklarına ve iş kazalarına sebebiyet vererek işveren ve işçinin maddi kayıplara uğramasına yol açan risklerdir [71]. Alt kriterler olarak yüksek mesleki beklenti, iş stresi, iş memnuniyetsizliği, yetersiz yönetim, sosyal destek, tazminat, ücret olarak belirlenmiştir.

5.3.4. Kriterlerin ANP Yöntemi ile Ağırlıklandırılması

Tablo 4.1'de yer alan sınıflandırma kullanılarak çalışanlarla yapılan görüşmeler neticesinde işyerinde var olan ergonomik riskler altı ana kriter ve 37 alt kriter olarak belirlenmiştir. ANP yöntemi ile ağırlıklandırılması için ilk olarak ağ yapısının oluşturulması gerekmektedir. Şekil 5.2'de ekran görüntüsü ile ağ yapısı verilirken Şekil 5.3'te çizim şeklinde verilmiştir.



Şekil 5. 2. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanmasında Kullanılan Ağ Yapısının Ekran Görüntüsü



Şekil 5. 3. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanmasında Kullanılan Ağ Yapısı Çizimi [173].

Ağ yapısının oluşturulmasının ardından ikili karşılaştırmaların yapılması aşamasına geçilmiştir. İkili karşılaştırmaların yapılmasına ait örnek Şekil 5.4’de verilmiştir.

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

Termal Konfor

Cluster: Çevresel Faktör~

Choose Cluster

Alternatives

2. Node comparisons with respect to Termal Konfor

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Termal Konfor" node in "Alternatives" cluster

Dikimhane is moderately to strongly more important than Baskı

1.	Baskı	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Dikimhane
2.	Baskı	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Kalite Kontrol
3.	Baskı	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Kesimhane
4.	Baskı	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Paket ve Sevki~
5.	Baskı	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Ütü
6.	Dikimhane	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Kalite Kontrol
7.	Dikimhane	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Kesimhane
8.	Dikimhane	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Paket ve Sevki~
9.	Dikimhane	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Ütü
10.	Kalite Kontrol	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Kesimhane
11.	Kalite Kontrol	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Paket ve Sevki~
12.	Kalite Kontrol	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Ütü
13.	Kesimhane	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Paket ve Sevki~
14.	Kesimhane	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Ütü
15.	Paket ve Sevki~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Ütü

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.02660

Baskı		0.05826
Dikimhane		0.32410
Kalite Ko~		0.16849
Kesimhane		0.09413
Paket ve ~		0.11190
Ütü		0.24312

Şekil 5. 4. İkili Karşılaştırmaların Yapılması

Yapılan ikili karşılaştırmada dikkat edilmesi gereken husus tutarlılık oranlarının 0,10'da küçük olmasıdır. Tablo 5.4'te ana kriterlerin tutarlılık oranları verilmiştir. Ana kriterlerin tutarlılık oranlarının 0,1'den küçük olması tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 5.4. Ana Kriterlerin Tutarlılık Oranları [173].

Ana Kriterler	Tutarlılık Oranı
Fiziksel Faktörler	0,03723
Bilişsel Faktörler	0,03108
Örgütsel Faktörler	0,05841
Çevresel Faktörler	0,03007
Bireysel Faktörler	0,03982
Psikososyal Faktörler	0,02635

ANP yöntemi ile tekstil fabrikasındaki bölümlerin ergonomik olarak risk sıralaması yapılırken Super Decion V.2.6.0-RC1 yazılım programı kullanılmıştır. Tablo 5.5 'de ANP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları ve sıralaması yer almaktadır.

Tablo 5.5. Kriter ve Alt Kriterlerin Ağırlık Sıralaması [173].

KRİTERLER	ALT KRİTERLER		Normalize	Ağırlık
Fiziksel Faktörler	1	Uzun Süre Oturarak Çalışma (F1)	0,27783	0,086379
	2	Uzun Süre Ayakta Çalışma (F2)	0,27780	0,086369
	3	Tekrarlayan Hareketler (F3)	0,22692	0,070549
	4	Uygunsuz Duruş (F4)	0,08059	0,025057
	5	Aşırı Güç (F5)	0,03227	0,010034
	6	Malzeme Kullanımı (F6)	0,03139	0,009759
	7	Sıkışma (F7)	0,02967	0,009226
	8	Kuvvet (F8)	0,02527	0,007857
	9	Statik Duruş (F9)	0,01825	0,005673
Bilişsel Faktörler	1	İş Stresi ve Eğitim (B1)	0,46940	0,063951
	2	Karar Verme (B2)	0,25559	0,034822
	3	Zihinsel İş Yüğü (B3)	0,22256	0,030321
	4	İnsan Bilgisayar Etkileşimi (B4)	0,05245	0,007146
Örgütsel Faktörler	1	Çalışma Tasarımı (Ö1)	0,34401	0,056792
	2	İş Rotasyonu (Ö2)	0,33471	0,055257
	3	Monoton Çalışma (Ö3)	0,32128	0,053039
Çevresel Faktörler	1	Gürültü (Ç1)	0,30654	0,071927
	2	Toz (Ç2)	0,28222	0,066221
	3	Termal Konfor (Ç3)	0,26959	0,063258
	4	Duyusal Risk (Ç4)	0,08354	0,019602
	5	Titreşim (Ç5)	0,03121	0,007323
	6	Kimyasallar (Ç6)	0,02689	0,006310
Bireysel Faktörler	1	Gebelik (BF1)	0,22727	0,019782
	2	Yorgunluk (BF2)	0,21127	0,018389
	3	Diyabet (BF3)	0,13872	0,012074
	4	Sigara İçme (BF4)	0,11253	0,009795
	5	Yaş (BF5)	0,11205	0,009753
	6	Cinsiyet (BF8)	0,06787	0,005907
	7	Beden Kitle İndeksi (BF6)	0,06782	0,005903
	8	Solaklık (BF7)	0,06247	0,005437
Psikososyal Faktörler	1	İş Stresi (P1)	0,26526	0,017530
	2	Yüksek Mesleki Beklenti (P2)	0,15238	0,010070
	3	İş Memnuniyetsizliği (P3)	0,13016	0,008602
	4	Tazminat (P5)	0,12372	0,008176
	5	Yetersiz Yönetim (P4)	0,12139	0,008022
	6	Ücret (P6)	0,10368	0,006852
	7	Sosyal Destek (P7)	0,10341	0,006834

5.4. Ergonomik Risklerin PROMETHEE Yöntemi ile Belirlenmesi

Kesimhane, dikimhane, kalite kontrol, ütü, baskı ve paketlenme ve sevkiyat bölümleri PROMETHEE yöntemi ile ergonomik risk açısından değerlendirilmiştir.

PROMETHEE yöntemi ile çözüm yapmak için Visual PROMETHEE Akademik Versiyon programı kullanılmıştır. ANP yöntemi ile elde edilen Tablo 5.5’de verilen kriter ağırlıkları programda kullanılmıştır. PROMETHEE çözümünde, Tablo 3.4’de [115] verilen tercih fonksiyonlarından dördüncü tip seviyeli fonksiyon kullanılmıştır. Çözüme ulaşmak için PROMETHEE yönteminde kullanılan veri girişi Şekil 5.5’de gösterildiği gibi yer almıştır.



File	Edit	Model	Control	PROMETHEE-GAIA	GDSS	GIS	Custom	Assistants	Snapshots	Options	Help
Unit	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point		
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		
Preferences											
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max		
Weight	0,02	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09		
Preference Fn.	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Level		
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute		
- Q: Indifference	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
- P: Preference	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		
Statistics											
Minimum	3,00	2,00	4,00	3,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Maximum	5,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	3,00	5,00	5,00		
Average	4,00	3,00	4,17	3,83	2,67	2,00	2,17	3,83	2,50		
Standard Dev.	0,58	0,82	0,37	0,37	0,75	1,15	0,69	1,46	1,38		
Evaluations											
☒ Kesimhane	good	good	good	good	bad	bad	average	very good	average		
☒ Dikimhane	very good	average	very good	good	average	average	bad	very bad	very good		
☒ Ütü	good	good	good	good	average	very bad	very bad	very good	very bad		
☒ Kalite Kontrol	good	average	good	good	bad	very bad	bad	very good	very bad		
☒ Baskı	average	bad	good	average	bad	good	bad	average	average		
☒ Paket ve Sevkiyat	good	bad	good	good	good	very bad	average	good	bad		

Şekil 5.5. PROMETHEE Veri Giriş

File	Edit	Model	Control								
Unit	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point		
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		
Preferences											
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max		
Weight	0,03	0,03	0,01	0,07	0,06	0,06	0,05	0,07	0,06		
Preference Fn.	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Level		
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute		
- Q: Indifference	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
- P: Preference	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		
Statistics											
Minimum	2,00	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00		
Maximum	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	4,00		
Average	3,17	2,50	1,67	3,50	2,83	3,50	4,17	3,83	3,50		
Standard Dev.	0,69	0,76	1,11	0,50	0,69	0,76	0,69	1,21	0,76		
Evaluations											
☒ Kesimhane	good	average	good	average	average	good	good	average	average		
☒ Dikimhane	average	bad	very bad	good	good	good	very good	very good	good		
☒ Ütü	bad	bad	very bad	good	average	good	very good	very good	good		
☒ Kalite Kontrol	good	good	very bad	good	bad	good	good	very good	good		
☒ Baskı	average	bad	bad	average	average	bad	average	average	good		
☒ Paket ve Sevkiyat	average	bad	very bad	average	bad	average	good	bad	bad		

Şekil 5.5. Devamı

File Edit Model Control											
		☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Scenario1		Duyusal Risk	Toz	Titreşim	Kimyasallar	Beden Kitle E...	Yağ	Sigara İçme	Cinsiyet	Solaklık	Dişabet
Unit		5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point
Cluster/Group		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences											
Min/Max		max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Weight		0,02	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Preference Fn.		Level	Level	Level	Level	Level	V-shape	Level	Level	Level	Level
Thresholds		absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	n/a	1,00	1,00	1,00	1,00
- P: Preference		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
- S: Gaussian		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics											
Minimum		2,00	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Maximum		4,00	5,00	3,00	5,00	3,00	3,00	3,00	5,00	3,00	3,00
Average		3,00	3,83	2,17	1,67	2,50	2,17	2,17	2,83	2,17	2,50
Standard Dev.		0,82	0,69	0,90	1,49	0,50	0,37	0,37	1,07	0,37	0,50
Evaluations											
☒	Kesimhane	average	good	average	very bad	bad	bad	bad	bad	average	bad
☒	Dikimhane	good	very good	average	very bad	average	average	average	bad	bad	average
☒	Ütü	average	good	bad	very bad	average	bad	bad	average	bad	average
☒	Kalite Kontrol	good	good	very bad	very bad	average	bad	bad	bad	bad	average
☒	Baskı	bad	average	average	very good	bad	bad	bad	very good	bad	bad
☒	Paket ve Sevkiyat	bad	average	very bad	very bad	bad	bad	bad	average	bad	bad

Şekil 5.5. Devamı

File Edit Model Control

</

Şekil 5.5. Devamı

PROMETHEE çözümünde kullanmak için toplanan veri seti Tablo 5.6’da verilmiştir.

Tablo 5.6. PROMETHEE Veri Seti [173].

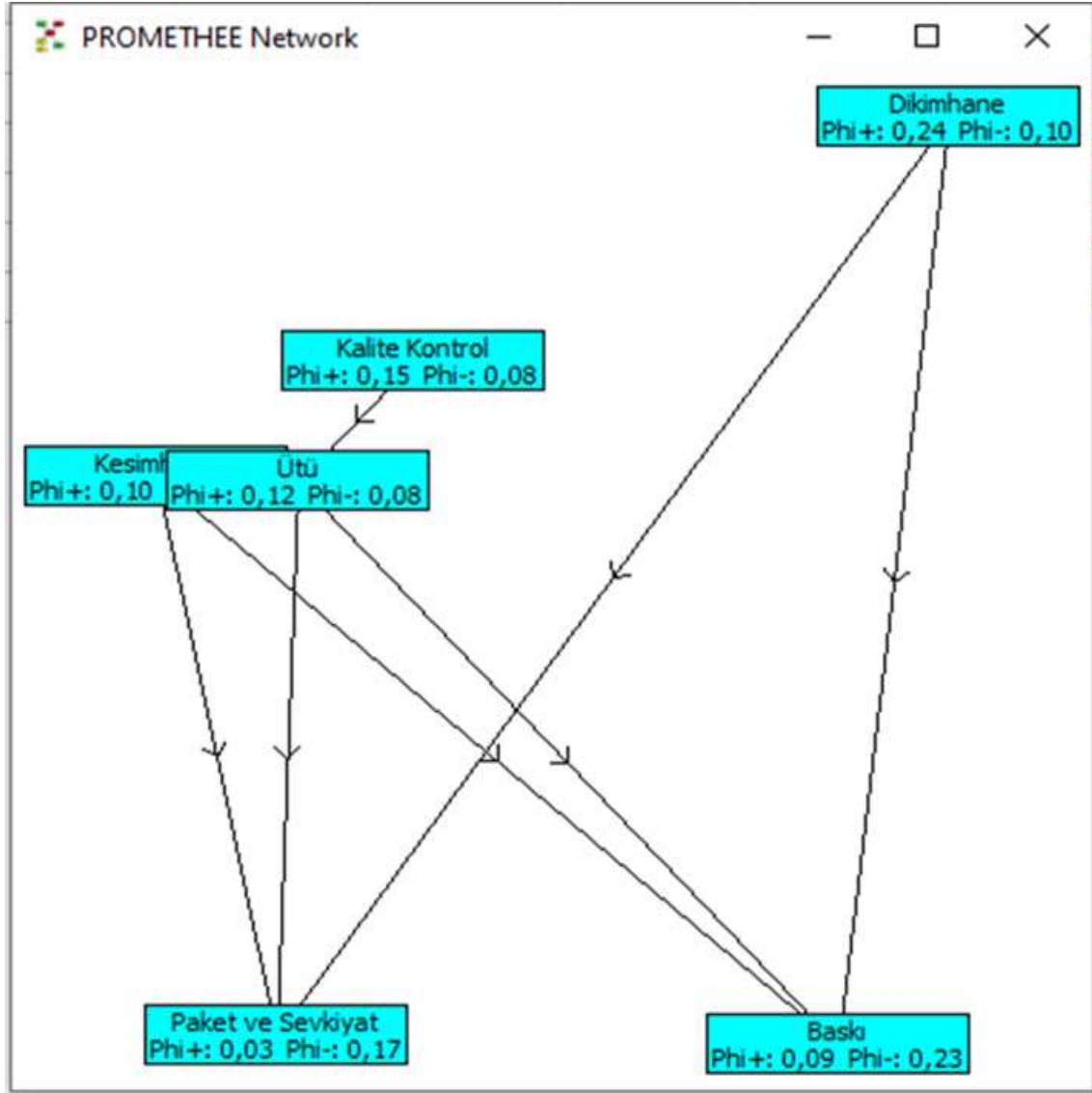
Alt Kri-terler	Kesimhane	Dikimhane	Ütü	Kalite Kontrol	Baskı	Paket ve Sevkiyat
F1	Yüksek	Orta	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük
F2	Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek
F3	Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek
F4	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek
F5	Düşük	Orta	Orta	Düşük	Düşük	Yüksek
F6	Düşük	Orta	Çok Düşük	Çok Düşük	Yüksek	Çok Düşük
F7	Orta	Düşük	Çok Düşük	Düşük	Düşük	Orta
F8	Çok Yüksek	Çok Düşük	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Orta	Yüksek
F9	Orta	Çok Yüksek	Çok Düşük	Çok Düşük	Orta	Düşük
B1	Yüksek	Orta	Düşük	Yüksek	Orta	Orta
B2	Orta	Düşük	Düşük	Yüksek	Orta	Orta
B3	Yüksek	Çok Düşük	Çok Düşük	Çok Düşük	Düşük	Çok Düşük
B4	Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Orta
Ö1	Orta	Yüksek	Orta	Düşük	Orta	Düşük
Ö2	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük	Orta
Ö3	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek
Ç1	Orta	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Orta	Düşük
Ç2	Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük
Ç3	Orta	Yüksek	Orta	Yüksek	Düşük	Düşük
Ç4	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Düşük	Düşük	Orta	Orta
Ç5	Orta	Orta	Düşük	Çok Düşük	Orta	Çok Düşük
Ç6	Çok Düşük	Çok Düşük	Çok Düşük	Çok Düşük	Çok Yüksek	Çok Düşük
BF1	Düşük	Orta	Orta	Orta	Düşük	Düşük
BF2	Düşük	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
BF3	Düşük	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
BF4	Düşük	Orta	Düşük	Düşük	Çok Yüksek	Orta
BF5	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
BF6	Düşük	Orta	Orta	Orta	Düşük	Düşük
BF7	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek
BF8	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek	Orta	Yüksek
P1	Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Düşük	Düşük
P2	Orta	Yüksek	Orta	Yüksek	Düşük	Yüksek
P3	Düşük	Orta	Düşük	Orta	Düşük	Düşük
P4	Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Düşük	Düşük
P5	Orta	Düşük	Düşük	Orta	Düşük	Düşük
P6	Orta	Orta	Düşük	Orta	Düşük	Orta
P7	Orta	Yüksek	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek

Çözümün sonucunda oluşan PROMETHEE akış tablosu Tablo 5.7’de yer almaktadır. ϕ^+ pozitif üstünlük değerlerini, ϕ^- negatif üstünlük değerlerini, pozitif ve negatif üstünlük değerlerinin farkının alınması ise ϕ net öncelik değerini göstermektedir. Net öncelik değerlerine göre de alternatiflerin sıralaması elde edilmektedir. PROMETHEE Akış Tablosu sonucuna göre tekstil fabrikasındaki alternatifler dikimhane, kalite kontrol, kesimhane, ütü, paket ve sevkiyat, baskı şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 5.7. PROMETHEE Akış Tablosu [173]

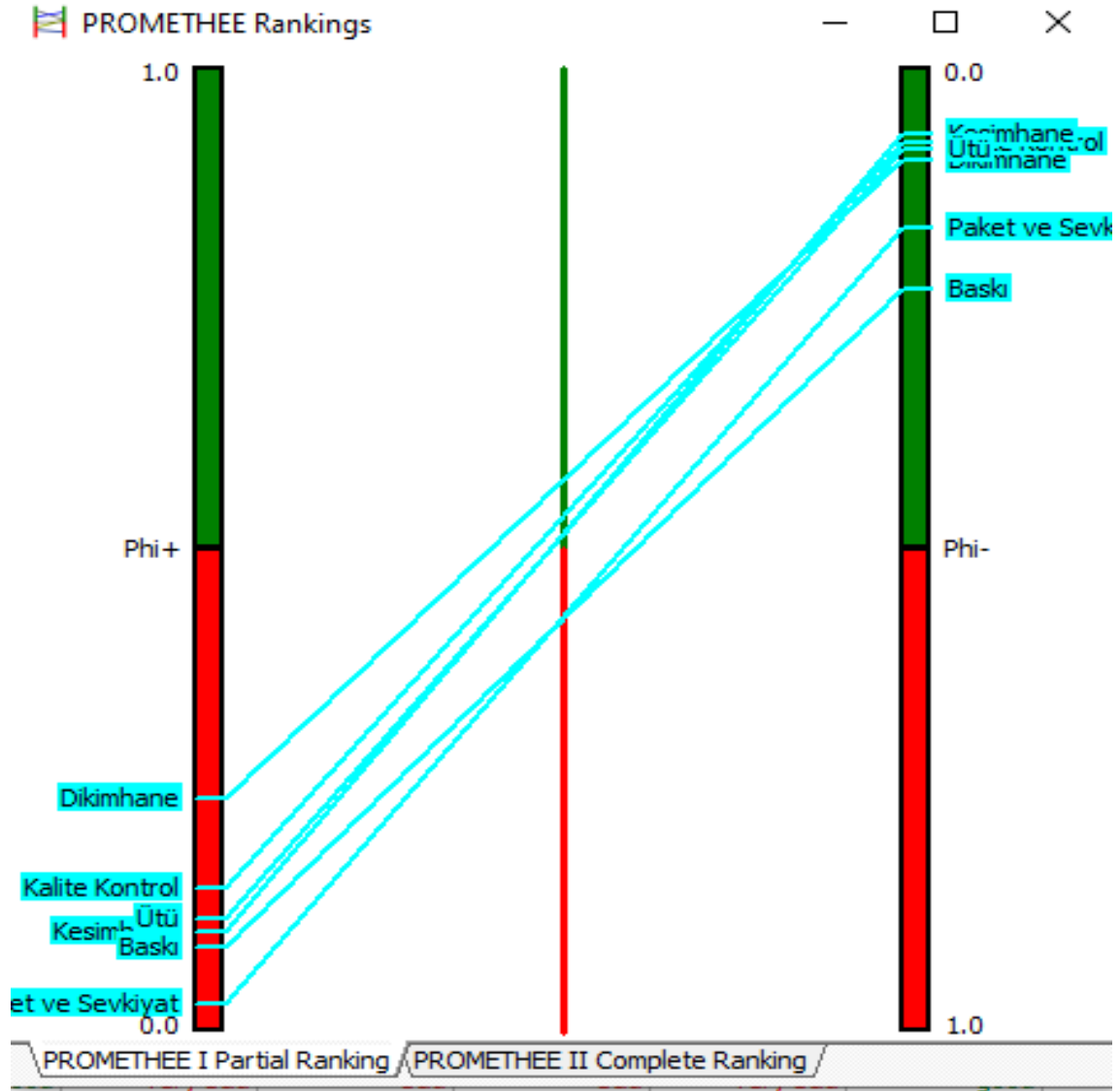
Dizilim	Alternatifler	Phi	Phi+	Phi-
1	Dikimhane	0,1454	0,2420	0,0965
2	Kalite kontrol	0,0696	0,1467	0,0771
3	Kesimhane	0,0339	0,1012	0,0674
4	Ütü	0,0326	0,1157	0,0831
5	Paket ve sevkiyat	-0,1395	0,0275	0,1670
6	Baskı	-0,1420	0,0864	0,2284

PROMETHEE I yönteminin sonuçları Şekil 5.6’da verilen PROMETHEE ağ diyagramında görülmektedir. Alternatiflerin hangisinin daha iyi olduğunu hangisinin birbiri ile kıyaslanamadığı durumu PROMETHEE I ile alakalı öncelik durumları testini bu ağ diyagramı sunmaktadır. PROMETHEE Ağ diyagramında pozitif üstünlük olarak dikimhane bölümü en yüksek durumda yer alırken negatif üstünlükte kalite kontrol, kesimhane ve ütü daha üstün olduğu için sıralamada ayrı olarak yer almıştır. Pozitif üstünlükte dikimhaneden sonra kalite kontrol, ütü ve baskı yer almıştır. Paket ve sevkiyat, baskıya negatif üstün gelirken baskı alternatifi ise paket ve sevkiyat alternatifine pozitif üstün gelmiştir bu yüzden ayrı olarak yer almışlardır.



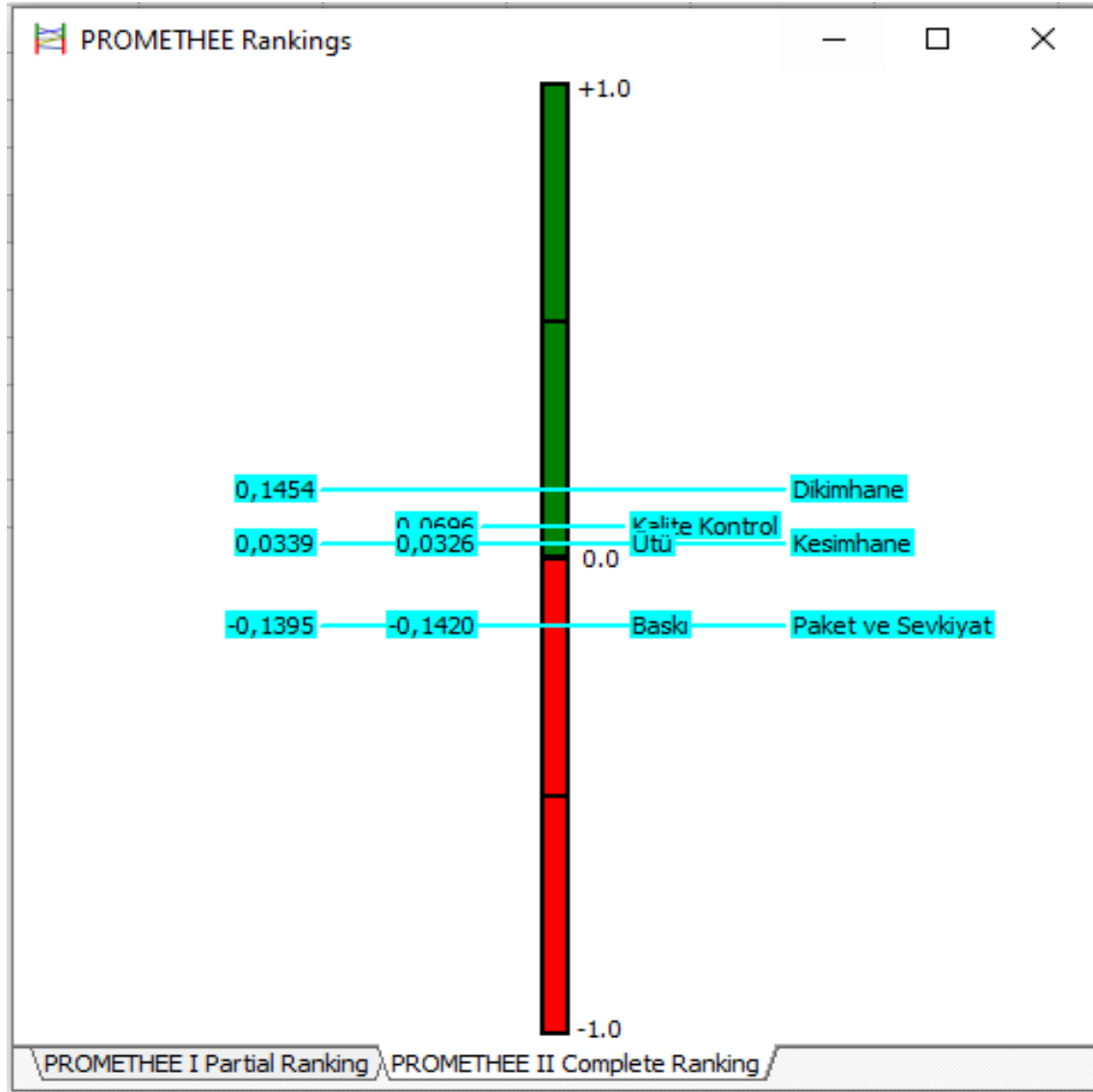
Şekil 5.6. PROMETHEE Ağı [173].

Alternatiflerin pozitif üstünlük Φ^+ ve negatif üstünlük Φ^- değerleri kullanılarak PROMETHEE I kısmi sıralama elde edilmektedir. Şekil 5.7’de PROMETHEE I pozitif ve negatif üstünlük değerlerine göre grafiksel gösterimi yer almaktadır. Pozitif üstünlüğe göre sıralama dikimhane, kalite kontrol, ütü, kesimhane, baskı, paket ve sevkiyat olarak sıralanmıştır. Negatif üstünlüğe göre sıralama ise kesimhane, kalite kontrol, ütü, dikimhane, paket ve sevkiyat, baskı olarak sıralanmıştır.



Şekil 5.7. PROMETHEE I Sıralaması [173].

Pozitif ve negatif üstünlüklerin farkı net öncelik değerini verir. Net öncelik değerleri kullanılarak PROMETHEE II yöntemi ile nihai sıralama elde edilmektedir (Şekil 5.8). PROMETHEE II sonucuna göre alternatifler dikimhane, kalite kontrol, kesimhane, ütü, paket ve sevkiyat, baskı olarak sıralanmıştır.



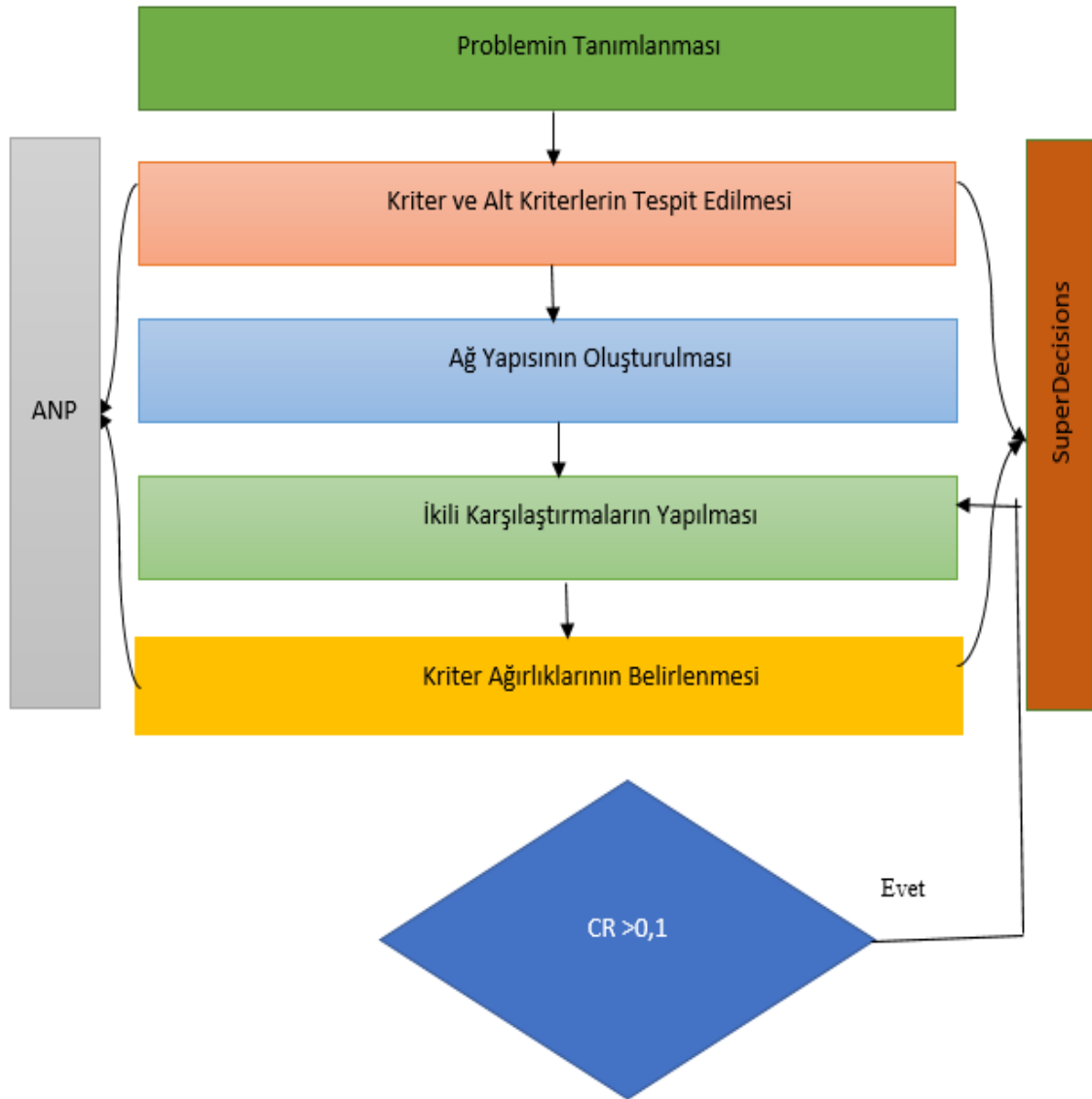
Şekil 5.8. PROMETHEE II Sıralaması [173].

5.5. Dikimhanede Çalışan Kadınların Maruz Kaldığı Ergonomik Risklerin

Analitik Ağ Süreci ile Değerlendirilmesi

Kadınların en yoğun çalıştığı bölüm olan dikimhanede çalışan kadınlar için ANP yöntemi ile risklerin belirlenmesi ise şu şekilde yapılmıştır.

Problemin akış şeması Şekil 5.9 'da gösterildiği gibidir.



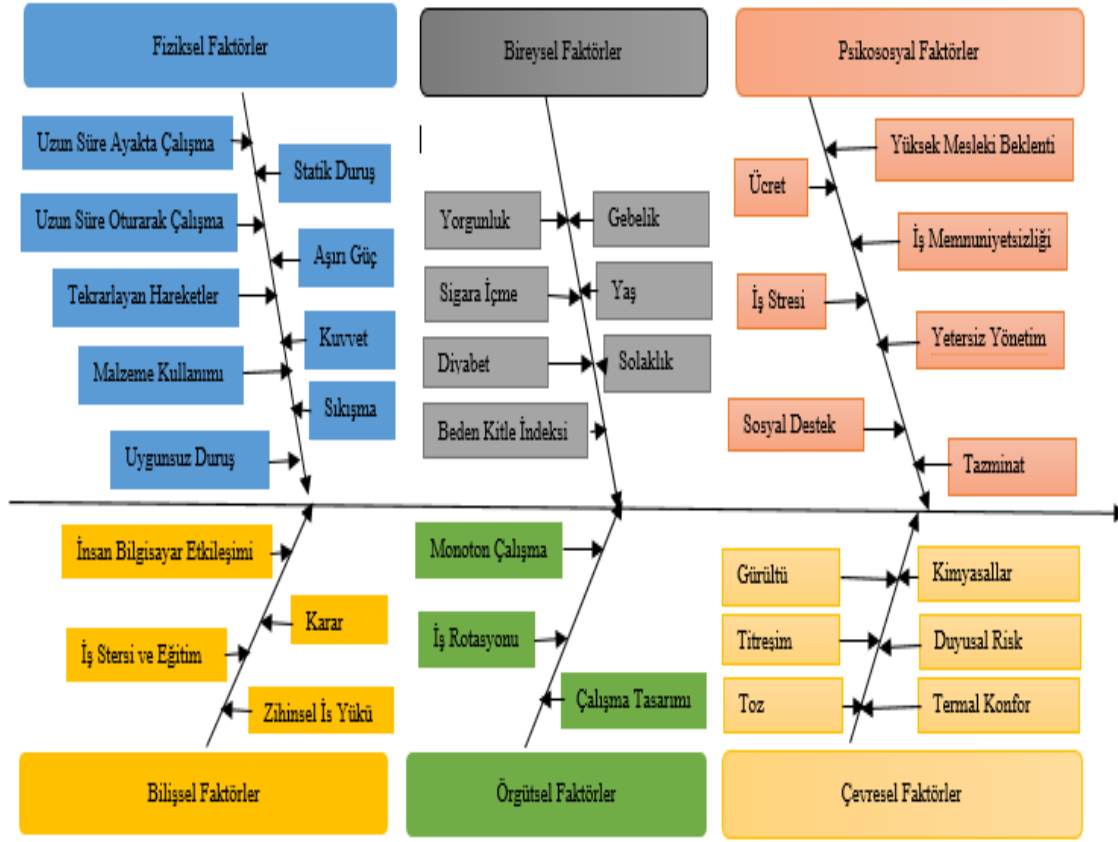
Şekil 5.9. Problemin Akış Şeması [181].

5.5.1. Problemin Tanımlanması

Sanayide kadınların yoğun olarak çalıştığı tekstil sektörü Türkiye ekonomisinde kilit rol oynamaktadır. Çalışan kadınların büyük çoğunluğu tekstil ve hazır giyimde dikiş makinesi operatörü olarak hizmet vermektedir. Tehlike sınıflandırılması bakımından sektör az tehlikeli sınıfta yer almasına karşın birçok tehlikeyi içinde barındırması ile dikkat çekmektedir. Bu tehlikelerin en başında ise ergonomik risk etmenleri yer almaktadır. Tekstil sektöründe önemli ve yaygın iş sağlığı sorunu olan MSD'ler; ülkelere ekonomik yük oluşturan, yaşam kalitesi ve üretkenlik üzerine önemli etkisi olan, çalışma saatlerinin kaybedilmesine sebebiyet veren çalışanın riskidir. Bu riski önlemede ergonomik müdahaleler psikolojik ve fiziksel riskleri azaltarak, çalışanların performansını artırarak, işle ilgili yaralanma ve hastalık riskini azaltarak, kuruluşlara ve çalışanlara yarar sağlar. Çalışmanın amacı, kadınların yoğun olarak çalıştığı tekstil sektörünün üretimdeki en kritik aşaması olan dikimhanedeki kadınların ergonomik risklerini ÇKKV yöntemlerinden ANP ile ağırlıklarını belirleyerek sıralamasını gerçekleştirip, kuruluşa ve çalışanlara ergonomik risk faktörlerinin giderilmesinde katkı sağlamaktır. Çalışma Yozgat ili sınırları içerisinde yer alan tekstil fabrikasında yapılmaktadır. Toplam 338 çalışanı bulunan fabrikada en fazla çalışanı ihtiva eden bölüm dikimhane olup 216 çalışan ile hizmet vermektedir. Çalışanların 106'sı kadın 110'u ise erkektir.

5.5.2. Kriter ve Alt Kriterlerin Tespit Edilmesi

Uzman görüşleri ve literatür taraması doğrultusunda kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Çalışma 6 kriter ve 36 alt kriterden oluşmaktadır. Şekil 5.10'da belirlenen kriterler ve alt kriterler yer almıştır.



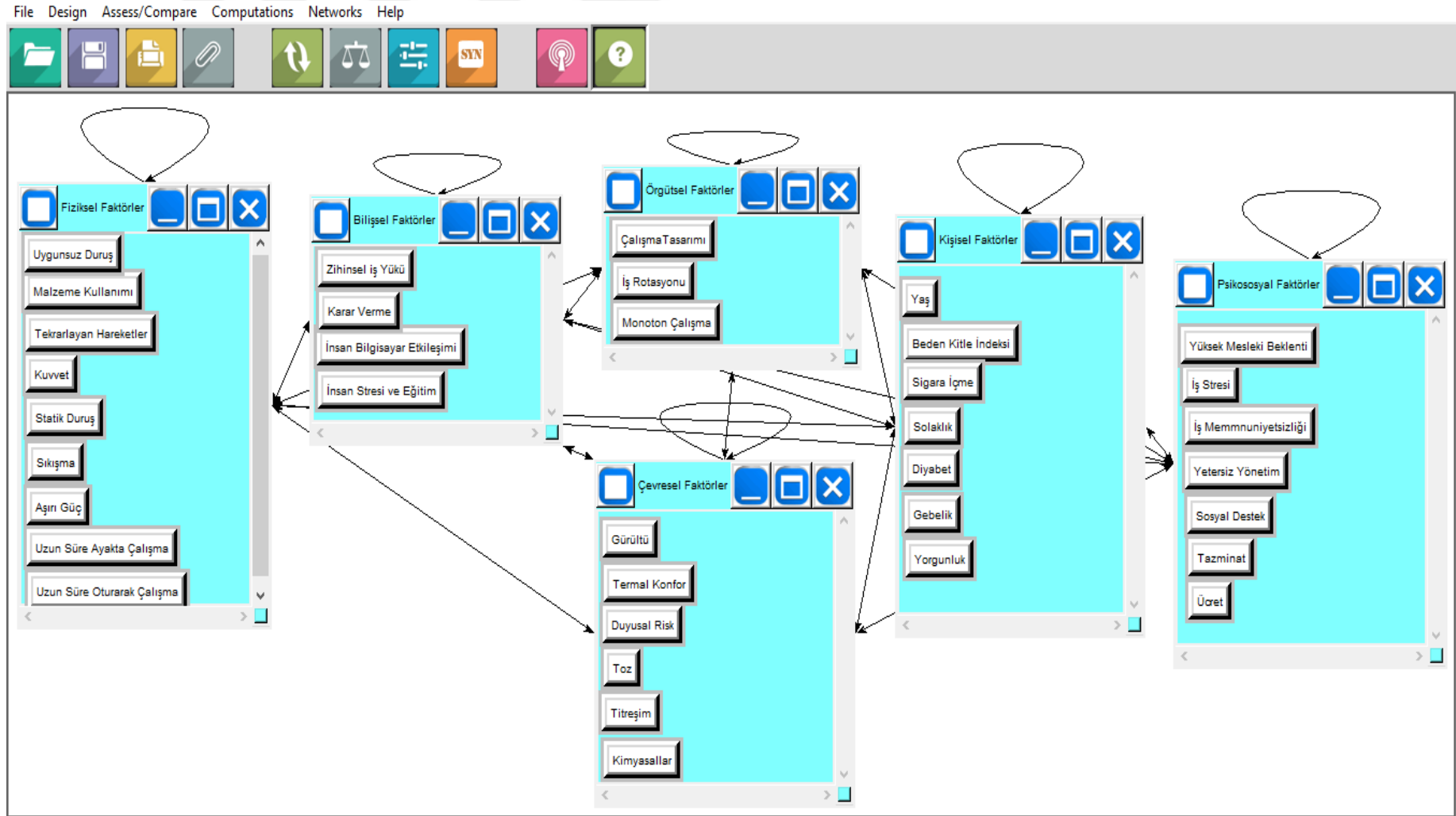
Şekil 5.10. Kriter ve Alt Kriterler [181].

5.5.3. Ağ Yapısının Oluşturulması

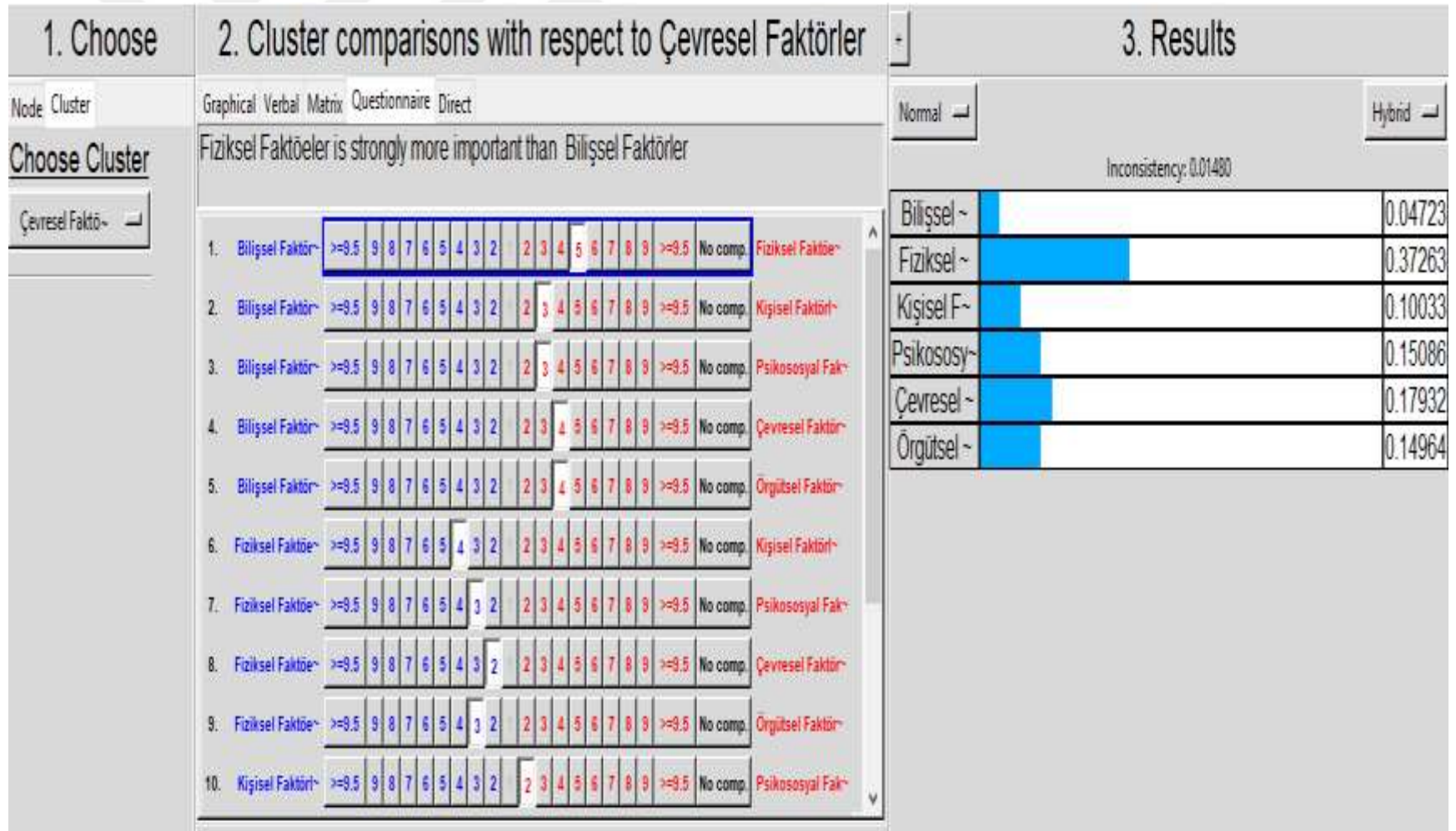
ANP yöntemi kriterler ve alt kriterler arasındaki ilişkileri dikkate alarak tek bir yöne bağlı modelleme zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. ANP yöntemi bu özelliğinden dolayı kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılmıştır. ANP hesaplamalarında Super Decion V.2.6.0-RC1 programı kullanılmıştır. Hesaplamalar bu program ile Şekil 5.11’de gösterilen ağ yapısı esas alınarak yapılmıştır. Ağ yapısını takiben kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Kriter bazlı ikili karşılaştırma matrisleri Saaty’nin Tablo 3.1’de verilen önem skalasına göre oluşturulmasıyla hesaplanan CR değerleri 0,1’den küçük çıkarak tutarlı olduğunu göstermiştir.

5.5.4. İkili Karşılaştırmaların Yapılması

İkili karşılaştırmalar uzman görüşlerine göre yapılmıştır. Saaty’nin 1-9 skalası ikili karşılaştırmada kullanılmıştır. CR değerlerinin 0,1’den küçük olması koşulu sağlanmıştır. Şekil 5.12’de örnek karşılaştırma verilmiştir.



Şekil 5.11. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanmasında Kullanılan Ağ Yapısı [181].



Şekil 5.12. İkili Karşılaştırma.

5.5.5. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Tablo 5.8’de Super Decion programı kullanılarak kadınlar için kriter ağırlıkları sunulmuştur.

Tablo 5.8. Kriter ve Alt Kriterlerin Ağırlık Sıralaması

KRİTERLER	ALT KRİTERLER	Kadın Ağırlık
Fiziksel Faktörler	1 Uzun Süre Oturarak Çalışma (USOÇ)	0,158204
	2 Tekrarlayan Hareketler (TH)	0,11493
	3 Uygunsuz Duruş (UD)	0,081816
	4 Statik Duruş (SD)	0,022690
	5 Malzeme Kullanımı (MK)	0,014306
	6 Aşırı Güç (AG)	0,008664
	7 Kuvvet (K)	0,004566
	8 Sıkışma (S)	0,003941
	9 Uzun Süre Ayakta Çalışma (USAÇ)	0,002117
Bilişsel Faktörler	1 Zihinsel İş Yüğü (ZİY)	0,018049
	2 İş Stresi ve Eğitim (İSE)	0,008760
	3 Karar Verme (KV)	0,004220
	4 İnsan Bilgisayar Etkileşimi (İBE)	0,001217
Örgütsel Faktörler	1 Monoton Çalışma (MÇ)	0,055355
	2 Çalışma Tasarımı (ÇT)	0,048813
	3 İş Rotasyonu (İR)	0,032931
Çevresel Faktörler	1 Gürültü (G)	0,045757
	2 Toz	0,034062
	3 Termal Konfor (TK)	0,031316
	4 Duyusal Risk (DR)	0,027468
	5 Titreşim (T)	0,006113
	6 Kimyasallar (KİM)	0,000864
Bireysel Faktörler	1 Gebelik (GB)	0,047142
	2 Yorgunluk (Y)	0,034500
	3 Sigara İçme (Sİ)	0,009389
	4 Diyabet (D)	0,007901
	5 Beden Kitle İndeksi (BKİ)	0,005775
	6 Yaş	0,005583
Psikososyal Faktörler	8 Solaklık (SL)	0,001307
	1 İş Stresi (İS)	0,071930
	2 Yetersiz Yönetim (YY)	0,029410
	3 Ücret (Ü)	0,029390
	4 İş Memnuniyetsizliği (İM)	0,011204
	5 Yüksek Mesleki Beklenti (YMB)	0,008818
	6 Sosyal Destek (SD)	0,006964
	7 Tazminat (TAZ)	0,004279

5.6. Tekstilde REBA Yöntemi Kullanılarak Hedef Programlamayla

Ergonomik Personel Çizelgeleme Hazırlama

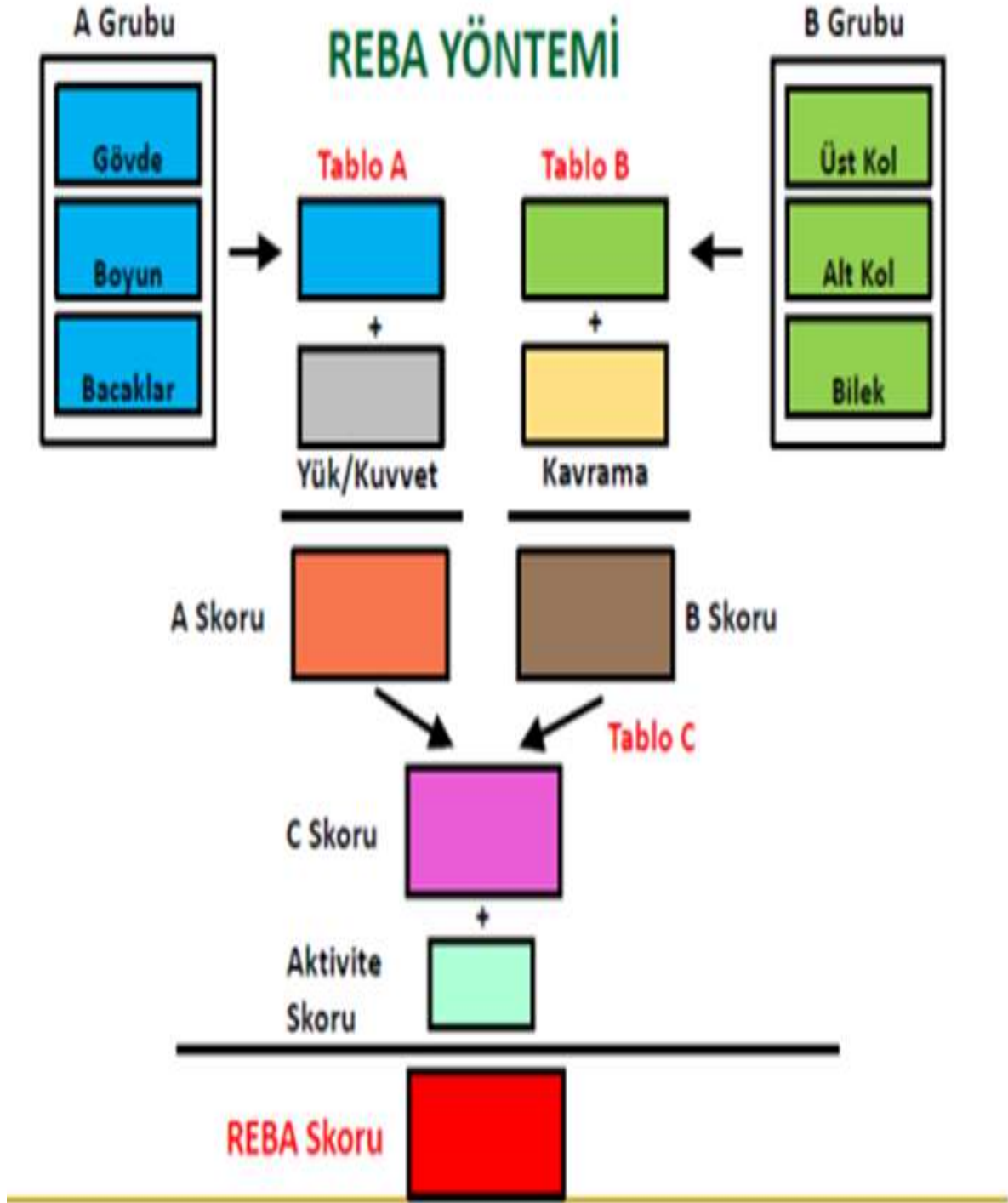
Tekstil firmasında çalışanların ergonomik koşulları da göz önüne alınarak REBA yöntemi ile fiziksel zorlanmalar belirlenerek Hedef Programlama ile çalışanların bir haftada hangi işlerde ne kadar süre çalışmalarını gerektiği belirlenmiştir. Ele alınan problemin çözümünde izlenen adımlar şu şekildedir.

5.6.1. Problemin Tanımlanması

Dikimden başlayarak ürünlerin paketlenmesi aşamasına kadar görev alan personel sayısı 270'dir. Bu süreçte çalışanlar 15 ayrı görevi yerine getirmektedir. Çalışan kadınların çoğunluğu dikim bölümünde yer almaktadır. Fiziksel zorlanmalar çalışma duruşlarına bağlı olarak maruziyetlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum dikkate alınarak ergonomik fiziksel zorlanmalar REBA yöntemi ile hesaplanmıştır. Bulunan değerler dikkate alınarak Hedef Programlama ile çalışanlara atanan iş süreleri eşit olacak şekilde çalışanların hangi görevde ne kadar süre ile bulunacakları belirlenmiştir. Çalışanların yetkinlikleri dikkate alınarak çalışacağı görevler belirlenerek, yetkinliği olmayan çalışanlara atama yapılmamıştır.

5.6.2. REBA Yöntemi Uygulaması

REBA [127], sağlık hizmetleri ve diğer hizmet endüstrilerinde bulunan öngörülemeyen çalışma duruşlarının türünü değerlendirmek için geliştirilmiştir. Vücut duruşu, kullanılan kuvvetler, hareket veya eylem türü, tekrar ve eşleşme hakkında veriler toplanır. Eylemin yapılması gereken risk ve aciliyet düzeyine ilişkin bir gösterge vermek için nihai bir REBA puanı oluşturulur [200]. REBA Skorlama Algoritması Şekil 5.13'te verilmiştir. REBA puanlarının belirlenen her bir görev için hesaplanması Tablo 5.9'da gösterilmiştir.



Şekil 5.13. REBA Skorlama Algoritması [127].

Tablo 5.9. Görevlerin REBA Puanı

		Grup A					Grup B							
No:	Görev	Gövde	Boyun	Bacaklar	Yük/ Kuvvet	Puan A	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Kavrama	Puan B	Puan C	Faaliyet Puanı	REBA Puan
1	Yaka Hazırlama	3	2	1	0	4	3	2	3	1	1	5	2	7
2	Omuz Alma	3	2	1	0	4	3	1	2	1	5	5	1	6
3	Yaka Takma	2	3	1	0	4	3	2	3	1	6	6	2	8
4	İşaret Alma Etiket Takma	3	3	1	0	5	2	1	2	0	2	4	1	5
5	Omuz Zincir	2	2	1	0	3	2	2	2	1	4	3	2	5
6	Kol Takma	2	2	1	0	3	3	1	2	1	5	4	1	5
7	Yan Çatma	2	2	1	0	3	3	2	2	1	6	5	1	6
8	Etek Recme	2	2	1	0	3	3	2	2	1	6	5	2	7
9	Kol Recme	2	2	1	0	3	2	2	3	1	5	4	1	5
10	Kol Ucu Süs Etiket Takma İşaret Alma	3	2	1	0	4	3	2	3	1	6	6	1	7
11	Etek Kol Recme Zikzak	3	2	1	0	4	3	2	3	1	6	6	1	7
12	Meto Alma İş Çevirme	2	2	1	0	3	4	2	2	1	7	6	2	8
13	Ütü	3	2	1	0	4	3	2	2	1	5	5	1	6
14	Kontrol	3	2	1	0	4	2	2	2	0	3	4	1	5
15	Paket ve Kart Takma	2	2	1	0	3	2	1	2	0	2	3	1	4

5.6.3. Hedef Programlama ile Problemin Modellenmesi

Firmada günlük üretim miktarı ortalama 22.000 tane tişörttür. İşyeri haftada 5 gün ve günlük net 510 dakika çalışmaktadır. Çalışanların her birinin görev süresi gözlemlerle belirlenmiştir. Belirlenen görev süreleri Tablo 5.10.'da verilmiştir. Tablo 5.11'de ise çalışanların yetenekleri dikkate alınarak her bir personelin çalışabileceği görevler belirlenerek sunulmuştur. Hedef programlama modeli ILOG Cplex optimization 12.10 programı ile modellenmiştir. Model Intel(R) Core (TM) i7-1065G7 CPU @ 1.30GHz 1.50 GHz işlemcili 8 GB ram içeren bir bilgisayarda çözülmüştür.

Tablo 5.10. Çalışanların Görev Süreleri

Görev No	Görev Adı	Süre (Dakika)
1	Yaka Hazırlama	0,273
2	Omuz Alma	0,218
3	Yaka Takma	0,273
4	İşaret Alma Etiket Takma	0,262
5	Omuz Zincir	0,273
6	Kol Takma	0,524
7	Yan Çatma	0,709
8	Etek Recme	0,273
9	Kol Recme	0,436
10	Kol Ucu Süs Etiket Takma İşaret Alma	0,24
11	Etek Kol Recme Zikzak	0,295
12	Meto Alma İş Çevirme	0,24
13	Ütü	0,655
14	Kontrol	0,491
15	Paket ve Kart Takma	0,436

Tablo 5.11. Göreve Atanabilecek Personel Sayısı

Görev	Göreve Atanabilecek Personel															
Yaka Hazırlama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155					
Omuz Alma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155					
Yaka Takma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155					
İşaret Alma Etiket Takma	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161
	162	163	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215
	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231
	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247
	248															
Omuz Zincir	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171
	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187
	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203
	204	205	206	207	208	209	210	211	212							
Kol Takma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155					
Yan Çatma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112

Tablo.5.11. Devamı

	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155					
Etek	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171
	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187
	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203
	204	205	206	207	208	209	210	211	212							
	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171
Kol	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187
	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203
	204	205	206	207	208	209	210	211	212							
	146	147	148	149	150	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
Etek Kol	157	158	159	160	161	162	163	213	214	215	216	217	218	219	220	221
	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237
	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248					
	146	147	148	149	150	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
Recme	157	158	159	160	161	162	163	213	214	215	216	217	218	219	220	221
	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237
	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Meto Alma, İş Çevirme	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176
	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208
	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224
	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251					
Ürü	14	15	16	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245
	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261
	262	263	264	265	266	267	268	269	270							
Kont-rol	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228
	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244
	245	246	247	248												
Paket ve Kart Takma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176
	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208
	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224
	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252				

Hedef programlama modeli fabrika çalışanlarının hangi işte kaç dakika çalışacakları problemini çözmek için kurulmuştur. Modelin parametreleri ve karar değişkenleri şu şekildedir.

İndisler

i : Personel

j : Görev

P: Toplam personel sayısı

N: Toplam görev sayısı

R_j : j. görevin REBA puanı

A_j : j. görevin REBA A puanı

B_j : j. görevin REBA B puanı

W: Haftalık çalışma süresi

H: Bir işçiye bir görevde atanması gereken minimum süre

T_j : j. görev için haftalık yapılması gereken toplam süre

HR : REBA puan hedefi

HB : REBA B puan hedefi

HA : REBA A puan hedefi.

M: Büyük bir sayı

Karar değişkenleri

x_{ij} :i.personelin j.görevde çalışma süresi

d_{i1}^- : REBA A puan hedefinden negative sapma

d_{i1}^+ : REBA A puan hedefinden pozitif sapma

d_{i2}^- : REBA B puan hedefinden negative sapma

d_{i2}^+ : REBA B puan hedefinden pozitif sapma

d_{i3}^- : REBA puan hedefinden negative sapma

d_{i3}^+ : REBA puan hedefinden pozitif sapma

d_{i4}^- : i. personel ile i+1. personelin çalışan süreleri arasındaki farkın negatif sapma

d_{i4}^+ : i. personel ile i+1. personelin çalışan süreleri arasındaki farkın pozitif sapma

y_{ij} : 1, eğer i personeli j görevinden H dakika veya daha fazlası atanırsa; 0, diğer durumlarda

Kısıt 1: Bir işçi bir göreve atanacak ise en az H dakika bu işe atanmalıdır.

$$x_{ij} \leq My_{ij} \quad \forall i, j \quad (1)$$

$$H - x_{ij} \leq M(1 - y_{ij}) \quad \forall i, j \quad (2)$$

Kısıt 2: Bir görev için ihtiyaç duyulan işçilik miktarı sağlanmalıdır.

$$\sum_{i=1}^P x_{ij} = T_j \quad \forall j \quad (3)$$

Kısıt 3: Bir işçiye toplam çalışma süresinden daha fazla sürede iş atanmamalıdır.

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} \leq W \quad \forall i \quad (4)$$

Hedef kısıtları:

Hedef 1: REBA puan hedefi kısıtı

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} * R_j / W - d_{i1}^+ + d_{i1}^- = HR \quad \forall i \quad (5)$$

Hedef 2: REBA A puan hedefi kısıtı

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} * A_j / W - d_{i2}^+ + d_{i2}^- = HA \quad \forall i \quad (6)$$

Hedef 3: REBA B puan hedefi kısıtı

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} * B_j / W - d_{i3}^+ + d_{i3}^- = HB \quad \forall i \quad (7)$$

Hedef 4: İki işçiye atanan görev sürelerinin farkının toplam çalışma süresine oranının sıfır olması hedefi

$$\sum_{j=1}^N (x_{ij} - x_{i-1,j}) - d_{i4}^+ + d_{i4}^- = HR \quad \forall i/1 \quad (8)$$

Amaç fonksiyonu: Hedeflerden sapmaların minimizasyonunu içermektedir. Ergonomik zorlanmaları dikkate alan hedef 1,2 ve 3'ten pozitif sapmayı ve görev sürelerinin farklılığını içeren hedef 4'ten hem pozitif hem de negatif sapmayı minimize etmek amaçlanmıştır.

$$\text{Min} \sum_{i=1}^P d_{1i}^+ + d_{2i}^+ + d_{3i}^+ + d_{4i}^+ + d_{4i}^- \quad (9)$$

Hedef programlama ile oluşturulan modelin çözümü neticesinde genel olarak zorlanmaları dikkate alan hedeflerin tutturulduğu görülmektedir. Hedef 2 ve diğer işçilerde sapma meydana gelmez iken 19 işçi için toplamda 5.19 Hedef 1 değerinden 15 işçi için toplamdan 6,11 hedef 3 değeri için pozitif sapma gerçekleşmiştir ve ergonomik görev ataması istenen şekilde yapılmıştır. İşçilere belirlenen hedeften daha fazla zorlanmaya sebebiyet verecek bir atama bu sonuca göre yapılmamıştır. Ancak hedef 4'te toplam 454 dk. gibi küçük bir sapma değeri ile atanan sürelerin eşit olmasını sağlamak için hedef programlama modelinin sonucu elde edilmiştir. İşçi sayısına oranlandığında bu sapma miktarı 1.68 dk. çıkmaktadır. Bu sonuca göre çalışanlar arasında yapılan görev dağılımı süreleri arasında çok büyük farklılıklar yoktur ve verimlilik düzeyi de %89 çıkmaktadır. Verimlilik düzeyi çalışanın yoğun olduğu bir üretimde oldukça iyi bir seviyededir.

Görev süresini içeren her bir çalışana atanan atamalardan örnek gösterim Tablo 5.12'de verilirken uzun hali Ek-2'de sunulmuştur.

Tablo 5.12. Personel Çalışma Süresi (Dakika)

Personel No												Görevler ve Çalışma Süresi				Toplam Atanan Çalışma Süresi
1												3(1228)	12(527)	15(1350)		2070
2	45	46	67	69	73	81						12(1722)	15(348)			2070
3	5	9	10	12	70	74						3(1755)	15(315)			2070
4	8	60	89									3(1650)	6(420)			2070
6	37	51	62	87	88	92						1(2070)				2070
7	43	47	66	76	97	108						2(2070)				2070
11												7(1830)	15(240)			2070
13	17	18	44	49	57	58	68	77	90	94	99	15(2070)				2070
101												15(2070)				2070
14	15	16										13(2070)				2070
19												1(1830)	15(240)			2070
20	22	34	38	39	48	50	52	54	63	64	65	6(2070)				2070
71	72	78	80	98	102	103	107					6(2070)				2070
21	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	7(2070)				2070
35	41	42	59	83	93	95	96	100	104	109		7(2070)				2070
36												2(713)	3(1357)			2070
40												7(1795)	12(275)			2070
53												1(510)	2(1560)			2070
55												12(693)	15(1377)			2070
56												7(240)	12(1530)	15(300)		2070
61												1(240)	2(510)	12(1320)		2070
75	84											7(1740)	12(330)			2070
79												7(1801)	6(269)			2070
82	91											6(1830)	7(240)			2070
85												3(240)	15(1830)			2070
86												2(240)	3(1590)	15(240)		2070
105												6(927)	15(1143)			2070
106												6(240)	15(1830)			2070
110												3(1755)	15(315)			2070
111	115	119	124	132								6(2071)				2071
112	126	127	128	129	131	139	141	143				7(2071)				2071
113	134	136	140	142								1(2071)				2071
114	116											15(2071)				2071
117												3(1197)	6(874)			2071
118	144											12(1722)	15(349)			2071
120												3(240)	15(1831)			2071
121	125	138										2(2071)				2071
122	137											3(1754)	15(317)			2071

Tablo 5.12. Devamı

Personel No													Görevler ve Çalışma Süresi				Toplam Atanan Çalışma Süresi
123													1(774)	12(1057)	15(240)		2071
130													12(1721)	15(350)			2071
133													6(265)	12(1562)	15(244)		2071
135													2(274)	12(1557)	15(240)		2071
145													3(1856)	3(240)			2096
146													4(480)	11(1950)			2430
147	148	149	151	153	154	157							4(597)	11(1926)			2523
150													4(846)	3(1677)			2523
152													3(881)	11(1642)			2523
155													4(597)	10(1686)	11(240)		2523
156													4(643)	5(535)	10(1345)		2523
158													4(801)	5(379)	10(1343)		2523
159	161	162											4(597)	10(1926)			2523
160													4(526)	9(284)	10(241)	11(1472)	2523
163													4(1182)	10(1342)			2524
164	166	168	171	172	173	174	175	179	180	187	188		9(2524)				2524
190	191	192	194	196									9(2524)				2524
165	182	183	189										5(2524)				2524
167													5(240)	8(370)	9(1914)		2524
169	170	176	177	178	181	184	193	195	197	199	200		5(1197)	8(1327)			2524
201													5(1197)	8(1327)			2524
185													5(717)	8(847)	9(960)		2524
186													5(2232)	8(292)			2524
198													5(240)	8(350)	9(1934)		2524
202	205	206	207	208	209	210	211	212					4(1314)	8(1210)			2524
203	204												4(2524)				2524
213	216	221	235	237	239	245							11(1340)	14(1184)			2524
214	219	222	224	226									10(298)	14(2226)			2524
219	222	224	231	238	240	243	244	246					10(1340)	14(1184)			2524
215	217	218	220	223	227	228	230	232	233				15(2524)				2524
225													10(240)	11(1100)	14(1184)		2524
229													11(1042)	14(1482)			2524
234													10(727)	14(1797)			2524
236	241	241											13(2524)				2524
247													13(840)	14(1684)			2524
248													11(415)	13(1850)	14(259)		2524
249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260		13(2524)				2524
261	262	263	264	265	266	267	268	269	270				13(2524)				2524

6. TARTIŞMA

Yapılan çalışmada Yozgat ili sınırları içerisindeki bir tekstil fabrikasındaki kadın çalışanların ergonomik risklerinin çok kriterli karar verme problemi ile belirlenerek çözüm önerilerinin sunulması hedeflenmiştir. Çalışmada üç uygulama yapılmıştır.

Birinci uygulamada fabrikanın her bir bölümü ayrı ayrı gezilerek gözlemlenmiştir. Bilimsel literatürde önerildiği gibi yöneticilerle, uzmanlarla ve çalışanlarla yapılan görüşmeler neticesinde altı alternatif, altı kriter ve 37 alt kriter belirlenmiştir. Öncelikli olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan ANP ile kriterlerin ağırlıkları belirlenerek PROMETHEE yöntemi ile de alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Alternatiflerin sıralaması değerlendirildiğinde ilk sırada en fazla çalışanın bulunduğu ve kadınların yoğun olarak çalıştığı bölüm olan dikimhane yer almaktadır.

Alternatiflerin sıralamasında ikinci olarak, yine kadınların çalıştığı yer olan kalite kontrol bölümü bulunmaktadır. Burada yaşanan ergonomik riskler özellikle ayakta çalışma, tekrarlayan hareketler, monoton çalışma, çalışma ortamı, gürültü, termal konfor ve tozla ilgili ergonomik risk faktörleridir.

Alternatiflerin sıralamasında üçüncü sırada kesimhane gelmektedir. Burada da özellikle ayakta çalışma, oturarak çalışma, tekrarlayan hareketler, güç kullanımı, titreşim, insan bilgisayar etkileşimi, iş stresinin yaşandığı riskler mevcuttur.

Alternatiflerin sıralamasında dördüncü sırada ütü bölümü gelmektedir. Burada uzun süre ayakta çalışma, termal konfor, gürültü, tekrarlayan hareketler, monoton çalışma, iş stresi en çok yaşanan riskler olmaktadır. Bu bölümde çalışanların tamamı erkeklerden oluşmaktadır. Kalıncara vd. [91] ütü gibi ayakta yapılan işlerin daha fazla insan gücü gerektirdiğinden yorgunluğa neden olduğunu hazır giyim sektöründe bu tür görevler insan kaynağından daha fazla yararlanabilmek için erkek işçiler tarafından yapılmasını ifade etmişlerdir. Kadın çalışanlar ütünün ağır olmasından dolayı bu bölümde çalıştırılmamaktadırlar.

Alternatiflerin sıralamasında beşinci sırada paketleme ve sevkiyat bölümü gelmektedir. Burada uzun süre ayakta çalışma, tekrarlayan hareketler, monoton çalışma, iş rotasyonu, uygunsuz duruş en çok rastlanan ergonomik risklerdir. Paketleme bölümünde kadınlar çalışırken sevkiyat bölümünde erkekler çalışmaktadırlar. Sevkiyat bölümünde

paketleme esnasında uygunsuz duruş ve yükleme esnasında güç kullanımı ile ilgili ergonomik riskler mevcuttur.

Alternatiflerin sıralamasında baskı bölümü altıncı sırada yer almaktadır. Bu bölümde de sadece erkekler çalışmaktadır. Baskı bölümünde kimyasalların bulunması ve kadınların kimyasallara karşı hassasiyeti nedeniyle burada erkekler çalışmaktadır. Uzun süre ayakta çalışma, uzun süre oturarak çalışma, tekrarlayan hareketler, monoton çalışma, uygunsuz duruş ve kimyasallarla çalışmaktan kaynaklı ergonomik riskler mevcuttur.

Birinci uygulamada kadınların çalıştığı bölümlerin fabrika içerisindeki risk sıralamasını belirlemek için erkeklerin çalıştığı bölümlerde risk sıralamasına dâhil edilmiştir. Çalışmada kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden ANP yöntemi ile belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılarak PROMETHEE yöntemi ile sıralamasının bütünleşik bir model oluşturularak yapılması, tekstil fabrikasındaki ergonomik risklerin bu şekilde belirlenmesi teze özgünlük katmıştır. İSG kapsamında ÇKKV yöntemlerinin kullanımının yaygınlaşmasına katkı sağlayacak niteliktedir.

İkinci uygulamada, alternatiflerin sıralanmasında birinci sırada yer alan dikimhane bölümündeki ergonomik risklerin ağırlıklarını ve ağırlıklarına göre sıralamasını belirlemek için ÇKKV yöntemlerinden ANP yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla altı kriter ve 36 alt kriter belirlenmiştir. Dikiş dikme işi baş ve gövdenin öne doğru eğimli duruşu, statik oturma pozisyonu ve nispeten rahatsız olan diz açıları ve ayak bileği ile tarif edilebilir [201]. Çalışanlar dikiş esnasında devamlı bir şekilde yapılan işe odaklanır. Bu durum kadınların iş yerinde sağlığını etkileyen statik bir yüke sebep olmaktadır [88].

Tablo 6.1’de ergonomik risklerle ilgili yapılan çalışmalar ve çeşitli sektörlerdeki risklere yer verilmiştir. Burada; hizmet sektöründe, ergonomik risk faktörlerinden çevresel, fiziksel, örgütsel, bilişsel, psikososyal ve kişisel risklerin tamamının yaşandığı sonucuna ulaşılabilmektedir. İmalat sektöründe özellikle fiziksel, örgütsel ve çevresel ergonomik risk faktörlerinin sıklıkla yaşandığını buna karşın diğer risklerin ise nispeten az yaşandığını söylemek mümkündür. Sağlık sektöründe, örgütsel ve fiziksel risk faktörleri daha fazla yaşanmaktadır. Tarım sektöründe, fiziksel risk faktörleri karşılaşılan en önemli risk faktörleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Sanayi sektöründe, en fazla karşılaşılan risk faktörleri çevresel ve fiziksel risk faktörleridir. İşletmelerde ergonomik risklerin tamamının

yaşandığını söyleyebiliriz. Maden sektöründen en fazla yaşanan riskler fiziksel ergonomik riskler olurken çevresel risklerden özellikle titreşim ile ilgili olan riskler yaşanmaktadır. İnşaat sektöründe, çevresel ve fiziksel risk faktörleri yoğun bir şekilde yaşanırken diğer risk faktörlerine nispeten daha az rastlanmıştır. Tekstil sektöründe karşılaşılan en önemli riskler ise fiziksel, örgütsel ve çevresel risk faktörleri olmuştur.

ANP yöntemini uygulayarak yaptığımız tekstil sektöründeki çalışmaya konu olan ergonomik risklerin tamamı incelenmiş olup; fiziksel risk etmenlerinin ağırlıklı olarak sıralanması, uzun süre oturarak çalışma (0,158204), tekrarlayan hareketler (0,114930), uygunsuz duruş (0,081816), statik duruş (0,022690), malzeme kullanımı (0,014306), aşırı güç (0,0086649, kuvvet (0,004566), sıkışma (0,003941), uzun süre ayakta çalışma (0,002117) şeklinde bulunmuştur. Yapılan risk sınıflandırılmasında tüm sektörler düşünüldüğünde fiziksel faktörlerde tekrarlayan hareketler, aşırı güç ve uygunsuz duruş özellikle yaşanan riskler arasında yer almıştır. Tekstil fabrikasında dikimhanede yapılan bizim çalışmamızda ise dikim işinin yüksek konsantrasyon gerektiren başın eğilerek sırtın üst kısmının kavisli bir şekil alarak oturma pozisyonunda tekrarlı yapılması nedeniyle bizim çalışmamızda ilk sırada oturarak çalışma arkasından tekrarlı hareketler gelmiştir.

Diğer sektörlerde bilişsel ergonomik risklerden nispeten az bahsedilirken tekstil sektöründe yapılan çalışmalarda hiç bahsedilmemiştir. Çalışmamızda bilişsel ergonomi, zihinsel süreçlerle karşılaşılan riskler sırasıyla zihinsel iş yükü (0,018049), iş stresi ve eğitim (0,008760), karar verme (0,004220) insan bilgisayar etkileşimi (0,001217) olarak tespit edilmiştir. Araştırmamız tekstil sektörü için bilişsel ergonomik risklerin belirlenmesi bakımından yapılacak çalışmalara önemli katkılar sağlayacaktır.

Örgütsel risk, etmenlerinde ağırlık sıralaması monoton çalışma (0,055355), çalışma tasarımı (0,048813) ve iş rotasyonu (0,032931) gelmiştir. Örgütsel faktörlerde tüm çalışmalar dikkate alındığında en önemli faktör olarak çalışma süresi yer alırken araştırmamızda monoton çalışma dikkat çekmektedir. Bunun nedeni tekrarlayıcı hareketlerin aynı kasa sürekli yüklenilmesi, tüm gün tekrarlayan bilek ve parmak hareketleriyle monoton çalışmadan kaynaklı risk faktörünün özellikle tekstil sektöründe yaşanmasıdır.

Tekstil sektöründe çevresel risk faktörleri bakımından en önde gelen bölüm dikimhanedir. Elde edilen çevresel risk faktörleri değerleri gürültü (0,045757), toz (0,034062), termal konfor (0,031316), duyuşsal risk (0,027468), titreşim (0,006113) ve kimyasallar (0,000864) olarak sıralanmaktadır. Tablo 6.1. incelendiğinde diğler sektörlerde en çok üzerinde durulan çevresel risk faktörleri; titreşim, termal konfor ve gürültü dikkat çekerken toz riskinden nispeten az bahsedilmiştir. Araştırmamızda makinelerden çıkan ses ile yüksek sesle dinlenen müziğinde etkisiyle ilk sırada gürültü riski ortaya çıkmıştır. Toz ise çalışmalarda az bahsedilen risk olurken çalışmamızda dikilen ürünlerden çıkan toz önemli bir risk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bireysel (Kişisel) risk faktörleri, sırasıyla gebelik (0,047142), yorgunluk (0,034500), sigara içme (0,009389), diyabet (0,007901), BKİ (0,005775), yaş (0,005583), solaklık (0,001307) olarak belirlenmiştir. Kişisel faktörlerden cinsiyet faktörü en çok üzerinde durulan risk olarak gözüürken, çalışmamızda gebelik ön sıralarda yer almaktadır. Araştırmamıza konu olan tekstil sektöründe ve özellikle dikimhane bölümünde ağırlıklı olarak kadınlar çalıştırıldığı için olan kadınların uzun süre oturmasından kaynaklı problemler olabileceğinden bizim çalışmamızda risk faktörü olarak çıkmıştır.

Ergonomik risk faktörlerinden psikososyal faktörlerin ağırlıklı sıralaması iş stresi (0,071930), yetersiz yönetim (0,029410), ücret (0,029390), iş memnuniyetsizliği (0,011204), yüksek mesleki beklenti (0,008818), sosyal destek (0,006964), tazminat (0,004279) olarak belirlenmiştir. Bu faktörlerden iş stresi özellikle önemli risk faktörü olarak belirlenmiştir. Bu faktör diğler araştırmalarda da ilk sırada yer almaktadır.

Sektörlerde karşılaşılan riskler birbirinden farklılık gösterebilir. Örneğın restoran çalışanları için ayakta durma pozisyonu, uzun çalışma saatleri, stresli bir çalışma ortamı, tekrarlayan hareket karşılaşılan ergonomik risklerden olabilmektedir. Çalışmamızda tekstil sektöründeki dikimhane bölümünde uzun süre oturarak çalışmak en önemli risk faktörü olarak saptanmıştır.

101

[illegible]

Tablo 6.1. Devamı [75].

[illegible]

Dergi /kitap adları açılımını aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

AJIM-American Journal of Industrial Medicine, AOEM- Annals of Occupational and Environmental Medicine, AISC-Advances in Intelligent Systems and Computing, CIEA- Congress of the International Ergonomics Association, CIE- Computers & Industrial Engineering, EA- Ergonomics Association, EBL- Ergonomics in Business Logistic, HIEA- the history of the International Ergonomics Association, GJRE- Global Journal of Researches in Engineering, EOJ- The Ergonomics Open Journal, HSS:L- Humanities and Social Sciences: Latvia, IFAC POL- IFAC PapersOnLine, IJARD- International Journal of Advance Research and Development, IEUHS- Industrial Engineering Undergraduate Honors Teses, IJIE-International Journal of Industrial Ergonomics, IJCS- International Journal of Consumer Studies, IJSAEM- International Journal of System Assurance Engineering and Management, IJPM-International Journal Of Preventive Medicine, IOS Press-IOS Press IOSR JMCE-IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, IOP -IOP Publishing, IRJSS-International Research Journal of Social Sciences, İSG Dergi- İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, JK- Jurnal Kemanusiaan, JANS- Journal of Applied and Natural Science, JA- Journal of Agromedicine, JOSH- Journal of Occupational Safety and Health, JNR- Journal of Nursing Research, MATEC-MATEC Web of Conferences, JV- Journal of Voice, JPTS- The Journal of Physical Therapy Science, Petra-Petra, SDÜ MBTD-SDÜ Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, OS Press-OS Press PE-Procedia Engineering, İSG S-3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, SMME-Society for Mining, Metallurgy & Exploration, SHW-Safety and Health at Work, Teknoloji-Teknoloji, UÜ FDBD-Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi, UMAGD- Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, TTB MSGD-TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, WSH-Workplace Safety and Health, YBHD-Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi.

Üçüncü uygulamada; dikimhaneden sevkiyata kadar 15 ayrı görev belirlenmiştir. Her görevdeki ergonomik fiziksel zorlanmalar REBA metodu kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışanların hangi görevde ne kadar süre çalışacakları hedef programlama ile matematiksel model oluşturularak ergonomik görev ataması yapılmıştır. İşler vd. [86] yaptıkları çalışmada dikiş bölümündeki REBA puanını en yüksek 8-10 arasında değişen yüksek riskli olarak bulmuştur. RULA yöntemini kullanan Dianat vd. [93] nispeten yüksek RULA puanları bulmuştur. Esin ve Öztürk [2] dikimhanedeki çalışmalarında kabul edilebilir bir duruş olduğunu gösteren 1 ve 2 RULA puanlarına rastlamamışlar nihai RULA puanını minimum 5 ile maksimum 7 arasında değişen orta ve yüksek risk seviyeli olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda ise REBA skoru 4 ile 8 arasında orta ve yüksek riskli olarak bulunmuştur. REBA yönteminin uygulandığı bu çalışmada özellikle RULA yönteminin uygulandığı farklı çalışmalarda dikimhane bölümünün orta ve yüksek riskli çıkması, çalışmamız ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmada ayrıca tekstil sektöründeki diğer çalışmalardan farklı olarak REBA yönteminde elde edilen risk seviyelerini düşürmeye yönelik olarak matematiksel bir modelleme olan Hedef programlama kullanılarak iş rotasyonu ile risk seviyesinin düşürülmesinin ve iş veriminin artırılması için çalışma yapılmıştır.

Farklı alanlarda ve farklı yöntemlerle ergonomik personel planlamasına yönelik çalışmalar mevcuttur. Seçkiner ve Kurt [182] tam sayılı programlama modelini önermişler. Aptel vd. [184] ev aletleri montaj hattında ergonomik bir çalışma gerçekleştirmişler. Cuesta vd. [186] genetik bir algoritma sunmuşlar. Otto ve Scholl [187] otomobil endüstrisinde ergonomik iş rotasyonu çizelgeleme problemini sunmuşlar. Huang ve Pan [188] RGB-D kamera sistemi kullanarak otomatik olarak tahmin edilen, bireysel antropometrik ölçümlere dayalı ergonomik bir iş rotasyonu stratejisi sunmuşlar. Mossa vd. [191] manuel görevler için OCRA tabanlı bir karma tamsayı doğrusal olmayan programlama modeli önermişler. Wongwien ve Nanthavanij [192] tamsayı doğrusal programlama modeli ve sezgisel prosedürün, küçük ve büyük çok amaçlı ergonomik iş gücü çizelgeleme problemlerini çözmek için kullanmışlar. Şenyiğit ve Atici [194] RULA yöntemini kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını değerlendirmek için kullanmışlar. Tasarlanan atama problem modellerini LINGO yardımı ile çözmüşler. Hochdörffer vd. [195] doğrusal programlama tabanlı bir buluşsal yöntem kullanmışlar. Adem ve Dağdeviren [199]

çalışmalarında olan termal konfor açısından çalışanların bu riski paylaşması amaçlı ergonomik iş çizelgeleme temelinde matematiksel bir model önermişlerdir. Çalışmamızda ise fiziksel zorlanmaları REBA yöntemi ile ortaya koyarak iş rotasyonunu hedef programlama ile gerçekleştirerek risklerin düşürülmesine çalışılmıştır. Diğer tekstil sektörlerinde fiziksel zorlanmalarla ilgili risklerin belirlenmesi yapılmış olmasına karşı önlem alınmasına yönelik herhangi bir uygulamaya rastlanmamıştır. Araştırmamızda ise önleme dayalı 270 işçi için bir iş rotasyonu uygulaması yapılarak risk seviyesini düşürmeye yönelik matematiksel model uygulamaya konulmuştur bu bakımdan çalışmamız tekstil sektöründe önemli bir açığı kapatabileceği söylenebilir.

Hedef programlama ile REBA puanları kullanılarak fabrika çalışanlarının hangi işte kaç dakika çalışacakları probleminin çözümünde ergonomik zorlanmaları dikkate alan hedef 1,2 ve 3'ten pozitif sapmayı ve görev sürelerinin farklılığını içeren hedef 4'ten hem pozitif hem de negatif sapmayı minimize etmek amaçlanmıştır. Genel olarak zorlanmaları dikkate alan ve düzeltilmesi için ortaya konulan hedefler, hedef programlama ile oluşturulan modelin çözümü neticesinde tutturulmuştur. Hedef 1 değerinden 19 işçi için toplamda 5.19, hedef 3'te 15 işçi için toplamdan 6,11 pozitif sapma gerçekleşmiştir. Hedef 2 ve diğer çalışanlarda sapma meydana gelmemiştir. İstenen şekilde ergonomik görev ataması yapılmıştır. Çalışanlara belirlenen hedeften daha fazla zorlanmaya sebebiyet verecek bir atama yapılmamıştır. Atanan sürelerin eşit olmasını sağlamak için hedef 4'te toplam 454 dk. İşçi sayısına oranlandığında ise 1.68 dk. gibi küçük bir sapma değeri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda görev dağılımı sürelerine göre çalışanlar arasında büyük bir farklılık olmayıp çalışanların verimlilik düzeyinin de %89'a kadar yükseldiği saptanmıştır. Çalışmamızda ayrıca bazı bölümlerde çalışan erkekleri de ergonomik personel çizelgelemesinde görev akışını bozmadan dâhil edilerek, personel çalışma süresi belirlenmiştir.

Çalışmamıza konu olan tekstil sektöründe yaptığımız üç ayrı uygulama ve dört yöntemin kullanılmasıyla kapsamlı bir çalışma ortaya konmuş olup bundan sonra aynı sektörde yapılacak çalışmalar için önemli bir veri oluşturacağı söylenebilir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmayı Yozgat ili sınırları içerisindeki bir tekstil fabrikasındaki kadınların maruz kaldığı mesleki ergonomik risklerin çok kriterli karar verme yöntemleri ile belirlenerek çözüm önerilerinin sunulması oluşturmuştur. Risk sıralaması yapılırken altı kriter, 37 alt kriter ve altı alternatif belirlenmiştir. Uzman gruptan elde edilen bilgiler ışığında tekstil fabrikasındaki ergonomik risklerin sıralaması, ANP yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenip, PROMETHEE yönteminde bu ağırlıkları kullanılarak algoritmanın işletilmesi ile elde edilmiştir. Yapılan sıralamada kadınların yoğun olarak çalıştığı dikimhane bölümü birinci gelirken diğerleri sırasıyla kalite kontrol, kesimhane, ütü, paket ve sevkiyat, baskı bölümleri olmuştur. Dikimhane bölümü kadın çalışanların en yoğun olduğu bölüm ergonomik risk açısından da en tehlikeli yer olmasından dolayı buradaki kriterlerin ağırlıkları tekrar ANP yöntemi hesaplanarak sıralanmıştır. Ayrıca çalışan pozisyonları REBA yöntemi ile analiz edilerek hedef programlamayla matematiksel bir model oluşturularak ergonomik düzenlemeler yapılmıştır. Yapılan çalışmanın bulgularına göre şu sonuçlar ortaya çıkmıştır.

1. Ergonomik riskler; çevresel, fiziksel, örgütsel, bilişsel, psikososyal ve kişisel faktörler olmak üzere altı ana sınıf ve alt sınıflara ayrılmıştır. Yapılan sınıflandırmalardan faydalanılarak oluşturulan sınıflandırma sektör farklılıkları baz alınarak karşılaşılan birbirinden farklı risklerin tanımlanmasında kullanılabilecek geniş bir sınıflandırma olmasıyla literatüre katkı sağlayacaktır.

2. Birçok sağlık ve güvenlik problemleri yetersiz ergonomik koşullardan kaynaklanmaktadır. Ergonomi bilincinin bütün çalışanlara yaygınlaştırılması, çalışanlar için daha kaliteli çalışma ortamını sağlayacağı gibi iş yeri maliyetinin ve kayıplarının azalmasını da sağlayacaktır.

3. Gelişen teknolojiye rağmen hala insan işgücü odaklı olarak üretimin yapıldığı tekstil sektörü İSG açısından son derece önem arz etmektedir.

4. Tekstil sektörlerinin bölümlerinde karşılaşılan risklerden kadınların büyük bir kısmının çalıştığı dikimhanede, çalışanların fiziksel risk etmenlerinden uzun süre oturarak çalışma, tekrarlayan hareketler ve uygunsuz duruş yer alırken bilişsel risk etmenlerinde zihinsel iş yükü, iş stresi ve eğitim, karar verme gelmektedir. Örgütsel risk etmenlerinde

monoton çalışma, çalışma tasarımı, iş rotasyonu özellikle karşılaşılan risk faktörleri olmuştur. Çevresel risk faktörlerinde gürültü, toz, termal konfor yer almıştır. Bireysel risk faktörlerinde sırasıyla gebelik, yorgunluk, sigara içme. Psikososyal faktörlerde iş stresi, yetersiz yönetim, ücret olarak sıralanmıştır.

5. Ergonomi biliminin çalışma koşullarına getireceği kolaylıklar ile iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, çalışanların çalışma ortamında rahat etmesi, meslek hastalıklarından korunması açısından gerekli şartların yerine getirilmesini sağlamada önemli bir açığı kapatmış olacaktır.

6. Ergonomik fiziksel zorlanmalar REBA metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir işçinin fiziksel zorlanması ve işçilerin çalışacağı ortamda eşit sürelerle çalıştırılması, işçilerin hangi görevde ne kadar süre çalışacakları belirlenerek ergonomik iş rotasyonu ile üretim hatlarında iş verimliliğini artırmak ve iş yorgunluğunu azaltmasına faydalı olacaktır.

7. Hedef programlama ile yapılan modellemede çalışanlar arasında tekrarlama riskinin dengelenmesini, bazı çalışanların kalıcı olarak yüksek riskli yerlere atanmasının yapılmamasını, çalışanların rotasyonla maruz kaldığı risk seviyelerinde değişkenlik sağlanarak sürekli risk altında çalışmaları engellenecektir. Çalışan personelin ergonomik risk seviyesi düşürülerek çalışanların memnuniyet düzeyleri artacaktır. Personelin verimliliği, işletmenin karlılığında etkili olacaktır. Kadınların yoğun olarak çalıştığı bir endüstride iş sağlığı ve güvenliği kapsamında REBA yöntemi ve hedef programlama yönteminin birlikte kullanılarak ergonomik personel çizelgelemenin hazırlanması literatüre katkı sağlayacaktır.

8. Çok kriterli karar verme analizini kullanmak çalışma koşulları, risk değerlendirmesi ve işyeri güvenliği arasında ilişki sağlar. Bu yöntem ile kadın çalışanlara yönelik olarak ergonomik risklerin belirlenmesi ve düzeltilmesi işletme açısından, İSG açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

9. Kadın çalışanların ergonomik risklerine yönelik yapılmış çalışma sınırlı sayıdadır. Bu riskler dikkate alındığında kadın çalışanlarla ilgili yapılmış olan bu çalışma sektöre katkı sağlaması bakımından önemli sonuçları ortaya koymuş olup, bu konuda çalışma yapacaklar için rehber niteliğindedir.

Fabrikada vardiyalı çalışmanın yapılmaması, ergonomik risklere yönelik bazı önlemlerin alınması birçok ergonomik riskin önüne geçilmesine de katkı sağlamıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar dikkate alınarak yapılacak öneriler;

1. Ergonomi; tekrarlı hareketlerin yoğun olarak yapıldığı, insana dayalı, emek yoğun sektör olan tekstil sektöründe büyük bir ehemmiyete sahiptir. Dikimhane gibi sürekli oturularak yapılan çalışmalarda sandalyenin özellikleri de oldukça önem arz etmektedir. Sandalyelerin uygun şekilde sırt bölgesini desteklemesi, ayarlanabilir yüksekliğe sahip olması, derinliğinin ayarlanabilmesi fayda sağlayacaktır. Ayrıca sandalyelerin beş ayaklı, döşemelerinde kullanılan kumaşların sentetik olmayıp hava alır nitelikte, uygun yumuşaklıkta, kaydırmaz kumaşlardan üretilmiş olmaları tercih sebebi olmalıdır.

2. Vücut konumuna uygun yükseklik ve açığa sahip, ayarlanabilir özellikte masalarda çalışılması tavsiye edilir. Göz ile çalışılan nesne arasındaki mesafe uygun olmalıdır. Masalara kenarlıklar yapılarak yere eğilme ve uzanma hareketlerinin önüne geçilmesi tavsiye edilir.

3. Çalışma ortamında kişi başına düşen alan arttırılmalıdır.

4. Özellikle çalışma ortamında var olan çevresel risk faktörlerinden gürültü, toz ve termal konforu iyileştirmeye yönelik ölçümlerin yapılması sağlanarak kaynakta, ortamda ya da kişide önlemler alınabilir ya da arttırılabilir.

5. Çalışanlara ergonomik riskler ve korunma yöntemleri konusunda eğitimler düzenlenebilir, projeler hazırlanıp uygulanabilir.

6. İş yerlerinde belirli alanlar oluşturularak çalışanların kas yapılarının çalıştırılabilir hareketler ile yapılması sağlanmalıdır.

7. Çalışma ortamına çeşitli bitki ve çiçeklerin yerleştirilmesi çalışma ortamına farklı bir hava katıp çalışanların psikolojik risk etmenlerini olumlu yönde etkileyebilir.

8. İtilen veya çekilen yüklerin dirsek hizasından çok aşağıda veya çok yukarıda olmamasına dikkat edilerek taşınması sağlanabilir.

9. Ütünden çıkan ısıнын ve buharın etkisiyle çalışma koşullarında termal konfor yönünden olumsuzluklar çıkarmaktadır. Bu durum çalışanların sağlığını ve çalışma

verimini olumsuz etkileyebilmektedir. Bunun için ortamdaki nem ve havanın stabil tutulması için klima sisteminin kurulması gerekmektedir.

10. Kalite Kontrol ve paketlemede kadınlar sürekli ayakta çalışmakta ayakta çalışma için ergonomik paspaslar kullanılarak ayak ve bacaklara binen yükün azaltılması sağlanabilir, belirli aralıklarla oturabilecekleri sandalyeler konulabilir.

11. Yerde gerçekleştirilen paketleme işlemi yerine kutuların boyutlarına göre uygun yükseklik ve genişliğe sahip masalarda bu işlem gerçekleştirilebilir.

12. Tekdüze hareketlerin önüne geçebilmek için görev çeşitliliğine gidilebilir. İş rotasyonu ile ergonomik risklerin azaltılması sağlanabilir. Bu amaçla hedef programlama ile gerçekleştirilen işçilerin rotasyonunda hangi görevde ne kadar süre çalışmaları belirlenmiş olsa da yöneticilerin üretimin düzenli işleyişini sağlamak için işçilerin görevleri arasındaki rotasyonunu iyi takip etmesi gerekmektedir. Herhangi bir aksamının yaşanmaması için işçinin ne kadar süre o görevde çalışacağının yanında ne zamanlar çalışacağı da önem arz etmektedir. Bunun yanında çalışırken rotasyon ile işçinin yorgunluğu ve ergonomik zorlanması da azaltılabilir. Haftalık olarak dengelenen ergonomik riskler, verilecek eğitimler vasıtası ile işçilerin yetkinlikleri artırılıp dönemler içerisinde farklı görevlerde çalışmaları sağlanarak da dengelenebilir. Böylelikle işçilerin rotasyonu genişletilmiş ve ergonomik risk daha azaltılmış olacaktır. Yöneticilerin ergonomik zorlanmaları azaltmak için öncelikle REBA puanı yüksek olan görevleri inceleyip düzenleme yapmaları şarttır. Yeterli düzenlemeler yapılmaz ise yüksek ergonomik risklerden dolayı işçilerin zorlanmaları da yüksek olacaktır. Hedef değerler bu ergonomik risk değerine bağlı olduğu için ne kadar düşük ortalama değer elde edilirse modelin sonucunda o kadar düşük bir ergonomik risk işçilere yüklenmiş olacaktır.

İleride yapılacak çalışmalarda tekstil fabrikalarındaki ergonomik riskler diğer ÇKKV yöntemleri kullanılarak yapıp sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca tekstil fabrikalarında meydana gelen kazaların ergonomik faktörlerle olan ilişkisi araştırılarak bölümlere göre ÇKKV yöntemleri kullanılarak sıralaması yapılabilir.

8. KAYNAKÇA

- [1] Hazır Giyim Sektör Raporu-2018. (2020). T.C.Ticaret Bakanlığı.
- [2] Öztürk N, Esin MN (2011). Investigation of musculoskeletal symptoms and ergonomic risk factors among. *International Journal of Industrial Ergonomics* 41(6): 585-591.
- [3] Stefanović V, Urošević S, Mladenović-Ranisavljević I, Stojilković P (2019). Multi-criteria ranking of workplaces from the aspect of risk assessment in the production processes in which women are employed. *Safety Science* 116: 116-126.
- [4] Singleton W, World Health Organization (1972). Introduction to ergonomics.
- [5] Tayyari F, Smith J (1997). *Occupational Ergonomics:Principles and applications*. London: Chapman & Hall. 3: 1-19.
- [6] Attwood D, Deeb J, Danz-Reece M (2004). *Ergonomic Solutions for the Process Industries*. Elsevier.
- [7] Lee K. (2005). Ergonomics in total quality management: How can we sell ergonomics to management ? *Journal of Ergonomics* 48(5): 547-558.
- [8] Cohen A, Gjessing C, Fine L, Bernard B, McGlothlin J (1997). Elements of ergonomics programs; a primer based on workplace evaluations of musculoskeletal disorders. NIOSH.
- [9] Fernandez J (2015). Ergonomics in the workplace. *Journal of Facilities* 13(4): 20-27.
- [10] Brooks A (1998). Ergonomics approaches to office layout and space planning. *Journal of Facilities* 16: 73-78.
- [11] Te-Hsin P, Kleiner B (2001). New developments concerning the occupational safety and health act. *Journal of Managerial* 48(5): 547-558.
- [12] Mital A. (1995). Is the background knowledge of ergonomists important if ergonomics is to succeed within a simultaneous engineering (SE) environment? *International Journal of Industrial Ergonomics* 16(4-6): 441-450.
- [13] Westgaard R, Winkel J (1997). Ergonomic intervention research for improved musculoskeletal health: a critical review. *International journal of industrial ergonomics* 20(6): 463-500.
- [14] Grandjean P, Adams R (1992). Skin penetration:Hazardous chemicals at work. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 34(4): 364.
- [15] Koningsveld E (2019). *History of the International Ergonomics Association 1985-2018*. IEA Press.
- [16] Akpınar T, Çakmakaya BY, Batur N (2018). Ofis Çalışanlarının Sağlığının Korunmasında Çözüm Önerisi Olarak Ergonomi Bilimi. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi* 4(02): 76-98.
- [17] Aytaç S, Kaya Ö (2019). Ergonominin Çalışma Yaşamındaki Önemi. *Karatahta/İş Yazıları Dergisi* 14: 1-14.
- [18] Niu S. (2010). Ergonomics and occupational safety and health: An ILO perspective. *Applied Ergonomics* 744-753.
- [19] İşsever H (2010). *Ergonomi*. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- [20] Bozkurt Ö, Meriç S, Kaymış B. (2020). Otel işletmelerinde bulunan ergonomik risklerin değerlendirilmesi: Van örneği. *Journal of Tourism Theory and Research* 6(1): 20-34.
- [21] Brito M, Ramos A, Carneiro P, Gonçalves M (2019). A continuous improvement assessment tool, considering lean, safety and ergonomics. *International Journal of Lean Six Sigma* 11(5): 893-916.
- [22] Köksüz A (2019). Her Alanda Ergonomi. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi* 2(1): 3-24.
- [23] Meenaxi T, Sudha B (2012). Causes of Musculo-Skeletal Disorder in Textile Industry. *International Research Journal of Social Sciences* 1(4): 48-50.

- [24] Irimie S, Pal A. (2019). Advances In Occupational Ergonomics And Risk Management. Quality-Access to Success 20: 549-555.
- [25] Amarasinghe NC, AlwisSenevirathne R (2016). Tool development to assess the work related neck and upper limb musculoskeletal disorders among female garment workers in Sri-Lanka. IOS Press 55: 297-303.
- [26] WHO (1995). Global strategy on occupational health for all: the way to health at work, recommendation of the Second Meeting of the WHO Collaborating Centres in Occupational Health, 11-14 October 1994, Beijing, China. (No. WHO/OCH/95.1. Unpublished), World Health Organization.
- [27] McPhee B (2015). Practical Ergonomics:Application of Ergonomics Principles in the Workplace. Coal Services Health & Safety Trust Sydney NSW.
- [28] Diyana M, Karmegam K, Shamsul B, Irniza R, Vivien H, Sivasankar S, Kulanthayan K (2019). Risk factors analysis: Work-related musculoskeletal disorders among male traffic policemen using high-powered motorcycles. International Journal of Industrial Ergonomics.
- [29] Bunpot L, Klangduen P (2019). The development of the Driver Ergonomic Risk Assessment (DERA) for assessing the risk factors for professional driver. IOP Publishing.
- [30] Balasundaram K, Adugna A, Kumar A, Kumar M. (2017). Improvement of Ergonomic Factors in a Textile Industry: A Case Study. Journal of Recent Research in Engineering and Technology 4(5): 2349 –2252.
- [31] Makhbul Z, Idrus D, Abdul Rani M (2007). Ergonomics design on the work stress outcomes. Jurnal Kemanusiaan 9: 50-61.
- [32] Jusoh F, Zahid MN (2018). Ergonomics Risk Assessment among support staff in Universiti Malaysia Pahang. IOP Publishing.
- [33] Mulyati G, Maksum M, Purwantana B, Ainuri M (2019). Ergonomic risk identification for rice harvesting worker. IOP Publishing.
- [34] Karwowski W (2005). Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. Ergonomics 48(5): 436-463.
- [35] Karwowski W (2006). The discipline of ergonomics and human factors. Handbook of human factors and ergonomics 3-31.
- [36] Otto A, Battaia O (2017). Reducing physical ergonomic risks at assembly lines by line balancing and job rotation: A survey. Computers & Industrial Engineering 111: 467-480.
- [37] Jaffar N, Abdul-Tharim AH, Mohd-Kamar IF, Lop NS (2011). A Literature Review of Ergonomics Risk Factors in Construction Industry. Elsevier 89-97.
- [38] Beño R (2013). Ergonomics in Business Logistics.
- [39] Mufti D, Putri A (2019). Workplace Ergonomic Risk Assessment Toward Small-Scale Household Business. IOP Publishing.
- [40] Ayanoğlu C (2007, 4). İşyerinde Ergonomi ve Stres. İş Sağlığı ve Güvenliği 26-34.
- [41] Li X, Gül M, Al-Hussein M (2019). An improved physical demand analysis framework based on ergonomic risk assessment tools for the manufacturing industry. International Journal of Industrial Ergonomics 70: 58-69.
- [42] Altıparmakogulları Y, Çifter A (2012). Oturma Yüzeyinin Destekli Ve Desteksiz Olarak Farklı Konumlandırılmasıyla Değişen Basınç Değerlerinin İncelenmesi. 18. Ulusal Ergonomi Kongresi. Gaziantep.
- [43] Murray DM, van der Veer G, de Haan G, Dittmar A (2019). Rethinking Cognitive Ergonomics. In Proceedings of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics 36-37.

- [44] Kalakoski V, Selinheimo S, Valtonen T, Turunen J, Käpykangas S, Ylisassi H, Paaanen T (2020). Effects of a cognitive ergonomics workplace intervention (CogErg) on cognitive strain and well-being: a clusterrandomized controlled trial. A study protocol. BMC Psychology 8(1): 1-16.
- [45] Bıyıklı, Ö., & Kızılkaya Aydoğan, E. (2015). Nöroergonomi ve Temel Uygulama Alanları. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 173-179.
- [46] Kaya M, Güzel D, Çubukçu B (2011). Ilıca Şeker Fabrikası Çalışanlarının İş Memnuniyeti, Ergonomik Çalışma Koşulları Ve İş Stresi Yönünden İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi 25: 51-60.
- [47] Şimşek A, Eroğlu Ö (2013). Davranış Bilimleri. Eğitim Kitabevi, Konya.
- [48] Mengenci C (2014). Ekip Kaynak Yönetimi ve Sivil Havayolu Kazaları: Türkiye Örneği. Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi 1,2.
- [49] Bozkurt Ö, Bozkurt İ (2008). İş Tatminini Etkileyen İşletme İçi Faktörlerin Eğitim Sektörü Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Bir Alan Araştırması. Doğu Üniversitesi Dergisi 1-18.
- [50] Ferreira E, Strydom E (2016). Managing work-related musculoskeletal disorders in the virtual office. Journal of Contemporary Management 117-143.
- [51] Erdiç O, Yeow P (2011). Proving external validity of ergonomics and quality relationship through review of real-world case studies. International Journal of Production Research 949-962.
- [52] Atasever M (2017). Sanal Organizasyonlarda Kriz Yönetimi. Artuklu İnsan ve Toplum Bilim Dergisi 2(1): 45-51.
- [53] Diego-Mas J. (2020). Designing Cyclic Job Rotations to Reduce the Exposure to Ergonomics Risk Factors. International Journal of Environmental Research and Public Health 1-17.
- [54] Uzun M, Müngen U (2011). Çalışma Ortamında Ergonomik Koşulların İşçi Sağlığı ve İş Kazaları Açısından Önemi. 3.İşçi Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, Çanakkale.
- [55] Çetinkaya F, Baykent G (2017). İşyeri Çalışma Ortamı Koşullarının Ergonomik Yönden İncelenmesi (Örnek: Şekerleme Firması). Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi 15-31.
- [56] Güler Ç (1997). Ergonomiye Giriş. Sağlık Bakanlığı, Ankara.
- [57] Taşyürek M (2014). İş Hijyeni ve Kimyasal Etkenler.
- [58] Duran Sağocak M (2005). Ergonomik Tasarımda Renk. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 77-83.
- [59] Berlin C, Adams C. (2017). Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance. Ubiquity Press Ltd, London.
- [60] Hayta AB (2007). Çalışma Ortamı Koşullarının İşletme Verimliliği Üzerine Etkisi. Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi 21-41.
- [61] Başbüyük GÖ, Sönmez G, Aktan Korkmaz B, Doğan M, Ay F, Çınar Z (2015). Sivas'ta Yetişkin Bireylerde Antropometrik. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 133-142.
- [62] Doğan A (2009). Yaşlı ve Ergonomi. Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi 2: 95-99.
- [63] Dimberg L, Laestadius J, Ross S, Dimberg I (2015). The Changing Face of Office Ergonomics. The Ergonomics Open Journal 8: 38-56.
- [64] Soyuer F, Ünal D, Elmalı F (2011). Sigara İçmek Üniversite Öğrencilerinin Fiziksel Aktivitesini Etkiliyor mu? Kafkas Tıp Bilimleri Dergisi 103-108.
- [65] Park J, Kim Y, Han B (2018). Work Sectors with High Risk for Work-Related Musculoskeletal Disorders in Korean Men and Women. Safety and Health at Work 75-78.
- [66] Charles L, Ma C, Burchfiel C, Dong R (2018). Vibration and Ergonomic Exposures Associated With Musculoskeletal Disorders of the Shoulder and Neck. Safety and Health at Work 9: 125-132.

- [67] U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health (2000). Ergonomics, the Study of Work. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration.
- [68] Biçer M, Çabalar M, Ecerkale Ö (2014). Karpal Tünel Sendromu Tedavisinde B Vitamini ile Tendon-Sinir Germe Egzersizlerinin Klinik ve Elektrofizyolojik Parametrelere Etkisi. *Istanbul Medical Journal* 15(1): 16-20.
- [69] Tapp LM (2000). Pregnancy Ergonomics. *American Society of Safety Engineers* 29-32.
- [70] Panjaitan N, Ali A (2009). Classification of ergonomics levels for research. *IOP Publishing* 1-7.
- [71] Kocabaş F, Aydın U, Canbey Özgüler V, İlhan M, Demirkaya S, Ak N, Özbaş C (2018). Çalışma Ortamında Psikososyal Risk Etmenlerinin İş Kazası, Meslek Hastalıkları ve İşle İlgili Hastalıklarla İlişkisi. *Sosyal Güvence Dergisi* 7(14): 28-62.
- [72] Van Laethem M, Beckers D, Geurts S, Garefelt J, Hanson LM, Leineweber C (2018). Perseverative Cognition as an Explanatory Mechanism in the Relation Between Job Demands and Sleep Quality. *International Journal of Behavioral Medicine* 25(2): 231–242.
- [73] Turhan E, Özdemir G, Özdemir Y (2015). Yeşil Ergonomiye Genel Bakış. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 3(3): 559-565.
- [74] Heller-Ono A (2014). A Prospective Study of a Macroergonomics Process over Five Years Demonstrates Significant Prevention of Workers' Compensation Claims Resulting in Projected Savings. *A Prospective Study of a Macroergonomics Process over Five Years* 1-4.
- [75] Aksüt G, Eren T, Tüfekçi M (2020). Ergonomik Risk Faktörlerinin Sınıflandırılması: Bir Literatür Taraması. *Ergonomi* 3(3): 169-192.
- [76] McCann M (1996). Hazards in Cottage Industries in Developing Countries. *American Journal Of Industrial Medicine* 30: 125-129.
- [77] İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. (2012). *T.C. Resmi Gazete*, 28339, 30 Haziran 2012
- [78] İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği. (2012). *T.C. Resmi Gazete*, 28512, 29 Aralık 2012
- [79] İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği. (2012). *T.C. Resmi Gazete*, 28509, 26 Aralık 2012
- [80] Szabo J, Mezei K, Thuroczy G, Mezei G (2006). Occupational 50 Hz Magnetic Field Exposure Measurements Among Female Sewing Machine Operators in Hungary. *Bioelectromagnetics* 27(6): 451-457.
- [81] Bilir N, Yıldız A (2014). İş Sağlığı ve Güvenliği. *Hacettepe Üniversitesi, Ankara*.
- [82] Jafry T (2000). Women, human capital and livelihoods: an ergonomics perspective. *Overseas Development Institute*.
- [83] Kaya Ö (2015). Design of Work Place and Ergonomics in Garment Enterprises. *Procedia Manufacturing* 3: 6437-6443.
- [84] Kaya Ö, Özok A (2018). Hazır Giyim İşletmelerinin Ergonomik Risk Etmenleri Yönünden Değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 6: 263-270.
- [85] Karakitapoğlu N, Akyıldız S, Çakmak B, Alayunt F (2017). İzmir İlinde Tekstil ve Hazır Giyim Sanayindeki Ergonomik Sorunlar. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 5: 269-274.
- [86] İşler M, Küçük M, Güner M (2018). Ergonomic assessment of working postures in clothing sector with scientific observation methods. *International Journal of Clothing Science and Technology* 30(6): 757-771.
- [87] Tekstil Sektöründe İş Sağlığı Gözetimi Rehberi. *T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı*.
- [88] Mehta E, Mehta M, Sharma PK (2020). A study on work-related musculoskeletal disorders among sewing machine operators. *Indian Journal of Health and Well-being* 11: 08-12.

- [89] Gahlot N, Mehta M, Singh K (2017). Occupational health problems among female sewing machine operators. *Indian Journal of Health and Wellbeing* 8(1): 122-126.
- [90] Habib M (2015). Ergonomic risk factor identification for sewing machine operators through supervised occupational therapy fieldwork in Bangladesh: A case study. *IOS Press* 50(3): 357-362.
- [91] Kalınkara V, Çekal N, Akdoğan I, Kacar N (2011). Anthropometric measurements related to the workplace design for female workers employed in the textiles sector in Denizli, Turkey. *Eurasian Journal of Anthropology* 2(2): 102-111.
- [92] Malik N, Maan A, Pasha T, Akhtar S, Ali T (2010). Role of hazard control measures in occupational health and safety in the textile industry of Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 47(1): 72-76.
- [93] Dianat I, Kord M, Yahyazade P, Karimi M, Stedmon A (2015). Association of individual and work-related risk factors with musculoskeletal symptoms among Iranian sewing machine operators. *Applied Ergonomics* 51: 180-188.
- [94] Nagaraj T, Jeyapaul R, Mathiyazhagan K (2019). Evaluation of ergonomic working conditions among standing sewing machine operators in Sri Lanka. *International Journal of Industrial Ergonomics* 70: 70-83.
- [95] Berberoğlu U, Tokuç B (2013). Work-Related Musculoskeletal Disorders at Two Textile Factories in Edirne, Turkey. *Balkan Medical Jurnal* 30(23): 23-27.
- [96] Konuşkan Ö, Uygun Ö (2014). Çok Nitelikli Karar Verme (Maut) Yöntemi ve Bir Uygulaması. *Akademik Platform* 1403-1412.
- [97] Vahdani B, Hadipour H, Sadaghiani J, Amiri M (2010). Extension of VIKOR method based on interval-valued fuzzy sets. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 47: 1231-1239.
- [98] Genç T (2013). PROMETHEE Yöntemi ve GAIA Düzlemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi* 15(1): 133-154.
- [99] Orçanlı K, Özdemir A (2013). Kredi Kartı Seçimine Yönelik Bir Karar Modeli ve Uygulama: Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP)-ELECTREYöntemi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 4(1): 77-106.
- [100] Özcan E, Ünlüsoy S, Eren T (2017a). ANP VE TOPSIS yöntemleriyle Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi* 5(2): 204-219.
- [101] Saaty T (1996). Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process.
- [102] Saaty T (2001). Decision Making With The Analytic Network Process (Anp) And Its "Super-Decisions" Software The National Missile Defense (NMD) Example. *ISAHP* 2001 365-382.
- [103] Saaty, T (1990, 3). An Exposition on the AHP in Reply to the Paper "Remarks on the Analytic Hierarchy. *Management Science* 36(3): 259-268.
- [104] Saaty T (2004). Decision Making – The Analytic Hierarchy And Network Processes (AHP/ANP). *Journal Of Systems Science And Systems Engineering* 13(1): 1-35.
- [105] Saaty T (1999). Fundamentals Of The Analytic Network Process. *ISAHP* 1-14.
- [106] Chung SH, Lee A, Pearn W (2005). Analytic networkprocess (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator. *Int. J. Production Economics* 96(1): 15-36.
- [107] Saaty T (1980). The Analytic Hierarchy Process.
- [108] Dağdeviren M, Dönmez N, Kurt M (2006). Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 21(2): 247-255.

- [109] Gür Ş, & Eren T (2017). Analitik Ağ Süreci Ve PROMETHEE Yöntemleri İle Gıda Sektöründeki Orta Ölçekli İşletmeler İçin Pazarlama Stratejilerinin Seçimi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi 6(1): 79-92.
- [110] Göktürk İ, Eryılmaz A, Yörür B, Yuluğkural Y (2011, 8). Bir İşletmenin Tedarikçi Değerlendirme Ve Seçim Probleminin Çözümünde AAS Ve Vikor Yöntemlerinin Kullanılması. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 25: 61-74.
- [111] Anık Z (2007). Nesne yönelimli yazılım dillerinin analitik hiyerarşi ve analitik network prosesi ile karşılaştırılması ve değerlendirilmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü 117.
- [112] Chemweno P, Pintelon L, Van Horenbeek A, Muchiri P (2015). Development of a risk assessment selection methodology for asset maintenance decision making: An analytic network process. International Journal of Production Economics 170: 663-676.
- [113] Bedir N, Yalçın H, Özder EH, Eren T (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Taşeron Firma Seçimi: Kırıkkale İlinde Bir Uygulama. Academic Platform Journal of Engineering and Science 6(2): 25-33.
- [114] Özcan E, Özcan NA, Eren T (2017b). CSP Teknolojisine Sahip Güneş Enerjisi Santrallerinin Kombine ANP-PROMETHEE Yaklaşımı ile Seçimi. Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi 1(1): 18-44.
- [115] Brans JP, Mareschal B (2005). Promethee Methods. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys 163-186.
- [116] Dağdeviren M, Eraslan E (2008). PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 23(1): 69-75.
- [117] Brans JP, Vincke P (1985). Note—A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making). Management Science 31(6): 647-656.
- [118] Çalışkan E, Eren T (2016). Bankaların Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Değerlendirilmesi. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi 6(2): 85-107.
- [119] Mohanty P, Mahapatra S, Mohanty A, Sthitapragyan (2018). A novel multi-attribute decision making approach for selection of appropriate product conforming ergonomic considerations. Operations Research Perspectives 5: 82-93.
- [120] Özcan E, Gür Ş, Eren T (2020). A hybrid model to optimize the maintenance policies in the hydroelectric power plants. Politeknik 1-14
- [121] Bedir N, Özder E, Eren T (2016). Course Selection with AHP & PROMETHEE Methods for Post Graduate Students: An Application in Kırıkkale University Graduate School of Natural and Applied Sciences. MATEC Web of Conferences 68(7)
- [122] Özder EH, Bedir N, Eren T (2019). Yükseköğretimde Araştırmacı Seçiminde Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması: Bir İnceleme. Alanya Akademik Bakış 3(1): 19-33.
- [123] Charnes A, Cooper W (1961). Management models and industrial applications of linear programming. Wiley. Simon, H. (1955). A behavioural model of rational choice. The quarterly journal of economics 69(1): 99-118.
- [124] Simon H (1955). A behavioural model of rational choice. The quarterly journal of economics 69(1): 99-118.
- [125] Romero C (1991). Handbook of critical issues in goal programming. Pergamon Press, Oxford.
- [126] Tütek H, Gümüşoğlu Ş (2008). İşletme istatistiği. Beta Basım Yayın Dağıtım AŞ, Türkiye.
- [127] Hignett S, McAtamney L (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). Applied Ergonomics 31: 201-205.
- [128] Stanton N, Hedge A, Brookhuis K, Salas E (2005). Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods. CRC Press.

- [129] Özcan E, Kesiktaş N (2007,4). Mesleki Kas İskelet Hastalıklarından Korunma Ve Ergonomi. İş Sağlığı ve Güvenliği 34(7): 6-9.
- [130] Foley M, Silverstein B, Polissar N, Neradilek B (2009). Impact of Implementing the Washington State Ergonomics Rule on Employer Reported Risk actors and Hazard Reduction Activity. American Journal Of Industrial Medicine 52(1): 1-16.
- [131] Yapıcı F, Baş H (2015). Verimlilikte Ergonomik Faktörler. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 3(3): 591-595.
- [132] Çağlayan Ç, Karaca E. (2015). Ergonomi ve Kadın işçiler. Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi 15(57): 24-28.
- [133] Dizdar EN (2004). Bilgisayar Kullanıcılarında Elektromanyetik Işımların İnsan Sağlığına Etkisinin İncelenmesi. Teknoloji 7(4): 625-628.
- [134] Rantala L, Hakala S, Holmqvist S, Eeva S (2012). Connections Between Voice Ergonomic Risk Factors and Voice Symptoms, Voice Handicap and Respiratory Tract Diseases. Journal of Voice 26(6): 819-e13.
- [135] Lee JW, Lee JJ, Mun HJ, Lee KJ, Kim JJ (2013). he Relationship between Musculoskeletal Symptoms and Work-related Risk Factors in Hotel Symptoms and Work-related Risk Factors in Hotel Workers. Annals of Occupational and Environmental Medicine 25(20): 1-10.
- [136] Xu YW, Cheng AS (2014). An onsite ergonomics assessment for risk of work-related musculoskeletal disorders among cooks in a Chinese restaurant. Work 48(4): 539-545.
- [137] Battini D, Botti L, Mora C, Sgarbossa F (2018). Ergonomics and human factors in waste collection: analysis and suggestions for the door-to-door method. IFAC PapersOnLine 51(11): 838-843.
- [138] Mukhopadhyay P, Srivastava S (2010). Evaluating ergonomic risk factors in non-regulated stone carving units of Jaipur. Work 35(1): 87-99.
- [139] Yazdani A (2009). Association Between Ergonomic Risk Factors And Musculoskeletal Symptom Among Automobile Assembly Line Workers In Shah Alam, Selangor. Unpublished master thesis, Universiti Putra Malaysia.
- [140] Kolgiri S, Hiremath R, Bansode S (2016). Literature Review on Ergonomics Risk Aspects Association to the Power Loom Industry. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering 13(1): 56-64.
- [141] Bokše K, Kaļķis H, Roja Ž (2018). Ergonomic Risks Influence on Worker's Work Ability at Metal Manufacturing Organisations. Humanities and Social Sciences: Latvia (26:2): 77-88.
- [142] Widodo L, Daywin FJ, Nadya M (2019). Ergonomic risk and work load analysis on material handling of PT.XYZ. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 528(1): 012030.
- [143] Dsingh A, Kaur J (2019). Ergonomic Risk Factors in Women Workers Involved in Handicraft Industry of Patiala District. Congress of the International Ergonomics Association 380-385.
- [144] Qutubuddin SM, Hebbal SS, Kuma AS (2013). Ergonomic Evaluation of Tasks Performed by Workers in Manual Brick Kilns in Karnataka. Global Journal of Research in Engineering 13(4): 1-9.
- [145] Pandey K, Vats A (2013). Ergonomic hazard identification of workers engaged in brick making factories. Journal of Applied and Natural Science 5(2): 297-301.
- [146] Rahman MA, Abdul Rani M, Mohd Rohani J (2012). Investigation of work-related musculoskeletal disorders in wall plastering jobs within the construction industry. Work 43(4): 507-514.
- [147] Adnan NH, Ressang A (2016). Ergonomics Awareness on Construction Site 190-203
- [148] Shuval K, Donchin M. (2005). Prevalence of upper extremity musculoskeletal symptoms and ergonomic risk factors at a Hi-Tech company in Israel. International Journal of Industrial Ergonomics 35(6): 569-581.

- [149] Wiehagen WJ, Turin FC (2004). Ergonomic Assessment of Musculoskeletal Risk Factors at Four Mine Sites: Underground Coal, Surface Copper, Surface Phosphate, and Underground Limestone. DHHS (NIOSH) Publication, Cincinnati
- [150] Jeripotula SK, Mangalpady A, Mandela G (2020). Ergonomic Assessment of Musculoskeletal Disorders Among Surface Mine Workers in India. Society for Mining, Metallurgy & Exploration 1-6.
- [151] Hou JY, Shiao uSC. (2006). Risk Factors for Musculoskeletal Discomfort in Nurses. Journal of Nursing Research 14(3): 228-236.
- [152] Turhan N, Akat C, Müfit A, Aytül Ç (2008). Ergonomic Risk Factors for Cumulative Trauma Disorders in VDU Operators. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 14(4): 417-422.
- [153] Esin MN, Sezgin D (2012). Yoğun Bakım Ortamında Çalışan Güvenliği: Yoğun Bakım Hemşirelerinin Çalışma Ortamı ve Mesleki Riskleri. Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi 16(1): 14-20.
- [154] Habibi E, Pourabdian S, Atabaki A, Hoseini M (2012). Evaluation of Work-related Psychosocial and Ergonomics Factors in Relation to Low Back Discomfort in Emergency Unit Nurses. International Journal Of Preventive Medicine 2(3): 564-568.
- [155] Kim T, Roh H (2014). Analysis of Risk Factors for Work-related Musculoskeletal Disorders in Radiological Technologists. The Journal of Physical Therapy Science 26(9): 1423-1428.
- [156] Mukhtad A, Aminese H, Mansor M, Mansour H, Elmesmary H (2018). Ergonomic Risk Assessment among Healthcare Laboratory Technicians in Benghazi Medical Centre. International Journal of Advance Research and Development 3(3): 318-327.
- [157] Woods A (2018). Developing an ergonomic model and automation justification for industrial spraying operations: A case study. Industrial Engineering Undergraduate Honors Teses.
- [158] Padilla B, Glushkova A, Menyctas D, Manitsaris S (2019). Designing a web-based Automatic Ergonomic Assessment using Motion Data. Proceedings of the 12th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments 528-534.
- [159] Choobineh A, Sani G, Rohani M, Pour M, Neghab M (2009). Perceived demands and musculoskeletal symptoms among employees of an Iranian petrochemical industry. International Journal of Industrial Ergonomics 39(5): 766-770.
- [160] Neag P, Ivascu L, Mocan A, Draghici A (2020). Ergonomic intervention combined with an occupational and organizational psychology and sociology perspectives in production systems. MATEC Web of Conferences 305: 00031.
- [161] Kirkhorn SR, Richardson G, Banks RJ (2010). Ergonomic Risks and Musculoskeletal Disorders in Production Agriculture: Recommendations for Effective Research to Practice. Journal of Agromedicine 15(3): 281-299.
- [162] Salleh NM, Sukadarin EH (2018). Hazard Analyses (JHA) for Ergonomics Risk Factors in Malaysian Pineapple Plantation. Journal of Occupational Safety and Health 15(1): 17-26.
- [162] Thetkathuek A, Meepradit P, Sa-ngiamsak T (2018). A Cross-sectional Study of Musculoskeletal Symptoms and Risk Factors in Cambodian Fruit Farm Workers in Eastern Region, Thailand. Safety and Health at Work 9(2): 192-202.
- [164] Jara O, Ballesteros F, Carrera E (2017). Assessments of Ergonomic Risks in Banana Cultivation and Production. International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics 258-263.
- [165] Mishra D, Satapathy S (2019). Ergonomic risk assessment of farmers in Odisha (India). International Journal of System Assurance Engineering and Management 10(5): 1121-1132.
- [166] Vandyck E, Fianu D (2012). The work practices and ergonomic problems experienced by garment workers in Ghana. International Journal of Consumer Studies 36(4): 486-491.

- [167] Efe ÖF, Efe B (2015). Tekstil Sektöründe İş Kazalarının Oluşumuna Ait Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 3(3): 623-629.
- [168] Ahmed S, Raihan M (2014). Health Status of the Female Workers in the Garment Sector of Bangladesh. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 4(1): 43-58.
- [169] Tompa E, Dolinschi R, Natale J (2013). Economic evaluation of a participatory ergonomics intervention in a textile plant. Applied Ergonomics 44(3): 480-487.
- [170] Thangaraj P, Kannappan U, Chacko T (2015). Occupation-Related Health Status of Women Textile Workers in Tamil Nadu. ADR Journals 1(4): 145-149.
- [171] Sealetsa O, Thatcher A (2011). Ergonomics issues among sewing machine operators in the textile manufacturing industry in Botswana. IOS Press 38(3): 279-289.
- [172] Najarkola SM, Mirzae R (2012). Evaluation of Upper Limb Musculoskeletal Loads due to Posture, Repetition, and Force by Rapid Upper Limb Assessment in a Textile Factory. Journal of Health Scope 1(1): 18-24.
- [173] Aksüt G, Eren T, Tüfekçi M (2021b). Tekstil Sektöründe Kadın Çalışanların Maruz Kaldığı Ergonomik Risklerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Belirlenmesi. Endüstri Mühendisliği 32(1): 12-33.
- [174] Comper MC, Padula RS (2013). Ergonomic risk assessment among textile industry workers using two instruments: Quick Exposure Check and Job Factors Questionnaire. Fisioter Pesq 21(3): 215-221.
- [175] Delleman N, Dul J (2002). Sewing machine operation: workstation adjustment, working posture, and workers' perceptions. International Journal of Industrial Ergonomics 30(6): 341-353.
- [176] Hoque AM, Ahmed S, Paul S, Parvez M (2015). Topsis Based Ergonomic Analysis On Work Related Musculoskeletal Disorders Of Sewing Machine Operators. International Journal of Advances in Engineering & Technology 8(5): 728-738.
- [177] Merisalu E, Männaste M, Hiir K, Traumann A (2016). Predictors and prevalence of musculoskeletal disorders among sewing machine operators. Agronomy Research 14(4): 1417-1426.
- [178] Bulduk S, Bulduk E, Süren T (2017). Reduction of work-related musculoskeletal risk factors following ergonomics education of sewing machine operators. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 23(3): 347-352.
- [179] Jalilian H, Teshnizi S, Röösli M, Neghab M (2018). Occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and risk of Alzheimer disease: A systematic review and meta-analysis. NeuroToxicology 69: 242-252.
- [180] Eladly A, Abou-Ali M, Sheta A, EL-Ghlomy S (2020). A flexible ergonomic redesign of the sewing machine workstation. Research Journal of Textile and Apparel.
- [181] Aksüt G, Eren T, Tüfekçi M (2021a). Tekstil Sektör Çalışanlarının Maruz Kaldığı Ergonomik Risklerin Analitik Ağ Süreci ile Değerlendirilmesi. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi 13(1): 231-242.
- [182] Seçkiner S, Kurt M (2005). Bütünleşik Tur-Rotasyon Çizelgeleme Yaklaşımı İle İşyükü Minimizasyonu. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 20(2): 161-169.
- [183] Sato T, Coury H (2009). Evaluation of musculoskeletal health outcomes in the context of job rotation and multifunctional jobs. Applied Ergonomics 40: 707-712.
- [184] Aptel M, Cail FO, Gerling A, Louis O (2008). Proposal of parameters to implement a workstation rotation system to protect against MSDs. International Journal of Industrial Ergonomics 38(11-12): 900-909.
- [185] Keir P, Sanei K, Holmes M (2011). Task rotation effects on upper extremity and back muscle activity. Applied Ergonomics 42(6): 814-819.

- [186] Cuesta S, Diego-Mas J, Oliver L, Cruz M (2012). A method to design job rotation schedules to prevent work-related musculoskeletal disorders in repetitive work. *International Journal of Production Research* 50(24): 7467-7478.
- [187] Otto A, Scholl A (2013). Reducing ergonomic risks by job rotation scheduling. *OR Spectrum* 35: 711-733.
- [188] Huang SH, Pan YC (2014). Ergonomic job rotation strategy based on an automated RGB-D anthropometric measuring system. *Journal of Manufacturing Systems* 33: 699-710.
- [189] Song J, Lee C, Lee W, Bahn S, Jung C, Yun M (2016). Development of a job rotation scheduling algorithm for minimizing accumulated work load per body parts. *Work* 53(3): 511-521.
- [190] Vangelova K, Tzenova B, Stanchev V (2016). Musculoskeletal Disorders In Broadcasting Engineers: The Role Of Ergonomic Factors And Work Organization. *Acta Medica Bulgarica* 43(1): 39-46.
- [191] Mossa G, Boenzi F, Digiesi S, Mummolo G, Romano V (2016). Productivity and ergonomic risk in human based production systems: A job-rotation scheduling model. *International Journal of Production Economics* 171: 471-477.
- [192] Wongwien T, Nanthavanij S (2017). Objective Ergonomic Workforce Scheduling Under Complex Worker And Task Constraints. *International Journal of Industrial Engineering* 24(3): 284-294.
- [193] Dickhout K, MacLean K, Dickerson C (2018). The influence of job rotation and task order on muscle responses in females. *International Journal of Industrial Ergonomics* 68: 15-24.
- [194] Şenyiğit E, Atici U (2018). Scheduling with Job Dependent Learning Effect and Ergonomic Risk Deterioration. In 2018 2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT) (pp 1-4) IEEE.
- [195] Hochdörffer J, Hedler M, Lanza G (2018). Staff scheduling in job rotation environments considering ergonomic aspects and preservation of qualifications. *Journal of manufacturing systems* 46: 103-114.
- [196] Moussavi S, Zare M, Mahdjoub M, Grunder O (2019). Balancing high operator's workload through a new job rotation approach: Application to an automotive assembly line. *International Journal of Industrial Ergonomics* 71: 136-144.
- [197] Karhula K, Hakola T, Koskinen A, Lallukka T, Ojajärvi A, Puttonen S, Härmä M (2020). Ageing shift workers' sleep and working-hour characteristics after implementing ergonomic shift-scheduling rules. *Journal of Sleep Research* e13227.
- [198] Savino M, Riccio C, Menanno M (2020). Empirical study to explore the impact of ergonomics on workforce scheduling. *International Journal of Production Research* 58(2): 415-433.
- [199] Adem A, Dağdeviren M (2021). Termal konfor ve metabolik oran eşiti faktörlerini içeren personel çizelgeleme modeli. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 36(1): 303-317.
- [200] McAtamney L, Hignett S (2005). Rapid Entire Body Assessment. *Human Factors and Ergonomics Methods* 8-1.
- [201] Gahlot N, Mehta M, Singh K (2016). Assessment of Postural Discomfort among Female Sewing Machine Operators. *International Journal of Bio-resource and Stress Management* 7(1): 115-118.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

ADI SOYADI : Güler AKSÜT

DOĞUM YERİ, TARİHİ :

YABANCI DİL BİLGİSİ :

GÖREV YERİ :

GÖREV ÜNVANI :

YAZIŞMA ADRESİ :

TELEFON NUMARASI :

E-POSTA :

EĞİTİM BİLGİLERİ

MEZUNİYET T. DERECE

ÜNİVERSİTE

ÖĞRENİM ALANI

2017-2020

2017-2020

2017-2020

2017-2020

ÇALIŞMA DENEYİMİ

GÖREV DÖNEMİ

ÜNVAN

KURUM

2017-2020

2017-2020

2017-2020

2017-2020

2017-2020

YAYINLARI

Aksüt, G., Eren, T., & Tüfekçi, M. (2020). Ergonomik Risk Faktörlerinin Sınıflandırılması: Bir Literatür Taraması. *Ergonomi*, 3(3), 169-192.

Aksüt, G., Eren, T., & Tüfekçi, M. (2021). Tekstil Sektör Çalışanlarının Maruz Kaldığı Ergonomik Risklerin Analitik Ağ Süreci ile Değerlendirilmesi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 13(1), 231-242.

Aksüt, G., Eren, T., & Tüfekçi, M. (2021). Tekstil Sektöründe Kadın Çalışanların Maruz Kaldığı Ergonomik Risklerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Belirlenmesi. *Endüstri Mühendisliği*, 32 (1), 12-33.

EKLER

Ek. 1. İzin Belgesi



Rota Tekstil

NAK. İNŞAAT TURİZM GIDA SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.

Sayın Güler AKSÜT

Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı

Doktora Öğrencisi

Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı

Doktora Öğrencisi Güler Aksüt'ün "Kadın Çalışanların Ergonomik Risklerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Belirlenmesi" adlı doktora tez konusu çalışmasını 07.10.2019 tarihinden itibaren kurumumuzda yapmasına izin verilmiştir.

Genel Müdür
Rota Tekstil

[Redacted Signature]

[Redacted Stamp]

[Redacted Stamp]

[Redacted Stamp]

[Redacted Stamp]

Aydemir Köyü Çorak Mevki 3. Parça 8. Parsel - Sorgun/YOZGAT • T: (0354) 558 10 52 - 558 10 53 • F: (0354) 558 10 34
Sorgun Y.D.: 235 072 7150 • Tlc. Sic. No: 15 90 • Mersis No: 3231615007117118

Ek. 2. Personel Çalışma Süresi (Dakika)

Personel No	Görevler															Toplam atanan çalışma süresi
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	0	0	1228	0	0	0	0	0	0	0	0	527	0	0	315	2070
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1722	0	0	348	2070
3	0	0	1755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315	2070
4	0	0	1650	0	0	420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
5	0	0	1755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315	2070
6	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
7	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
8	0	0	1650	0	0	420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
9	0	0	1755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315	2070
10	0	0	1755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315	2070
11	0	0	0	0	0	0	1830	0	0	0	0	0	0	0	240	2070
12	0	0	1755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315	2070
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	2070
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	2070
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	2070
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
19	1830	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	2070
20	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
21	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
22	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
23	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
24	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
25	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
26	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
27	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
28	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
29	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
30	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
31	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
32	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
33	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
34	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
35	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
36	0	713	1357	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
37	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
38	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070

39	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
40	0	0	0	0	0	0	1795	0	0	0	0	275	0	0	0	2070
41	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
42	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
43	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1722	0	0	348	2070
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1722	0	0	348	2070
47	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
48	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
50	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
51	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
52	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
53	510	1560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
54	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	693	0	0	1377	2070
56	0	0	0	0	0	0	240	0	0	0	0	1530	0	0	300	2070
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
59	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
60	0	0	1650	0	0	420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
61	240	510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1320	0	0	0	2070
62	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
63	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
64	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
65	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
66	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1722	0	0	348	2070
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1722	0	0	348	2070
70	0	0	1755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315	2070
71	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
72	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1722	0	0	348	2070
74	0	0	1755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315	2070
75	0	0	0	0	0	0	1740	0	0	0	0	330	0	0	0	2070
76	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
78	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
79	1801	0	0	0	0	269	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
80	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1722	0	0	348	2070
82	0	0	0	0	0	1830	240	0	0	0	0	0	0	0	0	2070

83	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
84	0	0	0	0	0	0	1740	0	0	0	0	330	0	0	0	2070
85	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1830	2070
86	0	240	1590	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	2070
87	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
88	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
89	0	0	1650	0	0	420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
91	0	0	0	0	0	1830	240	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
92	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
93	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
95	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
96	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
97	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
98	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
100	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2070
102	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
103	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
104	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
105	0	0	0	0	0	927	0	0	0	0	0	0	0	0	1143	2070
106	0	0	0	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	1830	2070
107	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
108	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
109	0	0	0	0	0	0	2070	0	0	0	0	0	0	0	0	2070
110	0	0	1755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315	2070
111	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
112	0	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
113	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071	2071
115	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071	2071
117	0	0	1197	0	0	874	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1722	0	0	349	2071
119	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
120	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1831	2071
121	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
122	0	0	1754	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	317	2071
123	774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1057	0	0	240	2071
124	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
125	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
126	0	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	2071

127	0	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
128	0	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
129	0	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1721	0	0	350	2071
131	0	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
132	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
133	0	0	0	0	0	265	0	0	0	0	0	1562	0	0	244	2071
134	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
135	0	274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1557	0	0	240	2071
136	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
137	0	0	1754	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	317	2071
138	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
139	0	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
140	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
141	0	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
142	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
143	0	0	0	0	0	0	2071	0	0	0	0	0	0	0	0	2071
144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1722	0	0	349	2071
145	0	0	0	0	0	0	1856	0	0	0	0	0	0	0	240	2096
146	0	0	0	480	0	0	0	0	0	0	1950	0	0	0	0	2430
147	0	0	0	597	0	0	0	0	0	0	1926	0	0	0	0	2523
148	0	0	0	597	0	0	0	0	0	0	1926	0	0	0	0	2523
149	0	0	0	597	0	0	0	0	0	0	1926	0	0	0	0	2523
150	0	0	0	846	0	0	0	0	0	0	1677	0	0	0	0	2523
151	0	0	0	597	0	0	0	0	0	0	1926	0	0	0	0	2523
152	0	0	0	881	0	0	0	0	0	0	1642	0	0	0	0	2523
153	0	0	0	597	0	0	0	0	0	0	1926	0	0	0	0	2523
154	0	0	0	597	0	0	0	0	0	0	1926	0	0	0	0	2523
155	0	0	0	597	0	0	0	0	0	1686	240	0	0	0	0	2523
156	0	0	0	643	535	0	0	0	0	1345	0	0	0	0	0	2523
157	0	0	0	597	0	0	0	0	0	0	1926	0	0	0	0	2523
158	0	0	0	801	379	0	0	0	0	1343	0	0	0	0	0	2523
159	0	0	0	597	0	0	0	0	0	1926	0	0	0	0	0	2523
160	0	0	0	526	0	0	0	0	284	241	1472	0	0	0	0	2523
161	0	0	0	597	0	0	0	0	0	1926	0	0	0	0	0	2523
162	0	0	0	597	0	0	0	0	0	1926	0	0	0	0	0	2523
163	0	0	0	1182	0	0	0	0	0	1342	0	0	0	0	0	2524
164	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
165	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524
166	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
167	0	0	0	0	240	0	0	370	1914	0	0	0	0	0	0	2524
168	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
169	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
170	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524

171	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
172	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
173	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
174	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
175	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
176	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
177	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
178	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
179	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
180	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
181	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
182	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524
183	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524
184	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
185	0	0	0	0	717	0	0	847	960	0	0	0	0	0	0	2524
186	0	0	0	0	2232	0	0	292	0	0	0	0	0	0	0	2524
187	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
188	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
189	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524
190	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
191	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
192	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
193	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
194	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
195	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
196	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	2524
197	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
198	0	0	0	0	240	0	0	350	1934	0	0	0	0	0	0	2524
199	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
200	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
201	0	0	0	0	1197	0	0	1327	0	0	0	0	0	0	0	2524
202	0	0	0	1314	0	0	0	1210	0	0	0	0	0	0	0	2524
203	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524
204	0	0	0	2524	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524
205	0	0	0	1314	0	0	0	1210	0	0	0	0	0	0	0	2524
206	0	0	0	1314	0	0	0	1210	0	0	0	0	0	0	0	2524
207	0	0	0	1314	0	0	0	1210	0	0	0	0	0	0	0	2524
208	0	0	0	1314	0	0	0	1210	0	0	0	0	0	0	0	2524
209	0	0	0	1314	0	0	0	1210	0	0	0	0	0	0	0	2524
210	0	0	0	1314	0	0	0	1210	0	0	0	0	0	0	0	2524
211	0	0	0	1314	0	0	0	1210	0	0	0	0	0	0	0	2524
212	0	0	0	1314	0	0	0	1210	0	0	0	0	0	0	0	2524
213	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	1184	0	2524
214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	298	0	0	0	2226	0	2524

215	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	2524
216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	1184	0	2524
217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	2524
218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	2524
219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	0	1184	0	2524
220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	2524
221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	1184	0	2524
222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	0	1184	0	2524
223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	2524
224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	0	1184	0	2524
225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	1100	0	0	1184	0	2524
226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	0	1184	0	2524
227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	2524
228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	2524
229	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1042	0	0	1482	0	2524
230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	2524
231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	0	1184	0	2524
232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	2524
233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	2524
234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	727	0	0	0	1797	0	2524
235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	1184	0	2524
236	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	1184	0	2524
238	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	0	1184	0	2524
239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	1184	0	2524
240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	0	1184	0	2524
241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	0	1184	0	2524
244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	0	1184	0	2524
245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	1184	0	2524
246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340	0	0	0	1184	0	2524
247	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	840	1684	0	2524
248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	415	0	1850	259	0	2524
249	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
251	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
257	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
258	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524

259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
264	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
265	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
266	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
269	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524
270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2524	0	0	2524

