ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Erhan DEMİR

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE FİZİKSEL RİSK ETMENLERİNİN BULANIK HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ-HAZIR GİYİM İŞLETMESİ ÖRNEĞİ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2022

ÖZ

DOKTORA TEZİ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE FİZİKSEL RİSK ETMENLERİNİN BULANIK HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ-HAZIR GİYİM İŞLETMESİ ÖRNEĞİ

Erhan DEMİR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Emel Ceyhun SABIR
Yıl: 2022, Sayfa: 135
Jüri : Prof. Dr. Emel Ceyhun SABIR
: Prof. Dr. Funda KAHRAMAN
: Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM
: Doç. Dr. Melik KOYUNCU
: Dr. Öğr. Üyesi İ. Hakan KARAÇİZMELİ

Bu tez çalışmasında, bir hazır giyim işletmesinde fiziksel risk etmenlerine bağlı olarak çalışanların maruz kalabileceği riskler HTEA ve Bulanık HTEA risk değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Ayrıca HTEA ve Bulanık HTEA yöntemleri ile elde edilen sonuçlar kıyaslanarak yöntemlerin etkinliği ve yeterliliği araştırılmıştır. İşletmede fiziksel risk etmenlerine dair ölçümler yapılırken ulusal ve uluslararası standartlarda yer alan yöntem ve değerler kullanılmıştır. Bulanık HTEA yönteminin modellemesi için MATLAB programının bir eklentisi olan "Fuzzy Logic Designer" kullanılmıştır. Bulanık HTEA yöntemini kullanarak işyerindeki risklerin daha etkin ve doğru bir şekilde değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tekstil, HTEA, Bulanık HTEA, İş Sağlığı ve Güvenliği

ABSTRACT

PhD THESİS

EVALUATION OF PHYSICAL RISK FACTORS IN OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY BY FUZZY FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS – CASE OF CLOTHING ENTERPRISE

Erhan DEMİR

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

Supervizor : Prof. Dr. Emel Ceyhun SABIR
Year: 2022, Page: 135
Jury : Prof. Dr. Emel Ceyhun SABIR
: Prof. Dr. Funda KAHRAMAN
: Assoc Prof. Dr. Füsun DOBA KADEM
: Assoc Prof. Dr. Melik KOYUNCU
: Assist Prof. Dr. İ. Hakan KARAÇİZMELİ

In this thesis, the risks that employees may be exposed to depending on physical risk factors in a clothing enterprise were evaluated with FMEA and Fuzzy FMEA risk assessment methods. In addition, the efficiency and adequacy of the methods were investigated by comparing the results obtained with FMEA and Fuzzy FMEA methods. While measuring physical risk factors in the enterprise, methods and values in national and international standards were used. For the modeling of the fuzzy FMEA method, "Fuzzy Logic Designer", an add-on to the MATLAB program, was used. It has been concluded that risks in the workplace can be evaluated more effectively and accurately by using the fuzzy FMEA method.

Keywords: Textile, FMEA, Fuzzy FMEA, Occupational Health and Safety

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak çalışma şartlarında meydana gelen değişimler iş kazaları ve meslek hastalıklarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü verilerine bakıldığında her yıl dünyada 3 milyondan fazla çalışan iş kazası ve meslek hastalıkları sebebiyle hayatını kaybetmektedir. İş kazası ve meslek hastalıkları sebebiyle meydana gelen can kayıplarının yarısından fazlası çalışma ortamlarında alınacak tedbirlerle önlenebilmektedir. Bu açıdan düşünüldüğünde iş sağlığı ve güvenliğinin önemini anlamak daha kolay olacaktır.

İşyerlerinde çalışanların sağlığını ve güvenliğini tehdit eden birçok etmen bulunmaktadır. İşyerlerinde iş kazası ve meslek hastalıklarına sebebiyet veren faktörlerden biri de fiziksel risk etmenleridir. Fiziksel risk etmenleri; aydınlatma, gürültü, titreşim, termal konfor, radyasyon ve basınç şeklinde sıralanır. Bu çalışma kapsamında fiziksel risk etmenlerinden aydınlatma, gürültü, titreşim ve termal konfor araştırılmıştır.

Dünyada ve Türkiye'de çok geniş uygulama alanı olan sektörlerden biri de tekstil sektörüdür. Tekstil sektörünün ülkemizin gelişiminde önemli bir rolü vardır, ülkemizin gelişmesine ve kalkınmasına büyük katkıları olmuştur. Ayrıca tekstil ve hazır giyim endüstrisi istihdamın arttırılmasında büyük paya sahiptir. Tekstil işletmelerinde örme, dokuma, iplik imalatı ve yapay lif imalatı gibi birçok üretim faaliyeti gerçekleştirilmektedir. Tekstil sektörünün kendine özgü çalışma ve rekabet ortamı iş kazası ve meslek hastalıklarının meydana gelmesine neden olabilmektedir. İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre tekstil işletmeleri tehlikeli sınıfta yer almaktadır. 2021 yılı Sosyal Güvenlik Kurumu istatistiklerine göre, Tekstil Ürünleri İmalatı ve Giyim Eşyalarının İmalatı işkollarında toplamda 36.693 iş kazası ve 55 meslek hastalığı meydana gelmiş ve 41 çalışan hayatını kaybetmiştir.

Literatürde birçok risk değerlendirme yöntemi bulunmaktadır. Çok sayıda yöntemin var olmasının sebebi her işyerinde farklı türde tehlikelerin bulunmasıdır. Yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri de Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) yöntemidir. HTEA yöntemi sistemde meydana gelebilecek hataları önceden tahmin ederek, meydana gelebilecek zararları öngören ve oluşabilecek zararlar için iyileştirme çalışmaları yapan bir tekniktir. HTEA yönteminde riskin büyüklüğünü ve önemini ifade eden Risk Öncelik Sayısı (RÖS) şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik değerlerinin çarpılmasıyla elde edilmektedir.

Günümüzde birçok alanda olduğu gibi iş sağlığı ve güvenliği alanında da bulanık mantık yaklaşımı kullanılmaktadır. Bulanık mantık yaklaşımı insan mantığına yaklaşan ve onu taklit etmeye çalışan bir yöntem olduğu için birçok alanda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bulanık mantık yaklaşımı ile yapılan çalışmalarda daha objektif ve daha güvenilir sonuçlar verdiği ortaya konulmaktadır. HTEA yönteminin eksikliklerini gidermek adına bulanık mantık yaklaşımı ile birlikte kullanımı yoluna başvurulmuştur. Bulanık mantık yaklaşımıyla yapılan HTEA yönteminde sözel terimler kullanılmakta ve riskleri değerlendirirken doğal dil sözcüklerinden yararlanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında bir hazır giyim işletmesinde gürültü, titreşim, termal konfor ve aydınlatma fiziksel risk etmenlerine dair ölçümler ulusal ve uluslararası standartlardaki yöntemlere göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ulusal mevzuattaki ve uluslararası standartlardaki sınır değerlerler karşılaştırılmış ve işyerindeki tehlike ve riskler tespit edilmiştir. Belirlenen tehlike ve riskler HTEA ve Bulanık HTEA yöntemleri kullanılarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Daha doğru sonuçlar veren yöntemi belirlemek için her iki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda Bulanık HTEA yöntemi ile işyerindeki risklerin daha etkin ve doğru bir şekilde değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın her aşamasında bana yol gösteren, yardımlarını esirgemeyen, beni cesaretlendiren, değerli fikirleri ile tez çalışmamı yönlendiren ve tez çalışmam süresince gösterdiği sabır ve ilgiden dolayı Danışman Hocam Prof. Dr. Emel Ceyhun SABIR'a ve tez izleme komitesi üyeleri Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM ve Doç. Dr. Melik KOYUNCU'ya saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasına maddi destek veren (Proje ID: FDK-2021-13466) Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (BAP) teşekkür ederim.

Ayrıca araştırma kapsamında işletmede yürütülen çalışmalarda yardımını esirgemeyen arkadaşım Eyüp YAMAN'a ve hayatımın her alanında desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR V
İÇİNDEKİLER VI
ÇİZELGELER DİZİNİ VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ X
SİMGELER VE KISALTMALAR XII
1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı 9
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 11
2.1. Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi Üzerine Yapılan Çalışmalar 11
2.2. Bulanık Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi Üzerine Yapılan Çalışmalar 14
3. MATERYAL VE METOD 21
3.1. Materyal 21
3.2. Metod 22
3.2.1. Fiziksel Risk Etmenleri ile İlgili Ölçümler 23
3.2.1.1. Gürültü Ölçümü 23
3.2.1.2. Titreşim Ölçümü 25
3.2.1.3. Termal Konfor Ölçümü 26
3.2.1.4. Aydınlatma Ölçümü 27
3.2.2. Ölçüm Sonuçlarının İstatistiksel Analizi 28
3.2.3. Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi 28
3.2.4. Bulanık Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi 33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 41
4.1. Birinci Dönem Ölçüm Sonuçları (Yaz Dönemi) 42

4.2. İkinci Dönem Ölçüm Sonuçları (Sonbahar Dönemi) 49
4.3. Üçüncü Dönem Ölçüm Sonuçları (Kış Dönemi) 56
4.4. Ölçüm Sonuçlarının Mevsimsel Genel Değerlendirmesi 63
4.4.1. Kesim Bölümü 63
4.4.2. Dikim Bölümü 66
4.4.3. Ütüleme Bölümü 69
4.4.4. Paketleme Bölümü 71
4.4.5. Depo Bölümü 73
4.4.6. Genel Çalışma Alanı 74
4.5. Ölçüm Sonuçlarının İstatistiksel Analizi 75
4.6. HTEA ve Bulanık HTEA Uygulama Sonuçlarının Karşılaştırılması 78
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 87
KAYNAKLAR 97
ÖZGEÇMİŞ 109
EKLER 111
EK-1 : İşletmeye ait görseller 113
EK-2 : Bulanık mantık modeli için oluşturulan kurallar; 119
EK-3: Tespit edilen hata türlerine ait fotoğraflar 128

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. İşletmede yer alan makine ve bölüm bazında çalışan sayıları 22
Çizelge 3.2. Ölçümlerde kullanılan standartlar..... 23
Çizelge 3.3. HTEA şiddet değerlendirme tablosu 30
Çizelge 3.4. HTEA olasılık değerlendirme tablosu 31
Çizelge 3.5. HTEA fark edilebilirlik değerlendirme tablosu 32
Çizelge 3.6. Bulanık HTEA şiddet girdisinin ağırlıkları ve dilsel değişkenleri ... 34
Çizelge 3.7. Bulanık HTEA olasılık girdisinin ağırlıkları ve dilsel değişkenleri . 34
Çizelge 3.8. Bulanık HTEA fark edilebilirlik girdisinin ağırlıkları ve dilsel değişkenleri..... 34
Çizelge 3.9. Bulanık HTEA RÖS çıktısının ağırlıkları ve dilsel değişkenleri..... 36
Çizelge 4.1. Gürültü ölçüm sonuçları 42
Çizelge 4.2. Titreşim ölçüm sonuçları 44
Çizelge 4.3. Termal konfor ölçüm sonuçları..... 45
Çizelge 4.4. Aydınlatma ölçüm sonuçları..... 46
Çizelge 4.5. Gürültü ölçüm sonuçları 49
Çizelge 4.6. Titreşim ölçüm sonuçları 51
Çizelge 4.7. Termal konfor ölçüm sonuçları..... 52
Çizelge 4.8. Aydınlatma ölçüm sonuçları..... 53
Çizelge 4.9. Gürültü ölçüm sonuçları 56
Çizelge 4.10. Titreşim ölçüm sonuçları 58
Çizelge 4.11. Termal konfor ölçüm sonuçları..... 59
Çizelge 4.12. Aydınlatma ölçüm sonuçları..... 60
Çizelge 4.13. Gürültü ölçümleri için yapılan Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi 75
Çizelge 4.14. Titreşim ölçümleri için yapılan Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi 76
Çizelge 4.15. Aydınlatma ölçümleri için yapılan Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi..... 77

Çizelge 4.16. Termal konfor ölçüm sonuçları için yapılan Bağımsız Örneklem T-testi 77
Çizelge 4.17. Hazır giyim işletmesi proseslerindeki potansiyel hata türleri için Geleneksel HTEA ve Bulanık HTEA karşılaştırması 79

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Bulanık mantık sistem yapısı (Sivanandam ve Ark., 2007)..... 9
Şekil 3.1. İşletme iş akış şeması..... 21
Şekil 3.2. Gürültü ölçümü..... 24
Şekil 3.3. Titreşim ölçümü..... 25
Şekil 3.4. Termal konfor ölçümü..... 26
Şekil 3.5. Aydınlatma ölçümü..... 27
Şekil 3.6. MATLAB şiddet üyelik fonksiyonları..... 35
Şekil 3.7. MATLAB RÖS üyelik fonksiyonları..... 36
Şekil 3.8. MATLAB kural yazım penceresi..... 37
Şekil 3.9. MATLAB Bulanık Çıkarım Sistem Penceresi (FIS Editör)..... 38
Şekil 3.10. Bulanık HTEA için RÖS'e ait yüzey gösterimi..... 39
Şekil 4.1. İşletmede kullanılan aydınlatma sistemleri..... 41
Şekil 4.2. Kesim bölümünde üç farklı dönemde yapılan gürültü ölçümleri..... 63
Şekil 4.3. Kesim bölümünde üç farklı dönemde yapılan titreşim ölçümleri..... 64
Şekil 4.4. Kesim bölümünde üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri..... 65
Şekil 4.5. Kesim bölümünde iki farklı dönemde yapılan termal konfor ölçümleri. 65
Şekil 4.6. Dikim bölümünde üç farklı dönemde yapılan gürültü ölçümleri..... 66
Şekil 4.7. Dikim bölümünde üç farklı dönemde yapılan titreşim ölçümleri..... 67
Şekil 4.8. Dikim bölümünde üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri..... 68
Şekil 4.9. Dikim bölümünde iki farklı dönemde yapılan termal konfor ölçümleri. 69
Şekil 4.10. Ütüleme bölümünde üç farklı dönemde yapılan gürültü ölçümleri..... 70
Şekil 4.11. Ütüleme bölümünde üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri 70
Şekil 4.12. Ütüleme bölümünde iki farklı dönemde yapılan termal konfor ölçümleri..... 71
Şekil 4.13. Paketleme bölümünde üç farklı dönemde yapılan gürültü ölçümleri ... 72
Şekil 4.14. Paketleme bölümünde üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri..... 72

Şekil 4.15. Paketleme bölümünde iki farklı dönemde yapılan termal konfor ölçümleri 73
Şekil 4.16. Depo bölümünde üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri 74
Şekil 4.17. Genel çalışma alanında üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri 74
Şekil 5.1. HTEA RÖS Değerler Dağılımı 88
Şekil 5.2. Bulanık HTEA RÖS Değerler Dağılımı 89

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB : Avrupa Birliği
AHP : Analitik Hiyerarşi Süreci
ANOVA : Tek Yönlü Varyans Analizi
BRÖS : Bulanık Risk Öncelik Sayısı
DEA : Veri Zarflama Analizi
FIS : Bulanık Çıkarım Sistemi
FTA : Hata Ağacı Analizi
HTEA : Hata Türü ve Etkileri Analizi
ILO : Uluslararası Çalışma Örgütü
MCDM : Çok Kriterli Karar Verme
OSHA : ABD İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi
RÖS : Risk Öncelik Sayısı
SGK : Sosyal Güvenlik Kurumu
VIKOR : VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
WHO : Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Sanayinin hızla ilerlemesiyle birlikte işyerlerinde iş sağlığı ile ilgili bazı sorunlar da ortaya çıkmaya başlamıştır (Devebakan, 2007). Teknolojik ilerlemelere bağlı olarak çalışma şartlarında değişimler meydana gelmekte, iş kazaları ve meslek hastalıkları ortaya çıkmaktadır. Bu durum aynı zamanda iş verimini de olumsuz etkilemektedir. İş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri işyerlerindeki riskleri en aza indirmeyi ve tamamen ortadan kaldırmayı hedeflediğinden işyerleri için önemli faaliyetlerdir (Tekin, 2014).

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verileri incelendiğinde her yıl dünya üzerinde 3 milyondan fazla çalışan iş kazaları ve meslek hastalıkları sebebiyle hayatını kaybetmektedir (ILO, 2016). İş kazası ve meslek hastalıklarının sebep olduğu can kayıplarının yaklaşık olarak %50'sinden fazlasının işyerlerinde alınabilecek iş sağlığı ve güvenliği önlemleri ile önlenebilmesi (İSGGM, 2017) göz önünde bulundurulduğunda, iş sağlığı ve güvenliğinin önemini anlamak daha kolay olacaktır.

İş kazası ve meslek hastalıklarını önlemenin ilk boyutu insanidir. Diğer taraftan, iş kazası ve meslek hastalıklarının insani boyutuyla birlikte maliyet boyutunu da göz önünde bulundurmak gerekir. İş kazası ve meslek hastalıklarının maliyetleri incelendiğinde direkt, dolaylı ve sosyal olmak üzere 3 farklı maliyet türü ortaya çıkmaktadır (Sağıcı, 2020). ABD İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA)'nin yapmış olduğu çalışmada dolaylı maliyetlerin direkt maliyetlerin 4,5 katına kadar çıkabildiği görülmektedir (OSHA, 2017). Özkılıç'ın (2005) belirttiği gibi iş kazası ve meslek hastalıklarının direkt ve dolaylı maliyetleri göz önünde bulundurulursa, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi uygulamalarına daha çok önem verilecektir.

ILO ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün yaptığı tanıma göre işçi sağlığı; çalışanların ruhsal, sosyal ve mesleki iyilik hallerini en üst seviyeye çıkarmayı, bu iyilik halini devam ettirmeyi, çalışanların sağlığına zarar verebilecek durumları

engellemeyi, çalışanları işyeri ortamındaki risk etmenlerinden koruyarak psikolojik ve fizyolojik yeteneklerine uygun bir işe yerleştirilmelerini sağlamayı, yani insanın işe ve işin insana uygun hale getirilmesini amaçlayan bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Akalp ve Yamankaradeniz, 2013).

İş sağlığı ve güvenliği hem ILO ve hem de Avrupa Birliği (AB) için önemli bir konudur. ILO tarafından çıkarılan sözleşme ve tavsiye kararlarında iş sağlığı ve güvenliğine özel olarak yer vermiştir. Ayrıca ILO çıkardığı "decent work" (düzenli ve güvenli iş) anlayışıyla iş sağlığı ve güvenliği olgusunu çok daha geniş bir alana yaymak istemektedir. Hem AB'ye üye ülkeler hem de aday ülkeler ILO'nun çıkardığı sözleşme ve tavsiye kararlarını referans aldığı için AB bünyesinde iş sağlığı ve güvenliği konusunda geniş bir standartlaşma sağlanmıştır (Koçak ve Koray, 2018).

İşyerlerinde çalışanların sağlığına zarar verebilecek birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin sürekliliği, şiddeti, süresi, maruziyet yolu, vb. çalışanın çalıştığı yere göre farklılık gösterse de çalışanlar bu risk faktörlerine maruz kalmaktadır. İş kazası ve meslek hastalıklarına neden olan risk faktörlerinden biri de fiziksel risk etmenleridir. Fiziksel risk etmenleri; aydınlatma, gürültü, titreşim, termal konfor, radyasyon ve basınç şeklinde sıralanmaktadır (Mert, 2020). Bu çalışma kapsamında bir tekstil işletmesinde çalışanların maruz kalabileceği fiziksel risk etmenleri olan aydınlatma, gürültü, titreşim ve termal konfor araştırılmıştır.

İşyerlerinde aydınlatma için doğal ve yapay aydınlatma kaynakları kullanılmaktadır. Doğal aydınlatma, gün ışığından faydalanılarak yapılan aydınlatma türüdür. Gün ışığının yetersiz olduğu veya hiç ışık alamayan yerlerde yapay aydınlatmaya ihtiyaç duyulur. Yapay aydınlatma kaynaklarına floresan lambalar, akkor lambalar ve LED lambalar örnek verilebilir (Yalçın ve Ayvaz, 2018). Aydınlatma sağlanırken çalışanların yaşı, yapılan işin niteliği ve hassasiyeti gibi durumlar göz önünde bulundurulmalıdır. Genç çalışanlar ile yaşlı çalışanlar için sağlanacak aydınlatma aynı değildir. Farklı mesafelerde bulunan cisimlerin

tarama işlemi yapılacaksa işin yapıldığı yerin çok iyi aydınlatılması gerekir. Aydınlatmanın şiddetinin, yönünün, kişiye uzaklığının doğru tespit edilmesi ve iyi bir aydınlatmanın sağlanması ile iş verimliliği arasında önemli bir ilişki vardır (Su, 2001; Sabancı ve Sümer, 2015).

Gürültü, istenmeyen, hoşa gitmeyen ve işitme sağlığını olumsuz etkileyebilecek veya işitme kaybına sebep olabilecek sesler olarak ifade edilmektedir. Endüstriyel alanda en sık karşılaşılan meslek hastalıklarından biri de aşırı ses sebebiyle oluşan işitme kayıplarıdır. İşitme kaybının daha çok dokuma, metal, kâğıt, ağaç işleri endüstrisi gibi alanlarda görüldüğü ifade edilmektedir (ÇASGEM, 2013). Gürültü sebebiyle motivasyon kaybı, dikkat dağınıklığı, iş veriminde düşüş ve işitme kaybı gibi durumlar görülmektedir. İtalya'da 1999-2012 yılları arasında 112.000 çalışan ile yapılan bir araştırmada en çok karşılaşılan hastalıkların %32 ile işitme kaybı, %17 ile omurga rahatsızlıkları ve %11 ile karpal tünel sendromu olduğu tespit edilmiştir (Campo ve Ark., 2015). Çalışma ortamında gürültüye karşı ses kırıcı bariyerler, gürültü önleyici bariyerler, kulaklık, kulak tıkacı gibi önlemler alınabilir (Helander, 2006).

Çalışanların titreşime maruziyeti titreşen yüzeyler ile temas sonucu gerçekleşir. Söz konusu yüzeyler dövme tezgâhının monte edildiği zemin, elektrikli el matkabının el ile tutulan yüzeyi veya otobüs koltuğu olabilir. Titreşimin riski, titreşimin frekansına, büyüklüğüne, çalışanın titreşime maruziyet süresine ve etkilenen vücut bölgesine göre değişebilmektedir. Titreşim, yapılan işin türüne göre tüm vücutta veya el-kol bölgesinde çeşitli rahatsızlıklara sebep olabilmektedir. El-kol titreşimine maruz kalan çalışanlarda; sinirlerde, kemiklerde, kaslarda, damarlarda hasarlar görülebilir. Çalışanın tüm vücudu titreşime maruz kalırsa çalışanın iş yapma konforu ve iş yapma kapasitesi düşebilir ve omurgada kalıcı hasarlar meydana gelebilir (Zeyrek, 2009).

Çalışanların büyük çoğunluğu nem, sıcaklık ve hava akımı gibi klima koşulları açısından bir rahatlık içindeyse o işyeri için termal konfor koşulları iyi denilebilir. Daha sıcak veya daha soğuk bir ortam istenmedikçe termal konfordan

bahsedilebilir. Termal konfor koşullarının alt ve üst sınırları arasındaki bölge, termal konfor bölgesi olarak tanımlanır ve mevsime, iş yüküne, kültüre ve giysilere bağlı olarak kişiden kişiye farklılık gösterebilir. İnsanların büyük çoğunluğu tarafından 0,1-0,3 m/sn aralığındaki hava akım hızı, %30-70 aralığındaki bağıl nem, 20-25 C arasında değişen sıcaklık rahatlık bölgesi olarak kabul edilir. Ancak işyerinde fiziksel aktivite arttığı zaman ortam sıcaklığının düşürülmesine ihtiyaç duyulacaktır (Atlı, 2001). Bir işyeri ortamında termal konfor şartları yetersizse çalışanlar rahatsızlık duymaya başlar, çalışanlarda iş veriminde ve iş yapabilme kapasitesinde düşmeler görülür (İmancı, 2014).

Literatür incelendiğinde fiziksel risk etmenleri ile ilgili farklı tarihlerde yapılan birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Dedeler (2008), Edirne'de bulunan bir konfeksiyon işletmesindeki fiziksel risk etmenlerini incelemiş ve çalışanların sağlığı üzerine yapacağı etkileri araştırmıştır. Ünver (2017), İstanbul'da bir dövme tesisinde çalışanların maruz kaldığı fiziksel risk etmenlerini araştırmış ve alınabilecek önlemleri tavsiye etmiştir. Yücesoy (2018), Mersin'de faaliyet gösteren bir otomotiv yan sanayi tesisinde çalışanların maruz kaldığı fiziksel risk etmenlerini araştırmış ve alınabilecek önlemleri tavsiye etmiştir. Başak ve Başak (2018), diş hekimlerini etkileyen fiziksel risk etmenlerini incelemiş ve olası etkilerini ortaya koymuşlardır. Kock ve arkadaşları (2004), Danimarka'da 10 yüksek riskli sektörde yer alan işyerlerinde gürültü ölçümleri yapmış ve gürültü maruziyetini önlemek için önerilerde bulunmuşlardır. McGlothlin ve arkadaşları (2015), çalışanların tüm vücut titreşimi maruziyet ölçümlerinde kullanılmak üzere mobil uygulama geliştirmişlerdir. Reinhold ve Tint (2009), bir mekanik şirketindeki aydınlatmaları incelemiş ve insan sağlığı üzerine etkilerini araştırmışlardır.

Tekstil sektörü, Dünya'da ve Türkiye'de çok geniş uygulama alanı olan bir sektördür. Sektörde imal edilen ürünler kıyafetler, dekorasyon için kullanılan ürünler, aksesuar ürünleri olmakta ve savunma endüstrisini de kapsayan oldukça geniş bir kullanım ve imalat alanı bulmaktadır. Tekstil sektörü ülkemizin

sanayileşme sürecinde önemli bir rol üstlenmiş olup, ülkemizin gelişmesine ve kalkınmasına çok önemli katkıları olmuştur ve olmaya da devam etmektedir (İSGİP, 2018). Tekstil sektörü ülkemiz için ithalat ve ihracat alanında önemli getirisi olan işkollarından biridir. İstihdama olan katkısına bakıldığında ise tekstil ve hazır giyim endüstrisi, tarımsal üretim ve hizmetlerden sonra en büyük paya sahiptir (Soylu ve Gökkuş, 2016).

Tekstil işletmeleri; örme, dokuma, terbiye, iplik ve yapay lif imalat teknolojilerinin yanında, teknik tekstil ve dokusuz yüzey gibi gelişmiş tekstil teknolojilerini de kapsayan oldukça geniş bir imalat alanıdır. Tekstil teknolojileri, moda ve hazır giyim üretimi; hammaddeden ürüne, birçok dış etkenin üzerinde etkili olduğu, uzun ve karmaşık üretim hatlarına sahiptir (Sabır ve Bebekli, 2015). Tekstil sektöründeki yoğun rekabet ve çalışma ortamı sektörde geçmişten günümüze iş kazası ve meslek hastalıklarının meydana gelmesine neden olmaktadır (Aydın ve Derekaya, 2016).

Tekstil sektörü hem çalışan yoğunluğunun fazla olması hem de üretim sürecindeki tehlikeler sebebiyle riskli sektördür (Kabakulak, 2019). Tekstil sektöründe yürütülen faaliyetler, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre tehlikeli sınıfta yer almaktadır (Tehlike Sınıfları Tebliği, 2013). Tekstil ve hazır giyim sektöründe çalışanlar gürültü, sıcaklık, fiziksel şiddet, monotonluk, ergonomik olmayan çalışma duruşları (EU OSHA, 2000), yetersiz aydınlatma, titreşim, ağır yük kaldırma, vb. tehlikelere maruz kalmaktadır. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) 2021 yılı istatistiklerine göre; Türkiye'de 2021 yılında sigortalı çalışanlar kapsamında meslek grupları toplamında 511.084 çalışan iş kazası geçirmiş ve 1207 çalışan meslek hastalığına yakalanmış; iş kazaları sebebiyle 1382 çalışan hayatını kaybetmiştir. 2021 yılı Sosyal Güvenlik Kurumu istatistiklerine göre, Tekstil Ürünleri İmalatı ve Giyim Eşyalarının İmalatı işkollarında toplamda 36.693 iş kazası ve 55 meslek hastalığı meydana gelmiş ve 41 çalışan hayatını kaybetmiştir (SGK, 2021). Bu sayılar tekstil sektörünün risk büyüklüğünü sayısal verilerle göstermek açısından önemlidir. Böyle riskli bir

sektörde iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin başarıya ulaşabilmesi için yapılan işe uygun ve doğru bir risk değerlendirmesi seçilip uygulanmalıdır (Kabakulak, 2019).

Risk değerlendirmesi, belirli istenmeyen olayların gerçekleşme ihtimalini tahmin etme süreci, meydana gelen hasarın veya zararın şiddeti, bunların yanı sıra sonuçların ehemmiyetini de dikkate alan bir değer yargısıdır (Tüpraş, 2006). Bir başka ifadeyle risk değerlendirmesi, herhangi bir işyerinde tehlikelere bağlı risklerin büyüklüğünü öngörme ve mevcut kontrollerin yeterli olup olmadığını dikkate alarak bu risklerin kabul edilebilirliğine karar verme sürecidir. Risk değerlendirme yöntemleri kalitatif, kantitatif ve karma olmak üzere üç grupta değerlendirilebilir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011). Bu çeşitliliğin nedeni her işyerinde farklı türde tehlikeler bulunmasıdır. Doğru ve uygun risk değerlendirmesi yönteminin seçilebilmesi için uygulama yapılacak işyerindeki tehlikeler ve riskler dikkatle incelenmelidir (Kabakulak, 2019). Kalitatif yöntemlerde, sayısal risk değerlendirmesi yerine sözel bir değerlendirme gerçekleştirilmekte, risk değerlendirmesini yapan uzman kendi sezgi ve tecrübelerine göre riskleri ve risk öncelik sayılarını (RÖS) tahmin etmektedir. Kantitatif yöntemlerde ise risk puanı hesaplanırken sayısal yöntemler kullanılır (Ceylan ve Başhelvacı, 2011). Karma yöntemler ise hem kalitatif hem de kantitatif kullanımlar için uygundur. Kalitatif risk değerlendirme yöntemlerine Ön Tehlike Analizi, Olursa Ne Olur, Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (HAZOP) yöntemleri örnek verilebilir. Kantitatif risk değerlendirme yöntemlerine L Matrisi ve X Matrisi yöntemleri örnek verilebilir. Karma yöntemlere ise Fine-Kinney, Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) ve Hata Ağacı Analizi (FTA) örnek verilebilir.

HTEA yöntemi Altı Sigma Metodolojisinde durum tespiti yapmak için kullanılan bir tekniktir. Özellikle işletmelerin Altı Sigma uygulamalarına başlamadan önce ya da uygulama esnasında HTEA yönteminden faydalanmaları hatasızlığa yönelmede başarı oranını arttıracağı düşünülmektedir (Duru ve Ark., 2011). HTEA, sistemde meydana gelebilecek hataları ve riskleri önceden tahmin ederek, riskler meydana geldiğinde oluşturabilecekleri etkiyi öngören ve

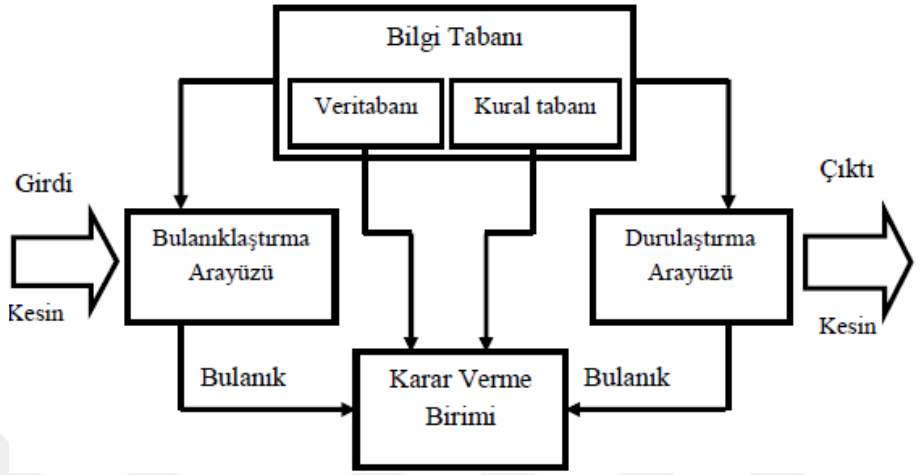
oluşabilecek zararlar için iyileştirme çalışmaları yapan bir tekniktir. HTEA tekniği hem nicel hem de nitel unsurlar içermesiyle ve riskin büyüklüğünü üç çarpan ile değerlendirmesiyle diğer risk değerlendirme tekniklerinden ayrı bir yerdedir. HTEA çalışmalarında belirlenen tüm riskler için olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik tahminleri yapılmaktadır (Milli, 2015).

Genel olarak dört farklı HTEA türü bulunmaktadır. Bunlar; Sistem HTEA, Tasarım HTEA, Proses HTEA ve Hizmet HTEA'dır (Sankar ve Prabhu, 2001). Sistem HTEA, sistemin yetersizliğinden kaynaklanan, sistem işlevleri arasındaki potansiyel risk türlerine odaklanır. Sistem HTEA'nın amacı, sistemin sürdürülebilirliğini, kalitesini ve güvenirliğini arttırmaktır (Stamatis, 1995). Tasarım HTEA, tasarım yetersizliklerinden kaynaklanan olası risklere odaklanır. Etkin bir Tasarım HTEA ürün gelişimi, sistem mühendislik süreci, pazarlama, Ar-Ge, üretim ve üretim kombinasyonları boyunca uygulanır (Taptık, 1998). Proses HTEA'nın amacı, üretim ya da montaj sürecindeki yetersizliklerden kaynaklanan riskleri ortadan kaldırmaktır (Yılmaz, 1997). Hizmet HTEA, hizmetler arasında önceliklerin belirlenmesini ve yapılacak değişikliklerin açıklamalarının kaydedilmesini sağlar. Etkin bir sistem ve proses analizinin yapılmasında, hizmet hatalarının ve kritik işlerin belirlenmesinde ve kontrol planlarının meydana getirilmesinde avantajlar sağlar (Soykan ve Ark., 2014).

Günümüzde birçok alanda olduğu gibi iş sağlığı ve güvenliği alanında da bulanık mantık yaklaşımı kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde iş sağlığı ve güvenliği alanındaki risk değerlendirme çalışmalarında HTEA yönteminin bulanık mantık yaklaşımı ile kullanıldığı çalışmalara rastlanmaktadır. HTEA yönteminde sınırlı kaynaklar ve insan gücü düşünüldüğünde bütün hata türleri içerinde en önemlilerini seçmek ve seçilen hataların etkisini azaltmak veya ortadan kaldırmak, bir işyeri için oldukça önemlidir (Ran ve Ark., 2006). Bu sebeple kullanılan risk değerlendirme yönteminin etkinliği de işletme için önemli bir konudur. HTEA'nın kullanım alanı arttıkça elde edilen sonuçlar HTEA'nın bir takım eksiklikleri olduğunu göstermektedir. HTEA yönteminin eksikliklerini gidermek için bulanık

mantık yaklaşımı ile birleştirilerek kullanımı yoluna gidilmiştir (Aytaç, 2011). HTEA'da kullanılan bilgilerin çoğu bulanık mantığın yapısına daha uygundur (Xu ve Ark., 2002). Başka bir ifadeyle, kullanılan bilgileri sayılarla ifade etmektense sözel terimler kullanmak, hem analize katılanlar için hem de analizi gerçekleştiren için daha kolay ve anlaşılır olacaktır. Bulanık mantık ile yapılan risk değerlendirmelerinde sözel terimler bir araç olarak kullanılmakta ve riskleri değerlendirirken doğal dil sözcüklerinden faydalanılmaktadır. Belirlenen hataya ait bilgi niteliksel veya belirsiz olsa dahi bulanık mantık aracılığıyla alınan tedbirlerle hatanın etkisi azaltılabilmekte ya da tümüyle ortadan kaldırılabilmektedir (Pelaez ve Bowles, 1994).

Bulanık mantık, karar verirken belirsizliklerle başa çıkmak için Zadeh tarafından geliştirilmiş analitik bir metottur. Eğer analiz edilen sistemi sayısal olarak modelleme imkânı yok ise, analiz eden kişilerin net olmayan bilgilerle karar vermesi için kullanılan bir yöntemdir (Elmas, 2003). Bir bulanık mantık sisteminin elemanları; bulanıklaştırıcı, üyelik fonksiyonları, bilgi tabanı (kural tabanı), çıkarım (karar verme birimi) ve durulaştırıcıdır (Şekil 1.1). Sistemin ilk aşamasında dilsel değişkenler tanımlanır. İkinci olarak üyelik fonksiyonları ve kural tabanı oluşturulur. Üyelik fonksiyonları kullanılarak giriş verileri bulanık değerlere dönüştürülür (Bodur, 2012). Giriş ve çıkış verileri arasındaki ilişkiyi tanımlayan kural tabanındaki kurallar değerlendirilir ve kuralların sonuçları birleştirilir. Son olarak elde edilen bulanık değerler durulaştırma işlemi ile gerçek değerlere dönüştürülürler (Elmas, 2003; Baynal ve Terzi, 2004).



Şekil 1.1. Bulanık mantık sistem yapısı (Sivanandam ve Ark., 2007)

Günümüzde bilgi teknolojilerinin kullanımının artışı beraberinde toplumlarda değişimi de getirmiştir. Bilgi teknolojilerinin; haberleşme teknolojilerinde, imalat tekniklerinde, para piyasalarında, ekonomik hayatta ve tüm sosyal hayatta kullanımı arttıkça toplumlarda yeni problemler ortaya çıkmış ve bu problemlerin çözümüne dair faaliyetler başlamıştır (Erol, 2018). Bu gelişmeler iş sağlığı ve güvenliği ve yönetimi için yeni sorunlar ortaya çıkarabilir. Akıllı makineler aynı zamanda daha önce insanlar tarafından yapılan bilişsel görevleri de üstlenmektedir. Çalışanlar, izleme teknolojileri ve algoritmaları tarafından giderek daha fazla denetlenmektedir (EU-OSHA, 2019). İş sağlığı ve güvenliğinde dijital teknolojilerinin kullanımının giderek arttığı dönemde risk değerlendirme gibi çalışmaların gerçekleştirilmesinde ve geliştirilmesinde bulanık mantık gibi tekniklerin kullanımı daha önemli hale gelmektedir.

1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Bulanık mantık yaklaşımı insan mantığına yaklaşan ve onu taklit etmeye çalışan bir yöntem olduğu için birçok alanda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bulanık mantık yaklaşımı ile yapılan çalışmalarda daha objektif ve daha güvenilir sonuçlar verdiği ortaya konulmaktadır. İş sağlığı ve güvenliğinde risklerin değerlendirilip doğru bir şekilde önceliklendirilmesi hayati önem arz

etmektedir. Bu sebeple risk değerlendirme çalışmalarında bulanık mantık yaklaşımının kullanımıyla riskler doğru bir şekilde ve önem derecesine göre sıralanacak, gerekli tedbirler alınacak ve iş kazası ve meslek hastalığı sayılarında düşüşler gerçekleşecektir.

Bulanık HTEA yönteminin iş sağlığı ve güvenliği alanında kullanımına farklı sektörlerde rastlanmasına rağmen tekstil sektöründe kullanımına pek rastlanmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışma tekstil sektöründe Bulanık HTEA yönteminin iş sağlığı ve güvenliği alanında kullanıldığı ilk çalışmalardan biri olacaktır. Bununla birlikte bu çalışmada Bulanık HTEA risk öncelik sayısı çıktıları için yeni bir risk sınıflandırması önerilmiştir. Bu yeni risk sınıflandırma yaklaşımı ile HTEA ve Bulanık HTEA yöntemlerinin daha doğru bir şekilde kıyaslanabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı tekstil sektöründe risk değerlendirme çalışmalarında bulanık mantık yaklaşımının kullanılabilirliği ve güvenirliğini araştırmaktır. Bu amaçla tekstil sektöründeki fiziksel risk etmenleri HTEA ve Bulanık HTEA yöntemleriyle değerlendirilmiş ve iki yöntem kıyaslanmıştır. Böylece Bulanık HTEA yönteminin tekstil sektörü için kullanılabilir bir yöntem olduğu ortaya konmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde HTEA ve Bulanık HTEA yöntemlerinin iş sağlığı ve güvenliği alanında kullanıldığı çalışmalara yer verilmiştir. Tekstil sektöründe fiziksel risk etmenlerinin bulanık mantık yardımıyla değerlendirildiği çalışmalar yapılmış olsa da (Güner ve ark., 2009), bu çalışmalarda HTEA gibi bir risk değerlendirme yöntemi kullanılmadan genel bir değerlendirme yapılmıştır.

2.1. Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Önceki çalışmalar incelenirken tekstil sektöründe HTEA yönteminin iş sağlığı ve güvenliği alanında kullanımına dair çalışmalar kısıtlı olduğundan dolayı diğer imalat sektörlerinde HTEA yönteminin iş sağlığı ve güvenliği alanında kullanıldığı çalışmalar da incelenmiştir.

Song ve arkadaşları (2007), Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) yöntemini inşaat güvenliği yönetiminde uygulamışlardır. Yaptıkları araştırma kapsamında HTEA yöntemini yapısal çelik montaj işine uygulamış ve her bir faaliyetin güvenliğini analiz etmişlerdir. Ayrıca daha önce gerçekleşmiş iş kazalarına ait veriler ile HTEA yönteminin sonuçlarının karşılaştırarak HTEA yönteminin güvenirliğini araştırmışlardır.

Aydın ve Derekaya (2016), Bursa'daki özel bir tekstil fabrikasında ön terbiye, boyama, baskı, bitirme işlemleri proseslerindeki tehlikeleri tespit edip riskleri değerlendirmek için HTEA yöntemini uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre işletme içerisinde ilk sırada gelen risk etmenleri yangın ve patlama etmenleridir. Yangın ve patlama etmenleri ile ilgili 33 adet risk saptanmıştır. İşletme içerisinde ikinci sırada gelen etmenler ise fiziksel risk etmenleridir. Fiziksel risk etmenleri ile ilgili 29 adet risk saptanmıştır.

Mirmohammadi ve arkadaşları (2016), iş kazasına sebep olabilecek risk faktörlerini değerlendirmek ve risklere karşı alınabilecek önlemleri belirlemek için HTEA yöntemini kullanmışlardır. Araştırma kapsamında eğitim materyalleri üreten

bir işletmedeki tüm birimler değerlendirilmiş ve 12 çalışma istasyonunda 51 risk faktörü tespit edilmiştir. Araştırma bulgularına göre giyotin, kesici, bükme makinesi ve delme presi ile çalışmanın neden olduğu elektrik çarpması riski en yüksek risk puanına sahiptir. Ayrıca yapılan çalışma neticesinde risk öncelik sayısı ile iş kazası sıklığı arasında doğrudan bir ilişki olduğu ortaya koyulmuştur.

Mutlu ve arkadaşları (2016), bir tersanede kaynak işlemi esnasında meydana gelebilecek hataları belirlemek için HTEA yöntemini uygulamışlardır. Belirlenen hataların olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değerlerini belirlemek için kaynak işlemi konusunda uzman kişilerin görüşlerine başvurulmuş ve hataların risk öncelik sayıları belirlenmiştir. Araştırma sonucunda kaynak işlemi esnasında meydana gelen hataların HTEA yöntemi ile kolaylıkla belirlenebildiği ve araştırma sonuçlarının gaz altı kaynağı uygulamasında iş güvenliği için iyileştirici etkileri olacağı ifade edilmiştir.

Ersoy ve arkadaşları (2017), bir mermer işleme tesisinde iş sağlığı ve güvenliği temelli bir iyileştirme sürecinde risk değerlendirme aracı olarak HTEA yöntemini kullanmışlardır. HTEA yönteminin uygulanması sonucunda ilk dönemde teorik olarak %50,08 oranında bir iyileştirme sağlanmıştır.

Şengöz ve Merdan (2017), Antalya' da fason imalat yapan bir tekstil atölyesinde, sistem HTEA yöntemiyle elektrik sistemlerinde örnek bir risk analizi uygulama çalışması yapmışlardır. Araştırma bulgularına göre elektrik kaynaklı yangınlara bağlı risklerin kabul edilemez seviyede olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca HTEA yönteminin risk seviyesi tespitinde matris yöntemine göre daha etkin olduğu ifade edilmiştir.

Alizadeh ve arkadaşları (2018), bir petrokimya tesisindeki iskeleye zarar verebilecek riskleri tanımlamak ve sıralamak için HTEA yöntemini kullanmışlardır. Araştırma bulgularına göre bir ve üç fazlı elektrik tesisatları en yüksek risk skoruna sahiptir.

Can ve arkadaşları (2018), HTEA ve CRITIC yöntemlerini birleştirerek bir hastanede önlenmesi gereken tehlikeleri belirlemek için risk değerlendirme

çalışması yapmışlardır. Araştırma sonucunda ilaç ve malzeme dolaplarının duvara sabitlenmemesi, yoğun bakım ünitesine izinsiz giriş-çıkışların olması ve yangın söndürücülerin periyodik kontrollerinin yapılmaması durumlarının öncelikli tehlikeler olduğu belirlenmiştir.

Cavaignac ve Uchoa (2018), inşaat sektöründeki iş güvenliği faaliyetlerinde HTEA yönteminin daha kolay, daha hızlı ve daha verimli uygulanabilmesi için olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik endekslerinin inşaat sektörüne özgü referans tablolarını oluşturmuşlardır.

Dağ ve arkadaşları (2018), bir otelde HTEA yöntemini kullanarak farklı birimlerdeki tehlikeleri belirlemiş ve riskleri ortadan kaldırmaya veya riskleri azaltmaya çalışmışlardır. Yapılan değerlendirmede; kazan dairesinde düşme, yangın, parlama, elektrik kontrol odasında elektrik çarpması, havuz kazan dairesinde yangın, kayma, düşme, romatizma, spor salonunda solunum yolu enfeksiyonu, güç dağıtım ünitesinde yangın gibi riskler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek risk değerlerinin, gerekli iyileştirme önerileri ve bu önerilerin uygulanmasıyla kabul edilebilir risk seviyesine indirildiği tespit edilmiştir.

Fithri ve arkadaşları (2018), bir tekstil işletmesinin dokuma bölümündeki tehlikeleri değerlendirmek için HTEA yöntemini kullanmışlardır. Değerlendirme sonunda en yüksek risk öncelik sayısına sahip olan tehlikelerin enerji kaynağı (elektrik) ve standart çalışma prosedürlerine uygun olmayan çalışmalar olduğu tespit edilmiştir.

Liu ve arkadaşları (2018), akaryakıt istasyonlarındaki güvenlik risklerini analiz etmek için HTEA yöntemini kullanmışlardır. Araştırma kapsamında son 20 yılda akaryakıt istasyonlarında meydana gelen 50 kaza incelenmiş ve en sık karşılaşan kaza türünün statik elektrik kaynaklı patlama olduğu ifade edilmiştir. Yapılan çalışma neticesinde, meydana gelebilecek kazaları hafifletmek ve bunlarla başa çıkmak için önlemler ortaya koyulmuştur.

Mohamadinejad ve arkadaşları (2019), bir tekstil işletmesindeki potansiyel tehlikelerin değerlendirmesini Hata Türü ve Etkileri Analizi yöntemini kullanılarak

yapmışlardır. Tespit edilen riskin %80'den fazlasının kabul edilemez olduğunu ve bu durumun tekstil endüstrisindeki çalışanlar için tehlikeli durum gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Ratnaningsih ve arkadaşları (2019), bir konut inşaatındaki en baskın iş sağlığı ve güvenliği risklerini belirlemek ve hafifletmek için HTEA yöntemini uygulamışlardır. Çalışma sonucunda öncelikli tehlikelerin yüksekte çalışma, kule vinçten malzeme düşmesi ve heyelan olduğunu belirlemişlerdir.

Rimawan ve arkadaşları (2019), çevresel test hizmetleri veren bir laboratuvarda meydana gelebilecek iş kazalarını ve risk düzeyini belirlemek için HTEA yöntemini uygulamışlardır. Yapılan çalışma neticesinde 10 farklı iş kazası türü tespit edilmiştir. Ayrıca en yüksek risk puanına sahip faaliyetin laboratuvar masasında analiz hazırlık çalışması olduğu belirtilmiştir.

Uchoa ve arkadaşları (2019), yüksekte yapılan çalışmalardaki tehlikeleri ve riskleri belirlemek için HTEA yöntemini uygulamışlardır. Yapılan risk değerlendirme çalışmasında 65 hata tespit edilmiştir. Ayrıca tespit edilen hataların %49.2'sinin orta düzeyde, %35.4'ünün yüksek düzeyde olduğu ve risklerden korunmak için iyileştirmeye ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.

Damilos ve arkadaşları (2022), katkı maddesi olarak akrilonitril bütadien stiren (ABS) matrisi ve gümüş nanopartiküller (AgNP'ler) kullanılarak yeniden tasarlanmış enjeksiyon kalıplama hatlarındaki ana tehlikeleri değerlendirmek için HTEA yöntemini uygulamışlardır. Kontrol Hiyerarşisi şemasına dayalı olarak, ortaya çıkan tehditlerin her biri için çok sayıda mühendislik kontrolü, en iyi uygulamalar, idari eylemler ve vakaya özel KKD önermişlerdir.

2.2. Bulanık Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Önceki çalışmalar incelenirken tekstil sektöründe Bulanık HTEA yönteminin iş sağlığı ve güvenliği alanında kullanımına dair çalışmalar kısıtlı

olduğundan dolayı diğer imalat sektörlerinde Bulanık HTEA yönteminin iş sağlığı ve güvenliği alanında kullanıldığı çalışmalar da incelenmiştir.

Durmaz (2010), bir inşaat taahhüt firmasının 12 katlı 10 bloklu apartman inşaatı şantiyelerinden birinde bulanık mantık tekniğini kullanarak iş güvenliği risk değerlendirmesi yapmıştır. Bu çalışma ile bulanık mantığın daha doğru ve güvenilir sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Oraee ve arkadaşları (2011), bir kömür madenindeki tehlikeleri değerlendirmek için Bulanık HTEA yöntemini kullanmışlardır. Sonuçlara göre, en tehlikeli parametre madendeki kaya patlaması olarak belirlenmiştir.

Liu ve Tsai (2012), inşaat sektöründe mesleki tehlikeleri azaltmak veya önlemek ve mesleki tehlikelere karşı bir önleme ve iyileştirme tekniği sağlamak için bulanık bir risk değerlendirme yöntemi önermişlerdir. Önemli tehlike türlerini ve tehlike nedenlerini belirlemek için bulanık bir analitik ağ süreci yöntemi geliştirilmiştir. Belirsiz çıkarım yaklaşımına dayalı olarak tehlike nedenlerinin risk değerini değerlendirmek için HTEA yöntemi uygulanmıştır. Uygulama bir telekom mühendisliği şirketinde gerçekleştirilmiştir. Performans değerlendirme sonucunda, önerilen yöntemin tehlike nedenleri ve ilgili iyileştirme stratejileri için tatmin edici risk değerlendirme değerleri sağlayabileceği gösterilmiştir.

Mızrak Özfırat (2014) Bulanık Önceliklendirme Metodu ve Hata Türü ve Etkileri Analizini birleştiren risk analizi yöntemini madencilik sektöründe uygulamıştır. Bu yöntemlerin birleştirilmesiyle RÖS hesaplamalarının daha objektif, kişiden bağımsız ve gerçekçi olmasının sağlandığını ifade etmiştir.

Ardeshir ve arkadaşları (2015) iki farklı tip büyük ölçekli inşaat projesinde riskleri değerlendirmek için Bulanık HTEA, Hata Ağacı Analizi (FTA) ve Analitik Hiyerarşi İşlem-Veri Zarflama Analizi (AHP-DEA) kombinasyonunu kullanmışlardır. Yüksekten düşme riskinin her iki proje türünde de en önemli risk olduğu bulunmuştur. Bunun yanı sıra, düşen işçilerde yaralanma riskini artıran faktörlerin, güvenlik, kişisel koruyucu ekipman ve eğitim eksikliği olduğu görülmüştür. Ayrıca kullanılan yaklaşımın tüm inşaat sahalarına uygulanabilir

olduğu, tüm güvenlik konularını kapsadığı ve geçerli sonuçlara sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Dağsuyu ve arkadaşları (2016), büyük bir hastanenin sterilizasyon ünitesindeki risk faktörlerini incelemek ve en öncelikli riskleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için bir risk değerlendirme çalışması yapmışlardır. Araştırmada, önceki çalışmalarda tartışılan tehlikeleri ve bu çalışma sırasında keşfedilen yeni tehlikeleri değerlendirmek ve tanımlamak için 5x5 matris, klasik HTEA ve Bulanık HTEA yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada, Bulanık HTEA yönteminin sterilizasyon ünitesi için uygun bir risk değerlendirme yöntemi olduğu ifade edilmiştir.

Yerlikaya ve arkadaşları (2016) bir inşaat firmasında Bulanık Promethee yöntemiyle HTEA uygulaması yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek ve en düşük risk öncelik sayısına sahip riskler sırasıyla yangın veya patlama ve site trafik kazaları olarak belirlenmiştir. Ayrıca kullanılan yöntemin uygulanabilir bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

Andriani ve arkadaşları (2017), yarı otomatik teknolojiyi uygulayan ve çevreye duyarlı ilk limanlardan olduğu bilinen bir limanın terminallerinden birinde tehlikelerin olasılığını belirlemek, risk analizi ve modelleme kullanarak daha fazla iş kazası riskini en aza indirmek için Bulanık HTEA yöntemini uygulamışlardır. Yapılan analiz sonucunda en öncelikli tehlike, yükleme ve boşaltma işlemi sırasında konteynerlerin kaldırılamaması, en düşük önceliğe sahip tehlike ise köprü ışıklarının kırılması olarak belirlenmiştir.

Efe ve arkadaşları (2017), inşaat, tekstil ve metal sektörlerinde faaliyet gösteren üç firma için bir iş sağlığı ve güvenliği politikası oluşturmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla entegre bir sezgisel bulanık çok kriterli karar verme yöntemi ve doğrusal bir programlama kullanarak işyerlerinde HTEA yöntemiyle bir değerlendirme çalışması yapmışlardır. Sonuçlar, inşaat, tekstil ve metal firmaları için en öncelikli risklerin sırasıyla sıva üretimi sırasında mevcut çelik

halatların tahrip edilmesi, iş ekipmanından kaynaklanan riskler ve kesim esnasında elektrik çarpması olduğunu göstermiştir.

Jiang ve arkadaşları (2017), geleneksel HTEA yönteminin eksikliklerinin üstesinden gelmek ve daha iyi model ve süreç belirsizliklerini gidermek için, yeni bir bulanık kanıta dayalı HTEA modeli önermişlerdir. Önerilen yöntemi doğrulamak için, bir mikro elektromekanik sistem (MEMS) ile ilgili bir vaka çalışması gerçekleştirilmiştir. Deneysel sonuçlar, önerilen yöntemin gerçek uygulamalar için makul ve etkili olduğunu göstermiştir.

Koushkaki ve arkadaşları (2017), bir petrol rafinerisindeki tehlike ve riskleri belirlemek için Bulanık HTEA yöntemini kullanmışlardır. Ayrıca şiddet, olasılık ve fark edebilirlik Bulanık AHP yöntemiyle ağırlıklandırılmıştır. Sonuçlara göre, yüksekte çalışma, toksin ve kimyasallarla cilt teması ve yolda havuz kapasitesinin olmaması en öncelikli riskler olarak bulunmuştur.

Özdemir ve arkadaşları (2017), üniversite laboratuvar operasyonları için bir risk değerlendirme yaklaşımı önermişlerdir. Önerilen yaklaşımda bir üniversitenin kimya laboratuvarındaki iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili riskleri değerlendirmek için 5S metodolojisi, HTEA, aralıklı tip iki bulanık küme (IT2FSs), analitik hiyerarşi süreci (AHP) ve VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışma metodolojik olarak literatürdeki risk değerlendirme çalışmalarına katkıda bulunurken, güvenlik iyileştirme konusunda eğitim endüstrisine bir bakış açısı sunmaktadır.

İlbahar ve arkadaşları (2018), bir inşaat sahasındaki hafriyat işlerinin risklerini Pisagor Bulanık Orantılı Risk Değerlendirmesi ve Pisagor Bulanık Hata Türü ve Etkileri Analizi yöntemleriyle değerlendirmiş ve bu iki yöntemi karşılaştırmıştır.

Sang ve arkadaşları (2018), Malezya'da pirinç tarım alanlarında çevre ile ilgili sorunları, çiftçilerin ve tüketicilerin sağlığı ve güvenliği ilgili konuları tespit etmek için Bulanık HTEA yöntemini kullanmışlardır. Kötü duruşlara bağlı kas-

iskelet sistemi bozukluklarının en dikkat çekici iş sağlığı tehlikesi olduğunu belirlemişlerdir.

Mangeli ve arkadaşları (2019), HTEA yönteminin kişisel görüşlerin etkisi, faktörlerin aynı önemi ve risk derecelendirmesi gibi çeşitli eksikliklerini gidermek için destek vektör makinesine ve bulanık çıkarım sistemine dayalı hibrit bir yaklaşım kullanmışlardır. Ayrıca Logaritmik Bulanık Tercih Programlama ve risklerin daha doğru sıralanması için kullanılan gözden geçirilmiş bulanık TOPSIS kullanılmıştır. Oluşturulan yeni model bir bakır liç fabrikasında uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, bu modelin şiddeti tahmin etme yeteneğine sahip olduğu ve olasılık durumunun 5 yıllık bir dönemde (2012-2017) sırasıyla %87 ve %95 doğrulukla meydana gelen iş kazalarını ifade ettiğini göstermiştir. Ayrıca sıralama sürecinin sonuçlarına göre, yüksekten düşme ve nesneler arasında takılma riskinin sırasıyla en yüksek ve en düşük önceliğe sahip riskler olduğu belirlenmiştir.

Mete (2019), bir doğal gaz boru hattı inşaat projesinde mesleki risklerin değerlendirilmesi için Pisagor bulanık kümeleri altında HTEA tabanlı AHP-MOORA entegre yaklaşımını kullanmıştır. Önerilen entegre yaklaşımın fizibilitesini ve etkinliğini göstermek için doğal gaz boru hattı projesinin beton kaplama süreci için bir vaka çalışması yapmıştır. Entegre yaklaşımın, belirsizliği daha uygun bir şekilde yansıtan Pisagor bulanık kümelerinin avantajını kullanarak boru hattı inşaatı projesinde mesleki riskleri değerlendirmek için daha makul sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Mutlu ve Altuntaş (2019), bir tekstil firmasının kumaş boyama departmanında bir terbiye işlemi için potansiyel riskleri analiz etmek ve değerlendirmek için FMEA-FTA-BIFPET yöntemini kullanmışlardır. Kullanılan yöntemin risk değerlendirme prosedürlerini gerçekleştirmek için pratikte uygulanabileceğini göstermişlerdir.

Carnero (2020), bir sağlık kuruluşunun Nükleer Tıp Departmanında ayrışmayla ilgili hata türlerinin bir sınıflandırmasını yapmayı amaçlamıştır. Sınıflandırma, HTEA yöntemi kullanılarak, sezgisel bulanık hibrit ağırlıklı Öklid

mesafe operatörü ve PAPRIKA yöntemini birleştirerek yapılmıştır. İlk üç sırada tanımlanan hatalar, atıkların uygun olmayan şekilde depolanması (öğeleri yanlış kutulara koymak), kapların yanlış etiketlenmesi ve kötü atık yönetimi (uygun olmayan toplama süreleri ve çöp kutusu kurulumu) olarak belirlenmiştir.

Dahooie ve arkadaşları (2020), bulanık kümeye dayalı Çok Kriterli Karar Verme yöntemi kullanılarak HTEA yöntemine yeni bir yaklaşım sağlamaya çalışmışlardır. Ayrıca önerilen yaklaşımda risk faktörü tartımı için Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi yöntemi uygulanmıştır. Araştırma inşaat ve kentleşme projelerinin uygulanmasını tasarlayan ve denetleyen, çeşitli alanlarda aktif bir işletmede yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar, yeni geliştirilen yaklaşımın karmaşık HTEA sorunlarını ele almak için kullanışlı ve esnek olduğunu ve tehlikeler için mantıksal ve güvenilir öncelik sıralaması oluşturabileceğini göstermiştir.

Jahangoshai Rezaee ve arkadaşları (2020), kimya endüstrisinde faaliyet gösteren bir işletmede sağlık, güvenlik ve çevre risklerini değerlendirmek için HTEA, Bulanık Çıkarım Sistemi (FIS) ve Bulanık Veri Zarflama Analizi (DEA) modeline dayalı hibrit bir yaklaşım kullanmışlardır. Önerilen puana göre yüksek önceliğe sahip riskler belirlendikten sonra, vaka çalışmasına uygun olarak önleyici/düzeltici faaliyetler sunulmuş ve sonuçların daha fazla analizi için bu çalışmada kendi kendini organize eden harita uygulanmıştır.

Bilgin Sarı (2021), otonom bakım faaliyetleri sırasında karşılaşılabilecek potansiyel risklerin belirlenmesi ve önceliklendirilmesi için entropi ağırlıklı bulanık tabanlı HTEA yöntemi kullanmıştır. Çalışmada 11 potansiyel risk belirlenmiş ve malzemenin altındaki yağın temizlenmesi sırasında elle yaralanma riski en yüksek risk önceliğine sahip risk olarak belirlenmiştir.

Valipour ve arkadaşları (2021), otomotiv endüstrisinde sağlık, güvenlik ve çevre risklerini değerlendirmek için HTEA, Bulanık C-Ortalamalar Algoritması (FCM) ve Bulanık En İyi-En Kötü Yöntemi (FBWM) teknikleri kullanmışlardır.

Elde edilen sonuçlar kullanılan tekniklerin güvenilir sonuçlar ortaya koyduğunu göstermiştir.

Armin ve arkadaşları (2022), HTEA ve Bulanık Tabanlı Çok Kriterli Karar Verme (MCDM) yönteminin entegre yaklaşımı kullanarak bir hastanedeki güvenlik ve sağlık riskleri sıralamasını araştırmışlardır. İncelenen hastanenin 14 ana servisi için toplam 112 önemli risk belirlemişlerdir. MCDM yöntemleri ile birlikte HTEA entegre yaklaşımı kullanılmasının sürecin hızını arttırdığı ve daha güvenilir sonuçlar elde edildiği sonucuna varmışlardır.

Gölcük ve arkadaşları (2022), iş güvenliği risklerinin değerlendirilmesi için yeni bir hata türü ve etkileri analizi (HTEA) modeli önerilmişlerdir. Geleneksel HTEA'nın dezavantajlarını aşmak için yeni bir Çok Kriterli Karar Verme modeli önermişlerdir. Önerilen modelde, tam tutarlılık yöntemini (FUCOM) ve çizge teorisi-matris yaklaşımını (ÇTMY) bulanık ortamda birleştirmişlerdir. Önerilen model bir vaka çalışmasında uygulanmıştır. Önerilen modelin pratik ve çok yönlü olduğu, gerçek hayattaki risk değerlendirme problemlerinin üstesinden gelmek için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

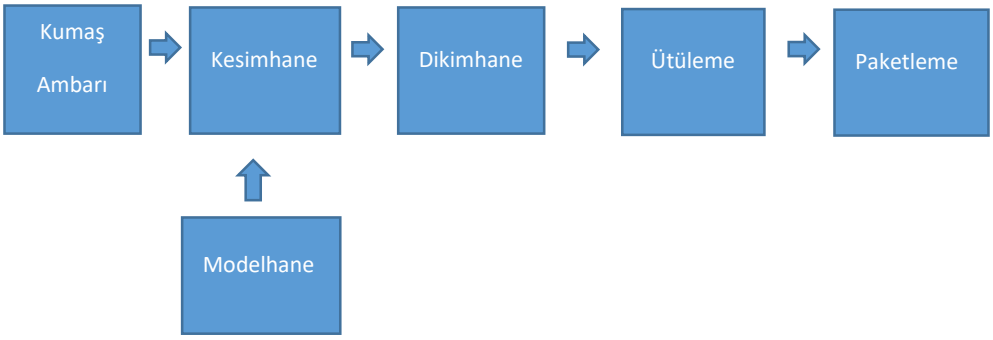
Jafarzadeh Ghoushchi ve arkadaşları (2022), geleneksel HTEA'nın dezavantajlarını kapsamak amacıyla tanımlanan riskleri önceliklendirmek için üç aşamada yeni bir yaklaşım sunmaya çalışmışlardır. İlk aşamada, HTEA tekniği kullanılarak riskler ve etkileri belirlenmiştir. Bu yaklaşımın ikinci aşamasında, G-sayısı teorisine ve uzmanların görüşlerine dayalı olarak En İyi-En Kötü Yönteminin (BWM) genişletilmiş bir versiyonu kullanılarak risk faktörlerinin ağırlıkları hesaplanmıştır. Üçüncü aşamada, önceki iki aşamanın çıktıları kullanılarak, G-sayısı teorisi ile geliştirilen Kompleks Oransal Değerlendirme (COPRAS) yöntemi kullanılarak belirlenen riskler önceliklendirilmiştir. Önerilen yaklaşımın vaka çalışmasının sonuçları, geleneksel FMEA bulanık COPRAS yönteminin riskleri analiz etme kabiliyetini ve uygulanabilirliğini göstermiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırma, Doğu Anadolu Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir hazır giyim işletmesinde yürütülmüştür. Hazır giyim işletmesi, toplamda 10.300 m^2 kapalı alana sahiptir ve aylık üretim kapasitesi 150.000 adettir (Ek-1). Üretim faaliyetleri 08:00-18:00 saatleri arasında yürütülmekte olup, işletmede 280 çalışan bulunmaktadır. Tüm çalışanlar günde 8 saat normal mola düzeninde çalışmaktadır.

Hazır giyim işletmesinde penye, bluz, eşofman ve hırka gibi ürünler üretilmektedir. İşletme, kumaş ambarı, kesimhane, dikimhane, ütüleme ve paketleme olmak üzere 5 ana bölümden oluşmaktadır (Şekil 3.1). Serim öncesi kalite kontrol işlemi kesimhane bölümünde yapılan işlemlerle ortak değerlendirildi. Üretilen ürünün kalite kontrol işlemi paketleme bölümünde yapılan işlemlerle ortak değerlendirildi. İşletmede, overlok, düz dikiş, ip temizleme, reçme, ilik, kemer, düğme, çıtçıt, ütü, kumaş serim ve kumaş kesim motoru olmak üzere toplamda 258 adet makine bulunmaktadır (Çizelge 3.1).



Şekil 3.1. İşletme iş akış şeması

Çizelge 3.1. İşletmede yer alan makine ve bölüm bazında çalışan sayıları

İŞYERİ BÖLÜMÜ	MAKİNA TÜRÜ	MAKİNA SAYISI	ÇALIŞAN SAYISI	
			Kadın	Erkek
KESİMHANE	Kumaş Serim Makinesi (Otomatik)- Tesan AS200 Plus	1 adet	-	10
	Kumaş Kesim Motoru (Dik Bıçaklı Kesim Makinesi)- Eastman Blue Streak II 629	5 adet		
DİKİMHANE	Overlok Makinesi (4 İplik) Pegasus M900	110 adet	90	150
	İp Temizleme Makinesi Grand GT22-02	3 adet		
	Düz Dikiş Makinesi- Juki DDL 9000C	90 adet		
	Reçme Makine- Pegasus W500PV	20 adet		
	İlik Makinesi- Zoje ZJ5780BS- Brother HE-800C-3	3 adet		
	Düğme Makinesi (Otomatı) Brother CB3-B917	3 adet		
	Kemer Makinesi- Pegasus CW562N	5 adet		
	Çıtçıt Makinesi- Kanmak KM 400 S	5 adet		
ÜTÜLEME	Vakumlu Ütü- ÜMS Ütü Makinaları	10 adet	5	8
	Paskala Vakumlu- ÜMS Ütü Makinaları	3 adet		
PAKETLEME			7	10
	TOPLAM	**258 adet**	**102**	**178**

3.2. Metod

Bu bölümde fiziksel risk etmenleri için kullanılan ölçüm yöntemlerine ve kullanılan risk değerlendirme yöntemlerine dair bilgiler verilmiştir. Ölçüm noktaları belirlenirken rastgelelik esasına uygun olması açısından her ölçümde belirli bir düzene veya sıraya uymadan farklı makine ve operatörler seçilmiştir.

3.2.1. Fiziksel Risk Etmenleri ile İlgili Ölçümler

Araştırma kapsamında bir hazır giyim işletmesinde çalışanların maruz kalabileceği fiziksel tehlikeler olan gürültü, titreşim, termal konfor ve aydınlatma için ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde kullanılan standartlar Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Ölçümlerde kullanılan standartlar

ÖLÇÜM	KULLANILAN STANDART
Gürültü	TS EN ISO 9612
Titreşim	TS EN ISO 5349-1 ve TS EN ISO 5349-2
Termal konfor	TS EN ISO 7730 ve TS EN ISO 7243
Aydınlatma	COHSR-928-1-IPG-039 ve TS EN 12464-1

3.2.1.1. Gürültü Ölçümü

Gürültü ölçümleri SVANTEK marka ve SV104 modelli kişisel gürültü dozimetresi kullanılarak "Akustik-Mesleki Gürültü Maruziyetinin Belirlenmesi-Mühendislik Metodu" TS EN ISO 9612 standardına göre yapılmıştır (Şekil 3.2). Kişisel gürültü dozimetresinin ses seviyesi ölçüm aralığı 55-140 dbA'dır.



Şekil 3.2. Gürültü ölçümü

Ölçüme başlamadan önce işletmedeki bölümler incelenmiş ve yapılan işler tanımlanmıştır. Ayrıca işletmedeki gürültü kaynakları tanımlanmıştır. Yapılan işler tanımlandıktan sonra uygulanan ölçüm stratejisi seçilmiştir. Seçilen işletmede ölçüm için Görev Tabanlı Ölçüm stratejisi belirlenmiştir. Strateji belirlendikten sonra yapılacak ölçüm planlanmıştır.

Her bir ölçüm en az 5 dakikalık 3 ölçümün hesaplanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, çalışanın bulunduğu yerde, gürültüye en çok maruz kalan kulak tarafında ve dış kulak kanalının girişinden 0,1-0,4 metre mesafe aralığında yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar daha önce oluşturulan ölçüm kayıt formlarına yazılmıştır.

İşletmede ölçümlerle belirlenen çalışanların maruz kaldığı gürültü seviyeleri 28.07.2013 tarih ve 28721 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren " Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik" hükümleri doğrultusunda değerlendirilmiştir.

3.2.1.2. Titreşim Ölçümü

Titreşim ölçümleri SVANTEK marka ve SVAN958A modelli titreşim ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.3). El-kol titreşimi ölçümü TS EN ISO 5349-1 ve TS EN ISO 5349-2'ye göre yapılmıştır.



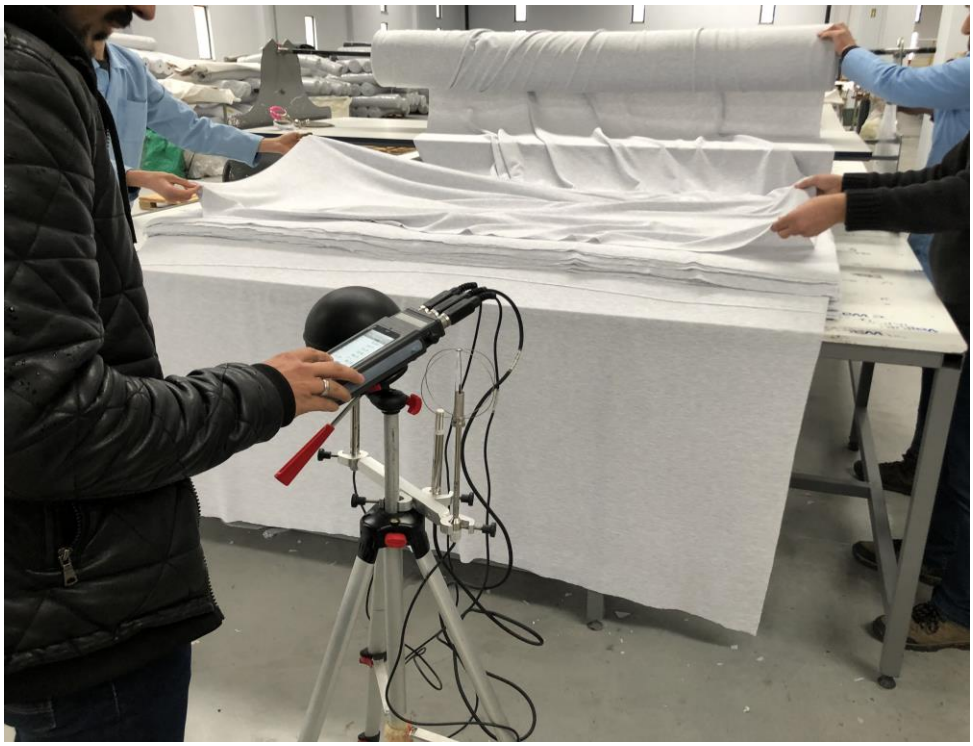
Şekil 3.3. Titreşim ölçümü

Ölçümler 3 eksende (x,y,z) yapılmış ve el-kol titreşimi için en az 1 dakikalık ölçümler alınmıştır. Her bir el-kol titreşimi ölçümü, en az 1 dakikalık 3 ölçümün ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar daha önce oluşturulan ölçüm kayıt formlarına yazılmıştır.

Ölçümler sonucu elde edilen frekans ağırlıklı ivme değerleri (m/sn2) 22.08.2013 tarih ve 28743 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren "Çalışanların Titreşim ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik" hükümleri doğrultusunda değerlendirilmiştir.

3.2.1.3. Termal Konfor Ölçümü

İşletmede termal konfor ölçümleri "Orta dereceli termal ortamlar- Pmv ve ppd indislerinin tayini termal rahatlık için şartların belirlenmesi- TS EN ISO 7730" ve "Termal çevrenin ergonomisi - WBGT (ıslak ampul küresel sıcaklık) endeksi kullanılarak ısı stresinin değerlendirilmesi-TS EN ISO 7243" standartları kullanılarak yapılmıştır. Ölçümler Delta OHM HD32.3TCA marka ve modelli termal konfor ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Termal konfor ölçümü

Ölçümler ayakta çalışanlar için zeminden 1,1 metre yükseklikte, oturarak çalışanlar için zeminden 0,6 metre yükseklikte yapılmıştır. Ölçüm cihazları 1 dakikada 1 ölçüm yapacak şekilde ayarlanmış ve toplamda 1 saatlik ölçüm yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar daha önce oluşturulan ölçüm kayıt formlarına yazılmıştır.

Yapılan ölçümler sonucunda tayin edilen PMV değerinin TS EN ISO 7730 standardına göre ılıman olarak değerlendirilen -2 ile +2 değerleri arasında olup olmadığı ve PPD değerinin %10'un üstünde olup olmama durumu değerlendirilmiştir. Ayrıca PMV değerinin +2'nin üstünde olması durumunda TS EN ISO 7243 standardına göre WBGTeff değerinin 29'un üstünde olup olmama durumu değerlendirilmiştir.

3.2.1.4. Aydınlatma Ölçümü

İşletmede aydınlatma ölçümleri, COHSR-928-1-IPG-039 İşyerinde Aydınlatma Değerlendirmesi standardı temel alınarak yapılmıştır. Ölçümler UNI-T UT383 marka ve modelli ışık ölçer kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.5). Işık ölçer cihazının ışık şiddeti ölçüm aralığı 0-200 kLx'tür.



Şekil 3.5. Aydınlatma ölçümü

İşletmede gece vardiyası uygulanmamakta ve doğal-yapay aydınlatma eşit oranda uygulanmaktadır. Ölçümler işletmedeki kesim, dikim ve paketleme bölümleri için ayrı ayrı ve doğrudan güneş ışığına maruz kalmayan noktalarda yapılmıştır. Ölçümler, düzenli aydınlık seviyesi olmadığı için her bölümde 4 ayrı noktada 4 ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca depo ve yürüme yollarından da 4 ölçüm alınmıştır. Her bir ölçüm zeminden 1 metre yükseklikte gerçekleştirilmiş ve 4 ölçümün aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar daha önce oluşturulan ölçüm kayıt formlarına yazılmıştır.

Ölçümler sonucu elde edilen ışık şiddeti değerleri (lüks) "TS EN 12464-1: Işık ve ışıklandırma - İş mahallerinin aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı alandaki iş mahalleri" standardı doğrultusunda değerlendirilmiştir.

3.2.2. Ölçüm Sonuçlarının İstatistiksel Analizi

Yapılan ölçümlerde elde edilen verilen istatistiksel analizi SPSS programı yardımıyla yapılmıştır. Ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığının tespiti için Tekrarlı Ölçümler Tek Yönlü Varyans Analizi (Tekrarlı Ölçümler ANOVA) ve bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Gürültü, titreşim ve aydınlatma ölçümlerinin 3 dönemdeki sonuçları analiz edilirken Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi kullanılırken termal konfor ölçümlerinde ilk dönemde PMV hesaplanmadığından ikinci ve üçüncü dönem sonuçlarının analizi için bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır.

3.2.3. Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi

Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA), ürünlerde ve süreçlerde olası hata türlerini meydana gelmeden önce tespit etmek, derecelendirmek ve elemek için kullanılan sistematik bir yaklaşımdır. Bu yöntemle mühendisler, bir süreçte veya bir üründe hatalar neler olabilir, hataların sebepleri nelerdir ve bu hataların etkileri neler olabilir sorularına cevap ararlar (Wang, 2011).

HTEA yöntemi, takım çalışması şeklinde yürütüldüğü zaman istenilen etkiyi gösterebilir. Bu amaçla, ilk olarak işveren, işletme iş güvenliği uzmanı, işletme işyeri hekimi, destek elemanları, çalışan temsilcileri, işyerindeki tecrübeli çalışanlar ve araştırmacının yer aldığı risk değerlendirme ekibi oluşturulmuştur. Risk değerlendirme ekibi oluşturulduktan sonra aşağıdaki adımlar takip edilerek HTEA yöntemi uygulanmıştır. HTEA yönteminin uygulama adımları;

1- Fiziksel risk etmenlerine bağlı tehlikelerin belirlenmesi
2- Tehlikelerin etkilerinin (risklerin) tanımlanması
3- Tehlikenin meydana gelmesi durumundaki şiddet değerinin tespit edilmesi
4- Tehlikenin meydana gelme ihtimalinin tespit edilmesi
5- Tehlikenin fark edilme ihtimalinin belirlenmesi
6- Belirlenen değerlerden hareketle risk öncelik sayısının hesaplanması
7- Sonuçların belgelenmesi

- Şiddet: Tehlikenin meydana gelmesi durumunda işyerine ve çalışana zarar verme derecesini ifade eder. Yöntem uygulanırken Çizelge 3.3 kullanılarak, 1-10 aralığında şiddet değeri derecelendirilmiştir.

Çizelge 3.3. HTEA şiddet değerlendirme tablosu (Pillay ve Wang, 2003)

Durum	Şiddet Etkisi	Derece
Uyarısız Gelen Tehlike	Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	10
Uyarısız Gelen Tehlike	Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	9
Çok Yüksek	Sistemin tamamen hasar görmesini sağlayan yıkıcı etkiye sahip ağır yaralanma, 3.derece yanık vb.etkiye sahip hata	8
Yüksek	Ekipmanın tamamen hasar görmesine neden olan ve ölüme, zehirlenme, 3.derece yanık, akut ölümcül hastalık vb.etkiye sahip hata	7
Orta	Sistemin performansını etkileyen uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma etkisi	6
Düşük	Kırık, kalıcı küçük iş göremezlik, 2.derece yanık, beyin sarsıntısı vb etkiye sahip hata	5
Çok Düşük	İncinme, küçük kesik ve sıyrıklar, ezilmeler vb.hafif yaralanmalar ile kısa süreli rahatsızlıklara neden olan hata	4
Küçük	Sistemin çalışmasında yavaşlatan hata	3
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan hata	2
Yok	Etki yok	1

- Olasılık: Tehlikenin meydana gelme ihtimalini ifade eder ve tehlikenin ortaya çıkma sıklığını gösterir. Tehlikenin meydana gelme sebebi ile karşılaşma durumu ve daha önce meydana gelen iş kazası ve meslek hastalığı kayıtları dikkate alınarak olasılık değeri tahmin edilebilir. Yöntem uygulanırken Çizelge 3.4 kullanılarak, 1-10 aralığında olasılık değeri derecelendirilmiştir.

Çizelge 3.4. HTEA olasılık değerlendirme tablosu (Pillay ve Wang, 2003)

Durum	Hatanın Olasılığı	Derece
Çok yüksek: Kaçınılmaz Hata	1/2 den fazla	10
	1/3	9
Yüksek: Tekrar Tekrar Hata	1/8	8
	1/20	7
Orta: Arasıra Olan Hata	1/80	6
	1/400	5
	1/2000	4
Düşük: Nispeten Az olan Hata	1/15000	3
	1/150000	2
Pek Az: Olası Olmayan Hata	1/1500000 den düşük	1

- Fark Edilebilirlik: Alınan kontrol önlemleri ile tehlikenin fark edilebilme olasılığının derecesini ifade eder. Yöntem uygulanırken Çizelge 3.5 kullanılarak, 1-10 aralığında fark edilebilirlik değeri derecelendirilmiştir.

Çizelge 3.5. HTEA fark edilebilirlik değerlendirme tablosu (Pillay ve Wang, 2003)

Fark edilebilirlik	Fark edilebilirlik olasılığı	Derece
Fark Edilemez	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği mümkün değil	10
Çok Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği çok uzak	9
Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği uzak	8
Çok Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği çok düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği orta	5
Yüksek Ortalama	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği yüksek	3
Çok Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği çok yüksek	2
Hemen kesin	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği hemen hemen kesin	1

- Risk Öncelik Sayısının Belirlenmesi: Risk öncelik sayısı (RÖS), kritiklik sayısı göstergesidir ve riskin önceliğini ifade eder. RÖS değeri, her bir riskin şiddet (Ş), olasılık (O), fark edilebilirlik (F) değerlerinin çarpılmasıyla (RÖS= ŞxOxF) hesaplanır. RÖS değeri yüksek olan riskler üstte olmak üzere riskler sıralanır ve kontrol önlemleri bu sıralamaya göre gerçekleştirilir.

İki veya daha fazla risk aynı RÖS değerine sahip olursa öncelikle şiddeti ve daha sonra fark edilebilirlik değeri yüksek olan risk ele alınmalıdır. Şiddet değeri yüksek olan risk daha önceliklidir, çünkü şiddet değeri riskin etkisini göstermektedir. Fark edilebilirlik değeri olasılık değerinden daha önemlidir (Stamatis, 2003).

Risk öncelik sayısı hesaplandıktan sonra risklerin derecelendirilmesi gerekir. Riskler derecelendirilirken aşağıdaki sınıflandırma kullanılmıştır:

- RÖS < 40 ise kabul edilebilir risk,
- 40 ≤ RÖS ≤ 100 ise kontrol önlemlerinin alınması gerekebilir,
- RÖS > 100 ise kabul edilemez risk ve mutlaka önlem alınmalıdır.

3.2.4. Bulanık Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi

Bir bulanık mantık sistemi; bulanıklaştırıcı, üyelik fonksiyonları, kural tabanı, çıkarım ve durulaştırıcıdan meydana gelir. İlk aşamada terimler ve dilsel değişkenler tanımlanır. Giriş verileri bulanık değerlere dönüştürülerek bulanıklaştırma işlemi gerçekleştirilir. Giriş verileri, bulanıklaştırma işleminde üyelik fonksiyonlarına tabi tutularak bulanık kümelerde üyelik derecelerine sahip olurlar (Bodur, 2012). Sistem giriş ve çıkış verileri arasındaki ilişkiyi tanımlayan ve karar verme sürecinde kullanılan kurallar değerlendirilir ve çalışan her kuralın sonuçları bir araya getirilerek çıkarım işlemi gerçekleştirilir. Son aşamada ise elde edilen bulanık değerler, kesin veya gerçek değerlere dönüştürülür (Elmas, 2003; Baynal ve Terzi, 2004).

Bulanık Hata Türü ve Etkileri Analizi sürecindeki işlemleri gerçekleştirmek için MATLAB programının bir eklentisi olan "Fuzzy Logic Designer" kullanılmıştır. Modelleme, veri girişi ve Bulanık RÖS değerinin elde edilmesi bu program aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Bulanık HTEA sürecinde şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik olmak üzere 3 sistem girdisi belirlenmiştir. Giriş verilerinin ağırlıkları belirlenerek dilsel değişkenlere çevrilmiştir. Çizelge 3.6, Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8'de şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik bulanık giriş kümelerinin dilsel değişkenlere çevrilmiş halleri verilmiştir.

Çizelge 3.6. Bulanık HTEA şiddet girdisinin ağırlıkları ve dilsel değişkenleri (Canlar Durmaz, 2010)

Şiddet	Dilsel Değişken	Ağırlık
Felakete ve toplu ölümlere yol açabilecek durum	Çok Yüksek	5
Ölüm, kalıcı sakatlık, ölümcül hastalık	Yüksek	4
Yatarak tedavi gerektiren yaralanmalar	Orta	3
Ayakta tedavi gerektiren durumlar, minör yaralanma	Düşük	2
Etki yok, tedavi gerektirmeyen durumlar	Çok Düşük	1

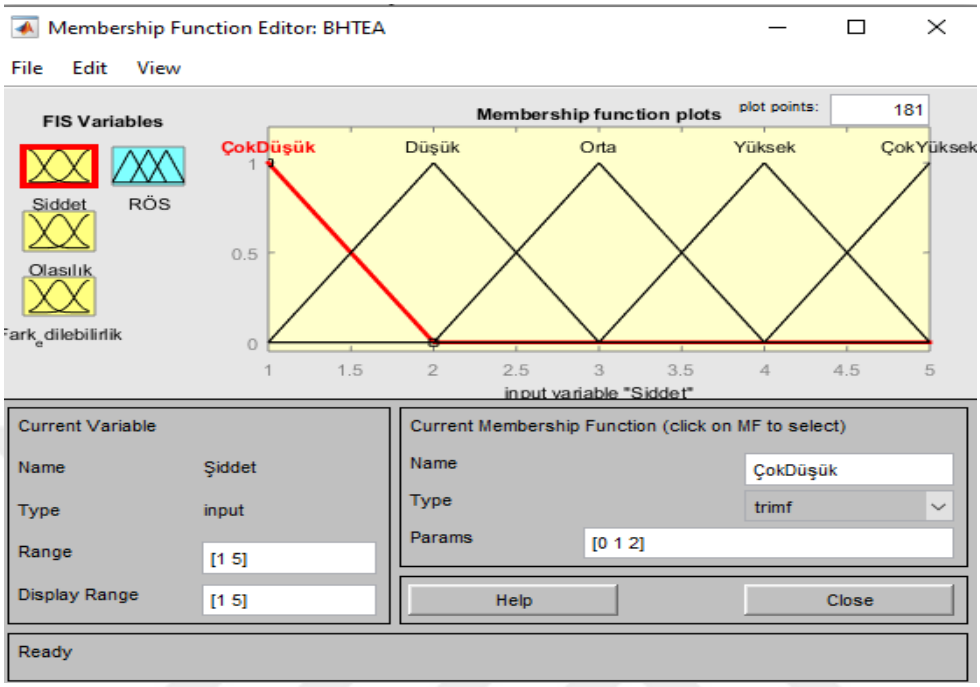
Çizelge 3.7. Bulanık HTEA olasılık girdisinin ağırlıkları ve dilsel değişkenleri (Canlar Durmaz, 2010)

Olasılık	Dilsel Değişken	Ağırlık
Her gün	Çok Sık	5
Haftada bir defa	Sık	4
Ayda bir defa	Ara Sıra	3
3 ayda bir defa	Nadir	2
Yılda bir defa	Çok Az	1

Çizelge 3.8. Bulanık HTEA fark edilebilirlik girdisinin ağırlıkları ve dilsel değişkenleri(Canlar Durmaz, 2010)

Fark Edilebilirlik	Dilsel Değişken	Ağırlık
Alınan önlemlerle tehlike fark edilemez	Fark Edilemez	5
Tehlikenin fark edilebilirliği düşük	Düşük	4
Tehlikenin fark edilebilirliği orta seviyede	Orta	3
Tehlikenin fark edilebilirliği yüksek	Yüksek	2
Tehlikenin fark edilebilirliği hemen hemen kesin	Kesin	1

Dilsel değişkenler belirlendikten sonra MATLAB Üyelik Fonksiyonu Yazım Penceresi (Membership Function Editör) kullanılarak Bulanık HTEA modelinin şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik kümeleri ve üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur (Şekil 3.6). Giriş kümeleri [1,5] aralığında 5 adet üçgen alt küme ile oluşturulmuştur.



Şekil 3.6. MATLAB şiddet üyelik fonksiyonları

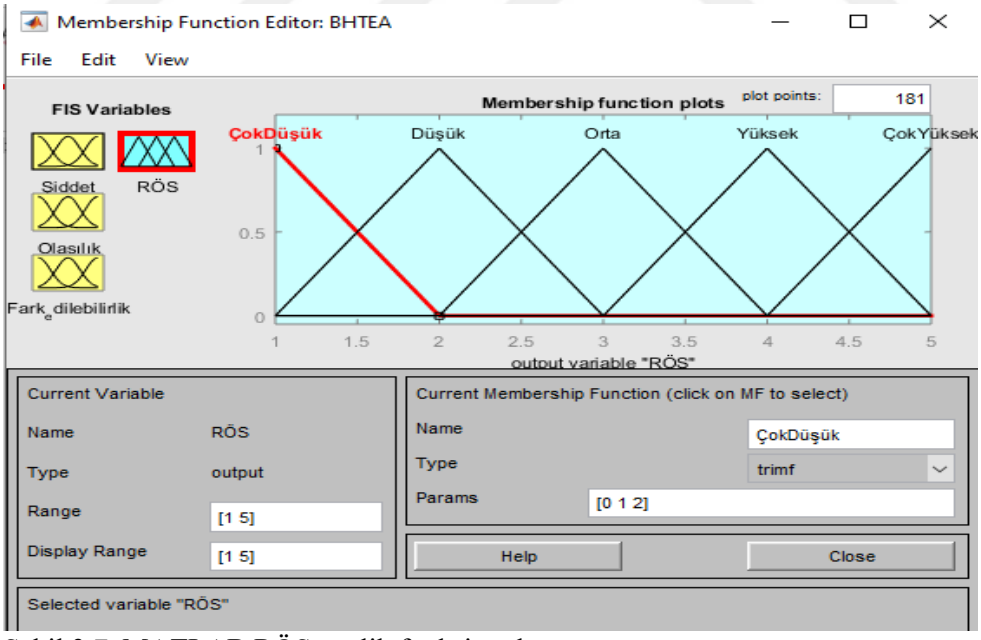
Giriş verilerinden sonra sistemin çıktısı olan RÖS tanımlanmıştır. Çıkış verisine ait dilsel değişkenler Çizelge 3.9'da verilmiştir. Bununla birlikte bu çalışmada risk sınıflandırması yeniden yorumlanmış ve Bulanık HTEA RÖS çıktılarına karşılık gelen risk sınıfları aşağıdaki gibi düzenlenmiştir:

- Çok düşük ise kabul edilebilir risk,
- Düşük ve orta ise önlem alınması gerekebilir,
- Yüksek ve çok yüksek ise kabul edilemez risk.

Çizelge 3.9. Bulanık HTEA RÖS çıktısının ağırlıkları ve dilsel değişkenleri (Canlar Durmaz, 2010)

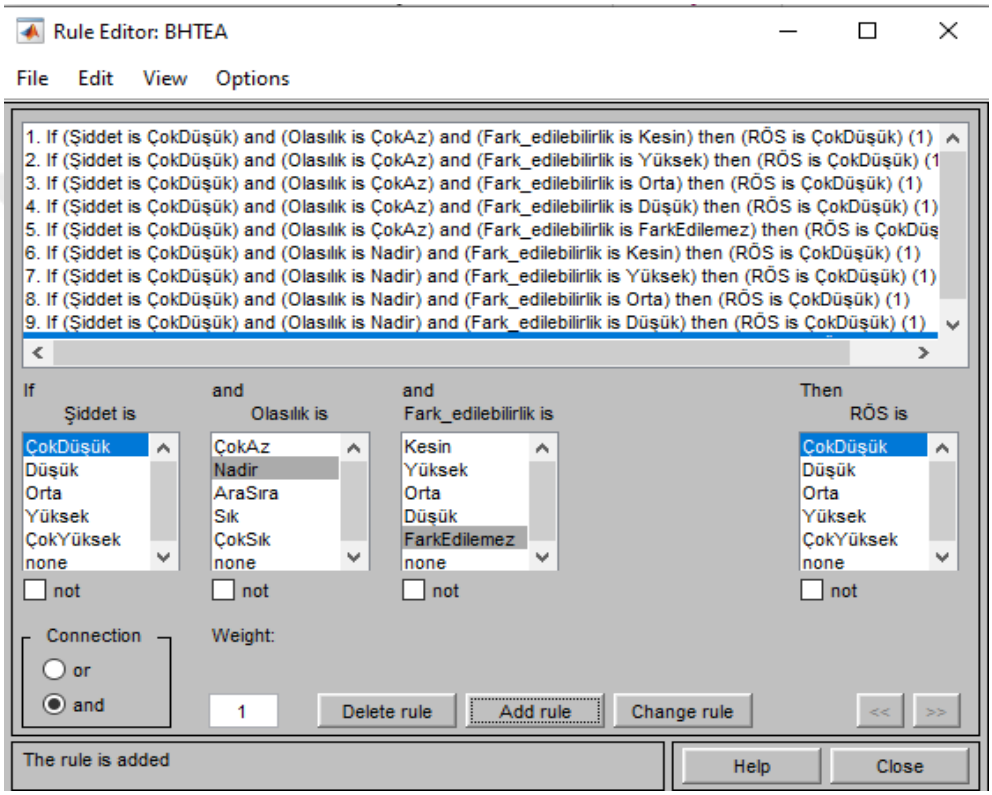
Risk Öncelik Sayısı	Dilsel Değişken	Ağırlık
Kabul edilemez risk. Ölüm ve büyük hasarlara sebep olabilir.	Çok Yüksek	5
Uzuv kaybı, ağır yaralanmaya sebep olabilir.	Yüksek	4
Klinik tedavi gerektirecek yaralanmalara sebep olabilir.	Orta	3
İşyerinde ilk yardım gerektirebilecek sorunlara sebep olabilir.	Düşük	2
Önemsiz risk.	Çok Düşük	1

Çıkış verisine ait dilsel değişkenler belirlendikten sonra MATLAB Üyelik Fonksiyonu Yazım Penceresi (Membership Function Editör) kullanılarak RÖS üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur (Şekil 3.7). Çıkış kümesi de [1,5] aralığında 5 adet üçgen alt küme ile oluşturulmuştur.



Şekil 3.7. MATLAB RÖS üyelik fonksiyonları

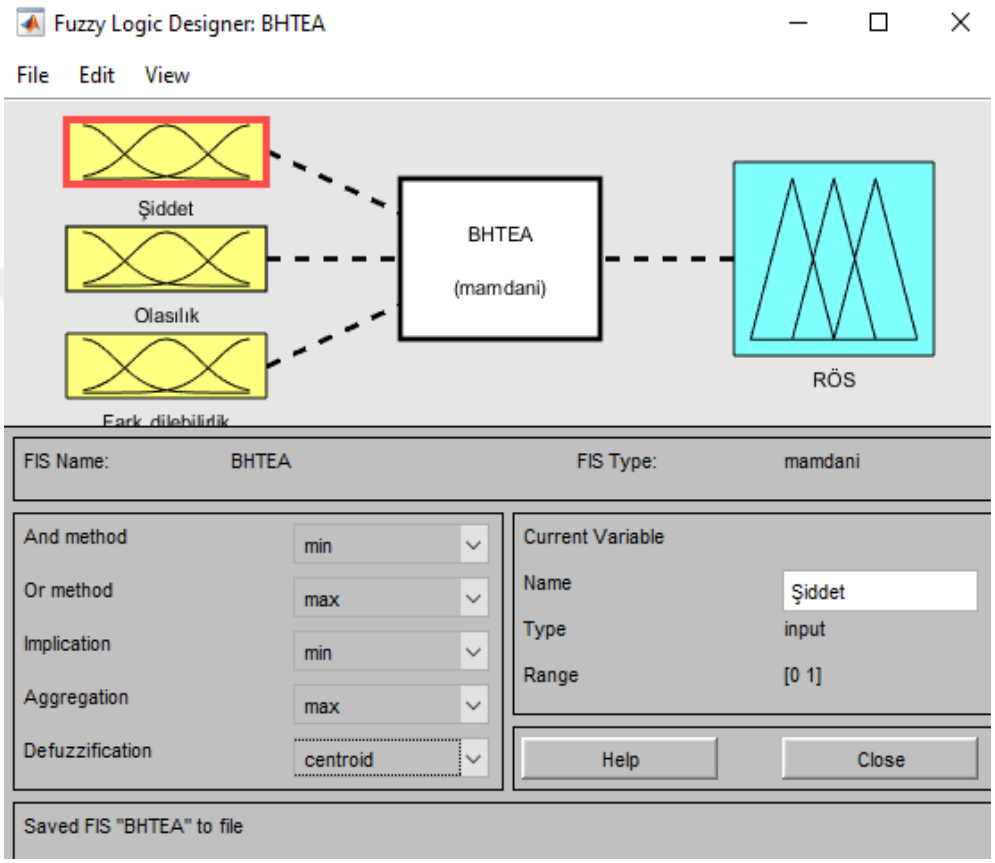
Risk değerlendirmesi ekibi tarafından Bulanık HTEA Yöntemi için 125 kural yazılmıştır (EK 2). Sistem kuralları IF-THEN koşulu ve AND bağlacı kullanılarak yazılmıştır.Sistem için yazılan 125 kural MATLAB Kural Penceresi (Rule editör) kullanılarak sisteme tanımlanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. MATLAB kural yazım penceresi

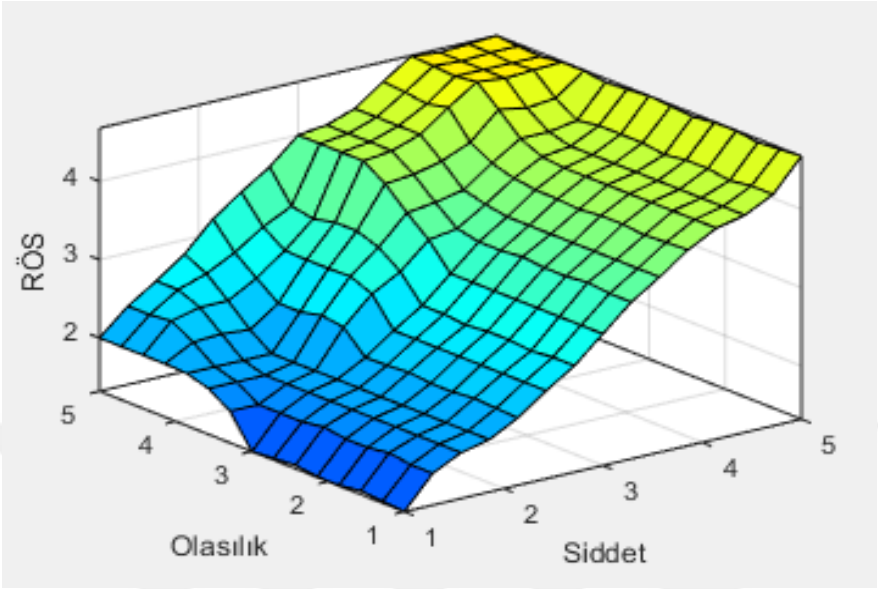
Kurallar tanımlandıktan sonra MATLAB Bulanık Çıkarım Sistem Penceresi (FIS Editör) kullanılarak bulanık çıkarım ve durulaştırma işlemleri tanımlanmıştır (Şekil 3.9). Bulanık çıkarım işlemi için literatürde en çok adı geçen ve en bilindik çıkarım yöntemlerinden biri olan Mamdani yöntemi kullanılmıştır. Çıkarım işleminden sonra elde edilen bulanık değerlerin durulaştırma işlemi için

ise ağırlık merkezi metodu kullanılmıştır. Bu yöntemle elde edilen bulanık değerler sayısal değerlere dönüştürülmüştür.



Şekil 3.9. MATLAB Bulanık Çıkarım Sistem Penceresi (FIS Editör)

Daha sonra tespit edilen tehlikeler için şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik değerleri MATLAB programına girilerek tüm tehlikelere ait RÖS değerleri tespit edilmiştir. Son olarak HTEA ve Bulanık HTEA yöntemleriyle elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak ve Bulanık HTEA yönteminin etkinliği tartışılmıştır.



Şekil 3.10. Bulanık HTEA için RÖS'e ait yüzey gösterimi

Şekil 3.10'da Bulanık HTEA modeline ait olasılık, şiddet ve tespit edilebilirlik girdileriyle elde edilen RÖS değerlerinin üç boyutlu yüzeysel görünümü görülmektedir. Üç boyutlu yüzeysel görünüm tanımlanan 125 kural için oluşturulmuştur. Yüzey gösterimi giriş değişkenleri ile çıkış değişkenleri arasındaki ilişkileri göstermektedir. Yüzey gösterimi sayesinde giriş değişkenlerine karşılık çıkış değişkeninin aldığı tüm değerler görülebilmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde fiziksel risk etmenlerine dair ölçüm sonuçlarına, ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizine ve risk değerlendirme yöntemlerinin uygulamalarına yer verilmiştir. Dönemsel farklılıkları da değerlendirmek için ölçümler 3 farklı tarihte tekrarlanmıştır. Birinci dönem ölçümleri 29.07.2021 tarihinde, ikinci dönem ölçümleri 29.10.2021 tarihinde, üçüncü dönem ölçümleri ise 10.02.2022 tarihinde yapılmıştır. Kişisel gürültü ve titreşim ölçümleri alınırken her ölçümde farklı makinelerde çalışan operatörler seçilmiştir. İşletmede doğal aydınlatma ve yapay aydınlatma sistemleri birlikte kullanılmaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. İşletmede kullanılan aydınlatma sistemleri

4.1. Birinci Dönem Ölçüm Sonuçları (Yaz Dönemi)

Birinci dönem ölçümleri açık ve güneşli bir havada ve 09.00-13.00 saatleri arasında yapılmıştır. Ölçümler, 3 yetkili ölçüm firması personeli ve araştırmacıdan oluşan 4 kişilik bir ekip tarafından önceden belirlenen noktalarda ve araştırmacının koordinasyonunda gerçekleştirilmiştir. Gürültü ölçümleri 14 farklı noktada (Çizelge 4.1), titreşim ölçümleri 7 farklı noktada (Çizelge 4.2), termal konfor ölçümleri 4 ayrı bölümde (Çizelge 4.3) ve aydınlatma ölçümleri 20 ayrı noktada (Çizelge 4.4) yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Gürültü ölçüm sonuçları

No	Üretim Bölümü	Ölçüm Yeri/ Yapılan İş	Maruz Kalınan Süre (saat)	Ölçülen Değer $L_{EX,8h}$ (dBA)	Maruziyet Süresine Göre Hesaplanan Değer $L_{EX,8h}$ (dBA)	Ölçülen Pik Değeri P_{tepe} (dBC)
1	Kesimhane	Kumaş Serim Makinesi	8	78,2	78,1	132,5
				78,5		
				80,6		
2		Kumaş Kesim Motoru (Dik Bıçaklı Kesim Makinesi)	8	83,7	81,6	114,6
				80,9		
				82,8		
3	Dikimhane	Overlok Makinesi	8	78,7	78,4	133,2
				79,0		
				79,2		
4		İp Temizleme Makinesi	8	79,7	78,7	110,0
				79,4		
				78,7		
5		Düz Dikiş Makinesi	8	78,5	77,8	127,7
				78,7		
				78,0		

Çizelge 4.1'in devamı

6	Dikimhane	Reçme Makinesi	8	78,0 78,6 79,9	78,3	146,6
7		Çıt Çıt Makinesi	8	80,4 78,6 79,5	79,0	116,5
8		Kemer Makinesi	8	81,3 79,9 80,0	79,9	127,1
9		İlik Açma Makinesi	8	77,7 77,3 77,6	77,0	124,6
10	Ütüleme	Ütü Makinesi	8	78,4 77,7 78,3	77,6	116,5
11	Paketleme	Paketleme Masası	8	79,6 78,0 79,4	78,5	132,6
12		Kolileme Bölümü	8	74,0 74,4 72,9	73,2	120,6
13		Barkod Kesme	8	75,2 75,1 76,4	75,0	136,4
14		Etiket Kesim Bölümü	8	74,1	73,3	118,5

Çizelge 4.1'e bakıldığında sekiz saatlik bir iş günü için alınan zaman ağırlıklı ortalama değerlere göre kumaş kesim motorunda çalışan işçinin maruz kaldığı gürültü düzeyinin dB(A) en düşük maruziyet eylem sınır değerini aştığı görülmektedir. Reçme makinesinde çalışan işçinin maruz kaldığı gürültü düzeyi

dB(C) maruziyet sınır değerini ve barkod kesme alanında çalışan işçinin maruz kaldığı gürültü düzeyi dB(C) en yüksek maruziyet eylem sınır değerini aşmaktadır.

Çizelge 4.2. Titreşim ölçüm sonuçları

No	Üretim Bölümü	Yapılan İş	Ölçüm Değeri-RMS (m/s^2)		Çalışma Süresi (saat)	Maruziyet Süresine Göre Hesaplanan Değer (m/s^2)
1	Kesimhane	Kesim Motoru (Dik Bıçaklı Kesim Makinesi)	X	1,65	8	4,73489
			Y	4,37		
			Z	1,95		
2	Dikimhane	Overlok Makinesi	X	2,18	8	3,76786
			Y	2,41		
			Z	2,38		
3		Düz Dikiş Makinesi	X	1,97	8	3,69339
			Y	3,03		
			Z	1,59		
4		Reçme Makinesi	X	1,62	8	2,53171
			Y	1,88		
			Z	1,08		
5		İlik Açma Makinesi	X	0,86	8	1,27056
			Y	0,953		
			Z	0,444		
6		Kemer Makinesi	X	2,45	8	4,42606
			Y	3,06		
			Z	2,65		
7		Çıt Çıt Makinesi	X	2,35	8	3,83522
			Y	2,14		
			Z	2,59		

Çizelge 4.2'ye bakıldığında ilik açma makinesi dışındaki diğer tüm noktalarda el-kol titreşimi için ölçülen değerlerin sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değerini aştığı görülmektedir.

Çizelge 4.3. Termal konfor ölçüm sonuçları

No	Ölçüm Yeri	PMV	Küre Sıcaklığı (Tg ^{0}C)	Hava Sıcaklığı (Ta ^{0}C)	Nem Sıcaklığı Tnw	WBGT eff Sınır Değer	WBGT eff
1	Kesim Bölümü	>2,0	31,64	29,64	30,91	29,0	31,13
2	Dikim Bölümü	>2,0	29,88	29,41	29,88	29,0	29,88
3	Ütüleme Bölümü	>2,0	30,03	29,63	29,91	29,0	29,95
4	Paketleme Bölümü	>2,0	31,71	30,70	31,02	29,0	31,22

Çizelge 4.3'e bakıldığında işyerindeki tüm bölümlerde alınan ölçümlerde PMV değerinin +2,0 den büyük olduğu görülmektedir. PMV değerinin +2'nin üstünde olması durumunda TS EN ISO 7243 standardına göre WBGTeff değerinin 29'un üstünde olup olmama durumu değerlendirilmektedir. İşyerindeki tüm bölümlerde WBGTeff değeri 29'un üstünde ölçülmüştür. Termal konfor ölçüm sonuçlarının sınır değerlerin üstünde olması, işletmenin bulunduğu bölgede yaz mevsiminde hava sıcaklığının yüksek olması ve işletmede kullanılan yapay iklimlendirme sisteminin yetersiz olması ile açıklanabilir.

Çizelge 4.4. Aydınlatma ölçüm sonuçları

No	Üretim Bölümü	Ölçüm Yeri	Aydınlatma Türü	Ölçüm Sonuçları (Lüx)	Ortalama (Lüx)	Sınır Değer (Lüx)
1	Kesimhane	Kumaş Serim Makinesi	Doğal&Yapay	2765	2760	300
				2761		
				2757		
				2755		
2		Kumaş Serim Masası	Doğal&Yapay	1567	1564	300
				1564		
				1563		
				1560		
3	Dikimhane	Overlok Makinesi	Doğal&Yapay	1290	1286	750
				1287		
				1285		
				1283		
4		İp Temizleme Makinesi	Doğal&Yapay	1279	1275	300
				1277		
				1274		
				1271		
5		Düz Dikiş Makinesi	Doğal&Yapay	1143	1141	750
				1141		
				1140		
				1138		
6		Kemer Makinesi	Doğal&Yapay	1731	1728	750
				1729		
				1727		
				1725		
7		Çıt Çıt Makinesi	Doğal&Yapay	721	718	750
				719		
				717		
				714		

Çizelge 4.4'ün devamı

8	Dikimhane	Reçme Makinesi	Doğal&Yapay	1510 1507 1505 1503	1506	750
9		Çift İğne Makinesi	Doğal&Yapay	1476 1473 1471 1469	1472	750
10		İlik Açma Makinesi	Doğal&Yapay	1315 1312 1310 1308	1311	750
11	Ütüleme	Ütüleme Makinesi	Doğal&Yapay	1315 1313 1310 1307	1311	300
12	Paketleme	Paketleme Masası	Doğal&Yapay	1006 1004 1000 998	1002	300
13		Kalite Kontrol Masası	Doğal&Yapay	1517 1515 1511 1508	1513	1000
14		Kolileme Bölümü	Doğal&Yapay	2514 2513 2510 2506	2511	300

Çizelge 4.4'ün devamı

15	Paketleme	Aksesuar bölümü	Doğal&Yapay	4715 4713 4711 4707	4712	300
16	Depo	Depo Ön Kısım	Doğal&Yapay	2514 2513 2510 2509	2512	100
17		Depo Arka Kısım	Doğal&Yapay	1867 1864 1863 1860	1864	100
18	Genel Çalışma Alanı	Kesim ve Dikim Bölümleri Arası Geçiş Koridoru Ön Taraf	Doğal&Yapay	2957 2954 2951 2949	2953	200
19		Kesim ve Dikim Bölümleri Arası Geçiş Koridoru Arka Taraf	Doğal&Yapay	4124 4121 4117 4115	4119	200
20		İdari Ofisler ile Üretim Bölümü Arası Geçiş Koridoru	Doğal&Yapay	1065 1063 1060 1057	1061	200

Çizelge 4.4' e bakıldığında çıtçıt makinesi dışındaki diğer tüm noktalarda aydınlatma düzeyinin sınır değerlerin üzerinde ve yeterli olduğu görülmektedir. Çıtçıt makinesinde aydınlatmanın yetersiz olmasının nedeninin çıtçıt makinesinin doğal aydınlatma yapılan alanlara ve yapay aydınlatma kaynaklarına uzak bir noktada konumlandırılması olduğu düşünülmektedir.

4.2. İkinci Dönem Ölçüm Sonuçları (Sonbahar Dönemi)

İkinci dönem ölçümleri kapalı bir havada ve 13.00-17.00 saatleri arasında yapılmıştır. Ölçümler, 3 yetkili ölçüm firması personeli ve araştırmacıdan oluşan 4 kişilik bir ekip tarafından önceden belirlenen noktalarda ve araştırmacının koordinasyonunda gerçekleştirilmiştir. Gürültü ölçümleri 14 farklı noktada (Çizelge 4.5), titreşim ölçümleri 7 farklı noktada (Çizelge 4.6), termal konfor ölçümleri 4 ayrı bölümde (Çizelge 4.7) ve aydınlatma ölçümleri 20 ayrı noktada (Çizelge 4.8) yapılmıştır.

Çizelge 4.5. Gürültü ölçüm sonuçları

No	Üretim Bölümü	Ölçüm Yeri/ Yapılan İş	Maruz Kalınan Süre (saat)	Ölçülen Değer $L_{EX,8h}$ (dBA)	Maruziyet Süresine Göre Hesaplanan Değer $L_{EX,8h}$ (dBA)	Ölçülen Pik Değeri P_{tepe}
1	Kesimhane	Kumaş Serim Makinesi	8	76,3	76,4	119,5
				77,1		
				75,7		
2		Kumaş Kesim Motoru (Dik Bıçaklı Kesim Makinesi)	8	81,3	84,3	111,6
				85,8		
				84,7		
3	Dikimhane	Overlok Makinesi	8	78,7	77,1	120,2
				75,4		
				76,6		
4		İp Temizleme Makinesi	8	82,6	81,9	112,7
				81,2		
				81,9		

Çizelge 4.5'in devamı

5	Dikimhane	Düz Dikiş Makinesi	8	79,1 76,6 75,7	77,4	115,9
6		Reçme Makinesi	8	78,8 76,2 80,5	78,7	108
7		Çıt Çıt Makinesi	8	84,0 80,3 79,4	81,7	109,2
8		Kemer Makinesi	8	78,0 79,2 78,6	78,6	114,9
9		İlik Açma Makinesi	8	81,4 79,3 78,6	79,9	119,1
10	Ütüleme	Ütü Makinesi	8	80,5 81,1 81,4	81,0	107,6
11	Paketleme	Paketleme Masası	8	77,8 79,2 79,5	78,9	112,3
12		Kolileme Bölümü	8	71,6 71,5 70,8	71,3	97,8
13		Barkod Kesme	8	78,9 78,6 78,8	78,8	104,2
14		Etiket Kesim Bölümü	8	77,6 77,1 72,4	76,2	103,7

Çizelge 4.5'e bakıldığında sekiz saatlik bir iş günü için alınan zaman ağırlıklı ortalama değerlere göre kumaş kesim motorunda, ip temizleme makinesinde, çıtçıt makinesinde ve ütü makinesinde çalışan işçilerin maruz kaldığı gürültü düzeyinin dB(A) en düşük maruziyet eylem değerini aştığı görülmektedir.

Çizelge 4.6. Titreşim ölçüm sonuçları

No	Üretim Bölümü	Yapılan İş	Ölçüm Değeri-RMS (m/s^2)		Çalışma Süresi (saat)	Maruziyet Süresine Göre Hesaplanan Değer (m/s^2)
1	Kesimhane	Kesim Motoru (Dik Bıçaklı Kesim Makinesi)	X	0,03012	8	0,04936
			Y	0,02732		
			Z	0,02799		
2	Dikimhane	Overlok Makinesi	X	0,02623	8	0,04478
			Y	0,02610		
			Z	0,02523		
3		Düz Dikiş Makinesi	X	0,02586	8	0,04504
			Y	0,02673		
			Z	0,02540		
4		Reçme Makinesi	X	0,02643	8	0,04461
			Y	0,02570		
			Z	0,02513		
5		İlik Açma Makinesi	X	0,02650	8	0,04625
			Y	0,02743		
			Z	0,02616		
6		Kemer Makinesi	X	0,02640	8	0,04560
			Y	0,02560		
			Z	0,02696		
7		Çıt Çıt Makinesi	X	0,13273	8	0,20723
			Y	0,11807		
			Z	0,10670		

Çizelge 4.6'ya bakıldığında tüm ölçüm noktalarında el-kol titreşimi için ölçülen değerlerin sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değerinin altında olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.7. Termal konfor ölçüm sonuçları

No	Ölçüm Yeri	PMV	PPD	Küre Sıcaklığı (Tg ^{0}C)	Hava Sıcaklığı (Ta ^{0}C)	Bağıl Nem (%)	Hava Akım Hızı (m/s)
1	Kesim Bölümü	-0,4	8,3	19,5	18,8	33	0,2
2	Dikim Bölümü	-0,36	7,7	19,1	19,1	40	0,2
3	Ütüleme Bölümü	-0,27	6,5	19,8	19,6	36	0,2
4	Paketleme Bölümü	-0,45	9,2	18,9	18,7	34	0,2

Çizelge 4.7'ye bakıldığında işyerindeki tüm bölümlerde alınan ölçümlerde PMV değerinin TS EN ISO 7730 standardına göre konforlu ortam olarak değerlendirilen -0,5 ile +0,5 değerleri arasında ve PPD değerinin %10'un altında olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.8. Aydınlatma ölçüm sonuçları

No	Üretim Bölümü	Ölçüm Yeri	Aydınlatma Türü	Ölçüm Sonuçları (Lüx)	Ortalama (Lüx)	Sınır Değer (Lüx)
1	Kesimhane	Kumaş Serim Makinesi	Doğal&Yapay	850 840 810 800	825	300
2		Kumaş Serim Masası	Doğal&Yapay	530 510 501 500	500,25	300
3	Dikimhane	Overlok Makinesi	Doğal&Yapay	1100 1050 1030 1100	1070	750
4		İp Temizleme Makinesi	Doğal&Yapay	1100 1050 1020 1020	1047,5	300
5		Düz Dikiş Makinesi	Doğal&Yapay	2150 2100 2050 1970	2067,5	750
6		Kemer Makinesi	Doğal&Yapay	530 420 360 360	417,5	750
7		Çıt Çıt Makinesi	Doğal&Yapay	974 970 824 820	897	750

Çizelge 4.8'in devamı

8	Dikimhane	Reçme Makinesi	Doğal&Yapay	2050 2010 1970 1950	1995	750
9		Çift İğne Makinesi	Doğal&Yapay	1100 1050 1010 1000	1040	750
10		İlik Açma Makinesi	Doğal&Yapay	320 310 305 300	308,75	750
11	Ütüleme	Ütüleme Makinesi	Doğal&Yapay	1150 1100 1050 1030	1082,5	300
12	Paketleme	Paketleme Masası	Doğal&Yapay	530 510 505 501	511,5	300
13		Kalite Kontrol Masası	Doğal&Yapay	1100 1050 1025 1010	1046,25	1000
14		Kolileme Bölümü	Doğal&Yapay	340 305 290 280	303,75	300

Çizelge 4.8'in devamı

15		Aksesuar bölümü	Doğal&Yapay	305 220 210 205	235	300
16	Depo	Depo Ön Kısım	Doğal&Yapay	570 560 530 510	542,5	100
17		Depo Arka Kısım	Doğal&Yapay	550 530 510 510	525	100
18	Genel Çalışma Alanı	Kesim ve Dikim Bölümleri Arası Geçiş Koridoru Ön Taraf	Doğal&Yapay	570 550 510 500	532,5	200
19		Kesim ve Dikim Bölümleri Arası Geçiş Koridoru Arka Taraf	Doğal&Yapay	410 330 360 340	360	200
20		İdari Ofisler ile Üretim Bölümü Arası Geçiş Koridoru	Doğal&Yapay	350 330 310 300	322,5	200

Çizelge 4.8'e bakıldığında ilik açma makinesi, kemer makinesi ve aksesuar bölümü dışındaki diğer tüm noktalarda aydınlatma düzeyinin sınır değerlerin üzerinde ve yeterli olduğu görülmektedir. İlik açma makinesi, kemer makinesi ve aksesuar bölümünde, ölçüm yapılan gün havanın kapalı olması sebebiyle doğal

aydınlatmanın yeterince sağlanamaması ve yapay aydınlatma kaynaklarının yetersiz olması nedeniyle aydınlatmanın yetersiz olduğu düşünülmektedir.

4.3. Üçüncü Dönem Ölçüm Sonuçları (Kış Dönemi)

Üçüncü dönem ölçümleri kapalı bir havada ve 09.00-13.00 saatleri arasında yapılmıştır. Ölçümler, 3 yetkili ölçüm firması personeli ve araştırmacıdan oluşan 4 kişilik bir ekip tarafından önceden belirlenen noktalarda ve araştırmacının koordinasyonunda gerçekleştirilmiştir. Gürültü ölçümleri 14 farklı noktada (Çizelge 4.9), titreşim ölçümleri 7 farklı noktada (Çizelge 4.10), termal konfor ölçümleri 4 ayrı bölümde (Çizelge 4.11) ve aydınlatma ölçümleri 20 ayrı noktada (Çizelge 4.12) yapılmıştır.

Çizelge 4.9. Gürültü ölçüm sonuçları

No	Üretim Bölümü	Ölçüm Yeri/ Yapılan İş	Maruz Kalınan Süre (saat)	Ölçülen Değer $L_{EX,8h}$ (dBA)	Maruziyet Süresine Göre Hesaplanan Değer $L_{EX,8h}$ (dBA)	Ölçülen Pik Değeri P_{tepe}
1	Kesimhane	Kumaş Serim Makinesi	8	75,9	74,2	132,3
				73,9		
				74,3		
2		Kumaş Kesim Motoru (Dik Bıçaklı Kesim Makinesi)	8	79,9	78,5	122,3
				78,3		
				78,8		
3	Dikimhane	Overlok Makinesi	8	74,8	75,4	110,9
				76,4		
				76,5		
4		İp Temizleme Makinesi	8	78,4	78,2	110,4
				78,7		
				79,1		

Çizelge 4.9'un devamı

5		Düz Dikiş Makinesi	8	78,3 78,2 79,8	78,3	109,9
6		Reçme Makinesi	8	76,1 73,6 74,8	74,4	108,0
7		Çıt Çıt Makinesi	8	70,5 70,8 71,0	70,2	113,6
8		Kemer Makinesi	8	75,3 77,0 74,9	75,3	110,5
9		İlik Açma Makinesi	8	77,1 78,0 78,1	77,2	111,7
10	Ütüleme	Ütü Makinesi	8	79,4 81,1 81,2	80,1	114,1
11	Paketleme	Paketleme Masası	8	71,5 72,8 70,3	71,1	102,1
12		Kolileme Bölümü	8	69,9 67,3 68,1	68,0	118,3
13		Barkod Kesme	8	73,2 70,9 71,8	71,5	119,7
14		Etiket Kesim Bölümü	8	70,1 68,5 70,2	69,1	113,8

Çizelge 4.9'a bakıldığında sekiz saatlik bir iş günü için alınan zaman ağırlıklı ortalama değerlere sadece ütü makinesinde çalışan işçinin maruz kaldığı gürültü düzeyinin dB (A) en düşük maruziyet eylem sınır değerini aştığı görülmektedir.

Çizelge 4.10. Titreşim ölçüm sonuçları

No	Üretim Bölümü	Yapılan İş	Ölçüm Değeri-RMS (m/s^2)		Çalışma Süresi (saat)	Maruziyet Süresine Göre Hesaplanan Değer (m/s^2)
1	Kesimhane	Kesim Motoru (Dik Bıçaklı Kesim Makinesi)	X	0,00448	8	0,00597
			Y	0,00264		
			Z	0,00294		
2	Dikimhane	Overlok Makinesi	X	0,99800	8	1,06700
			Y	0,19700		
			Z	0,32200		
3		Düz Dikiş Makinesi	X	0,97800	8	1,21504
			Y	0,00105		
			Z	0,72100		
4		Reçme Makinesi	X	0,38000	8	0,50423
			Y	0,19500		
			Z	0,26800		
5		İlik Açma Makinesi	X	0,17600	8	0,54427
			Y	0,51500		
			Z	0,00578		
6		Kemer Makinesi	X	0,97800	8	1,21504
			Y	0,00105		
			Z	0,72100		
7		Çıt Çıt Makinesi	X	0,58700	8	1,09810
			Y	0,60000		
			Z	0,70800		

Çizelge 4.10'a bakıldığında tüm ölçüm noktalarında el-kol titreşimi için ölçülen değerlerin sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değerini altında olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.11. Termal konfor ölçüm sonuçları

No	Ölçüm Yeri	PMV	PPD	Küre Sıcaklığı (Tg ^{0}C)	Hava Sıcaklığı (Ta ^{0}C)	Bağıl Nem (%)	Hava Akım Hızı (m/s)
1	Kesim Bölümü	-0,61	12,76	15,0	11,9	59,52	0,04
2	Dikim Bölümü	0,11	5,78	17,88	17,7	51,74	0,05
3	Ütüleme Bölümü	-0,31	7,93	16,13	14,8	54,4	0,11
4	Paketleme Bölümü	-0,36	8,74	14,81	15,9	56,54	0,03

Çizelge 4.11'e bakıldığında işyerindeki tüm bölümlerde alınan ölçümlerde PMV değerinin TS EN ISO 7730 standardına göre ılıman olarak değerlendirilen -2 ile +2 değerleri arasında olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kesim bölümünde PPD değeri %10 değerini aşarak %12,76 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.12. Aydınlatma ölçüm sonuçları

No	Üretim Bölümü	Ölçüm Yeri	Aydınlatma Türü	Ölçüm Sonuçları (Lüx)	Ortalama (Lüx)	Sınır Değer (Lüx)
1	Kesimhane	Kumaş Serim Makinesi	Doğal&Yapay	1587	1583	300
				1584		
				1581		
				1580		
2		Kumaş Serim Masası	Doğal&Yapay	587	585	300
				586		
				584		
				582		
3	Dikimhane	Overlok Makinesi	Doğal&Yapay	1596	1594	750
				1595		
				1593		
				1591		
4		İp Temizleme Makinesi	Doğal&Yapay	1433	1429	300
				1430		
				1427		
				1426		
5		Düz Dikiş Makinesi	Doğal&Yapay	1375	1372	750
				1373		
				1371		
				1369		
6		Kemer Makinesi	Doğal&Yapay	1482	1479	750
				1480		
				1478		
				1476		
7		Çıt Çıt Makinesi	Doğal&Yapay	507	505	750
				506		
				504		
				501		

Çizelge 4.12'in devamı

8	Dikimhane	Reçme Makinesi	Doğal&Yapay	1440 1436 1434 1430	1435	750
9		Çift İğne Makinesi	Doğal&Yapay	1551 1549 1547 1545	1548	750
10		İlik Açma Makinesi	Doğal&Yapay	1285 1283 1280 1277	1281	750
11	Ütüleme	Ütüleme Makinesi	Doğal&Yapay	1491 1489 1487 1485	1488	300
12	Paketleme	Paketleme Masası	Doğal&Yapay	324 323 321 319	322	300
13		Kalite Kontrol Masası	Doğal&Yapay	2277 2275 2273 2270	2274	1000
14		Kolileme Bölümü	Doğal&Yapay	219 217 215 213	216	300

Çizelge 4.12'in devamı

15	Paketleme	Aksesuar bölümü	Doğal&Yapay	417 415 413 410	414	300
16	Depo	Depo Ön Kısım	Doğal&Yapay	220 218 217 214	217	100
17		Depo Arka Kısım	Doğal&Yapay	195 193 191 189	192	100
18	Genel Çalışma Alanı	Kesim ve Dikim Bölümleri Arası Geçiş Koridoru Ön Taraf	Doğal&Yapay	437 435 433 430	434	200
19		Kesim ve Dikim Bölümleri Arası Geçiş Koridoru Arka Taraf	Doğal&Yapay	224 222 220 218	221	200
20		İdari Ofisler ile Üretim Bölümü Arası Geçiş Koridoru	Doğal&Yapay	334 332 330 328	331	200

Çizelge 4.12'ye bakıldığında çıtçıt makinesi ve kolileme bölümü dışındaki diğer tüm noktalarda aydınlatma düzeyinin sınır değerlerin üzerinde ve yeterli olduğu görülmektedir. Çıtçıt makinesi ve kolileme bölümünde, ölçüm yapılan gün havanın kapalı olması sebebiyle doğal aydınlatmanın yeterince sağlanamaması ve

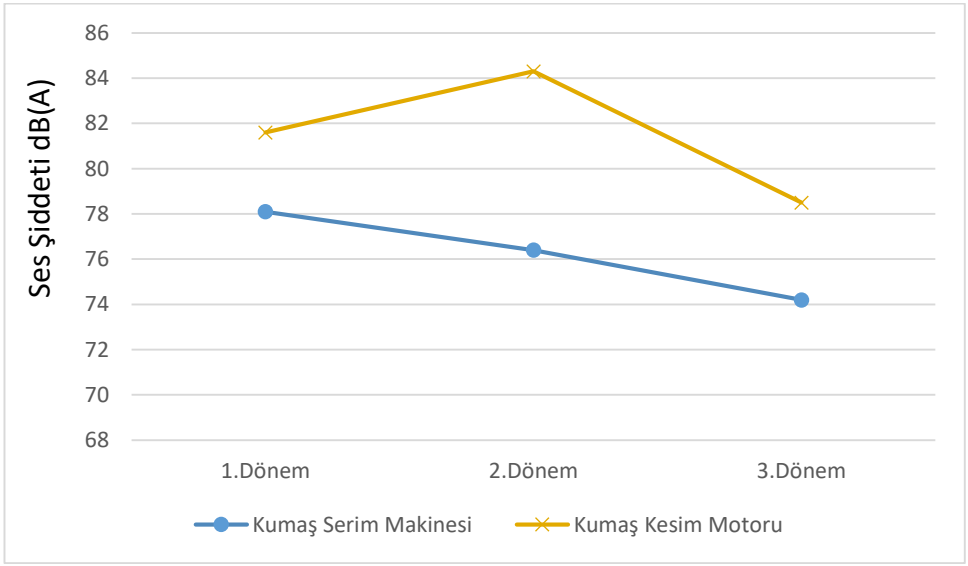
yapay aydınlatma kaynaklarının yetersiz olması nedeniyle aydınlatmanın yetersiz olduğu düşünülmektedir.

4.4. Ölçüm Sonuçlarının Mevsimsel Genel Değerlendirmesi

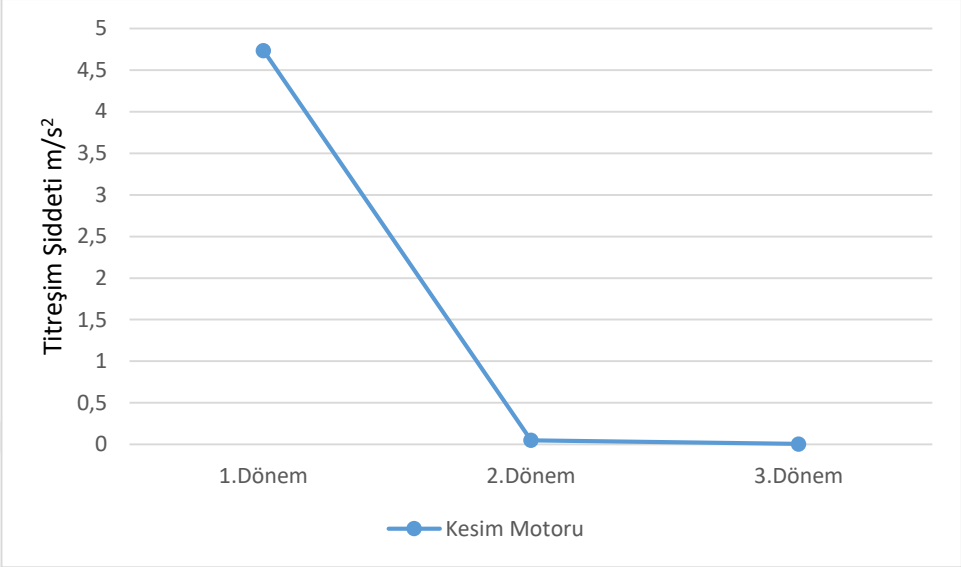
Ölçümler yaz, sonbahar ve kış olmak üzere 3 farklı mevsimde yapılmıştır. Ölçümler işletmenin ana üretim bölümleri olan kesimhane, dikimhane, ütüleme ve paketleme bölümlerinde yapılmıştır. Her üretim bölümü için 3 farklı dönemde ölçülen değerler kabul edilen sınır değerler açısından karşılaştırmalı grafiklerle verilmiştir.

4.4.1. Kesim Bölümü

Şekil 4.2'ye bakıldığında kumaş kesim motorunda çalışan işçinin maruz kaldığı gürültü değeri birinci ve ikinci dönemde en düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dB(A)'nın üzerindeyken üçüncü dönemde bu değerin altında kalmıştır. Kumaş serim makinesinde çalışan işçinin maruz kaldığı gürültü değeri üç dönemde de en düşük maruziyet eylem değerinin altındadır.

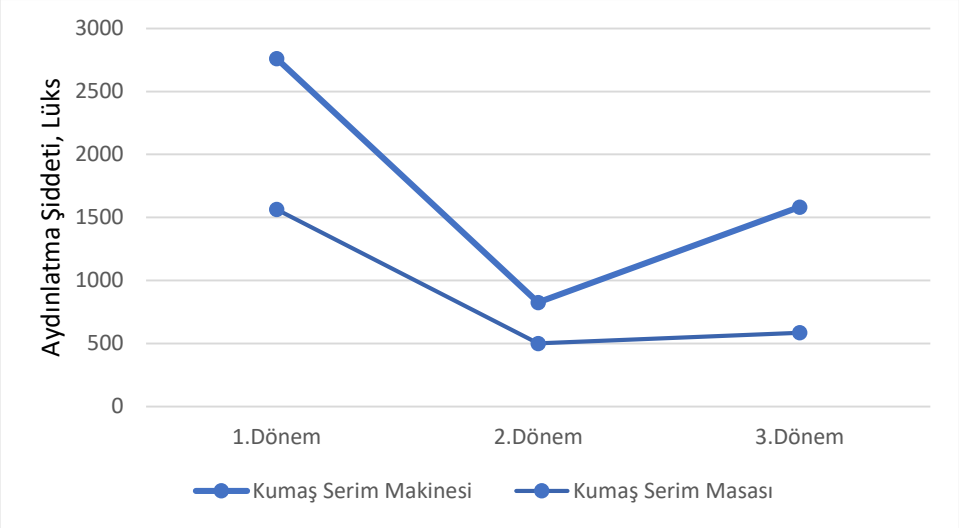


Şekil 4.2. Kesim bölümünde üç farklı dönemde yapılan gürültü ölçümleri



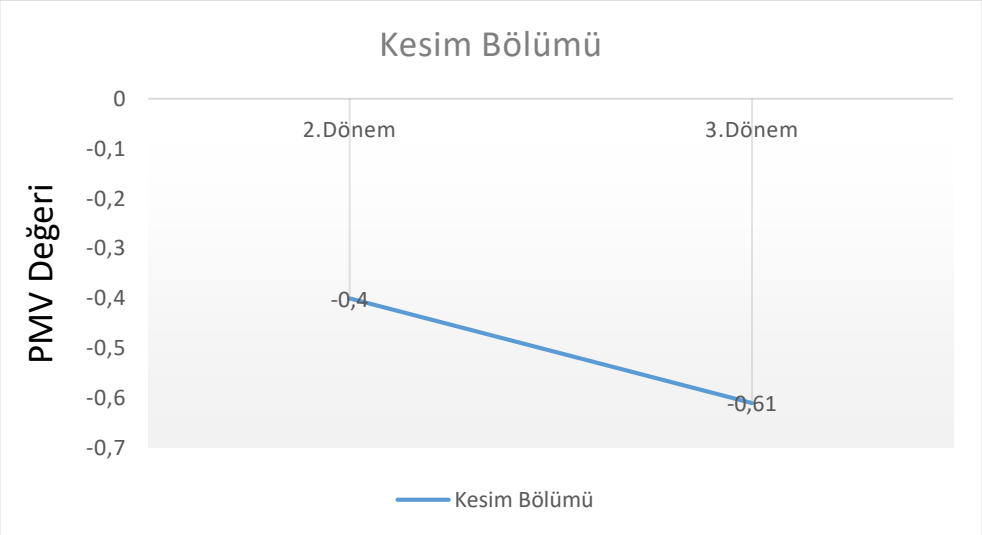
Şekil 4.3. Kesim bölümünde üç farklı dönemde yapılan titreşim ölçümleri

Şekil 4.3'e bakıldığında kumaş kesim motorunda çalışan işçinin maruz kaldığı titreşim değerinin birinci dönemde el-kol titreşimi için ölçülen sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri olan 2,5 m/s^2'yi aştığı görülmektedir. İkinci ve üçüncü dönemde ise ölçülen değerler günlük maruziyet eylem değerinin altında kalmıştır. İkinci dönemde titreşim değerlerinde yaşanan büyük düşüşün sebebinin ikinci dönem ölçümleri öncesinde yapılan genel bakım onarım programı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.4. Kesim bölümünde üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri

Şekil 4.4'e bakıldığında kumaş serim makinesinde ve kumaş serim masasında 3 farklı dönemde alınan ölçümlerde aydınlatma düzeyinin sınır değer olan 300 lüksün üzerinde olduğu görülmektedir.

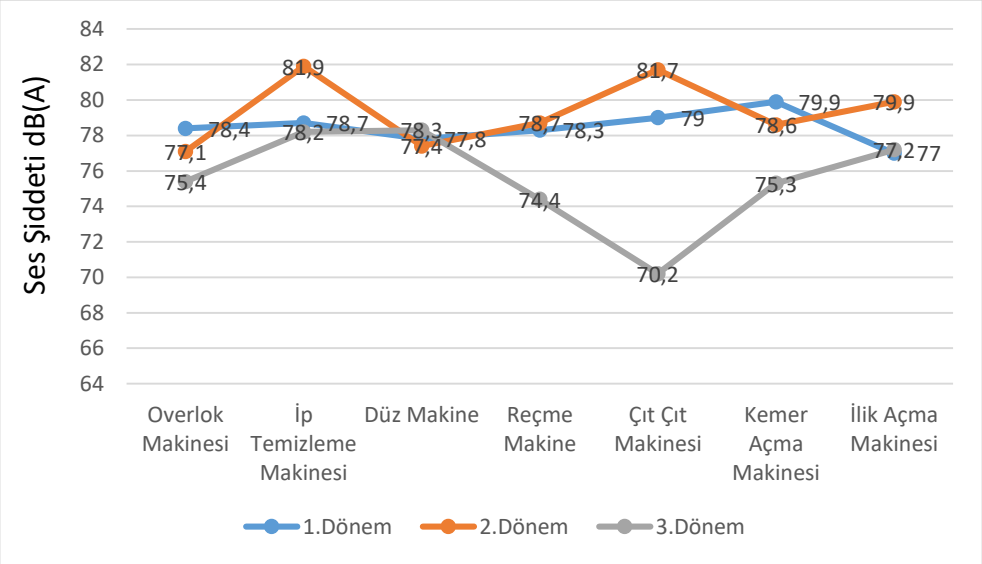


Şekil 4.5. Kesim bölümünde iki farklı dönemde yapılan termal konfor ölçümleri

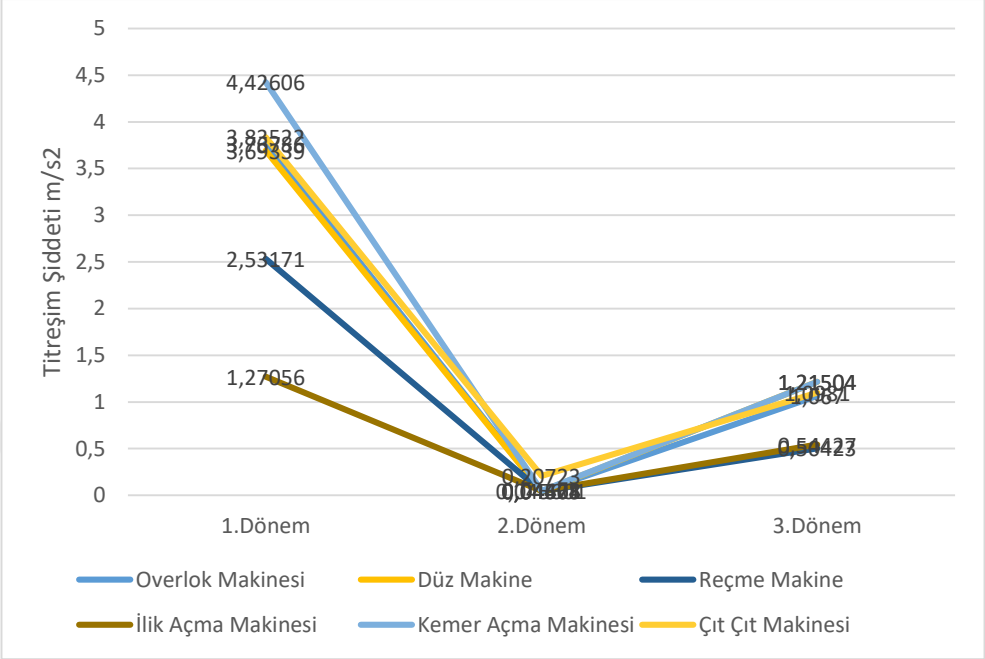
Şekil 4.5'de kesim bölümü için birinci dönem ölçümlerinde PMV değeri hesaplanamadığından ikinci ve üçüncü dönem ölçümlerine yer verilmiştir. İkinci ve üçüncü dönem ölçümlerinde ölçülen PMV değerleri -2 ile +2 sınır değerleri arasındadır. Ayrıca birinci dönemde yapılan termal konfor ölçümünde WBGT değeri 31,13 olarak ölçülmüş ve sınır değer olan 29'un üzerindedir.

4.4.2. Dikim Bölümü

Şekil 4.6'ya bakıldığında sadece ikinci dönemde ip temizleme makinesi ve çıtçıt makinesinde çalışan işçilerin maruz kaldığı gürültü değeri en düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dB(A)'nın üzerinde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte birinci dönemde reçme makinesinde çalışan işçilerin maruz kaldığı gürültü değeri maruziyet sınır değeri olan 140 dB(C)'nin üzerinde ölçülmüştür.

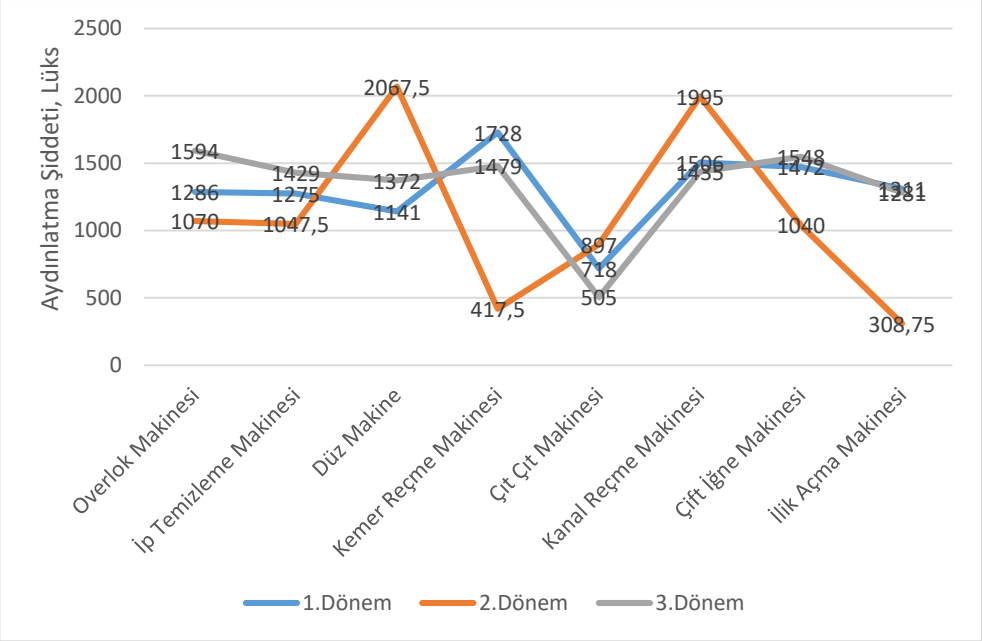


Şekil 4.6. Dikim bölümünde üç farklı dönemde yapılan gürültü ölçümleri



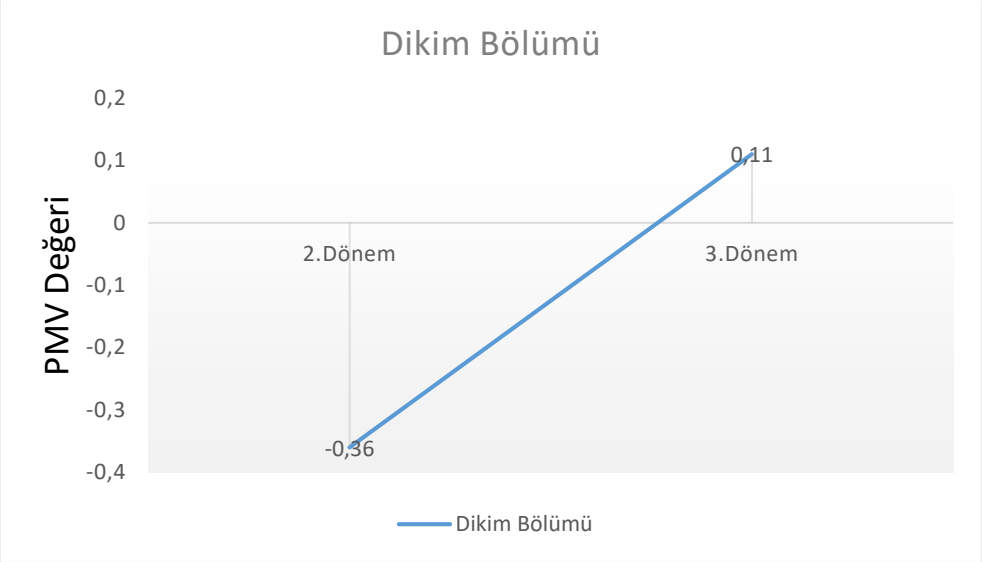
Şekil 4.7. Dikim bölümünde üç farklı dönemde yapılan titreşim ölçümleri

Şekil 4.7'ye bakıldığında birinci dönemde ilik açma makinesi dışındaki diğer tüm noktalarda el-kol titreşimi için ölçülen değerlerin sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri olan 2,5 m/s^2'yi aştığı görülmektedir. İkinci ve üçüncü dönemde ise ölçülen değerler günlük maruziyet eylem değerinin altında kalmıştır. İkinci dönemde titreşim değerlerinde yaşanan büyük düşüşün sebebinin ikinci dönem ölçümleri öncesinde yapılan genel bakım onarım programı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.8. Dikim bölümünde üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri

Şekil 4.8'e bakıldığında birinci dönemde çıtçıt makinesinde, ikinci dönemde ilik açma makinesi ve kemer makinesinde, üçüncü dönemde ise çıtçıt makinesinde alınan ölçümlerde aydınlatma düzeyinin sınır değer olan 750 lüksün altında olduğu görülmektedir.

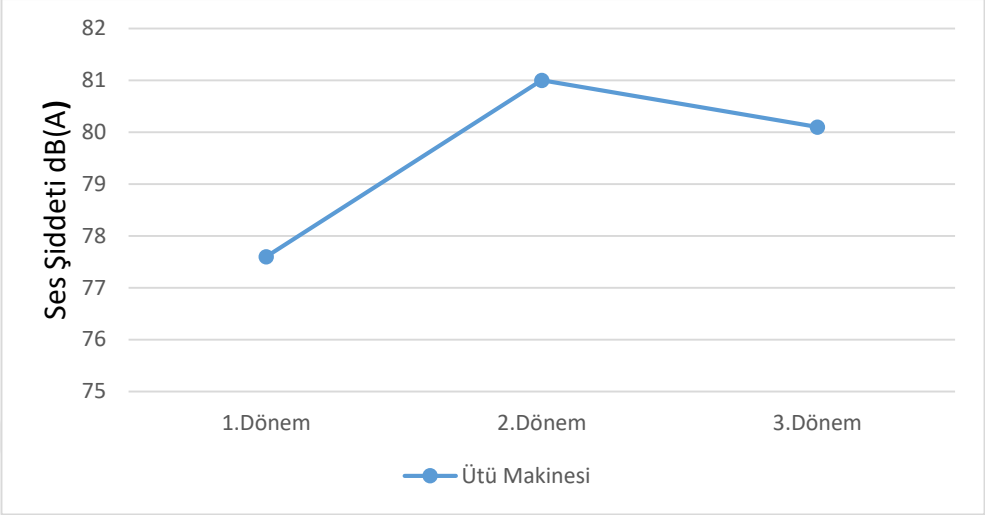


Şekil 4.9. Dikim bölümünde iki farklı dönemde yapılan termal konfor ölçümleri

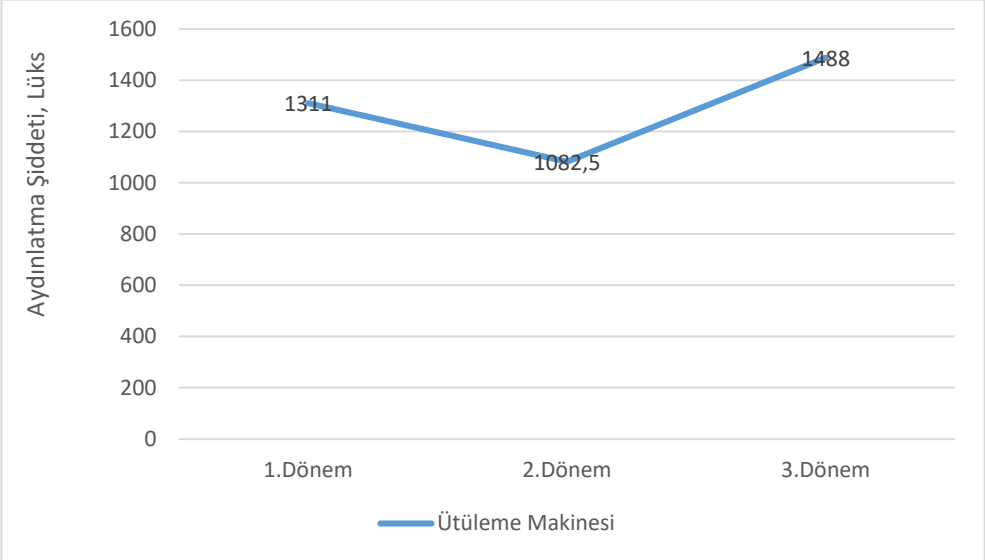
Şekil 4.9'da dikim bölümü için birinci dönem ölçümlerinde PMV değeri hesaplanamadığından ikinci ve üçüncü dönem ölçümlerine yer verilmiştir. İkinci ve üçüncü dönem ölçümlerinde ölçülen PMV değerleri -2 ile +2 sınır değerleri arasındadır. Ayrıca birinci dönemde yapılan termal konfor ölçümünde WBGT değeri 29,88 olarak ölçülmüş ve sınır değer olan 29'un üzerindedir.

4.4.3. Ütüleme Bölümü

Şekil 4.10'a bakıldığında ütüleme bölümünde çalışan işçinin maruz kaldığı gürültü değeri ikinci ve üçüncü dönemde en düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dB(A)'nın üzerindeyken birinci dönemde bu değerin altında kalmıştır.

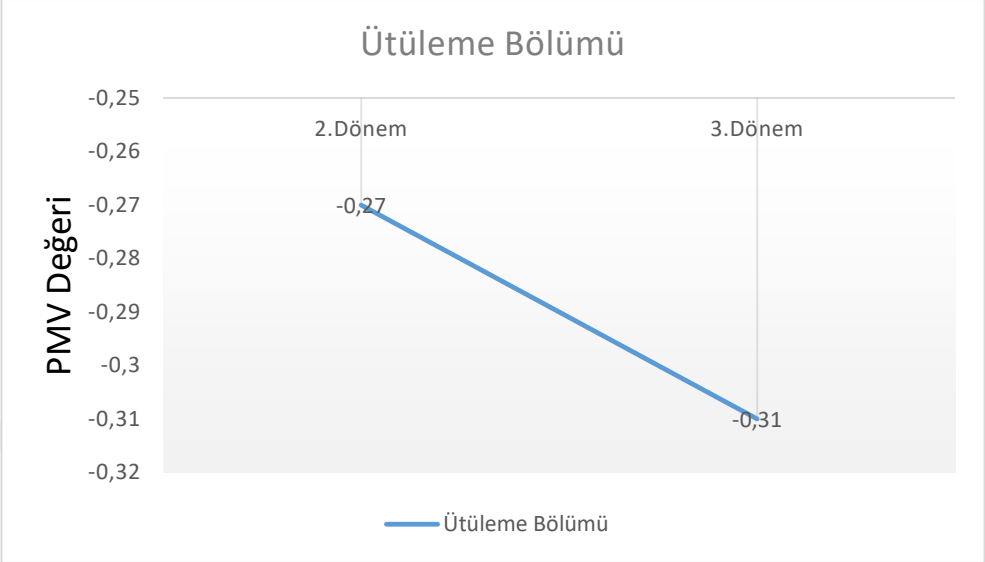


Şekil 4.10. Ütüleme bölümünde üç farklı dönemde yapılan gürültü ölçümleri



Şekil 4.11. Ütüleme bölümünde üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri

Şekil 4.11'e bakıldığında ütüleme bölümünde 3 farklı dönemde alınan ölçümlerde aydınlatma düzeyinin sınır değer olan 300 lüksün üzerinde olduğu görülmektedir.

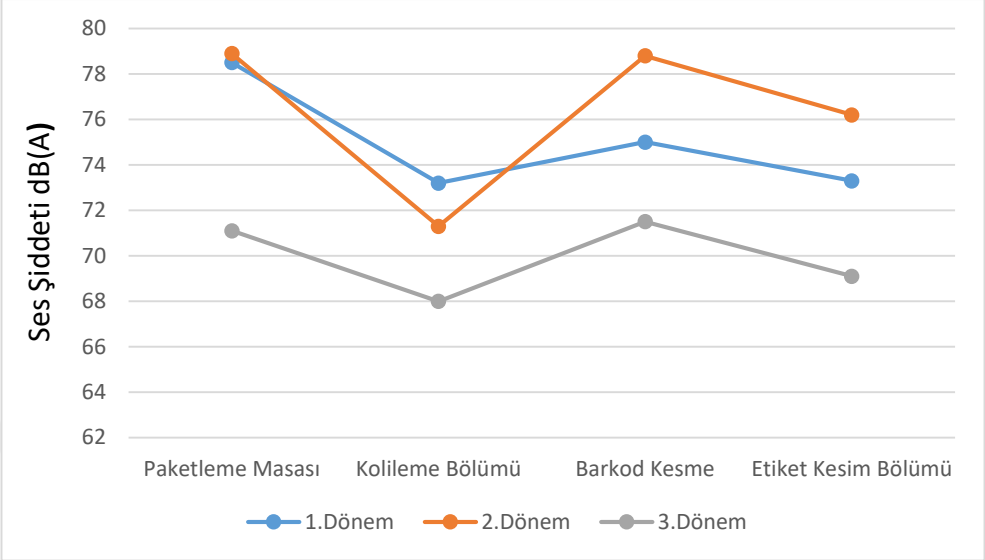


Şekil 4.12. Ütüleme bölümünde iki farklı dönemde yapılan termal konfor ölçümleri

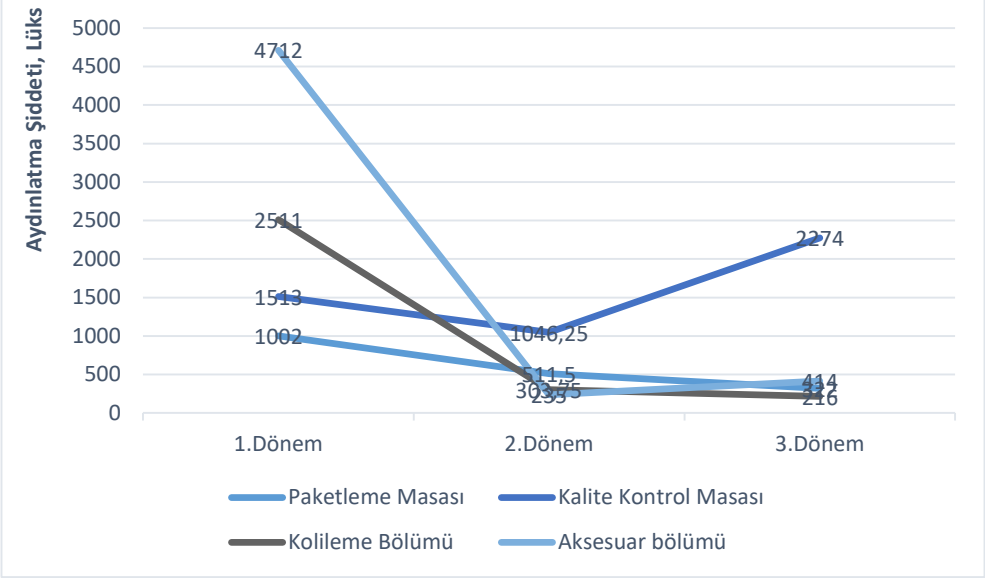
Şekil 4.12'de ütüleme bölümü için birinci dönem ölçümlerinde PMV değeri hesaplanamadığından ikinci ve üçüncü dönem ölçümlerine yer verilmiştir. İkinci ve üçüncü dönem ölçümlerinde ölçülen PMV değerleri -2 ile +2 sınır değerleri arasındadır. Ayrıca birinci dönemde yapılan termal konfor ölçümünde WBGT değeri 29,95 olarak ölçülmüş ve sınır değer olan 29'un üzerindedir.

4.4.4. Paketleme Bölümü

Şekil 4.13'e bakıldığında paketleme bölümündeki tüm ölçüm noktalarında ölçülen değerlerin en düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dB(A)'nın altında olduğu görülmektedir. Bununla birlikte birinci dönemde barkod kesme alanında çalışan işçinin maruz kaldığı gürültü değeri en düşük maruziyet eylem değeri olan 135 dB(C)'nin üzerinde ölçülmüştür.

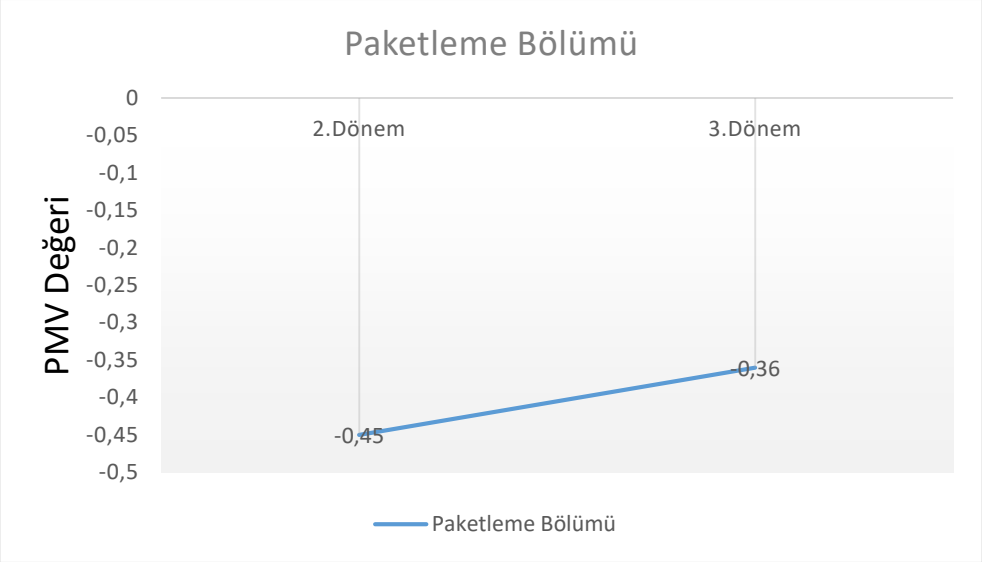


Şekil 4.13. Paketleme bölümünde üç farklı dönemde yapılan gürültü ölçümleri



Şekil 4.14. Paketleme bölümünde üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri

Şekil 4.14'e bakıldığında ikinci dönemde aksesuar bölümünde ve üçüncü dönemde kolileme bölümünde alınan ölçümlerde aydınlatma düzeyinin sınır değer olan 300 lüksün altında olduğu görülmektedir.

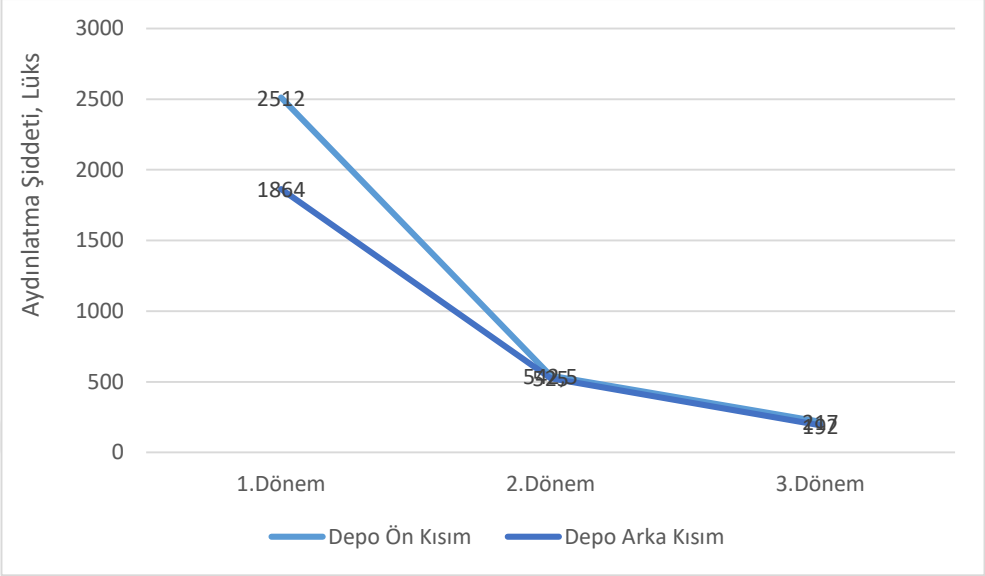


Şekil 4.15. Paketleme bölümünde iki farklı dönemde yapılan termal konfor ölçümleri

Şekil 4.15'te paketleme bölümü için birinci dönem ölçümlerinde PMV değeri hesaplanamadığından ikinci ve üçüncü dönem ölçümlerine yer verilmiştir. İkinci ve üçüncü dönem ölçümlerinde ölçülen PMV değerleri -2 ile +2 sınır değerleri arasındadır. Ayrıca birinci dönemde yapılan termal konfor ölçümünde WBGT değeri 31,22 olarak ölçülmüş ve sınır değer olan 29'un üzerindedir.

4.4.5. Depo Bölümü

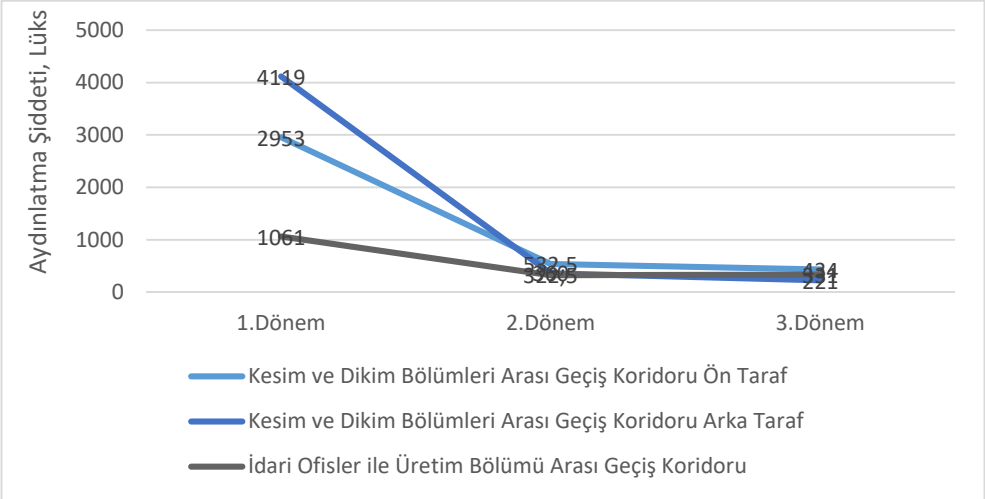
Şekil 4.16'ya bakıldığında depo bölümünde 3 farklı dönemde alınan ölçümlerde aydınlatma düzeyinin sınır değer olan 100 lüksün üzerinde görülmektedir.



Şekil 4.16. Depo bölümünde üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri

4.4.6. Genel Çalışma Alanı

Şekil 4.17'ye bakıldığında genel çalışma alanında 3 farklı dönemde alınan ölçümlerde aydınlatma düzeyinin sınır değer olan 200 lüksün üzerinde görülmektedir.



Şekil 4.17. Genel çalışma alanında üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçümleri

4.5. Ölçüm Sonuçlarının İstatistiksel Analizi

Üç farklı dönemde elde edilen ölçüm sonuçları normal dağılım gösterdiği için istatistiksel analizi Tekrarlı Ölçümler ANOVA ve bağımsız örneklem t-testi kullanılarak yapılmıştır. Gürültü, titreşim, aydınlatma ve termal konfor ölçüm sonuçları için ayrı ayrı değerlendirme yapılmıştır. Gürültü, titreşim ve aydınlatma ölçümlerinin 3 dönemdeki sonuçları analiz edilirken Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi kullanılmıştır. Termal konfor ölçümlerinde ilk dönemde PMV hesaplanmadığından ikinci ve üçüncü dönem sonuçlarının analizi için bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır.

Üç farklı dönemde yapılan gürültü ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi yapılmıştır. Yapılan Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Çizelge 4.13) sonucuna göre gürültü ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p \leq 0,05$). Bu farkın hangi dönemler arasında olduğunu belirlemek için ikili karşılaştırmalara bakılmıştır. Buna göre birinci ve üçüncü dönemler arasında ve ikinci ve üçüncü dönemler arasında farklılık vardır. Dolayısıyla gürültü ölçümleri üzerinde dönemsel farklılıkların etkisi olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.13. Gürültü ölçümleri için yapılan Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi

Kaynak		Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Gürültü	Sphericity Assumed	141,670	2	70,835	17,259	,000
	Greenhouse-Geisser	141,670	1,670	84,824	17,259	,000
	Huynh-Feldt	141,670	1,887	75,066	17,259	,000
	Lower-bound	141,670	1,000	141,670	17,259	,001

Üç farklı dönemde yapılan titreşim ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi yapılmıştır. Yapılan Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Çizelge 4.14) sonucuna göre titreşim ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p \leq 0,05$). Bu farkın hangi dönemler arasında olduğunu belirlemek için ikili karşılaştırmalara bakılmıştır. Buna göre birinci ve ikinci dönemler arasında ve birinci ve üçüncü dönemler arasında farklılık vardır. Dolayısıyla titreşim ölçümleri üzerinde dönemsel farklılıkların etkisi olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.14. Titreşim ölçümleri için yapılan Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi

Kaynak		Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Titreşim	Sphericity Assumed	44,684	2	22,342	43,747	,000
	Greenhouse-Geisser	44,684	1,218	36,686	43,747	,000
	Huynh-Feldt	44,684	1,365	32,742	43,747	,000
	Lower-bound	44,684	1,000	44,684	43,747	,001

Üç farklı dönemde yapılan aydınlatma ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi yapılmıştır. Yapılan Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Çizelge 4.15) sonucuna göre aydınlatma ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p \leq 0,05$). Bu farkın hangi dönemler arasında olduğunu belirlemek için ikili karşılaştırmalara bakılmıştır. Buna göre birinci ve ikinci dönemler arasında ve birinci ve üçüncü dönemler arasında farklılık vardır. Dolayısıyla aydınlatma ölçümleri üzerinde dönemsel farklılıkların etkisi olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.15. Aydınlatma ölçümleri için yapılan Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi

Kaynak		Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Aydınlatma	Sphericity Assumed	15032267,033	2	7516133,52	10,79	,000
	Greenhouse -Geisser	15032267,033	1,234	12181351,91	10,79	,002
	Huynh-Feldt	15032267,033	1,277	11774841,68	10,79	,002
	Lower-bound	15032267,033	1,000	15032267,03	10,79	,004

İki farklı dönemde yapılan termal konfor ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem t-testi yapılmıştır. Yapılan bağımsız örneklem t-testi (Çizelge 4.16) sonucuna göre termal konfor ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (p>0,05). Bu durumun veri azlığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.16. Termal konfor ölçüm sonuçları için yapılan Bağımsız Örneklem T-testi

	Varyansların Eşitliği için Levene Testi		Ortalamaların Eşitliği için t-testi		
	F	p.	t	Serbestlik Derecesi	p (2-yönlü)
Varyansların eşit olduğu varsayımı	2,313	0,179	-0,503	6	0,633
Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-0,503	3,388	0,646

4.6. HTEA ve Bulanık HTEA Uygulama Sonuçlarının Karşılaştırılması

Hazır giyim işletmesi proseslerindeki potansiyel hata türleri için hazırlanan HTEA ve Bulanık HTEA uygulamaları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Üç farklı dönemde yapılan ölçümler sonucunda tespit edilen 21 hata türü olduğu görülmektedir. Tespit edilen hata türlerine ait fotoğraflar Ek-3'te verilmiştir. Belirlenen hata türleri için önce HTEA daha sonra Bulanık HTEA uygulaması yapılmıştır. Şiddet değerlerinin hesaplanmasında ölçüm sonuçlarında elde edilen verilerin sayısal büyüklüğü etkilidir. Termal konfor kaynaklı risklerin risk öncelik sayılarının bölümlere göre farklılık göstermesinin sebebi bölümlerde yapılan işler ve üretim bölümü kaynaklı tehlikelerdir.

Çizelge 4.17. Hazır giyim işletmesi proseslerindeki potansiyel hata türleri için Geleneksel HTEA ve Bulanık HTEA karşılaştırması

SIRA	İŞYERİ BÖLÜMÜ/ ÇALIŞMA ALANI	FAALİYET/ SÜREÇ ADIMI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	GELENEKSEL HTEA					BULANIK HTEA		
				OLASILIK	ŞİDDET	FARK EDİLEBİLİRLİK	GELENEKSEL HTEA RÖS DEĞERİ	RÖS AÇIKLAMASI	BULANIK HTEA RÖS DEĞERİ	BULANIK HTEA RÖS ÇIKTISI	BULANIK HTEA RÖS AÇIKLAMASI
1	KESİM BÖLÜMÜ	Kumaş Kesim Motoru (Dik Bıçaklı Kesim Makinesi)	Gürültü	6	5	6	180	Kabul edilemez risk	4	Yüksek	Kabul edilemez risk
2		Kumaş Kesim Motoru (Dik Bıçaklı Kesim Makinesi)	Titreşim	6	5	6	180	Kabul edilemez risk	4	Yüksek	Kabul edilemez risk
3		Genel Çalışma Alanı	Termal Konfor	5	4	4	80	Önlem almak gerekebilir	2	Düşük	Önlem almak gerekebilir

Çizelge 17'nin devamı

4	DİKİM BÖLÜMÜ	Overlok Makinesi	Titreşim	6	4	5	120	Kabul edilemez risk	2	Düşük	Önlem almak gerekebilir
5		Düz Dikiş Makinesi	Titreşim	6	4	5	120	Kabul edilemez risk	2	Düşük	Önlem almak gerekebilir
6		Reçme Makine	Gürültü	5	6	6	180	Kabul edilemez risk	4	Yüksek	Kabul edilemez risk
7		Reçme Makine	Titreşim	5	3	6	90	Önlem almak gerekebilir	1,32	Düşük	Önlem almak gerekebilir
8		İp Temizleme Makinesi	Gürültü	5	5	5	125	Kabul edilemez risk	3	Orta	Önlem almak gerekebilir
9		Kemer Makinesi	Titreşim	5	5	6	150	Kabul edilemez risk	4	Yüksek	Kabul edilemez risk
10		Kemer Makinesi	Aydınlatma	6	4	4	96	Önlem almak gerekebilir	2	Düşük	Önlem almak gerekebilir

4.BULGULAR VE TARTIŞMA Erhan DEMİR

Çizelge 17'nin devamı

11	DİKİM BÖLÜMÜ	İlik Açma Makinesi	Aydınlatma	6	4	5	120	Kabul edilemez risk	2	Düşük	Önlem almak gerekebilir
12		Çıtçıt Makine	Titreşim	4	4	6	96	Önlem almak gerekebilir	2	Düşük	Önlem almak gerekebilir
13		Çıtçıt Makine	Gürültü	5	5	5	125	Kabul edilemez risk	3	Orta	Önlem almak gerekebilir
14		Çıtçıt Makine	Aydınlatma	4	3	5	60	Önlem almak gerekebilir	1,32	Düşük	Önlem almak gerekebilir
15		Genel Çalışma Alanı	Termal Konfor	5	3	4	60	Önlem almak gerekebilir	1,32	Düşük	Önlem almak gerekebilir
16	ÜTÜLEME BÖLÜMÜ	Ütü Makinesi	Gürültü	5	4	5	100	Önlem almak gerekebilir	2	Düşük	Önlem almak gerekebilir

4.BULGULAR VE TARTIŞMA Erhan DEMİR

Çizelge 17'nin devamı

17	ÜTÜLEME BÖLÜMÜ	Genel Çalışma Alanı	Termal Konfor	5	3	4	60	Önlem almak gerekebilir	1,32	Düşük	Önlem almak gerekebilir
18	PAKETLEME BÖLÜMÜ	Genel Çalışma Alanı	Termal Konfor	5	4	4	80	Önlem almak gerekebilir	2	Düşük	Önlem almak gerekebilir
19		Aksesuar	Aydınlatma	5	3	4	60	Önlem almak gerekebilir	1,32	Düşük	Önlem almak gerekebilir
20		Kolileme	Aydınlatma	5	3	4	60	Önlem almak gerekebilir	1,32	Düşük	Önlem almak gerekebilir
21		Barkod Kesme	Gürültü	4	3	5	60	Önlem almak gerekebilir	1,32	Düşük	Önlem almak gerekebilir

4.BULGULAR VE TARTIŞMA Erhan DEMİR

HTEA uygulamasında belirlenen hata türlerinden 12 tanesi orta seviyede (önlem almak gerekebilir), 9 tanesi ise yüksek seviyededir (kabul edilemez). Bulanık HTEA uygulamasında ise belirlenen hata türlerinden 15 tanesi düşük seviyede (önlem almak gerekebilir), 2 tanesi orta seviyede (önlem almak gerekebilir) ve 4 tanesi yüksek seviyededir (kabul edilemez).

- Kumaş kesim motoru sebebiyle oluşan gürültüden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da kabul edilemez risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da yüksek risk olarak belirlenmiştir.
- Kumaş kesim motoru sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da kabul edilemez risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da yüksek risk olarak belirlenmiştir.
- Kesim bölümündeki termal konfor şartlarından kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- Overlok makinesı sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da kabul edilemez risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- Düz makine sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da kabul edilemez risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- Reçme makinesi sebebiyle oluşan gürültüden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da kabul edilemez risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da yüksek risk olarak belirlenmiştir.
- Reçme makinesi sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.

- İp temizleme makinesi sebebiyle oluşan gürültüden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da kabul edilemez risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da orta düzeyde risk olarak belirlenmiştir.
- Kemer makinesi sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da kabul edilemez risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da yüksek risk olarak belirlenmiştir.
- Kemer makinesindeki aydınlatmanın yetersiz olmasından kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- İlik açma makinesindeki aydınlatmanın yetersiz olmasından kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da kabul edilemez risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- Çıtçıt makine sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- Çıtçıt makinesi sebebiyle oluşan gürültüden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da kabul edilemez risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da orta düzeyde risk olarak belirlenmiştir.
- Çıtçıt makinedeki aydınlatmanın yetersiz olmasından kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- Dikim bölümündeki termal konfor şartlarından kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- Ütü makinesinde çalışan işçinin maruz kaldığı gürültüden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.

- Ütüleme bölümündeki termal konfor şartlarından kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- Paketleme bölümündeki termal konfor şartlarından kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- Aksesuar alanındaki aydınlatmanın yetersiz olmasından kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- Kolileme alanındaki aydınlatmanın yetersiz olmasından kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.
- Barkod kesme bölümünde çalışanların maruz kaldığı gürültüden kaynaklanan risk, Geleneksel HTEA'da önlem almak gerekebilen risk olarak belirlenirken, Bulanık HTEA'da düşük risk olarak belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzdeki çalışma koşullarında, risklerin meydana gelmeden önce belirlenip önlem alınması büyük önem arz etmektedir. Geçmişten bugüne işyerlerindeki riskleri değerlendirmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. HTEA yöntemi de bu risk değerlendirme yöntemleri içerisinde en bilinen yöntemlerden biridir.

Geleneksel HTEA'da risk öncelik sayısı; olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değerlerinin çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Ancak literatürde farklı nedenlerden dolayı risk öncelik sayılarının net değerleri tartışılmaktadır. Bu nedenden dolayı Geleneksel HTEA yöntemine bulanık mantık yaklaşımı entegre edilerek RÖS değerlerinin hesaplanması sırasında oluşan dezavantajların giderilmesi amaçlanmıştır.

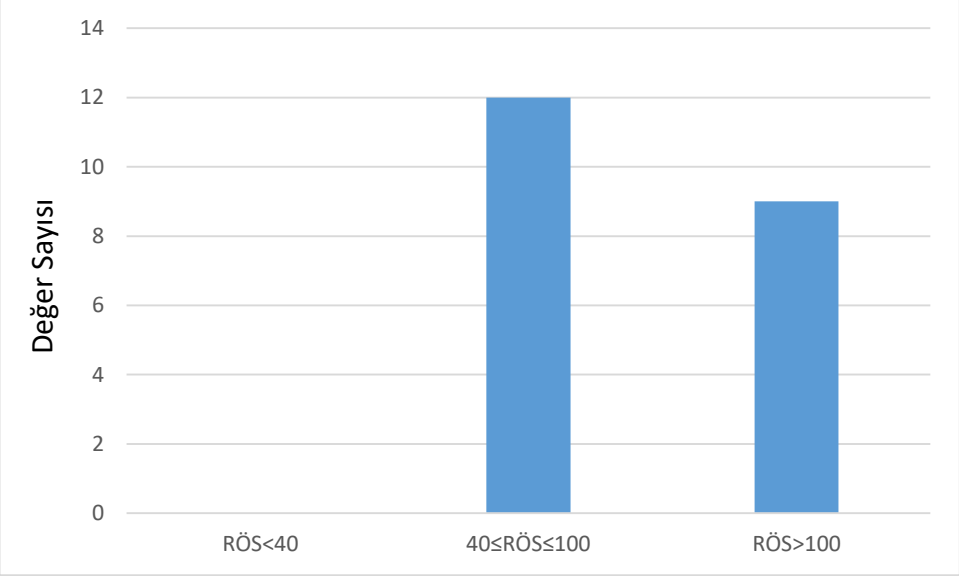
Bulanık mantık yaklaşımı kullanımıyla Geleneksel HTEA'daki sayısal ifadeler yerine sözel ifadeler kullanılmakta ve bu durum risk değerlendirme çalışmasının daha kolay ve anlaşılır olmasını sağlamaktadır. Bulanık HTEA yönteminde riske ilişkin bilgiler belirsiz veya yetersiz olsa bile riski ortadan kaldırmak veya azaltmak adına alınacak tedbirlerle işyerinin risk düzeyi azaltılabilmektedir. Ayrıca Bulanık HTEA yönteminde hem sözel ifadeler hem de sayısal ifadeler birlikte kullanılabilmektedir.

Bu çalışmada özel bir hazır giyim işletmesinin üretim bölümlerinde fiziksel risk etmenleri HTEA ve Bulanık HTEA risk değerlendirme yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. İşletmede risk değerlendirmesi yapılan bölümler; kesimhane, dikimhane, ütüleme ve paketleme bölümleridir. Araştırma kapsamında 4 ana bölümde gürültü, titreşim, aydınlatma ve termal konfor ölçümleri yapılmıştır. Oluşabilecek dönemsel farklılıkları belirlemek adına ölçümler 3 farklı mevsimde yapılmıştır. Ölçümlere başlamadan önce işletmedeki bölümler incelenmiş ve 45 farklı ölçüm noktası belirlenmiştir. Yapılan risk değerlendirme çalışmaları

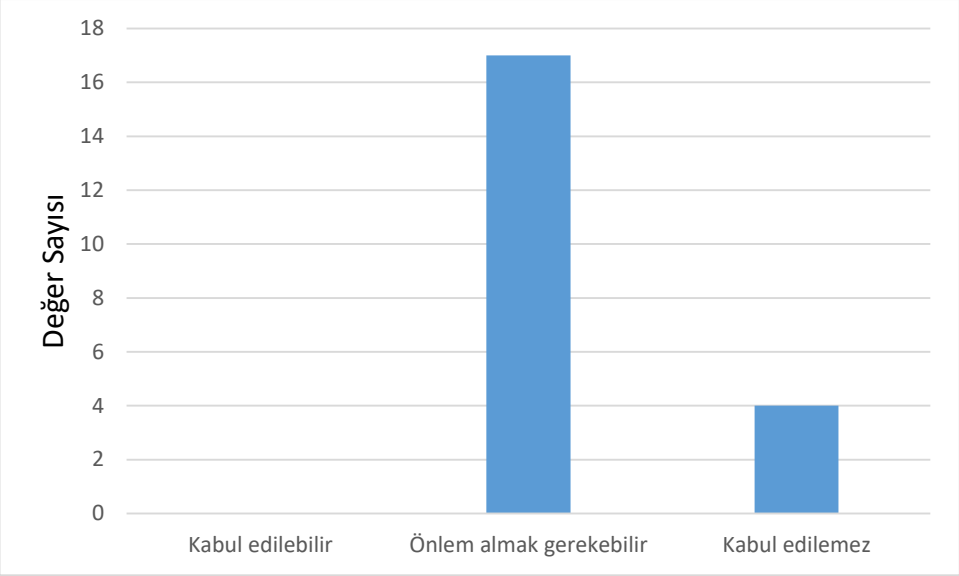
sonucunda 45 farklı ölçüm noktasındaki 3 farklı dönemde yapılan ölçümlerde 21 risk unsuru tespit edilmiştir.

Belirlenen riskler için RÖS ve Bulanık RÖS değerleri hesaplanmış ve elde edilen değerlere göre riskler sınıflandırılmıştır. RÖS değerleri ile Bulanık RÖS değerlerine göre yapılan sınıflandırmada aynı riskin farklı risk düzeylerinde olabildiği görülmüştür. Bu farklılığın sebebinin Bulanık HTEA yöntemindeki kural yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Geleneksel HTEA yöntemiyle yapılan risk değerlendirmesinde belirlenen 21 riskten 12 tanesi önlem almak gerekebilen risk olarak tanımlanırken 9 tanesi kabul edilemez risk olarak belirlenmiştir (Şekil 5.1). Bulanık HTEA yöntemiyle yapılan risk değerlendirmesinde ise belirlenen 21 riskten 17 tanesi önlem almak gerekebilen tanımlanırken 4 tanesi kabul edilemez risk olarak belirlenmiştir (Şekil 5.2).



Şekil 5.1. HTEA RÖS Değerler Dağılımı



Şekil 5.2. Bulanık HTEA RÖS Değerler Dağılımı

- Kumaş kesim motoru sebebiyle oluşan gürültüden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 180 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 4 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Kumaş kesim motoru sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 180 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 4 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Kesim bölümündeki termal konfor şartlarından kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 80 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 2 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.

- Overlok makinesi sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 120 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da ise BRÖS değeri 2 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Düz makine sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 120 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da ise BRÖS değeri 2 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Reçme makinesi sebebiyle oluşan gürültüden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 180 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 4 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Reçme makinesi sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 90 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 1,32 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- İp temizleme makinesi sebebiyle oluşan gürültüden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 125 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da ise BRÖS değeri 3 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Kemer makinesi sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 150 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS

değeri 4 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır.

- Kemer makinesindeki aydınlatmanın yetersiz olmasından kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 96 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 2 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- İlik açma makinesindeki aydınlatmanın yetersiz olmasından kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 120 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da ise BRÖS değeri 2 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Çıtçıt makine sebebiyle oluşan titreşimden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 96 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 2 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Çıtçıt makinesinde oluşan gürültüden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 125 olarak hesaplanmış ve kabul edilemez risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da ise BRÖS değeri 3 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Çıtçıt makinedeki aydınlatmanın yetersiz olmasından kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 60 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 1,32 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Dikim bölümündeki termal konfor şartlarından kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 60 olarak hesaplanmış ve önlem

almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 1,32 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.

- Ütüleme makinesinde çalışan işçinin maruz kaldığı gürültüden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 100 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 2 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Ütüleme bölümündeki termal konfor şartlarından kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 60 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 1,32 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Paketleme bölümündeki termal konfor şartlarından kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 80 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 2 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Aksesuar alanındaki aydınlatmanın yetersiz olmasından kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 60 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 1,32 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.
- Kolileme alanındaki aydınlatmanın yetersiz olmasından kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 60 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 1,32 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.

- Barkod kesme bölümünde çalışanların maruz kaldığı gürültüden kaynaklanan risk için RÖS değeri Geleneksel HTEA'da 60 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da da BRÖS değeri 1,32 olarak hesaplanmış ve önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır.

Sonuçlara bakıldığında Bulanık HTEA ile Geleneksel HTEA yönteminin riskleri farklı şekilde sınıflandırdığı görülmektedir. Bulanık HTEA yönteminde risklerin daha doğru bir şekilde değerlendirildiği ve Bulanık HTEA yönteminin daha kullanılabilir olduğu düşünülmektedir. Birinci ve dördüncü hata türlerine bakıldığında 1. hata türünde olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değerleri sırasıyla 6, 5, 6 ve 4. hata türünde olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değerleri sırasıyla 6, 4, 5 iken Geleneksel HTEA'da aynı risk grubunda sınıflandırılmıştır. Ancak Bulanık HTEA'da şiddet ve fark edilebilirlik değeri daha yüksek olan 1. hata türü kabul edilemez risk olarak sınıflandırılırken daha düşük şiddet ve fark edilebilirlik değeri olan 4. hata türü önlem almak gerekebilen risk olarak sınıflandırılmıştır. Benzer durum 2. ve 5. hata türleri için de geçerlidir. İp temizleme makinesinde çalışan işçinin maruz kaldığı gürültü değeri ikinci ölçümde dB(A) en düşük maruziyet eylem değerinin üzerindeyken, reçme makinesinde çalışan işçilerin maruz kaldığı gürültü değeri birinci ölçümde dB(C) maruziyet sınır değerinin üzerinde ve şiddet ve fark edilebilirlik değeri daha yüksek olduğu halde Geleneksel HTEA yönteminde aynı risk grubunda sınıflandırılmıştır. Bulanık HTEA'da ise ip temizleme makinesinde çalışan işçinin maruz kaldığı gürültü sebebiyle oluşabilecek risk 3 BRÖS değeri ile önlem almak gerekebilen risk grubundayken reçme makinesinde çalışan işçinin maruz kaldığı gürültü sebebiyle oluşabilecek risk 4 BRÖS değeri ile kabul edilemez risk grubunda sınıflandırılmıştır. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa Bulanık HTEA yönteminde olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değerlerindeki değişimler doğrudan risk sınıfını etkileyebilmektedir. HTEA yönteminde ise risk puanı belli bir değere ulaştıktan sonra olasılık, şiddet ve

fark edilebilirlik değerlerindeki değişimlerin risk sınıflandırmasında herhangi bir önemi kalmamaktadır. Dolayısıyla Bulanık HTEA yöntemiyle işyerindeki riskler daha etkin ve doğru bir şekilde hesaplanmakta ve bu durum işyerinin maliyet, zaman ve işgücü gibi kaynaklarını daha verimli şekilde kullanmasını sağlayacaktır.

Tekstil sektöründe bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak yapılan araştırmalarda, araştırma sonuçlarımıza benzer sonuçlar elde edilmiştir. Supciller ve Abali (2015), havlu ve bornoz üreten bir tekstil firmasında riskleri değerlendirirken Geleneksel Oransal Risk Değerlendirme Tekniği ile Bulanık Oransal Risk Değerlendirme Tekniğini karşılaştırmışlardır. Bulanık Oransal Risk Değerlendirme Tekniğinin daha detaylı ve kesin sonuçlar verdiği sonucuna varmışlardır. Efe ve arkadaşları (2017), inşaat, tekstil ve metal sektörlerinde faaliyet gösteren üç firma için bir iş sağlığı ve güvenliği politikası oluşturmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla bir entegre sezgisel bulanık çok kriterli karar verme yöntemi ve doğrusal bir programlama kullanarak işyerlerinde HTEA yöntemiyle bir değerlendirme çalışması yapmışlardır. Önerilen yöntemin risk değerlendirme çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Mutlu ve Altuntaş (2019), bir tekstil firmasının kumaş boyama departmanında bir terbiye işlemi için potansiyel riskleri analiz etmek ve değerlendirmek için FMEA-FTA-BIFPET yöntemini kullanmışlardır. Kullanılan yöntemin risk değerlendirme prosedürlerini gerçekleştirmek için pratikte uygulanabileceğini göstermişlerdir.

İş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinde yapay zekâ, gelişmiş robotik, akıllı koruyucu donanımlar, giyilebilir cihazlar ve çevrimiçi platformlar gibi dijital teknolojilerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu gelişime paralel olarak iş sağlığı ve güveliği yönetimindeki birçok süreç ve doküman da dijital teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilecek ve geliştirilecektir. İş sağlığı ve güveliği yönetimindeki önemli süreçlerden biri de risk değerlendirmedir. Risk değerlendirme yöntemlerinin eksikliklerini gidermek ve öznel yargılar sebebiyle oluşabilecek hataları gidermek adına bulanık mantık gibi tekniklerin kullanımı önemlidir. Risk değerlendirmesi çalışmalarında bulanık mantık ve daha gelişmiş

teknolojilerin kullanımı daha doğru ve daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Böylelikle iş kazası ve meslek hastalığı sayılarında azalmalar görülecek, iş kazası ve meslek hastalıkları sebebiyle meydana gelen ölümler ve işyerinin iş kazası ve meslek hastalıkları sebebiyle uğradığı kayıplar azalacak ve ülke ekonomisi de bu durumdan olumlu yönde etkilenecektir.

İşyerindeki risklerin azaltılması adına ölçüm sonuçlarına göre ses şiddeti en düşük maruziyet eylem ve maruziyet sınır değerini aşan noktalarda önlem alınmalıdır. Benzer şekilde titreşim şiddeti maruziyet eylem değerini aşan noktalarda önlem alınması gereklidir. İşyerinde doğal ve yapay aydınlatma kaynakları birlikte kullanıldığından makinelerin konumu ve havanın kapalı veya açık olması aydınlatma şiddetini etkileyebilmektedir. Makinelerin doğal aydınlatma kaynaklarına yakın noktalarda konumlandırılması ve doğal aydınlatma yetersiz kaldığında yapay aydınlatma kaynaklarının kullanılmasının aydınlatma ile ilgili riskleri azaltacağı düşünülmektedir. Termal konfor ölçüm sonuçlarına bakıldığında mevsim şartlarının çalışma ortamındaki iklim koşulları üzerinde belirgin etkisinin olduğu ve iklimlendirme sistemlerinin yetersiz kaldığı görülmektedir. Uygun iklimlendirme sistemlerinin kullanımıyla çalışanlar için daha konforlu bir çalışma ortamı sağlanacaktır. İklimlendirme sistemlerinin sağlanması işletme için bir maliyet oluştursa da iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve iş verimindeki artış işletme açısından daha yararlı olacaktır.

Üç farklı dönemde yapılan ölçüm sonuçlarının istatiksel analizi yapılmıştır. Gürültü, titreşim ve aydınlatma ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi yapılmıştır. Yapılan Tekrarlı Ölçümler ANOVA testlerine göre gürültü, titreşim ve aydınlatma ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla gürültü, titreşim ve aydınlatma ölçümleri üzerinde dönemsel farklılıkların etkisi olduğu söylenebilir. İkinci ölçüm döneminden önce işletme genelinde uygulanan bakım onarım programının gürültü ve titreşim ölçüm sonuçları arasında farklılık oluşturduğu düşünülmektedir. Ayrıca

her ölçüm döneminde rastgelelik esasına uygun olması açısından belirli bir düzene veya sıraya uyulmadan farklı makine ve operatörler seçilmesinin gürültü ölçümleri üzerinde dönemsel farklılıklara neden olduğu düşünülmektedir. İşletmede doğal aydınlatma da kullanıldığından mevsim koşullarının aydınlatma ölçümleri üzerinde dönemsel farklılıklara neden olduğu düşünülmektedir. Termal konfor ölçümlerinde ilk dönemde PMV değeri hesaplanmadığı için ikinci ve üçüncü dönemde elde edilen verilerin istatistiksel analizi yapılmıştır. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucuna göre termal konfor ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bu durumun veri azlığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonraki dönemlerde benzer bir çalışma veriler arttırılarak tekrar yapılabilir.

İkinci ölçüm dönemi öncesinde yapılan bakım onarım programı makine kaynaklı titreşimin azalmasını sağlamıştır. İkinci ölçüm döneminden yaklaşık 3 ay sonra yapılan üçüncü dönem ölçümlerinde maruziyet eylem değerini aşan değerler ölçülmediyse de titreşim değerlerinde artış olduğu gözlemlenmektedir. Bakım onarım programlarının makine kaynaklı titreşimi azaltmada etkili olduğu düşünülmektedir. Bakım onarım programları için uygun periyotların belirlenmesi için belirli dönemlerde ölçümler yapılması ve bakım onarım programlarının tekrarlanma sürelerinin bu ölçüm sonuçlarına göre belirlenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Akalp, G., Yamankaradeniz, N., 2013. İşletmelerde Güvenlik Kültürünün Oluşumunda Yönetimin Rolü ve Önemi. Sosyal Güvenlik Dergisi, 3(2):96-109s.

Alizadeh, J., Ghasemi Fard, S., Omaraee, B., 2018. Evaluation of Risks and Accidents of Khark Island Petrochemical Jetty by FMEA Model. Iranian Journal of Marine Science and Technology, 22(86), 59-67s.

Andriani, D.P., Novianti, V.D., Adnandy, R., A'yunin, Q., 2017. Quantitative Risk Modelling of Occupational Safety in Greenport. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 546(5):052007.

Ardeshir, A. Mohajeri, M., Amiri, M., 2015. Evaluation of Safety Risks in Construction Using Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FFMEA). Scientia Iranica. 1. 1. 10.24200/sci.2016.2313.

Armin, H., Gousheh, S.N.H., Gholamnia, R., Khaloo, S.S., 2022. Investigating the Safety and Health Risks Ranking in The Hospital Using The İntegrated Approach of Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) and Fuzzy-Based Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Method. Academic Journal of Health Sciences, 37(1): 41-47s. DOI: 10.3306/AJHS.2022.37.01.41

Atlı, A.K., 2001. Dökümhanelerde İşçi Sağlığı Sorunları. Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 16-21s.

Aydın, F., Derekaya, F., 2016. Tekstil Sektöründe Bir FMEA Uygulaması. Türk Kimya Derneği Dergisi, 2(7), 14-29s.

Aytaç, E., 2011. Kalite İyileştirme Sürecinde Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Uygulama Örneği. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Aydın.

Başak, S.S., Başak, S., 2018. Diş Hekimlerini Etkileyebilecek Fiziksel Risk Etmenleri. Gümüşhane Sağlık Bilimleri Dergisi, 7(1), 184-192s.

Baynal, K., Terzi, Ü., 2004. Taguchi Yöntemi ve Bulanık Mantık Kullanılarak Üretim Parametrelerinin Eşzamanlı En İyilenmesi. Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi, Gaziantep-Adana.

Bilgin Sarı, E., 2021. Fuzzy Based Failure Mode and Effect Analysis Towards to Risks of Autonomous Maintenance Activities: As a TPM Implementation. Ege Akademik Bakis (Ege Academic Review), 17-27s. 10.21121/eab.873999.

Bodur, K., 2012. Bulanık Mantık Yaklasımı ile Deprem Konumlarının Belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Campo, G., Papale, A., Baldasseroni, A., Di Leone, G., Magna, B., Martini, B. Mattioli, S., 2015. The Surveillance of Occupational Diseases in Italy: The MALPROF System. Occupational Medicine, 65(8), 632–637s.

Can, G.F., Atalay, K.D., Eraslan, E., 2018. HTEA Temelli Critic Yontemi İle Bir Devlet Hastanesinde Risk Değerlendirme Uygulaması. Journal of Engineering Sciences and Design, 6(OS: Ergonomi2017), 176–187s.

Canlar Durmaz, R., 2010. İnşaat Sektöründe Bulanık Risk Değerlendirmesi Uygulaması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, , Konya.

Carnero, M.C., 2020. Waste Segregation FMEA Model Integrating Intuitionistic Fuzzy Set and the PAPRIKA Method. Mathematics, 8(8):1375.

Cavaignac, A.L.O, Uchoa, J.G.L., 2018. Obtaining FMEA's Indices for Occupatıonal Safety in Civil Constructıon: A Theoretical Contribution. Brazilian Journal of Operations & Production Management 15(4), 558-565s.

Ceylan, H., Başhelvacı, V.S., 2011. Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi ile Risk Analizi: Bir Uygulama. International Journal of Engineering Research and Development, 3(2):25-33s.

ÇASGEM, 2013. Meslek Hastalıkları, Ankara. Erişim adresi: https://www.csgb.gov.tr/media/1340/meslekhastaliklari.pdf Erişim tarihi: 30.07.2021

Dağ, M., Yalçın, Z., Öz, A., Aydoğmuş, E., 2018. Risk Analysis by FMEA Method in Hotel. Journal of Physical Chemistry and Functional Materials, 1(1), 63-71s. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/jphcfum/issue/38721/447187

Dağsuyu, C., Göçmen, E., Narlı, M., Kokangül, A., 2016. Classical and Fuzzy FMEA Risk Analysis in a Sterilization Unit. Computers & Industrial Engineering, 101, 286-294s.

Damilos, S., Saliakas, S., Kokkinopoulos, I., Karayannis, P., Karamitrou, M., Trompeta, A..F., Charitidis, C., Koumoulos, E.P., 2022. Occupational Safety Analysis for COVID-Instigated Repurposed Manufacturing Lines: Use of Nanomaterials in Injection Moulding. Polymers 2022, 14, 2418s. https:// doi.org/10.3390/polym14122418

Dedeler, H., 2008. Bir İşletmede İşyeri Fiziksel Risk Etmenlerinin Çalışanların Sağlığına Olan Etkisinin Saptanması ve Değerlendirilmesi. Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.

Devebakan, N., 2007. Özel Sağlık İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği. Dokuz Eylül Üniversitesi Saosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.

Duru, N., Koç, K., Taş, Y., 2011. İşletmelerde Hatasızlığa Yönelim, Altı Sigma ve Hata Türü Etkileri Analizi. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi , 7 (1) , 56-67s.

Efe, B., Efe, Ö., Kurt, M., 2017. An Integrated Intuitionistic Fuzzy Set and Mathematical Programming Approach for An Occupational Health and Safety Policy. Gazi University Journal of Science , 30(2), 73-95s.

Elmas, Ç., 2003. Bulanık Mantık Denetleyiciler (Kuram, Uygulama, Sinirsel Bulanık Mantık). Seçkin Yayıncılık San. ve Tic. A.S., Ankara, 24-125s.

Erol, E., Yeten, F., 2018. Bilişim Toplumu Bağlamında Mobil Uygulama Geliştirme Platformu Olarak Xcode . Yeni Medya Elektronik Dergisi, 2, 160-167s.

Ersoy, M., Eleren, A., Kayacan, S., 2017. An Application of Failure Mode and Effect Analysis on Improving Occupational Health and Safety Process of Marble Factories. Int. J. Natural Disaster Health Secur., 4(1), 22-29s. Doi: http://dx.doi.org/10.19070/2572-7540-170005

EU OSHA, 2000. The State of Occupational Safety and Health in the Eurapean Union-Pilot Study, European Agency for Safety and Health at Work, Belgium, 71-165s. Erişim adresi: https://osha.europa.eu/en/publications/report-state-occupational-safety-and-health-european-union-pilot-study-full-report Erişim tarihi: 12.01.2021

EU-OSHA, 2019. Digitalisation and occupational safety and health - An EU-OSHA research programme. Erişim adresi: https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-and-occupational-safety-and-health-eu-osha-research-programme Erişim tarihi: 25.12.2021

Fithri, P., Riva, N.A., Susanti, L., Yuliandra, B., 2018. Safety Analysis at Weaving Department of PT. X Bogor Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA). 2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), Singapore, 382-385s. doi: 10.1109/IEA.2018.8387129.

Gölcük, İ. , Durmaz, E. D., Şahin, R. 2022. Bulanık FUCOM ve Bulanık Çizge Teorisi-Matris Yaklaşımı İle İş Güvenliği Risklerinin Önceliklendirilmesi . Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi , 38 (1) , 57-70s. DOI: 10.17341/gazimmfd.970514.

Güner, M., İlleez, A., Ünal, C., 2009. İşletme Fiziksel Koşullarının Bulanık Mantık Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi: Bir Konfeksiyon İşletmesi Örneği. Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Sayfa 3(2009), 206-211s.

Heidary Dahooie, J., Vanaki, A.S., Firoozfar, H.R., Zavadskas, E.K., Čereška, A., 2020. An Extension of the Failure Mode and Effect Analysis with Hesitant Fuzzy Sets to Assess the Occupational Hazards in the Construction Industry. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(4):1442.

Helander, M., 2006. A Guide To Human Factors and Ergonomics. Nanyang Technological University, Singapore, Taylor & Francis Group.

Hossein Rahmanian Koushkaki, H.R., Nasrabadi, M., Almassi, Z., 2017. HSE Quality System Integration by Identifying and Prioritizing Risks Using Fuzzy FMEA Technique and FAHP. World Journal of Environmental Biosciences, 6, 49-65s.

ILO, 2016. International Labour Organization Erişim adresi: http://www.ilo.org/global/statistics-and- databases/lang--en/index.htm. Erişim tarihi: 20.12.2020

İlbahar, E., Karaşan, A., Çebi, S., Kahraman, C., 2018. A Novel Approach to Risk Assessment for Occupational Health and Safety Using Pythagorean Fuzzy AHP & Fuzzy İnference System. Safety Science, 103, 124-136s. ISSN 0925-7535, https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.025.

İmancı, C., 2014. Döküm Atölyelerinde Termal Konfor Şartlarının İncelenmesi. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.

İSGGM, 2017. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü Erişim adresi: http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/isggm.portal Erişim tarihi: 25.12.2020

İSGİP, 2018. Tekstil Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Rehberi. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara. Erişim adresi: http://www.isgip.gov.tr/wp-content/uploads/2018/06/TEKST%C4%B0L-SEKT%C3%96R%C3%9C-%C4%B0SGYS-REHBER%C4%B0.pdf Erişim tarihi: 12.01.2021

Jafarzadeh Ghoushchi, S., Soleimani Nik, M., Pourasad, Y., 2022. Health Safety and Environment Risk Assessment Using an Extended BWM-COPRAS Approach Based on G-Number Theory. Int. J. Fuzzy Syst. 24, 1888–1908s. https://doi.org/10.1007/s40815-021-01244-1

Jahangoshai Rezaee, M., Yousefi, S., Eshkevari, M. et al. 2020. Risk Analysis of Health, Safety and Environment in Chemical Industry Integrating Linguistic FMEA, Fuzzy Inference System and Fuzzy DEA. Stoch Environ Res Risk Assess 34, 201–218s. https://doi.org/10.1007/s00477-019-01754-3

Jiang, W., Xie, C., Zhuang, M., Tang, Y., 2017. Failure Mode and Effects Analysis Based on A Novel Fuzzy Evidential Method. Applied Soft Computing, 57, 672-683s.

Kabakulak, T., 2019. Bir Tekstil İşletmesinde Risk Değerlendirme Uygulaması: 5x5 Matris ve HAZOP. Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 3(2), 97-111s.

Kock, S., Andersen, T., Kolstad, H.A., et al., 2004. Surveillance of Noise Exposure in The Danish Workplace: A Baseline Survey. Occupational and Environmental Medicine, 61, 838-843s.

Koçak, O., Koray, N., 2018. İş Sağlığı ve Güvenliği Konusunda Avrupa Birliği Uygulamaları ve Türkiye'ye Yansımaları. Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 8(15):1779-1811s.

Liu, H.T., Tsai, Y., 2012. A Fuzzy Risk Assessment Approach for Occupational Hazards in The Construction Industry. Safety Science, 50(4), 1067-1078s. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.11.021.

Mangeli, M., Shahraki, A., Saljooghi, F.H., 2019. Improvement of Risk Assessment in The FMEA Using Nonlinear Model, Revised Fuzzy TOPSIS and Support Vector Machine. International Journal of Industrial Ergonomics, 69, 209-216s. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.11.004.

McGlothlin, J., Burgess-Limerick, R., Lynas, D., 2015. An iOS Application for Evaluating Whole-body Vibration Within a Workplace Risk Management Process. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 12(7), 137-142s.

Mert, G., 2020. Madeni Yağ Üretim Tesisinde Fiziksel Risk Etmenlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Temelleri Bazında İncelenmesi. İstanbul Medipol Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Mete, S., 2019. Assessing Occupational Risks in Pipeline Construction Using FMEA-Based AHP-MOORA İntegrated Approach Under Pythagorean Fuzzy Environment. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 25:7, 1645-1660s. DOI: 10.1080/10807039.2018.1546115

Mızrak Özfırat, P., 2014. Bulanık Önceliklendirme Metodu ve Hata Türü Ve Etkileri Analizini Birleştiren Yeni Bir Risk Analizi Yöntemi . Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 29 (4), 755-768s.

Milli, A., 2015. Bir Hazır Giyim İşletmesinde İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Hata Türü ve Etkileri Analizi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Mirmohammadi, S., Naseripouya, Z., Hosseinalipour, Z., 2016. Risk Factors Assessment in Educational Equipment Manufacturers Company Using FMEA. Journal of Health Research in Community, 2(2), 9-19s.

Mohamadinejad, A., Kakaei, P., Nikdel, T., Khalil Tahmasobi, M., Tamoradi Mongenan, N., Janizadeh, R., 2019. Risk Identification and Risk Assessment Using Failure Mode and Effect Analysis in a Textile Industry. CJHR, 4(3), 60-65s. http://cjhr.gums.ac.ir/article-1-119-en.html

Mutlu, N , Altuntas, S., 2019. Risk Analysis for Occupational Safety and Health in the Textile Industry: Integration of FMEA, FTA, and BIFPET Methods.

International Journal of Industrial Ergonomics 72, 222-240s. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.05.013

Mutlu, N. G. , Bilgili, L., Altuntaş, S., Çelebi, U. B. , 2016. Application of FMEA to Welding Process in Shipyards A Case Study. 8th International Conference on Occupational Safety & Health, İstanbul, Turkey, 895-900s.

Oraee, K., Yazdani Chamzini, A., Basirl, M.H., 2011. Evaluating Underground Mining Hazards by Fuzzy FMEA. SME Annual Meeting and Exhibit and CMA 113th National Western Mining Conference 2011. 255-259s.

OSHA, 2017. OSHA Safety Pays Program: Background of the Cost Estimates. Erişim adresi: https://www.osha.gov/dcsp/smallbusiness/safetypays/background.html Erişim tarihi: 25.12.2020

Özdemir, Y., Gül, M., Çelik, E., 2017. Assessment of Occupational Hazards and Associated Risks in Fuzzy Environment: A Case Study of A University Chemical Laboratory. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 23(4), 895-924s. DOI: 10.1080/10807039.2017.1292844

Özkılıç, Ö., 2005. İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. TİSK Yayınları, 8s.

Pelaez, C. E., Bowles, J. B., 1994. Using Fuzzy Logic For System Criticality Analysis. Annual Reliability and Maintainability Symposium, 24-27 January, Los Angeles, California, USA, 449-455s.

Pillay, A., Wang, J., 2003. Modified Failure Mode and Effects Analysis Using Approximate Reasoning. Reliability Engineering and System Safety, 79(1), 69-85s. https:// doi.org/10.1016/S0951-8320(02)00179-5.

Ran, H. C., Sun, L. H., Guo, Y. J. ve Zhang, J. F., 2006. A Fuzzy Method for Risk Quantitative Analysis of System Failure. The Fifth International

Conference on Machine Learning and Cybernetics, 13-16 August, , Dalian, China, 1702-1707s.

Ratnaningsih, A., Arifin, S., Suyoso, H., Trisiana, A., Yusuf, N., 2019. Risk Assessment on Occupational Accident of Apartment Building Structural Work With Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Method. MATEC Web of Conferences. 276. 02016. 10.1051/matecconf/201927602016.

Reinhold, K., Tint, P., 2009. Lighting of Workplaces and Health Risks. Elektronika Ir Elektrotechnika, 90(2), 11-14s. Retrieved from https://eejournal.ktu.lt/index.php/elt/article/view/10280

Rimawan, E., Sri D.C, I., Wahyudin, Sadam, 2019. Work Accident Risk Analysis in the Laboratory of PT. X with FMEA Method. International Journal of Innovative Science and Research Technology, 4(8):760-766s.

Sabancı, A., Sümer, S.K., 2015. Ergonomi. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

Sabır, E.C., Bebekli, M., 2015. Hata Türleri ve Etkileri Analizinin, HTEA, Tekstil Boya-Terbiye İşletmelerinde Kullanımı. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(1),157-162s.

Sağıcı, E., 2020. Hastanelerde İş Güvenliği ve Risk Analizi Çalışması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

Sang, A.J., Tay, K.M., Lim, C.P., Nahavandi, C.P., 2018. Application of a Genetic-Fuzzy FMEA to Rainfed Lowland Rice Production in Sarawak. Environmental, Health, and Safety Perspectives," in IEEE Access, 6,74628-74647s. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2883115.

Sankar, N.R., Prabhu, B.S., 2001. Application of Fuzzy Logic to Matrix FMECA, Review of Progress in Quantitative Non-destructive Evaluation, 20(1).

SGK, 2021. 2021 Yılı SGK İstatistik Yıllıkları. Erişim adresi: https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4/ Erişim tarihi: 30.09.2022

Sivanandam, S.N., Sumathi, S., Deepa, S.N., 2007. Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB. Springer Berlin, Heidelberg.

Song, J.W., Yu, J.H., Kim, C.D., 2007. Construction Safety Management Using FMEA Technique: Focusing on the Cases of Steel Frame Work. In: Boyd, D (Ed) Procs 23rd Annual ARCOM Conference, 3-5 September 2007, Belfast, UK, Association of Researchers in Construction Management, 55-63s.

Soykan, Y., Kurnaz, N., Kayık, M., 2014. Sağlık İşletmelerinde Hata Türü ve Etkileri Analizi ile Bulaşıcı Hastalık Risklerinin Derecelendirilmesi. Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 6(1):172-183s.

Soylu, M., Gökkuş, Ö., 2016. Endüstriyel Kaynaklı Gürültü Kirliliğinin Araştırılması ve Bir Tekstil Fabrikasında Uygulama Örneği. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 32(2).

Stamatis, D. H., 1995. Failure Mode and Effects Analysis-FMEA from Theory to Execution. ASQC Quality Pres., Wisconsin.

Stamatis, D. H., 2003. Failure Mode and Effects Analysis-FMEA from Theory to Execution (2nd ed.). ASQC Quality Pres., Wisconsin.

Su, A.B., 2001. Ergonomi. Atılım Üniversitesi Yayınları, Ankara.

Supciller, A., Abali, N., 2015. Occupational Health and Safety Within the Scope of Risk Analysis with Fuzzy Proportional Risk Assessment Technique (Fuzzy Prat). Quality and Reliability Engineering International, 31(7), 1137–1150s. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/qre.1908.

Şengöz, M.C., Merdan, M., 2017. Elektrik Nedenli Yangınların İncelenmesi ve FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) Yönteminin Uygulanması (Antalya Örneği). 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, Bakü, 905-912s.

Taptık, Y., 1998. Kalite Savaş Araçları. Kalder Yayınları, İstanbul.

Tehlike Sınıfları Tebliği, 2013. İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ. Erişim adresi:

https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/03/20130329-4.htm Erişim tarihi: 25.04.2021

Tekin, S., 2014. İşletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliğine Yapılan Yatırımların Maliyet Kazanç Analizi. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, 8s.

Tüpraş, 2006. Risk değerlendirme Tablosu Rehberi.

Uchoa, J., Sousa, M.J.A., Silva, L., Cavaignac, A., 2019. FMEA Method Application Based on Occupational Risks in The Construction İndustry On Work At Height: A Theoretical Contribution. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 6(10):261–278s.

Ünver, İ., 2017. Metal Sektöründe Fiziksel Risk Etmenleri. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Valipour, M., Yousefi, S., Jahangoshai Rezaee, M. et al. 2021. A Clustering-Based Approach for Prioritizing Health, Safety and Environment Risks İntegrating Fuzzy C-Means and Hybrid Decision-Making Methods. Stoch Environ Res Risk Assess 36, 919-938s. https://doi.org/10.1007/s00477-021-02045-6

Wang, M.H., 2011. A Cost-Based FMEA Decision Tool for Product Quality Design and Management. *IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics,* 297-302s.

Xu, K., Tang, L. C., Xie, M., Ho, S.L., Zhu, M.L., 2002. Fuzzy Assessment of FMEA for Engine Systems. Reliability Engineering and System Safety, 75(1), 17-29s.

Yalçın, E., Ayvaz, B., 2018. İşletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Ergonomik Risk Ölçümü: Tekstil Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 17(34):13-30s.

Yerlikaya, M.A., Efe, B., Efe, Ö.F., 2016. İş Güvenliğinde Bulanık Promethee Yöntemiyle Hata Türleri ve Etkilerinin Analizi: Bir İnşaat Firmasında

Uygulama. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(2) , 126-137s.

Yerlikaya, M.A., Efe, B., Efe, Ö.F., 2016. İş Güvenliğinde Bulanık Promethee Yöntemiyle Hata Türleri ve Etkilerinin Analizi: Bir İnşaat Firmasında Uygulama. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6 (2): 126-137s.

Yılmaz, A., 1997. Hata Türü ve Etkileri Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yongkui, L., Kong, Z., Zhang, Q., 2018. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) for the Security of the Supply Chain System of the Gas Station in China. Ecotoxicology and Environmental Safety, 164, 325–330s. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.08.028

Yongkui, L., Zhaojun, K., Qing, Z., 2018. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) for The Security of The Supply Chain System of The Gas Station in China. Ecotoxicology and Environmental Safety, 164, 325-330s.

Yücesoy, İ., 2018. Otomotiv Sanayi İşletmesinde Fiziksel Risk Etmenlerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Toros Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Mersin.

Zeyrek, S., 2009. Titreşim. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Erhan Demir, 2008 yılında İstanbul Üniversitesinde Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. 2012 yılında lisans eğitimini tamamladı. 2014 yılında Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalında tezsiz yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2018 yılında Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalında tezli yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2019 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalında doktora eğitimine başladı.

EKLER

EK-1 : İşletmeye ait görseller



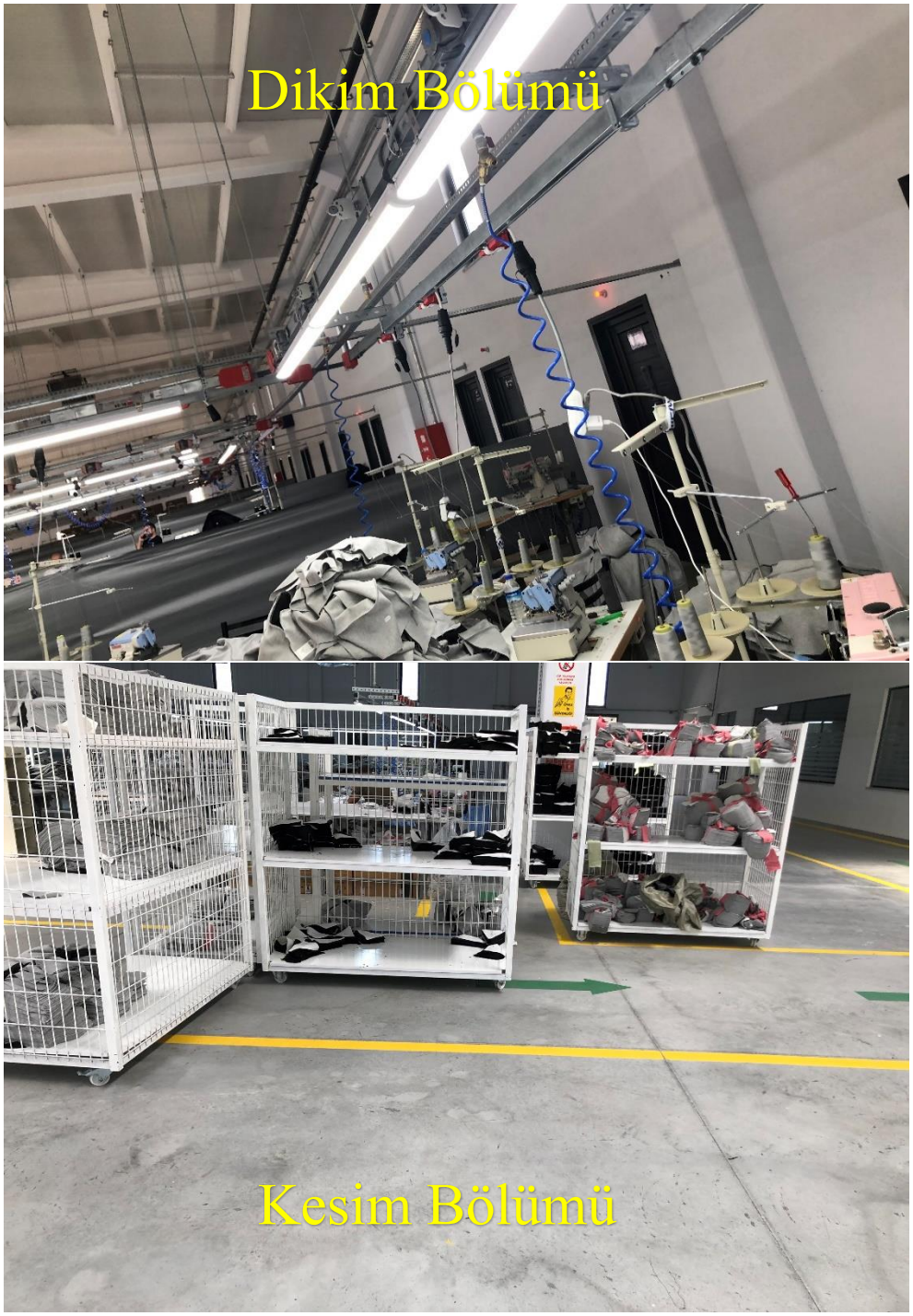


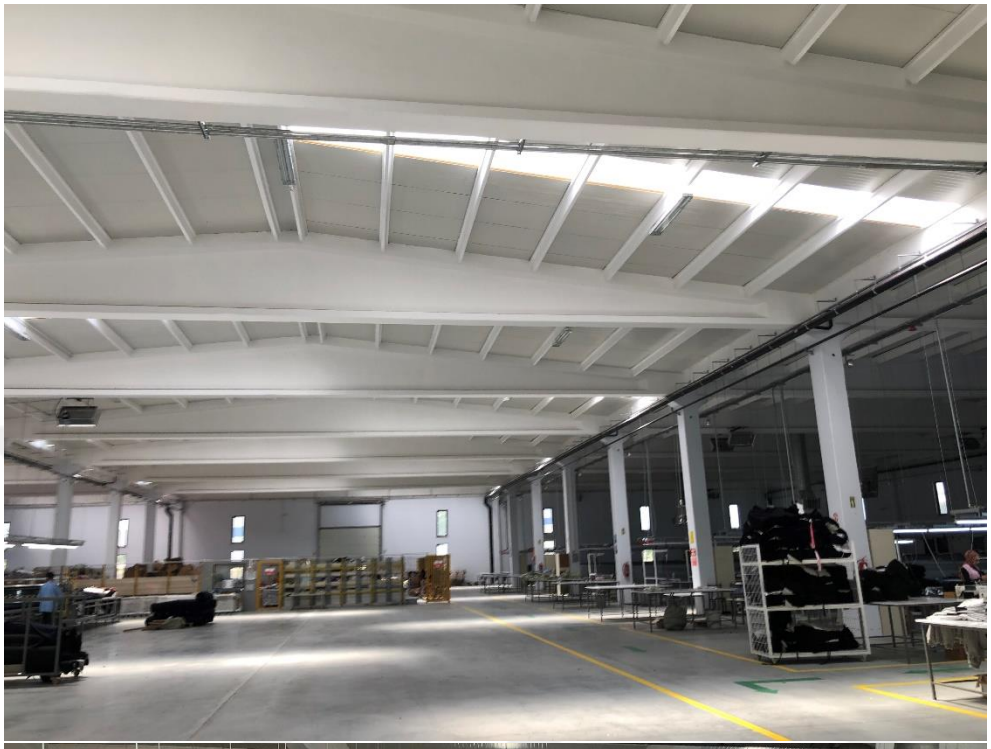


Kumaş Kesim Masası



Paketleme Bölümü


Dikim Bölümü
Kesim Bölümü




Dikim Bölümü
Ütüleme Bölümü



Paketleme ve Kolileme



Aydınlatma Kaynakları


Kumaş Deposu


Kesim Bölümü

EK-2 : Bulanık mantık modeli için oluşturulan kurallar;

- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik orta ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık sık ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık sık ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık sık ve fark edilebilirlik orta ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık sık ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık sık ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik orta ise RÖS çok yüksektir.

- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik orta ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik orta ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet çok yüksek ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok yüksektir.

- Eğer şiddet yüksek ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik orta ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık sık ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık sık ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık sık ve fark edilebilirlik orta ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık sık ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık sık ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik orta ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok yüksektir.

- Eğer şiddet yüksek ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik orta ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik orta ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet yüksek ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik orta ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS yüksektir.

- Eğer şiddet orta ve olasılık sık ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık sık ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık sık ve fark edilebilirlik orta ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık sık ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık sık ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik orta ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet orta ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet orta ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet orta ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS yüksektir.
- Eğer şiddet orta ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik orta ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet orta ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS ortadır.

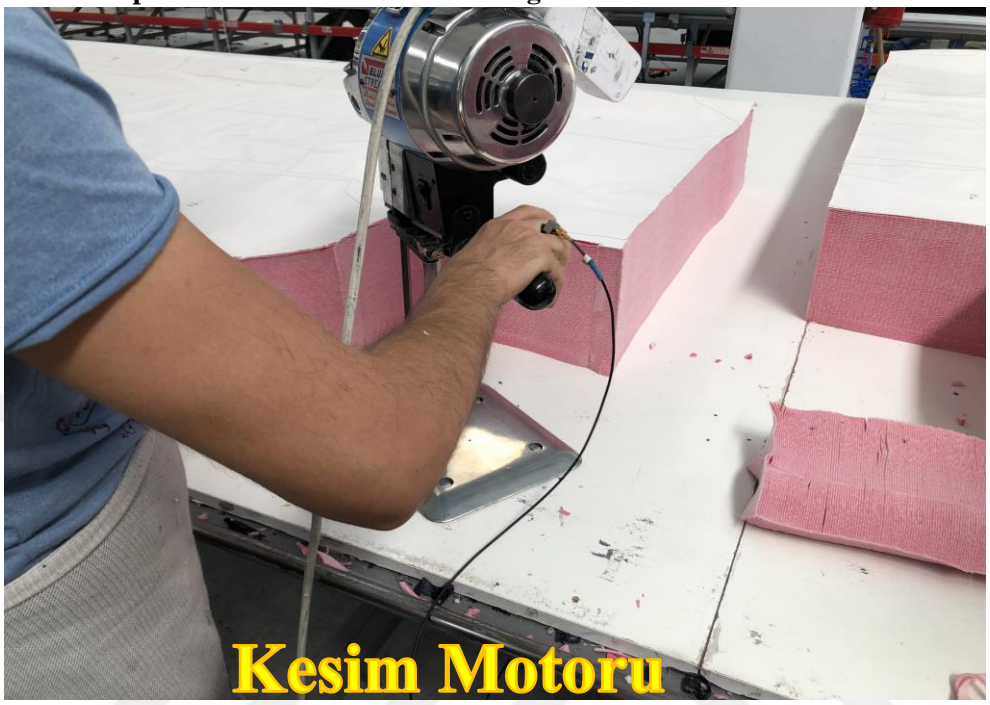
- Eğer şiddet orta ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet orta ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet orta ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet orta ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik orta ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet orta ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet orta ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik orta ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık sık ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık sık ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık sık ve fark edilebilirlik orta ise RÖS düşüktür.

- Eğer şiddet düşük ve olasılık sık ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık sık ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik orta ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik orta ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS düşüktür.

- Eğer şiddet düşük ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik orta ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet düşük ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS ortadır.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik orta ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık çok sık ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık sık ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık sık ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık sık ve fark edilebilirlik orta ise RÖS düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık sık ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık sık ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok düşüktür.

- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik orta ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık ara sıra ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik orta ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık nadir ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik fark edilemez ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik düşük ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik orta ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik yüksek ise RÖS çok düşüktür.
- Eğer şiddet çok düşük ve olasılık çok az ve fark edilebilirlik kesin ise RÖS çok düşüktür.

EK-3: Tespit edilen hata türlerine ait fotoğraflar






Overlok Makinesi


Düz Dikiş Makinesi


PEGASUS
Reçme Makine


İp Temizleme Makinesi


Kemer Makinesi


İlik Açma Makinesi


Çıtçıt Makinesi


Dikimhane-Termal Konfor


Ütü Makinesi


Ütüleme- Termal Konfor


Paketleme-Termal Konfor


Aksesuar Bölümü


Kolileme Bölümü


Barkod Kesme