



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TEKSTİL ÜRETİMİNDE DİKİMHANE ATÖLYESİNDE HATA
ANALİZİ UYGULAMASI**

RABİA MELİKE DURAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ İREM DÜZDAR ARGUN**

DÜZCE, 2021

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL ÜRETİMİNDE DİKİMHANE ATÖLYESİNDE HATA
ANALİZİ UYGULAMASI

Rabia Melike DURAN tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi İrem DÜZDAR ARGUN

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi İrem DÜZDAR ARGUN

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Barış KANTOĞLU

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Fatma KOSOVALI ÇAVUŞ

Haliç Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 18/08/2021

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

18 Ağustos 2021

Rabia Melike DURAN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi İrem DÜZDAR ARGUN' a ve tez çalışmamda verdikleri destekten dolayı REALKOM TEKSTİL' e en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

18 Ağustos 2021

Rabia Melike DURAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
KISALTMALAR.....	ix
SİMGELER	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI	2
1.2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	3
2. METODOLOJİ.....	6
2.1. KALİTE.....	6
2.1.1. Kalite Kontrol.....	6
2.1.1.1. Pareto Analizi.....	7
2.1.1.2. Neden – Sonuç Diyagramı	7
2.1.2. İstatistiksel Kalite Kontrol (İKK).....	8
2.1.3. İstatistiksel Kalite Kontrol Grafikleri	8
2.1.3.1. Nicelikler ve Nitelikler İçin İstatistiksel Kalite Kontrol Grafikleri.....	11
2.1.3.2. <i>p</i> - Kontrol Grafiği	12
2.1.3.3. <i>np</i> -Kontrol Grafiği	12
2.1.3.4. <i>u</i> – Kontrol Grafiği.....	12
2.1.3.5. <i>c</i> - Kontrol Grafiği.....	12
2.1.3.6. Minitab Programı.....	13
2.1.3.7. Normal Dağılım Testleri.....	14
2.2. BAYES AĞLARI.....	14
2.2.1. Netica Bayes Ağı Modelleme Programı.....	18
2.2.2. Duyarlılık Analizi.....	19
3. UYGULAMA.....	20
3.1. İŞLETMENİN TANITIMI	20
3.2. PANTOLON DİKİM AŞAMALARI	20
3.3. İŞLETMEDE KALİTE KONTROL SİSTEMİ	24
3.4. ÇALIŞMANIN AKIŞI.....	28
3.4.1. Aylık Dikim Hataları Dağılım Tablosu	29
3.4.2. Pareto Diyagramı	33
3.4.3. Dikim Hatalarında C Kontrol Grafiklerinin Kullanılması.....	34
3.4.3.1. Normal Dağılım Testleri.....	34
3.4.3.2. C Kontrol Grafikleri.....	36
3.4.3.3. Arka Cep Takma Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği.....	37
3.4.3.4. Köprü Takma Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği	40
3.4.3.5. Yan Gaze / Çima Dikiş Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği.....	42
3.4.3.6. Paça Dikiş Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği.....	43
3.4.3.7. Kemer Kapama Dikiş Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği.....	44
3.4.3.8. İç Boy Dikiş Operasyonu Ağ Kayması Hatası C Kontrol Grafiği	45

3.4.3.9. İç Boy Baskı Dikiş Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği	45
3.4.3.10. Paça / Yan Gaze Pontrez Dikiş Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği.....	46
3.4.4. Neden – Sonuç Diyagramı.....	47
3.4.5. Nedensel Bayes Ağları Yöntemi.....	49
3.4.5.1. Kaynak Değişkenleri, Çözüm Alternatifi Değişkenleri, Darboğaz Değişkenleri Açıklamalar	52
3.4.5.2. Kaynak Değişkenleri ve Çözüm Alternatifi Değişkenleri İlişki Matrisi Açıklamalar.....	56
3.4.5.3. Çözüm Alternatifi Değişkenleri ve Darboğaz Değişkenleri İlişki Matrisi Açıklamalar..	611
3.4.5.4. Bayes Ağ Modelinin Netica Programında Kurulması	66
3.4.5.5. Bayes Ağ Modelinin Olasılıklı Modeli İçin Uzman Değerlendirmesi Yoluyla Veri Toplama	67
3.4.5.6. Kaynak Değişkenleri Anketi.....	688
3.4.5.7. Çözüm Alternatifi Değişkenleri Anketi	699
3.4.5.8. Darboğaz Değişkenleri Anketi	699
3.4.5.9. Senaryo Analizlerinin Yapılması	70
3.4.5.10. Mevcut Durum Senaryosu.....	70
3.4.5.11. En İyi Durum Senaryosu.....	71
3.4.5.12. En Kötü Durum Senaryosu	744
3.4.5.13. Duyarlılık Analizlerinin Yapılması	766
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	79
5. KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ.....	89

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Noktaların dağılıma yüzdeleri.....	10
Şekil 2.2. Minitab genel görünümü.....	13
Şekil 2.3. Beş değişkenden oluşan örnek Bayes ağı yapısı	15
Şekil 2.4. Seri bağlantı.....	15
Şekil 2.5. Yakınsayan bağlantı.....	15
Şekil 2.6. Iraksayan bağlantı.....	16
Şekil 2.7. Netica programı ana ekran	18
Şekil 3.1. Realkom Düzce fabrika.....	20
Şekil 3.2. Kot pantolon bölümleri	24
Şekil 3.3. Dikim başlangıç kontrol.....	25
Şekil 3.4. Dikim inline kontrol.....	25
Şekil 3.5. Dikim final kontrol.	26
Şekil 3.6. Order bazlı kıyaslama hata çizelgesi raporu.	27
Şekil 3.7. Pareto diyagramı.....	33
Şekil 3.8. Örnek boyutu hesaplama.....	34
Şekil 3.9. Anderson-Darling normal dağılım grafiği ilk 8 hata.	36
Şekil 3.10. Arka cep takma operasyonu C kontrol grafiği.	37
Şekil 3.11. Arka cep takma operasyonu iyileştirme sonrası C kontrol grafiği	38
Şekil 3.12. Arka cep takma operasyonu 2. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.	38
Şekil 3.13. Arka cep takma operasyonu 3. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.	39
Şekil 3.14. Arka cep takma operasyonu 4. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.	39
Şekil 3.15. Köprü takma operasyonu C kontrol grafiği.....	40
Şekil 3.16. Köprü takma operasyonu iyileştirme sonrası C kontrol grafiği	41
Şekil 3.17. Köprü takma operasyonu 2. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.	41
Şekil 3.18. Köprü takma operasyonu 3. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.	42
Şekil 3.19. Yan gaze/çima operasyonu C kontrol grafiği.....	42
Şekil 3.20. Yan gaze/çima operasyonu iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.	43
Şekil 3.21. Paça dikiş operasyonu C kontrol grafiği.....	43
Şekil 3.22. Paça dikiş operasyonu iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.....	44
Şekil 3.23. Paça dikiş operasyonu 2. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.....	44
Şekil 3.24. Kemer kapama operasyonu C kontrol grafiği	45
Şekil 3.25. İç boy dikiş operasyonu C kontrol grafiği.....	45
Şekil 3.26. İç boy baskı dikiş operasyonu C kontrol grafiği.	46
Şekil 3.27. Paça/yan gaze ponterez dikişi C kontrol grafiği.....	46
Şekil 3.28. Dikim hataları için neden sonuç diyagramı.....	47
Şekil 3.29. Bayes ağ modeli.....	49
Şekil 3.30. Bayes ağ modelinin NETICA modeli.....	67
Şekil 3.31. Çözüm alternatifi değişkenleri değerlendirmelerin ortalama sonucu	69
Şekil 3.32. Darboğaz değişkenleri değerlendirmelerin ortalama sonucu	69
Şekil 3.33. Mevcut durum NETICA modeli.....	70
Şekil 3.34. En iyi durum NETICA modeli	72
Şekil 3.35. En kötü durum NETICA modeli	74

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Koşullu olasılık tablo örneği.	18
Çizelge 3.1. Kot pantolon dikimi hazırlık akış tablosu.	21
Çizelge 3.2. Kot pantolon ön ve arka parça dikimi akış tablosu.....	22
Çizelge 3.3. Kot pantolon ön ve arka parça birleştirme akış tablosu.....	23
Çizelge 3.4. Uygulama akış tablosu.	28
Çizelge 3.5. Dikim hataları dağılım tablosu.	29
Çizelge 3.6. Sabit örneklem dikim hataları dağılım tablosu.....	35
Çizelge 3.7. Kaynak değişkenleri ve çözüm alternatif değişkenleri dağılım tablosu.	50
Çizelge 3.8. Çözüm alternatif değişkenleri ve darboğaz değişkenleri ilişki matrisi.....	51
Çizelge 3.9. Kaynak değişkenleri değerlendirme sonucu.....	68
Çizelge 3.10. Bütçe değişkenleri duyarlılık analizi.....	77
Çizelge 3.11. Ar-Ge yatırımları değişkeni duyarlılık analizi sonucu.....	78
Çizelge 3.12. Makine kalibrasyonları değişkeni duyarlılık analizi sonucu.....	78

KISALTMALAR

AD	Anderson - Darling
AKS	Alt Kontrol Sınırı
BA	Bayes Ağı
GSYH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
İKK	İstatistiksel Kalite Kontrol
MÇ	Merkez Çizgi
NBA	Nedensel Bayes Ağı
OÇ	Orta Çizgi
RJ	Ryan - Joiner
ÜKS	Üst Kontrol Sınırı



SİMGELER

Σ	Toplam
Σf	Birikimli Frekans
μ	Ortalama
σ	Standart Sapma



ÖZET

TEKSTİL ÜRETİMİNDE DİKİMHANE ATÖLYESİNDE HATA ANALİZİ UYGULAMASI

Rabia Melike DURAN

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İrem DÜZDAR ARGUN

Ağustos 2021, 88 sayfa

Bu çalışmanın amacı, dikim bölümündeki kontrol dışı durumları tespit ederek, kontrolsüzlüğe sebep olan faktörleri belirlemek ve hatalara sebep olan faktörleri iyileştirmek için çözüm önerilerinde bulunmaktır. Bu çalışma, kot pantolon üretimi yapan tekstil fabrikasına ait aylık dikim istatistikleri ile dikim sonucu ortaya çıkan hataların, istatistiksel kalite kontrol yöntemleri kullanılarak tespit edilmesini ve hataya sebep olan faktörlerin analizini içermektedir. Fabrikada bulunan dikimhane bölümüne ait aylık dikilen pantolon sayısı ile kalite kontrol bölümünden alınan aylık hata verileri kullanılarak ‘Hata Kontrol Çizelgesi’ oluşturulmuştur. Hataları analiz etmek için tanımlı 36 adet hata türü ile hata kontrol çizelgesinden elde edilen oranlara göre Pareto analizi yapılmıştır. Hataların %80’lik kısmının tüm nedenlerin %20’lik kısmından kaynaklandığı sonucuna varılmış ve en fazla hataya sebep olan 8 işlem ele alınmıştır. Bu sonuca göre birim başına düşen kusur sayısını bulmak ve üretimin kontrol altında olup olmadığını belirlemek için İstatistiksel Kalite Kontrol Tekniklerinden C kontrol grafiği kullanılmıştır. Üretimin kontrol dışı olduğu noktalardaki sebepler araştırılmış, uzman görüşleriyle neden-sonuç grafiği oluşturulmuştur. Neden – sonuç grafiğindeki hatalara çözüm bulabilmek için Bayes ağı yöntemi kullanılmıştır. Uzmanların değerlendirmeleri sonucu hataların, en fazla çalışan dikkatsizliği kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır. En gerekli çözüm yöntemini belirlemek için duyarlılık analizleri yapılmıştır. Çözüm yöntemi olarak çalışanların eğitimi ve denetiminin düzenli hale getirilmesi önerisinde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Bayes ağları, Duyarlılık analizi, Hata analizi, İstatistiksel kalite kontrol, Tekstilde duyarlılık analizi.

ABSTRACT

A DEFECT ANALYSIS STUDY IN A TAILORING WORKSHOP FOR TEXTILE INDUSTRY

Rabia Melike DURAN

Düzce University

Institute of Graduate Studies, Department of Mechanical Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. İrem DÜZDAR ARGUN

August 2021, 88 pages

The aim of this study is to determine the uncontrolled situations in the tailoring section, to determine the factors that cause uncontrolled and to suggest solutions to improve the factors that cause defects. This study includes the monthly tailoring statistics of the textile factory producing jeans and the determination of the faults resulting from the tailoring by using statistical quality control methods and the analysis of the factors causing the defect. An 'Defect Control Chart' was created by using the monthly number of trousers sewn per month in the tailoring department of the factory and the monthly defect data obtained from the quality control department. In order to analyze the defects, Pareto Analysis was performed according to the ratios obtained from the defect control chart with 36 defined defect types. It was concluded that 80% of the defects were caused by 20% of all causes, and 8 operations that caused the most defects were discussed. According to this result, C control chart from Statistical Quality Control Techniques was used to find the number of defects per unit and to determine whether the production is under control. The reasons at the points where the production is out of control were investigated and a cause-effect graph was created with expert opinions. Bayesian Network Method was used to find solutions to the defects in the cause-effect graph. As a result of the evaluations of the experts, it was concluded that the most defects caused by employee carelessness Sensitivity analyzes were performed to determine the most necessary solution method. As a solution method, it has been suggested that the training and supervision of employees should be made regular.

Keywords: Bayesian networks, Defect analysis, Sensitivity analysis, Sensitivity analysis in textile industry, Statistical quality control.

1. GİRİŞ

Globalleşen dünyada işletmelerin ayakta kalabilmesi kalite, verimlilik, düşük maliyet gibi hedeflerin gerçekleştirilmesine bağlıdır. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) içindeki pay, yüksek ihracat potansiyeli, yüksek istihdam tekstil sektörünün Türkiye ekonomisinin lokomotif sektörlerinden biri olduğunun göstergesidir. Ülkenin imalat sanayi üretim değeri toplamının %8,8'ini, imalat sanayinde yaratılan katma değer %9,9'unu tekstil oluşturmaktadır [1]. Türkiye'de tekstil sektörü dünyada 7. sıradadır. Genel ihracatı içerisinde ülkede en büyük paya sahip ikinci sektördür [2]. Tekstil sektöründe bu başarıların devam etmesindeki en büyük engel, düzeltilebilir hataların göz ardı edilmesidir. Tekstil sektörü yapısı gereği kalite değişkenliklerinin yoğun olarak görüldüğü sektörler arasındadır. Otomasyon artışına rağmen emek yoğun üretim olma özelliği, insan ve organizasyon kaynaklı hatalara zemin hazırlamaktadır. Özellikle fason üretim yapan işletmelerde karşılaşılan bu hatalar, ürün kalitesi ve üretim verimliliğinde büyük değişimlere neden olmaktadır. Bu değişimlerin yaratmış olduğu zaman ve emek israfının önüne geçmek için işletmeler hata analiz tekniklerini uygulamaya başlamıştır. Dokuma üretimi yapan bir fabrikada kalite kontrol kartlarının kullanımına yönelik vaka analiz çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada geleneksel x kontrol grafikleri ve dağıtımsız grafikler karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak dağıtımsız grafiklerin sonuçlarında üretimin kontrol altında olduğu tespit edilmiştir. X kontrol grafiklerinde ise sürecin kontrol dışı olduğu tespit edilmiştir. Bu yanıltıcı duruma, istatistiksel kalite kontrolde istenmeyen üretici riski hatası denmiştir [3]. Yapılan bir başka çalışmada tekstil işletmesindeki mekik dokuma tezgahında üretilen gri kumaşlardaki hataların yedi kalite aracı kullanılarak analiz edilmesini içermektedir. Kusur türlerine göre gerçekleştirilen c kontrol diyagramına göre sürecin kontrol dışı olduğu tespit edilmiştir. Firmanın kumaş alımında daha dikkatli olması, çalışanların performansını artırıcı eğitimlerin verilmesi, makinelerin düzenli olarak temizlik ve bakımlarının yapılması önerilerinde bulunulmuştur [4]. Konfeksiyon sanayinde faaliyet gösteren bir işletmede üretilen elbise modeline ait hata analizlerini gerçekleştirmiştir. Hata analizleri için Kontrol çizelgeleri, Pareto analizi, p Kontrol grafiği ve Neden sonuç diyagramı oluşturulmuştur.

Çalışmanın sonucunda ütüleme hatası, dikişlerde patlak oluşması ve kumaşta saçaklanma probleminin tüm hataların yarısını oluşturduğu sonucunda varılmıştır. Uygulanan p kontrol grafiği sonucunda nisan ayında üretimin kontrol dışı olduğu ve sebebinin çalışan kaynaklı olduğu sonucunda varılmıştır. Çalışan personelin güçlendirilmesi ve eğitim verilmesi önerilerinde bulunulmuştur [5]. Sivas Dikimevi'nde yapılan bir çalışmaya göre p ve np istatistiksel proses kontrol tekniklerini kullanarak üretim hatalarının sebepleri araştırılmıştır. Çalışmada 6 aylık üretim verileri kullanılmıştır. Çalışma sonunda üretimin kontrol altında olduğu tespit edilmiştir. Dikimevinde kalite kontrol sistemlerinin oluşturulması belirli kalite seviyesine geldiğini göstermektedir [6]. Yapılan bir çalışmada önerilen Bayes modeliyle birlikte tekstil endüstrisinde operasyonel risk değerlendirilmesi için olasılık yaklaşımının uygulanmasıyla olasılıksal risk değerlendirme yapısının faydaları gösterilmektedir. Risk faktörleri olarak üretim süreci, insan kaynakları, lojistik, işin aksamaması, satış ve pazarlama, güvenlik ve tüm dış faktörler değerlendirilmiştir. Modelin verilere dayalı deneysel analizi gelecekteki çalışma olarak bırakılmıştır [7].

1.1. ÇALIŞMANIN AMACI

Tekstil sektörünün dinamik yapısı kaliteli üretimi zorunlu hale getirmektedir. Üretimde hata oranlarının artması, maliyet artışına, zaman israfına hatta siparişlerin yetişmemesi gibi durumlara yol açabilmektedir. İşletmelerin, kalitesizliğin getirdiği maddi ve manevi durumların tekrarını önlemek için bir takım kalite iyileştirme faaliyetlerine ağırlık vermeleri gerekmektedir. Bu çalışma, Düzce ilinde faaliyet gösteren kot pantolon üretimi yapan bir tekstil iyileştirmesinde dikim hatalarının sebeplerini araştırmak ve hataların çözümünde kalite araçlarını kullanarak önerilerde bulunmaktadır. Çalışmada, ilk önce İstatistiksel Kalite Kontrol teknikleriyle üretimin kontrol altında olup olmadığı belirlenmiştir. Dikim hataları için C kontrol grafiklerinin kullanılması kararlaştırılmıştır. Veriler Minitab programıyla analiz edilmiştir. Kontrol dışı noktalar tespit edildikten sonra dikim hatalarıyla ilgili Neden-Sonuç diyagramı oluşturulmuştur. Neden Sonuç diyagramındaki hatalar darboğaz olarak seçilmiş ve Nedensel Bayes Ağlarına (NBA) geçiş yapılmıştır. Bayes Ağları (BA) yönteminde sonuçlar uzman değerlendirmesi yoluyla toplanmış, veriler Netica programıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucu birbirine en yakın değişkenler için duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizleriyle birlikte hataların ana kaynağı ve çözüm yöntemleri belirlenmiştir.

Çıkan sonuçlarla birlikte hataların çözümüne yönelik önerilerde bulunulmuştur. Bu çalışma, Neden-Sonuç diyagramından Bayes ağlarına geçiş tekniği olarak alanında yapılan ilk çalışmadır. Gelecekteki çalışmalarda kapsamlı olarak kullanılabilir.

Çalışmanın ilk bölümünde konu ile ilgili literatür araştırmasına yer verilecektir. Daha sonra kullanılan yöntemlerle ilgili teknik bilgilere yer verilecektir. Uygulama kısmında ise çalışmanın uygulanması, toplanan veriler, sonuçlar yorumlanacaktır. Son bölümde çalışmanın literatüre kazandırdıkları ve gelecekteki çalışmalar için tavsiyeler ve önerilerde bulunulacaktır.

1.2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Makarna üretimi yapan bir fabrikada, üretim hattında meydana gelen hatalar beş aylık dönem baz alınarak incelenmiştir. Hatalardan kaynaklanan duruş süreleri belirlenmiş ve Pareto analizi yardımıyla önem derecelerine göre sıralanmıştır. Bu hataların aylara göre değerlendirilmesinde en fazla hatanın ilk ay meydana geldiği belirlenmiştir. Hata çeşitleri değerlendirildiğinde üretim hattını durduran en fazla hata dryer makinasının 3.kat hareket motoru arızası olduğu sonucuna ulaşılmıştır [8]. Dokuma işletmesinde ham kumaş kontrolü sonucu görülen kumaş hatalarını, Pareto analizi ve p kontrol grafikleri ile incelemiştir. Pareto analizi sonucu en fazla çözgü kopuğu (%48,02), duruş izi (%15,32), çözgü yığılması (%8,69), atkı yığılması (%6,88) hataları gözlenmiştir. Günlük kontrol edilen miktarlar farklı olduğu için P kontrol grafiklerinde üç farklı yaklaşım uygulanmıştır. P kontrol grafiklerinin oluşturulmasında izlenen ilk yaklaşıma göre; her gün için hesaplanan hata oranları (p), 12. günde üst kontrol sınırlarının dışında, 14. Günde alt kontrol sınırında ve 26. günde ise alt kontrol sınırlarının altında olduğu için, kalitenin istatistiksel olarak kontrol altında olmadığı tespit edilmiştir [9]. Tekstil işletmesinde iplik üretme makinesinde ölçülen özellikler için X ve R, ölçülemeyen özellikler için C kontrol grafiğini uygulamıştır. Kontrol grafikleri incelendiğinde iplik üretim ve kalitesinin kontrol altında olduğu tespit edilmiştir [10]. Kimya sektöründe yapılan çalışmaya göre rekabet gücünü analiz etmek için Bayes ağlarını kullanarak karşılaştırma yapılmıştır. İki ağ yapısı incelendiğinde, Nedensel Bayes ağlarının daha yoğun ilişkiler barındırdığı sonucuna varmıştır. Bayes ağlarının tahmin gücünün daha yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Yapılan duyarlılık analizleri sonucunda en önemli değişkenler; İnovasyon Kapasitesi, Ar-Ge'de üniversite sanayi işbirliği, Bilimsel araştırma kurumlarının kalitesi olarak belirlenmiştir [11].

Fotoğraf çerçevesi ve mini eşyalar üreten bir şirkette Bayes – Balık kılçığı yöntemini kullanılmıştır. Ekspresso renkli fotoğraf çerçevelerinin üretim ve hata verileri kullanılmıştır. Pareto analizi sonucu Sprey boya eksikliği (%32,90), Zımpara eksikliği (%29,97), Renk Solması (%13,03) en fazla çıkan hatalardır. Sprey boya eksikliği hatası için P – NP ve C kontrol grafikleri oluşturulmuştur. P kontrol grafiğinin dördüncü haftasında hatalı üretim üst kontrol limitlerinin üzerinde beşinci haftada alt kontrol limitlerinin altında çıkmıştır. NP ve C kontrol grafiklerinde hatalı üretim kontrol altındadır [12]. Takım elbise üreten bir işletmede ceket üretim sürecinin kalite açısından kontrol altında olup olmadığını belirlemek ve en yüksek dikiş hatasına sahip işlemleri belirlemek için İstatistiksel Proses Kontrol yöntemlerinden, kontrol listesi, P kontrol grafiği ve pareto analizi kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda dikiş hataları tüm hataların %7,6'sını oluşturmaktadır. Kalite hataları, Duncan testi ile daha çok araştırılmış ve sonucunda hataların %71,62'sinin ceket gövdesi ve astarda olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda toplam hata miktarı varsayımsal olarak %21,23 oranında azaltıldığında, işletmede üretim süreci kontrol altına alınabilir ve dikiş hatası oranı %1,6 oranında iyileştirilebilir [13]. Etiyopya'da faaliyet gösteren konfeksiyon fabrikasında yapılan çalışmaya göre gömlek imalatında yaşanan kalite kontrol sorunlarını ve tedarik zinciri yönetiminde karşılaşılan sorunları belirlemek için İstatistiksel Kalite Kontrol araçlarından pareto analizi, neden sonuç diyagramı, histogram, X kontrol grafiği, R kontrol grafiği kullanılarak vaka analiz çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan vaka çalışması sonucuna göre yönetimin istekli olmasına karşın kalite kontrol çalışmalarında bilimsel yaklaşım kullanılmamaktadır. Yıllık %8,6 oranında kusur tespit edilen ürünlerin yerel pazara gittiği sonucu elde edilmiştir. Uygun kalite kontrol uygulamaları olması halinde ürünlerin uluslararası pazara ihraç edilmesi döviz artışını ve karı artırmaktadır [14]. Giyim sektöründeki dikiş hatalarının, birim başına kusur oranları tespit edilerek hataların sebepleri azaltılarak çalışma öncesi ve çalışma sonrası kusur oranları karşılaştırılmıştır. Dikiş makinesi tansiyon ayarlarındaki bozukluk, dikiş esnasında zaman senkronizasyon sorunu, operatörlerin kumaşın fiziksel özellikleri hakkındaki problemleri nedeniyle ölçü problemleri, büzülme, atlama dikişleri gibi hataların olduğu tespit edilmiştir. Çalışma öncesinde birim başına kusur oranı %8'dir. Makinede, silindir ayarının değiştirilmesi düzeltici eylemi sonrasında birim başına kusur oranı %4 olarak tespit edilmiştir [15].

Denizli’de faaliyet gösteren tekstil şirketinde üretim sürecindeki hataları, nedenleri ve sonuçlarını, kusur yüzdesi grafikleri, p-CUSUM kontrol grafiklerini kullanarak, üretimin standartlara uygun olup olmadığı ya da hedeflenen kalite düzeyinde gerçekleşip gerçekleşmediğini belirlemek amaçlanmıştır. İki farklı kontrol yöntemi kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre hata oranlarının kalite kontrol seviyesi iki farklı grafikte de birbirinden farklı ve tutarsız olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda her iki kontrol grafiğinin birlikte kullanılması uygun görülmüştür. Analiz edilen hata oranları için P kontrol grafiğinde kalite seviyesi yıllık %0,07 seviyesinde tespit edilmiştir. Hedeflenen kalite düzeyi %0,05 seviyesindedir [16].

Bangladeş’te faaliyet gösteren bir giyim firmasında dikiş kusurlarının temel nedenlerini belirlemek ve kaizen uygulaması yoluyla kusurları azaltmada sürekli iyileştirme yapmak amaçlanmıştır. Sürekli iyileştirme çalışması yapmak için kök neden analizi ve verimlilik çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan pareto analizine göre en sık görülen kusur yanlış dikim hatasıdır. Tüm hataların %24’ünü oluşturmaktadır. En sık görülen ikinci kusur %14 ile dikiş açılması hatasıdır. Çalışanların dikiş makinesini uygun şekilde ayarlaması, üretim hattına kalifiye operatör atamak, kaliteli iplik, iğne, ekipman kullanımı, her operasyon için uygun sürenin belirlenmesi gibi kaizen uygulamaları sayesinde üretim hattının verimliliği %45’den %60’a çıkmıştır [17].

2. METODOLOJİ

2.1. KALİTE

Kalite kavramı, son yıllarda farklı şekillerde kullanılmaktadır. Kalitenin tanımı yapan kişiye göre değiştiği için kaliteyi tanımlamak başlı başına biri iştir. Bu durum kalitenin geniş içerikli bir kavram olmasından dolayıdır. Yine de herkes tarafından anlaşılan bazı tanımlar vardır ve bu tanımlar yaygın biçimde kullanılmaktadır [18]. Bir ürünün veya malzemenin kendisinden beklenen performansı en üst düzeyde karşılmasına kalite denir [19]. Kalite, tüketicinin istediği esneklik, dayanıklılık, güvenilirlik gibi özelliklere sahip ve hatalardan arındırılmış ürünlerin kullanım amacına uygunluğudur [20].

Yoğun rekabet şartları altında mal ve hizmetlerin kalitesinin sürekli olarak geliştirilmesi günümüz işletmelerinde zorunludur. İşletme yöneticileri kusurlu ürünleri piyasaya sürer ve kaliteyle ilgili önlem almazsa satışların azalması, prestij kaybı gibi birçok olumsuz durumla karşılaşabileceklerdir. İşletmeler açısından kalitenin amaç ve önemi iki temel başlık altında toplanabilir [21]:

- Üretim sonucu ortaya çıkan hurda, fire ve atık miktarı azalacak, ürün üzerinde yeniden düzeltme işlemi yapılması ortadan kalkacaktır. Bu durum üretimde yüksek üretim hızı, daha az duraklama ve çalışanların işe bağlılığını artıracaktır.
- Kaliteli üretim, müşteri beklenti ve taleplerinin tam olarak karşılanmasıyla müşteri sayısı, satışlar ve kar artışının sağlayabilecektir.

2.1.1. Kalite Kontrol

Kalite kontrol, ekonomik etkinliğin sağlanması için; kalite çemberinin çeşitli aşamalarındaki proseslerin gözlenmesi, yetersiz ve düşük performansa yol açan sebeplerin ortadan kaldırılmasını amaçlayan işlemleri ve uygulama tekniklerini kapsamaktadır [22]. Üretim sonrası düzeltmeye dayanan kalite kontrol çalışmaları, üretim hattının sonuna ya da aralarına muayene işlemleri koyarak üretimi tamamlanmış olan parçaların kusurlu ya da kusursuz olarak ayrılmasını amaçlar. Hatalı üretilmiş bir parçada boşa harcanmış makine saatleri, işçilik zamanları, malzeme ve pek çok maliyet gizlidir [23].

Üretim yöntemlerinin ve ürün prosesinin karmaşık yapıda olması kaliteli ve tek tip ürün elde etme çabalarını büyük ölçüde engellemektedir. İstatistik, bu sorunların çözülmesinde büyük rol oynamaktadır. Büyük miktarlarda üretimler söz konusu olduğunda ürünlerin kalitesini kontrol etmek ve muayene edilecek birimlerin miktarlarını belirlemek istatistik metotların kullanımı ile mümkündür. İstatistik tekniklerini kullanmadan önce verileri doğru şekilde toplamak önem arz etmektedir. Verileri doğru toplamak, ancak belirli bir sistem dahilinde istatistik teknikleri konusunda bilgi sahibi personel ve ölçüm hatası olmayan cihazlarla mümkündür. Kalite kontrol faaliyetlerinin doğru şekilde yerine getirilmesinde istatistiksel metotlardan yararlanılmaktadır. Kalite kontrol yönteminin uygulanması firmalarda iki şekilde gerçekleşmektedir. Bunlardan ilki firmaya giren ve firmadan çıkan ürünlerin kontrolü, ikincisi üretim ve imalat süreci esnasında prosesin ve ürünün kontrol edilmesidir. Bu yaklaşımların uygulanmasının temelinde istatistiksel kontrol teknikleri kullanılmaktadır.

2.1.1.1. Pareto Analizi

İtalyan ekonomist Wilfredo Pareto'nun adını alan bu araç 80-20 kuralı olarak da bilinir. Pareto analizine göre sorunların %80'inin, yerine getirilen işlemlerin %20'sine dayandığı mantığına göre problemleri ve nedenleri sıralar. Bu sayede en önemli nedenlere odaklanılır. Pareto analizini yapmak için belirlenen frekanslarla, kümülatif frekans değerleri bulunur. Bu değerlerden en sık rastlanan değerler en solda, en az rastlananlar en sağda olacak biçimde "x" eksenine yerleştirilir. Gerektiğinde hata türleri Pareto analizinde daha fazla grup halinde ele alınabilir. Öncelikli olarak en önemli neden ele alınmalı ve nedenin giderilmesi sağlanmalıdır. Analiz sürekli olarak sürdürülerek hataların nedenleri azaltılır. Pareto analizi için oluşturulan Pareto grafikleri en fazla rastlanan hata türünden en az rastlanana doğru azalarak giden bir dikdörtgen dizisi şeklindedir [24].

2.1.1.2. Neden – Sonuç Diyagramı

Neden – Sonuç diyagramı, kalite karakteristiği ve faktörleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir diyagramdır [25]. Neden – sonuç diyagramları problem çözme ve süreç geliştirme konularında çalışanların en çok tercih ettiği kalite araçlarından birisidir. Diyagramın görünüşünden dolayı "Balık Kılçığı" veya bu diyagramı ilk geliştiren 1943 yılında Tokyo Üniversitesi profesörlerinden Kaoru Ishikawa'nın adıyla "Ishikawa Diyagramı" olarak da adlandırılır.

Süreçteki her problem, her adım için genel sebepler başta olmak üzere en ufak detaylara inilir ve sebebin ortaya çıkarılması için temel bilginin ortaya konması sağlanır [26]. Diyagramın baş kısmına “problem”, büyük kılçık dallarına “ana faktörler”, ara kılçık kısımlarına “alt faktörler” yerleştirilir. Problemler ve buna neden olan faktörler arasındaki ilişkileri sistematik şekilde görselleştiren analiz biçimidir. Neden – sonuç diyagramı, birkaç neden arasında, hangisinin en büyük etkiye sahip olduğunu belirlemeye yardımcı olmaktadır [27].

2.1.2. İstatistiksel Kalite Kontrol (İKK)

Deming istatistiksel kalite kontrolü, “bir ürünün en ekonomik şekilde, en yüksek düzeyde yararlı, aynı zamanda bir pazara sahip olacak biçimde üretimini sağlamak üzere, istatistik prensip ve yöntemlerinin üretimin bütün aşamalarında uygulanmasından ibarettir” şeklinde tanımlamıştır [28]. İstatistiksel kalite kontrol tekniklerinin uygulanması kalite kontrol işlemlerini hem bilimsel temele dayandırmak hem de verilerin çözümlenmesi ve açıklanmasına dayandırılarak ürün ve hizmetin kendisi değil, onu gerçekleştiren prosesin kontrol altına alınmasını, prosesin sürekli iyileştirilmesini sağlar. Kalite problemlerinin çözümünde istatistiksel teknikleri kullanmadan önce veriler doğru şekilde toplanmalıdır. İstatistiksel tekniklerin uygulanmasında yanlış ya da gerçeklerle bağdaşmayan veriler, yetersiz veri toplama yöntemleri, hatalı matematiksel işlemler, veri iletiminden doğan hatalar, uygun olmayan istatistiksel yöntemlerin belirlenmesi, anormal değerlerin kullanılıp kullanılmaması, deneyimsiz kişilerin yaptığı hatalı uygulamalar istatistik metotlarının kalite kontrolünün kullanımıyla ilgili temel bazı sorunlara yol açmaktadır [29].

2.1.3. İstatistiksel Kalite Kontrol Grafikleri

İstatistiksel kalite kontrol yöntemleri, üretimin önceden belirlenmiş kalite özelliklerine uygun yapılmasını, standart dışı üretimi büyük oranda önleyerek hatalı üretimi en aza indirmek için kullanılır. Bu yöntemler üretim sistemi içinde üç aşamada kullanılır. İlk aşama üretimde kullanılan hammadde ve malzemelerin belirlenen standartlara uygun olup olmadıklarının kabul örnekleme ile araştırıldığı girdi kontrolüdür. İkinci aşama proses esnasında olası muhtemel sorunların belirlenmesi ve ortadan kaldırılması amacıyla süreç esnasında yapılan kontrollerdir. Bu iki aşamadan istatistiksel proses kontrol teknikleri kullanılır.

Son aşamada ise üretim bitiminde elde edilen ürünün istenen özelliklere uygunluğunun kontrolü amacıyla örnekleme tekniğinin kullanılmasıdır [30].

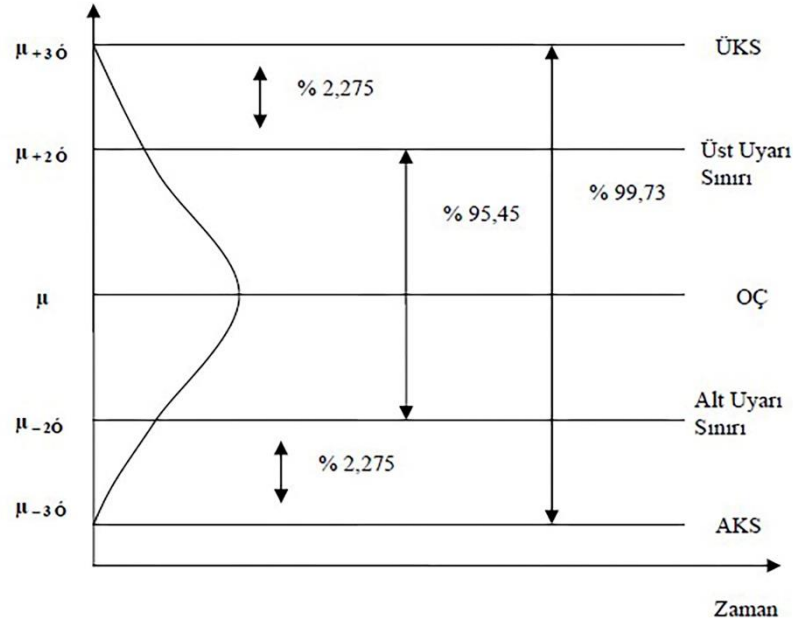
Kalite kontrolde kullanılan istatistiksel tekniklerin teorik yapısı 1926 yılında W.E.Shewhart tarafından oluşturulmuştur. Kontrol grafikleri adı verilen bu teknikler, sürecin istatistiksel yöntemlerle ekonomik ve güvenilir biçimde kontrol altında tutulmasında etkili araçlardır. Doğal olmayan sebepler sonucu ortaya çıkan değişiklikler, prosesi olumsuz etkilediği için tanımlanması, araştırılması ve kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bir kontrol grafiği, süreçte meydana gelen değişikliklerin doğal ya da doğal olmayan nedenlerden oluştuğunu ayırt etmeye yarayan önemli bir araçtır. Bir kontrol grafiği esas olarak üç çizgi ile gösterilir. Bu çizgiler “merkez çizgi (MÇ)” ya da “orta çizgi (OÇ)”, “üst kontrol sınırı (ÜKS)” ve “alt kontrol sınırı (AKS)”. Kalite özelliğinin ortalama değeri “merkez çizgi (orta çizgi)” ile temsil edilir. Orta çizgi aynı zamanda hedeflenen değerdir. Kontrol sınırları ve orta çizgi zaman eksenine paralel doğrularla gösterilir. Kontrol çizelgelerinin temeli normal dağılım fonksiyonuna dayanmaktadır [31]. Kontrol sınırları istatistiksel olarak güven sınırlarıdır. Bu sınırlar ana hatlarıyla şöyle belirlenir. İlgilenilen kalite özelliğine ait ölçüm değerleri istatistiği w olsun. Bu örnek istatistiğinin ortalaması μ ve standart sapması σ ise bu durumda orta çizgi ve kontrol sınırları aşağıdaki gibi olur.

$$\text{Üst Kontrol Sınırı: ÜKS} = \mu + k.Q \quad (2.1)$$

$$\text{Orta Çizgi: OÇ} = \mu \quad (2.2)$$

$$\text{Alt Kontrol Sınırı: AKS} = \mu - k.Q \quad (2.3)$$

Buradaki k , orta çizgiden kontrol sınırlarına olan mesafeyi belirlemede kullanılan bir katsayıdır. $K=2$ ise kontrol sınırları orta çizgiden $2 Q$ uzakta, $k=3$ ise, $3 Q$ uzakta demektir. Uygulamada kontrol sınırları için $k=3$, uyarma sınırları için $k=2$ alınır. Buna göre normal olarak noktaların %99,73’ünün kontrol sınırları arasında, %95,45’inin ise uyarma sınırları arasında olması gerekir. Örneğin, 100 örnek alınmışsa 100 noktanın tamamı kontrol sınırları arasında olmalıdır. Yaklaşık 5 noktanın uyarma ve kontrol sınırları arasına düşmesi beklenir. Bu dağılım yüzdeleri Şekil 2.1’de gösterilmiştir [24].



Şekil 2.1. Noktaların dağılma yüzdeleri [24].

Kontrol grafikleri uyarı mesajları verirler. Grafikteki değerler kontrol limitlerine çok yaklaştığı veya dışına çıktığı durumlarda önlem alınmasını sağlarlar. Genelde kararlı olmayan prosesleri gözlemek ve proseste değişiklik olduğunda erken uyarı sağlamak amacıyla kullanılır. Kontrol sınırları prosesin istatistiksel kontrol durumunda olup olmadığını belirlemede kullanılır. Tolerans sınırları diğer adıyla spesifikasyon sınırları ise prosesin istenilen şekilde işleyip işlemediğini belirlemede kullanılır. Spesifikasyon sınırlarının limitleri, ürün üretime başlamadan önce oluşturulan kalite standardına uygun olarak ürünün ölçülerindeki tolerans payları göz önünde bulundurularak müşteri, mühendis veya yönetici tarafından belirlenmektedir.

Kalite değişkenlikleri, genel ve özel nedenler olmak üzere iki faktör üzerinden incelenir. Genel nedenler üretimi etkileyen faktörlerin hepsinde sürekli olarak var olan ortak nedenlerdir. Hammadde özellikleri, işletme şartları, kalite sisteminin niteliği, makinelerin durumu, işçilerin işletmedeki sosyal durumları gibi nedenlerdir. Özel nedenler, prosesin sadece bir veya birkaçında zaman zaman ortaya çıkan aksaklıklardır. Makinelerden birinin arızalanması, işçilerden birinin işi yavaşlatması veya hammaddenin istenilen nitelikte olmaması gibi nedenlerdir. Özel nedenlerden dolayı ortaya çıkan dağılım, prosesteki herhangi bir nedenden dolayı ortaya çıkar ve görmezden gelinemeyecek dağılımdır (iş akış sırasındaki hata, malzemenin kötülüğü, makine arızası vs.). Tesadüfi nedenden ortaya çıkan dağılım ise aynı ve doğru yöntemle çalışılmasına rağmen ürünler üzerinde görülen kaçınılmaz dağılımdır [29].

2.1.3.1. Nicelikler ve Nitelikler İçin İstatistiksel Kalite Kontrol Grafikleri

Kalite kontrol grafikleri, üretimde hammaddeden ürüne kadar ölçülebilen ya da ölçülemeyen bir karakteristik bir yapıya sahiptir. Bu nedenle kontrol grafikleri değişkenler (nicelikler) için kontrol grafikleri ve nitelikler için kontrol grafikleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Kalite özelliği ölçülebiliyorsa ve sayı olarak ifade edilebiliyorsa değişkenler (nicelikler) için kontrol grafikleri kullanılır. Kalite özellikleri ölçülemez ancak hatalı – hatasız olarak sınıflandırılıyorsa nitelikler için kontrol grafikleri kullanılır. Nicelikler için kontrol grafiklerinde hem örnek ortalamalarının dağılımı hem de örneklerle ait dağılma ölçülerinin dağılışı izlenir. Dağılma ölçüsü olarak “standart sapma” veya “değişim aralığı” kullanılır. Ortalama için kullanılan grafik “ $\bar{X}$ Grafiği”, standart sapma için kullanılan grafik “S Grafiği”, değişim aralığı için kullanılan grafik ise “R Grafiği” olarak adlandırılır. $\bar{X}$ Grafiği, S veya R grafiği ile birlikte kullanılır. Bu duruma ortalamaların aynı olması, standart sapmaların büyük olması ve prosesin kontrol dışı olması sebep olmaktadır. Sadece X grafiği kullanılırsa kusurlu malların varlığı anlaşılamaz, değişkenlik fark edilemez. Dağılma ölçüleri için sadece S veya R kontrol grafiği kullanılırsa ortalamadaki değişkenlik fark edilemez ve kusurlu üretimin varlığı gözden kaçır.

Nitelikler için kontrol grafiğinde ürünlerin ölçümünde iki değer söz konusudur. (uygun/uygun değil, geçer/kalır, hatalı/hatasız gibi). Niteliksel türde veriler raporlama ve analizi için elverişlidir.

Nitelikler için kontrol grafiklerinin önemi aşağıda verilmiştir:

- Herhangi bir teknik veya yönetim sürecinin doğasında nitelik tipi veriler mevcuttur. Bu nedenle niteliksel analiz birçok uygulamada faydalıdır.
- Nitelik tipi veriler kolay ulaşılabilir verilerdir. (kontrol, red, malzemelerin ayrılması vb.) Bu gibi durumlarda ek bir veriye ihtiyaç duymadan eldeki bilgiler kontrol grafikleri üzerine geçirilir.
- Yeni verilerin gerekmesi durumunda niteliksel bilgileri toplamak hem çabuk hem de ucuz bir yöntemdir.
- Yönetime sunulan özet raporların çoğu niteliksel verilere bağlı olarak hazırlanır. Bu tür raporlar herkes tarafından anlaşılabilir. Niteliklerin genel ve özel nedenleri açıkça görülebilir.

- Nitelikler için kontrol grafikleri kullanılmadan önce, problemlerin öncelik sırası iyi belirlenmelidir. Her problem için kontrol grafiği gerekmebilir. Problemler, kullanıcı şikayetleri, maliyet sistemleri, şirket içi sorunlar ya da diğer nedenlerden kaynaklanabilir. Nitelik kontrol grafikleri özel bir problem üzerinde odaklanır ve detaylı bilgi istenildiğinde kullanılır.

Temel olarak dört tip nitelik grafiği kullanılmaktadır. Bunlar p grafiği (uygun olmayan birimlerin oranı, örnek büyüklüğü sabit değildir), np grafiği (uygun olmayan birim sayısı, örnek büyüklüğü sabittir), c grafiği (uygunsuzlukların sayısı, örnek büyüklüğü sabittir), u grafiği (bir birimdeki uygunsuzlukların oranı, örnek büyüklüğü sabit değildir) [32].

2.1.3.2. p - Kontrol Grafiği

Bir proses esnasında veya sonucunda ortaya çıkan uygun olmayan ürün sayısının toplam muayene edilen ürün sayısına oranı “hata oranı”dır. Bir proseste kontrol edilen parça sayısı, örneklem sayısı sabit değilse ve ürün üzerindeki hata sayısı değil ürünün hatalı olup olmadığı önemliyse p kontrol grafiği kullanılır. Kusurlu yüzdesi kontrol grafikleri olarak da bilinir. p kontrol grafikleri binom dağılıma uyar.

2.1.3.3. np - Kontrol Grafiği

Örneklem sayısının sabit olduğu durumlarda kusurlu sayısını kontrol etmek için kullanılır. Ortalama kusuru sayısı kontrol grafiği de denir.

2.1.3.4. u – Kontrol Grafiği

Örneklem sayısının değişken olduğu durumlarda parça başına düşen hata sayısıdır. Ürün gruplarında elde edilen toplam hatanın toplam ürün sayısına oranı merkez çizgiyi oluşturur.

2.1.3.5. c - Kontrol Grafiği

Kusurlu sayısı kontrol grafiği de denir. c alt grupta kontrol edilen parçaların hata sayısıdır. Ürün üzerindeki hataların önemli olduğu, üretimin az olduğu proseslerde kullanılır. c kontrol grafikleri poisson dağılımına uyar.

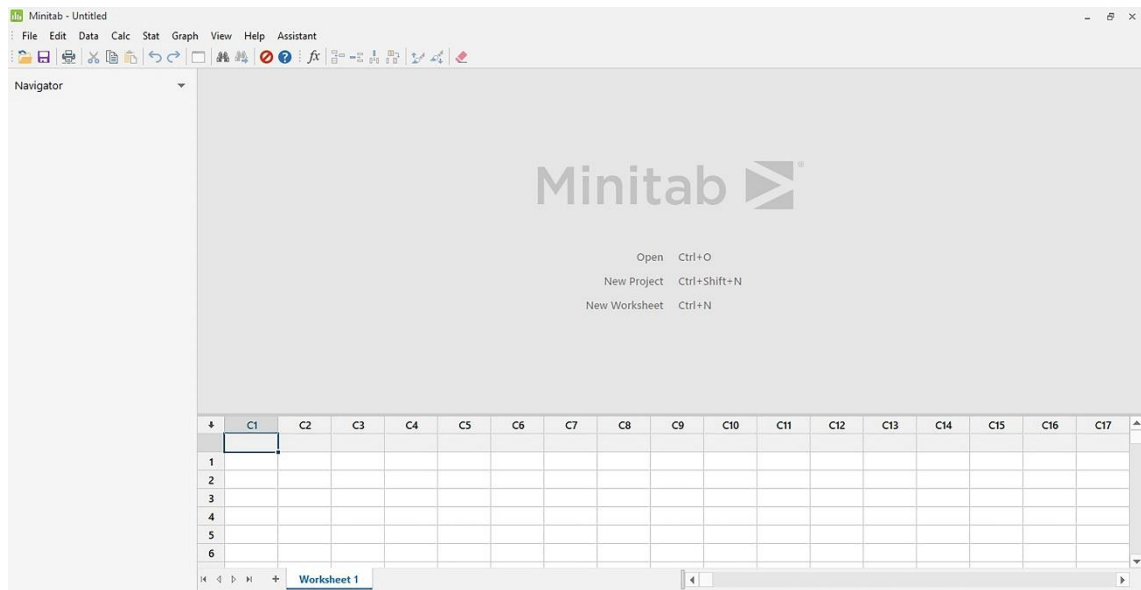
2.1.3.6. Minitab Programı

Minitab, Microsoft® Windows® işletim sisteminde kullanılan, kolon bazlı çalışan istatistiksel yazılımdır. Temel olarak çalışma sayfaları, grafik pencereleri, oturum penceresi gibi alt bileşenlerden oluşmaktadır. Başta Altı sigma olmak üzere endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Minitab fonksiyonlarına ulaşmanın yanında, istatistik bilimiyle ilgili pek çok bilgiye ulaşılabilir [33].

Minitab programının sunduğu birçok avantaj mevcuttur. Bu avantajlardan birkaçı aşağıda verilmiştir [34]:

- Kullanıcının gereksinimine göre mevcut olan işlevselliği genişletmek için komutlar eklenebilir.
- Dosyaları uyumlu uzantılara aktararak Excel ve Word programı için işlevsel çalışmalar yapılabilir.
- Project Manager işlevi ile kolay veri yönetimi (çalışma sayfalarını kronolojik sıraya ve başlığa göre sıralama vb.) sağlanır.
- Değişkenler arasındaki ilişkilerin yürütülmesi, karşılaştırmalar, karışık modeller için tahminleri hesaplar.
- İstatistiksel tolerans aralıklarını çok çeşitli dağılımlar yoluyla hesaplar.

Şekil 2.2’de Minitab programına ait genel görünüm verilmiştir.



Şekil 2.2. Minitab genel görünüm.

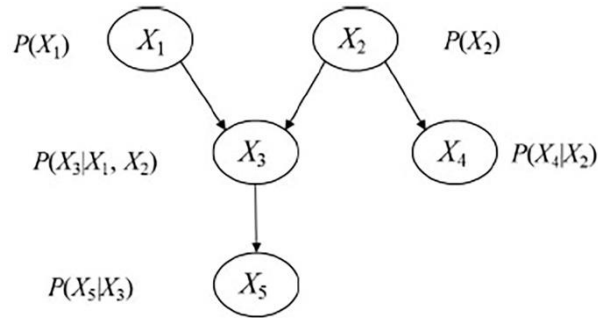
2.1.3.7. Normal Dağılım Testleri

Olasılık dağılımları, olayların ortaya çıkma olasılıklarını kuramsal olarak veren dağılımlardır. En bilinen olasılık dağılımları Normal dağılım, Binom dağılımı ve Poisson dağılımıdır. Bununla birlikte bu dağılımlar arasında en önemli dağılım normal dağılımdır [35]. Güçlü istatistiksel testlerin çoğu verilerin normal dağılıma uygunluğu varsayımıyla çalışmaktadır. Bu nedenle verilerin normal dağılıma uygunluğunun araştırılması istatistiksel analizin en önemli noktasıdır. Bu doğrultuda pek çok normallik testi geliştirilmiştir. Ancak bu testleri kullanırken her bir testin varsayım sınırlarına dikkat etmek gerekmektedir. Çünkü normal dağılım testlerinin güçleri farklı durumlara göre farklılık göstermektedir [36]. Uygun olmayan bir normallik testinin seçimi yanlış sonuçlara sebep olabilir. Bu durum yapılan çalışmanın sonuçlarının hatalı çıkmasına yol açabilir. Bu yüzden hangi durumlarda hangi normallik testinin yapılacağı çok önemli bir problemdir. Temel olarak en yaygın kullanılan normal dağılım testleri Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling, Cramer-Von-Mises, Jarque-Bera testidir. Yapılan bir çalışma sonucunda normallik testleri Monte-Carlo simülasyonu ile Tip-I hata ve güç bakımından karşılaştırılmıştır. Simülasyon sonucunda en iyi sonucu veren test Shapiro-Wilk olarak tespit edilmiş, aynı zamanda örneklem genişliği azaldıkça Anderson-Darling testinin de güçlü sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır [37].

2.2. BAYES AĞLARI

Bayes ağları, değişkenlerin düğümler, değişkenler arası olasılıksal bağımlılık ilişkilerinin yönlü oklarla gösterildiği çevrimi olmayan olasılıksal ağlardır. Bayes ağı, düğümler ve oklar aracılığıyla değişkenler ve değişkenler arası olasılıksal ilişkilerin gösterildiği grafiksel bölüm ve değişkenlere ait koşullu olasılık tabloları olmak üzere iki temel parçadan oluşur. Bayes ağlarında, ağ yapısını grafiksel bölüm oluşturmaktadır. Ağda birbirine oklarla bağlanan iki düğümden okun başlangıç kısmında bulunan düğüm ebeveyn düğüm, okun bitişinde bulunan düğüme çocuk düğüm adı verilir. Şekil 2.3.'de X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 değişkenlerinden oluşan örnek bir Bayes ağı görülmektedir. Bu ağda X_1 ve X_2 değişkenleri X_3 değişkeninin ebeveyni, X_3 değişkeni ise X_5 değişkeninin ebeveynidir. Ayrıca X_4 değişkeni X_2 değişkeninin çocuk değişkenidir. Eğer ağda yer alan bir değişkenin başka bir değişkenle arasında ok bulunmuyorsa, hiç ok bulunmayan değişkenin ağda yer alan değişkenlerle arasında olasılıksal bir bağ bulunmadığını, yani ağda marjinal olasılık dağılımı ile yer aldığını göstermektedir.

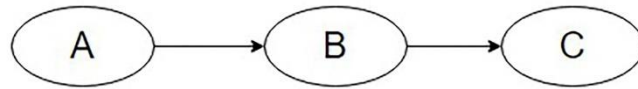
Şekil 2.3’de verilen değişkenlerin koşullu olasılık dağılımları $P(X_1)$, $P(X_2)$, $P(X_3|X_1, X_2)$, $P(X_4|X_2)$ ve $P(X_5|X_3)$ olarak gösterilir [38].



Şekil 2.3. Beş değişkenden oluşan örnek Bayes ağı yapısı [39].

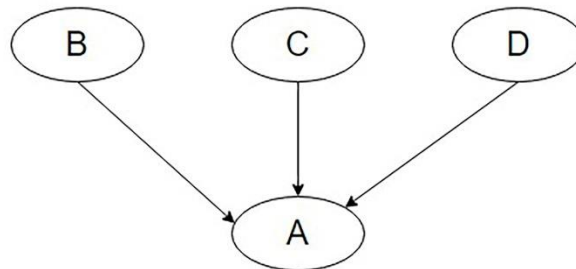
Bayes ağlarında değişkenler gruplandırılır ve aralarındaki ilişkiler belirlenirken yapılan çizimlerle daha net görüş açısı sağlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalar sırasında ortaya çıkan ilişkiler ise düğümler ve düğümler arası ilişkilerin yapısına göre üç farklı bağlantı tipi ortaya çıkarmaktadır [39].

Seri Bağlantılar: Birbirleri ile ilişkisi olan A, B ve C olayları olduğu varsayılırsa, C olayı üzerinde B olayının, B olayı üzerinde de A olayının etkisi varsa bu durum seri bağlantıya örnektir. Şekil 2.4’de seri bağlantı görülmektedir.



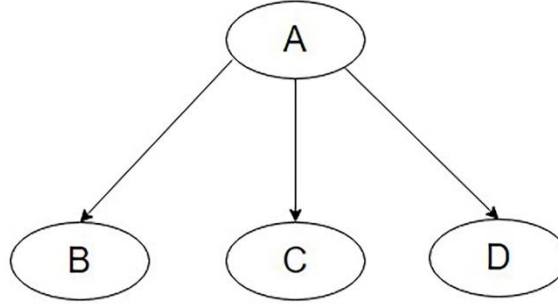
Şekil 2.4. Seri bağlantı.

Yakınsayan Bağlantılar: Birbirleri ile ilişkisi olmayan B, C ve D olaylarının A olayı üzerinde etkisi varsa bu durum yakınsayan bağlantıya örnektir. Yakınsayan bağlantıda önemli olan A üzerinde etkisi olan düğümlerin birbirleri arasında etkisi olmamasıdır. Şekil 2.5’de yakınsayan bağlantı görülmektedir.



Şekil 2.5. Yakınsayan bağlantı.

İraksayan Bağlantılar: Bir A olayının birbirleriyle ilişkisi bulunmayan B, C ve D olaylarına etkisi varsa bu durumda Bayes ağlarında iraksayan bağlantılar vardır. Şekil 2.6’da iraksayan bağlantı görülmektedir [40].



Şekil 2.6. İraksayan bağlantı.

Bayes ağlarında yer alan değişkenlerin çocuk veya ebeveyn sayılarında herhangi bir sınırlama bulunmamaktadır. Bir bayes ağı değişkenlerinde “ N ” ağda yer alan değişken sayısını göstermek üzere, değişkenlerin sahip oldukları koşullu olasılıkların çarpımı, ağın bileşik olasılık dağılımını oluşturur (Denklem 2.4).

$$P(X_1, \dots, X_N) = \prod_{i=1}^N P(X_i | Ebeveyn(X_i)) \quad (2.4)$$

Bayes ağlarında sonuca gidebilmek için ağ yenilenir ve sonsal olasılıklar bulunur. Bayes teoremi art arda uygulanabilir. Bayes ağlarının diğer yöntemlere göre bazı önemli avantajları mevcuttur [41]:

- Ağda yer alan tüm değişkenler arasındaki koşullu olasılık yapısını yansıtır.
- Değişkenlerin sonsal olasılıklarının yenilenebilmesi ve bu sayede süreçlerin ve değişkenlerin sahip oldukları olasılıkların yapılan yeni gözlemler doğrultusunda diğer yöntemlere göre daha gerçekçi şekilde yansıtılır.
- Diğer yöntemlerin aksine tek bir değişkene bağlı kalmaması ve ağda yer alan tüm değişkenler için çıkarım yapılabilmesi Bayes ağlarını etkin bir karar verme ve analiz aracı olarak öne çıkarmaktadır.
- Kolay anlaşılır grafiksel yapısı ve karar verme modelleri ile kolay entegre olabilmesi, diğer yöntemlere oranla farklı alanlarda kullanımını artırmaktadır.

Bayes ağ yapısının oluşması için iki ana yaklaşım söz konusudur. Bunlarda birincisi ağ yapısının yani ağdaki değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin yönünün uzmanlar tarafından belirlenmesidir.

Bu yaklaşıma Nedensel Bayes Ağları (NBA) yaklaşımı denir. Bu yaklaşıma göre değişkenler arasındaki bağımlılık ilişkilerinin ve bu ilişkilerin doğrultusunun (ebeveyn düğüm-çocuk düğüm) belirlenmesinden sonra mevcut algoritma sayesinde ağdaki değişkenlerin koşullu olasılıkları öğrenilir. Bayes ağ yapısının oluşturulmasında kullanılan ikinci yaklaşım ise ağ yapısının mevcut bir algoritmayla direkt olarak veri setinden öğrenilmesidir. Bu yaklaşıma Bayes Ağları (BA) yaklaşımı denir. Kullandıkları metotlara göre ağ yapısının öğrenilmesini sağlayan algoritmalar kısıt bazlı metotlar ve arama – skor bazlı metotlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kısıt bazlı metotlarda istatistiksel testler aracılığıyla değişkenler arasında koşullu olasılık ilişkilerinin geçerli olup olmadığı araştırılır. Arama ve skor bazlı metotlarda istatistiksel skor aracılığıyla veri seti ile oluşturulacak ağ yapısı arasındaki uyum sınanır. Bu doğrultuda veri setine en uygun ağ yapısı seçilir [42].

Bayes ağlarının avantajlarının yanında birtakım olumsuz yönleri ve kısıt yönleri de mevcuttur. Bu kısıtlardan ilki Bayes ağ modeli oluşturulmadan önce ortaya konan varsayımların bayesyen olasılık çıkarım süreci üzerindeki etkisidir. Bayes ağlarında kullanılan ve büyük kolaylık sağlayan ön kabul ve varsayımlar, bu kabulleri gerçekleştiren uzman kişi ya da kişilerin iyimser ya da kötümser beklentilerinden doğrudan etkilenmektedir. Özellikle yeterli istatistik bilgisine sahip olmayan uzmanlarla çalışırken koşullu olasılık ifadesinin tam olarak anlaşılamaması sorun teşkil etmektedir. Bu yüzden seçimi, analiz süreci ve istatistiki çıkarımlar, Bayes ağ çalışmasında elde edilecek sonucu etkilemektedir. Bu süreçte değerlendirilecek bilgilere erişim zorluğu ve doğru şekilde elde edilememe riski de Bayes ağlarına dair olumsuz bir yönü oluşturmaktadır [43].

Koşullu olasılık tablosu için gerekli veriler toplanırken, bu değerlerin çocuk düğümlerde yer alan değişkenler ile ilgili olması gerekmektedir. Bu verilere göre düğümler arası yakınsak ve ıraksak ilişkiler kurulmaktadır. Bayes ağlarının kısıtlayıcı yönlerinden biri olarak gereksiz düğümlerin elenmesi ya da hangi düğümlerin birbirlerine bağlanacağına karar verilmesi durumunda bazı kısıtlayıcı yöntemlerin kullanılması gösterilebilir [44].

Bayes ağlarında karşılaşılan bir başka zorluk değişkenler arasındaki bağlantıları inceleyen ilişkiler matrisinin doldurulması esnasında ortaya çıkmaktadır. Bu matris değişken sayısına bağlı olarak zaman alıcı, sıkıcı ve doldurulması zor bir hal alabilmektedir. Başka bir açıdan her değişkenin diğerleri üzerindeki etkisinin gerçek değerlere uygun şekilde doldurulması, uzmanlar için zor bir süreç oluşturmaktadır [45].

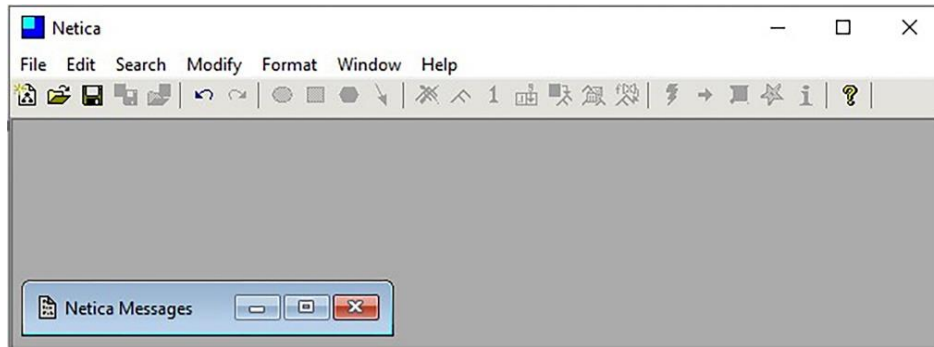
Çizelge 2.1’de görüldüğü gibi “yap – yapma” ve “yüksek – düşük” gibi değerlendirmelerde fazla sayıda olasılık değerinin uzmanlar tarafından değerlendirilmesi gerekliliği Bayes ağ oluşturma çalışmasının kompleks bir ağ olma durumunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 2.1. Koşullu olasılık tablo örneği.

A	B	C	Yüksek	Düşük
Yap	Yap	Yap	81.7	18.3
Yap	Yap	Yapma	66.8	33.2
Yap	Yapma	Yap	56.9	43.1
Yap	Yapma	Yapma	42	58
Yapma	Yap	Yap	58.8	41.2
Yapma	Yap	Yapma	43.9	56.1
Yapma	Yapma	Yap	34	66
Yapma	Yapma	Yapma	19.1	80.9

2.2.1. Netica Bayes Ağı Modelleme Programı

Netica programı, nedensel etki diyagramları, karar ağları ve Bayes ağları gibi yöntemler kullanılarak modelleme yapmak için Norsys yazılım firması tarafından geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuş bir programdır. Programın güncel versiyonu www.norsys.com adresinden indirilebilir. Netica’nın kısıtlı kullanım imkanı sunan ücretsiz versiyonu indirilebildiği gibi profesyonel kullanım için ücretsiz sürümü de mevcuttur [46]. Netica programının sınırlı versiyon (limited mod) sekmesi seçildiği zaman ana ekranı Şekil 2.7’de görülmektedir.



Şekil 2.7. Netica programı ana ekran.

Şekil 2.7’de görünen mesaj sayfası, program kullanılırken kullanıcının yapmış olduğu tüm işlemlere ait kayıtları tutmaktadır. Program kullanımında karşılaşılan sorunlar ve elde edilen sonuçlar mesaj sayfasında görünmektedir. Ana ekranda pasif olarak görünen alanlar yeni veya var olan bir modelin açılması ile kullanılabilir hale gelmektedir. Ayrıca Netica yazılım paketinin içinde programa ait açıklayıcı bilgiler ve örnek modeller yer almaktadır. Netica dosyası içinde yer alan farklı yapılarıdaki Bayes ağları incelenerek programın özellikleri ile ilgili detaylı bilgilere sahip olunabilir.

2.2.2. Duyarlılık Analizi

Kayıp verilerin söz konusu olduğu bilimsel analizler (tam durum analizi, “hot deck” veri atama, çoklu atama vb.) bu kayıp verilerin ihmal edilebilir olduğunu varsayan basit yöntemlere dayanmaktadır. Oysaki kayıp veriler, tesadüfi olmayan kayıp veri mekanizmasındaki gibi bağımlı değişkenin gözlemlenmeyen değerleri ile ilişkiliyse bu yöntemleri kullanmak regresyon modelinin parametrelerinin güvensiz tahmin edilmesine sebep olabilir [47]. Tesadüfi olmayan kayıp veri mekanizmasında kesin bir kanıt olmadan sadece gözlem değerleri göz önünde bulundurularak bir bilinmeyen hakkında doğru varsayım yapılması, mekanizmanın önündeki en büyük zorluktur. Bir ankete katılan bireylerin gelir düzeyi kısmını cevaplamadığını varsayalım. Bu verinin neden cevaplanmadığını bilemeyiz. Aynı zamanda kayıp veri mekanizmasını kesin olarak doğru tahmin etmemiz mümkün değildir. Bu nedenle kayıp verilerin tesadüfi dağıldığına dair kesin bir ön bilgi yoksa uygulanan istatistiksel model parametrelerinin ne kadar değiştiği ve farklı kayıp veri mekanizmaları duyarlılık analizleri yardımıyla karşılaştırılmalıdır [48, 49, 50]. Duyarlılık analizleri sayesinde ağda mevcut olan herhangi bir değişkenin ağdaki diğer değişkenlerden hangisinin durumundaki değişime hassasiyet gösterdiği tespit edilir [51].

3. UYGULAMA

3.1. İŞLETMENİN TANITIMI

İstanbul merkezli REALKOM, tekstil endüstrisinde Pazar lideridir. 1500 çalışanı ve aylık 500.000 adet dokuma giysi üretim kapasitesi ile tamamen entegre bir tekstil şirketi olup yüksek etik ve üretim standartlarını sürdürmektedir. REALKOM, kumaş araştırma ve geliştirme konusundaki kapsamlı deneyiminin ve en son trendler ve yıkamalarla güncel olan geniş bir yıkama geliştirme merkezinin bir sonucu olarak yüksek kaliteli denim üretimleri için bir üne sahiptir. Düzce fabrika 35.000 m² alana sahip olup 4 farklı üretim tesisinin üretim merkezidir. Kesimden nihai sevkiyata kadar dikey entegre birimlerle kot pantolon üretimini gerçekleştirmektedir [52]. Realkom Düzce fabrikası genel görünümü Şekil 3.1’de görülmektedir.



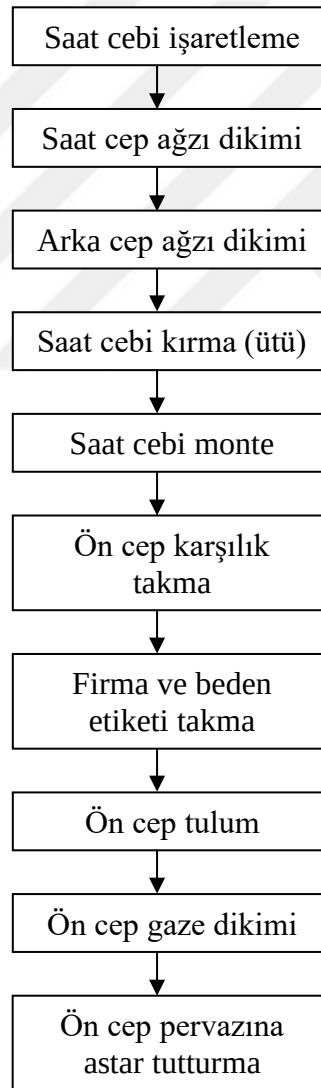
Şekil 3.1. Realkom Düzce fabrika [52].

3.2. PANTOLON DİKİM AŞAMALARI

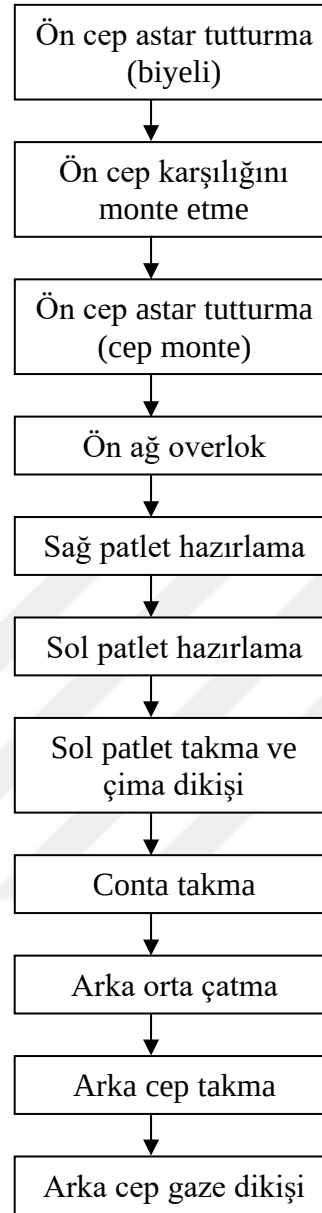
İlk önce verilen siparişe uygun kumaşlar kesim bölümünde uygun ebatlarda kesilir. Daha sonra seçilen kumaşa göre standart ölçülerde kalıplar kullanılır. Üretime başlamadan önce kalıp ve model kontrolü için örnek dikim yapılır. Bu dikim üzerinde gerekli görülen hatalar düzeltilir. Daha sonra dikim süreci, kesilen kumaşlar ve yardımcı malzemelerin birleştirilmesiyle başlar.

Dikim sürecinde müşteri, istediği modele göre dikiş aralıkları, dikiş modelleri (çift veya tek dikiş vb.), ipin rengi, paça modeli gibi özelliklerin yazdığı çalışma talimatı gönderir. Sipariş dikimi başlamadan önce talimat hakkında çalışanlar bilgilendirilir. Ayrıca dikim aşaması, hata yapmaya müsait bir prosestir. Bu yüzden, dikimin cinsine göre belirli tolerans payları verilir. Bu tolerans payı, model tipine, çalışma detaylarına, işçilerin dikim türüne göre değişkenlik göstermektedir. Aşağıda kot pantolon dikimine ait hazırlık aşaması, ön ve arka dikim aşamaları ve birleştirme aşaması Çizelge 3.1, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3’de verilmiştir. Çizelgeler oluşturulurken Milli Eğitim Bakanlığı’nın Erkek Jean Pantolon Üretimi eğitim modülünden yararlanılmıştır [53].

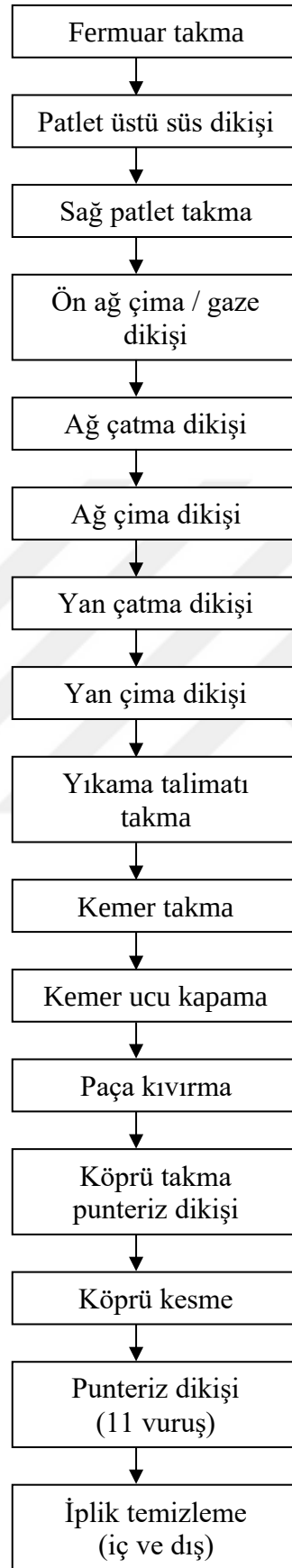
Çizelge 3.1. Kot pantolon dikimi hazırlık akış tablosu.



Çizelge 3.2. Kot pantolon ön ve arka parça dikimi akış tablosu.



Çizelge 3.3. Kot pantolon ön ve arka parça birleştirme akış tablosu.



Şekil 3.2 'de kot pantolon dikimine ait örnek bir model üzerinde bazı pantolon bölümleri ve dikişleri gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Kot pantolon bölümleri.

Patlet: Pantolonun kapanma yerine tutturulan dikiş parçasıdır.

Gaze Dikişi: 0,5 cm'den veya bir makine ayağından yapılan üst dikiştir.

Çima Dikişi: 1 mm'den yapılan üst dikiştir.

Punteriz Dikişi: Giysiyi süslemek ve sağlamlaştırmak için yapılan sarma dikişidir. Süs dikişi olarak adlandırılır [53].

3.3. İŞLETMEDE KALİTE KONTROL SİSTEMİ

İşletme, kendi kalite kontrol sistemine sahiptir. Kalite kontrol sisteminde; Dikim, Yıkama, Ütü Paket, Dikiş Teknik Föy, Ölçüm Kontrol, Rapor Kontrol, Trend Rapor ve Talep Ekranı bulunmaktadır.

Dikiş Teknik Föy'ü kısaca dikim talimatıdır. Bu talimatta kısaca ip rengi, türü, kalınlığı gibi bilgiler yer almaktadır. Toplamda yaklaşık 160 talimat bulunmaktadır. Her üretim sürecinde bunlardan bazıları kullanılmaktadır.

Ayrıca, adım ayarı, baskı, kumaş türü, vb. yıkama talimatı bulunmaktadır. Föyle birlikte üretilen bir adet ürün numunesi atölyeye gitmektedir. Fason takipçi atölyedeki dikim başlangıç kontrol kısmından föyle birlikte numuneyi kontrol etmektedir. Eğer numune ile föy birbiriyle uyumluysa üretim başlar. Şekil 3.3’de dikim başlangıç kontrol ekranı görülmektedir.

Şekil 3.3. Dikim başlangıç kontrol.

Inline Kontrol, pantolon dikim esnasında yapılan kontroldür. Her dikim operasyonu tek tek kontrol edilip inline kontrol raporuna yazılmaktadır. Her adımda dikim hataları kontrol edilmektedir. Şekil 3.4’de dikim inline kontrol görülmektedir.

Şekil 3.4. Dikim inline kontrol.

Inline kontrolden sonra final kontrolü yapılmaktadır. Bu kontrolde, üretim bandının sonunda her pantolonun operasyonlarına bakılmaktadır.

Hata tespit edildiği takdirde hata, fotoğrafıyla birlikte rapor bölümüne kaydedilmektedir. Şekil 3.5’de dikim final kontrol görülmektedir.

Order : Ü19/2570 Kontrol Edilen Pantolon No - 20 +

OPERASYON **HATA**

Operasyon Güncelle Ekle

Operasyon İsmi	Hata İsmi	Hata Adet Sayısı	Açıklama	Kamera / Video
ARKA BEDEN DİZ ÇİZİMİ	ÇİZİM HATASI	- 2 +		
ARKA CEP ALT PARÇA	ADIM AYARI	- 1 +		
ARKA CEP ALT PARÇA	ATLAMA	- 1 +		
FLETO ARKA CEP	HATALI İP	- 1 +		
ARKA AĞ ÜZERİ BASKI	ADIM AYARI	- 1 +		
OVERLOK ARKA AĞ ÇATMA	ADIM AYARI	- 1 +		
Toplam Hata Noktası		7		

Not

KAYDET

Şekil 3.5. Dikim final kontrol.

Ürün kabul bölümünde yıkama öncesi ve yıkama sonrası kontrol yapılmaktadır. Ütü Paket bölümünde ön final ve son final kontrolleri yapılmaktadır. Ön final kontrolünde ütü paket operasyonları hariç tüm operasyonların kontrolü yapılmaktadır. Final kontrolünde ise ütü paket operasyonları da dahil olmak üzere tüm operasyonlar tekrar kontrol edilmektedir.

Order Bazlı Kıyaslama Hata Çizelgesi Raporu’nda dikim, ürün kabul ve yıkama öncesi olmak üzere operasyonların hata oranları rastgele örneklem alınarak kontrol edilir. Hata oranları %0-10 arası yeşil, %10-30 arası mavi, %30-50 arası turuncu, %50 ve üzeri kırmızı olarak belirlenmiştir. Burada her operasyonun hata oranları bulunmaktadır. Şekil 3.6’da order bazlı kıyaslama hata çizelgesi raporu görülmektedir.



Şekil 3.6. Order bazlı kıyaslama hata çizelgesi raporu.

Operasyon Bazlı Atölye Hata Çizelgesi Raporunda belirli tarihler arasında diğer illerdeki atölyelerin operasyonlarının hata oranlarının kıyaslamasını göstermektedir. Ayrıca tüm atölyelerin, aynı operasyondaki ortalama hata oranlarını göstermektedir. Bu sayede tüm bölümlerin hata oranları kontrol edilmektedir.

Order Bazlı Atölye Hata Çizelgesi Raporunda fason takipçiler hem atölyelerin hem de fabrikanın final kontrolünü yapmaktadır. Bu kontrollerin hata yüzdeleri haftalık olarak raporlanmaktadır.

Atölye Kalite Kıyaslama Raporunda her bir atölye sağlam ürün bakımından kıyaslanır. Bu kıyaslama aylık olarak yapılmaktadır. Tarih aralıkları değiştirilerek haftalık ve günlük olarak kıyaslama imkanı sağlamaktadır.

Rapor Kontrol bölümünde tüm kontroller tarih sırasına göre kontrol edilebilmektedir. Bu bölümde veri girişi yapılamamaktadır.

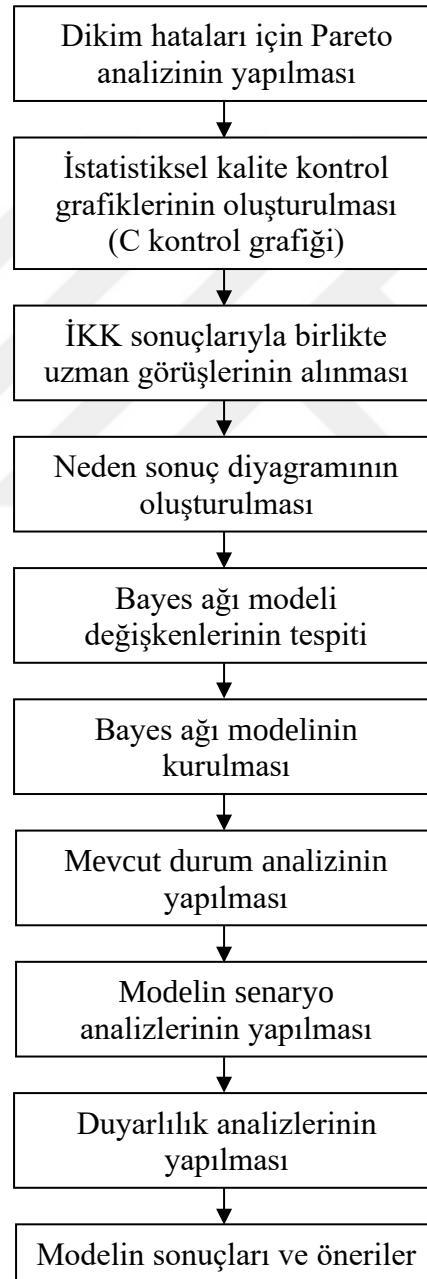
Kalite Kontrol sisteminde Ölçüm Kontrol, Yıkama, Kuru İşlem, Reçine bölümleri yapım aşamasındadır.

Talep Ekranı, ilgili kişilere sistemden mail atılmasını sağlamaktadır.

3.4. ÇALIŞMANIN AKIŞI

Çalışmada, ilk olarak günlük kontrol (check) listeleri birleştirilerek, Haziran 2019 – Ocak 2020 dönemine ait Aylık Dikim Hataları Dağılım Tablosu oluşturulmuştur. En fazla hata çıkan operasyonlara ait sistemde tanımlı hataların %80'i irdelenecektir. İrdelenecek hatalar yapılacak Pareto analizi ile belirlenecektir. Çalışmaya yön veren akış tablosu Çizelge 3.4'de görülmektedir.

Çizelge 3.4. Uygulama akış tablosu.



3.4.1. Aylık Dikim Hataları Dağılım Tablosu

Dikim kalite kontrol, iç temizleme ve dış temizleme olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İç Temizleme, pantolonun iç kısmının çevrilmesi sonucu yapılan kontroldür. Dış Temizleme, pantolonun dış kısmında yapılan kontroldür. İç ve dış temizlemede ip fazlalıkları temizlenmektedir. İç ve dış temizleme sonucu gözle ve ölçüm araçlarıyla dikilen ürünlerden rasgele örnekler alınarak kalite kontrol faaliyeti yürütülür. Dikim operasyonlarına bakıldığında sistemde tanımlı hata sayısı 685 adettir. Kontrol raporları analiz edildiğinde en sık ortaya çıkan 36 adet hata tanımı olduğu tespit edilmiştir.

Bu bölüm aylara düşen hata sayıları ve hataların cinsi, işletmeden alınan kontrol raporları baz alınarak oluşturulmuştur. Hatalar gruplandırılarak, sıralanarak hangi hataların hangi aylarda çıktığı tespit edilmiştir. Çizelge 3.5’de dikim hataları dağılım tablosu görülmektedir.

Çizelge 3.5. Dikim hataları dağılım tablosu.

HAZİRAN 2019- OCAK 2020 DİKİM HATALARI DAĞILIM TABLOSU												
Hata cinsi / Aylar	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Toplam (Σ)	Hata oranı (%)	Hatalar içindeki oranı (%)	Birikimli frekans (Σf)
1. Arka Cep (Dış)	8337	12192	1199	9359	10826	10678	7877	11461	71929	% 12,04	% 51,66	% 51,66
2. Köprü (Dış)	1040	1895	816	2104	1212	1017	1039	1502	10625	% 1,78	% 7,63	% 59,30
3. Yan Gaze / Çima (Dış)	696	1033	362	1754	765	660	897	1159	7326	% 1,23	% 5,26	% 64,56
4. Paça (Dış)	511	825	293	1574	671	539	633	1054	6100	% 1,02	% 4,38	% 68,94
5. Kemer (İç)	482	722	193	727	570	442	583	747	4466	% 0,75	% 3,21	% 72,15
6. İç Boy(Ağ Kayması) (Dış)	413	636	163	681	520	394	452	685	3944	% 0,66	% 2,83	% 74,98
7.İç Boy Baskı (Dış)	372	601	160	640	383	334	439	640	3569	% 0,60	% 2,56	% 77,54

Çizelge 3.5. (devam) Dikim hataları dağılım tablosu.

8. Paça /Yan Gaze Ponterez (Dış)	367	551	158	559	363	334	419	519	3270	% 0,55	% 2,35	% 79,89
9. Ön Bağlama (İç)	318	526	136	481	336	306	404	466	2973	% 0,50	% 2,14	% 82,03
10. Kemer Takma (Dış)	302	444	135	426	284	289	371	457	2708	% 0,45	% 1,95	% 83,97
11. Arka Cep Ponterez (Dış)	234	442	118	379	284	289	302	451	2499	% 0,42	% 1,79	% 85,77
12. Alt Kemer Ucu Bağlama (Dış)	231	423	89	367	281	273	295	442	2401	% 0,40	% 1,72	% 87,49
13. Üst Kemer Ucu Bağlama (Dış)	210	422	84	343	276	240	288	385	2248	% 0,38	% 1,61	% 89,11
14. Yan Boy (Dış)	192	379	82	339	273	207	270	359	2101	% 0,35	% 1,51	% 90,62
15. Diğer Hatalar (Dış)	191	363	76	331	143	203	263	308	1878	% 0,31	% 1,35	% 91,97
16. Yan Çatma (yan boy) (İç)	180	335	73	254	120	170	258	277	1667	% 0,28	% 1,20	% 93,16
17. Alt Üst Kemer Eşitsizliği (Dış)	168	257	64	253	97	100	236	264	1439	% 0,24	% 1,03	% 94,20
18. Cep Üstü Kılavuz (Dış)	103	254	55	239	80	91	236	214	1272	% 0,21	% 0,91	% 95,11
19. Kemer Ucu Gaze (Dış)	93	227	52	215	64	85	236	193	1165	% 0,19	% 0,84	% 95,95

Çizelge 3.5. (devam) Dikim hataları dağılım tablosu.

20. Yan Açma Overlok Ön (İç)	90	155	42	182	58	81	140	101	849	% 0,14	% 0,61	% 96,56
21. Ön Cep Ağzı (Dış)	80	143	39	146	55	62	137	87	749	% 0,13	% 0,54	% 97,10
22. Kemer Kılavuz (Dış)	69	142	38	145	53	56	128	79	710	% 0,12	% 0,51	% 97,61
23. Ön Ponterez (Dış)	61	123	23	109	47	54	108	73	598	% 0,10	% 0,43	% 98,03
24. Yan Açma Overlok Arka (İç)	47	119	15	102	47	45	73	70	518	% 0,09	% 0,37	% 98,41
25. İç Boy Baskı (Kollu) (İç)	40	116	12	80	46	41	72	68	475	% 0,08	% 0,34	% 98,75
26. Cep Astar Gaze (İç)	36	99	10	72	43	34	56	52	402	% 0,07	% 0,29	% 99,04
27. Üst Patlet (Dış)	31	79	9	54	38	29	31	35	306	% 0,05	% 0,22	% 99,26
28. İç Boy (İç)	29	77	9	47	30	19	30	34	275	% 0,05	% 0,20	% 99,45
29. Beden Pulu (Dış)	24	71	5	34	25	18	28	32	237	% 0,04	% 0,17	% 99,62
30. Ponterez (İç)	23	42	1	33	12	15	13	30	169	% 0,03	% 0,12	% 99,75
31. Etiket (Beden Pulu) (İç)	22	32	1	25	11	13	12	13	129	% 0,02	% 0,09	% 99,84
32. Conta (Dış)	16	31	0	20	10	9	11	10	107	% 0,02	% 0,08	% 99,92
33. Tamir (İç)	6	19	0	12	9	9	3	9	67	% 0,01	% 0,05	% 99,96

Çizelge 3.5. (devam) Dikim hataları dağılım tablosu.

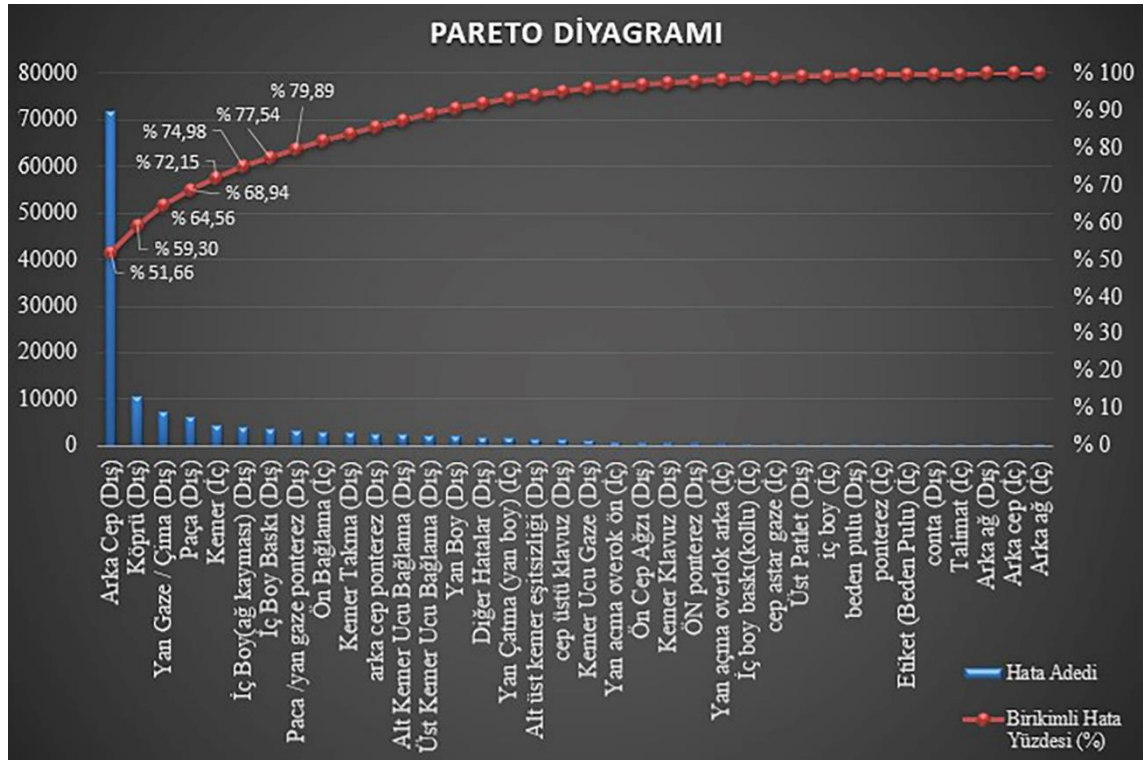
34. Arka Ağ (Dış)	4	12	0	0	2	1	3	3	25	% 0,00	% 0,02	% 99,98
35. Arka Cep (İç)	4	6	0	0	1	1	2	2	16	% 0,00	% 0,01	% 99,99
36. Arka Ağ (İç)	1	5	0	0	1	0	2	1	10	% 0,00	% 0,01	% 100
Toplam Hata (Σ)	15023	23798	4512	22086	18036	17138	16347	22282	139222	% 23,30	% 100	
Dikilen Pantolon (Σ)	63259	87354	26468	89570	73259	81311	90617	85630	597468	% 100		
Hata Oranları (%)	% 24	% 27	% 17	% 25	% 25	% 21	% 18	% 26	% 23			

Dikim hataları dağılım tablosuna bakıldığında Arka Cep Takma operasyonunun hata oranı 8 ay için %12,04'tür. Hatalar içindeki oranına bakıldığında tüm hataların %51,66'sını oluşturmaktadır. Köprü Takma operasyonunun hata oranı 8 ay için %1,78'dir. Hatalar içindeki oranına bakıldığında tüm hataların %7,63'ünü oluşturmaktadır.

Yan Gaze / Çima Dikiş operasyonunu hata oranı 8 ay için %1,23'dür. Hatalar içindeki oranına bakıldığında tüm hataların %5,26'sını oluşturmaktadır.

3.4.2. Pareto Diyagramı

Soruna sebep olan kök hataları belirlemek için dikim hataları dağılım tablosuna göre birikimli frekanslar hesaplanmış ve Pareto diyagramı oluşturulmuştur. Pareto diyagramına göre 36 adet hata türünün 8'i (%22), Arka Cep Takma, Köprü Takma, Yan Gaze/Çima, Paça Kıvrırma, Kemer Kapama, İç Boy Ağ Kayması, İç Boy Baskı, Paça/Yan Gaze Punteriz Hataları tüm hataların %79,89 'unu oluşturmaktadır. Şekil 3.7'de Pareto diyagramı verilmiştir.



Şekil 3.7. Pareto diyagramı.

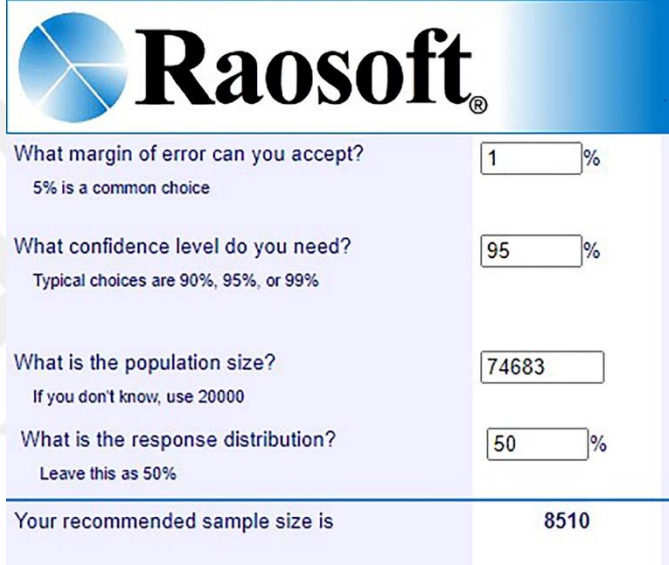
Yapılan Pareto analizine göre dikim prosesini en fazla etkileyen hatalar tespit edilmiştir. Bu hataların hangi dönemlerde kontrol dışında olduğu ve kontrolsüzlüğün sebeplerinin neler olduğu İstatistiksel Kalite Kontrol Grafikleriyle hesaplanabilmektedir. Dikimhane atölyesinden alınan veriler kusurlu sayıları göstermektedir.

Pantolon üzerinde ortaya çıkan dikim hatalarının verileri incelendiği için kusurlu sayısı kontrol grafiği olarak da geçen C Kontrol Grafiğinin kullanılması uygun görülmüştür.

3.4.3. Dikim Hatalarında C Kontrol Grafiklerinin Kullanılması

Pareto diyagramına göre prosesi en çok etkileyen ilk 8 hatanın normallik testi ve C kontrol grafikleri Minitab programı üzerinden hesaplanmıştır. İstatistiksel Kalite Kontrol Grafikleri için örneklem seçimi Raosoft anket yazılım şirketinin web sitesi üzerinden hizmet verdiği Örnek Boyutu Hesap Makinesi aracılığıyla hesaplanmıştır [54]. Bu çalışmada, örneklem sayısı için %95 güven aralığı ve %1 hata payı oranları alınmıştır. Örneklem boyutu için popülasyon sayısı olarak 8 ayın ortalama dikim adeti yazılmıştır. Yapılan hesaplamalara göre örneklem sayısı 8510 olarak bulunmuştur.

Şekil 3.8’de örnek boyutu hesaplama programı ekran çıktısı verilmiştir.



The image shows the Raosoft sample size calculation interface. It features a blue header with the Raosoft logo and name. Below the header, there are four input fields with corresponding labels and instructions. The first field is for the margin of error, set to 1%. The second is for the confidence level, set to 95%. The third is for the population size, set to 74683. The fourth is for the response distribution, set to 50%. At the bottom, the recommended sample size is displayed as 8510.

Question	Answer
What margin of error can you accept? 5% is a common choice	1 %
What confidence level do you need? Typical choices are 90%, 95%, or 99%	95 %
What is the population size? If you don't know, use 20000	74683
What is the response distribution? Leave this as 50%	50 %
Your recommended sample size is 8510	

Şekil 3.8. Örnek boyutu hesaplama.

3.4.3.1. Normal Dağılım Testleri

Normal dağılım testleri, Minitab programı üzerinden yapılacaktır. Minitab, normal dağılım için Anderson-Darling (AD), Ryan-Joiner (RJ) ve Kolmogorov-Smirnov olmak üzere üç test sunmaktadır. Anderson-Darling testi, verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını incelemek için kullanılan normallik sınaması yöntemleri arasında en güçlü sınamalardan biridir. Hem küçük örneklem sayılı veriler hem de hacmi 200’ü aşan kalite kontrol verileri için başarıyla normallik sınamasında kullanılmaktadır [55]. Yapılan normal dağılım testlerinde hipotezlerin doğruluğu kontrol edilirken çıktıdaki P değerine bakılmaktadır. Eğer P değeri 0,05 değerinden küçükse H0 hipotezi reddedilir, H1 hipotezi kabul edilir. Eğer P değeri 0,05 değerinden büyükse H0 hipotezi kabul edilir, H1 hipotezi reddedilir.

H0 Hipotezi: Örneklemden elde edilen değer ile ana kütlenin bilinen değeri arasında bir fark olmadığını belirtir. Veriler normal dağılmıştır sonucunu verir.

H1 Hipotezi: Örneklemden elde edilen değer ile ana kütlenin bilinen değeri arasında anlamlı bir fark olduğunu belirtir. Veriler normal dağılıma uygun değildir sonucunu verir [56].

İlk 8 hata için 8510 olarak bulunan örneklem sayısına göre hata adetleri yeniden hesaplanmış, normallik testleri ve kalite kontrol grafikleri bu hesaplama göre gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.6’da sabit örneklem sayısı ele alınarak belirlenen aylara göre hata türlerinin kusur sayıları görülmektedir.

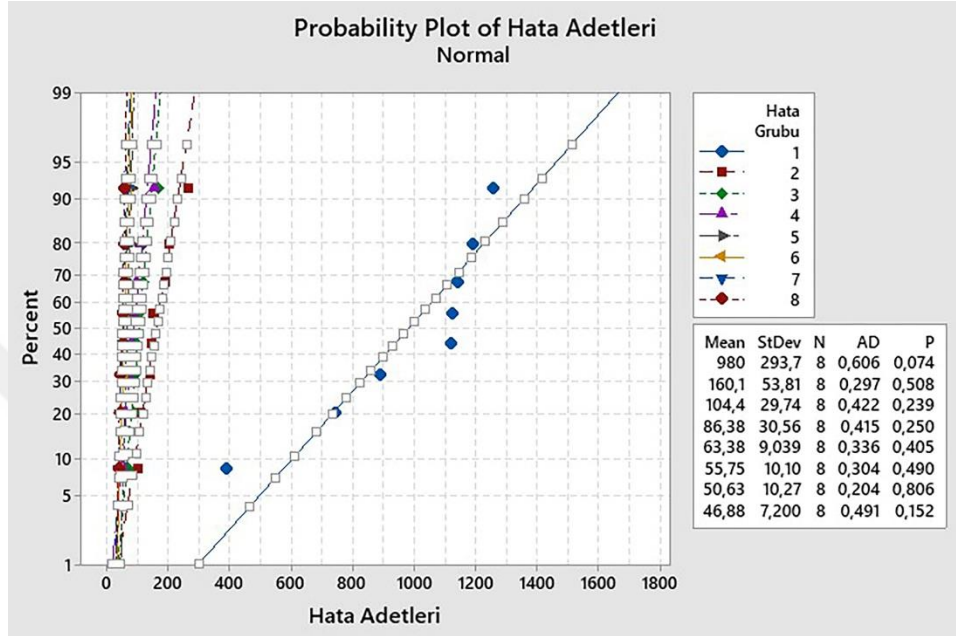
Çizelge 3.6. Sabit örneklem dikim hataları dağılım tablosu.

Hata Türleri /Aylar	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Toplam
1. Arka cep (dış)	1122	1188	386	889	1258	1118	740	1139	7838
2. Köprü (dış)	140	185	262	200	141	106	98	149	1281
3. Yan gaze/çima (dış)	94	101	116	167	89	69	84	115	835
4. Paça (dış temizleme)	69	80	94	150	78	56	59	105	691
5. Kemer (iç temizleme)	65	70	62	69	66	46	55	74	508
6. İç boy ağ kayması (dış)	56	62	52	65	60	41	42	68	447
7. İç boy baskı (dış)	50	59	51	61	44	35	41	64	405
8. Paça/yan gaze ponterez (dış)	49	54	51	53	42	35	39	52	375
Örneklem Adedi	8510	8510	8510	8510	8510	8510	8510	8510	68080

İlk 8 hata için 8510 olarak bulunan örneklem sayısına göre hata adetleri yeniden hesaplanmış, normallik testleri ve kalite kontrol grafikleri bu hesaplama göre gerçekleştirilmiştir.

Normal dağılım testi için Minitab ‘a veriler girilmiştir. Daha sonra Stat – Basic Statistics – Normality Test kısımlarına girilir. Normallik testinin türü seçilir. Değişken olarak hata adetleri seçilir.

Şekil 3.9’da görülen grafik 64 verilik yığının normallik testidir. Hataların ayrı ayrı normal dağılımlarını belirlemek için veri yığının gruplandırmak gerekir. Hataları gruplandırmak için, grafiğe çift tıklanır. Groups bölümünde ‘Hata Grupları’ değişkeni seçilir. Şekil 3.9’da ilk sekiz hata için Anderson – Darling normal dağılım grafiği verilmiştir.



Şekil 3.9. Anderson-Darling normal dağılım grafiği ilk 8 hata.

Şekil 3.9’da Normal dağılım grafiğine bakıldığında hataların tamamı için P değerlerinin 0,05 değerinden büyük olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre H0 hipotezi kabul edilir. Ele alınan dikim hatalarının tamamı normal dağılıma uymaktadır. Dikim hatalarının hangi aylarda kontrol dışı olduğunu tespit etmek için birim başına düşen kusur sayılarını gösteren C kontrol grafiği ile hesaplamalar yapılacaktır. Kontrol grafikleri ile amaç kontrol dışına çıkılan dönemlerde proseste meydana gelen kontrol dışı durumları tespit etmek ve neden – sonuç diyagramındaki kök nedenleri belirlemektir.

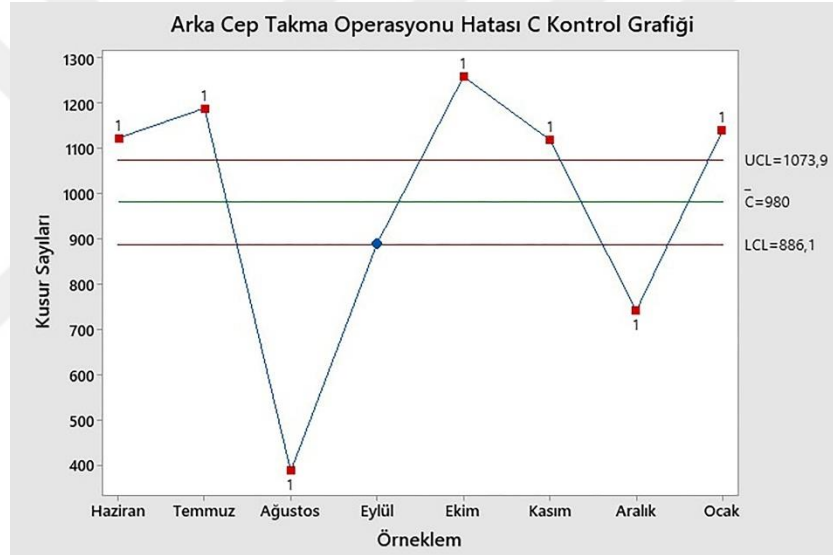
3.4.3.2. C Kontrol Grafikleri

C kontrol grafiklerini oluştururken Minitab ‘a örneklem ve aylık kusur sayıları girilir. Daha sonra Stat – Control Charts – Attributes Charts – C Chart adımları uygulanır. Değişken olarak kusur sayıları seçilir. Grafik oluşturulur. Grafikte alt kontrol çizgisi, üst kontrol çizgisi ve merkez çizgi bulunur. Alt ve üst kontrol çizgisi dışında kalan değerler için üretimde kontrolsüz noktalar denir.

Üretimin hangi adımda kontrol altına girdiğini belirlemek için limit dışı noktalardan alt veya üst kontrol limitiyle farkı en fazla olan değer hesaplamaya dahil edilmez. Bu sayede kontrol limitleri yeniden hesaplanır. Üretim kontrol altına alınana kadar limitler hesaplanır. Kontrol dışı noktalardaki aksaklıkların sebepleri uzmanlarla görüşülerek neden-sonuç diyagramını oluşturmaya yardımcı olur.

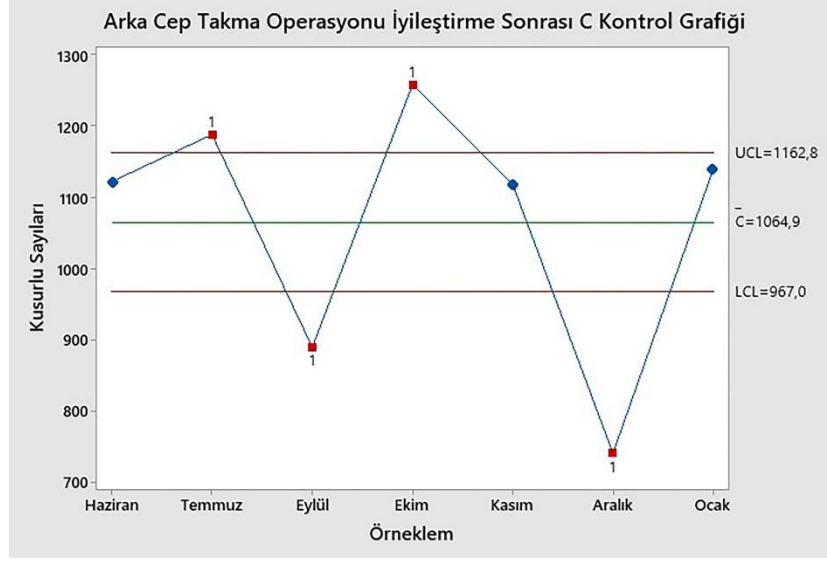
3.4.3.3. Arka Cep Takma Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği

Arka cep takma operasyonu için oluşturulan C kontrol grafiği Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 1073,9 alt kontrol limiti 886,1 merkez çizgi 980 olarak hesaplanmıştır. Arka cep operasyonunda üretimin tamamen kontrol dışı olduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden en fazla kontrol dışı nokta olan ağustos ayı çıkarılıp yeniden hesaplama yapılmıştır.



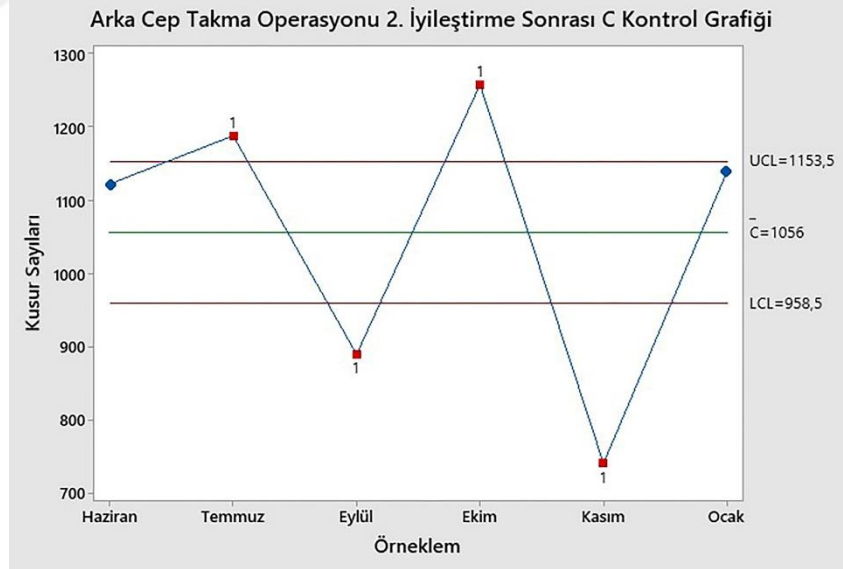
Şekil 3.10. Arka cep takma operasyonu C kontrol grafiği.

Arka cep takma operasyonu için iyileştirme sonrası C kontrol grafiği Şekil 3.11'de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 1162,8 alt kontrol limiti 967 merkez çizgi 1064,9 olarak hesaplanmıştır. Operasyonda kontrol dışı noktalar mevcuttur. Bu yüzden en fazla kontrolsüz olarak ortaya çıkan aralık ayına ait veri çıkarılır ve limitler yeniden hesaplanır.



Şekil 3.11. Arka cep takma operasyonu iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.

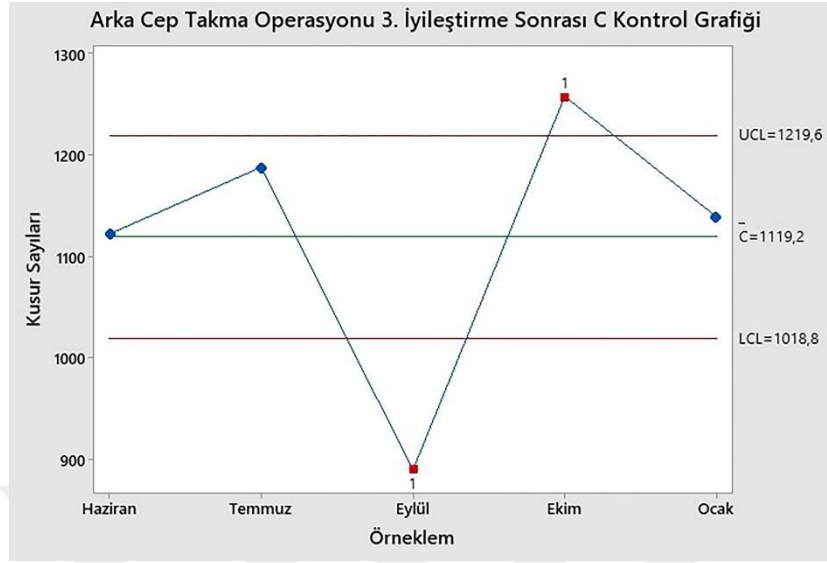
Arka cep takma operasyonu için iyileştirme sonrası C kontrol grafiği Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 1153,5 alt kontrol limiti 958,5 merkez çizgi 1056 olarak hesaplanmıştır. Operasyonda kontrol dışı noktalar mevcuttur. Bu yüzden en fazla kontrolsüz olarak ortaya çıkan kasım ayına ait veri çıkarılır ve limitler yeniden hesaplanır.



Şekil 3.12. Arka cep takma operasyonu 2. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.

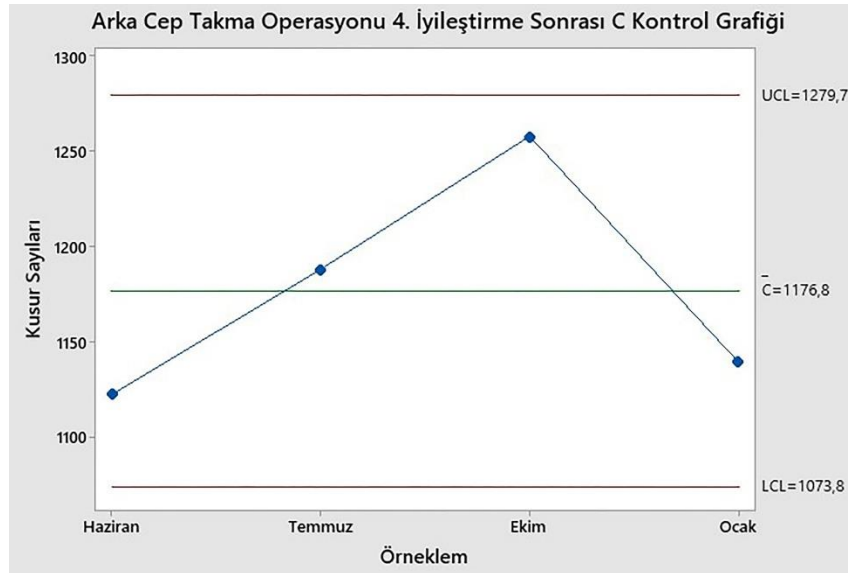
Arka cep takma operasyonu için iyileştirme sonrası C kontrol grafiği Şekil 3.13’de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 1219,6 alt kontrol limiti 1018,8 merkez çizgi 1119,2 olarak hesaplanmıştır.

Operasyonda kontrol dışı noktalar mevcuttur. Bu yüzden en fazla kontrolsüz olarak ortaya çıkan eylül ayına ait veri çıkarılır ve limitler yeniden hesaplanır.



Şekil 3.13. Arka cep takma operasyonu 3. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.

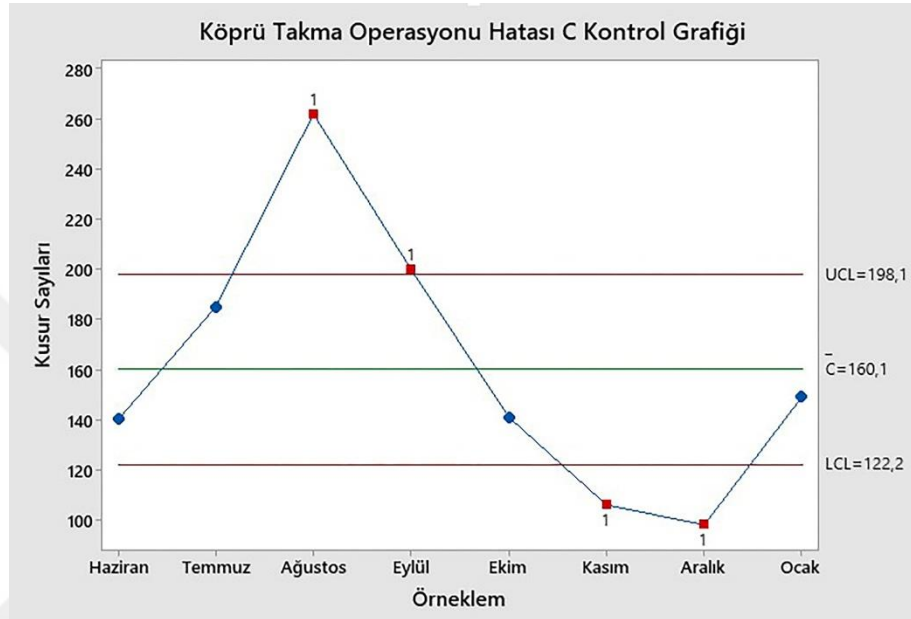
Arka cep takma operasyonu için iyileştirme sonrası C kontrol grafiği Şekil 3.14'de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 1279,7 alt kontrol limiti 1073,8 merkez çizgi 1176,8 olarak hesaplanmıştır. Operasyon, 4. iyileştirme sonucu kontrol altına girmiştir.



Şekil 3.14. Arka cep takma operasyonu 4. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.

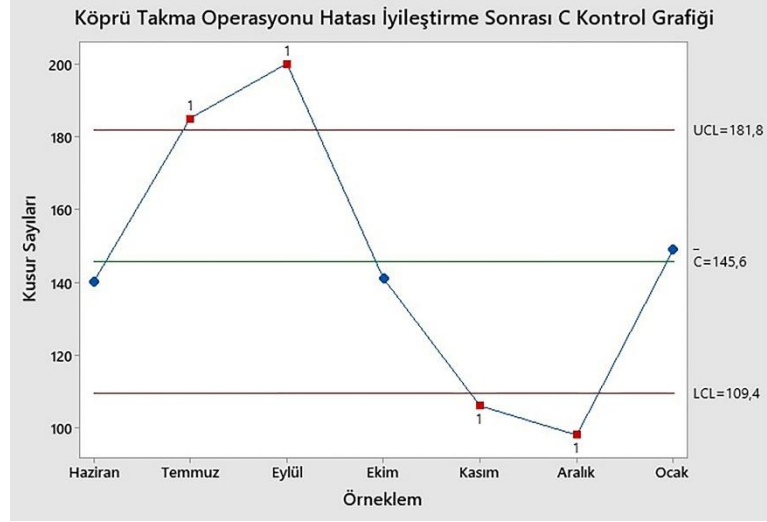
3.4.3.4. Köprü Takma Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği

Köprü takma operasyonu için oluşturulan C kontrol grafiği Şekil 3.15’de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 198,1 alt kontrol limiti 122,2 merkez çizgi 160,1 olarak hesaplanmıştır. Operasyonda kontrol dışı noktalar mevcuttur. Bu yüzden en fazla kontrolsüz olarak ortaya çıkan ağustos ayına ait veri çıkarılır ve limitler yeniden hesaplanır.



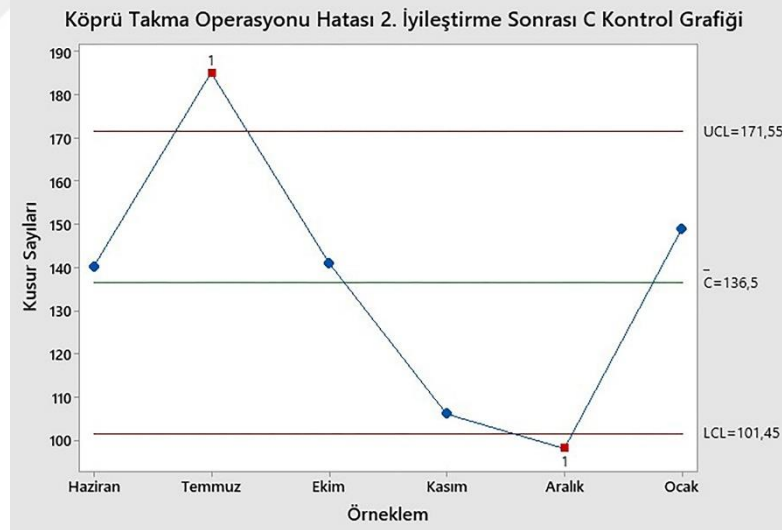
Şekil 3.15. Köprü takma operasyonu C kontrol grafiği.

Köprü takma operasyonu için iyileştirme sonrası C kontrol grafiği Şekil 3.16’da gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 181,8 alt kontrol limiti 109,4 merkez çizgi 145,6 olarak yeniden hesaplanmıştır. Operasyonda kontrol dışı noktalar mevcuttur. Bu yüzden en fazla kontrolsüz olarak ortaya çıkan eylül ayına ait veri çıkarılır ve limitler yeniden hesaplanır.



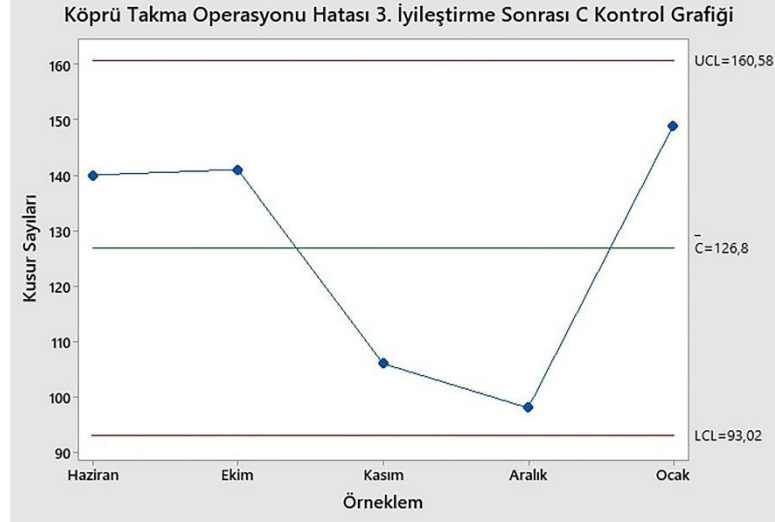
Şekil 3.16. Köprü takma operasyonu iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.

Köprü takma operasyonu için iyileştirme sonrası C kontrol grafiği Şekil 3.17'de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 171,55 alt kontrol limiti 101,45 merkez çizgi 136,5 olarak yeniden hesaplanmıştır. Operasyonda kontrol dışı noktalar mevcuttur. Bu yüzden en fazla kontrolsüz olarak ortaya çıkan temmuz ayına ait veri çıkarılır ve limitler yeniden hesaplanır.



Şekil 3.17. Köprü takma operasyonu 2. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.

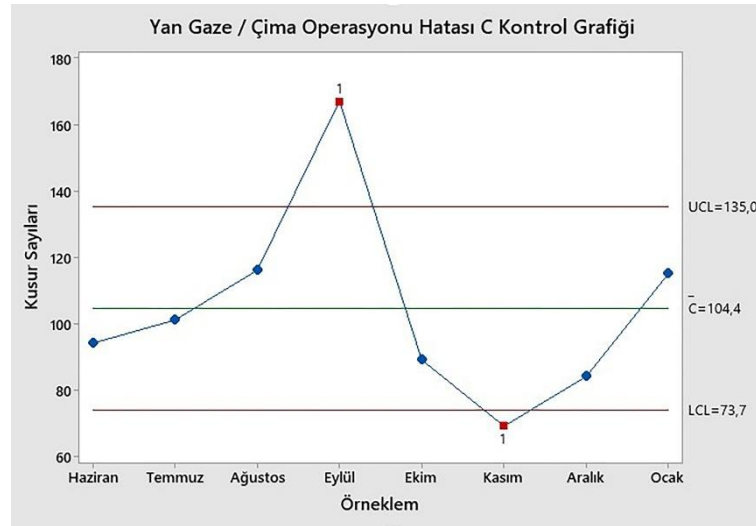
Köprü takma operasyonu için iyileştirme sonrası C kontrol grafiği Şekil 3.18'de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 160,58 alt kontrol limiti 93,02 merkez çizgi 126,8 olarak yeniden hesaplanmıştır. Operasyon 3. iyileştirme sonrası kontrol altına girmiştir. Kontrol dışı noktaların sebepleri uzmanlarla daha sonra değerlendirilecektir.



Şekil 3.18. Köprü takma operasyonu 3. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.

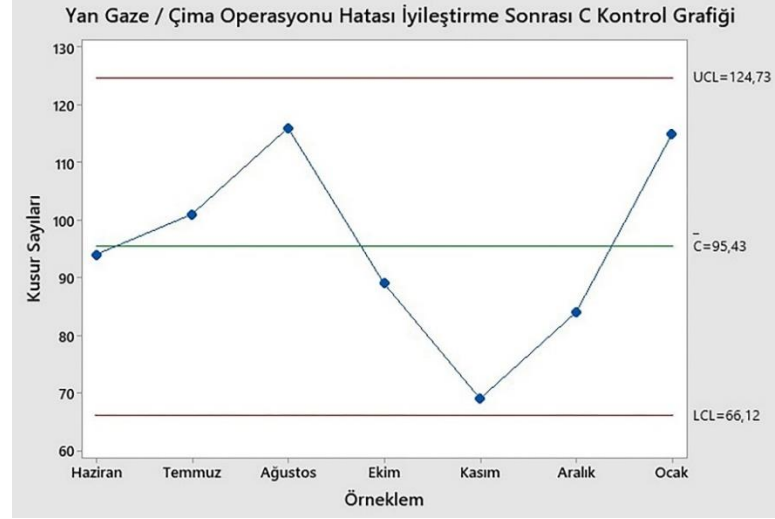
3.4.3.5. Yan Gaze / Çima Dikiş Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği

Yan gaze / çima dikiş operasyonu için oluşturulan C kontrol grafiği Şekil 3.19'da gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 135 alt kontrol limiti 73,7 merkez çizgi 104,4 olarak hesaplanmıştır. Operasyonda kontrol dışı iki nokta mevcuttur. Bu yüzden en fazla kontrolsüz olarak ortaya çıkan eylül ayına ait veri çıkarılır ve limitler yeniden hesaplanır.



Şekil 3.19. Yan gaze / çima operasyonu C kontrol grafiği.

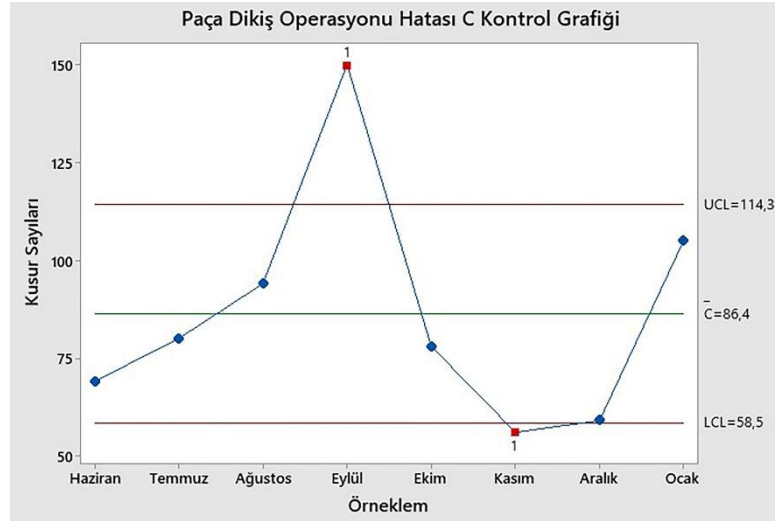
Yan gaze / çima dikiş operasyonu için iyileştirme sonrası C kontrol grafiği Şekil 3.20'de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 124,73 alt kontrol limiti 66,12 merkez çizgi 95,43 olarak hesaplanmıştır. Operasyon, yapılan iyileştirme sonrası kontrol altına girmiştir.



Şekil 3.20. Yan gaze / çima operasyonu iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.

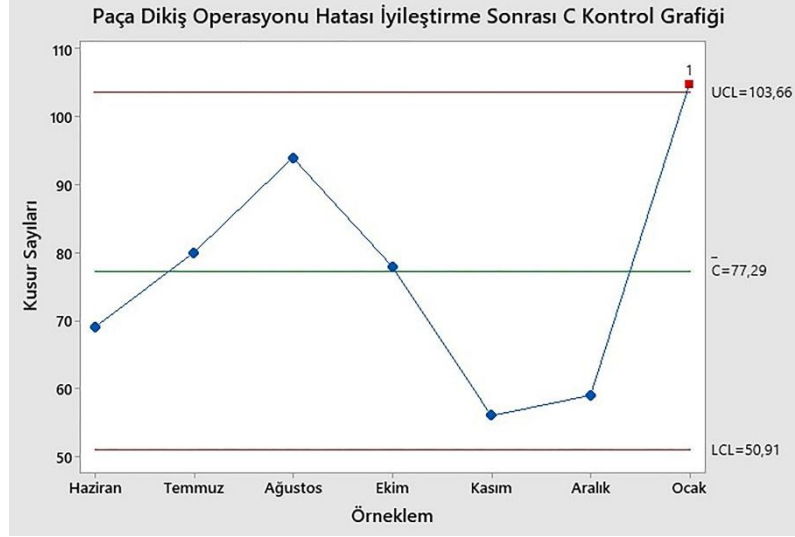
3.4.3.6. Paça Dikiş Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği

Paça dikiş operasyonu için oluşturulan C kontrol grafiği Şekil 3.21'de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 114,3 alt kontrol limiti 58,5 merkez çizgi 86,4 olarak hesaplanmıştır. Operasyonda kontrol dışı iki nokta mevcuttur. Bu yüzden en fazla kontrolsüz olarak ortaya çıkan eylül ayına ait veri çıkarılır ve limitler yeniden hesaplanır.



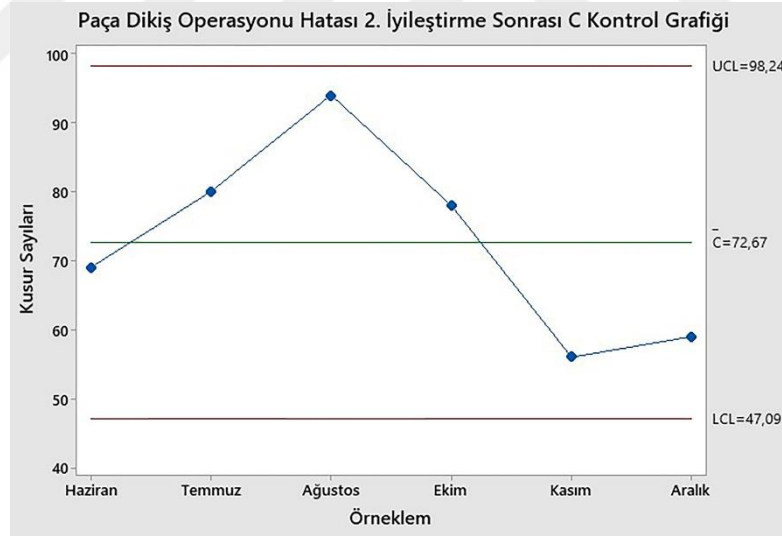
Şekil 3.21. Paça dikiş operasyonu C kontrol grafiği.

Paça dikiş operasyonu için iyileştirme sonrası C kontrol grafiği Şekil 3.22'de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 103,66 alt kontrol limiti 50,91 merkez çizgi 77,29 olarak hesaplanmıştır. Operasyonda kontrol dışı tek nokta olan ocak ayına ait veri çıkarılır ve limitler yeniden hesaplanır.



Şekil 3.22. Paça dikiş operasyonu iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.

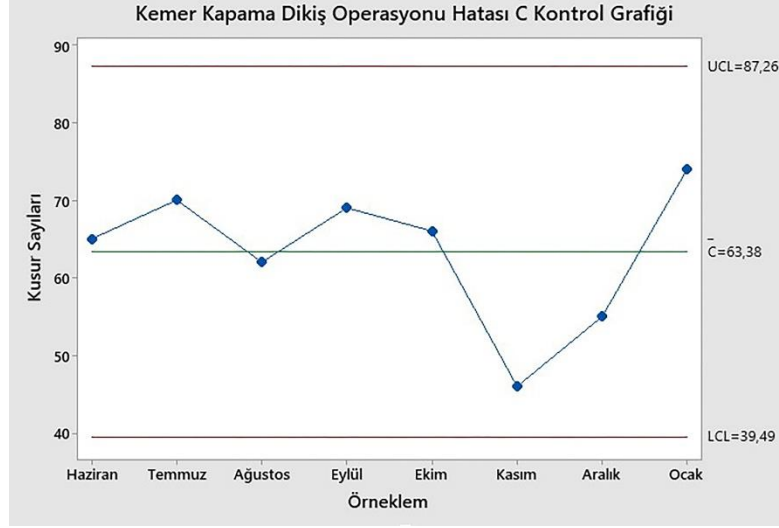
Paça dikiş operasyonu için iyileştirme sonrası C kontrol grafiği Şekil 3.23'de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 98,24 alt kontrol limiti 47,09 merkez çizgi 72,67 olarak hesaplanmıştır. Operasyon, yapılan iyileştirme sonrası kontrol altına girmiştir.



Şekil 3.23. Paça dikiş operasyonu 2. iyileştirme sonrası C kontrol grafiği.

3.4.3.7. Kemer Kapama Dikiş Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği

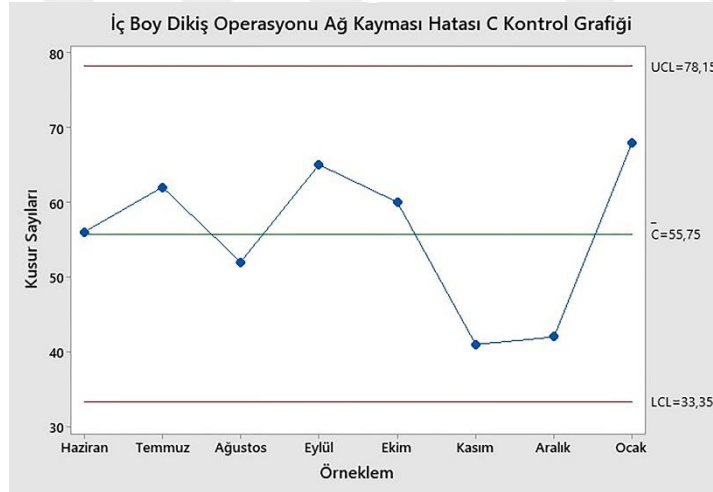
Kemer kapama dikiş operasyonu için oluşturulan C kontrol grafiği Şekil 3.24'de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 87,26 alt kontrol limiti 39,49 merkez çizgi 63,38 olarak hesaplanmıştır. Operasyon, kontrol limitleri içerisinde çıkmıştır. Kemer kapama süreci kontrol altındadır.



Şekil 3.24. Kemer kapama dikiş operasyonu C kontrol grafiği.

3.4.3.8. İç Boy Dikiş Operasyonu Ağ Kayması Hatası C Kontrol Grafiği

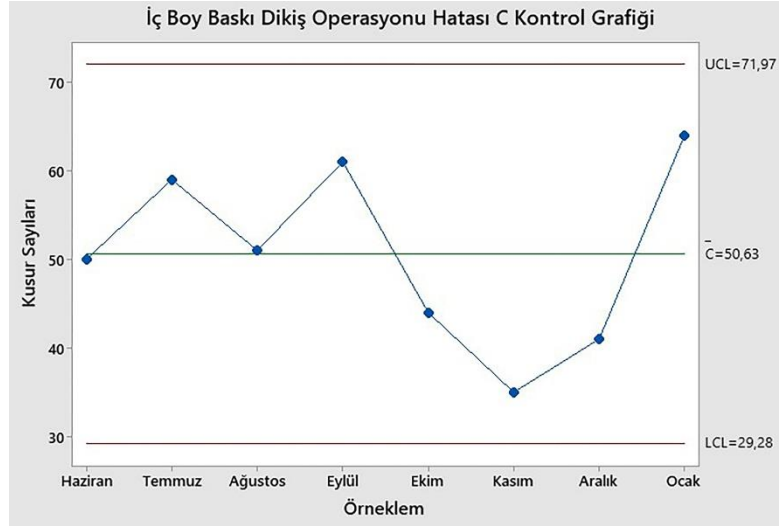
İç boy dikiş operasyonu için oluşturulan C kontrol grafiği Şekil 3.25’de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 78,15 alt kontrol limiti 33,35 merkez çizgi 55,75 olarak hesaplanmıştır. Operasyon, kontrol limitleri içerisinde çıkmıştır. İç boy dikiş süreci kontrol altındadır.



Şekil 3.25. İç boy dikiş operasyonu C kontrol grafiği.

3.4.3.9. İç Boy Baskı Dikiş Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği

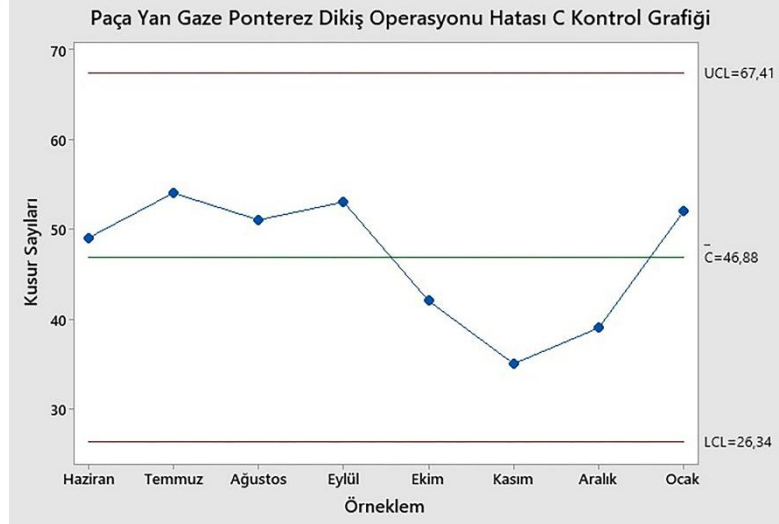
İç boy baskı operasyonu için oluşturulan C kontrol grafiği Şekil 3.26’da gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 71,97 alt kontrol limiti 29,28 merkez çizgi 50,63 olarak hesaplanmıştır. Operasyon, kontrol limitleri içerisinde çıkmıştır. İç boy baskı dikiş süreci kontrol altındadır.



Şekil 3.26. İç Boy Baskı Dikiş Operasyonu C Kontrol Grafiği.

3.4.3.10. Paça / Yan Gaze Ponterez Dikiş Operasyonu Hatası C Kontrol Grafiği

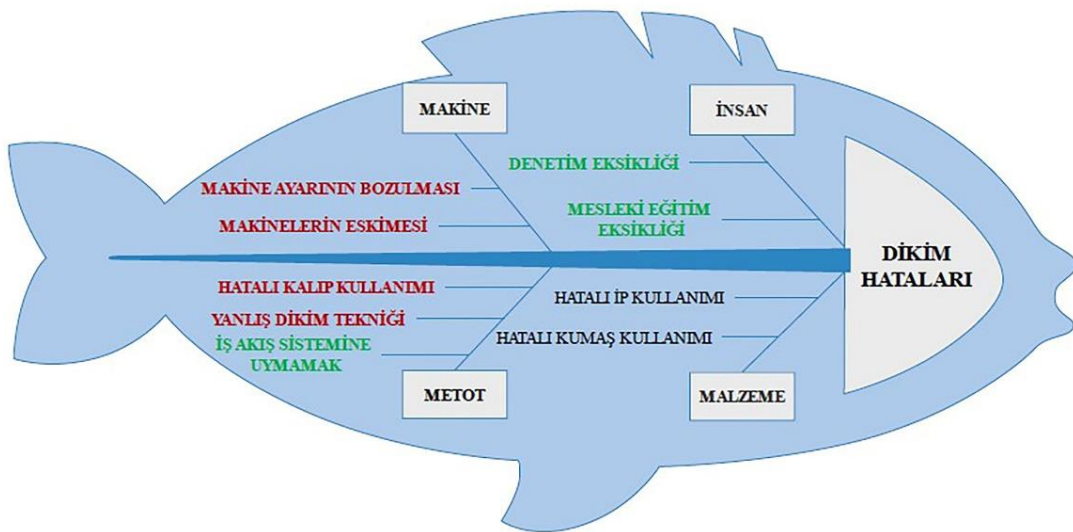
Paça / yan gaze ponterez operasyonu için oluşturulan C kontrol grafiği Şekil 3.27'de gösterilmiştir. Kontrol limitlerine bakıldığında üst kontrol limiti 67,41 alt kontrol limiti 26,34 merkez çizgi 46,88 olarak hesaplanmıştır. Operasyon, kontrol limitleri içerisinde çıkmıştır. Paça / yan gaze ponterez dikiş süreci kontrol altındadır.



Şekil 3.27. Paça / yan gaze ponterez dikiş operasyonu C kontrol grafiği.

3.4.4. Neden – Sonuç Diyagramı

Hataların kök nedenlerini belirlemek, çözüme ulaşmak için ilk adımdır. Şekil 3.7’de verilen Pareto Analizi’ne göre dikimhanede en sık tekrar eden sekiz hata tespit edilmiştir. Bu hatalar; arka cep takma, köprü takma, yan gaze /çima, paça dikiş, kemer kapama, iç boy ağ kayması, iç boy baskı dikiş, paça / yan gaze ponterez hatalarıdır. Bu hataların kontrol dışı durumlarını tespit etmek ve iyileştirmek için İstatistiksel Kalite Kontrol grafiklerinden birim başına kusur sayılarını ele alan C Kontrol Grafikleri oluşturulmuştur. Bu hatalar için yapılan C Kontrol Grafikleri sonrası arka cep takma hatası 4. iyileştirme (Şekil 3.14) köprü takma hatası 3. iyileştirme (Şekil 3.18) yan gaze / çima dikiş hatası 1. iyileştirme (Şekil 3.20) paça dikiş hatası 2. iyileştirme (Şekil 3.23) sonucunda kontrol altına alınmıştır. İyileştirmeye gerek duymayan sürecin kontrol altında olduğu hatalar, kemer kapama hatası (Şekil 3.24) iç boy dikiş ağ kayması hatası (Şekil 3.25) iç boy baskı dikiş hatası (Şekil 3.26) paça /yan gaze ponterez hatası (Şekil 3.27) olarak tespit edilmiştir. C Kontrol Grafiklerine bakıldığında iyileştirme ihtiyacı duyulan arka cep takma, köprü takma, yan gaze / çima dikişi, paça takma operasyonları uzmanlarla birlikte incelenmiş, atölyede çalışan uzmanların görüşleri alınarak beyin fırtınası tekniği kullanılarak Neden – Sonuç diyagramı oluşturulmuştur. İyileştirmeye ihtiyaç duyan her hata için neden sonuç diyagramları oluşturulmuş, daha sonra dikim hatası olarak tek bir diyagram oluşturup sonuca o şekilde gidilmesi kararlaştırılmıştır. Şekil 3.28’de dikim hataları için oluşturulan neden sonuç diyagramı görülmektedir.



Şekil 3.28. Dikim hataları için neden sonuç diyagramı.

Şekil 3.28'e bakıldığında dikim hataları; makine, insan, metot, malzeme kaynaklı olarak incelenmiştir. Diyagramda kırmızı ile belirtilen faktörler darboğaz, yeşil ile belirtilen faktörler çözüm alternatifi olarak kullanılacaktır.

Makine kaynaklı dikim hatalarında, makine ayarının belirli dikiş sayısına ulaştıktan sonra bozulduğu görülmektedir. Bu durum, dikim operasyonlarının tamamını etkilediği için makine ayarının bozuk olması darboğaz olarak seçilmiştir. Özellikle dikiş atlaması, dikiş düşmesi gibi hatalar makine ayarının bozuk olmasından kaynaklı oluşmaktadır. Operatörün dikim esnasında ara sıra makineyi kontrol etmesi, ayar değiştiği zaman uygun dikim ayarına alması dikim hatalarını önleyebilmektedir. Makinelerin eskimesi, bozuk olma ihtimalini artırmaktadır. Eski makineler, tamir bakım sürelerinin uzamasına dikim prosesinin aksamasına yol açmaktadır.

İnsan kaynaklı dikim hatalarında, köprü takma, paça takma operasyonları için yapılan gözlemler sonucunda denetim eksikliği ve mesleki eğitim eksikliğinin dikim hatalarının başlıca sebebi olduğu tespit edilmiştir.

Metot kaynaklı dikim hatalarında, örneğin; 0,5 cm içeriden yapılması gereken gaze dikişi yerine 1 cm içeriden yapılan çima dikiş tekniğinin uygulanması kalitesizlik maliyetlerini artırmaktadır. Uzman görüşleri sonucunda hatalı kalıp kullanımı, yanlış dikim tekniği uygulamak, iş akış sistemine uymamanın dikim hatalarının başlıca sebebi olduğu tespit edilmiştir.

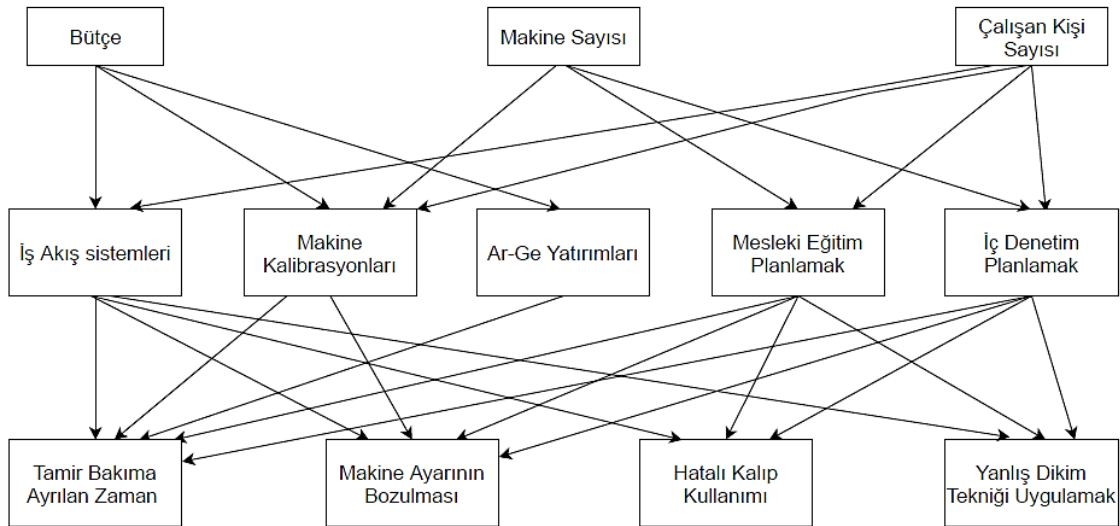
Malzeme kaynaklı dikim hatalarında, örneğin paça takma operasyonunda dikilen kumaşa uygun ip kullanılmadığında dikişlerin söküldüğü tespit edilmiştir. Bu durum tamir bakım oranını artırdığı için hatalı ip kullanımı, hatalı kumaş kullanımı dikim hataları için darboğaz olarak seçilmiştir.

Dikim hatalarına sebep olan en etkili faktörleri belirlemek ve hatalara yönelik çözüm önerilerinde bulunmak için Nedensel Bayes Ağları yöntemi kullanılacaktır. Neden sonuç diyagramındaki kök nedenler değişken olarak kullanılarak uzman değerlendirmesi yoluyla veriler toplanacaktır. Veriler Netica programı yardımıyla analiz edilecektir.

3.4.5. Nedensel Bayes Ağları Yöntemi

Belirlenen değişkenler Nedensel Bayes Ağ (NBA) yapısına uygun şekilde düzenlenmelidir. Değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkisini kullanırken olasılıksal temellere dayandığı ve durum senaryolarıyla ortaya çıkan farklı sonuçları değerlendirmeye ve yorumlamaya olanak sağladığı için Nedensel Bayes Ağlarının (NBA) bu çalışmada kullanılması uygun görülmüştür. Bu yüzden ağ yapısı, literatür taraması ve uzmanların görüşleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Bayes ağ yapısında kaynaklar, proses göz önüne alınarak Bütçe, Makine Sayısı, Çalışan Sayısı olarak uzmanlar tarafından belirlenmiştir. Çözüm alternatifleri, neden sonuç diyagramındaki değişkenlerin çözümüne yönelik olarak İş Akış – Kalite Sistemlerini Oluşturmak, Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak, Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak, Mesleki Eğitimler Planlamak, İç Denetimler Planlamak olarak belirlenmiştir. Darboğazlar neden sonuç diyagramından yararlanarak sürecin aksamasına sebep olan Tamir Bakıma Ayrılan Zaman, Makine Ayarının Bozulması, Hatalı Kalıp Kullanımı, Yanlış Dikim Tekniği Uygulanması olarak belirlenmiştir.

BA yapısı oluşturulurken değişkenler arasındaki ilişkiler belirlenmelidir. Hangi değişkenler birbirleriyle ilişkiliyse oklarla birbirine bağlanmıştır. Şekil 3.29’da Bayes ağ modeli görülmektedir.



Şekil 3.29. Bayes ağ modeli.

BA yapısında ilişkiler belirlenirken ikili değerlendirme sistemi esas alınmıştır. İkili değerlendirme sisteminde kaynaklar ve çözüm alternatifleri değerlendirilecek, sonrasında çözüm alternatifleri ile darboğazlar değerlendirilecektir. İlişkileri belirlerken uzman değerlendirmesiyle ilişki matrisleri oluşturulmuştur. İlişki matrisleri değerlendirilirken satırdaki değişkenin sütundaki değişkenle arasındaki ilişki göz önünde bulundurulur.

İlişki matrisinin değerlendirilmesi üç ihtimale göre değerlendirilir. Durum “1” olduğu zaman, satırdaki değişken artarsa sütundaki değişken de artar demektir. Durum “0” olduğu zaman satırdaki değişken ile sütundaki değişken arasında ilişki yok demektir. Durum “-1” olduğunda satırdaki değişken artarken sütundaki değişken azalır demektir. Uzman ve akademisyenlerin tartışarak elde ettiği ilişki matrisleri aşağıdaki Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8’de görülmektedir.

Çizelge 3.7. Kaynak değişkenleri ve çözüm alternatifi değişkenleri ilişki matrisi.

Kaynak değişkenleri ve çözüm alternatifi değişkenleri	Bütçe	Makine sayısı	Çalışan sayısı	İş akış-kalite sistemi oluşturmak	Ar-Ge yatırımını artırmak	Eğitim planlamak	İç denetim planlamak	Makine kalibrasyonları
Bütçe		1	1	1	1	0	0	1
Makine sayısı	-1		1	0	0	1	1	1
Çalışan sayısı	-1	1		1	0	1	1	1
İş akış-kalite sistemi oluşturmak	-1	-1	-1		-1	1	1	-1
Ar-Ge yatırımını artırmak	-1	1	-1	1		1	1	1
Eğitim planlamak	0	0	0	1	0		1	-1
İç denetim planlamak	0	0	0	1	0	1		1
Makine kalibrasyonları	-1	0	0	0	0	1	0	

Çizelge 3.8. Çözüm alternatifi değişkenleri ve darboğaz değişkenleri ilişki matrisi.

Çözüm alternatifi değişkenleri ve darboğaz değişkenleri	İş akış-kalite sistemi oluşturmak	Ar-Ge yatırımını artırmak	Eğitim planlamak	İç denetim planlama	Makine kalibrasyonları	Tamir bakıma ayrılan zaman	Makine ayarının bozulması	Hatalı kalıp kullanımı	Yanlış dikim tekniği uygulama
İş akış-kalite sistemi oluşturmak		-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1
Ar-Ge yatırımını artırmak	1		1	1	1	-1	0	0	0
Eğitim planlamak	1	0		1	-1	-1	-1	-1	-1
İç denetim planlamak	1	0	1		1	-1	-1	-1	-1
Makine kalibrasyon	0	0	1	0		-1	-1	0	0
Tamir bakıma ayrılan zaman	-1	1	1	1	1		-1	0	0
Makine ayarının bozulması	-1	1	1	1	1	1		0	0
Hatalı kalıp kullanımı	-1	0	1	1	0	1	1		1
Yanlış dikim tekniği uygulamak	-1	0	1	1	0	1	1	0	

3.4.5.1. *Kaynak Değişkenleri, Çözüm Alternatifi Değişkenleri, Darboğaz Değişkenleri Açıklamalar*

Bütçe: Hedeflenen bir amaca ulaşabilmek için, işletmenin gelecek dönemde izleyeceği politikayı ve yapacağı işleri parasal ve sayısal terimlerle açıklayan raporlar dizisidir [57]. Bir diğer ifadeyle bütçe işletmeler için belirli bir dönemdeki gelir ve gider tahminleri ile bunların uygulanmasına ilişkin hususları gösteren ve usulüne uygun olarak yürürlüğe konulan parasal planlardır. İşletme yöneticileri tarafından işletmenin geleceğine ilişkin planlama ile işletme stratejileri ile hedeflerin ve amaçların belirlenmiş olması yönetim ve çalışanlar açısından bu ortak hedef ve amaçlar doğrultusunda işletmenin geleceğine ilişkin planlamaların yapılmasına ve planlanan bütçenin ne ölçüde gerçekleştirildiğinin göstergesidir [58]. İşletme bütçelerinin faydalarına bakarsak; belirlenen amaca ulaşmak için maddi, finansal ve personel ile ilgili unsurlara duyulacak gereksinimi, gerekli güç kaydırmalarını ve zamanlamayı daha başlangıçta saptayarak, işlerin istenen yönde ve zaman kaybı olmaksızın akışını sağlar. Böylece kaynakların etkin ve verimli bir biçimde kullanılmasına katkıda bulunur [59]. Dikimhane atölyesi açısından düşünürsek makine, yöntem veya çalışan kaynaklı hatalar iyi bir bütçe planıyla ve yatırımlarla desteklenirse (yeni makine alımı, çalışanların eğitimle niteliklerinin artırılması vb.) işletmedeki hata oranları düşer, darboğazlar sonucu düşen verim artırılmış olur.

Makine: Günümüzde üretim işletmelerinin öncelikli amacı kaynakların etkin kullanımı ve hizmet veya mal üretiminde sürdürülebilirliği sağlamaktır. İşletmeler için etkin kaynak kullanımı ve pazarda rekabet üstünlüğü kazanmak için en önemli etkenlerden biri makine seçimi konusudur [60]. Doğru makine seçimi verimlilik, üretim kalitesi, maliyet ve diğer birçok önemli faktörü doğrudan etkilemektedir. Satın alma bölümünde çalışan yöneticiler, işletmeye makine, malzeme ve teçhizat satın almak için gerekli kararları, kullanıcı birim tarafından belirlenen özelliklerden uzaklaşmadan, vermek durumundadır. Yöneticiler, satın alma işleminden önce satın alınacak makinelerin özelliklerini istenen özelliklere uygunluğunu karşılaştırırlar [61]. Makine seçimi, verimliliği, üretimin performansını, kaliteyi etkileyen bir karar ve aynı zamanda uzmanlık gerektiren oldukça önemli bir süreçtir [62]. Bu sebeple doğru ve en uygun makine seçimi firmayı verimlilik ve kalite artışıyla beraber başarıya götürür [63].

Nitelikli Çalışan Sayısı: Bir kuruluşun adaptasyonu, esnekliği ve yaratıcılığı, düşük nitelikli çalışanların daha yüksek nitelikli çalışanlarla değiştirilmesi ile geliştirilebilir. Diğer taraftan, bir işletmeden ayrılan nitelikli çalışan, üretkenlik kaybına, işveren için fırsat kaybına, zayıflamış bir pozisyon zincirine ve işletmenin, eğitim ve işe alımla ilgili maliyetlerini artırarak, işletmenin zarar görmesine neden olacaktır [64]. Nitelikli çalışanların kaybı, işletmelerin kurumsal hedeflerini gerçekleştirmek için gereken görevleri tamamlamakta zorlanması demektir. Dahası, çalışanların işletmede çalışmaları sırasında kazandıkları bilgi ve becerilerini bu görevleri yerine getirmesi sırasında kullanması gerekir. Bu nedenle, çalışan devrinin arkasından bu tür beceriler eksik kalacak ve işletme performansı olumsuz etkilenecektir [65]. Tekstil sektöründe faaliyet gösteren firmaların, karlılığı ve gelirlerini artırmak için farklı stratejiler benimseyerek yetişmiş çalışanlarını elinde tutmaları önemlidir [66]. Nitelikli işgücü niteliksiz işgücü ile kıyaslandığında daha esnektir ve yeni teknolojilere daha az maliyetle uyum sağlar. Böylece işletmeler daha fazla nitelikli iş gören istihdam ettikçe maliyetleri düşecek ve sonrasında da daha fazla Ar-Ge yapabilecek, pazar payı büyüyecek ve karlılığı artacaktır [67].

İş - Akış Sistemi: Şirketler, rekabetçi kalabilmek için yönetsel, üretim veya lojistik gibi eldeki süreçleri sürekli iyileştirmelidir [68]. Günümüzün üretim yapan firmaları, atölyelerinin verimliliğini artırarak işlevsel olarak en iyiye yakalamaya sürekli çabalamaktadır [69]. Atölye verimliliği, bir üretim ağı içindeki hammaddelerin ve bilgilerin hızlı veya düzgün akışını sağlamak için işlevsel sorunları ele alan çalışmaların sürdürülmesiyle geliştirilebilir [68]. Ürünler tamamen üretilinceye kadar üretim hattının bir kısmından diğerine malzeme çıkış hareketini ve zamanlamasını düzenlemek için kontrol stratejilerine ihtiyaç vardır [70]. Darboğazları azaltmak ve üretim hattının yanıt verimliliğini artırmak için, kontrol stratejileri genellikle malzeme akış benzetimi kullanılarak planlanır ve doğrulanır [71]. Bu amaçla benzetimin bir şirketteki süreçlerin iyileştirilmesi için olası önlemlerin doğrulanması veya reddedilmesi için yararlı olduğu kanıtlanmıştır [72]. Bu yüzden tekstil atölyesinin, süreç iyileştirmelerini artırmak için malzeme akış, iş akış sistemlerine yönelik benzetimler oluşturulup, uygulamaya koyması, verimliliği artırarak, hataları kontrol altına aldığı için önemlidir.

Ar-Ge Yatırımları: Yatırım teorisi açısından Ar-Ge, onu normal yatırımdan farklı kılan bir dizi özelliğe sahiptir. Bu özelliklerden ilki ve en önemlisi uygulamada Ar-Ge harcamalarının yüzde elli veya daha fazlası, yüksek eğitimli çalışanların maaşlarıdır. Çalışanların çabaları, gelecek yıllarda kar elde edecek olan firmanın bilgi tabanı olan ve parasal olmayan bir varlık yaratır. Bu varlıklar firma çalışanlarının bilgi birimlerinin arasına kayıtlı olup, işten ayrılmaları veya çıkarılmaları durumunda yok olur. Bu durum Ar-Ge yatırımlarının yürütülmesinde önemli etkiye sahiptir. Firmanın temel kaynaklarının önemli bir kısmı, çalışanlar işten ayrıldığında veya işten çıkarıldığında ortadan kaybolur. Genellikle Ar-Ge projelerinde tasarım ve ticarileştirme arasında uzun bir süre geçmesi nedeniyle, firmalar nitelikli çalışanlarını işten çıkarmak zorunda kalmamak için Ar-Ge harcamalarını zaman içinde yumuşatma eğilimindedir [73]. Ancak, Ar-Ge yatırımlarının maddi varlıklara yapılan yatırımlara göre piyasa değerine iki kat daha fazla etkisi olduğu görülmektedir [74].

Mesleki Eğitim Planlamak: Mesleki eğitim, “Bireye iş hayatında belirli bir meslekle ilgili bilgi, beceri ve iş alışkanlıkları kazandıran ve bireyin niteliklerini çeşitli yönleri ile geliştiren eğitimidir.” [75]. Nitelikli işgücü, iyi bir eğitim almış, sermaye donanımını daha üretken hale getiren, makinelerin daha etkin kullanılmasını sağlayan, niteliğin artışı ile çalışanların daha üretken hale gelmesine yardımcı olan faktördür [76]. Nitelikli işgücü, sermaye yatırımının verimliliğini artırma, harcanan zaman ve maliyetler karşılığında daha fazla çıktı alabilme amacına ulaşabilmek için gerekli eğitimi edinmiş çalışanları kapsamaktadır. Aynı zamanda hızlı değişen teknolojik gelişmelerin zorunlu hale getirdiği sanayi ve meslekler arasında oluşan yüksek oranda işgücü devrinden kaynaklanan yüksek uyum yeteneğini ve sermayeyi iyi çalıştırabilme, geçiş süreçlerine uyum sağlama ile rekabeti sürdürme gücünü sağlayabilme özellikleri nedeniyle önemli bir potansiyeli ifade eder [76].

İç Denetimler: İç denetim, bir organizasyona hizmet etmek amacıyla kurulan bağımsız denetim fonksiyonudur [77]. İç kontrol, süreç ve iş akışları içine yerleştirilen, kişilerden etkilenen, işletmenin hedeflerine ulaşması için kullanılan bir araçtır. İç kontrol sistemi hataların ortaya çıkarılması ve önlenmesi bakımından kesin bir güvence sağlamaz [78]. İç denetim, iç kontrol sisteminin gerçek amaçlarına ulaşıp ulaşmadığı hususunda işletme yöneticilerine bilgi sağlayarak, işletme yöneticilerinin doğru karar almalarına ve iç kontrol sisteminin iyileştirilmesine ve etkinleştirilmesine katkıda bulunur.

Ayrıca, iç denetim, işletmedeki iç kontrol sisteminin gözünden kaçabilecek hata ve sapmaların belirlenmesi ve önlenmesinde etkin bir araçtır [79]. İç denetçiler, iç kontrol sisteminin sağlıklı işletilmesinde önemli bir role sahiptir. Bu yüzden sağlıklı ve güçlü bir iç kontrol sisteminin varlığı için sağlıklı ve güçlü bir iç denetim sürecinin kurulmuş olması gerekir [80]. İç denetçilerin en önemli özelliklerinden biri, işletmeye değer katan ve geliştiren hizmetleri gerçekleştirmeleridir. İç denetim, süreci geriden takip etmez, aksine öngörülerıyla risk ve fırsatları ortaya koyar [81].

Makine Kalibrasyonları: Kalibrasyon süreci, ölçü ve test cihazlarının ölçüm değerlerinin, standart referanslarıyla karşılaştırılma ve tolerans değerlerine getirilme işlemine denir. Kalibrasyonların, planlanan zamanda veya akredite şekilde yapılamaması, işletmeler açısından istenmeyen sonuçlar doğurabilir. Cihazların kalibrasyon işlemlerinin eksik, yanlış veya hiç yapılmamış olması durumunda, kalibrasyondan kaynaklı hatalı üretim mal veya hizmet sonucu israflar, düzensiz üretim sonucu maliyet artışı, ürün veya hizmette düşük kalite, müşteri memnuniyetinin azalması, arıza oluşması, cihaz kayıpları, işlemlerde güvenliği tehlikeye düşüren sonuçlara hatta işletmeye tazminat davası açılması gibi istenmeyen durumlar oluşması olasılığını artırır [82]. Makinelerin planlanmamış bakımları ve öngörülemeyen arızaları üretim sisteminin verimliliği üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir. Makinelerin düşük güvenilirliği, arıza süresini artırarak gereksiz ve beklenmedik maliyetlere neden olur [83].

Darboğazlar: Darboğazlar, uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan balık kılçığı diyagramındaki hata nedenleri ele alınarak belirlenmiştir. Dikim süreci boyunca hataların yoğun çıkması sebebiyle, hatalı ürünlerin tamir ve onarımı için ayrı bir hattın bulunması ve bu hattın yoğun olarak çalışması, tamir bekleyen pantolon sayısının fazlalığı, tamir ve onarım sürelerinin uzun olmasına yol açmaktadır. Bu durum kaliteyi etkileyen önemli bir darboğaz değişkeni olarak belirlenmiştir. Süreç esnasında kullanılan dikiş makinelerinin adım ayarlarının değişmesi, makinelerin çalışan tarafından sürekli kontrolünü gerektirmektedir. Bu durum çalışan dikkatsizliği sonucu bozuk ayarla dikim yapılması dolayısıyla kaliteyi ve tamir ve onarımı etkileyen bir darboğaz değişkeni olarak belirlenmiştir. Ayrıca makine kalibrasyonlarının yaptırılmaması da makine ayar değişkeninin belirlenmesinde etkili olmuştur.

Eski kalıpların üzerinde değişiklik yapılarak yeni dikim süreci için tasarlanması ve kullanılması ya da yanlış kalıbın dikkatsizlik, gözden kaçma sonucu kullanılması, sürecin başından sonlanmasına kadar hataların birikerek kaliteyi düşürmesine sebep olmaktadır. Ürün tasarımına bağlı değişen dikim tekniklerinin (pantolonda sadece gaze dikiş i ya da gaze ç ima birlikte dikimi vb.) unutulması ya da teknik konusunda bilgi, eğitim, nitelik eksikliği, zaman kayıplarına, tamir onarım artış ına, kalite eksikliğ ine neden olarak, sürecin tamamını etkileyen bir darboğaz değişkeni olarak belirlenmiştir.

3.4.5.2. Kaynak Değişkenleri ve Çözüm Alternatifi Değişkenleri İlişki Matrisi Açıklamalar

Bütçe – Makine Sayısı: Bütçe artarsa makine alım sayısı artabilir. Bu sayede eski makine kullanımı azalır.

Bütçe – Çalışan Sayısı: Bütçe artarsa makine sayısına bağlı olarak (makine kullanımı için) çalışan sayısı artar. Ya da nitelikli eleman alımı artar.

Bütçe – İş Akış Sisteminin Oluşturulması: Bütçe artarsa dikim sürecinin iş akış sisteminde yeniliğe gidilebilir. Dijitalizasyon için bütçe gereklidir.

Bütçe – Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak: Bütçe artarsa, Ar-Ge bölümüne ayrılan yatırım miktarı artabilir. Yeni Ar-Ge projeleri, hata önleme ya da düzeltme faaliyetlerinde iyileştirmeyi sağlar.

Bütçe – Eğitim Planı: Bütçenin şirket iç i eğitimlere etkisi bulunmamaktadır.

Bütçe – İç Denetim: Bütçenin iç denetimlere etkisi bulunmamaktadır.

Bütçe – Makine Kalibrasyonları: Bütçe artarsa kalibre edilmiş makine oranı artar. Belirli ücret karşılığı anlaşılan kalibrasyon firmaları ile ürünlerin doğruluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir.

Makine Sayısı – Bütçe: Makine sayısı artarsa (yeni makine alımı) gelir bütçesini azaltır.

Makine Sayısı – Çalışan Sayısı: Kullanılan makine sayısı artarsa çalışan sayısı artar. Çalışan sayısı iki şekilde artabilir; ya bazı çalışanlar dikim bölümüne aktarılır ya da nitelikli eleman alımı gerçekteşir.

Makine Sayısı – İş Akış Sisteminin Oluşturulması: Makine sayısının iş akış sistemine etkisi yoktur. Akış süreç üzerinden yapılır.

Makine Sayısı – Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak: Makine sayısının Ar-Ge yatırımlarına etkisi yoktur.

Makine Sayısı – Eğitim Planı: Makine sayısının artması eğitim planlama oranını artırır. Makinenin niteliği, eğitim planını etkiler. (Örneğin: otomasyona dayalı bir makine kullanılacaksa kullanımıyla ilgili çalışana eğitim planlamak)

Makine Sayısı – İç Denetim Planlamak: Makine sayısının artması İç denetimleri artırır. Daha çok makine daha çok dikim demektir. Süreç kontrolü için iç denetim mekanizması makine artışında sıklaştırılmalıdır.

Makine Sayısı – Makine Kalibrasyonları: Makine sayısının artması kalibre edilecek makine sayısını artırır.

Çalışan Sayısı – Bütçe: Çalışan sayısının artmasının bütçeyi azaltır. Dikim bölümünde çalışan sayısının artışı veya azalması gider bütçesini etkiler.

Çalışan Sayısı – Makine Sayısı: Çalışan sayısının artması, kullanılacak makine sayısını artırır.

Çalışan Sayısı – İş Akış Sisteminin Oluşturulması: Çalışan sayısının artması, kullanılacak makine sayısının artışını dolaylı olarak iş akış sistemini etkiler.

Çalışan Sayısı – Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak: Çalışan sayısının Ar-Ge yatırımlarına etkisi yoktur. Ar-Ge yatırımları, ürün veya süreç iyileştirmeleri amacıyla yapılır.

Çalışan Sayısı – Eğitim Planı: Nitelikli işgücüne olan ihtiyacı karşılamak için çalışan sayısının artması, yeni eğitimlerin ve eğitim planlarının artmasını sağlar. (Oryantasyon, mesleki eğitim, uygulamalı eğitimler vb.)

Çalışan Sayısı – İç Denetim Planlamak: Çalışan sayısının artması ile denetim eksikliğinden kaynaklanan hataları önlemek ve en aza indirmek için iç denetimleri sıklaştırmak, işin niteliğine bağlı kalite kontrolü artırmak gerekmektedir.

Çalışan Sayısı – Makine Kalibrasyonları: Çalışan sayısının artması, makine sayısının artışını dolayısıyla makine kalibrasyonlarını yaptırma oranını artırır.

İş Akış Sisteminin Oluşturulması – Bütçe: Yeni bir sistemi oluştururken (teknoloji satın alma, farklı yalın teknikler vb.) maddi kaynağa ihtiyaç vardır. Bu yüzden sistem oluşturma aşamasında bütçe azalır.

İş Akış Sisteminin Oluşturulması – Makine Sayısı: İş akış sisteminin oluşturulması, daha az makineyle daha verimli süreç yönetimini sağlar.

İş Akış Sisteminin Oluşturulması – Çalışan Sayısı: İş akış sisteminin oluşturulması, makinelerin ve çalışanların daha verimli çalışmasını sağlar. Dolayısıyla işi yavaşlatan prosesler üzerinde çalışan sayısını azaltır.

İş Akış Sisteminin Oluşturulması – Ar-Ge Yatırımlarını artırmak: İş akış sisteminin dikimhane atölyesinde oluşturulması, Ar-Ge yatırımlarını azaltır. Doğru yönetilen dikim prosesi, Ar-Ge yatırımlarının ihtiyacı olan bölümlerde kullanılmasına, belirli bir zaman sonra verimlilik artmışına ve Ar-Ge yatırımlarına teşvik eder.

İş Akış Sisteminin Oluşturulması – Eğitim Planı: Yeni bir iş akış – kalite sistemi oluşturulduğunda sisteme daha kolay uyum sağlamak ve verimliliği çalışan bazlı artırmak için eğitimler planlanır. Süreç eğitimleri artırılır.

İş Akış Sisteminin Oluşturulması – İç Denetim Planlamak: İş akış sistemleri oluşturulduğunda, prosesin en küçük adımındaki hatayı bile bize gösterebilir. Bu hataların oluşmasını önlemek için iç denetimler planlanmalı ve denetim miktarı artırılmalıdır.

İş Akış Sisteminin Oluşturulması – Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak: İş akış sisteminin oluşturulması, daha az makineyle daha çok işin yapılmasını sağlayacağı için makine kalibrasyonunun yapılma oranını azaltır.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak – Bütçe: Ar-Ge yatırımlarının artırılması için gerekli olan makine, ekipman çalışan, teknolojik yenilik gibi değişikliklere bütçeden pay ayrılması gerekmektedir.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak – Makine Sayısı: Ar-Ge yatırımlarını artırmak yatırımın boyutuna göre makine sayısını artırır.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak – Çalışan Sayısı: Ar-Ge yatırımlarını artırmak emek yoğun çalışan sayısını azaltır.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak – İş Akış Sisteminin Oluşturulması: Ar-Ge yatırımlarını artırmak yeni bir iş akış sistemi oluşturulmasını kolaylaştırır. Örneğin; yapılacak Ar-Ge yatırımı daha önce kullanılmamış yeni bir makine ise akış sistemine dahil edilmesi gerekir.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak – Eğitim Planı: Ar-Ge yatırımlarının hedefine ulaşması için çalışanın mesleki bilgi ve deneyiminin yeterli olması gerekir. Bu yüzden eğitimler planlanır, planlanmış eğitimler ihtiyaç halinde artırılır.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak – İç Denetim Planlamak: Ar-Ge yatırımlarının devamlılığının sağlanması ve yatırım teşvikleri için sürecin plana uyum oranının yüksek olması gerekir. Bu uyum oranı iç denetim mekanizmasıyla sürekli hale getirilebilir.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak – Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak: Ar-Ge yatırımları, yeni makine alımını kapsıyorsa makine kalibrasyonlarını artırır.

Eğitim Planı – Bütçe: Şirket içi eğitimlerin bütçe üzerinde doğrudan etkisi yoktur. Ancak yeni bir departman kurulması, sistem oluşturulması için dışarıdan hizmet satın alması gerçekleşirse (eğitim, sertifika vs.) bütçeyi etkilemektedir.

Eğitim Planı – Makine Sayısı: Eğitim planının makine sayısı üzerinde etkisi yoktur.

Eğitim Planı – Çalışan Sayısı: Eğitim planının çalışan sayısı üzerinde etkisi yoktur. Çalışan niteliğine göre eğitimler değişir.

Eğitim Planı – İş Akış Sisteminin Oluşturulması: Eğitimler sonucunda teknik ve mesleki bilgisi gelişen çalışan yeni bir sistem kurulması için öneride bulunabilir. Eğitimlerin artırılması, farklı tekniklerin kullanılması (beyin fırtınası – altı şapkalı düşünme tekniği vb.) yeni sistemleri ya da var olan sistemi geliştirmek için çalışanları bilinçlendirir.

Eğitim Planı – Ar- ge yatırımlarını Artırmak: Eğitimler, mesleki ve problem çözmeye yönelik planlanırsa (Kaizen, 5S gibi yalın eğitimler sayesinde) teknolojik yatırımlara gerek kalmadan düzeltilecek faaliyetler istenilen iyileştirmeleri sağlayabilir.

Eğitim Planı – İç Denetim Planlamak: Eğitim planları yapılırken iç denetim planları da oluşturulursa eğitim-denetim uyumu sağlanır. Bu uyum süreç hedeflerine yansır. (Hedeflenen hatasız dikim oranı vb.)

Eğitim Planı – Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak: Teknik ve kişisel gelişim eğitimleri planlanması sayesinde bilinçlenen çalışan makine kalibrasyonlarını takip eder, süreçten haberdar olur ve kalibrasyona uyum oranı artar. Bu sayede makine kaynaklı hatalı üretimin önüne geçilmiş olur.

İç Denetim Planlamak – Bütçe: İç denetim planının bütçe üzerinde doğrudan etkisi yoktur. Ancak iç denetimler sonucu gerçekleşen iyileşmeler bütçeye olumlu şekilde yansır.

İç Denetim Planlamak – Makine Sayısı: İç denetim planının makine sayısı üzerinde etkisi yoktur. İç denetimlerde amaç, çalışanların durumunu tespit etmektir.

İç Denetim Planlamak – Çalışan Sayısı: İç denetim planının çalışan sayısı üzerinde etkisi yoktur. Ancak denetimler sonucu çalışanın farkındalığını artırarak dikkatli dikim yapılmasını, hata sayısının azalmasını sağlar.

İç Denetim Planlamak – İş Akış Sisteminin Oluşturulması: İç denetim planları, İş akış sistemine dahil olan çalışanların denetlenmesini, bu sayede sistemdeki çalışan kaynaklı aksaklıkların giderilmesine yardımcı olur.

İç Denetim Planlamak – Ar- ge yatırımlarını Artırmak: İç denetim planlarının Ar-Ge yatırımlarını artırmaya etkisi yoktur.

İç Denetim Planlamak – Eğitim Planı: İç denetim sayısının artırılması (Örneğin; Gemba yürüyüşlerine başlanması) fiziksel kontrol (görme, inceleme) ve fikir alışverişleri sonucu eksiklikleri görme ve bu eksiklikleri gidermeye yönelik eğitim planlarının sayısını artırır.

İç Denetim Planlamak – Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak: İç denetimlerin planlanması ve sıklıkla denetim gerçekleşmesi kalibrasyonu eksik makinelerin tespit edilmesini sağlar. Makine kalibrasyonu yapılan makinenin doğru çalışıp çalışmadığı tespit edilir, makine kaynaklı dikim hataları azalır.

Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak – Bütçe: Makine kalibrasyonlarının düzenli yaptırılması, dışarıdan hizmet alımıyla gerçekleştiği için bütçeyi azaltır.

Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak –Makine Sayısı: Makine – Ekipman Kalibrasyonlarının yaptırılması makine sayısını artırmaz, makine sayısına etkisi yoktur.

Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak –Çalışan Sayısı: Makine Kalibrasyonlarının yaptırılmasının çalışan sayısına etkisi yoktur.

Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak – İş Akış Sisteminin Oluşturulması: Makine Kalibrasyonlarının yaptırılmasının iş akış sistemine etkisi yoktur. Ancak kalibrasyonu yaptırılmış ya da yaptırılmamış bir makinenin arıza çıkarması iş akışını dolaylı yoldan etkiler.

Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak – Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak: Makine kalibrasyonlarının yaptırılmasının Ar-Ge yatırımlarına etkisi yoktur.

Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak – Eğitim Planlamak: Makine kalibrasyonlarının yaptırılması makinenin daha dikkatli kullanılması gerektiği ile ilgili algı oluşturur. Bu durum eğitim planlarına yansır.

Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak – İç Denetim Planlamak: Makine kalibrasyonlarının yaptırılmasının iç denetimlerin planlanmasına etkisi yoktur.

3.4.5.3. *Çözüm Alternatifi Değişkenleri ve Darboğaz Değişkenleri İlişki Matrisi Açıklamalar*

İş Akış Sisteminin Oluşturulması – Tamir Bakıma Ayrılan Zaman: İş akış sistemi oluşturulduğunda sistemdeki makinelerin tamir bakım planları ve zamanları belirlenir. Bu sayede plansız tamir bakıma ayrılan zamanda büyük ölçüde düşüş sağlanır.

İş Akış Sisteminin Oluşturulması – Makine Ayarının Bozuk Olması: İş akış sistemi oluşturulduğunda sistemdeki çalışanlar düzenli olarak makine ayarlarını kontrol etmelidir. Bu durum makine ayarının bozuk olması ve farkında olmadan yapılan (iğnenin kırılması ipin kopması vs.) dikim hatalarında düşüş sağlamaktadır.

İş Akış Sisteminin Oluşturulması – Hatalı Kalıp Kullanımı: İş akış sisteminin oluşturulması çalışanların günlük üretim miktarı, hatasız üretim adedi gibi parametrelere uyumu artırır. Dikkatsizlik sonucu oluşan hatalı kalıp kullanımını düşürür.

İş Akış Sisteminin Oluşturulması – Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak: İş akış sisteminin oluşturulması ve uygulanması hangi çalışanın hangi makinede hangi dikim tekniğini kullanacağını tanımlar. Bu yüzden yanlış dikim tekniği sonucu oluşan hatalar en aza iner.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak – Tamir Bakıma Ayrılan Zaman: Ar-Ge yatırımları yeni makine alımı için kullanılırsa, eski makinelerde katlandığımız gereksiz tamir bakım sürelerinde düşüş gerçekleşir.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak – Makine ayarının bozuk olması: Ar-Ge Yatırımlarının makine ayarlarına etkisi yoktur.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak – Hatalı Kalıp Kullanımı: Ar-Ge Yatırımlarının hatalı kalıp kullanımına etkisi yoktur.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak – Yanlış dikim Tekniği Uygulamak: Ar-Ge Yatırımlarının yanlış dikim tekniğinde etkisi yoktur. Ancak, Dijital uyarı sistemi gibi bir sistem entegre edilmesi durumunda makine ayarı, hatalı kalıp ve yanlış dikim tekniği durumlarında acil uyarı verilmesi sağlanırsa hata oranlarında gözle görülür düşüşler yaşanır.

Eğitim Planlamak – Tamir Bakıma Ayrılan Zaman: Çalışanlar için planlanan teknik eğitimler sonucu makinelerin yanlış kullanımından kaynaklanan tamir bakımlarda düşüş gözlenir.

Eğitim Planlamak – Makine Ayarının Bozuk Olması: Planlanan eğitimler sayesinde çalışanların dikim esnasında makine ayarında değişiklik olduğunu fark edip bozukluğu gidermesi makine kaynaklı dikim hatalarında düşüş sağlamaktadır.

Eğitim Planlamak – Hatalı Kalıp Kullanımı: Planlanan kişisel gelişim eğitimleri sayesinde dikkati ve bilinci artan çalışan kalıp kullanımında dikkatli davranır. Hatalı kalıp kullanımında düşüş yaşanır.

Eğitim Planlamak – Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak: Eğitimler, dikim tekniklerine göre planlanır, yanlış dikime sebep olan kök neden hakkında eğitim, uygulamalar yapılır, bu sayede metot kaynaklı dikim hatalarını düşer.

İç Denetim Planlamak – Tamir Bakıma Ayrılan Zaman: İç denetimler esnasında tamir bakım planları gözden geçirilir, plana uygunluk kontrol edilir. Düzenli kontrol edilen çalışan daha özenli davranır. Bu sayede tamir bakım süreleri düşer.

İç Denetim Planlamak –Makine Ayarının Bozuk Olması: İç denetimler, makine ayarlarının düzenli olarak yapılmasını ve bozuk ayarlı makine kullanımında düşüş sağlar.

İç Denetim Planlamak – Hatalı Kalıp Kullanımı: İç denetimler çalışan dikkatini artırır hatalı kalıp kullanım oranı düşer.

İç Denetim Planlamak – Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak: İç denetimlerde görev alan personel, dikim teknikleri konusunda bilgi sahibi olmalıdır. Denetim esnasında metot kaynaklı hatalar gözlemlenir, hatanın tekrar etmemesi konusunda önlem alınırsa proses kaynaklı hata oranları düşer.

Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak – Tamir Bakıma Ayrılan Zaman: Kalibrasyonları düzenli olarak yaptırılan ve doğruluğu ölçülen makinelerde, plan dışı tamir bakım süreleri düşmektedir.

Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak – Makine Ayarının Bozuk Olması: Kalibrasyonların doğru ölçüm yapabilmesi için kalibrasyon öncesinde makine ayarlarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Kalibrasyon planları oluşturmak, makine ayarlarının devamlı kontrol edilmesini ve üretimin bozuk bir şekilde yapılma oranını düşürür.

Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak – Hatalı Kalıp Kullanımı: Makine kalibrasyonlarının yaptırılmasının hatalı kalıp kullanımına etkisi yoktur.

Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak – Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak: Makine kalibrasyonlarının yaptırılmasının dikim tekniğine etkisi yoktur.

Tamir Bakıma Ayrılan Zaman – İş Akış Sisteminin Oluşturulması: Tamir bakıma ayrılan zamanın artması, akış sistemi oluşturma oranını ve var olan akış sisteminin etkinliğini azaltır.

Tamir Bakıma Ayrılan Zaman – Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak: Sürekli olarak tamir bakım ihtiyacı olan makinenin eskimesi, ömrünü tamamlamış olması yeni makine alma ihtiyacını doğurur. Bu durum Ar-Ge yatırımlarını (yeni makine alımı) (tamir sürelerini düşüren en aza indiren projeleri) artırır.

Tamir Bakıma Ayrılan Zaman – Eğitim Planlamak: Tamir sürelerinin uzun olmasının sebebi (makine, insan, metot) belirlenirse, problemi çözmeye yönelik eğitimlerin planlanma oranı artar.

Tamir Bakıma Ayrılan Zaman – İç Denetim Planlamak: Tamire ihtiyaç duyan makineler, denetim esnasında daha sık kontrol edilir.

Tamir Bakıma Ayrılan Zaman – Makine Kalibrasyonlarını Artırmak: Tamir bakıma ayrılan zamanın artması, bozulma ihtimali olan makinelerin kalibrasyon sıklığını artırır. (6 ayda bir yerine yılda bir planlanabilir)

Tamir Bakıma Ayrılan Zaman – Makine Ayarının Bozuk Olması: Sık tamir edilen makinelerin kontrol oranları artar. Bu sayede makine ayarlarının bozulma olasılığı azalır.

Tamir Bakıma Ayrılan Zaman – Hatalı Kalıp Kullanımı: Tamir bakım zamanının hatalı kalıp kullanımına etkisi yoktur.

Tamir Bakıma Ayrılan Zaman – Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak: Tamir bakım zamanının dikim tekniğine etkisi yoktur.

Makine Ayarının Bozuk Olması – İş Akış Sisteminin Oluşturulması: Makine ayarı bozuksa proste bekleme süreleri oluşur. İş akışı oluşturma, var olan akışta gecikmeler meydana gelir.

Makine Ayarının Bozuk Olması – Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak: Makine ayarının bozuk olması ve tamir edilemez durumda olması halinde, yeni teknolojik makine alımı, Ar-Ge yatırımları artar.

Makine Ayarının Bozuk Olması – Eğitim Planlamak: Makine – ekipman kullanımıyla ilgili çalışanı bilinçlendirme eğitimi verilerek makine kaynaklı olası hatalar önlenir.

Makine Ayarının Bozuk Olması – İç Denetim Planlamak: Makine ayarları devamlı bozuluyorsa ve çalışanın kontrol etmesiyle problem çözülüyorsa planlı iç denetimlerle hataların, yapılmaması gereken durumların tespiti, çalışanların bilinçlenmesi sağlanabilir.

Makine Ayarının Bozuk Olması – Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak: Çalışan kontrolüyle düzelmeyen makine ayarları için makinenin düzenli olarak kalibrasyonlarının yaptırılması ve doğruluğunun kontrol ettirilmesi makine kaynaklı hata oranlarını düşürmede etkilidir.

Makine Ayarının Bozuk Olması – Tamir Bakıma Ayrılan Zaman: Ayarları zamanla değişmiş, bozulmuş bir makinenin dikim hataları yüksek çıkmaktadır. Bu durum tamir bakım işlemi gören ürün sayısının ve tamir bakıma ayrılan sürenin artmasına yol açmaktadır.

Makine Ayarının Bozuk Olması –Hatalı Kalıp Kullanımı: Makine ayarının bozuk olmasının kalıpların hatalı kullanımına etkisi yoktur.

Makine Ayarının Bozuk Olması – Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak: Makine ayarının bozulmasının yanlış dikim tekniği uygulanmasına etkisi yoktur.

Hatalı Kalıp Kullanımı– İş Akış Sisteminin Oluşturulması: Hatalı kalıp kullanımının artması iş akış sisteminin oluşturulması olasılığını azaltır ya da var olan mevcut sistemin aksamasına sebep olur.

Hatalı Kalıp Kullanımı– Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak: Hatalı kalıp kullanımı çalışan kaynaklı olduğu, eğitim ve uygulamalarla problem çözümünü sağlayacağı için Ar-Ge yatırımlarını artırmak gibi bir etkisi yoktur.

Hatalı Kalıp Kullanımı– Eğitim Planlamak: Kalıpların hatalı kullanımının artması dikim sürecini olumsuz etkiler. Çalışanlara verilen mesleki, teknik eğitimlerin planlanması kalıp kaynaklı hata oranlarını düşürür. Kaliteye etkisi olumlu yönlü gerçekleşir.

Hatalı Kalıp Kullanımı– İç Denetim Planlamak: Hatalı kalıp kullanımının artmasıyla iç denetimler artırılmalı bu sayede kalıp kaynaklı dikim hatalarının azaltılması hedeflenmelidir.

Hatalı Kalıp Kullanımı– Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak: Hatalı kalıp kullanımının makine kalibrasyonlarını yaptırmaya etkisi yoktur.

Hatalı Kalıp Kullanımı– Tamir Bakıma Ayrılan Zaman: Hatalı kalıp kullanımının artışı tamir bakıma ayrılan pantolon artışına dolayısıyla tamir bakım süresinin artmasına neden olur.

Hatalı Kalıp Kullanımı– Makine Ayarının Bozuk Olması: Hatalı kalıp kullanımının artışı makinede dikilen ürünün farklı bölümlerinin farklı dikim tekniklerine maruz kalması sebebiyle makine ayarlarının bozulma oranını artırır.

Hatalı Kalıp Kullanımı– Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak: Hatalı kalıp kullanımının artışı makinede dikilen ürünün farklı bölümlerinin farklı dikim tekniklerine maruz kalmasına neden olur. Dikim tekniği kaynaklı hataları artırır.

Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak- İş Akış Sisteminin Oluşturulması: Uygulama kaynaklı dikim hatalarının artışı, iş akış sisteminin oluşturulması olasılığını azaltır ya da var olan sistemin aksamasına neden olur.

Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak- Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak: Çalışanların yanlış teknik kullanarak yanlış dikim yapmasının Ar-Ge yatırımlarını artırmaya etkisi yoktur.

Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak- Eğitim Planlamak: Çalışan kaynaklı dikim hatalarının artması, teknik eğitim ya da çalışan motivasyonu için planlanan eğitim oranlarını artırır. Eğitimlerin artmasıyla farkındalık artışı gerçekleşir. Kalite ve verimlilik artışı tablolara yansır.

Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak- İç Denetim Planlamak: Çalışan yorgunluğu dikkatsizliğe yol açar. Bu durum dikim tekniklerinin yanlış tasarımda kullanılmasına ve kalitesizliğe yol açar. İç kontrolün gözden kaçırdığı durumlarda iç denetimlerin planlanarak uygulanması, tespit edilemeyen dikim hatalarının belirlenmesine ve kalitesizlik maliyetlerinin düşmesinde etkilidir.

Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak- Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak: Çalışan kaynaklı hatalı dikim tekniklerinin uygulanmasında makine kalibrasyonlarının etkisi yoktur.

Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak- Tamir Bakıma Ayrılan Zaman: Hatalı dikim teknikleri uygulanarak dikimi yapılan pantolonların tamir bakım yapılma oranı artar.

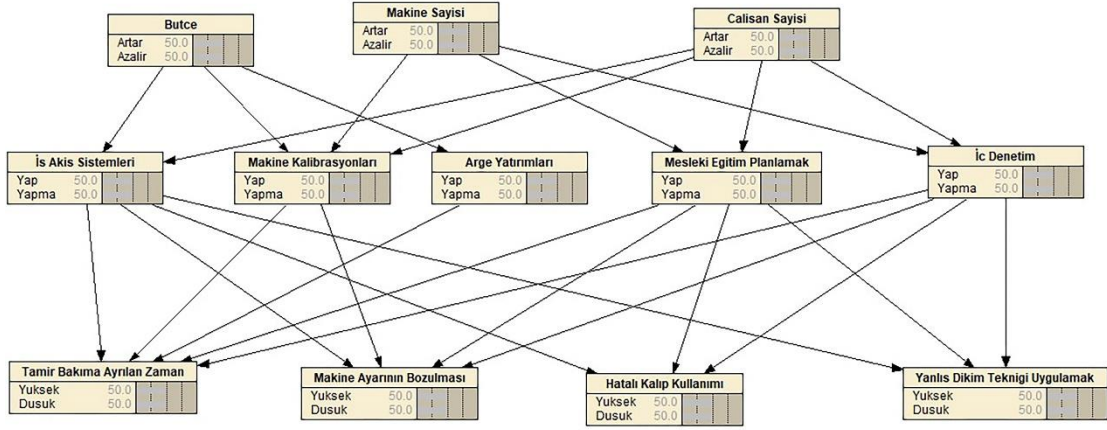
Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak- Makine Ayarının Bozuk Olması: Hatalı dikim teknikleri uygulanarak dikimi yapılan pantolonların makine ayarlarını bozma oranı artar.

Yanlış Dikim Tekniği Uygulamak- Hatalı Kalıp Kullanımı: Dikim tekniğinin yanlış uygulanmasının hatalı kalıp kullanımına etkisi yoktur.

3.4.5.4. Bayes Ağ Modelinin Netica Programında Kurulması

İlişki matrisleri sayesinde kaynaklar, darboğazlar ve çözüm alternatifi değişkenleri arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Matrisler kullanılarak taslak model oluşturulmuştur. Elde edilen modelin çözümünü sağlamak için olasılık verileri girilmeden Netica programında Bayes ağ modeli oluşturulmuştur. Netica programına veriler girilirken sırasıyla, File – New – Network bölümlerine girilir.

Yeni sayfa açıldıktan sonra karar değişkenleri ve ilişki okları çizilerek ağ yapısı oluşturulur. Oluşturulan modelin Netica görünümü aşağıda şekil 3.30'da gösterilmektedir.



Şekil 3.30. Bayes ağ modelinin NETICA görünümü.

3.4.5.5. Bayes Ağ Modelinin Olasılıklı Modeli İçin Uzman Değerlendirmesi Yoluyla Veri Toplama

BA modelinin taslak görünümü elde edildikten sonra olasılık değerleriyle çözüme ulaşabilmek için uzmanların değerlendirme yoluyla veriler toplanmıştır. Değerlendirme üç kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda kaynak değişkenleri değerlendirilmiştir. Kaynak değişkenleri tek uzman tarafından senaryo oluşturmak amacıyla değerlendirilmiştir. İkinci kısımda kaynak değişkenlerine bağlı olarak çözüm alternatifleri değişkenleri belirlenmiştir. Üçüncü kısımda çözüm alternatif değişkenlerine bağlı olarak darboğaz değişkenleri belirlenmiştir.

İkinci ve üçüncü bölüm birden çok uzman tarafından değerlendirilmiştir. Bu uzmanların konu hakkında bilgi ve tecrübe sahibi olmaları daha hassas ve doğru sonuçların elde edilmesini sağlar. Bu yüzden, değerlendirme kriterleri için istenilen olasılıkların sayısal olarak sorgulanmasına karar verilmiştir. Bu sorgulama sırasında herhangi bir ebeveyn düğümün bir durumu için çocuk düğümün her durumunun gerçekleşme olasılıkları doğrudan uzmana sorulur ve toplam olasılık 1'e eşit olacak şekilde dağıtılır. Bu dağıtımın daha kolay yapılabilmesi için değerlerin yüzdesel olarak dağıtılmasına karar verilmiştir. Buna göre sabit toplam ölçek (Constant Sum Scale) uygulaması şeklinde her değerlendirme için değerlendiricilere 100 puan verilerek bu puan üzerinden gerçekleşme olasılıkları dağıtılacaktır. Kriterleri artma veya azalma olasılıklarına göre dağıtım yapılacaktır.

3.4.5.6. Kaynak Değişkenleri Değerlendirme

BA modelinde kaynak değişkenleri firmadaki uzman tarafından değerlendirilmiştir. Uzmanla, değerlendirme sonrasında görüşülmüş ve kaynak değişkenlerini belirlerken hangi durumları ele aldığı belirlenmiştir. Uzman, tekstil sektöründeki dijitalleşmenin artmasıyla, teknolojik gereksinimleri karşılayan makinelere duyulan ihtiyacın artacağı, ancak dijitalleşmenin gerçekleşmesi için zamana ihtiyaç olduğunu düşünerek makine sayısındaki artış oranını %55 olarak belirlemiştir. Teknolojiye yapılan yatırımın makine artışını sağlamasıyla bütçeyi artıracığı öngörülmüş ve bütçe artışını %70 olarak belirlemiştir. Bu olasılığın belirlenmesinde teknolojik yatırımların maliyetli olması ve yatırım sonucu elde edilecek kar artışı göz önünde bulundurulmuştur.

Dijitalleşen makinelerde çalışana duyulan ihtiyacın azalacağı ya da aynı çalışanın birden fazla makineyi kullanma olasılığının artacağı öngörülmüş ve çalışan sayısında %70 azalma olması beklenmiştir. Değerlendirme sonucu aşağıdaki Çizelge 3.9’da görüldüğü gibidir.

Çizelge 3.9. Kaynak değişkenleri değerlendirme sonucu.

Kaynaklar	Durumlar	Olasılık
Bütçe	Artar	70
	Azalır	30
Toplam		100
Makine Sayısı	Artar	55
	Azalır	45
Toplam		100
Çalışan Sayısı	Artar	30
	Azalır	70
Toplam		100

3.4.5.7. Çözüm Alternatifi Değişkenleri Değerlendirme

Bu bölümde kaynak değişkenleri için verilen senaryo göz önüne alınarak uzmanlar tarafından çözüm alternatifleri değerlendirilmiştir. Birden çok uzman değerlendirmesi olduğu için değerlendirme verilerinin aritmetik ortalaması Netica programına girilecek ve sonuçlar elde edilecektir. Değerlendirme sonuçlarının ortalaması Şekil 3.31’de görüldüğü gibidir.

KAYNAK	DURUM	İŞ AKIŞ- KALİTE SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI		TOPLAM	AR-GE YATIRIMLARINI ARTIRMAK		TOPLAM	EĞİTİM PLANLAMAK		TOPLAM	İÇ DENETİM PLANLAMAK		TOPLAM	MAKİNE KALİBRASYONLARINI YAPTIRMAK		TOPLAM
		YAP	YAPMA		YAP	YAPMA		YAP	YAPMA		YAP	YAPMA		YAP	YAPMA	
BÜTÇE	ARTAR	60,3	39,7	100	70,7	29,3	100			0			0	81,7	18,3	100
	AZALIR	38,3	61,7	100	26,7	73,3	100			0			0	33,3	66,7	100
MAKİNE SAYISI	ARTAR			0			0	65,7	34,3	100	54,3	45,7	100	85,7	14,3	100
	AZALIR			0			0	40,7	59,3	100	53,7	46,3	100	29	71	100
ÇALIŞAN SAYISI	ARTAR	56,3	43,7	100			0	75	25	100	71,7	28,3	100	52	48	100
	AZALIR	50,3	49,7	100			0	35,3	64,7	100	38,7	61,3	100	50	50	100

Şekil 3.31. Çözüm alternatifi değişkenleri değerlendirmelerin ortalama sonucu.

3.4.5.8. Darboğaz Değişkenleri Değerlendirme

Bu bölümde, çözüm alternatifleri için verilen yanıtlar göz önüne alınarak uzmanlar tarafından darboğaz değişkenleri değerlendirilmiştir. Birden çok uzman değerlendirmesi olduğu için değerlendirme verilerinin aritmetik ortalaması Netica programına girilecek ve sonuçlar elde edilecektir. Değerlendirme sonuçlarının ortalaması Şekil 3.32’de görüldüğü gibidir.

ÇÖZÜM ALTERNATİFLERİ	DURUMLAR	TAMİR BAKIMA AYRILAN ZAMAN		TOPLAM	MAKİNE AYARININ BOZUK OLMASI		TOPLAM	HATALI KALIP KULLANIMI		TOPLAM	YANLIŞ DİKİM TEKNİĞİ UYGULAMAK		TOPLAM
		YÜKSEK	DÜŞÜK		YÜKSEK	DÜŞÜK		YÜKSEK	DÜŞÜK		YÜKSEK	DÜŞÜK	
İŞ AKIŞ- KALİTE SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI	YAP	62,7	37,3	100	64	36	100	85,7	14,3	100	85	15	100
	YAPMA	35,3	64,7	100	39	61	100	17	83	100	16,7	83,3	100
AR-GE YATIRIMLARINI ARTIRMAK	YAP	58,7	41,3	100			0			0			0
	YAPMA	38,3	61,7	100			0			0			0
EĞİTİM PLANLAMAK	YAP	80	20	100	76,7	23,3	100	88,7	11,3	100	74	26	100
	YAPMA	27,7	72,3	100	28,7	71,3	100	14,3	85,7	100	22,7	77,3	100
İÇ DENETİM PLANLAMAK	YAP	66,7	33,3	100	76	24	100	70,7	29,3	100	69	31	100
	YAPMA	31,7	68,3	100	30,3	69,7	100	26	74	100	36,7	63,3	100
MAKİNE KALİBRASYONLARINI YAPTIRMAK	YAP	70	30	100	82,3	17,7	100			0			0
	YAPMA	29,7	70,3	100	19,3	80,7	100			0			0

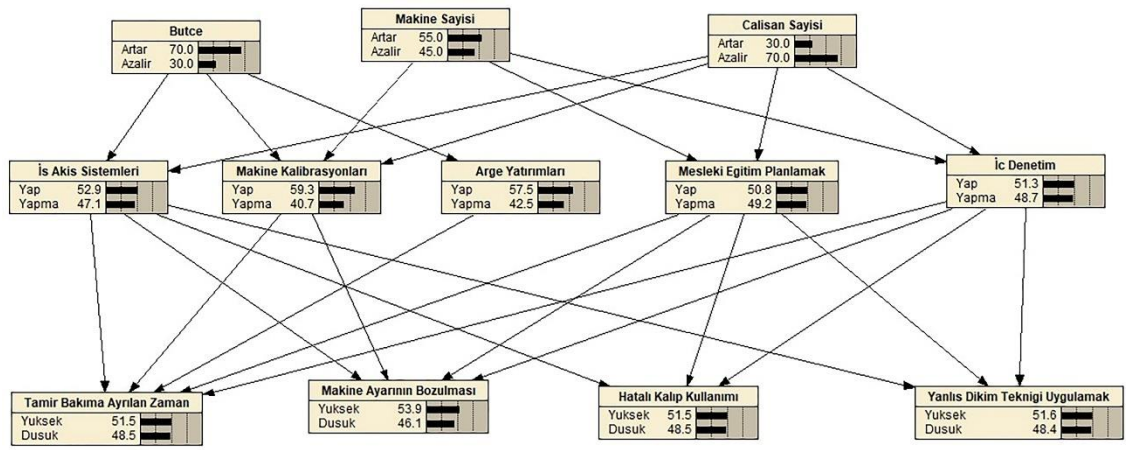
Şekil 3.32. Darboğaz değişkenleri değerlendirmelerin ortalama sonucu.

3.4.5.9. Senaryo Analizlerinin Yapılması

Tüm değerlendirmelerin tamamlanmasından sonra sonuçlar Netica programına aktarılmıştır. Netica programında mevcut durum senaryosu çalışılmıştır. Daha sonra en iyi durum senaryosu ve en kötü durum senaryosu çalışılmıştır. Senaryolar değerlendirildikten sonra duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.4.5.10. Mevcut Durum Senaryosu

Mevcut durum senaryosu oluşturulurken uzmanların yaptığı değerlendirmelerin ortalamaları Netica programına aktarılmış, mevcut durum değerlendirilmesi yapılmıştır. Netica'dan elde edilen mevcut durum senaryosunun sonuçları aşağıda Şekil 3.33'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.33. Mevcut durum NETICA modeli.

Mevcut durum senaryosuna göre çözüm alternatifi değişkenleri ve darboğaz değişkenleri için elde edilen sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

İş Akış Sistemlerinin Oluşturulması: İş akış sistemlerinin yapılması olasılığı %52,9 yapılmama olasılığı %47,1 olarak tespit edilmiştir. İş akış sisteminin yapılma olasılığı yüksek çıkmıştır.

Makine Kalibrasyonları: Makine kalibrasyonlarının yapılma olasılığı %59,3 yapılmama olasılığı ise %40,7 olarak tespit edilmiştir. Makine kalibrasyonlarının yapılma olasılığı yüksek çıkmıştır.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak: Ar-Ge yatırımlarını yapma olasılığı %57,5 yapmama olasılığı %42,5 olarak tespit edilmiştir. Ar-Ge yatırımlarının yapılma olasılığı yüksek çıkmıştır.

Mesleki Eğitim Planlamak: Mesleki eğitim yapma olasılığı %50,8 yapmama olasılığı %49,2 olarak tespit edilmiştir. Mesleki eğitim yapma olasılığı yüksek çıkmıştır.

İç Denetimleri Planlamak: İç denetim yapma olasılığı %51,3 yapmama olasılığı %48,7 olarak tespit edilmiştir. İç denetim yapma olasılığı yüksek çıkmıştır.

Tamir Bakıma Ayrılan Zaman: Tamir bakım süre sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %51,5 düşük olasılığı %48,5 olarak tespit edilmiştir. Mevcut durumda sorunun çözülme olasılığı yüksek çıkmıştır.

Makine Ayarının Bozulması: Makine ayarının bozulma sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %53,9 düşük olasılığı %46,1 olarak tespit edilmiştir. Mevcut durumda sorunun çözülme olasılığı yüksek çıkmıştır.

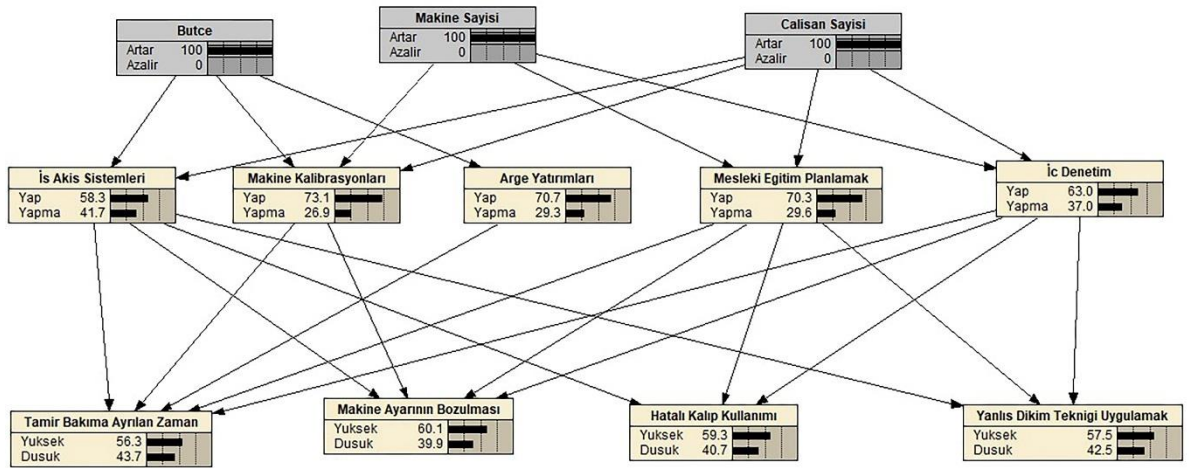
Hatalı Kalıp Kullanılması: Hatalı kalıp kullanılma sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %51,5 düşük olasılığı %48,5 olarak tespit edilmiştir. Mevcut durumda sorunun çözülme olasılığı yüksek çıkmıştır.

Yanlış dikim Tekniği Uygulamak: Yanlış dikim tekniği uygulama sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %51,6 düşük olasılığı %48,4 olarak tespit edilmiştir. Mevcut durumda sorunun çözülme olasılığı yüksek çıkmıştır.

Mevcut durum senaryosuna bakıldığında yapılma olasılığı en yüksek çözüm alternatifi %59,3 ile makine kalibrasyonlarının yapılması olarak çıkmıştır. Darboğaz değişkenlerinden çözülme olasılığı en yüksek sorun %53,9 ile makine ayarının bozulma sorunudur. Mevcut durum sonucunun gösterdiğine göre makine kalibrasyonlarının belirli planlar dahilinde tekrarlanması, makine ayar sorunun çözülmesinde büyük rol oynamaktadır. Ayrıca kullanıma bağlı ayar değişkenliklerinde çalışanın bilgilendirilmesi ve makineyi kontrol alışkanlığı kazanmasının makine kaynaklı dikim hatalarının oluşma oranını düşüreceği ortaya çıkmıştır.

3.4.5.11. En İyi Durum Senaryosu

En iyi durum senaryosu oluşturulurken tüm kaynak değişkenlerinin artar olasılığı %100 olarak alınmış, kaynaklar en iyi düzeydeyken çözüm alternatiflerinin yapılma olasılıkları ve darboğazların çözülme olasılıkları belirlenmiştir. Netica'dan elde edilen en iyi durum senaryosunun sonuçları aşağıda Şekil 3.34'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.34. En iyi durum NETICA modeli.

En iyi durum senaryosuna göre çözüm alternatifi değişkenleri ve darboğaz değişkenleri için elde edilen sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

İş Akış Sistemlerinin Oluşturulması: Mevcut durumda iş akış sistemlerinin yapılması olasılığı %52,9 yapılmama olasılığı %47,1 olarak tespit edilmiştir. En iyi durum senaryosunda iş akış sistemlerinin yapılması olasılığı %58,3 yapılmama olasılığı %41,7 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının artmasıyla iş akış sisteminin yapılma olasılığının arttığı görülmüştür.

Makine Kalibrasyonları: Mevcut durumda makine kalibrasyonlarının yapılma olasılığı %59,3 yapılmama olasılığı ise %40,7 olarak tespit edilmiştir. En iyi durum senaryosunda makine kalibrasyonlarının yapılma olasılığı %73,1 yapılmama olasılığı ise %26,9 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının artmasıyla makine kalibrasyonlarının yapılma olasılığının daha da arttığı görülmüştür.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak: Mevcut durumda Ar-Ge yatırımlarını yapma olasılığı %57,5 yapılmama olasılığı %42,5 olarak tespit edilmiştir. En iyi durum senaryosunda Ar-Ge yatırımlarını yapma olasılığı %70,7 yapılmama olasılığı %29,3 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının artmasıyla Ar-Ge yatırımlarının yapılma olasılığının daha da arttığı görülmüştür.

Mesleki Eğitim Planlamak: Mevcut durumda mesleki eğitim yapma olasılığı %50,8 yapılmama olasılığı %49,2 olarak tespit edilmiştir. En iyi durum senaryosunda mesleki eğitim yapma olasılığı %70,3 yapılmama olasılığı %29,6 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının artmasıyla mesleki eğitim yapma olasılığının daha da arttığı görülmüştür.

İç Denetimleri Planlamak: Mevcut durumda iç denetim yapma olasılığı %51,3 yapmama olasılığı %48,7 olarak tespit edilmiştir. En iyi durum senaryosunda iç denetim yapma olasılığı %63 yapmama olasılığı %37 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının artmasıyla iç denetim yapma olasılığının daha da arttığı görülmüştür.

Tamir Bakıma Ayrılan Zaman: Mevcut durumda tamir bakım süre sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %51,5 düşük olasılığı %48,5 olarak tespit edilmiştir. En iyi durum senaryosunda tamir bakım süre sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %56,3 düşük olasılığı %43,7 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının artmasıyla tamir bakım sorununun çözülme olasılığının arttığı görülmüştür.

Makine Ayarının Bozulması: Mevcut durumda makine ayarının bozulma sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %53,9 düşük olasılığı %46,1 olarak tespit edilmiştir. En iyi durum senaryosunda makine ayarının bozulma sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %60,1 düşük olasılığı %39,9 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının artmasıyla makine bozuk ayar sorununun çözülme olasılığının arttığı görülmüştür.

Hatalı Kalıp Kullanılması: Mevcut durumda hatalı kalıp kullanılma sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %51,5 düşük olasılığı %48,5 olarak tespit edilmiştir. En iyi durum senaryosunda hatalı kalıp kullanılma sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %59,3 düşük olasılığı %40,7 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının artmasıyla hatalı kalıp sorununun çözülme olasılığının arttığı görülmüştür.

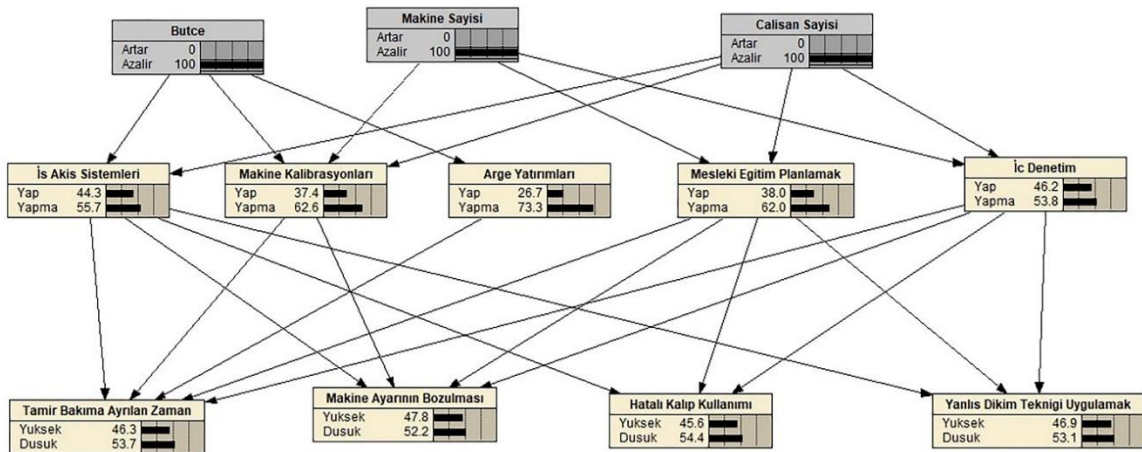
Yanlış dikim Tekniği Uygulamak: Mevcut durumda yanlış dikim tekniği uygulama sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %51,6 düşük olasılığı %48,4 olarak tespit edilmiştir. En iyi durum senaryosunda yanlış dikim tekniği uygulama sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %57,5 düşük olasılığı %42,5 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının artmasıyla dikim tekniği sorununun çözülme olasılığının arttığı görülmüştür.

En iyi durum senaryosuna bakıldığında yapılma olasılığı en yüksek çözüm alternatifi %73,1 ile makine kalibrasyonlarının yapılması olarak öngörülmüştür. Bu orana en yakın ikinci çözüm alternatifi %70,7 ile Ar-Ge yatırımlarının artırılması olarak öngörülmüştür.

Darboğaz değişkenlerinden çözülme olasılığı en yüksek sorun %60,1 ile makine ayarının bozulma sorunudur. Bu orana en yakın çözülme olasılığı en yüksek ikinci darboğaz değişkeni ise %59,3 ile hatalı kalıp kullanım sorunudur. En iyi durum senaryosuna bakılarak elde edilen sonuca göre makine sayısının %100 artar olasılığının doğrudan makine kalibrasyonlarını artırdığı görülmektedir. Ayrıca bütçe artışının Ar-Ge yatırımlarına teşviki artıracak ve de nitelikli çalışan sayısının artışıyla hatalı kalıp kullanım sorununun çözülme olasılığının artacağı öngörülmektedir.

3.4.5.12. En Kötü Durum Senaryosu

En kötü durum senaryosu oluşturulurken tüm kaynak değişkenlerinin azalır olasılığı %100 olarak alınmış, kaynaklar en kötü düzeydeyken çözüm alternatiflerinin yapılma olasılıkları ve darboğazların çözülme olasılıkları belirlenmiştir. Netica'dan elde edilen en kötü durum senaryosunun sonuçları aşağıda Şekil 3.35'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.35. En kötü durum NETICA modeli.

En kötü durum senaryosuna göre çözüm alternatifi değişkenleri ve darboğaz değişkenleri için elde edilen sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

İş Akış Sistemlerinin Oluşturulması: Mevcut durumda iş akış sistemlerinin yapılması olasılığı %52,9 yapılmama olasılığı %47,1 olarak tespit edilmiştir. En kötü durum senaryosunda iş akış sistemlerinin yapılması olasılığı %44,3 yapılmama olasılığı %55,7 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının azalmasıyla iş akış sisteminin yapılma olasılığının azalacağı görülmüştür.

Makine Kalibrasyonları: Mevcut durumda makine kalibrasyonlarının yapılma olasılığı %59,3 yapılmama olasılığı ise %40,7 olarak tespit edilmiştir. En kötü durum senaryosunda makine kalibrasyonlarının yapılma olasılığı %37,4 yapılmama olasılığı ise %62,6 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının azalmasıyla makine kalibrasyonlarının yapılma olasılığının azalacağı görülmüştür.

Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak: Mevcut durumda Ar-Ge yatırımlarını yapma olasılığı %57,5 yapmama olasılığı %42,5 olarak tespit edilmiştir. En kötü durum senaryosunda Ar-Ge yatırımlarını yapma olasılığı %26,7 yapmama olasılığı %73,3 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının azalmasıyla Ar-Ge yatırımlarının yapılma olasılığının azalacağı görülmüştür.

Mesleki Eğitim Planlamak: Mevcut durumda mesleki eğitim yapma olasılığı %50,8 yapmama olasılığı %49,2 olarak tespit edilmiştir. En kötü durum senaryosunda mesleki eğitim yapma olasılığı %38 yapmama olasılığı %62 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının azalmasıyla mesleki eğitim yapma olasılığının azalacağı görülmüştür.

İç Denetimleri Planlamak: Mevcut durumda iç denetim yapma olasılığı %51,3 yapmama olasılığı %48,7 olarak tespit edilmiştir. En kötü durum senaryosunda iç denetim yapma olasılığı %46,2 yapmama olasılığı %53,8 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının azalmasıyla iç denetim yapma olasılığının azalacağı görülmüştür.

Tamir Bakıma Ayrılan Zaman: Mevcut durumda tamir bakım süre sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %51,5 düşük olasılığı %48,5 olarak tespit edilmiştir. En kötü durum senaryosunda tamir bakım süre sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %46,3 düşük olasılığı %53,7 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının azalmasıyla tamir bakım sorununun çözülme olasılığının azalacağı görülmüştür.

Makine Ayarının Bozulması: Mevcut durumda makine ayarının bozulma sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %53,9 düşük olasılığı %46,1 olarak tespit edilmiştir.

En kötü durum senaryosunda makine ayarının bozulma sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %47,8 düşük olasılığı %52,2 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının azalmasıyla makine bozuk ayar sorununun çözülme olasılığının azalacağı görülmüştür.

Hatalı Kalıp Kullanılması: Mevcut durumda hatalı kalıp kullanılma sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %51,5 düşük olasılığı %48,5 olarak tespit edilmiştir. En kötü durum senaryosunda hatalı kalıp kullanılma sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %45,6 düşük olasılığı %54,4 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının azalmasıyla hatalı kalıp sorununun çözülme olasılığının azalacağı görülmüştür.

Yanlış dikim Tekniği Uygulamak: Mevcut durumda yanlış dikim tekniği uygulama sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %51,6 düşük olasılığı %48,4 olarak tespit edilmiştir. En kötü durum senaryosunda yanlış dikim tekniği uygulama sorununun çözülmesi için yüksek olasılığı %46,9 düşük olasılığı %53,1 olarak belirleneceği öngörülmüştür. Kaynak olasılıklarının azalmasıyla dikim tekniği sorununun çözülme olasılığının azalacağı görülmüştür.

En kötü durum senaryosuna bakıldığında yapılma olasılığı en yüksek çözüm alternatifi %46,2 ile iç denetimlerin planlanması olarak öngörülmüştür. Bu orana en yakın ikinci çözüm alternatifi %44,3 ile iş akış sistemlerinin oluşturulması olarak öngörülmüştür. Darboğaz değişkenlerinden çözülme olasılığı en yüksek sorun %47,8 ile makine ayarının bozulma sorunudur. Bu orana en yakın çözülme olasılığı en yüksek ikinci darboğaz değişkeni ise %46,9 ile yanlış dikim tekniği uygulama sorunudur. En kötü durum senaryosuna bakılarak elde edilen sonuca göre çalışan sayısının %100 azalır olasılığının doğrudan iç denetimleri kolaylaştırdığı görülmektedir. Ayrıca iç denetimleri planlamanın çalışan kaynaklı hataları düşüreceği öngörülmektedir.

3.4.5.13. Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

Modelde değer olarak kabul edilmiş parametrelerde ortaya çıkan değişimlerin en uygun çözüme etkisinin incelenmesine duyarlılık analizi denir [84]. Duyarlılık analizi farklı yöntemlerle yapılabilir. Netica programında tek seferde tek faktör değiştirerek yapılan duyarlılık analizi için Hedef Düğüm Seçilir - Network - Sensitivity to Findings seçilir. Açılan mesajlar penceresinde, hedef düğümün inançlarının, ortalama değerinin ve ağdaki diğer düğümlerin her birindeki tek bir bulgudan ne kadar etkilenebileceğini gösteren bir rapor görülmektedir. Raporda görülen Mutual Info, aynı anda test edilen iki değişken arasındaki ilişkinin ölçümüdür. Percent, iki değişken arasındaki ilişki yüzdesidir. Variance of Beliefs, hesaplanan düğüme bağlı olarak karşılaştırılan bağımlılıkta beklenen değişimin karesi yani varyansdır. Duyarlılık analizinin sonuçları varyans azalımı ile gösterilmektedir.

Girdi değişkeninin sahip olduğu değere bağlı olarak seçilen çıktı değişkeninde beklenen azalmaya varyans azalım değerleri denir. Bir değişken üzerinde duyarlılık analizi yapıldığında en yüksek varyans azalım değerine sahip olduğu tespit edilen girdi değişkeninin hedef değişkeni en yüksek miktarda değiştirmesi beklenmektedir. Mevcut durum analizine bakıldığında darboğaz değişkenlerinin çözülmesinde en etkili parametrelerin Bütçe değişkeni (%70), Ar-Ge Yatırımları değişkeni (%57,5) ve Makine Kalibrasyonları değişkeni (%59,3) olduğu görülmektedir.

Bu yüzden duyarlılık analizi yapılacak değişkenler Bütçe, Ar-Ge Yatırımları ve Makine Kalibrasyonları olarak belirlenmiştir. Bütçe değişkeni duyarlılık analizi sonuçları Çizelge 3.10'da görülmektedir.

Çizelge 3.10. Bütçe değişkeni duyarlılık analizi sonucu.

Duyarlılık Analizi	
“Bütçe”	Varyans Azalımı
Ar-Ge Yatırımları	%13,8
Makine Kalibrasyonları	%1,84
İş Akış Sistemleri	%0,834
Tamir Bakım Zamanı	%0,0941
Makine Ayarının Bozulması	%0,0720
Hatalı Kalıp Kullanımı	%0,0437
Yanlış Dikim Tekniği	%0,0432

Çizelge 3.10'a bakıldığında Ar-Ge yatırımlarının bütçe değişkeni üzerinde en etkili unsur olduğu görülmektedir. Ar-Ge yatırımları değişkeni duyarlılık analizi sonuçları Çizelge 3.11'de görülmektedir.

Çizelge 3.11. Ar-Ge yatırımları değişkeni duyarlılık analizi sonucu.

Duyarlılık Analizi	
“Ar-Ge Yatırımları”	Varyans Azalımı
Bütçe	%12,4
Makine Kalibrasyonları	%0,276
Tamir Bakım Zamanı	%0,165
İş Akış Sistemleri	%0,124
Makine Ayarının Bozulması	%0,0107
Hatalı Kalıp Kullanımı	%0,00651
Yanlış Dikim Tekniği	%0,00644

Çizelge 3.11’e bakıldığında Bütçe değişkeninin Ar-Ge Yatırımları üzerinde en etkili unsur olduğu görülmektedir. Makine kalibrasyonları değişkeni duyarlılık analizi sonuçları Çizelge 3.12’de görülmektedir.

Çizelge 3.12. Makine kalibrasyonları değişkeni duyarlılık analizi sonucu.

Duyarlılık Analizi	
“Makine Kalibrasyonları”	Varyans Azalımı
Makine Sayısı	%2,72
Makine Ayarının Bozulması	%1,88
Bütçe	%1,66
Tamir Bakım Zamanı	%0,538
Ar-Ge Yatırımları	%0,278
Mesleki Eğitim Planlamak	%0,046
İş Akış Sistemleri	%0,0175

Çizelge 3.12’ye bakıldığında Makine sayısı değişkeninin Makine kalibrasyonları üzerinde en etkili unsur olduğu görülmektedir.

Yapılan duyarlılık analizleri sonucunda dikim hatalarında darboğaza sebep olan değişkenlerin çözümünde izlenmesi gereken en etkili yol bütçe artışıyla Ar-Ge yatırımlarını artırmak, var olan yatırımı geliştirmek ve makine kalibrasyonlarının düzenli hale getirilmesini sağlamaktır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tekstil sektöründe dikim hatalarının oluşumunda birçok faktör etkilidir. Bu faktörlerin sebeplerini belirlemek ve kontrol dışı durumları tespit edip gerekli çözüm yöntemlerini uygulamak için İstatistiksel Kalite Kontrol Teknikleri kullanılır. Bu sebeple bu çalışmada, birim başına kusur sayılarını baz alarak üretimin kontrol durumunu tespit etmek için C Kontrol Grafikleri kullanılmıştır. Çalışmanın yapıldığı dikim atölyesinden sekiz aylık üretim miktarı ve hata sayıları alınmıştır. C Kontrol Grafiklerine bakıldığında arka cep takma, köprü takma, paça dikiş ve yan gaze / çima dikiş operasyonlarının kontrol dışı üretim yaptığı ve iyileştirme yapılması gerektiği tespit edilmiştir. Arka cep takma 4. iyileştirme, köprü takma 3. İyileştirme, paça dikiş 2. İyileştirme, yan gaze / çima dikiş operasyonu 1. İyileştirme sonucunda kontrol altına alınmıştır. İyileştirme ihtiyacı duyulan operasyonlar için çözüm yöntemleri geliştirmek ve hataya sebep olan faktörleri belirlemek için atölyede çalışan uzmanların görüşleri alınarak beyin fırtınası tekniği kullanılarak Neden – Sonuç diyagramı oluşturulmuştur. Neden – Sonuç diyagramında etkili olan faktörler temel olarak makine, malzeme, metot, çalışan kaynaklı olup dikim prosesinin bir kısmına ya da tamamına etki etmektedir. Yapılan Neden – Sonuç diyagramına göre makine kaynaklı hatalar, makine ayarının bozuk olması ve makinelerin eski olması (tamire ihtiyacının fazla olması) olarak tespit edilmiştir. Malzeme kaynaklı hatalar, hatalı ip kullanımı ve hatalı kumaş kullanımı olarak tespit edilmiştir. Metot kaynaklı hatalar, hatalı kalıp kullanımı, yanlış dikim tekniği uygulamak ve iş akış sistemine uymamak olarak tespit edilmiştir. Çalışan kaynaklı hatalar, denetim eksikliği ve mesleki eğitim eksikliği olarak tespit edilmiştir. Dikim hatalarına sebep olan faktörleri belirlemek ve hatalara yönelik çözüm önerilerinde bulunmak, ayrıca değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkisini kullanırken olasılıksal temellere dayanması ve durum senaryolarıyla ortaya çıkan farklı sonuçları değerlendirmeye ve yorumlamaya olanak sağladığı için Nedensel Bayes Ağlarının (NBA) bu çalışmada kullanılması uygun görülmüştür. Neden Sonuç diyagramındaki kök nedenler değişken olarak kullanılarak uzman değerlendirmesi yoluyla veriler toplanmıştır. Veriler Netica programı yardımıyla analiz edilmiştir. Ağ yapısı, literatür taraması ve uzmanların görüşleri doğrultusunda oluşturulmuştur.

Bayes ağ yapısında kaynaklar, proses göz önüne alınarak Bütçe, Makine Sayısı, Çalışan Sayısı olarak uzmanlar tarafından belirlenmiştir. Çözüm alternatifleri, Neden Sonuç diyagramındaki değişkenlerin çözümüne yönelik olarak İş Akış Sistemlerini Oluşturmak, Makine Kalibrasyonlarını Yaptırmak, Ar-Ge Yatırımlarını Artırmak, Mesleki Eğitimler Planlamak, İç Denetimler Planlamak olarak belirlenmiştir. Darboğazlar Neden Sonuç diyagramından yararlanarak sürecin aksamasına en fazla sebep olan Tamir Bakıma Ayrılan Zaman, Makine Ayarının Bozulması, Hatalı Kalıp Kullanımı, Yanlış Dikim Tekniği Uygulanması olarak belirlenmiştir.

Prosesteki darboğazları ve hataların çözümüne yönelik alternatifleri, fabrikadaki mevcut ve geliştirilebilir kaynakları, Bayes Ağları aracılığıyla kurulan model sayesinde tüm değişkenlerin birbirleri ile olan olasılıksal bağımlılık ilişkilerini gözlemlemek mümkün hale gelmektedir. Bayes Ağları aracılığıyla mevcut durum incelenmiş, en iyi durum ve en kötü durum senaryoları oluşturulmuştur. Farklı durum senaryoları oluşturarak dinamik ortamda öncelikli ihtiyaçları belirlemek ve bu ihtiyaçlara göre çözüm yöntemlerini geliştirmek hedeflenmiştir. Mevcut durum senaryosu oluşturulurken uzmanlarla yapılan değerlendirmelerin ortalamaları Netica programına aktarılmış, mevcut durum değerlendirilmesi yapılmıştır. En iyi durum senaryosu oluşturulurken tüm kaynak değişkenlerinin (bütçe, makine sayısı, çalışan sayısı) artar olasılığı %100 olarak alınmış, kaynaklar en iyi düzeydeyken çözüm alternatiflerinin yapılma olasılıkları ve darboğazların çözülme olasılıkları belirlenmiştir. En kötü durum senaryosu oluşturulurken tüm kaynak değişkenlerinin (bütçe, makine sayısı, çalışan sayısı) azalır olasılığı %100 olarak alınmış, kaynaklar en kötü düzeydeyken çözüm alternatiflerinin yapılma olasılıkları ve darboğazların çözülme olasılıkları belirlenmiştir. Mevcut durum sonucunda ortaya çıkan, çözüm için en uygun faktörlerin, çözüme etkisini incelemek ve bu faktörlerin diğer değişkenlerle olan etkisini belirlemek için duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada mevcut durum senaryosuna bakıldığında yapılma olasılığı en yüksek çözüm alternatifi %59,3 ile makine kalibrasyonlarının yapılması olarak çıkmıştır. Darboğaz değişkenlerinden çözülme olasılığı en yüksek sorun %53,9 ile makine ayarının bozulma sorunudur. Mevcut durum sonucunun gösterdiğine göre makine kalibrasyonlarının belirli planlar dahilinde tekrarlanması, makine ayar sorunun çözülmesinde büyük rol oynamaktadır.

Ayrıca kullanıma bağılı ayar değişkenliklerinde çalışanın bilgilendirilmesi ve makineyi kontrol etme alışkanlığı kazanmasının makine kaynaklı dikim hatalarının oluşma oranını düşüreceği ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmaya göre kalibrasyon işlemleri, tüm çalışanların ve prosesin performansını etkilediği için kalibrasyon programının sorunsuz şekilde yürütülmesi çok önemlidir [82].

En iyi durum senaryosuna bakıldığında yapılma olasılığı en yüksek çözüm alternatifi %73,1 ile makine kalibrasyonlarının yapılması olarak öngörülmüştür. Bu orana en yakın ikinci çözüm alternatifi %70,7 ile Ar-Ge yatırımlarının artırılması olarak öngörülmüştür. Yapılan başka bir çalışmaya göre Ar-Ge yatırımlarında yapılan %10'luk artışın üretilen ürün çıktısına %7 oranında pozitif yönlü bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca özel sektörün yaptığı Ar-Ge harcamalarının, devlet destekli Ar-Ge yatırımlarına göre daha etkili ve verimli sonuç verdiği ortaya çıkmıştır [85]. Darboğaz değişkenlerinden çözülme olasılığı en yüksek sorun %60,1 ile makine ayarının bozulma sorunudur. Bu orana en yakın çözülme olasılığı en yüksek ikinci darboğaz değişkeni ise %59,3 ile hatalı kalıp kullanım sorunudur. En iyi durum senaryosuna bakılarak elde edilen sonuca göre makine sayısının %100 artar olasılığının doğrudan makine kalibrasyonlarını artırdığı görülmektedir. Ayrıca bütçe artışının Ar-Ge yatırımlarına teşviki artıracığı ve nitelikli çalışan sayısının artışıyla hatalı kalıp kullanım sorununun çözülme olasılığının artacağı öngörülmektedir.

En kötü durum senaryosuna bakıldığında yapılma olasılığı en yüksek çözüm alternatifi %46,2 ile iç denetimlerin planlanması olarak öngörülmüştür. Bu orana en yakın ikinci çözüm alternatifi %44,3 ile iş akış sistemlerinin oluşturulması olarak öngörülmüştür. Darboğaz değişkenlerinden çözülme olasılığı en yüksek sorun %47,8 ile makine ayarının bozulma sorunudur. Bu orana en yakın çözülme olasılığı en yüksek ikinci darboğaz değişkeni ise %46,9 ile yanlış dikim tekniği uygulama sorunudur. En kötü durum senaryosuna bakılarak elde edilen sonuca göre çalışan sayısının %100 azalır olasılığının doğrudan iç denetimleri kolaylaştırdığı görülmektedir. Ayrıca iç denetimleri planlamanın çalışan kaynaklı hataları düşüreceği öngörülmektedir.

Yapılan duyarlılık analizleri sonucunda dikim hatalarında darboğaza sebep olan değişkenlerin çözümünde izlenmesi gereken en etkili yol bütçe artışıyla Ar-Ge yatırımlarını artırmak, var olan yatırımı geliştirmek ve makine kalibrasyonlarının düzenli hale getirilmesini sağlamaktır.

Dijitalleşmenin, dikim sürecinin tamamına entegre edilmesi, hataya anında müdahale edilmesi ya da Poke - Yoke, Kaizen gibi yalın üretim tekniklerinin uygulanması hataların önüne geçmekle birlikte emek yoğun çalışan sektörde mesleki ve kişisel gelişim eğitimlerinin artırılması ve iç denetimlerle desteklenmesinin takım ruhunun oluşmasını ve iş bilincinin artmasını sağlayacağı öngörülmektedir.

Bayes Ağları ve duyarlılık analizi sonucunda ortaya çıkan çözüm ve iyileştirmelerin tekstil sektöründeki dikim hatalarına yardımcı olması beklenmektedir. Yapılan çalışma hem sektöründe hem de uygulama yöntemi olarak alanında yapılan ilk çalışmadır. Çalışmanın daha sonraki çalışmalara yardımcı olması beklenmektedir.



5. KAYNAKLAR

- [1] S. Uyanık ve D. Çelikel, "Türk Tekstil Endüstrisi Genel Durumu," *Teknik Bilimler Dergisi*, c. 9, sayı 1, ss. 32-41, 2019.
- [2] D. Erdem, "Türkiye'de tekstil sektörünün genel ihracatımız içerisindeki yeri," Yüksek lisans tezi, Ekonomi ve Finans, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2020, ss. 2-7.
- [3] T. O. Yıldız ve S. Ş. Vahaplar, "An Application on Fancy Shirting Fabric Production Through Distribution-Free Quality Control Charts," *Textile and Apparel*, c. 25, sayı 2, ss. 97-103, 2015.
- [4] M. R. Suryoputro, M. Sugarindra ve H. Erfaisalsyah, "Quality Control System using Simple Implementation of Seven Tools for Batik Textile Manufacturing," *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, c. 215, sayı 1, s. 28, Haziran 2017.
- [5] Y. Duran ve O. Çetindere, "Konfeksiyon Sanayiinde Faaliyet Gösteren Bir İşletmede İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri ile Ürün Hatalarının Analiz Edilmesi," *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, c. 21, sayı 2, ss. 233-254, 2012.
- [6] H. Bircan ve H. Gedik, "Tekstil sektöründe istatistiksel proses kontrol teknikleri uygulaması üzerine bir deneme," *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, c. 4, sayı 2, ss. 69-79, 2003.
- [7] M. Jan, M. S. Khalid, A. A. Awan ve S. Nisar, "Proposing probabilistic operational risk assessment model for textile industry using Bayesian approach," *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, c. 26, sayı 127, ss. 10-20, 2018.
- [8] M. Çakırkaya ve Ö. Acar, "Bir Üretim Hattında Meydana Gelen Hataların Önem Derecelerinin İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi İle Belirlenmesi," *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, c. 13, sayı 36, ss. 272-288, 2016.
- [9] D. M. Ala ve Y. İkiz, "Dokuma Üretimi Süresince Oluşan Kumaş Hatalarının Belirlenmesine Yönelik İstatistiksel Bir Araştırma," *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 21, sayı 7, ss. 282-287, 2015.
- [10] O. Şahin, "İstatistiksel proses kontrolünde kontrol grafiklerinin kullanımı ve tekstil sanayinde bir uygulama," *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, c. 5, sayı 10, ss. 53-75, 2013.
- [11] E. N. Çinicioğlu, Ş. Önsel Ekici ve F. Ülengin, "Bayes ağ yapısının oluşturulmasında farklı yaklaşımlar: nedensel bayes ağları ve veriden ağ öğrenme," *Sn. Prof. Dr. Halil Sariaslan'a Armağan Kitabı*, 1. baskı, Ankara, Türkiye: Siyasal Kitabevi, 2015, ss. 267-284.
- [12] M. Charista ve L. Gozali, "Quality control for PT. straightway primex with bayes-fishbone methods and control chart analysis," *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, ss. 1-7.
- [13] F. Özeren ve I. Ilhan, "A statistical process control application for sewing faults in

- men's suit production,” *Tekstil ve Konfeksiyon*, c. 4, sayı 21, ss. 397-404, 2011.
- [14] K. Jilcha, M. Tigabie, K. Mulugeta ve H. Asrat, “The impact of quality control tools application on supply chain management: A case of wossi garment factory,” *Journal of Textile Science & Engineering*, c. 9, sayı 3, ss. 1-9, 2019.
- [15] N. S. Patil, S. S. Rajkumar, P. W. Chandurkar ve P. P. Kolte, “Minimization of defects in garment during stitching,” *International Journal on Textile Engineering and Processes*, c. 3, sayı 1, ss. 24-29, 2017.
- [16] I. Ertuğrul ve A. Özçil, “The application of ‘p’ and ‘p-CUSUM’ charts into textile sector in the statistical quality control process,” *Textile and Apparel*, c. 24, sayı 1, ss. 9-14, 2014.
- [17] T. K. Kapuria, M. Rahman ve S. Haldar, “Root cause analysis and productivity improvement of an apparel industry in Bangladesh through kaizen implementation,” *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, c. 4, sayı 4, ss. 227-239, 2017.
- [18] O. Yamak, *Kalite Odaklı Yönetim*, İstanbul, Türkiye: Panel Yayınevi, 1998, s. 85.
- [19] B. Kobu, *Endüstriyel Kalite Kontrolü*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınevi, 1981, s. 14.
- [20] J. M. Juran, *Juran on Quality by Design*, New York, USA: Free Press, 1992, s. 12.
- [21] M. Tekin, *Toplam Kalite Yönetimi*, 3. baskı, Ankara, Türkiye: Kişisel Yayınlar Yayınevi, 2004, s. 7.
- [22] N. Çetin, “Hazır giyim sektöründe kalite kontrol uygulamaları ve örnek bir çalışma,” Yüksek lisans tezi, Giyim Endüstrisi ve Giyim Sanatları Eğitimi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2008.
- [23] T. Turan, “Toplam kalite ve üretim sistemleri,” Yüksek lisans tezi, Otomotiv, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2002.
- [24] M. Kartal, *İstatistiksel Kalite Kontrolü*, Sivas, Türkiye: Şafak Yayınevi, 1999, ss. 38-42.
- [25] D. H. Besterfield, *Quality Control*, New Jersey, USA: Prentice Hall International INC, 1998, ss. 1-10.
- [26] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, c. 4, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2001.
- [27] B. Caballero, P. Finglas ve F. Toldra, “HACCP and ISO 22000: Risk assessment in conjunction with other food safety tools such as FMEA, Ishikawa Diagrams and Pareto,” *Encyclopedia of Food and Health*, 1. baskı, Cambridge, USA: Academic Press, 2016, ss. 295-302.
- [28] S. Başkan, *İstatistiksel Kalite Kontrolü*, İzmir, Türkiye: Ege Üniversitesi Basımevi, 1997, ss. 42-47.
- [29] M. Ulen, “Çok değişkenli istatistiksel kalite kontrolünün ilaç endüstrisine uygulanması,” Yüksek lisans tezi, İstatistik, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2010.
- [30] H. Bircan ve S. Özcan, *Excel Uygulamalı Kalite Kontrolü*, Sivas, Türkiye: Yargı Yayınevi, 2003.

- [31] M. Akkurt, *Excel Destekli Kalite Kontrol*, İstanbul, Türkiye: Birsen Yayınevi, 2002, ss. 276-277.
- [32] S. Yıldırım “Toplam kalite yönetiminde istatistiksel süreç kontrolünün önemi ve bir demirdöküm işletmesinde uygulama,” Yüksek lisans tezi, İşletme, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2006.
- [33] Anonim. (2021, 20 Nisan). Minitab. Erişim: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Minitab>.
- [34] Anonim. (2021, 18 Nisan). Minitab Nedir? Erişim: <https://xendustri.blogspot.com/2019/06/minitab-nedir-istatistik-alaninin.html>.
- [35] R. Alpar, *Spor, Sağlık ve Eğitim Bilimlerinde Örneklerle Uygulamalı İstatistik ve Geçerlik-Güvenirlik*, 2. baskı, Ankara, Türkiye: Detay Yayıncılık, 2012, s.130.
- [36] G. Peng, “Testing normality of data using SAS,” *PharmaSug Statistical Analysis System Conference*, San Diego, California, USA, 2004.
- [37] M. Ç. Büyükuysal, “Farklı örneklem genişliklerinde normal dağılım testlerinin karşılaştırılması,” Doktora tezi, Biyoistatistik, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye, 2014, s. 33.
- [38] E. N. Çinicioğlu, M. Atalay ve H. Yorulmaz, “Trafik kazaları analizi için Bayes ağları modeli,” *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, c. 6, sayı 2, s. 41, 2013.
- [39] K. Adusei-Poku, “Operational risk management-implementing a Bayesian network for foreign exchange and money market settlement,” Doktora tezi, Faculty of Economics and Business Administration, University of Göttingen, Göttingen, Germany, 2005.
- [40] L. Oteniya, “Bayesian belief networks for dementia diagnosis and other applications: a comparison of hand-crafting and construction using a novel data driven technique,” Doktora tezi, Department of Computing Science, University of Stirling, Scotland, 2008.
- [41] N. Friedman, M. Goldszmidt, D. Heckerman, ve S. Russell, “Challenge: what is the impact of Bayesian networks on learning?,” *15th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, Nagoya, Japan, 1997, ss. 10-15.
- [42] F. Liu, F. Tian ve Q. Zhu, “An improved greedy Bayesian network learning algorithm on limited data,” *17th International Conference Artificial Neural Networks (ICANN)*, Portugal, 2007, ss. 49–57.
- [43] Z. Yang, S. Bonsall ve J. Wang, “Fuzzy rule-based bayesian reasoning approach for prioritization of failures in FMEA,” *Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Reliability*, c.57, sayı 3, ss. 517–528, 2008.
- [44] F. V. Jensen, *Bayesian Network And Decision Graphs*, 1. baskı, Berlin, Germany: Springer, 2001, ss. 45-74.
- [45] S. Nadkarni ve P. P. Shenoy, “A Bayesian network approach to making inferences in causal maps,” *European Journal of Operational Research*, c.128, sayı 3, ss. 479-498, 2001.
- [46] Anonim. (2021, 12 Mart). Netica Uygulaması. Erişim: <https://www.norsys.com/netica.html>.
- [47] P.D. Allison, *Missing Data*, California, USA: Sage Publications Inc, 2002.
- [48] G. Molenberghs, M. Kenward, *Missing Data in Clinical Studies*, Chichester, UK:

John Wiley & Sons, 2007.

- [49] J. A. Sterne, I. R. White, J. B. Carlin, M. Spratt, P. Royston, M. Kenward, A. M. Wood, J. R. Carpenter, "Multiple imputation for missing data in epidemiological and clinical research: potential and pitfalls," *British Medical Journal*, c. 339, sayı 144, ss. 157-160, 2009.
- [50] H. Thijs, G. Molenberghs, B. Michiels, G. Verbeke, D. Curran, "Strategies to fit pattern-mixture models," *Biostatistics*, c. 3, sayı 2, ss. 245-265, 2002.
- [51] E. N. Cinicioglu, G. Ulusoy, S. Önsel ve F. Ülengin, "The basic competitiveness factors shaping the innovation performance of countries," *International Conference of Institute of Industrial Engineers*, İstanbul, Türkiye, 2013, ss.1-5.
- [52] Anonim. (2020, 18 Aralık). Realkom. Erişim: <https://www.realkom.com/>.
- [53] Anonim. (2021, 6 Şubat). Milli Eğitim Bakanlığı Üretim Aşamaları. Erişim: <https://www.kooplog.com/punteriz-dikis-nedir/>.
- [54] Anonim. (2021, 22 Mart). Örnek Boyutu Hesaplayıcı. Erişim: <http://www.raosoft.com/samplesize.html>.
- [55] M. A. Stephens, "EDF statistics for goodness of fit and some comparisons," *Journal of the American Statistical Association*, c. 69 sayı 347, ss. 730-737, 1974.
- [56] İ. Turan. (2021, 10 Nisan). Hipotez Testleri. Erişim: <https://temelistatistik.files.wordpress.com/2011/04/4-hipotez.pdf>.
- [57] A. Tokaç, *Uygulamacı Gözüyle İşletmelerde Bütçeleme ve Raporlama*, 1.baskı, İstanbul, Türkiye: Tunca Yayınevi, 2005, s. 59.
- [58] M. Uğur. (2021, 20 Nisan). İşletmelerde Bütçeleme. Erişim: <http://www.muhasabetr.com/yazarlarimiz/mehmetugur/002/>.
- [59] A. A. Bayram, "İşletmelerde maliyet kontrolü açısından esnek bütçeleme bir üretim işletmesi üzerinde uygulama," Yüksek lisans tezi, İşletme, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye, 2007.
- [60] R. Faydalı, E. F. ERKAN, "Makine seçim probleminin bulanık VIKOR yöntemiyle incelenmesi," *Zeki Sistemler Teori ve Uygulamaları Dergisi*, c. 3, sayı 1, ss. 7-12, 2020.
- [61] A. Ulutaş, "EDAS yöntemi kullanılarak bir tekstil atölyesi için dikiş makinesi seçimi," *İşletme Araştırmaları Dergisi*, c. 9, sayı 2, ss. 169-183, 2017.
- [62] M. Arslan, B. Catay ve E. Budak, "A decision support system for machine tool selection," *Journal of Manufacturing Technology Management*, c. 15, sayı 1, ss. 101-109, 2004.
- [63] S. Önüt, S. S. Kara ve T. Efendigil, "A hybrid fuzzy MCDM approach to machine tool selection," *Journal of Intelligent Manufacturing*, c. 19, sayı 4, ss. 443-453, 2008.
- [64] N. T. Canh, N. T. Liem, "Applying panel dynamic OLS and panel VECM to estimate the relationship between public investment, private investment and economic growth in developing Asian countries," *Global Journal of Social Sciences Studies*, c. 4, sayı 2, ss. 115-126, 2018. Y. Zhang, "A review of

- employee turnover influence factor and countermeasure,” *Journal of Human Resource and Sustainability Studies*, c. 4, sayı 2, ss. 85-91, 2016.
- [65] L. C. de Mesquita Ferreira, C. B. de Aquino Almeida, “Employee turnover and organizational performance: A study of the Brazilian retail sector,” *Brazilian Business Review*, c. 12, sayı 4, ss. 27-56, 2015.
- [66] S. Saengchai, S. Duangkaew ve K. Jermsittiparsert, “Consequences of the recruitment and selection process on employee turnover & absenteeism: profitability in the textile sector of Indonesia,” *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, c. 10, sayı 1, ss. 40-57, 2019.
- [67] A. L. Booth, D. J. Snower, *Acquiring Skills: Market Failures, Their Symptoms and Policy Responses*, 1. baskı, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1996.
- [68] V. Silva, L. P. Ferreira, F. J. Silva, B. Tjahjono ve P. Ávila, “Simulation-based decision support system to improve material flow of a textile company,” *Sustainability*, c. 13, sayı 5, ss. 1-11, 2021.
- [69] A. Rashid, T. Masood, J. A. Erkoyuncu, B. Tjahjono, N. Khan ve M. U. D. Shami, “Enterprise systems’ life cycle in pursuit of resilient smart factory for emerging aircraft industry: a synthesis of Critical Success Factors’(CSFs), theory, knowledge gaps, and implications,” *Enterprise Information Systems*, c. 12, sayı 2, ss. 96-136, 2018.
- [70] R. J. Graves, J. M. Konopka ve R. J. Milne, “Literature review of material flow control mechanisms,” *Production Planning & Control*, c. 6, sayı 5, ss. 395-403, 1995.
- [71] H. Reinhardt, M. Weber ve M. Putz, “A survey on automatic model generation for material flow simulation in discrete manufacturing,” *52nd International Academy for Production Engineering Conference on Manufacturing System (CMS)*, Ljubljana, Slovenia, 2019, ss. 121-126.
- [72] D. Mourtzis, M. Doukas ve D. Bernidaki, “Simulation in manufacturing: review and challenges,” *8th International Conference on Digital Enterprise Technology*, Stuttgart, Germany, 2014, ss. 213-229.
- [73] B. H. Hall, J. Mairesse ve P. Mohnen, “Measuring the returns to R&D,” *Handbook of the Economics of Innovation*, 1. baskı, Amsterdam, Holland: Elsevier, 2010, ss. 1033-1082.
- [74] G. VanderPal, “Impact of R&D expenses and corporate financial performance,” *Journal of Accounting and Finance*, c. 15, sayı 7, ss. 135-149, 2015.
- [75] C. Alkan, *Mesleki ve Teknik Eğitimin Esasları*, 1. baskı, Ankara, Türkiye: Nobel Yayınları, 2001, s. 4.
- [76] A. Gür, “Rekabet gücünün artırılmasında nitelikli işgücü ihtiyacı ve mesleki eğitim,” Doktora tezi, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2011, s. 36.
- [77] N. Kurnaz ve T. Çetinoğlu, *İç Denetim Güncel Yaklaşımlar*, 1. baskı, Kocaeli, Türkiye: Umuttepe Yayınları, 2010, s. 33.
- [78] U. Korkmaz, “Kamuda iç denetim,” *Bütçe Dünyası Dergisi*, c. 2, sayı 25, ss. 4-15, 2007.

- [79] C. İbiş ve Ö. Çatıktaş, “İşletmelerde iç kontrol sistemine genel bakış,” *Sayıştay Dergisi*, sayı 85, ss. 95-121, 2012.
- [80] R. Akyel, “Türkiye’de iç kontrol kavramı, unsurları ve etkinliğinin değerlendirilmesi,” *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, c. 17, sayı 1, ss. 83-97, 2010.
- [81] M. Ü. Memiş, ”Etkin ve başarılı bir iç denetim için gerekli koşullar,” *Mali Çözüm Dergisi*, sayı 85, ss.75-91, 2008.
- [82] M. Uluskan ve Y. Böcü, “Ölçüm cihazlarına ait kalibrasyon periyotları için risk analizi incelemesi ve karar destek sistemi tasarımı,” *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, c.28, sayı 2, ss. 174-193, 2020.
- [83] G. J. Kacprzyński ve M. J. Roemer, “Health management strategies for 21st century condition-based maintenance systems,” *Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management Congress*, Houston, USA, 2000, s. 38.
- [84] Anonim. (2021, 15 Mayıs). Yöneylem Araştırması Giriş. Erişim: <https://diy202yoneylem.blogspot.com/2016/02/yoneylem-arastirmas-ders-notlar.html>.
- [85] Z. Griliches ve F. Lichtenberg, “Interindustry technology flows and productivity growth: a reexamination,” *The Review of Economics and Statistics*, c. 66, sayı 2, ss. 324-329, 1984.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Rabia Melike DURAN

Yabancı Dili :İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Makina Müh.	Düzce Üniversitesi	2021
Lisans	Endüstri Müh.	Düzce Üniversitesi	2017
Lise		Anadolu Öğretmen Lisesi	2012

YAYINLAR

R. M. Duran ve İ. Düzdar Argun, “Tekstil üretiminde dikimhane atölyesinde hata analizi uygulaması,” *6 th International Marmara Sciences Congress*, Kocaeli, Turkey, 2020, ss. 633-639.