



T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

**TASARIMDA ALTI SİGMA ARAÇLARI
VE SANAYİDE BİR UYGULAMASI**

Merve GÜNAYDIN AŞÇI

Yüksek Lisans Tezi



**TASARIMDA ALTI SİGMA ARAÇLARI
VE SANAYİDE BİR UYGULAMASI**

Merve GÜNAYDIN AŞÇI



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TASARIMDA ALTI SİGMA ARAÇLARI VE SANAYİDE
BİR UYGULAMASI**

Merve GÜNAYDIN AŞÇI

Doç. Dr. Âli Yurdun ORBAK
(Danışman)

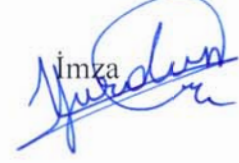
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2017

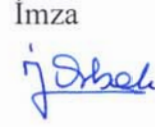
TEZ ONAYI

Merve GÜNAYDIN AŞÇI tarafından hazırlanan “Tasarımda Altı Sigma Araçları Ve Sanayide Bir Uygulaması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Ali Yurdun ORBAK
Başkan : Doç. Dr. Ali Yurdun ORBAK
U.Ü. Mühendislik Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Üye: Yrd. Doç. Mehmet AKANSEL
U.Ü. Mühendislik Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Üye: Yrd. Doç. Dr. İlkün ORBAK
M.Ü. Mühendislik Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza


İmza


İmza


Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof. Dr. Ali BAYRAM

Enstitü Müdürü

Mayıs 2017

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

25/05/2017

İmza

Merve GÜNAYDIN AŞÇI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TASARIMDA ALTI SİGMA ARAÇLARI VE SANAYİDE BİR UYGULAMASI

Merve GÜNAYDIN AŞCI

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali Yurdun ORBAK

Piyasada rekabet koşulları her geçen gün artmaktadır. Dolayısıyla bu koşullarda ayakta kalabilme ve fark yaratabilmede sürekli iyileştirme en önemli araçlardan biridir. Firmaların başarıları, üretilen ürün ve hizmetin doğru zamanda ve minimum maliyet ile gerçekleştirilme ve fonksiyonunu sağlayabilme kapasitesiyle ilişkilidir. Ürün maliyetlerinin %75'i tasarım aşamasında belirlenmektedir. Dolayısıyla tasarımda yapılacak iyileştirmeler rakiplere karşı önemli avantajlar kazandıracaktır. Altı Sigma yöntemini başarılı uygulayan kuruluşların en önemli kazancı 'Design for Six Sigma' (Altı Sigma İçin Tasarım) uygulamalarıyla sağlanmaktadır. Müşteri odaklı tasarım, müşterinin istekleri doğrultusunda bir süreç tasarımı yapmayı gerektirmektedir. DFSS' deki temel amaç, üretim akışındaki olumsuz tecrübelerden kaçınma amacıyla 'başlangıçta doğru tasarımı yapmak' tır.

Bu çalışmada seçilen binek aracı tampon parçasının yeni ürün devreye alma sürecinde tasarım parametreleri DFSS metodolojisi ile optimize edilmiştir. Müşteri beklentilerini karşılayacak kaliteli ürünün üretilmesi ve zamanında teslim edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında Altı sigma için tasarım (DFSS) metodolojisi DMADV (Tanımla, Ölçüm, Analiz, Tasarım, Onaylama) uygulama adımları ile ele alınmıştır. Tanımla fazı için kalite evi oluşturulmuştur. Ölçüm fazı için hata türü ve etkileri analizi (FMEA) çalışması hazırlanmıştır. Analiz fazı için deneysel tasarım yöntemi uygulanmıştır. Tasarım fazı için iyileştirme projeleri devreye alınmıştır. Onaylama fazı için ise deneysel tasarım yöntemi tekrarlanmıştır. Yapılan iyileştirmelerin hata türleri ve faktör etkileşimleri üzerindeki etkilerini tespit etmek amacı ile deneysel tasarım yöntemi tercih edilmiştir. Müşteri isteklerini maksimum seviyede karşılayacak proses şartları oluşturularak tampon parçasının üretimi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Altı sigma için tasarım (DFSS), Kalite evi, Hata türü ve etkileri analizi (FMEA)

2017, x + 154 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

DESIGN FOR SIX SIGMA TOOLS AND AN APPLICATION IN INDUSTRY

Merve GÜNAYDIN AŞCI

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Yurdun ORBAK

Competition conditions are tightening daily in the market. Therefore continuous improvement is an important tool for surviving and making a difference on these terms. Success of companies is related with their production of products and services on the time and at the lowest cost and fulfillment of functions. In the design phase %75 of production cost is determined. Therefore design improvements provide important advantages over competitors. Companies that have successfully implemented the Six Sigma method, are provided the most important gains with Design for Six Sigma implementations. Customer focused design is required to design a process in the direction of customer demand. The main purpose of DFSS is 'design it right the first time' to avoid negative experiences in the continuation of the production flow.

In this study selected passenger vehicle bumper part's design parameters are optimized in the new product commissioning process with DFSS methodology. The aim is to produce quality products that meet customer expectations and to deliver on time. In the content of this study, Design for six sigma (DFSS) methodology is discussed with DMADV application steps. House of quality is created for define phase. Failure modes and effects analysis (FMEA) is prepared for measurement phase. Experimental design method is applied for analysis phase. Improvement projects are commissioned for design phase. Experimental design method is repeated for verification phase. Experimental design is preferred for detecting the effects improvements made on failure modes and factor interactions. The production of bumper part is provided by creating process conditions that will meet customer requirements at maximum level.

Key words: Design for six sigma (DFSS), House of quality, Failure modes and effects analysis (FMEA)

2017, x + 154 pages.

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans eğitimin süresince desteğini esirgemeyen ve her zaman pozitif bakış açısı ile yol gösterici olan değerli danışmanım Doç. Dr. Ali Yurdun ORBAK' a çok teşekkür ederim.

Tezimin uygulama aşamasındaki değerli katkıları ve desteği için Aslı ORBAK' a teşekkür ederim.

Manevi destekleri ile her zaman yanımda olan değerli aileme; babam Muzaffer GÜNAYDIN, annem Şadiye GÜNAYDIN, kardeşim Aslıgül GÜNAYDIN ve değerli eşim Ahmet AŞCI' ya çok teşekkür ederim.

Merve GÜNAYDIN AŞCI
25/05/2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	2
2.1.Tasarımda Altı Sigma (DFSS) Yöntemi.....	2
2.2.Tasarımda Altı Sigma.....	4
2.3. Tasarımda Altı Sigma (DFSS) Uygulama Adımları.....	5
2.3.1. Gereksinimlerin belirlenmesi.....	5
2.3.2. Tasarımın karakterize edilmesi.....	7
2.3.3. Tasarımın en iyilenmesi.....	8
2.3.4. Tasarımın doğrulanması.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1.Kalite Fonksiyon Yayılımı (QFD).....	10
3.1.1. Kalite Fonksiyonu Yayılımı'nın tarihçesi.....	10
3.1.2. Kalite Fonksiyonu Yayılımı'nın uygulama adımları.....	12
3.2. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA).....	15
3.2.1. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)'nin Tarihçesi.....	16
3.2.2. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)'nin Uygulama Adımları.....	18
3.3. Deneysel Tasarım.....	25
3.3.1. Deneysel Tasarımın Tarihçesi.....	27
3.3.2. Deneysel Tasarım Uygulama Adımları.....	29
4. BULGULAR.....	31
4.1. Kalite evinin oluşturulması.....	32
4.2.Hata Türü ve Etkileri Analizi.....	37
4.3.Deneysel Tasarımın Uygulanması.....	38
4.3.1. Eksik Enjeksiyon.....	40
4.3.2. Çizik.....	43
4.3.3. Boya Akması.....	47
4.3.4. Krater.....	53
4.3.5. Toz.....	58
4.3.6. Versiyon Hatası.....	63
4.3.7. Eksik Montaj.....	67
4.3.8. Sürtme-Çizik-Darbe.....	70
4.4. Tasarım Aşamasındaki İyileştirme Çalışmalarının Yapılması.....	73
4.5. İyileştirme Çalışmalarının Süreç Bazlı Kontrolü ve Sonuçların Doğrulanması.....	87
4.5.1. Eksik Enjeksiyon.....	87
4.5.2. Çizik.....	90
4.5.3. Boya Akması.....	93
4.5.4. Krater.....	96
4.5.5. Toz.....	99
4.5.6. Versiyon Hatası.....	102

4.5.7. Eksik Montaj	105
4.5.8. Sürtme-Çizik-Darbe	108
5. SONUÇ	112
KAYNAKLAR	116
EKLER.....	118
EK-1: Tampon parçası için kalite evi uygulaması	119
EK-2: Tampon parçası için FMEA uygulaması.....	120
ÖZGEÇMİŞ	154



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

Açıklama

QFD	Quality Function Deployment
DFSS	Design For Six Sigma
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
TRIZ	Yaratıcı Problem Çözme Teorisi
DMAIC	Define-Measure-Analyze-Improve-Control
CTQ	Critical to Quality
CTS	Critical to Satisfaction
VOC	Voice of Customer
CTD	Critical to Delivery
CTC	Critical to Cost
DFMEA	Design Failure Mode and Effects Analysis
PFMEA	Process Failure Mode and Effects Analysis
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
DOE	Design of Experiments
RÖS	Risk Öncelik Sayısı
DMADV	Define-Measure-Analyze-Design-Verify
FIFO	First In First Out
PLC	Programmable Logic Controller
JIT	Just In Time
OEE	Overall Equipment Efficiency

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Tasarım varlığı aşamalarında DFSS stratejisi.....	3
Şekil 2.2. Yaşam döngüsünde tasarım aşamalarının etkinliği.....	5
Şekil 3.1. Kalite evi.....	13
Şekil 3.2. FMEA Süreci	19
Şekil 3.3. FMEA Formu Örneği.....	24
Şekil 3.4. Bir Sistem veya Sürecin Genel Gösterimi	26
Şekil 3.5. Deney tasarımının uygulanması süreci	30
Şekil 4.1. 2 ² Deney tasarımında deneme kombinasyonlarının geometrik gösterimi	38
Şekil 4.2. Eksik enjeksiyon hata türü balık kılçığı diyagramı.....	40
Şekil 4.3. Eksik enjeksiyon hata türü standart etki normal dağılım grafiği	41
Şekil 4.4. Eksik enjeksiyon hata türü artık dağılım grafiği.....	41
Şekil 4.5. Eksik enjeksiyon hata türü ana etkiler dağılım grafiği	42
Şekil 4.6. Eksik enjeksiyon hata türü etkileşim dağılım grafiği	42
Şekil 4.7. Çizik hata türü balık kılçığı diyagramı	44
Şekil 4.8. Çizik hata türü standart etki normal dağılım grafiği.....	45
Şekil 4.9. Çizik hata türü artık dağılım grafiği.....	45
Şekil 4.10. Çizik hata türü ana etkiler dağılım grafiği	46
Şekil 4.11. Çizik hata türü etkileşim dağılım grafiği	46
Şekil 4.12. Boya akması görsel örneği.....	48
Şekil 4.13. Boya akması hata türü balık kılçığı diyagramı	49
Şekil 4.14. Boya akması hata türü standart etki normal dağılım grafiği.....	50
Şekil 4.15. Boya akması hata türü artık dağılım grafiği	51
Şekil 4.16. Boya akması hata türü ana etkiler dağılım grafiği.....	51
Şekil 4.17. Boya akması hata türü etkileşim dağılım grafiği	52
Şekil 4.18. Krater görsel örneği	53
Şekil 4.19. Krater hata türü standart etki normal dağılım grafiği	54
Şekil 4.20. Krater hata türü artık dağılım grafiği.....	55
Şekil 4.21. Krater hata türü ana etkiler dağılım grafiği.....	56
Şekil 4.22. Krater hata türü etkileşim dağılım grafiği.....	56
Şekil 4.23. Toz / yüzeyde pislik görsel örneği	58
Şekil 4.24. Toz hata türü balık kılçığı diyagramı.....	59
Şekil 4.25. Toz hata türü standart etki normal dağılım grafiği	60
Şekil 4.26. Toz hata türü artık dağılım grafiği.....	61
Şekil 4.27. Toz hata türü ana etkiler dağılım grafiği	61
Şekil 4.28. Toz hata türü etkileşim dağılım grafiği.....	62
Şekil 4.29. Versiyon hatası hata türü balık kılçığı diyagramı	63
Şekil 4.30. Versiyon hatası hata türü standart etki normal dağılım grafiği.....	64
Şekil 4.31. Versiyon hatası hata türü artık dağılım grafiği	64
Şekil 4.32. Versiyon hatası hata türü ana etkiler dağılım grafiği.....	65
Şekil 4.33. Versiyon hatası hata türü etkileşim dağılım grafiği.....	65
Şekil 4.34. Eksik montaj hata türü standart etki normal dağılım grafiği	67
Şekil 4.35. Eksik montaj hata türü artık dağılım grafiği.....	68

Şekil 4.36. Eksik montaj hata türü ana etkiler dağılım grafiği.....	68
Şekil 4.37. Eksik montaj hata türü etkileşim dağılım grafiği.....	69
Şekil 4.38. Sürtme-çizik-darbe hata türü standart etki normal dağılım grafiği.....	70
Şekil 4.39. Sürtme-çizik-darbe hata türü artık dağılım grafiği	71
Şekil 4.40. Sürtme-çizik-darbe hata türü ana etkiler dağılım grafiği.....	71
Şekil 4.41. Sürtme-çizik-darbe hata türü etkileşim dağılım grafiği.....	72
Şekil 4.42. Enjeksiyon makinesi işleyiş süreci	73
Şekil 4.43. Çizik görsel örneği.....	74
Şekil 4.44. Boya akması görsel örneği.....	74
Şekil 4.45. Boya işlemi görsel örneği	75
Şekil 4.46. Krater görsel örneği	75
Şekil 4.47. Boya ile aynı renkte toz görsel örneği	76
Şekil 4.48. Boya ile farklı renkte toz görsel örneği.....	76
Şekil 4.49. Toz/pislik görsel örneği	77
Şekil 4.50. Eksik montaj görsel örneği	78
Şekil 4.51. Eksik montaj görsel örneği	78
Şekil 4.52. Sürtme-çizik-darbe görsel örneği.....	79
Şekil 4.53. Sürtme-çizik-darbe görsel örneği.....	79
Şekil 4.54. Versiyon hatası görsel örneği	80
Şekil 4.55. Ön tampon montaj bankosu	85
Şekil 4.56. Montaj sabitleme noktaları kamera ile kontrolü görsel örneği	86
Şekil 4.57. Ara taşıma arabaları görsel örneği	86
Şekil 4.58. Eksik enjeksiyon hata türü standart etki normal dağılım grafiği.....	88
Şekil 4.59. Eksik enjeksiyon hata türü artık dağılım grafiği.....	88
Şekil 4.60. Eksik enjeksiyon hata türü ana etkiler dağılım grafiği	89
Şekil 4.61. Eksik enjeksiyon hata türü etkileşim dağılım grafiği	89
Şekil 4.62. Çizik hata türü standart etki normal dağılım grafiği.....	91
Şekil 4.63. Çizik hata türü artık dağılım grafiği.....	91
Şekil 4.64. Çizik hata türü ana etkiler dağılım grafiği	92
Şekil 4.65. Çizik hata türü etkileşim dağılım grafiği	92
Şekil 4.66. Boya akması hata türü standart etki normal dağılım grafiği.....	94
Şekil 4.67. Boya akması hata türü artık dağılım grafiği	94
Şekil 4.68. Boya akması hata türü ana etkiler dağılım grafiği.....	95
Şekil 4.69. Boya akması hata türü etkileşim dağılım grafiği.....	95
Şekil 4.70. Krater hata türü standart etki normal dağılım grafiği	97
Şekil 4.71. Krater hata türü artık dağılım grafiği.....	97
Şekil 4.72. Krater hata türü ana etkiler dağılım grafiği.....	98
Şekil 4.73. Krater hata türü etkileşim dağılım grafiği.....	98
Şekil 4.74. Toz hata türü standart etki normal dağılım grafiği	100
Şekil 4.75. Toz hata türü artık dağılım grafiği.....	100
Şekil 4.76. Toz hata türü ana etkiler dağılım grafiği	101
Şekil 4.77. Toz hata türü etkileşim dağılım grafiği.....	101
Şekil 4.78. Versiyon hatası hata türü standart etki normal dağılım grafiği.....	103
Şekil 4.79. Versiyon hatası hata türü artık dağılım grafiği	103
Şekil 4.80. Versiyon hatası hata türü ana etkiler dağılım grafiği.....	104

Şekil 4.81. Versiyon hatası hata türü etkileşim dağılım grafiği.....	104
Şekil 4.82. Eksik montaj hata türü standart etki normal dağılım grafiği	106
Şekil 4.83. Eksik montaj hata türü artık dağılım grafiği	106
Şekil 4.84. Eksik montaj hata türü ana etkiler dağılım grafiği.....	107
Şekil 4.85. Eksik montaj hata türü etkileşim dağılım grafiği.....	107
Şekil 4.86. Sürtme-çizik-darbe hata türü standart etki normal dağılım grafiği.....	109
Şekil 4.87. Sürtme-çizik-darbe hata türü artık dağılım grafiği	109
Şekil 4.88. Sürtme-çizik-darbe hata türü ana etkiler dağılım grafiği.....	110
Şekil 4.89. Sürtme-çizik-darbe hata türü etkileşim dağılım grafiği	110



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Korelasyon derecesi sembol ve anlamları	14
Çizelge 3.2. Tasarım ve Proses FMEA' da Değerlendirme için Kullanılacak Yöntemlerin Seçim Kriterleri.....	21
Çizelge 3.3. Ortaya çıkma derecelendirme tablosu.....	22
Çizelge 3.4. Ağırlık Derecelendirme Tablosu.....	22
Çizelge 3.5. Saptama Derecelendirme Tablosu	23
Çizelge 4.1. Kalite Evi Matrisi.....	33
Çizelge 4.2. Semboller ve Anlamları	33
Çizelge 4.3. NASIL'ların, NE'lerin Üzerindeki Etkisi	34
Çizelge 4.4. Kalite Evinin Çatısı.....	35
Çizelge 4.5. İşletme Amaç ve Hedeflerinin Belirlenmesi.....	36
Çizelge 4.6. Rekabet Matrisi.....	37
Çizelge 4.7. Sütun Ağırlığı	37
Çizelge 4.8. 2 ³ Deney tasarımında etkilerin hesaplamasında kullanılan kontrast katsayıları	39
Çizelge 4.9. Eksik enjeksiyon Minitab analizi ANOVA değerleri	43
Çizelge 4.10. Çizik Minitab analizi ANOVA değerleri	47
Çizelge 4.11. Boya akması Minitab analizi ANOVA değerleri.....	52
Çizelge 4.12. Krater Minitab analizi ANOVA değerleri	57
Çizelge 4.13. Toz Minitab analizi ANOVA değerleri	62
Çizelge 4.14. Versiyon hatası Minitab analizi ANOVA değerleri.....	66
Çizelge 4.15. Eksik montaj Minitab analizi ANOVA değerleri	69
Çizelge 4.16. Sürtme-Çizik-Darbe Minitab analizi ANOVA değerleri.....	72
Çizelge 4.17. Eksik enjeksiyon Minitab analizi ANOVA değerleri	90
Çizelge 4.18. Çizik Minitab analizi ANOVA değerleri.....	93
Çizelge 4.19. Boya akması Minitab analizi ANOVA değerleri.....	96
Çizelge 4.20. Krater Minitab analizi ANOVA değerleri	99
Çizelge 4.21. Toz Minitab analizi ANOVA değerleri	102
Çizelge 4.22. Versiyon hatası Minitab analizi ANOVA değerleri.....	105
Çizelge 4.23. Eksik montaj Minitab analizi ANOVA değerleri	108
Çizelge 4.24. Sürtme-çizik-darbe Minitab analizi ANOVA değerleri.....	111
Çizelge 5.1. İyileştirme çalışması öncesi ve sonrası etkin çıkan faktörler.....	113
Çizelge 5.2. İyileştirme çalışması öncesi ve sonrası R ² değerleri.....	114
Çizelge 5.3. İyileştirme çalışması öncesi ve sonrası hatalı parça adetleri	115

1. GİRİŞ

Global dünya düzeninde ekonomik bütünlük ve kolay iletişim kavramları ile birlikte, kalite kavramının da küreselleşmesi sağlanmıştır. Günümüzde işletmelerin rekabet yetenekleri, 'sürekli gelişme' ile doğru orantılıdır. Yapılan araştırmalarda müşteri memnuniyetinin sürekli iyileştirme sonucunda arttığı görülmektedir. Sınırların ortadan kalktığı günümüz dünyasında gittikçe ağırlaşan rekabet koşullarında piyasada ayakta kalabilme ve fark yaratabilmede sürekli gelişimin ne kadar önemli ve gerekli bir kavram olduğu ortaya çıkmaktadır.

Design for Six Sigma kelimesinin kısaltması olan DFSS, Altı Sigma'nın süreç iyileştirme kavramını, müşterinin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yeni ürün ve hizmetlerle, onları pazara ulaştıran süreçlerin tasarımına uyarlayan bir yaklaşımdır. Yeni ürün ve hizmetlerin tasarlanmasında etkili olduğu kadar mevcut süreçlerin fonksiyonlarını yitirdikleri noktada, yeniden tasarlamak gerektiğinde de etkili olmaktadır.

DFSS'nin ilk oluşumu 'Müşterinin Sesi (Voice of Customer)' kavramı ile gerçekleşir. Potansiyel müşterileri detaylı analiz etmek ve tanımak gereklidir. DFSS'nin temelini müşterilerin ürün/hizmet hakkındaki beklentilerinin ve gereksinimlerinin sürecin beklentisine dönüştürme ve süreci hatasızlaştırma düşüncesi oluşturmaktadır.

DFSS'nin hedefi, ürünün tasarım aşamasının başlangıcında maksimum yeterlilik seviyesinde tasarlanarak, tasarımın uygulanabilirliğinin sağlanmasıdır. Başlangıçtan itibaren yüksek kalite seviyesinin sağlanabilmesi, müşterilerin istek ve gereksinimlerinin tasarım aşamasından önce net olarak belirlenebilmesi ve anlaşılabilmesi ile sağlanır.

Bu çalışmada yeni ürün devreye alma sürecinde tasarım parametrelerini DFSS metodolojisi ile optimize ederek müşteri beklentilerini karşılayacak kaliteli ürünün üretilmesi ve zamanında teslim edilmesi amaçlanmaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER

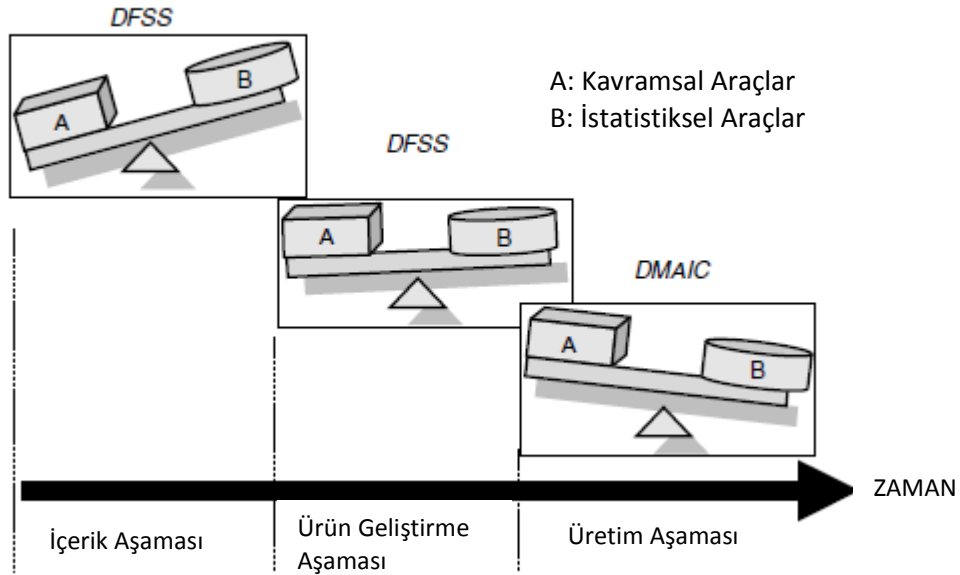
2.1.Tasarımda Altı Sigma (DFSS) Yöntemi

Ürün ve/veya hizmet üreten tüm işletmelerin başarısının sürdürülebilirliği zamanında ve düşük maliyetle üretilip müşteriye doğru zamanda ulaştırılması ile doğrudan ilişkilidir. Tasarımda yapılan iyileştirmeler ürün maliyetinde önemli iyileştirmeler sağlayacağından ilk seferde doğru mantığında çalışmalar yönlendirilmelidir. Çünkü ürün maliyetinin %75'i tasarım aşamasında belirlenmektedir. 'Design for Six Sigma' (Altı Sigma İçin Tasarım) uygulamaları ile firmalar önemli kazançlar elde etmektedir. Müşteri odaklı tasarım, müşterinin istekleri doğrultusunda bir süreç tasarımı yapılmasını gerektirmektedir. Tasarım sürecinde, optimum sonuca ulaşmak için tasarlama, analiz etme ve en uygun tasarım sürecini seçme adımlarını içeren zorlu bir süreçtir. Genellikle tasarım ve üretim yapılarında iki yöntem bulunmaktadır. Birinci yöntem; uygun ve sağlıklı yapılar tasarlayıp kalite seviyesini başlangıçta yüksek tutmak, ikinci yöntem ise, mevcutta bulunan kaynakları kullanıp süreçteki problemleri çözmektir. Fakat ikinci yöntem işletmedeki iş gücü ve diğer kaynakların büyük bir kısmının kullanılmasına neden olmaktadır. DFSS her iki yöntem için tasarımlar yapılmasını hedeflemektedir. DFSS, farklı alanların algı ve düşünce tarzlarındaki temel bilgi konularını ve bu temel konular arasındaki ilişkileri içeren bilimsel bir teoridir. Tasarım yapılarında bu algı ve ilişkiler, üretimde yapılan gözlemler ve tahmin sonuçları doğrultusunda bir araya getirilmektedir. DFSS'nin temel bilgi alanları incelendiğinde; önerme ve hipotezlerin karışımını, olayların ve/veya nesnelere sınıflandırılmasını, kavramların oluşturulmasını ve aksiyomatik tasarım, TRIZ, istatistiksel ve matematiksel modeller gibi araçları içerdiği görülmektedir. Bahsedilen bilgi ve ilişkiler DFSS teorisini oluşturmaktadır. DFSS teorisi, aksiyom veya hipotez biçiminden birinin ele alındığı diğer metodların teorik sistemi üzerine kuruludur.

Aksiyom; geçerliliği genel olarak kabul gören, test edilemeyen temel bilgi olarak tanımlanabilir. Temel bilgi alanları test edilebildiğinde hipotez olarak tanımlanabilir. DFSS'nin temel amacı, üretim sürecindeki olumsuz tecrübelerden kaçınma amacıyla 'başlangıçta doğru tasarımı yapmak' tır. DFSS sürecinde 'Altı Sigma' kavramı, tasarım kırılma noktasının etkin olmadığı ya da en düşük olduğu seviye şeklinde tanımlanmaktadır. Genelde, tasarım varlığı kalitesini iki temel tasarım kırılma noktası etkileyebilmektedir:

- Dizayn aksiyonları ve prensipleri sonucunda oluşan kavramsal kırılmalıklar
- Operasyon ortamındaki kuvvet eksikliği kaynaklı operasyonel kırılmalıklar.

DFSS'nin amacı, tasarım kırılmalığına her iki kaynağın etkisinin tahmini ile 'ilk seferde doğru tasarlamak' tır. Altı Sigma kavramını uygulayan birçok kuruluş, kendine özgü DFSS düşüncesini oluşturmaktadır. DFSS uygulayan lider çoğu kuruluşun DFSS hakkındaki görüşlerinin önemli bir kısmı, DMAIC yöntemi ile 'müşterinin sesi' kavramlarının farklı şekillerde birleştirilmesine yönelmiştir. DMAIC ve DFSS'nin birlikte kullanılması süreçlerdeki gelişmeleri de artırmaktadır. Ayrıca seçilen metotların karmaşıklığı bu artışta önemli bir faktördür. Ancak bu metot, tasarım birimlerinde altı sigma yönteminin başarısını garanti etmemektedir. Ayrıca, tasarımın başlangıç evresindeki verilere ulaşılamadığından, mevcuttaki altı sigma yöntemlerinin birçoğu kullanışsız olabilmektedir. Bu nedenle, DFSS, tasarım sürecinde dikkate alınması gereken yeni araçların kullanılmasına dayanmaktadır. Bu doğrultuda, önerilen DFSS yöntemi Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Tasarım varlığı süreçlerinde DFSS yöntemi (Yang ve El-Haik 2003)

DFSS yöntemi, 'ilk seferde doğru tasarlamak' anlayışına göre her iki tür tasarım kırılmalığını hedef almaktadır. Bu amaç, varlık tasarımı ve gelişimsel süreçlerini içeren genişletilmiş DFSS yayılımı tarafından gerçekleştirilebilir. DFSS, bu felsefeyi uygulayan

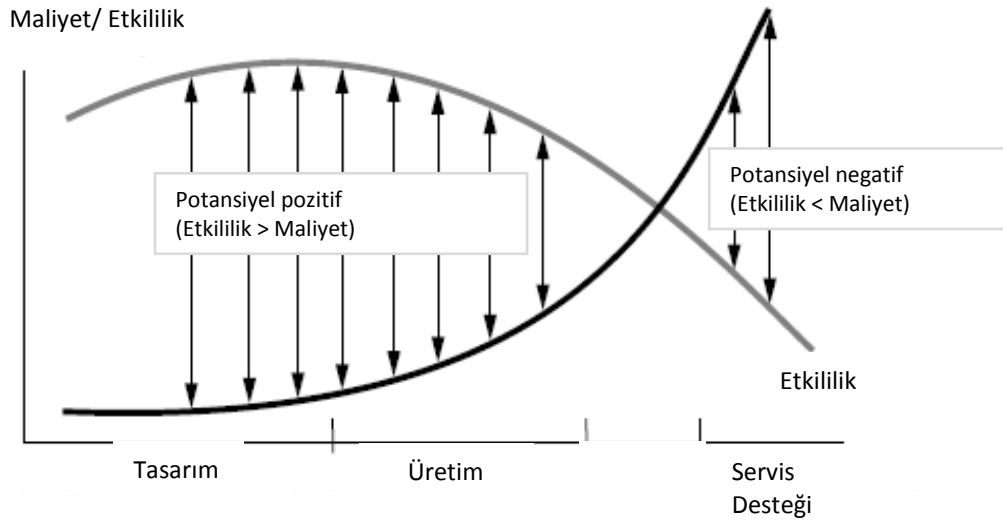
şirketi, mevcut ve eski düşüncelerinin değişmesi, belirlenen zamanda bir proje başarısının gerçekleştirilmesi, çalışanların motive edilmesi ve bir karar verme yapısının oluşturulması, başarılı ve etkin bir altı sigma kültürü için yeni düşüncelerin inşa edilmesi gibi kültürel bir değişime sürüklemektedir (Yang ve El-Haik 2003).

2.2.Tasarımda Altı Sigma

Operasyonel kırılgnlık, kritik kalite karakteristiği (Critical to Quality - CTQ) ihtiyaçlarından, değişkenlik azaltma ve ortalama düzeltmeyi amaç olarak seçmektedir. Tolerans araştırması, operasyonel kırılgnlığın merkezinde bulunmaktadır. Tolerans araştırması, geometrik ve maliyet modelleri ile olduğu kadar tasarım parametresindeki ve süreç değişkenindeki tolerans ataması, üretim sürecinin değerlendirilmesi, kontrolü ve ölçüm sistemi ile de ilgilenir.

Kavramsal kırılgnlıklar, sistemli ve uyumlu bir yaklaşımın eksikliği, tasarımcının bilgi yetersizliği, termin zamanının baskısı ve bütçe kısıtları nedeniyle, optimum çözümlerin araştırılması sırasında genelde gözden kaçırılabilmektedir. Maalesef, bu durum tasarımı genellikle operasyonun 'yangın söndürme' biçimi şeklinde tanımlanan 'tasarım-kontrol-onarım- tekrar kontrol' sonsuz döngüsüne sürüklemektedir. Bu yöntemi uygulayan şirketler, genellikle, yüksek geliştirme maliyetinden, pazarlama için daha uzun zamandan, düşük kalite düzeyinden ve sınırdaki rekabet üstünlüğünden olumsuz etkilenmektedir. DFSS'nin amacı, kavramsal ve operasyonel tasarım kırılgnlıkları yok etmek veya azaltmak için araçlar ve yöntemler geliştirmek ve sürece dahil etmektir. Genellikle, mevcuttaki tasarım yöntemlerinin çoğu deneyseldir. Tasarımcılar en iyi fikirlerini ortaya koyar. Fakat tasarımın temeli sübjektif yargıya dayandığından sonuç yeterli değildir. Bir şirket, müşteri memnuniyetini zedeleyen uygulamalar sonucu zarar gördüğünde, görüş ve deneyim uygun bir altı sigma çözümü bulmak için yeterli olmayabilir. Bu tip gereklilikler DFSS yöntemi için farklı bir motivasyon nedenidir. Toplam ürün maliyetinin %80'inin kavram geliştirme aşamasında oluştuğu belirtilmektedir. Ürün geliştirmeyi içeren üretimin araştırma alanları, siparişin teslim zamanının azaltılması, geliştirme ve üretim maliyetinin düşürülmesi, daha az toplam yaşam döngüsü maliyeti ve ürün, hizmet ve/veya süreçlerdeki tasarım varlığının kalitesinin iyileştirilmesidir. Toplam ürün maliyetinin %80'lik kısmının ilk aşamalarda

oluşması ile ilgili bir gösterim Şekil 2.2’de verilmiştir. Potansiyel, bir aşamadaki tasarım çalışmalarının etkinliği ile o aşamaya kadar olan geliştirmenin maliyet toplamı ile farkı olarak tanımlanabilir. Başlangıçta potansiyel pozitiftir, zamanla tasarımın gelişimi azaldıkça etkinlik azalmaya başlar. Finansal kaynaklar ayrıldığında (örn: üretim makinelerinin ve tesislerin alınması, işgücü alımı), potansiyel, pozitiften negatife doğru değişmeye başlar. Müşterinin elindeki potansiyel negatif olur ve maliyet olağanüstü düzeyde etkinliği aşar (Yang ve El-Haik 2003).



Şekil 2.2. Yaşam döngüsünde tasarım aşamalarının etkinliği (Yang ve El-Haik)

2.3. Tasarımda Altı Sigma (DFSS) Uygulama Adımları

DFSS aşağıdaki dört aşamadan oluşmaktadır (Yang ve El-Haik 2003):

- Gereksinimlerin belirlenmesi (Identify requirements)
- Tasarımın karakterize edilmesi (Characterize the design)
- Tasarımın en iyilenmesi (Optimize the design)
- Tasarımın doğrulanması (Verify the design)

2.3.1. Gereksinimlerin belirlenmesi

DFSS proje çalışmaları, bir varlığın tasarımı ve/veya yeniden tasarımı olarak sınıflandırılabilir. ‘Yaratıcı tasarım’ terimi, yeni tasarım, bir veri ile yeniden

tasarım veya tasarım için artan tasarım olarak kullanılmaktadır. Veri ile yeniden tasarımın sapma derecesi, ilgili verinin kullanılabilirliğinin belirlenmesindeki temel faktördür.

Adım 1: Proje kartı tasarlanması:

Bu adım, altı sigma DMAIC projesindeki ile önemli ölçüde benzerdir. Ek olarak, projenin zamanı daha fazladır ve başlangıç maliyetleri genelde daha fazladır. Proje zamanının uzun olması, kuruluşun değişik bir varlığı tasarlaması ya da tekrar tasarım yapması sonucunda oluşmaktadır. Başlangıçta müşteri taleplerinin belirlenmesi doğrultusundaki çalışmaların yoğunluğundan maliyetler de yüksek olmaktadır. Tasarımın daha iyi olması için kritik tatmin karakteristiğinin (critical to satisfaction - CTS) uygun belirlenmesi gerekmektedir. Altı sigma DMAIC felsefesinde, sadece bir kez olacak şekilde CTS'lerin çok sınırlı bir alt kümesinin geliştirilmesi konusunda çalışılmaktadır.

Adım 2: Müşterilerin ve iş ihtiyaçlarının tanımlanması:

Bu adımda, müşteriler tüm detaylarıyla tanımlanır. Müşteri ihtiyaçları kalite fonksiyonu yayılımı (quality function deployment-QFD) ve kano analizi ile belirlenmekte ve analiz edilmektedir. Sonraki aşamalarda ise, tasarım ölçme ve değerlendirme için sırası ile en uygun CTS'lerin metrik kümeleri belirlenir. QFD ve kano analizi ile her bir CTS için sayısal sınır ve hedef oluşturulmalıdır. Bu adımda yapılması gereken işlemler (Yang ve El-Haik 2003):

- Müşteri beklenti ve gereksinimlerinin sağlanması için metotların tespit edilmesi,
- Müşteri beklenti ve gereksinimlerinin belirlenerek ve bunların müşterinin sesi (voice of customer - VOC) listesi haline dönüştürülmesi,
- VOC listesinin kullanışlı ve ölçülebilen gereksinimlere dönüştürülmesi,
- Gereksinimleri kesinleştirilmesi:
- Minimum gereksinim tanımlarının oluşturulması,
- 'Müşteri-sağlanan gereksinimler' in belirlenmesi ve boşlukların doldurulması,
- Uygulamanın ve kullanım ortamlarının onaylanması,
- Kritik kalite karakteristiği (CTQ), kritik teslim karakteristiği (CTD) ve kritik maliyet karakteristiği (CTC) vb. gibi CTS'lerin tanımlanması,
- CTS'lerin ölçümünün yapılması:

- CTS'ler için ölçütlerin oluşturulması,
- Kabul edilebilir performans seviyelerinin ve işletim pencerelerinin oluşturulması,
- CTS'lerin yukarıdan aşağı doğru sıralanmasıdır.

Bu aşamada kullanılabilen DFSS araçları:

- Pazar/Müşteri araştırmaları,
- Kalite fonksiyon yayılımı (QFD),
- Kano analizi,
- Risk analizidir.

2.3.2. Tasarımın karakterize edilmesi

Adım 1: Müşteri gereksinimlerinin (CTS), ürün/süreç fonksiyonel gereksinimlerine dönüştürülmesi:

Müşteri gereksinimleri, müşterileri nelerin memnun edebileceği konusunda fikirler verir, ancak doğrudan ürün veya süreç tasarımı için gereksinimler olarak kullanılamazlar. Müşteri gereksinimlerinin ürün/süreç fonksiyonel gereksinimlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Kalite fonksiyonu yayılımı (QFD) bu dönüşümün sağlanması için kullanılabilir. Kullarılabilmektedir.

Adım 2: Tasarım alternatiflerinin oluşturulması:

Yeni tasarım varlığı (ürün, hizmet ya da süreç) için fonksiyonel gereksinimler belirlendikten sonra, bu fonksiyonel gereksinimlerin karşılanması sağlayacak tasarım varlığının karakterize edilmesi gerekir. Genellikle, iki seçenek vardır: I. Varolan teknoloji ya da mevcut tasarım tüm gereksinimleri sağlayabilmektedir; sonrasında ise bu adım önemsiz hale gelmektedir. II. Varolan teknoloji ya da mevcut tasarım kavramı tüm gereksinimleri karşılayamaz, yeni bir tasarım kavramının geliştirilmesine ihtiyaç duyulur. Bu yeni tasarım mevcut tasarımın sapma derecesini yansıtır 'yaratıcı' ya da 'daha iyi' olabilmektedir. TRIZ yöntemi ve aksiyomatik tasarım bu adımda birçok yenilikçi tasarım kavramı oluşturulmasını sağlayabilmektedir.

Adım 3: Tasarım alternatiflerinin değerlendirilmesi:

Birçok tasarımın alternatifi, bu adımda geliştirilebilir. Bunların değerlendirilmesi ve hangi kavramın kullanılacağına belirlenmesi gereklidir. Tasarım değerlendirmede; tasarım değerlendirmeleri, tasarım kırılma analizi ve FMEA gibi birçok yöntem kullanılabilir. Tasarım değerlendirme sonrasında, başarılı olan yöntem seçilmelidir. Değerlendirme süresince, başlangıçtaki tasarım kavramları kümesinin zayıf yönleri belirlenir, kavramlar yeniden gözden geçirilir ve geliştirilir. Eğer tasarım sürecinde ise, sürecin yönetim tekniği değerlendirme aracı olarak kullanılabilir.

Bu aşamada kullanılan DFSS araçları (Yang ve El-Haik 2003):

- TRIZ,
- QFD,
- Aksiyomatik tasarım,
- Güçlü tasarım,
- X için Tasarım,
- DFMEA ve PFMEA (tasarım ve performans hata modu - etki analizi),
- Tasarım değerlendirmesi,
- CAD/CAE (bilgisayar-destekli tasarım/mühendislik),
- Simülasyon,
- Süreç yönetimidir.

2.3.3. Tasarımın en iyilenmesi

Bu aşamada, altı sigma performans seviyesindeki belirlenen tüm fonksiyonel gereksinimlerle tasarımın varlığı optimize edilmektedir. Kavram tasarımı tamamlanmaya kadar, düzeltilecek ya da değiştirilecek birçok tasarım parametresi olacaktır. Bilgisayar simülasyonu ve/veya donanım testi, DOE modellemesi, Taguchi'nin tasarım metotları ve cevap yüzeyi metodolojisinin yardımıyla, optimum parametre ayarları belirlenmektedir. Ürün DFSS projelerinde bulunan bu parametre optimizasyon aşamasını genelde tolerans optimizasyon adımı izlemektedir. Amaç, üretim tolerans değerlerini belirlemek için mantıklı ve objektif temeller sağlamaktır. Eğer, DFSS ürün projelerinde genel bir durum olan, tasarım parametrelerinin kontrol edilemediği bir

durumla karşılaşırsa, üretim süreç tasarımı için DFSS'in 1-3'üncü aşamalarının tekrar edilmesi gerekebilir.

Bu aşamada kullanılan DFSS araçları (Yang ve El-Haik 2003):

- o Tasarım/simülasyon araçları,
- o Deney tasarımı,
- o Taguchi metodu, parametre tasarımı, tolerans tasarımı,
- o Güvenilirlik-tabanlı tasarım,
- o Güçlülük değerlendirmesidir.

2.3.4. Tasarımın doğrulanması

Parametre ve tolerans tasarımları tamamlandığında, bu aşama ile son doğrulama ile onaylama adımları gerçekleştirilir.

Adım 1: Pilot uygulama ve incelenmesi:

Herhangi bir ürün ya da hizmet, pilot uygulama yapılmadan direkt olarak pazara girmemelidir. Pilot ve küçük ölçekli uygulamalarda tasarım hata modu-etki analizi (DFMEA) aracı kullanılarak tasarımın gerçek performansı test edilip değerlendirilir.

Adım 2: Onay ve sürecin kontrolü:

Bu adımda, yeni varlığın tasarım gereksinimlerini karşıladığını tespit etmek amacıyla onayı yapılmaktadır.

Adım 3: Ticari ürünün tam olarak pazara girişi ve yeni sürecin sahibine devredilmesi:

Tasarım varlığı doğrulanıp süreç kontrolü tamamlandığında, ticari ürün piyasaya sunulabilir. Gereksinim ayarları, kontrol ve izleme sistemleriyle tamamlanabilir.

Bu aşamada kullanılan DFSS araçları (Yang ve El-Haik 2003):

- Süreç yeterlilik modeli,
- Deney tasarımı,
- Güvenilirlik testi,
- Poka-yoke, hata doğrulama (error proofing),
- Güven analizi,
- Süreç kontrol planı,
- Eğitimidir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde tez çalışması sürecinde kullanılan araçlar olan; Kalite Fonksiyon Yayılımı (QFD), Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) ve Deney Tasarımı yöntemleri anlatılmıştır.

3.1.Kalite Fonksiyon Yayılımı (QFD)

Kalite Fonksiyon Yayılımı (QFD), yeni ürün tasarımında ve/veya mevcuttaki bir ürünün geliştirilmesinde kullanılan, müşteri beklentileri ve ihtiyaçlarının ürüne doğru yansıtılmasını sağlayan bir kalite iyileştirme yöntemidir (Delice Kılıç ve Güngör 2008). QFD, geliştiricilerinden biri olan Akao tarafından şu şekilde tanımlanmaktadır: QFD, müşteri memnuniyetini sağlamak ve müşteri beklentilerini tasarım hedeflerine ve üretim aşamasında kullanılması gereken temel kalite güvence noktalarına dönüştürülmesi amacıyla tasarım kalitesinin geliştirilmesini amaçlayan bir uygulamadır. QFD, tasarım kalitesini ürün henüz tasarım aşamasındayken garanti altına alma yöntemidir (Delice Kılıç ve Güngör 2008).

QFD aşağıdaki amaçların karşılanmasını sağlamaktadır:

- Müşterilerin beklentilerinin firmanın teknik karakteristiklerine dönüştürülmesi,
- Aynı ürün üzerindeki değişik fonksiyonların ortak iletişim ortamının sağlanması ile yatay iletişimin artırılması,
- Ürün üzerinde yapılacak gelişmeleri önceliklendirilmesi,
- Hedef yeniliklerin belirlenmesi,
- Rakip firmalar ve rakiplerin ürünleri ile karşılaştırma fırsatının oluşturması,
- Hedef maliyeti düşürme konu başlıklarının belirlemesidir (Delice Kılıç ve Güngör 2008).

3.1.1. Kalite Fonksiyonu Yayılımı'nın tarihçesi

Kalite fonksiyon yayılımı yöntemi 1966'da Akao tarafından oluşturulmuş ve 1967'de yayımlanan makalesinde geliştirilmiştir. Akao'nun 1972'de 'Standartization and Quality Control' dergisinde yayımlanan 'New Product Development and Quality Assurance – Quality Deployment System' başlıklı makalesinde geliştirdiği yöntemin işleyiş sürecini

anlatmıştır. Ancak, Akao'nun yöntemi tasarım kalitesinin oluşturulması konusunda yeterli olmamıştır. Bahsedilen yetersizlik Mitsubishi Heavy Industries şirketinin Kobe tersanesinde oluşturulan kalite tabloları sayesinde ortadan kaldırılmıştır. Dr. Mizuno ve Dr. Furukawa tarafından hazırlanan tablolarda gerçek kalitenin (müşteri beklentilerinin) fonksiyonlar aracılığıyla sistemli hale getirilmesi ve bu fonksiyonların kalite karakteristikleri ile ilişkileri anlatılmıştır (Akao 1997). Bu uygulamalar literatürde QFD yönteminin ilk uygulamaları olarak kabul edilmektedir. QFD yönteminin otomotiv sektöründeki ilk uygulamaları 1975 yılında başlamış olan Hino Motors (Toyota Grubu) ve Toyota Auto Body'nin yaptığı çalışmalardır. QFD yönteminin hizmet işletmelerindeki ilk uygulaması 1981 yılında Ohfuji, Noda ve Ogino şirketleri tarafından yapılmıştır (Mazur 1993). 1993 yılında 1. Avrupa KFY Sempozyumu'na ev sahipliği yapan İtalya Avrupa'da QFD yöntemini uygulayan ilk ülke olmuştur (Akao 1997). Ülkemizdeki ilk QFD uygulaması Arçelik firmasında Araştırma Geliştirme Merkezi (AGM) tarafından 1994 yılında bulaşık makineleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. 1995 yılında No- frost buzdolabı, çamaşır makineleri ve elektrikli süpürgeleri üzerinde de QFD uygulamaları yapılmıştır (Ardıç ve ark. 2008).

Bergquist ve Abeysekera, QFD yöntemini ürün geliştirme süreci ergonomi alanında kullanımı ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmiştir. Soğuk hava koşullarında ayakkabıların güvenli kullanımı için gerekli karakteristikleri QFD yöntemini kullanarak tespit edilmiştir. (Bergquist ve Abeysekera 1996).

Sohn tarafından yapılan çalışmada trafik kaza sayısının düşürülmesi ve her polis merkezinde kullanılan kontrol politikalarının önceliklerinin belirlenmesi amacıyla QFD metodu uygulanmıştır (Sohn 1999).

Partovi ve Corredoira, futboldaki kuralların tasarımı ve önceliklendirilmesi ile futbolun geliştirilmesi amacıyla çalışma yapmışlardır. (Partovi ve Corredoira 2002).

Costa ve ark., tarafından yemeklerde kullanılan ketçap kalitesinin iyileştirilmesi konusunda bir çalışma yapılmıştır. (Costa ve ark. 2000).

Öter ve Tütüncü, tarafından seyahat firmaları üzerinde varsayımsal bir QFD uygulaması yapılmıştır (Öter ve Tütüncü 2001).

Güllü ve Ulcay, kablo üretiminde QFD yöntemi uygulamasını gerçekleştirmiştir. (Güllü ve Ulcay 2002).

Karsak ve ark., QFD ve hedef programlama yöntemlerini birlikte kullandıkları bir çalışma yaparak QFD' nin başka bir yöntemle beraber kullanılabileceğini göstermişlerdir (Karsak ve ark. 2002).

Savaş ve Ay tarafından QFD yöntemi akademik personelin beklenti ve ihtiyaçları doğrultusunda kütüphane hizmetlerinin yeniden tasarlanıp yapılandırılmasında kullanılmıştır (Savaş ve Ay 2005).

Ardıç ve ark., tarafından QFD yöntemi aracılığıyla üniversitedeki yüksek lisans programlarının öğrenci istek ve beklentilerini göz önünde bulundurularak yeniden tasarlanmıştır (Ardıç ve ark. 2008).

3.1.2. Kalite Fonksiyonu Yayılımı'nın uygulama adımları

QFD temelde dört aşamadan oluşan bir süreçtir:

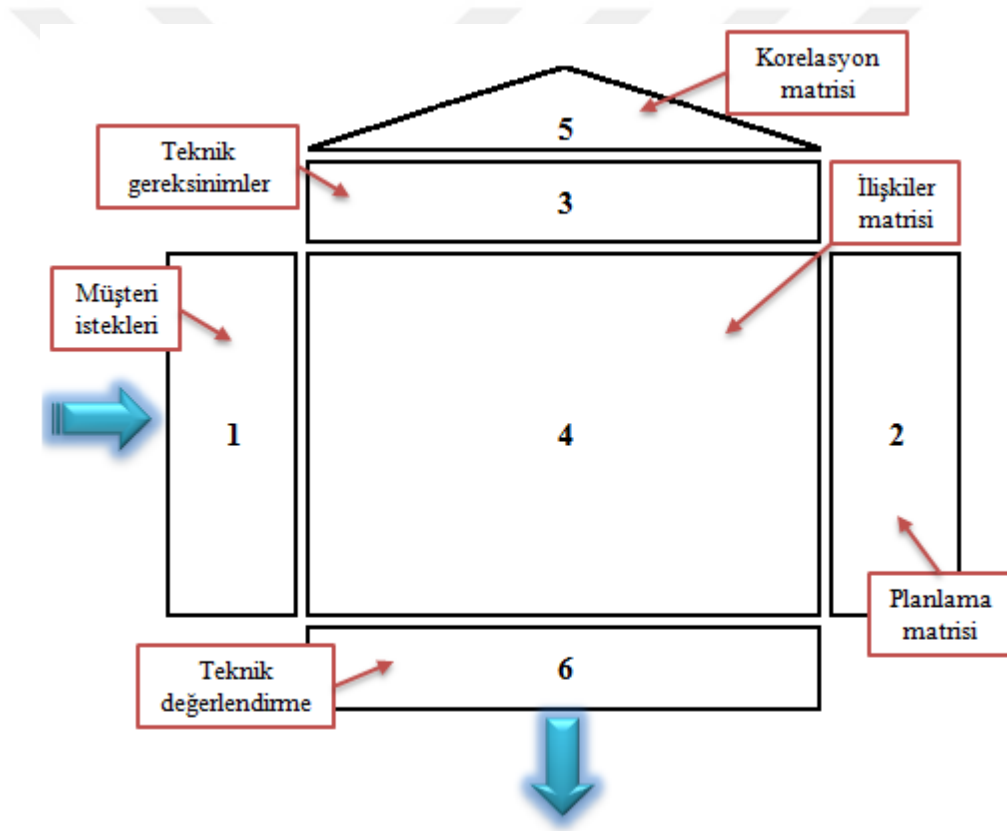
Planlama: Planlama adımında müşteriler net bir şekilde tanımlanmalıdır. Müşterilerin belirlenme süreci iki aşamadan oluşur. İlk aşama bütün olası müşteriler tanımlanmasıdır, ikinci aşama ise, ana müşteri gurubu tanımlanmasıdır.

'Müşterinin Sesi'nin toplanması: İlk aşamada beklentileri cevaplandırılacak müşteriler belirlendikten sonra, ikinci aşamada bu müşterilerin isteklerinin neler olduğu belirlenir. Müşteri isteklerini belirlemede yaygın olarak anket yapma yöntemi kullanılmaktadır. Müşteri sesini simgeleyen liste belirlenir daha sonra ise bunların önceliklerini belirlemek gereklidir. Bu şekilde tasarım aşamasında aynı maliyeti taşıyan iki müşteri gereksinimi arasında önceliği yüksek olana ağırlık vermek tasarımı müşterinin gözünde daha ileriye taşıyacaktır.

Kalite evinin oluşturulması: QFD’de kullanılan ve kalite evi olarak bilinen grafiksel gösterim zengin ve kolay ulaşılabilen uygulamadır (Delice Kılıç ve Güngör 2008). Kalite Evi dört farklı bilgi kullanılarak elde edilmektedir. Bu bilgiler aşağıda belirtilen sorulara alınan cevaplardan oluşmaktadır:

- Müşteri için önemli olan nedir?
- Müşteri için önemli olan faktörler nasıl sağlanmalıdır?
- Neler ile nasıllar arasında ilişki var mıdır, var ise gücü nedir?
- Müşteriyi tatmin etmek için nasıllardan ne kadar kullanılmalıdır?

Örnek bir kalite evi Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Kalite evi

Kalite evinde iki önemli bölüm bulunmaktadır. Yatay ekseninde müşterilerle ilgili bilgilerin yer aldığı müşteri kısmı, dikey ekseninde müşteri bilgilerine cevap veren teknik kısım yer almaktadır. Birinci aşamada belirlenen müşteri istekleri matrisinin ‘NE’ler kısmında yer alır. İkinci aşamada oluşturulan planlama matrisi ile işletmenin kendi ürünü ile

rakiplerinin ürünleri arasında kıyaslama yapabilmesi sağlanır. Firmanın kendi ürününün piyasadaki yerini görebilmesi açısından büyük önem taşır. Kalite evinin sağ tarafında yer alan planlama matrisinde işletme, kendisinin ve rakiplerinin ürünlerinin müşteri gereksinimlerini karşılama durumunu değerlendirir. Kalite evinin amacı müşteri beklentilerini karşılayacak ürün tasarlamak ya da mevcut tasarımları geliştirmektir. Bu amaca yönelik bir uygulamada en önemli nokta müşteri beklentilerinin mühendislik aşamasında kullanılabilir teknik tanımlara dönüştürülmesidir. Bu teknik tanımlar, kalite evinin ikinci katını oluşturur ve üçüncü aşamada matrise eklenir. Bu kısımdaki bütün tanımlar müşteri beklentileri kısmının maddelerinden en az biriyle ilişkili olmalıdır. Teknik gereksinimler matrisin 'NASIL'lar kısmında yer alır. 'NASIL'lar süreçlerden, kişilerden, fonksiyonlardan, tesislerden ya da yöntemlerden oluşabilir. Belirlenmeleri için bütün bir örgütün bilgisine ihtiyaç vardır.

Dördüncü aşamada oluşturulan ilişkiler matrisinde her bir müşteri gereksinimi ile her bir teknik gereksinim arasındaki ilişki derecesi belirlenir. Yapılan işleme teknik gereksinimlerin müşteri isteklerine ne kadar katkıda bulunabileceğinin sayısallaştırılması denilebilir. İlişkiler matrisinin oluşturulmasındaki amaç her bir müşteri gereksinimini karşılayacak olan önemli teknik gereksinimlerin belirlenmesi ve bir sonraki aşamada yüksek öneme sahip tüketici gereksinimlerini üretime taşımak için kuvvetli ilişkiye sahip teknik gereksinimlerden yararlanmasıdır. Beşinci aşamada teknik korelasyonlar belirlenir. Müşteri isteklerini karşılamak amacıyla belirlenen teknik karakteristikler arasında olumlu ya da olumsuz etkileşimler olabilir. Yani bir teknik karakteristikte olumlu yönde bir gelişme sağlanması, bir diğerini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir. Korelasyon matrisinde her hücre iki farklı teknik karakteristik arasındaki korelasyonu temsil eder.

Çizelge 3.1. Korelasyon derecesi sembol ve anlamları (Eymen 2006)

Korelasyon derecesi	Sembol ile	Sayı ile
Güçlü	Θ	9
Orta	O	3
Zayıf	Δ	1

Korelasyon derecesini göstermek için Çizelge 3.1’de verilen semboller kullanılır. Bu semboller ile aynı zamanda teknik tanımlar arasındaki korelasyonun yönü de belirlenmiş olur. Birbirine zıt düşen teknik tanımlar farklı müşteri beklentilerinin sonucudur. Bu kısımda belirlenen olumsuz korelasyonlar genellikle “aynı anda birbirine zıt iki fiziksel durumun gerçekleşmesi gerekliliği” şeklinde ortaya çıkar. Son aşamada nihai kalite evi ortaya çıkar.

Sonuçların Analizi ve Yorumlanması: Kalite evinde elde edilen matrise göre projede izlenecek öncelikler belirlenir (Eymen 2006).

3.2. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

Yeni ürün devreye alma süreçlerinde potansiyel hataların tespit edilmesi, tespit edilen hata türlerini önleme amacıyla seri üretim öncesi ürün geliştirme ve planlama adımlarında kaliteli üretimi sağlayacak çalışmaların yapılması ve önlemlerin alınması gereklidir.

Bir hizmet veya ürün tasarımından üretimine ve müşteriye teslimine kadar geçen süreçte oluşan hatalar, istenmeyen durum olarak kabul edilmektedir. Hatalı ürünün müşteriye ulaşması engellendiğinde firmanın yaşayabileceği prestij kaybı önlenecektir. Ayrıca üretim sırasında oluşan hatanın da üretimin erken aşamasında ortadan kaldırılması, üretim maliyetini minimize edecektir.

FMEA tasarım, proses, ve teslimat süreçlerinde hatayı müşteriye ulaşmadan önce, mümkün olan en erken aşamada önlemeyi amaçlayan bir iyileştirme ve geliştirme aracıdır.

FMEA tekniğinin amaçları aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- Ürün veya süreçte oluşabilecek hata türünü, etkisini ve kritikliğini kararlaştırmak
- Ürün veya süreçte oluşabilecek potansiyel hataları önceden belirlenmesi ile hataların oluşumunun engellenmesi

- Olası hata türlerinin belirlenip, hataları önlemek amacıyla düzeltici önlemlerin alınması veya sürekli şekilde hata oluşma potansiyellerinin azaltılması ve bu şekilde ürünün geliştirilmesinin sağlanması
- Montaj veya imalat süreci için sistemin dayandığı neden ve ilkelerin dokümante edilmesi
- Dikkatli ve özenli uygulandığı durumlarda, bir FMEA süreç geliştirmesindeki mühendislerin düşüncelerinin özetlenmesidir.

3.2.1. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)'nin Tarihçesi

FMEA tekniği Amerikan Ordusu tarafından geliştirilmiştir. Konu ile ilgili hazırlanan ilk prosedür Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis başlığıyla basılan 9 Kasım 1949 tarihli MIL-P-1629 (Military Procedure)'dur. Başlangıçta sistem ve ekipman hatalarının incelenmesi amacıyla kullanılmış bir güvenilirlik saptama tekniğidir. Hatalar yürütülen projenin başarısı ile personel ve ekipman güvenliği açısından sınıflandırılmıştır. Günümüzde ABD silahlı kuvvetlerinin MIL – STD 1629 A kodlu askeri standardıdır.

FMEA, 1960 – 1965 yılları arasında NASA ay seyahati programlarında kullanılmıştır. 1970 – 1975 yılları arasında ABD uçak sanayinde, 1972 yılında Ford Motor Şirketi bünyesinde, 1975 yılında bilgisayar üretiminde ve Japon NEC firmasında ilk endüstriyel uygulanmıştır. 1988 yılında Amerika'nın üç büyük otomotiv şirketi olan Chrysler, Ford ve General Motors tarafından genel standart olarak kabul edilmiştir. Günümüzde FMEA; QS 9000, ISO/TS 16949, ISO 9001:2000 ve diğer Kalite Yönetim Sistemleri kapsamında zorunlu hale getirilmiştir.

FMEA tekniği uygulama alanı örnekleri aşağıdaki gibidir:

- Uzay
- Otomotiv
- Kimya endüstrisi
- Tekstil

Legg (1978), tarafından FMEA tekniği konusunda mühendisleri bilgilendirme çalışmaları yapılmıştır. Kara-Zaitri (1992) ve diğerleri önem derecelerinin belirlenmesinde mühendislere destek olmuştur.

Glichrist (1993), tarafından FMEA'nın maliyet analizi içeren bir modeli önerilmiştir.

Kasa ve Boran (1993), Toplam Kalite Yönetimi'ndeki FMEA yerinden çalışmalarında bahsetmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, hatayı oluşturan kök nedenlere inilerek, hatanın oluşumunun önlenmesi, dolayısıyla hatasızlığı hedeflemenin en mantıklı çözüm olduğu ortaya çıkmıştır.

Vandenbrande (1998), tarafından çevresel risklerin değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

Yılmaz (2000), Hata Türü Ve Etki Analizi başlıklı çalışmasında; FMEA tekniğinin turizm sektöründe uygulanması ile turizm işletmelerinin müşteri beklentilerini sağlamasının kolaylaşacağı, maliyetlerin azalacağı, rekabet gücünün artacağı ve firma imajının güçleneceğini ortaya çıkarmıştır.

Bulanık mantığın risklerin önceliklendirilmesinde kullanılması Sankar ve Prabhu (2001) ve Pillay ve Wang (2003) tarafından önerilmiştir.

Scipioni (2002), tarafından FMEA Formu rneği oluşturulmuştur. Pillay ve Wang (2003), çalışmalarında genel bir FMEA prosedürünün içeriğini belirlemiştir.

Pillay ve Wang (2003), tarafından saptama derecelendirme, ağırlık derecelendirme ve ortaya çıkma derecelendirme tablolarının oluşturulması ile ilgili çalışmalar yapılmış ve çalışmalar sonucunda skalalar oluşturularak FMEA yönteminin daha kolay uygulanabilmesi sağlanmıştır.

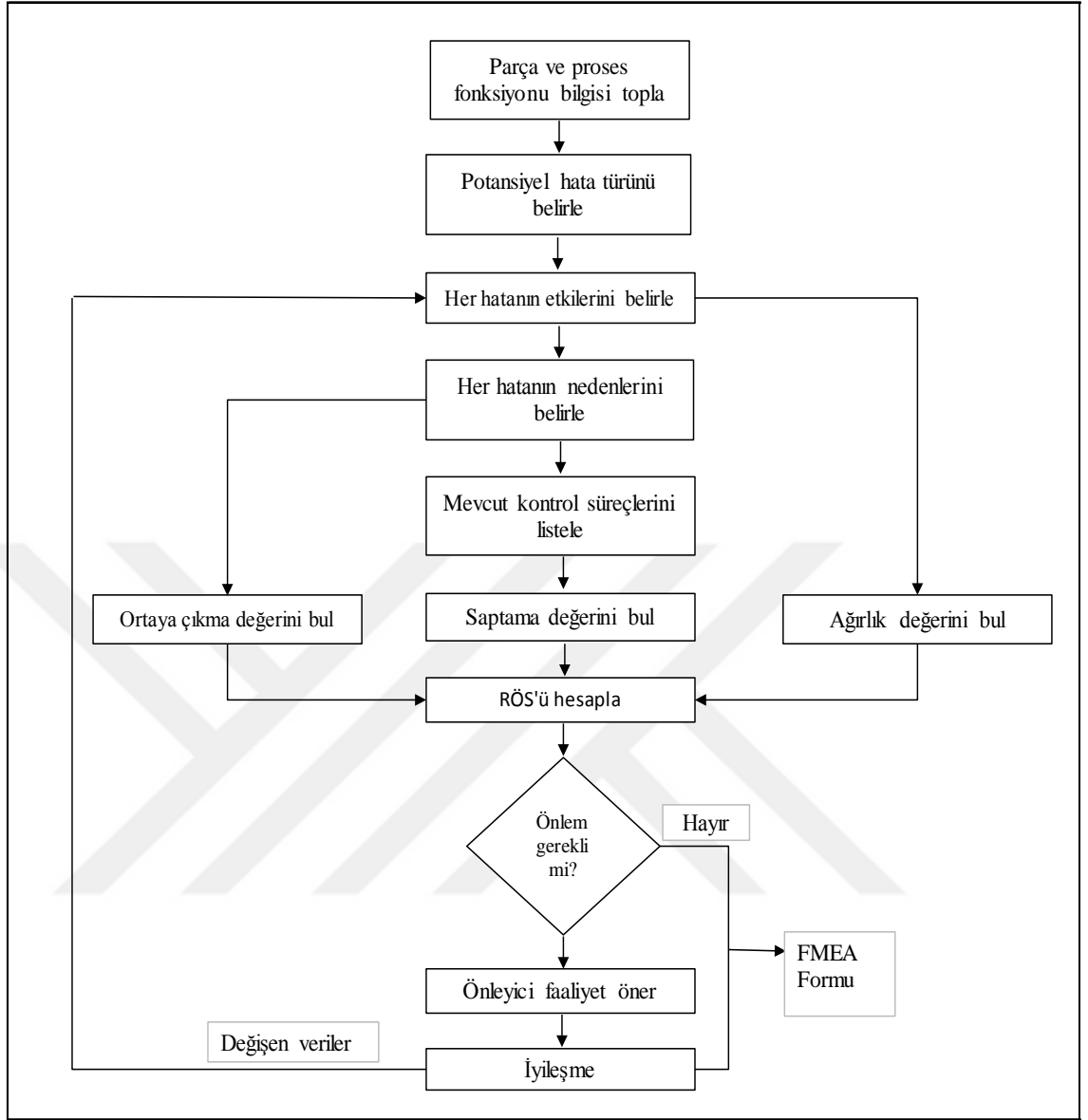
3.2.2. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)'nin Uygulama Adımları

FMEA yönteminde olası hatalar tanımlanarak; her bir olası hatanın nedeni tespit edilir, müşteriye etkisi değerlendirilir, uygulanan kontroller gözden geçirilir, düzenleyici faaliyetler önerilir ve bunların uygulanması takip edilir.

Hata önceliklerini belirlemede kullanılan üç bileşen aşağıda gösterilmiştir:

- Ortaya çıkma (O)
- Ağırlık (A)
- Saptama (S)

Ortaya Çıkma, hatanın oluşma sıklığını; Ağırlık, hatanın etkisini; Saptama, hatayı ürün müşteriye ulaşmadan tespit etme yeteneğini gösterir. Bu bileşenlerin değerlerini belirlemede birçok yöntem vardır. Genel kullanımdaki yöntem, sayısal aralıkların kullanılmasıdır. FMEA süreci Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. FMEA Süreci

Yöntem ana hatlarıyla beş temel adımda gösterilebilir:

- Başlangıç Çalışmaları
- Olası Hata Türü, Nedenleri, Etkileri ve Hatayı Saptamak İçin Kullanılan Mevcut Kontrollerin Belirlenmesi
- Ortaya Çıkma, Ağırlık ve Saptama Değerleri Belirlenerek Risk Öncelik Sayılarının Belirlenmesi

- Risk Öncelik Sayılarının Sıralanarak Önlem Alınacak Hataların ve Önlemlerin Belirlenmesi
- Belirlenen Önlemlerin Uygulanması, Yeni RÖS Değerlerinin Hesaplanması

Bu adımlar aşağıda açıklanmıştır.

Başlangıç çalışmalarında FMEA kapsamının belirlenmesi, takımın kurulması ve FMEA yapılacak sistemin incelenmesi çalışmaları gerçekleştirilir. Bu aşamadan sonra, FMEA yapılacak konuda yer alan hatalarla ilgili kısımların inceleme aşamasına başlanmalıdır.

Bu aşamada yapılacak çalışmalar,

- Olası hata türlerinin belirlenmesi
- Olası hata etkilerinin belirlenmesi
- Olası hata nedenlerinin belirlenmesi
- Olası hataları saptamak için yapılan kontrollerin belirlenmesi konularını kapsamaktadır.

Hata türlerinin değerlendirilmesi aşamasında ise, hata türleri kritikliklerine göre değerlendirilmektedir. FMEA kaynakları etkin biçimde kullanabilmesini sağlama amacıyla hataları işletme için bir öncelik sırasına koyarak çalışmalar gerçekleştirilir.

Tasarım ve proses FMEA yapılırken değerlendirmede kullanılacak yöntemlerin seçiminde yararlanılabilecek faktörler ve seçim kriterleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Tasarım ve Proses FMEA’ da Değerlendirme için Kullanılacak Yöntemlerin Seçim Kriterleri

Eğer	Kullanılan	Seçim
Tasarım diğer tasarımlara benzer ise veya geçmişe ait veriler mevcut ise	Benzer tasarımlardan elde edilen veriler veya geçmişe ait veriler; güvenilirlik verileri, mevcut dağılımlar, matematiksel modeller, simülasyon	Mevcut veriler ve/veya proses yetenek oranı (C_{pk})
Tasarımın veya benzerlerinin hata kayıtları mevcut ise	Güvenilirlik, tasarım ve gerçek dağılımlara dayanan geçmiş veriler, matematiksel modeller, simülasyon, kümülatif veriler ve/veya hata oranları	Mevcut veriler ve/veya kümülatif hata sayıları
Tasarım yeni ise ve/veya sayısal veriler mevcut değilse	Takım yargısı	Sübjektif kriterler, takımda uzlaşma sağlama
Eğer	Kullanılan	Seçim
Proseste istatistiksel proses kontrol kullanılıyorsa	İstatistiksel veriler, güvenilirlik verileri, proses yeteneği, mevcut dağılımlar, matematiksel modeller, simülasyon	Mevcut veriler ve/veya proses yetenek oranı (C_{pk})
Proses diğer proseslere benzer veya geçmişe ait veriler mevcut ise	Geçmişe ait veriler ve benzer sistemlerin verileri, güvenilirlik verileri, proses yeteneği, mevcut dağılımlar, matematiksel modeller, simülasyon	Mevcut veriler ve/veya proses yetenek oranı (C_{pk})
Hatalarla ilgili geçmiş veriler mevcut ise	Güvenilirlik, tasarım ve gerçek dağılımlara dayanan geçmiş veriler, matematiksel modeller, simülasyon, kümülatif veriler ve/veya hata oranları	Mevcut veriler ve/veya kümülatif hata sayıları
Proses yeni ise ve/veya mevcut sayısal hiçbir veri mevcut değil ise	Takım yargısı	Sübjektif kriterler, takımda uzlaşma sağlama

1.Adım: Ortaya Çıkma Değerlerinin Belirlenmesi

Hatanın ortaya çıkma olasılığı, göz önüne alınan nedenlerin bir sonucu olarak, hata önceden tespit edilmeden müşteri veya kullanıcıda hangi olasılıkla ortaya çıkacağını gösterir.

Hata türünün oluşma sıklığı dikkate alınır ve olasılık derecelendirme tablosu kullanılır.

Örnek bir tablo Çizelge 3.3’de verilmiştir:

Çizelge 3.3. Ortaya çıkma derecelendirme tablosu

Ortaya Çıkma İhtimali	Derece	Hata İhtimali (İş günü olarak)
Neredeyse hiç	1	<1:1500000
Düşük	2	1:150000
	3	1:15000
Orta	4	1:2000
	5	1:1000
	6	1:200
Yüksek	7	1:100
	8	1:50
Çok yüksek	9	1:20
	10	1:10

2.Adım: Ağırlık Değerlerinin Belirlenmesi

Ağırlık, olası hata etkisinin müşteriye yansıyan sonuçlarının değerlendirilmesidir.

Örnek bir tablo Çizelge 3.4’de verilmiştir:

Çizelge 3.4. Ağırlık Derecelendirme Tablosu

Ağırlık (Müşteriye Etki)	Derece
Neredeyse hiç	1
Çok önemsiz	2
Önemsiz	3
Orta	4
	5
	6
Yüksek	7
	8
Çok yüksek	9
	10

3.Adım: Saptama Değerinin Belirlenmesi

Saptama, mevcut kontrollerin hatanın bulunarak müşteriye ulaşmasını engelleme derecesidir. Burada da yine bir ile on arasında derecelendirme uygulanır. Örnek bir tablo Çizelge 3.5’de verilmiştir:

Çizelge 3.5. Saptama Derecelendirme Tablosu

Saptanabilirlik	Derece
Çok yüksek	1
Yüksek	2
	3
Orta	4
	5
Az	6
	7
Çok az	8
	9
Neredeyse imkânsız	10

4.Adım: Risk Öncelik Sayısının Hesaplanması

Risk Öncelik Sayısı (RÖS), belirlenen ortaya çıkma (O), ağırlık (A) ve saptama (S) değerlerinin çarpılması sonucu elde edilen bir değerdir.

5.Adım: FMEA Formu

FMEA çalışmasında elde edilen bilgileri düzenli olarak tutabilmek için FMEA sürecini kolaylaştırmak için FMEA formlarından yararlanılır. FMEA formu örneği Şekil 3.3’deki gibidir.

FMEA Türü:												Ürün/ Sistem/Servis:				Sayfa: /			
FMEA No:												FMEA Tarihi:							
FMEA Sorumlusu:												Revizyon:							
												Hazırlayan:							
												Önem Sonuçları							
Proses Fonksiyonu	Olası Hata Türü	Olası Hata Etkileri	No:	Ağırlık	Olası Hata Nedenleri	Ortaya	Mevcut Kontroller	Saptama	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Sorumlu/ Tamamlama Tarihi	Alınan Önem	Ağırlık	Ortaya	Saptama	RÖS			
Hazırlayanın İmzası												Onaylayan İsim ve İmza							

Şekil 3.3. FMEA Formu Örneği

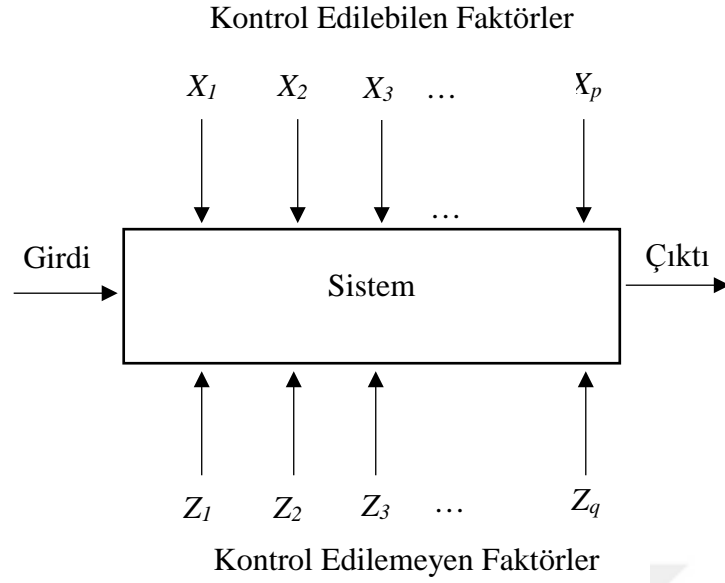
Risk öncelik sayısının değerlendirilmesi aşamasında, hatalar bulunan risk öncelik sayısı değerine göre sıralanır dolayısıyla kritiklik değerlerine göre de sıralama tamamlanmıştır. Sonrasında ise RÖS değerleri incelenerek önlem alınması gereken hata türleri ve önlemler belirlenmelidir.

Önlemlerin uygulanmaya başlaması aşamasında, öncelikle olarak önlemleri uygulayacak sorumlular ve uygulama termin tarihleri belirlenir. Sonrasında ise öngörülen önlemlerin uygulamadaki etkinliği belirlenir. Bu kısımda kritik RÖS değerlerinin istenen düzeye ulaşmasını sağlayacak çözümler değerlendirilir. Hedeflenen RÖS değerine ulaşıldığında ise, ortaya çıkma ihtimali bulunabilecek yeni hata türlerini belirlemek amacıyla tekrar FMEA uygulaması başlatılabilir.

3.3. Deneysel Tasarım

Deneysel tasarım, sürecin incelenen kalite karakteristiğine etki eden kontrol edilebilir değişkenlerin değerlerini sistematik olarak değiştirerek süreç performansını etkileyecek değişken değerlerini belirlemede kullanılan bir tekniktir (Montgomery 2013). Deneysel tasarım, Besterfield ve ark. (1995) tarafından, sürecin girdi değişkeni üzerinde istenilen değişiklikliğin gerçekleştirilmesiyle yanıt değişkeni üzerindeki değişkenliğin tespit edilmesi, incelenerek yorumlanması olarak tanımlanmıştır (Akman ve Özkan 2011).

Deneysel tasarımı, sürecin en iyilenmesinde, süreç değişkenlerinin tanımlanarak proses değişkenliğinin azaltılmasında oldukça önemlidir. Şekil 3.4’de bir sistem ya da sürecin genel modeli gösterilmektedir. Süreç değişkenleri X_1, X_2, \dots, X_p kontrol edilebilir değişkenler ve Z_1, Z_2, \dots, Z_q kontrol edilemeyen değişkenler olarak isimlendirilir (Lunani ve ark. 1997).



Şekil 3.4. Bir Sistem veya Sürecin Genel Gösterimi (Montgomery 2013)

Deneysel tasarımı yöntemleri, yeni bir süreç geliştirmek ve performans iyileştirmek için mevcutta bulunan sürecin düzeltilmesinde önem arz etmektedir. Hedef, güçlü ve kararlı bir sürecin geliştirilmesidir. Özetle, değişkenlik kaynağı, kontrol edilemeyen değişken (Z_1 , Z_2 , ..., Z_q) etkilerinin minimum seviyede tutulduğu sürecin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Montgomery 2013).

İstatistiksel deney tasarımında farklı metotlar kullanılmaktadır. Örnek olarak tam faktöriyel tasarım, Taguchi metodu vb. yöntemler deneyin uygunluğuna göre seçilebilmektedir.

Bir deney yapısında birden fazla faktör bulunduğunda faktöriyel tasarım yöntemi kullanılması gerekmektedir. Faktöriyel tasarım, her bir faktörün seviyelerinin tüm mümkün kombinasyonlarının denenmesi ile gerçekleştirilen çalışma türüdür (Lazic 2004).

Tam faktöriyel deney tasarımının analizinde istatistiksel yöntemler ile birlikte çalışılması uygulamacıların çalışmalarında önemli işlevsellikler sağlamaktadır. Tam faktöriyel deneylerin analiz işleminde Varyans analizi (ANOVA) ve regresyon analizi kullanılmaktadır. Varyans analizi mevcut proste etkili olan faktörleri ve önem

derecelerini sayısal verilerle açıklamaktadır (Yang ve Tarnng 1998). Regresyon analizi, sebep (bağımsız girdi değişkeni) ve sonuç (bağımlı çıktı değişkeni) arasında net bir matematiksel ilişkinin varlığını belirlemede kullanılmaktadır (Hamzaçebi ve Kutay 2003). Bahsedilen yöntemler aracılığıyla bir faktörün deneydeki etkisi hesaplanabilmektedir. Ayrıca yöntem operasyon sıralamasında değişiklik yapılmadan farklılığın kaynağının belirlenmesine destek olmaktadır (Breyfogle 2003).

3.3.1. Deneysel Tasarımın Tarihçesi

Deneysel tasarım uygulamaları, 1920'den itibaren Ronald Fisher tarafından tarım sektöründe kullanılmıştır. Tarım sektöründe, değişik gübre çeşitleri ve farklı gübre dozlarının iklim şartları ile sulama seviyelerinin farklı ürünlere etkisini belirlemede kullanılmıştır.

1951-1970 yılları arasında Japonya 'da üretimde kalitenin artırılması fikri ilk olarak ABD, sonrasında diğer ülkelerin fark etmesi ile üretimde kalitenin geliştirilmesi amacıyla istatistiksel metotlar, özellikle deneysel tasarım çalışmaları artmıştır.

1971-1990 yılları arasında özellikle kalite kontrol konusunda önemli gelişmeler gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte Toplam Kalite Yönetimi (Total Quality Management) ve Sürekli Kalite Gelişimi (Continuous Quality Improvement) vb. metotları incelenerek, Taguchi gürbüz (robust) parametre tasarımları ve süreç sağlamlığı (process robustness) kavramları literatüre kazandırılmıştır.

1990 sonrasında ekonomik gelişmeler ve rekabet hızlanmış ve bu da istatistiksel metotların geliştirilmesini sağlamıştır. Tüm bilim dallarının hedefi, verimlilik ve etkinliğin araştırılması ve artırılması olduğundan deneysel tasarım çalışmalarının yapılması gerekliliği oluşmuştur.

Deneysel tasarım yönteminin günümüzde de çeşitli alanlarda optimizasyon ve karar vermede kullanılmasına devam edilmektedir.

Bahloul ve ark. (2006), çalışmasında bükme işleminde araçların parçaya uyguladığı kuvveti minimize etmek, en büyük gerilimi minimum seviyeye getirmek amacıyla cevap yüzeyi metodu kullanılmıştır.

Dixon ve ark. (2006) tıbbi cihaz üretiminde deneysel tasarım yöntemini kullanmışlardır.

Rojas ve ark. (2007) dinamik sistem tanımlı minimum-maksimum robust deneysel tasarım yöntemini kullanmıştır.

Anawa ve Olabi (2008) Taguchi metodunu bir deneysel tasarım yöntemi olarak, belirlenen kaynaşma kesimiyle ilgili gerekli kaynak parametrelerini belirlemede kullanmışlardır.

Cheng ve ark. (2008) ise, değişik ölçülerdeki alt katman tortulaşmış silikon filminin kalınlık sapma değerini minimuma düşürme amacıyla süreç parametreleri optimizasyonu düşüncesini içeren sayısal bir modeli Taguchi metodunun dinamik modeline dahil edilmesini sağlamışlardır.

Oudjene ve Ben-Ayed (2008) Taguchi deneysel tasarım metodunu perçinleme ortak direnci ile şekli üzerindeki takım geometrisinin etkilerini analiz etmek amacıyla kullanmışlardır.

Rosa ve ark. (2009), titanyum kablolarda bakır elektropozisyonu konusunda L16 Taguchi metodunu kullanmışlardır.

Savaşkan ve ark. (2004), ince sert seramik kaplı (TiAlN ve TiN) matkap uçlarının performans optimizasyonu amacıyla hedeflenen optimum noktaya ulaşmak için, kaplama türü, kesme ve ilerleme hızı parametre etkilerini Taguchi Deneysel Tasarım yöntemi ile analiz etmişlerdir.

Kırış ve ark. (2009), bir motora ait hava aralığı hata sayısı ile bunun toplam üretim hacmi içerisindeki payını iyileştirme konusunda Taguchi yöntemini kullanmışlardır (Akman ve Özkan 2011).

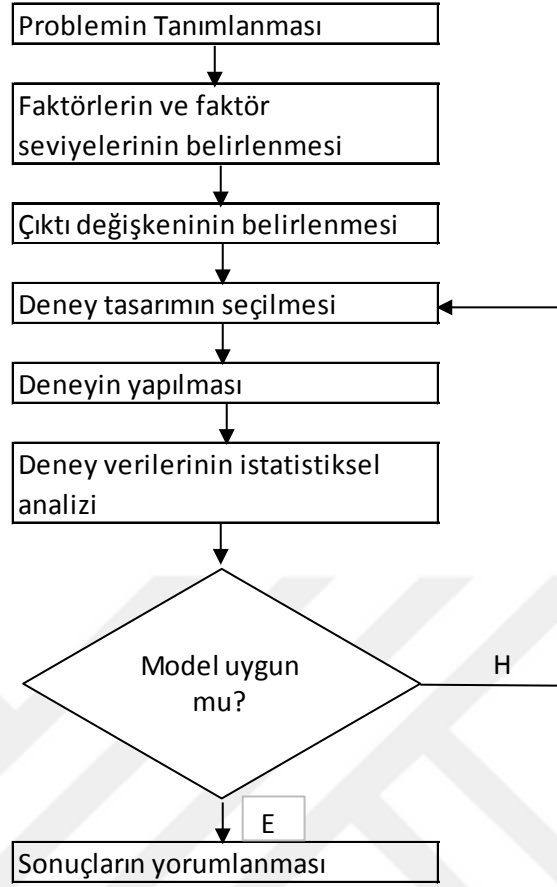
3.3.2. Deneysel Tasarım Uygulama Adımları

Deneysel tasarım uygulama süreci Şekil 3.5’de gösterilmektedir. Deneysel tasarım uygulaması problemin tanımlanması adımı ile başlar. Bu adımda deneyin amacıyla ilgili bilgiler toplanır ve deneyin amacı tanımlanır. Bilgiler toplanırken tüm birimlerin sürece dahil olması oldukça önemlidir. Problem net bir şekilde tanımlandıktan sonra incelenen süreci etkileyen faktörler ve faktör seviyelerinin belirlenmesi gerekir. Ayrıca faktörlerin deneme yapılacak seviyeleri, kontrolleri ve ölçüm yöntemi belirlenmelidir.

Sonraki aşamada ise, çıktı değişkeni belirlenmelidir. Çıktı değişkeni incelenen süreç ile ilgili gerekli bilgileri sağlamalıdır. Daha sonraki aşamada incelenen problemin amacı doğrultusunda kullanılacak olan deneysel tasarım tekniği seçilmelidir.

Deneysel tasarım yöntemi belirlendikten sonra deneylerin yapılması sağlanır. Deneyin yapılmasındaki en önemli kısım deneyin öngörülen şartlarda yapılıp yapılmadığının incelenmesidir. Şartlarda uygunsuz bir durum gözlenirse deney geçerliliğini yitirmiş olur. Planlamanın etkinliği deneyin başarısında oldukça önemlidir.

Deneysel çalışmalar tamamlandığında ölçülen deney verileri istatistiksel yöntemler ile değerlendirilmelidir. Veri analizinde çeşitli paket programlar kullanılmaktadır (SAS, SPSS, MINITAB vb.). Veri yorumlanmasında kullanılan en etkili yöntemlerden biri varyans analizi yöntemidir. Varyans analizinde incelenen faktörlerin çıktı değişkeni üzerindeki etkisi belirlenir. Varyans analizi sonucunun doğruluğu uygulanan modelin uygunluğu ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla modelin uygunluğunun kontrolü için hata analizinin yapılması gereklidir.



Şekil 3.5. Deneysel tasarımın uygulanma süreci

Veri analizi tamamlandığında deneyin uygulayıcısının istatistiksel sonuçları yorumlaması gereklidir. Bu konuda grafik yöntemleri araçlarından yararlanılabilir. Deney sonuçlarının geçerliliğini teyit etmek üzere uygunluk testleri de gerçekleştirilir. Uygulama adımları tamamlandığında süreç ile ilgili önemli bilgiler sağlanmış olacaktır.

4. BULGULAR

Çalışmada seçilen binek aracı tampon parçasının mevcut seri üretimdeki durumu incelenerek iç ve dış müşterilerden gelen hata bildirimlerinin analizi ve gerçekleştirilen iyileştirme çalışmaları doğrultusunda yeni devreye alınacak tampon projesinin tasarım aşamasından itibaren müşteri ile eşzamanlı olarak çalışmalar başlatılmış ve tüm proses bu doğrultuda yeniden tasarlanmıştır.

Çalışma kapsamında DFSS metodolojisi DMADV uygulama adımları ile ele alınmıştır. Adımlar kısaca;

- ▶ ‘Tanımla’(Define) adımında, araştırmadan elde edilen veriler ile müşteri istek ve beklentileri net olarak tanımlanmaktadır.
- ▶ ‘Ölç’(Measure) adımında, müşteri gereksinimleri ölçülmekte ve mevcuttaki rakip firmalar ile karşılaştırılmaktadır.
- ▶ ‘Analiz etme’(Analyze) adımında, hedeflenen müşteri spesifikasyonlarına ulaşabilmek için olası süreç seçeneklerinin analizi gerçekleştirilmektedir.
- ▶ ‘Tasarla’(Design) adımında, süreç maliyeti etkin olacak şekilde en uygun sürecin tasarımı yapılmaktadır.
- ▶ ‘Onayla’(Verify) adımında, seçilen sürecin performansı ve müşteri gereksinimlerini karşılama yeteneği değerlendirilmektedir.

Tanımla fazı için kalite evi oluşturulmuştur. Kalite evinin seçilmesinin nedeni; müşteri kriterlerinin kompleks bir yapı olması ve bir önceliklendirme yöntemine ihtiyaç duyulmasıdır. Ölçüm fazı için FMEA çalışması yapılmıştır. FMEA yönteminin seçilmesinin nedeni RÖS değerlerinin hesaplanarak öncelikli iyileştirilmesi gereken proses adımlarının belirlenmesi ve iyileştirme aksiyonlarının tespit edilmesidir. Analiz fazı için deneysel tasarım yöntemi uygulanmıştır. Deneysel tasarım yöntemi belirlenen hata türlerine etki ettiği düşünülen faktörlerin etki seviyelerini ve faktör etkileşimlerini tespit etmek amaçlıdır. Tasarım fazı için iyileştirme projeleri planlanmış ve plan doğrultusunda devreye alınmıştır. Onaylama fazı için ise deneysel tasarım yöntemi tekrarlanmıştır. Yapılan iyileştirmelerin hata

türleri ve faktör etkileşimleri üzerindeki etkilerini tespit etmek amacı ile deneysel tasarım yöntemi tercih edilmiştir.

4.1. Kalite evinin oluşturulması

Bu aşamada kalite evinin oluşturulması, hazırlanan bir uygulama örneği ile 7 adımda anlatılmıştır. Bu adımlar aşağıda sırasıyla açıklanmıştır:

Tampon parçası için oluşturulan kalite evi çalışması EK-1’de verilmiştir. (Bkz.Ek-1).

Adım 1: Müşteri Beklentilerinin Listesi

Müşteri beklentilerinin listesi satınalma ve üretim ve kalite uzmanları tarafından hazırlanmış ve müşterinin ihtiyaçları ve üründe bulunmasını beklediği özelliklerden oluşturulmuştur.

Müşteri beklentileri ve isteklerine, önem seviyesine göre 1 ile 5 arasında not verilir. Bu amaçla bir araştırma çalışması yapılmış ve değerlendirme sonucunda liste önem seviyeleri ile birlikte aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

Nem Direnci (4)

Kimyasallara Dayanım (5)

Deformasyon Dayanımı (3)

Yapışma (5)

Adım 2: Teknik Tanımlamalar Listesi

Müşteri beklentileri mühendislik aşamasında kullanılacak teknik tanımlamalara bu aşamada dönüştürülmektedir. Satınalma, üretim ve kalite grupları NELER’in yapılacağını belirledikten sonra bunların NASIL yapılacağı proje grubu tarafından tanımlanır.

Kalite evi matrisinde, satırlar müşteri beklentilerini ve bunların görece önem derecesini, sütunlar ise bu beklentileri gerçekleştirecek mühendislik özelliklerini içerir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Kalite Evi Matrisi

Kalite Karakteristikleri ("Fonksiyonel İhtiyaçlar" veya "Nasıllar")					
Talep Edilen Kalite ("Müşteri İhtiyaçları" veya "Neler")	Plastik enjeksiyon	Kaynak işlemi	Ara taşıma işlemleri	Tampona hava tutma	Tampon yüzeyini alkollü bez ile silerek temizleme
Görünüm					
Kalınlık					
Kalem Sertliği					
Yapışma					
Parlaklık					

Adım 3: Müşteri Beklentileri ile Teknik Tanımlamalar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Matris

Bu aşamada müşteri beklentileri ile teknik özellikler arasındaki ilişkiler genelde sembollerle gösterilir. Kullanılan semboller Çizelge 4.2’de gösterilmiş ve bu semboller yardımıyla Çizelge 4.3 hazırlanmıştır.

Çizelge 4.2. Semboller ve Anlamları

Simge	İlişki	Ağırlık
⊙	Güçlü	9
O	Orta	3
Δ	Zayıf	1
-	İlişki Yok	0

Her teknik gereksinim için müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkaracak ve müşteri için en olumlu nitelikte olan bir gelişim yönü vardır. Bu gelişim yönünü belirlemek için aşağıdaki semboller kullanılır:

▼ : Hedef değer en iyi amaçtır. Hedefin gerçekleştirilmesinde herhangi bir zorluk olduğunda bu hedefin altında olmalıdır.

▲ : Hedef değer en iyi amaçtır. Hedefin gerçekleştirilmesinde herhangi bir zorluk olduğunda bu hedefin üstünde olmalıdır.

× : Belirlenen hedefin gerçekleştirilmesi, müşteri memnuniyeti için en iyisidir.

Çizelge 4.3. NASIL'ların, NE'lerin Üzerindeki Etkisi

Gelişme Yönü: Minimum (▼), Maksimum (▲), veya Hedef (x)						
Talep Edilen Kalite ("Müşteri İhtiyaçları" veya "Neler")	Kalite Karakteristikleri ("Fonksiyonel İhtiyaçlar" veya "Nasıllar")	Plastik enjeksiyon	Kaynak işlemi	Ara taşıma işlemleri	Tampona hava tutma	Tampon yüzeyini alkollü bez ile silerek temizleme
Görünüm		○	⊖	⊖	○	⊖
Kalınlık						
Kalem Sertliği						
Yapışma					○	○
Parlaklık						

Adım 4: Teknik Göstergeler Arasındaki Korelasyon Matrisi

Kalite evinin çatısı oluşturulurken üçgen şeklindeki korelasyon matrisi (Çizelge 4.4), teknik tanımların birbiri arasındaki ilişkileri göstermek için kullanılmaktadır. Tanımlar arasındaki iç ilişkilerin önem seviyeleri aşağıdaki semboller ile gösterilebilir.

++ = Güçlü Pozitif İlişki

+ = Pozitif İlişki

- = Negatif İlişki

Örneğin plastik enjeksiyon ile kaynak işlemi arasında pozitif, tampona hava tutma ve tampon yüzeyini alkollü bez ile silerek temizleme arasında güçlü pozitif ilişki tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Kalite Evinin Çatısı

Sütun #	1	2	3	4	5
Gelişme Yönü: Minimum (▼), Maksimum (▲), veya Hedef	x	x	▲	▲	▲
Kalite Karakteristikleri ("Fonksiyonel İhtiyaçlar" veya "Nasıllar")					
Talep Edilen Kalite ("Müşteri İhtiyaçları" veya "Neler")					
Görünüm	○	○	○	○	○
Kalınlık					

Plastik enjeksiyon

Kaynak işlemi

Ara taşıma işlemleri

Tampona hava tutma

Tampon yüzeyini alkollü bez ile silerek temizleme

+

+

++

Adım 5: İşletme Amaç ve Hedeflerinin Belirlenmesi

Bu adımda her bir mühendislik özelliğine ilişkin 'NE KADAR' sorusunun cevabı araştırılır. Hedef değerlerin müşteri tatminini sağlayacak şekilde belirlenmesi gerekir. Bu aşamada, yeni ürün piyasaya çıktığında müşteri beklentilerini karşılayacak 'kıyas' (benchmark) değerlerinin saptanması önemlidir. Ayrıca, bu adımda, her bir mühendislik özelliğinin sağlanabilmesindeki zorluk derecesi, çalışma ekibi tarafından belirlenerek, 'örgütsel zorluk' satırında gösterilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. İşletme Amaç ve Hedeflerinin Belirlenmesi

Talep Edilen Kalite ("Müşteri İhtiyaçları" veya "Neler")	Kalite Karakteristikleri ("Fonksiyonel İhtiyaçlar" veya "Nasıllar")	Plastik enjeksiyon	Kaynak işlemi	Ara taşıma işlemleri	Tampona hava tutma	Tampon yüzeyini alkollü bez ile silerek temizleme	Flamaj	Yüzey gerilim kontrolü	Astarlama	Boya (Baz) Uygulama
Hedef veya Limit Değeri	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata
Zorluk (0=Gerçekleştirilmesi Kolay, 10=Oldukça Zor)	8	8	6	6	6	7	6	8	8	

Adım 6: Rekabet Matrisleri

Rekabet matrisleri, mevcuttaki ürünün rakiplerin ürünleri ile karşılaştırılmasını gösterir. Bu amaçla, pazardaki rakip ürünler gerek mühendislik gerekse müşteri bakış açılarından genel bir değerlendirmeye tabi tutulur. Değerlendirmede 1 En kötü, 5 en iyi olmak üzere 1'den 5'e kadar derecelendirilir.

Rekabet matrisi Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bu matriste kalite fonksiyon göçerimini uygulayan firma ve rakip firma karşılaştırması gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Rekabet Matrisi

Gelişme Yönü: Minimum (▼), Maksimum (▲), veya Hedef	Rekabet Analizi (0=En Kötü, 5=En İyi)	
	Firma	Rakip Firma 1
Kalite Karakteristikleri ("Fonksiyonel İhtiyaçlar" veya "Nasıllar")		
Talep Edilen Kalite ("Müşteri İhtiyaçları" veya "Neler")		
Görünüm	5	4
Kalınlık	4	4
Kalem Sertliği	4	4
Yapışma	4	3
Parlaklık	4	3

Adım 7: Öncelikli Müşteri İsteklerinin ve Teknik Özelliklerin Belirlenmesi

Bu aşamada, her bir mühendislik özelliğinin, müşteri beklentilerini karşılamaındaki görel ve mutlak önem dereceleri formüllerle hesaplanır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Sütun Ağırlığı

Kalite Karakteristikleri ("Fonksiyonel İhtiyaçlar" veya "Nasıllar")	Plastik enjeksiyon	Kaynak işlemi	Ara taşıma işlemleri	Tampona hava tutma	Tampon yüzeyini alkollü bez ile silerek temizleme	Flamaj	Yüzey gerilim kontrolü	Astarlama	Boya (Baz) Uygulama
Sütundaki Maksimum İlişki Değeri	9	9	9	3	9	9	9	9	9
Ağırlık / Önem	252,0	96,0	62,0	42,0	72,0	285,0	140,0	298,0	328,0
İlgili Ağırlık	8,1	3,1	2,0	1,3	2,3	9,1	4,5	9,5	10,5

4.2.Hata Türü ve Etkileri Analizi

İlgili bölümlerle birlikte proje için FMEA çalışması hazırlanmıştır. Müşteri beklentileri doğrultusunda ve önem derecelerine göre öncesi ve sonrası durumlar için değerlendirme yapılmıştır. Özellikle puanı daha yüksek çıkan kritik işlemler için iyileştirme projeleri

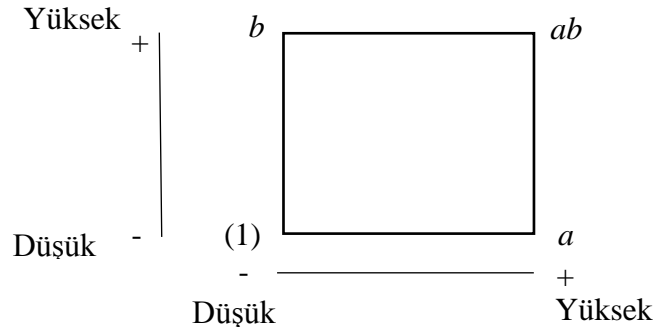
öngörülmüştür. Tampon parçası için hazırlanan FMEA çalışması EK-2’de verilmiştir. (Bkz. EK-2).

4.3.Deneysel Tasarımın Uygulanması

Birçok faktörün olduğu ve çıktı değişkeni üzerinde faktörlerin bileşik etkilerinin söz konusu olduğu durumlarda faktöryel tasarımlar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu tasarımlar içinde en fazla kullanılanı ise her bir faktörün iki seviyeye sahip olduğu 2^k deney tasarımıdır.

2^k deney tasarımı, özellikle faktör seviyesinin fazla olduğu deneysel çalışmaların ilk aşamalarında kullanılır, çünkü k tane faktör için tam faktöryel tasarım en az sayıda deneme yapılması fırsatını sağlamaktadır. Faktör seviyeleri genellikle düşük ve yüksek olarak tanımlanmaktadır. Düşük seviyeler için $-$, yüksek seviyeler için ise $+$ işareti kullanılmaktadır (Montgomery 2013).

Şekil 4.1’de 2^2 deney tasarımındaki deneme kombinasyonlarının geometrik gösterimi verilmiştir.



Şekil 4.1. 2^2 Deney tasarımında deneme kombinasyonlarının geometrik gösterimi

Bir faktöre ait esas veya bileşik etkiyi bulmak için, o faktörün altındaki $-$ ve $+$ işaretleri dikkate alınarak karşı gelen deneme kombinasyonlarının katsayıları bulunur. Belirlenen katsayılar dikkate alınarak ilgilenilen faktöre ait etki hesaplanır.

Çizelge 4.8’de 2^3 deney tasarımı için standart biçimde yazılmış deneme kombinasyonları gösterilmektedir.

Çizelge 4.8. 2^3 Deney tasarımında etkilerin hesaplamasında kullanılan kontrast katsayıları

Deneme Kombinasyonu	Faktör Etkisi							
	I	A	B	AB	C	AC	BC	ABC
-1	+	-	-	+	-	+	+	-
<i>a</i>	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>b</i>	+	-	+	-	-	+	-	+
<i>ab</i>	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>c</i>	+	-	-	+	+	-	-	+
<i>ac</i>	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>bc</i>	+	-	+	-	+	-	+	-
<i>abc</i>	+	+	+	+	+	+	+	+

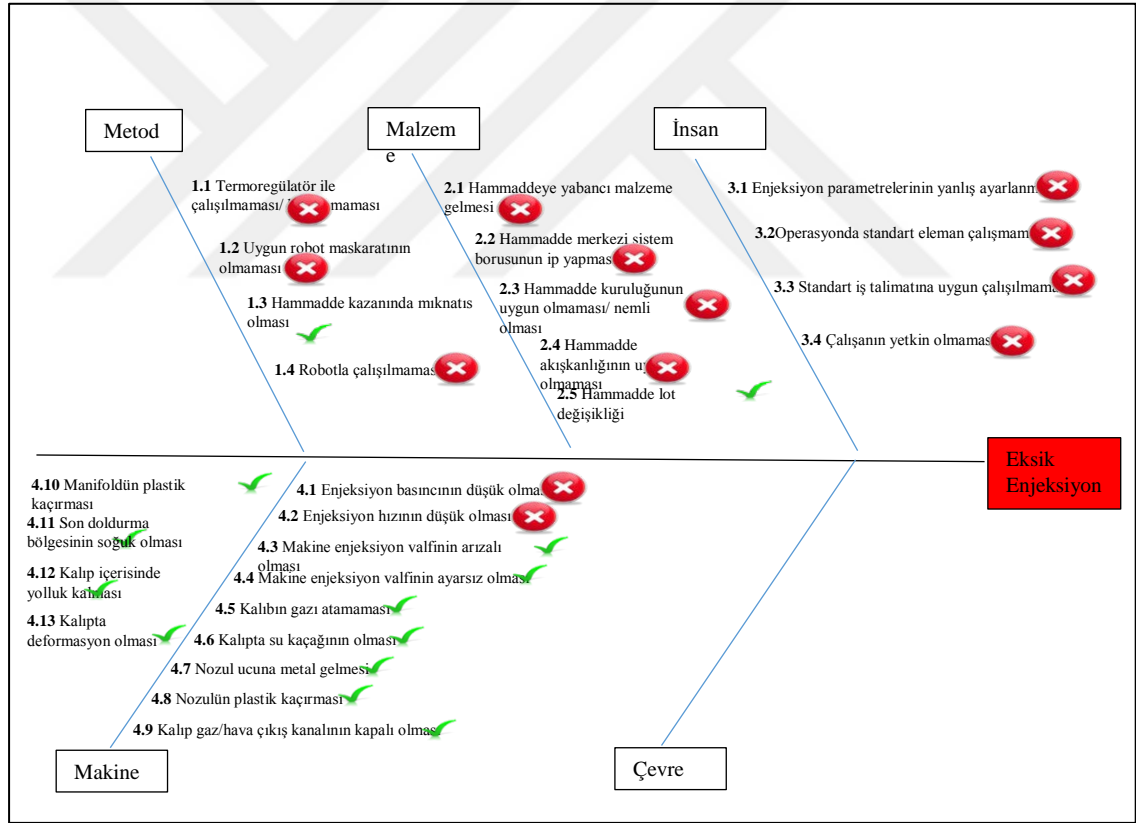
Çalışmada, 2^k deney tasarım yöntemi kullanılmıştır. 3^k deney tasarım yöntemi yerine 2^k deney tasarım yönteminin seçilmesinin nedenleri ise; analizin daha iyi olması, orta nokta kullanılmaması ve parçanın uygun çıkma ya da uygun çıkmama gibi iki seviyesinin olmasıdır.

Ürün süreci enjeksiyon, boya ve montaj olmak üzere üç ana proses aşamasından oluşmaktadır. Her bir bölüm için müşteride en fazla karşılaşılan ve/veya karşılaşılabilecek hata türleri ve hatalara etki ettiği düşünülen faktörler ile Minitab programında sayısal verilerle analiz edilmiştir.

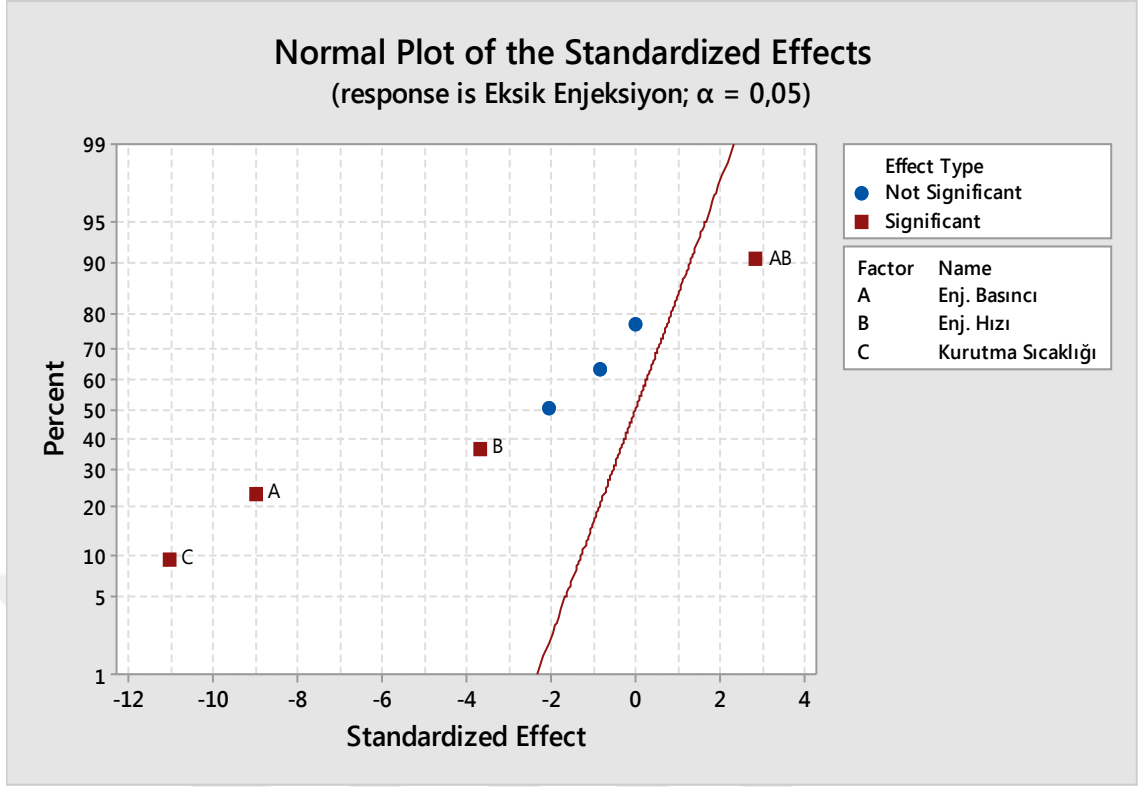
- Enjeksiyon prosesinde incelenen hata türleri; Eksik enjeksiyon ve çizik
- Boya prosesinde incelenen hata türleri; Boya akması, krater ve toz
- Montaj prosesinde incelenen hata türleri; Versiyon hatası, eksik montaj ve sürtme-çizik-darbe olmak üzere tüm süreçlerdeki öncelikli hata türleri incelenmiştir.

4.3.1 Eksik Enjeksiyon

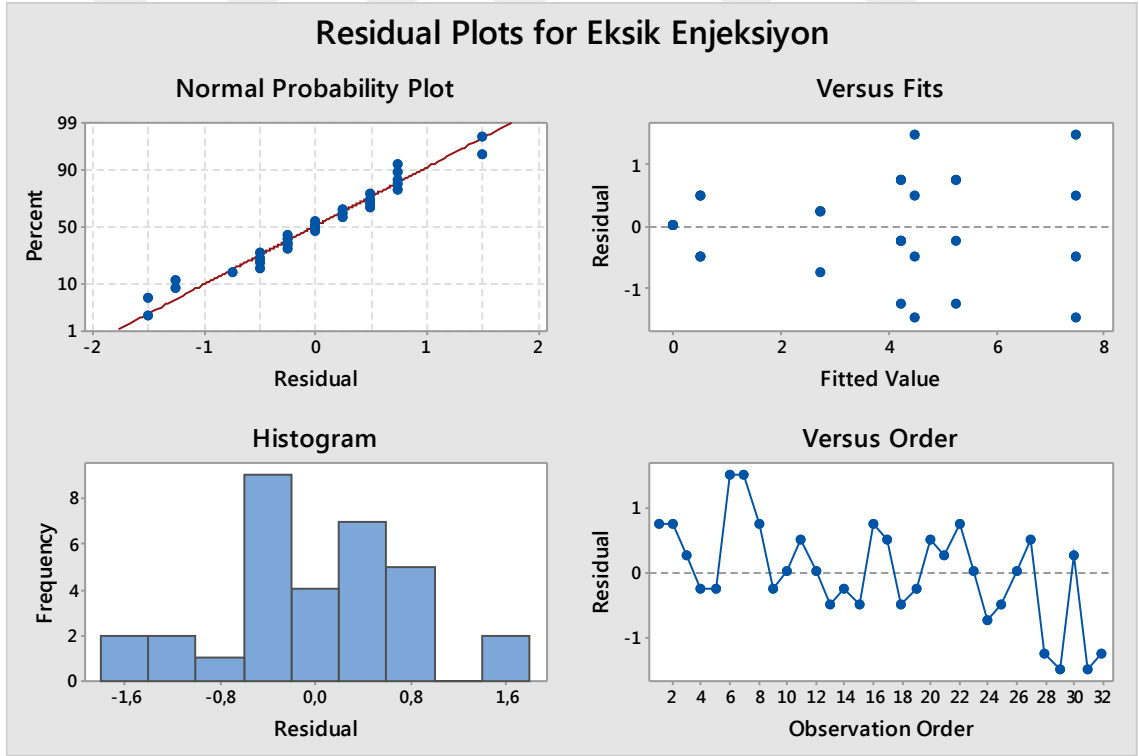
Eksik enjeksiyon hata türü ile ilgili balık kılıcı diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 4.2). Balık kılıcı diyagramında ✓ işareti ile uygun seviyede yani hataya etkisi olmayan başlıklar, ✗ işareti ile uygunsuz seviyede yani hataya etkisi olan başlıklar gösterilmiştir. Eksik enjeksiyon hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: enjeksiyon basıncı, enjeksiyon hızı ve kurutma sıcaklığıdır. Çalışmada 2³ faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.3, 4, 5, 6 ve Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Analiz sonucunda; enjeksiyon basıncı, enjeksiyon hızı ve kurutma sıcaklığı faktörleri ile enjeksiyon basıncı ve enjeksiyon hızı faktör etkileşimi etkin çıkmıştır.



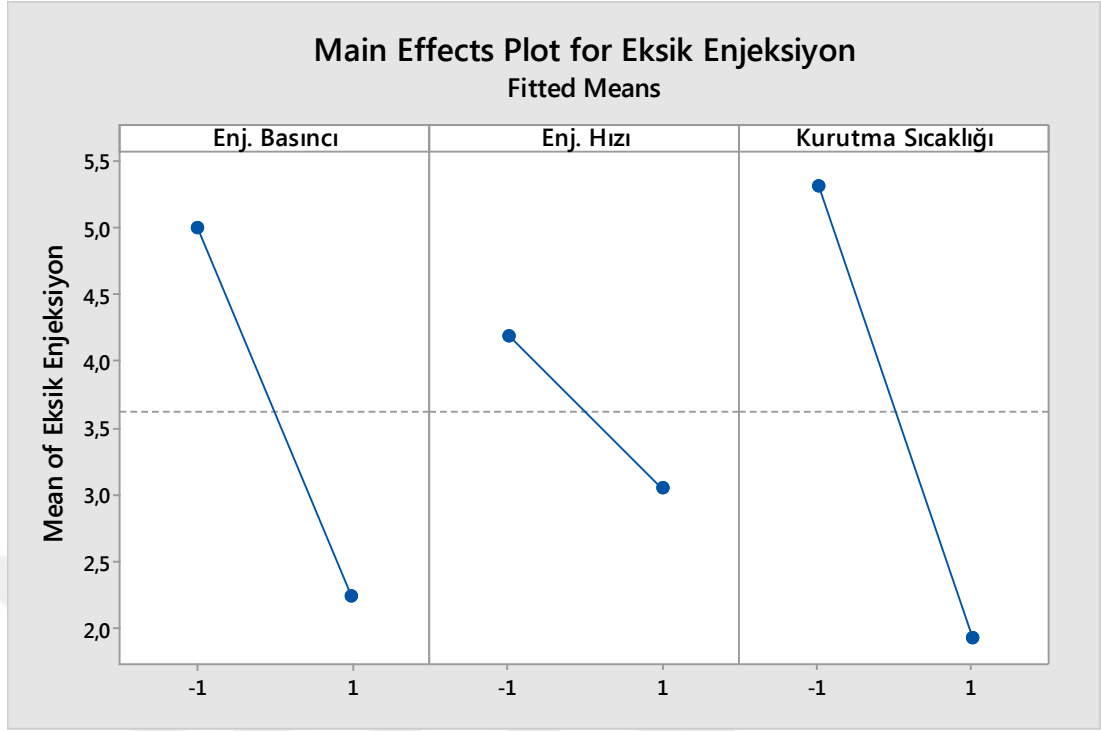
Şekil 4.2. Eksik enjeksiyon hata türü balık kılıcı diyagramı



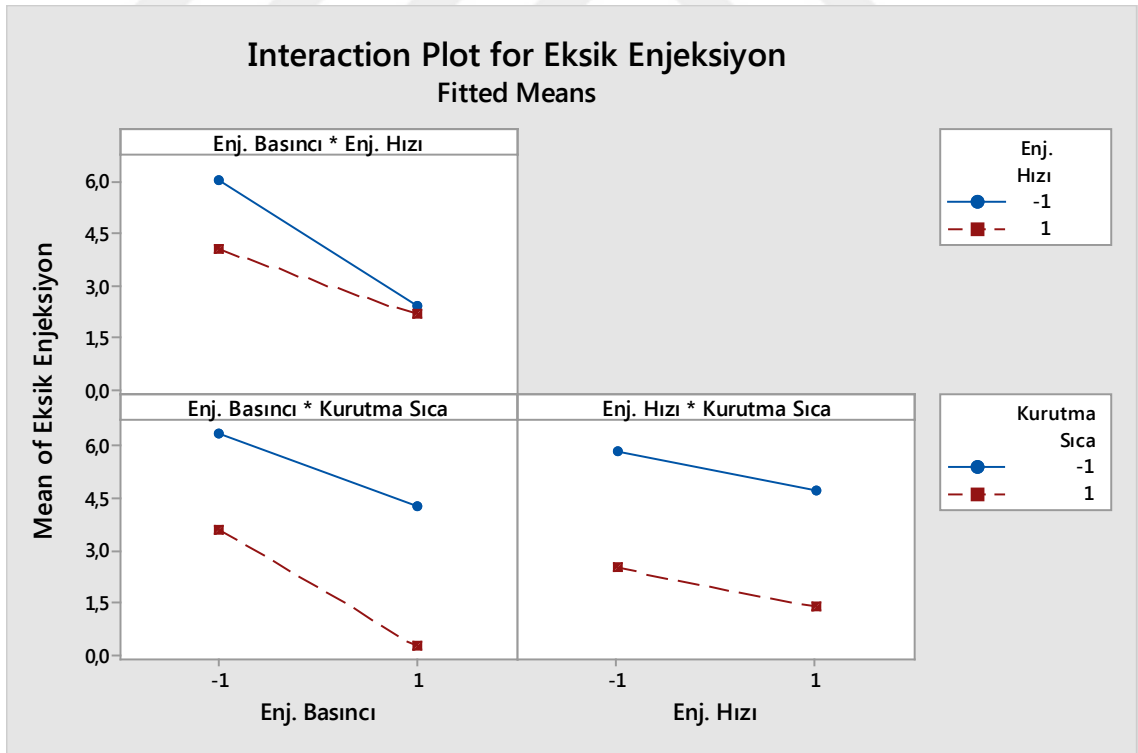
Şekil 4.3. Eksik enjeksiyon hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.4. Eksik enjeksiyon hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.5. Eksik enjeksiyon hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.6. Eksik enjeksiyon hata türü etkileşim dağılım grafiği

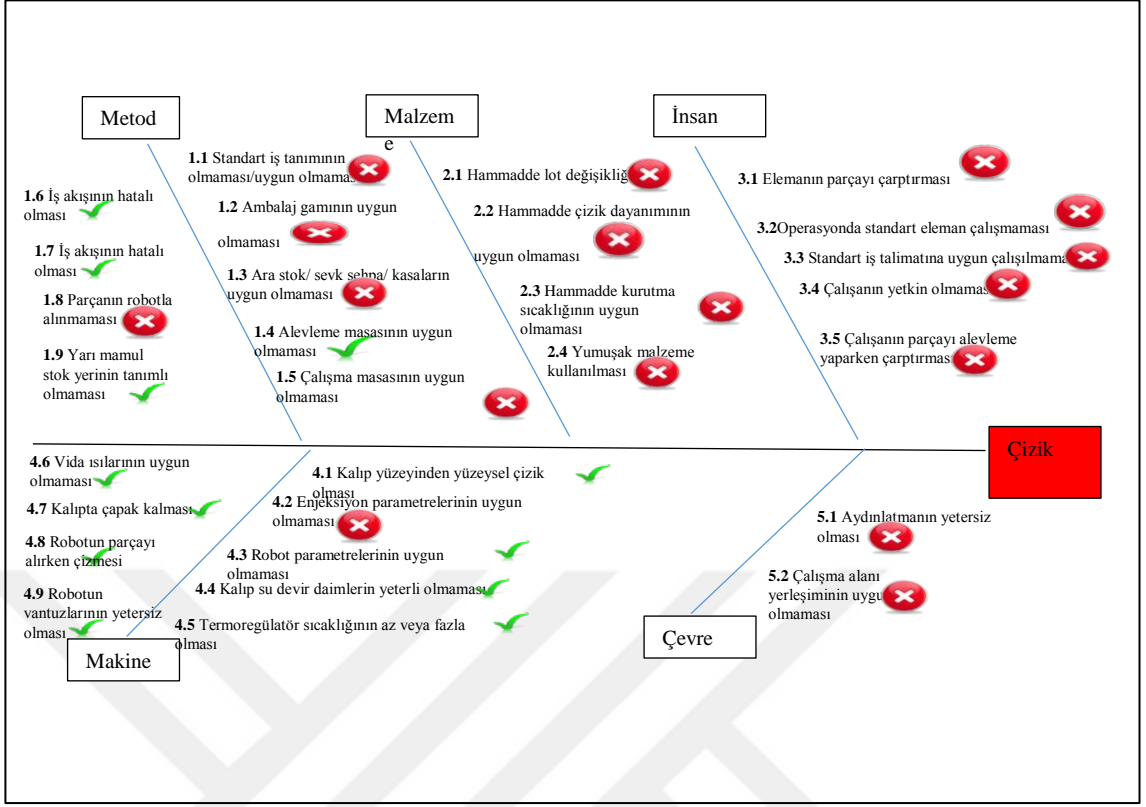
Çizelge 4.9. Eksik enjeksiyon Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	171,500	24,5000	32,67	0,000
Linear	3	161,750	53,9167	71,89	0,000
Enj. Basıncı	1	60,500	60,5000	80,67	0,000
Enj. Basıncı	1	10,125	10,1250	13,50	0,001
Kurutma Sıcaklığı	1	91,125	91,1250	121,50	0,000
2-Way Interactions	3	9,250	3,0833	4,11	0,017
Enj. Basıncı*Enj. Hızı	1	6,125	6,1250	8,17	0,009
Enj. Basıncı*Kurutma Sıcaklığı	1	3,125	3,1250	4,17	0,052
Enj. Hızı*Kurutma Sıcaklığı	1	0,000	0,0000	0,00	1,000
3-Way Interactions	1	0,500	0,5000	0,67	0,422
Enj. Basıncı*Enj. Hızı*Kurutma Sıcaklığı	1	0,500	0,5000	0,67	0,422
Error	24	18,000	0,7500		
Total	31	189,500			

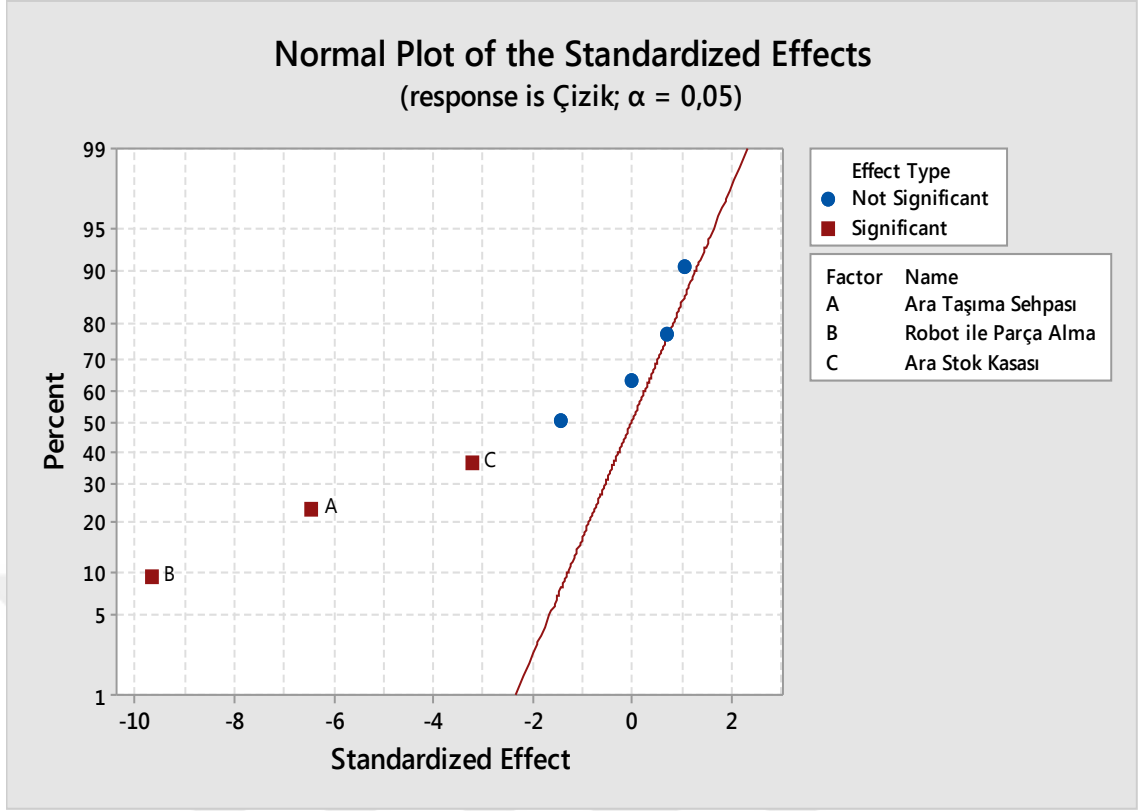
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 90,5 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.3.2. Çizik

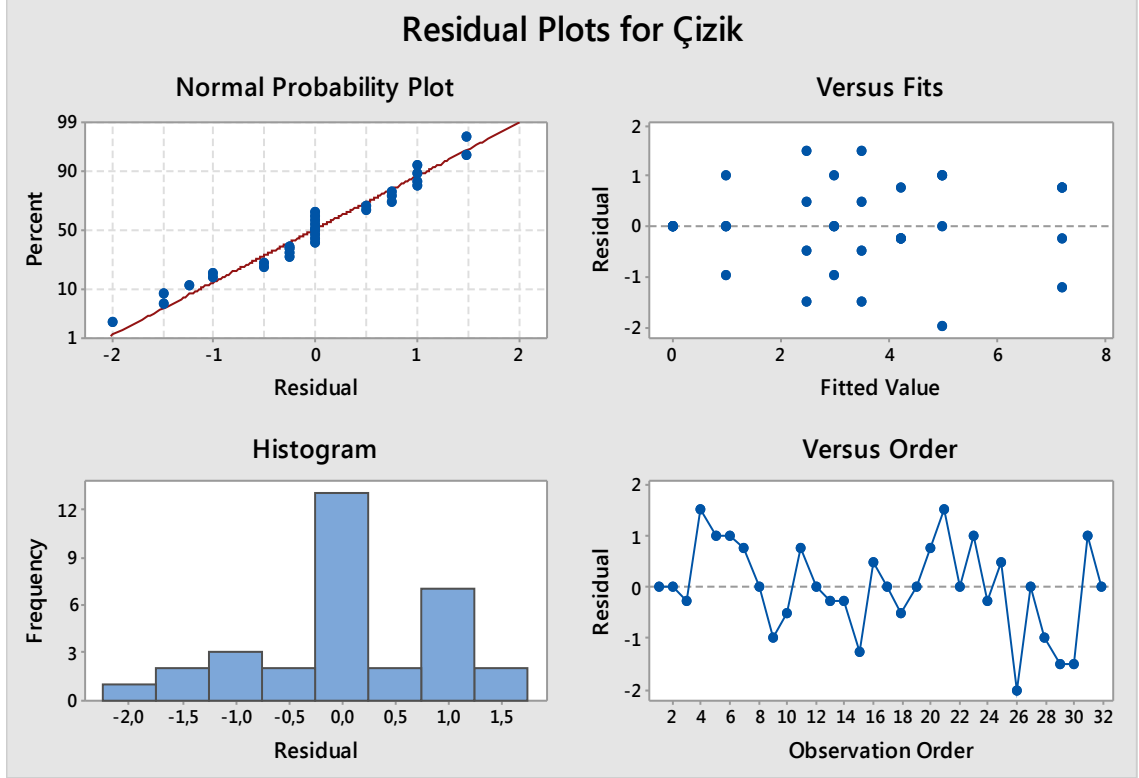
Çizik hata türü ile ilgili balık kılçığı diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 4.7). Balık kılçığı diyagramında ✓ işareti ile uygun seviyede yani hataya etkisi olmayan başlıklar, ✗ işareti ile uygunsuz seviyede yani hataya etkisi olan başlıklar gösterilmiştir. Çizik hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: ara taşıma sehпасı, robot ile parça alma ve ara stok kasasıdır. Çalışmada 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.8, 9, 10, 11 ve Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Analiz sonucunda; ara taşıma sehпасı, robot ile parça alma ve ara stok kasası faktörleri etkin çıkmıştır.



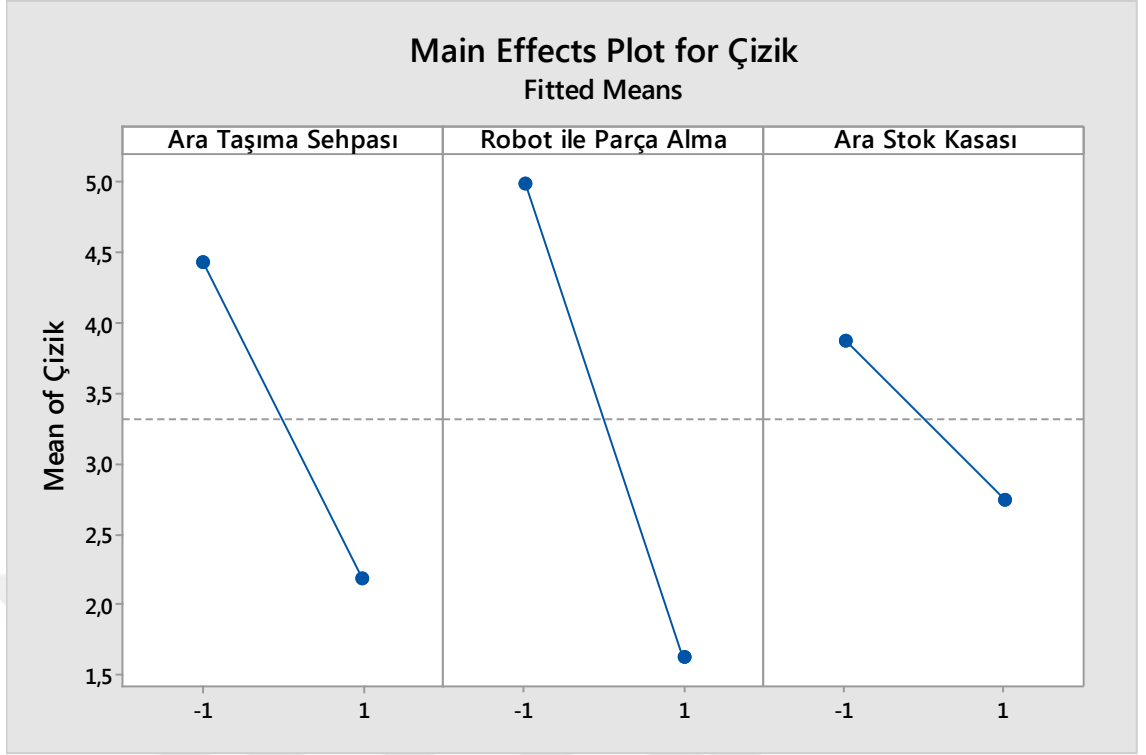
Şekil 4.7. Çizik hata türü balık kılçığı diyagramı



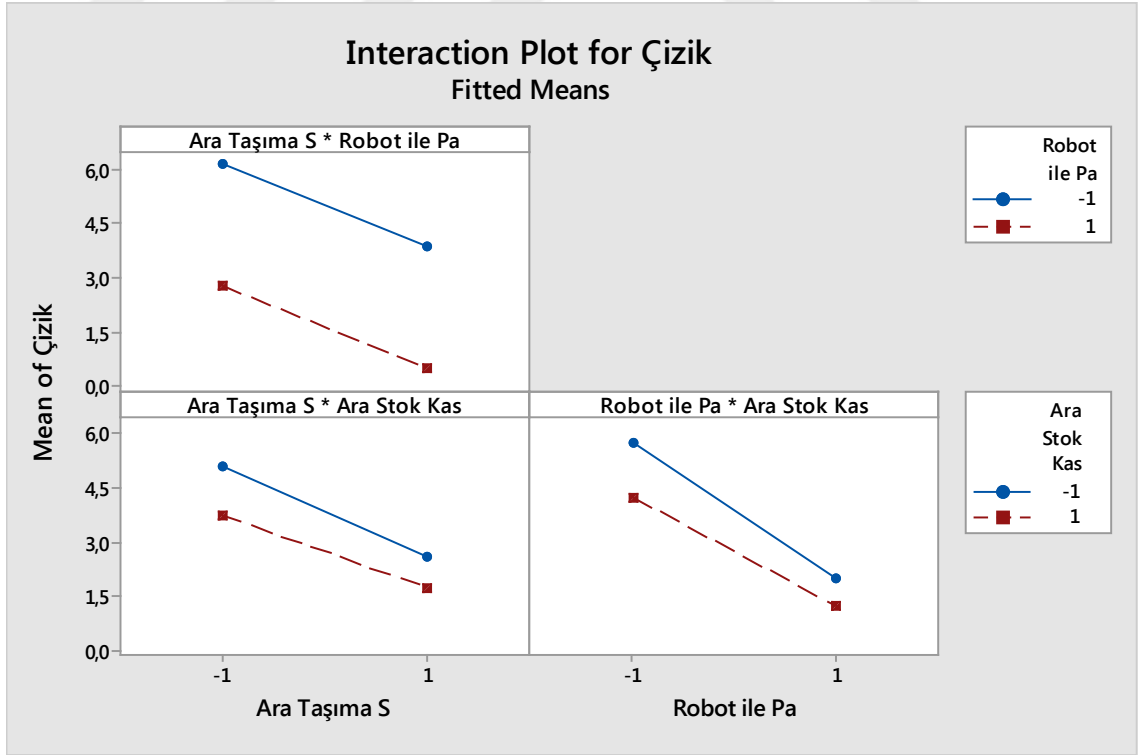
Şekil 4.8. Çizik hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.9. Çizik hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.10. Çizik hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.11. Çizik hata türü etkileşim dağılım grafiği

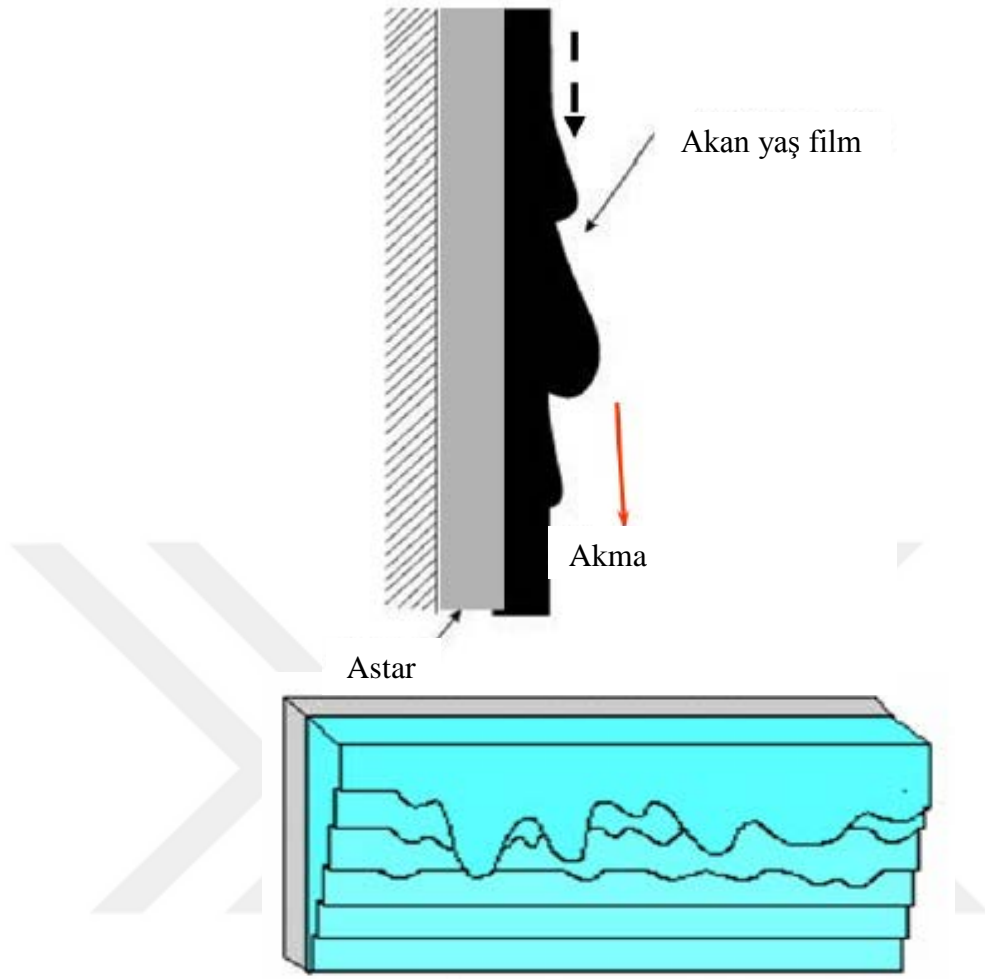
Çizelge 4.10. Çizik Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	145,375	20,7679	21,21	0,000
Linear	3	141,750	47,2500	48,26	0,000
Ara Taşıma Sehпасı	1	40,500	40,5000	41,36	0,000
Robot ile Parça Alma	1	91,125	91,1250	93,06	0,000
Ara Stok Kasası	1	10,125	10,1250	10,34	0,004
2-Way Interactions	3	1,625	0,5417	0,55	0,651
Ara Taşıma Sehпасı*Robot ile Parça Alma	1	0,000	0,0000	0,00	1,000
Ara Taşıma Sehпасı*Ara Stok Kasası	1	0,500	0,5000	0,51	0,482
Robot ile Parça Alma*Ara Stok Kasası	1	1,125	1,1250	1,15	0,294
3-Way Interactions	1	2,000	2,000	2,04	0,166
Ara Taşıma Sehпасı*Robot ile Parça Alma*Ara Stok Kasası	1	2,000	2,000	2,04	0,166
Error	24	23,500	0,9792		
Total	31	168,875			

Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 86,08 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.3.3. Boya Akması

Boya akması (veya sarkması); dik yüzeylerde yer çekimi etkisi ile oluşan ve istenmeyen görüntülere yol açan her türlü akış davranışının verilen addır. Bu kusur akışkanlığın çok fazla oluşundan kaynaklanır ve uygulama sırasında ortaya çıkabileceği gibi boya filminin fırınlanması sırasında da oluşabilir. Genellikle dikeyde, delik kenarlarında, pres izlerinde, çok şiddetli durumlarda düz yüzeyde de gözlenir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Boya akması görsel örneği

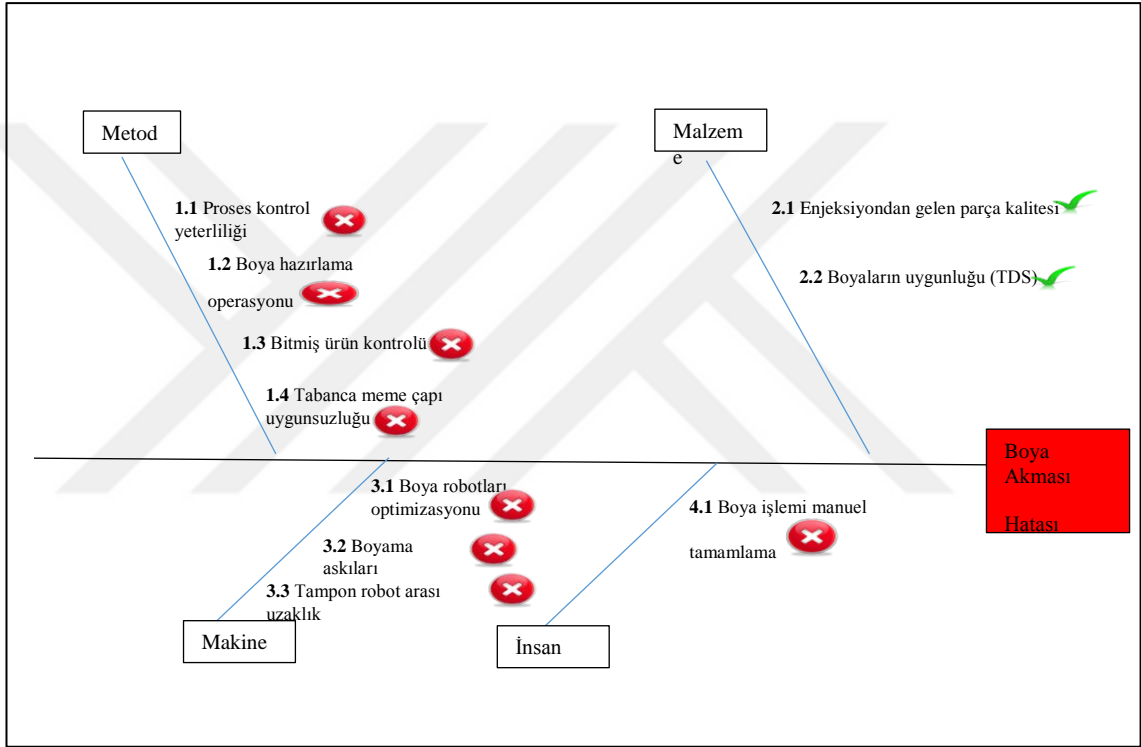
Akma eğilimi, yağ film kalınlığının küpüyle doğru orantılıdır. Dolayısıyla, yağ film kalınlığında %25 düzeyindeki bir artış, akma eğiliminin yaklaşık bir misli artmasına neden olur.

Boya akması nedenleri olarak;

- Gereğinden çok yavaş tiner kullanılması veya boyanın çok fazla inceltilmiş olması
- Uygulamanın çok yavaş yapılmış olması veya çok kalın katlar uygulanmış olması
- Tabanca meme çapının çok büyük veya uygulama basıncının çok düşük olması
- Boya veya yüzeyin ya da uygulama ortamının çok soğuk/yüksek nemli (sulu boyalarda) olması
- Ara kurutma (flash-off) sürelerinin çok kısa tutulmuş olması

Boya akması kusurunun giderilebilmesi için;

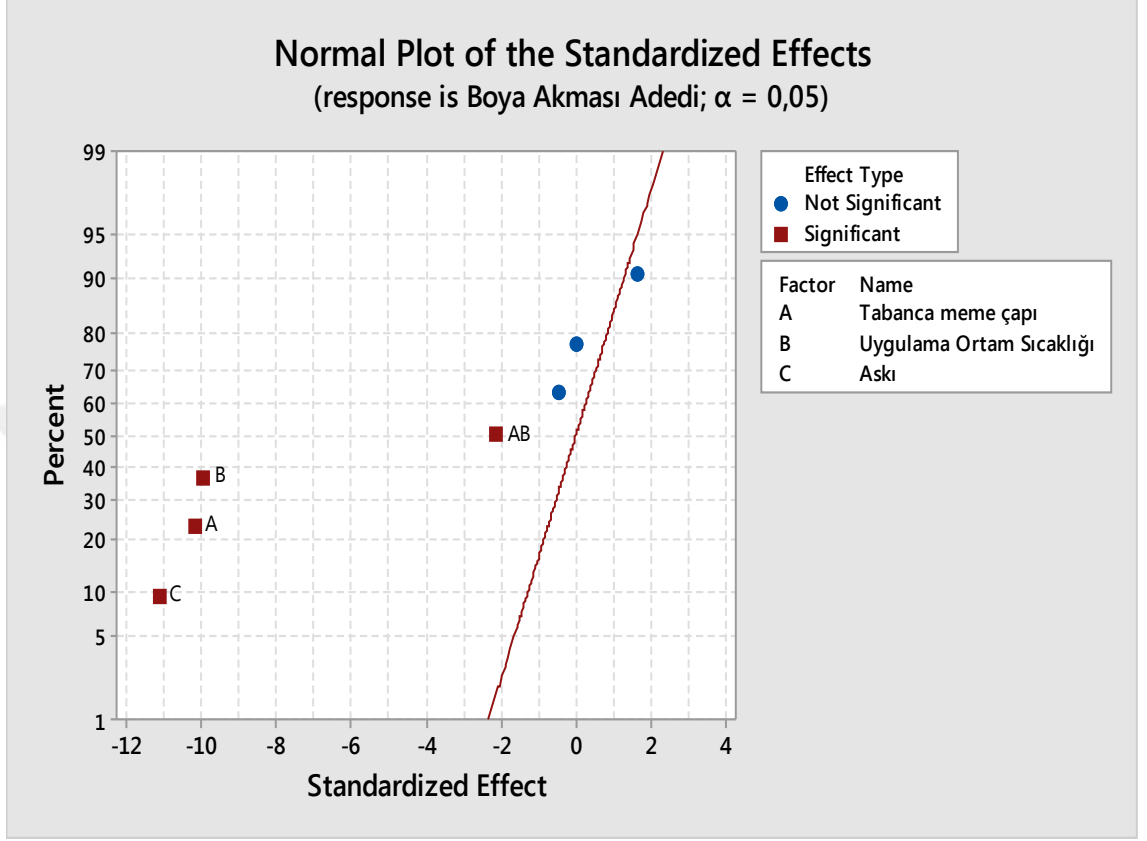
- Boya kuruduktan sonra akma izleri zımpara ve pasta-poliş yardımı ile giderilebilir
- Sorun bu şekilde giderilemiyorsa yeniden boyama yapılır
- Uygulama katları arası kurutma yapılması
- İlk katın toz kat uygulanması
- Flash off- ön ısıtma (sulu boyalarda) sıcaklığın artırılması ile giderilebilir.



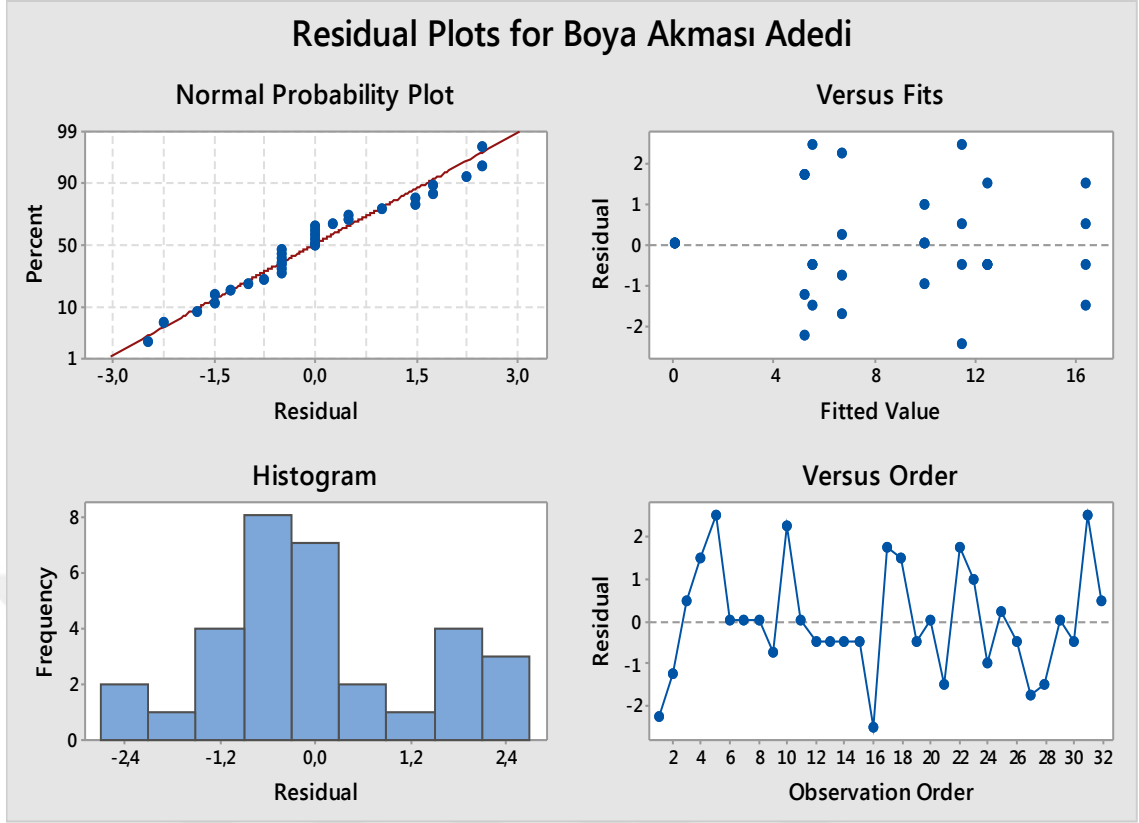
Şekil 4.13. Boya akması hata türü balık kılıcı diyagramı

Boya akması hata türü ile ilgili balık kılıcı diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 4.13). Balık kılıcı diyagramında ✓ işareti ile uygun seviyede yani hataya etkisi olmayan başlıklar belirtilmiştir. ✗ işareti ile uygunsuz seviyede yani hataya etkisi olan başlıklar gösterilmiştir. Boya akması hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: tabanca meme çapı, uygulama ortam sıcaklığı ve askıdır. Çalışmada 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.14, 15, 16, 17 ve Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. Analiz sonucunda tabanca meme çapı, uygulama ortam sıcaklığı ve askı

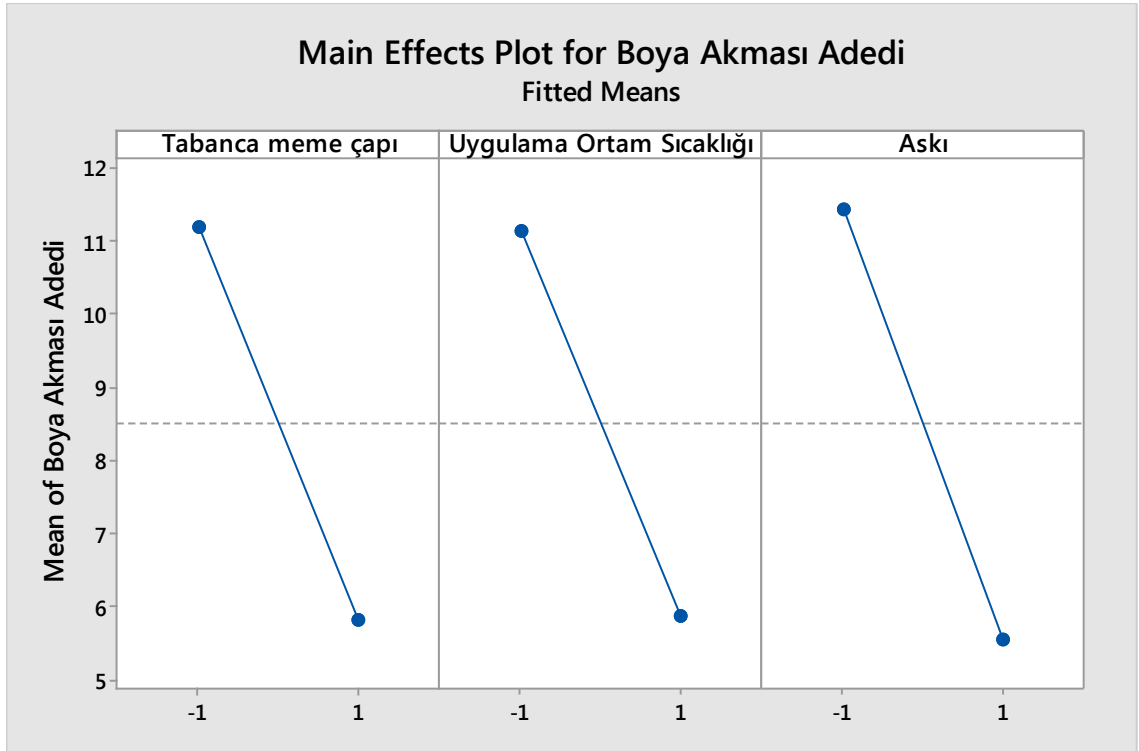
faktörleri ile tabanca meme çapı ve uygulama ortam sıcaklığı faktör etkileşimi etkin çıkmıştır.



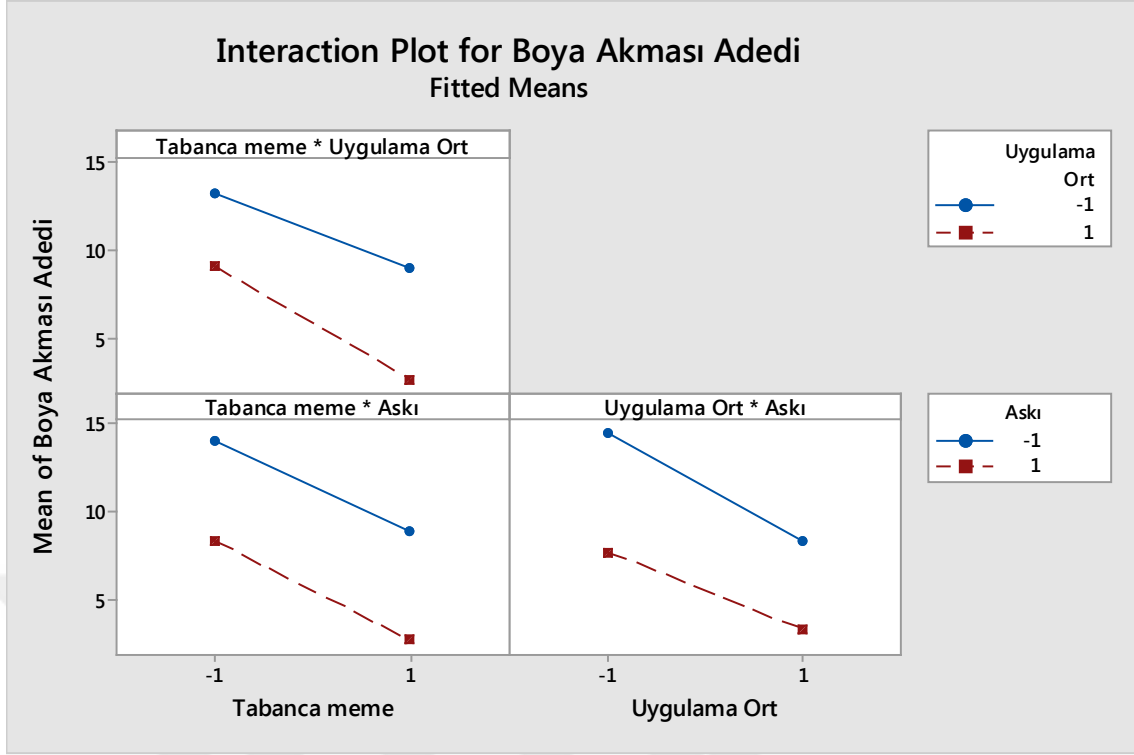
Şekil 4.14. Boya akması hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.15. Boya akması hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.16. Boya akması hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.17. Boya akması hata türü etkileşim dağılım grafiği

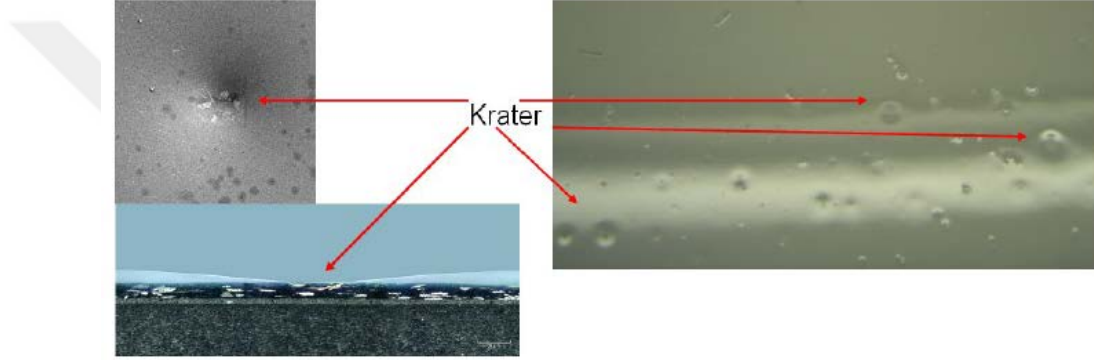
Çizelge 4.11. Boya akması Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	744,500	106,357	47,71	0,000
Linear	3	727,750	242,583	108,82	0,000
Tabanca meme çapı	1	231,125	231,125	103,68	0,000
Uygulama Ortam Sıcaklığı	1	220,500	220,500	98,92	0,000
Askı	1	276,125	276,125	123,87	0,000
2-Way Interactions	3	16,750	5,583	2,50	0,083
Tabanca meme çapı*Uygulama Ortam Sıcaklığı	1	10,125	10,125	4,54	0,044
Tabanca meme çapı*Askı	1	0,500	0,500	0,22	0,640
Uygulama Ortam Sıcaklığı*Askı	1	6,125	6,125	2,75	0,110
3-Way Interactions	1	0,000	0,000	0,00	1,000
Tabanca meme çapı*Uygulama Ortam Sıcaklığı*Askı	1	0,000	0,000	0,00	1,000
Error	24	53,500	2,229		
Total	31	798,000			

Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 93,30 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.3.4. Krater

Krater; yüzey gerilimi boyanın yüzey geriliminden düşük olan ve boya içinde çözülmeyen malzemelerin yüzey gerilimi farklılıklarından dolayı yol açtığı boya kusurudur (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Krater görsel örneği

Kraterlenme nedenleri olarak;

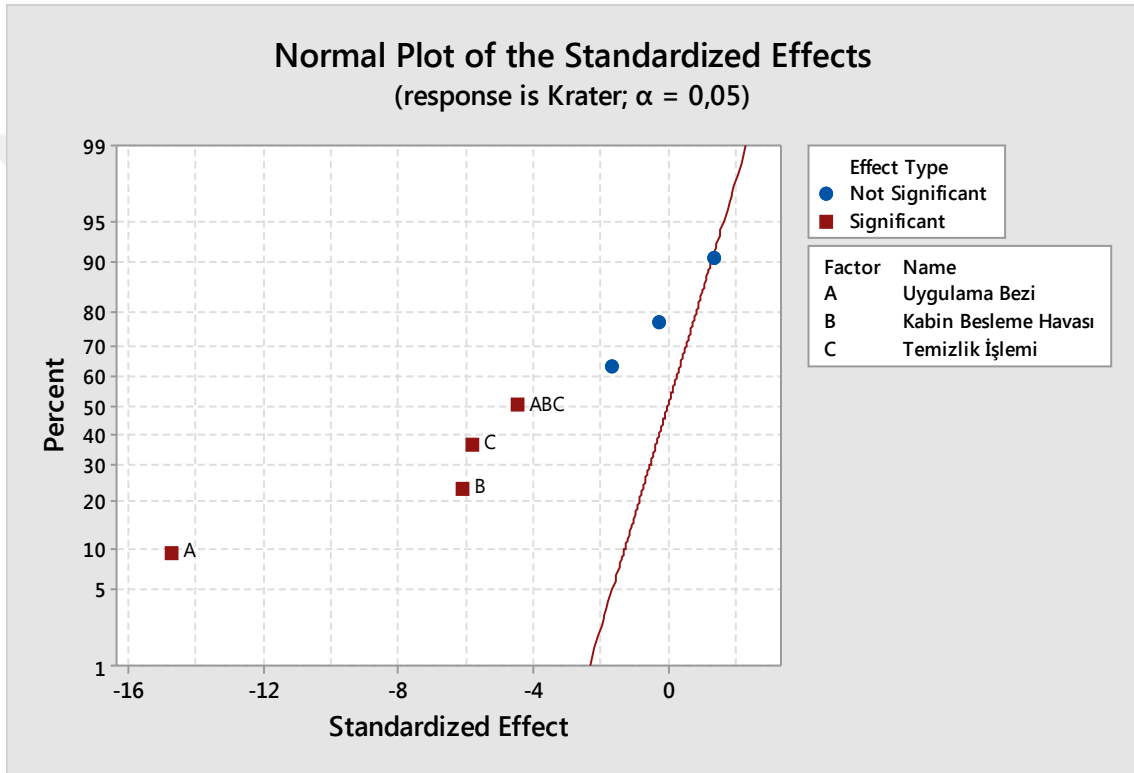
- Yağ giderme ve temizlik işlemlerinin yapılmaması ya da yetersiz olması
- Kirli/ uygun olmayan bezlerin kullanılması
- Basınçlı havanın su ve yağ içermesi
- Kabini besleyen havanın temiz olmaması
- Boya uygulanan yere silikon bulaşması
- Uygulama yapılan ekipmanların temiz olmaması
- Uygulamacıdan krater yapıcı bulaşması (Kullanılan krem, jöle vs. den, plastik bilekliklerden, ...)

Krater boya kusurunun giderilmesi için;

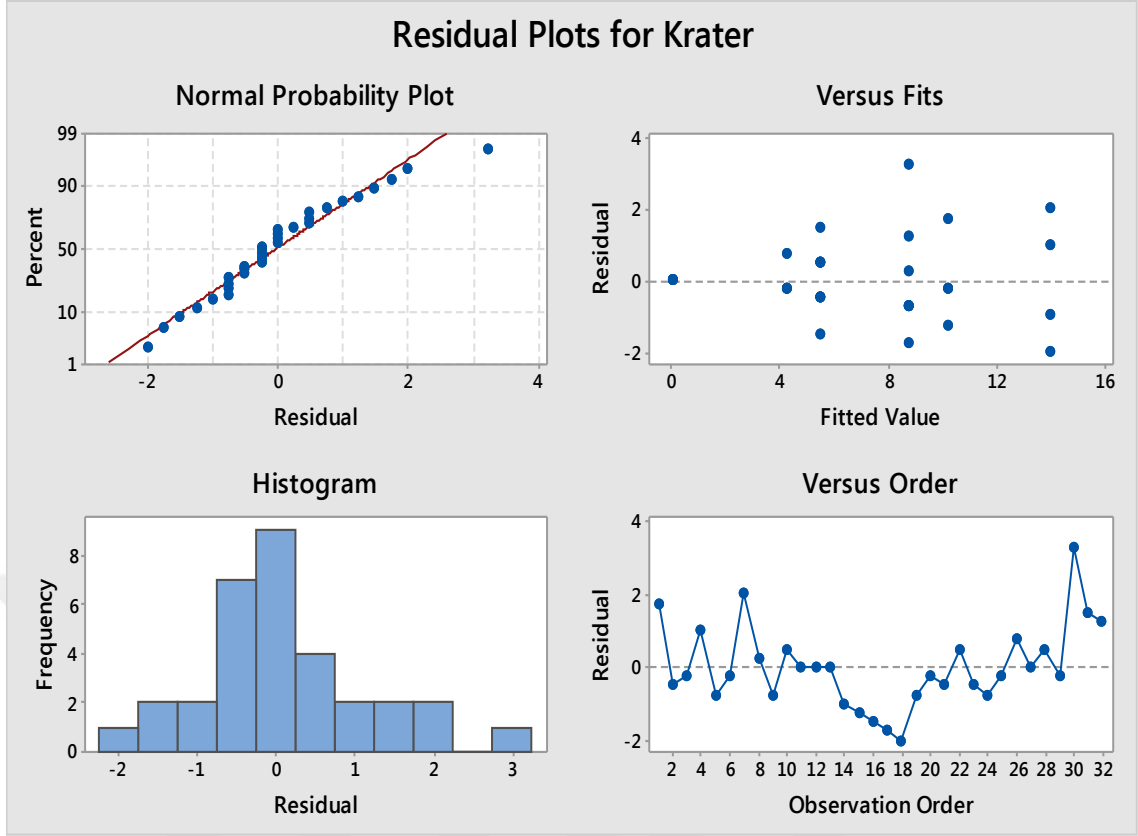
- Temizlik işlemlerinden sonra yüzey zımpara yapılır ve tekrar boyanır.
- Boya üreticisi yayılmayı iyileştirici katkıları ile kraterleri daha kolay tamir edilebilir hale getirebilir.

- Kesin çözüm krater kaynağının ortadan kaldırılmasıdır.

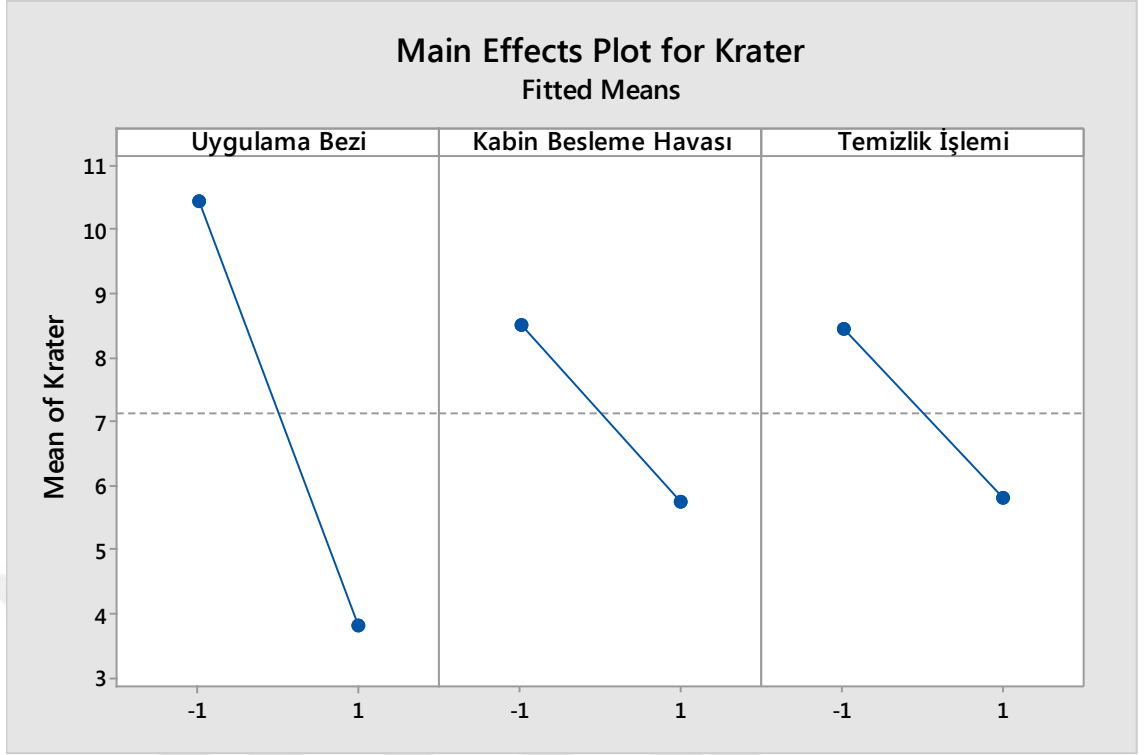
Krater hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: uygulama bezi, kabin besleme havası ve temizlik işlemidir. Çalışmada 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.19, 20, 21, 22 ve Çizelge 4.12’de gösterilmiştir. Analiz sonucunda uygulama bezi, kabin besleme havası ve temizlik işlemi faktörleri ile uygulama bezi, kabin besleme havası ve temizlik işlemi üçlü faktör etkileşimi etkin çıkmıştır.



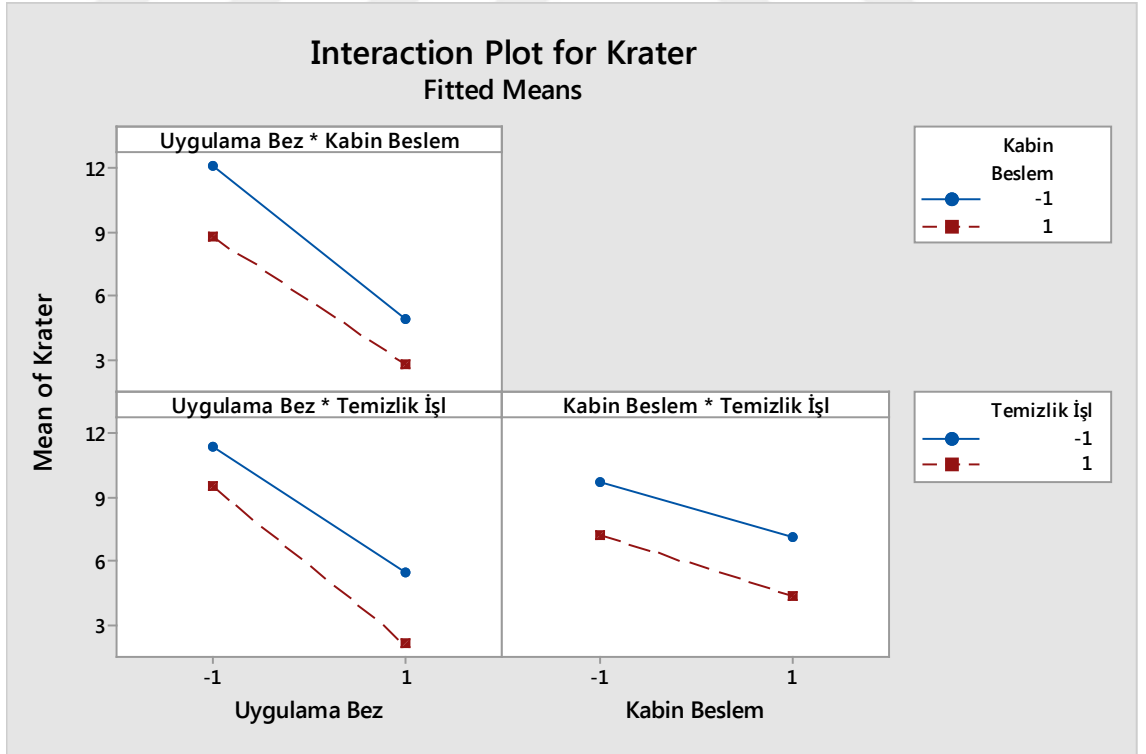
Şekil 4.19. Krater hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.20. Krater hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.21. Krater hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.22. Krater hata türü etkileşim dağılım grafiği

Çizelge 4.12. Krater Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	506,500	72,357	44,53	0,000
Linear	3	466,750	155,583	95,74	0,000
Uygulama Bezi	1	351,125	351,125	216,08	0,000
Kabin Besleme Havası	1	60,500	60,500	37,23	0,000
Temizlik İşlemi	1	55,125	55,125	33,92	0,000
2-Way Interactions	3	7,750	2,583	1,59	0,218
Uygulama Bezi* Kabin Besleme Havası	1	3,125	3,125	1,92	0,178
Uygulama Bezi* Temizlik İşlemi	1	4,500	4,500	2,77	0,109
Kabin Besleme Havası*Temizlik İşlemi	1	0,125	0,125	0,08	0,784
3-Way Interactions	1	32,000	32,000	19,69	0,000
Uygulama Bezi* Kabin Besleme Havası*Temizlik İşlemi	1	32,000	32,000	19,69	0,000
Error	24	39,000	1,625		
Total	31	545,500			

Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 92,85 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.3.5. Toz

Toz / yüzeyde pislik problemi; uygulaması yapılmış yüzeyde, boya, boya hazırlama süreçleri, uygulama ekipmanları veya kabin kaynaklı yabancı tanecikler bulunmasıdır (Şekil 4.23).

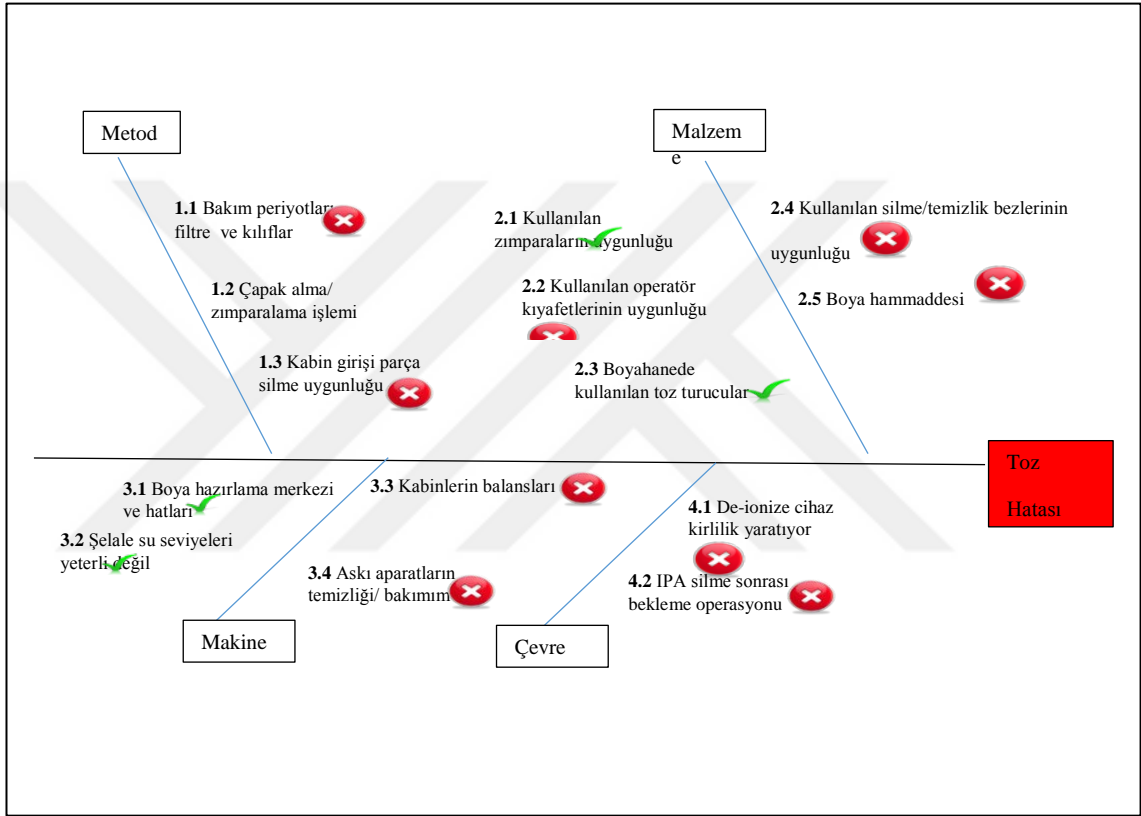


Şekil 4.23. Toz/yüzeyde pislik görsel örneği

Toz/ yüzeyde pislik nedenleri;

- Uygulama sırasında ortamdan ya da temizlenmemiş araçtan toz gelmesi
- Yüzeyde zımpara tozları kalmış olması
- Maskeleme kağıtlarının yırtık olan yerlerinden lifler kopması
- Uygulama kıyafetinden toz gelmesi
- Kabin duvarlarının kirli olması
- Kabin filtrelerinin tıkanmış olması
- Hava hortumunun dışının kir toplamış olması

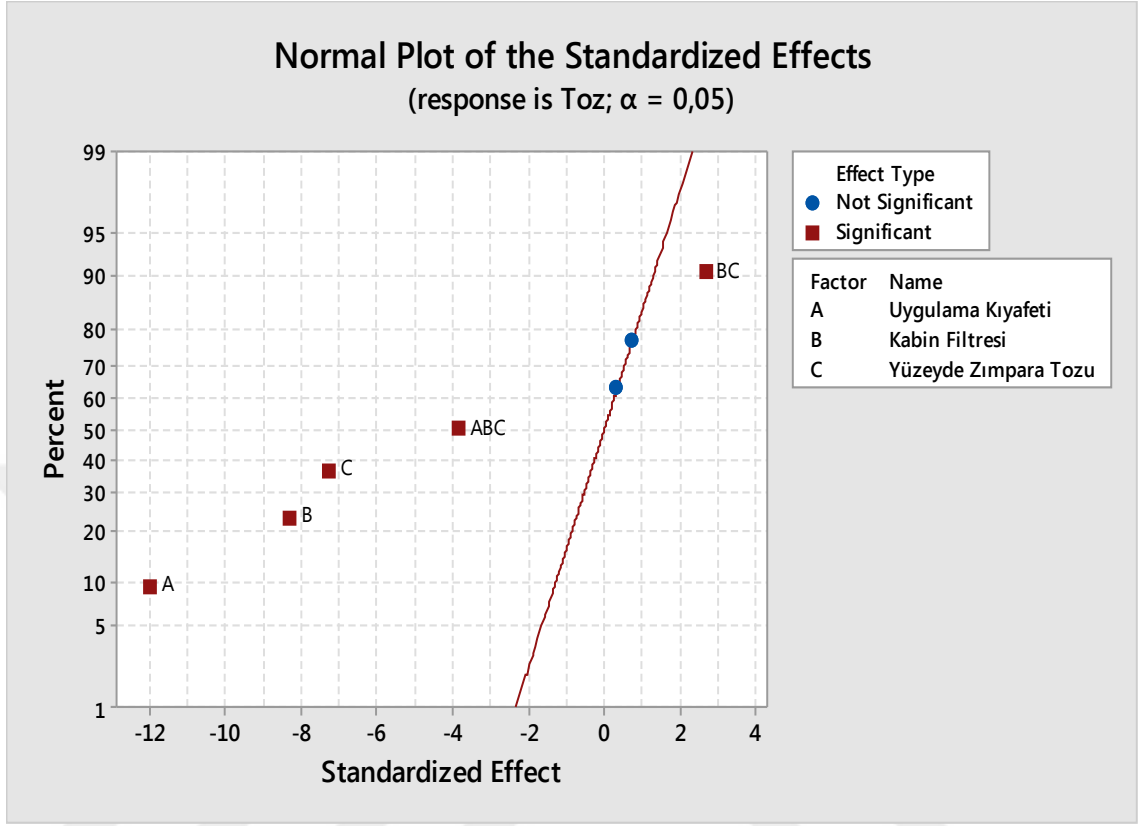
- Kabin basıncının dış basınçtan düşük olması
- Toz/ yüzeyde pislik giderilmesi;
- Sprey işlemi sırasında gelen toz zerrecikleri bir iğne ile alınabilir
 - Kurumuş boya filmindeki tozlar pasta-poliş işlemi ile giderilebilir
 - Toz çok yoğun ise zımpara yapıldıktan sonra pasta-poliş işlemi yapılır ya da tekrar boyama yapılır.



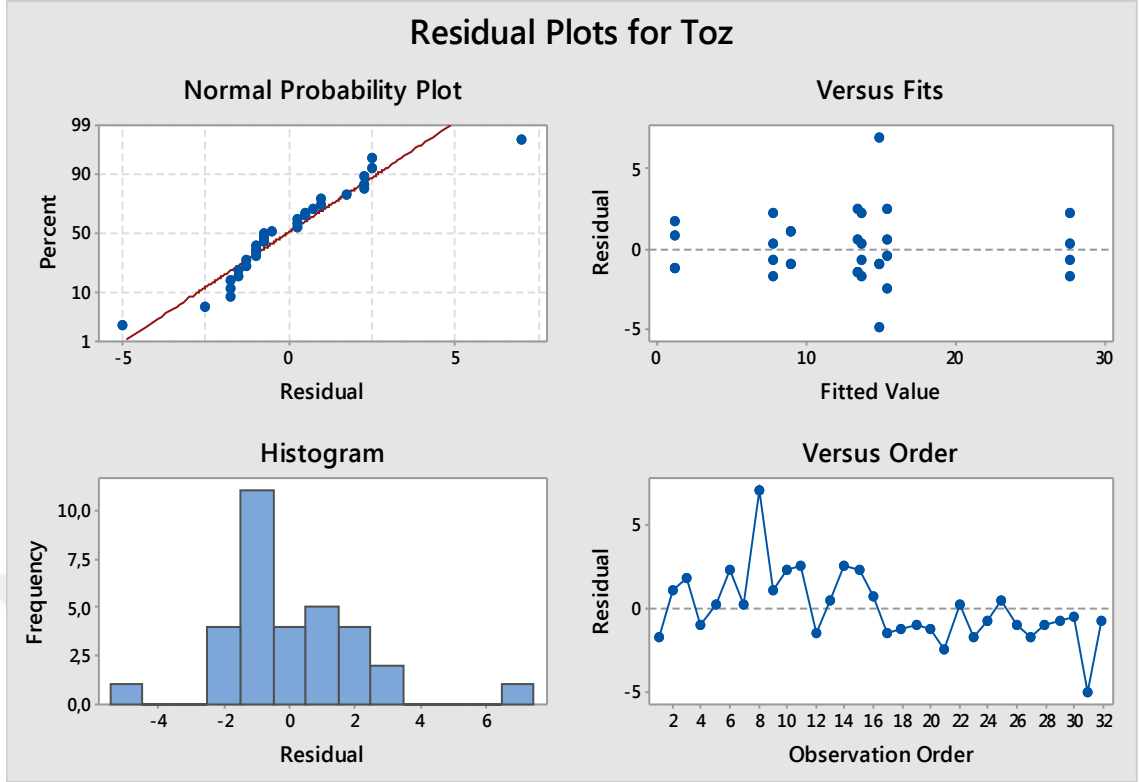
Şekil 4.24. Toz hata türü balık kılıçığı diyagramı

Toz hata türü ile ilgili balık kılıçığı diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 4.24). Balık kılıçığı diyagramında ✓ işareti ile uygun seviyede yani hataya etkisi olmayan başlıklar, ✗ işareti ile uygunsuz seviyede yani hataya etkisi olan başlıklar gösterilmiştir. Toz hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: uygulama kıyafeti, kabin filtresi ve yüzeyde zımpara tozudur. Çalışmada 2³ faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.25, 26, 27, 28 ve Çizelge 4.13’de gösterilmiştir. Analiz sonucunda uygulama kıyafeti, kabin filtresi ve yüzeyde zımpara tozu faktörleri ile kabin filtresi ve yüzeyde zımpara tozu ikili

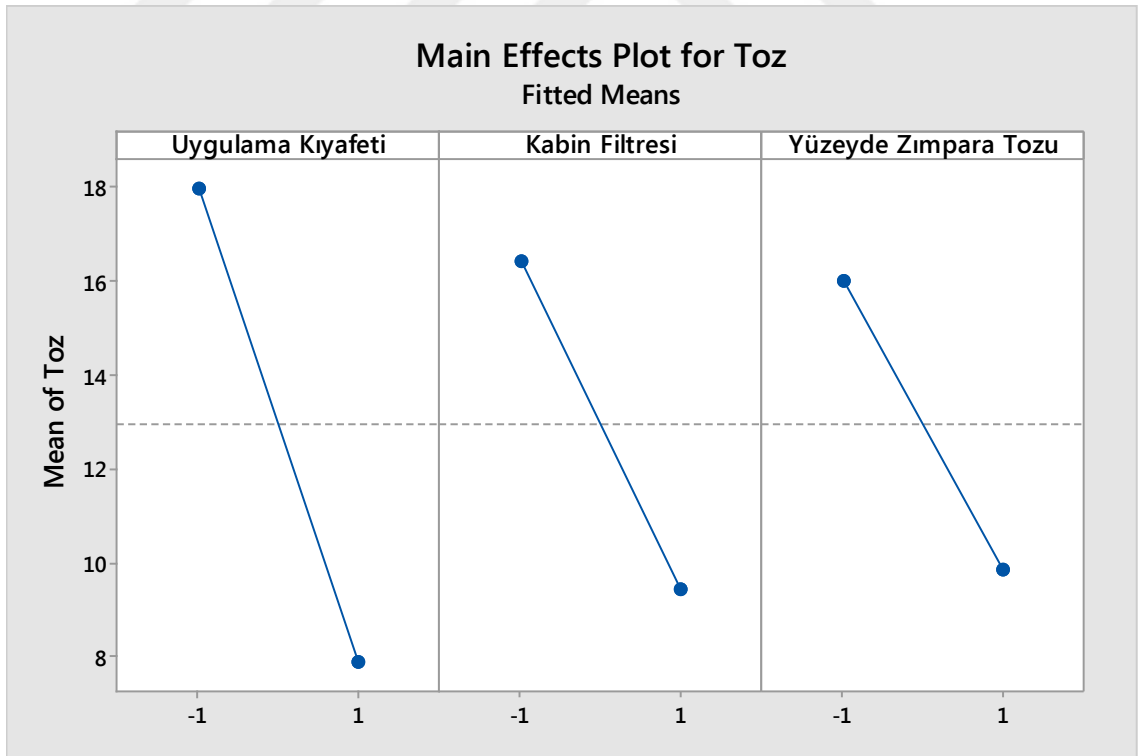
faktör etkileşimi, uygulama kıyafeti, kabin filtresi ve yüzeyde zımpara tozu üçlü faktör etkileşimi etkin çıkmıştır.



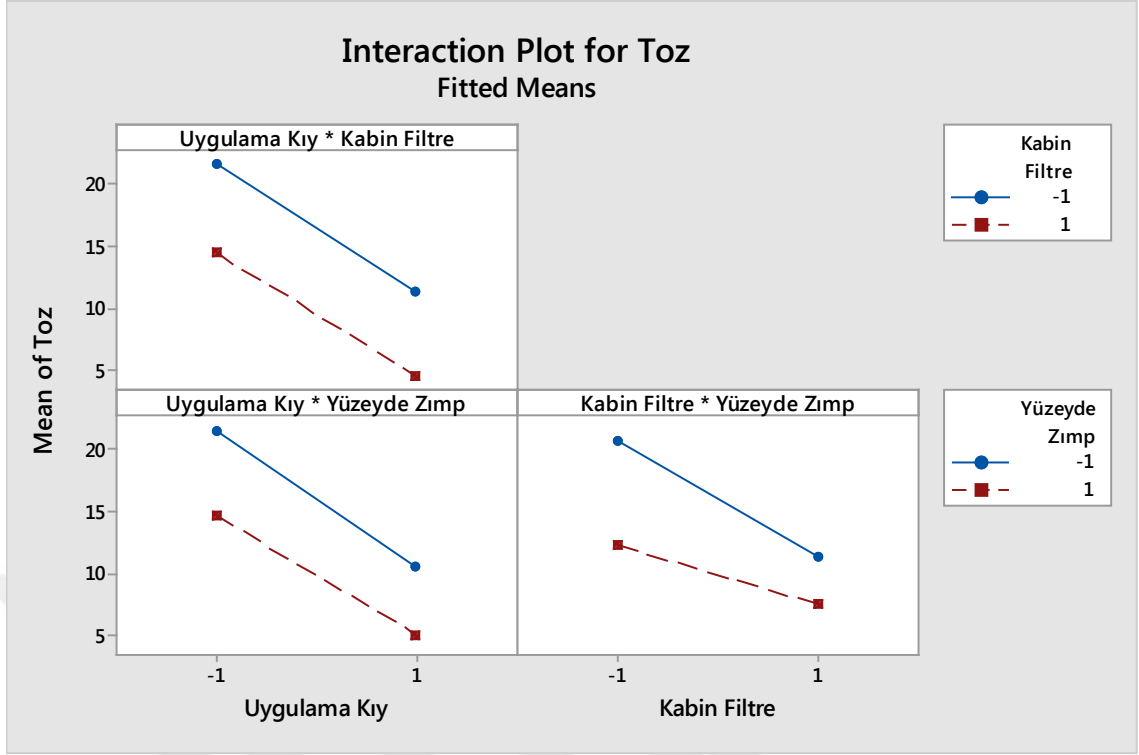
Şekil 4.25. Toz hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.26. Toz hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.27. Toz hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.28. Toz hata türü etkileşim dağılım grafiği

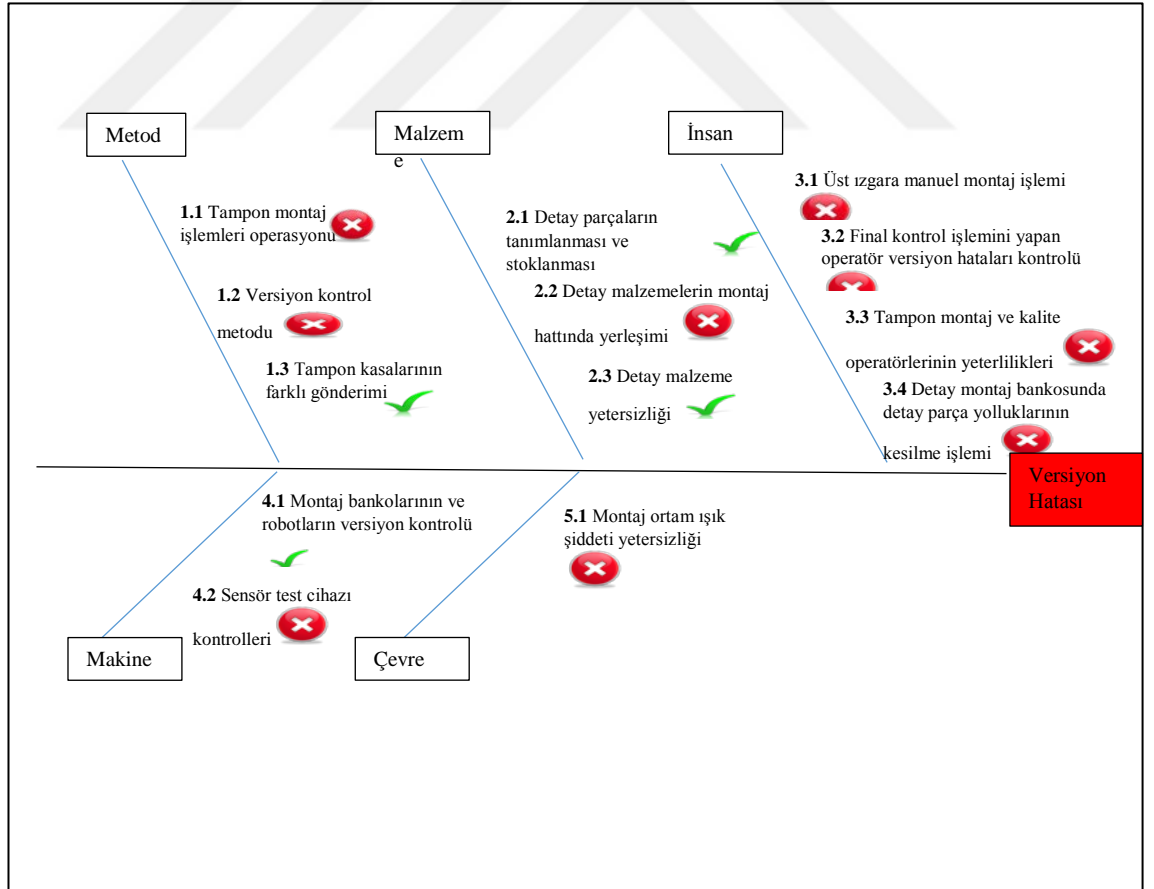
Çizelge 4.13. Toz Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	1640,88	234,411	41,06	0,000
Linear	3	1512,25	504,083	88,31	0,000
Uygulama Kıyafeti	1	820,12	820,125	143,67	0,000
Kabin Filtresi	1	392,00	392,000	68,67	0,000
Yüzeyde Zımpara Tozu	1	300,12	300,125	58,52	0,000
2-Way Interactions	3	44,13	14,708	2,58	0,077
Uygulama Kıyafeti*Kabin Filtresi	1	0,50	0,500	0,09	0,770
Uygulama Kıyafeti*Yüzeyde Zımpara Tozu	1	3,13	3,125	0,55	0,467
Kabin Filtresi*Yüzeyde Zımpara Tozu	1	40,50	40,500	7,09	0,014
3-Way Interactions	1	84,50	84,500	14,80	0,001
Uygulama Kıyafeti*Kabin Filtresi*Yüzeyde Zımpara Tozu	1	84,50	84,500	14,80	0,001
Error	24	137,00	5,708		
Total	31	1777,88			

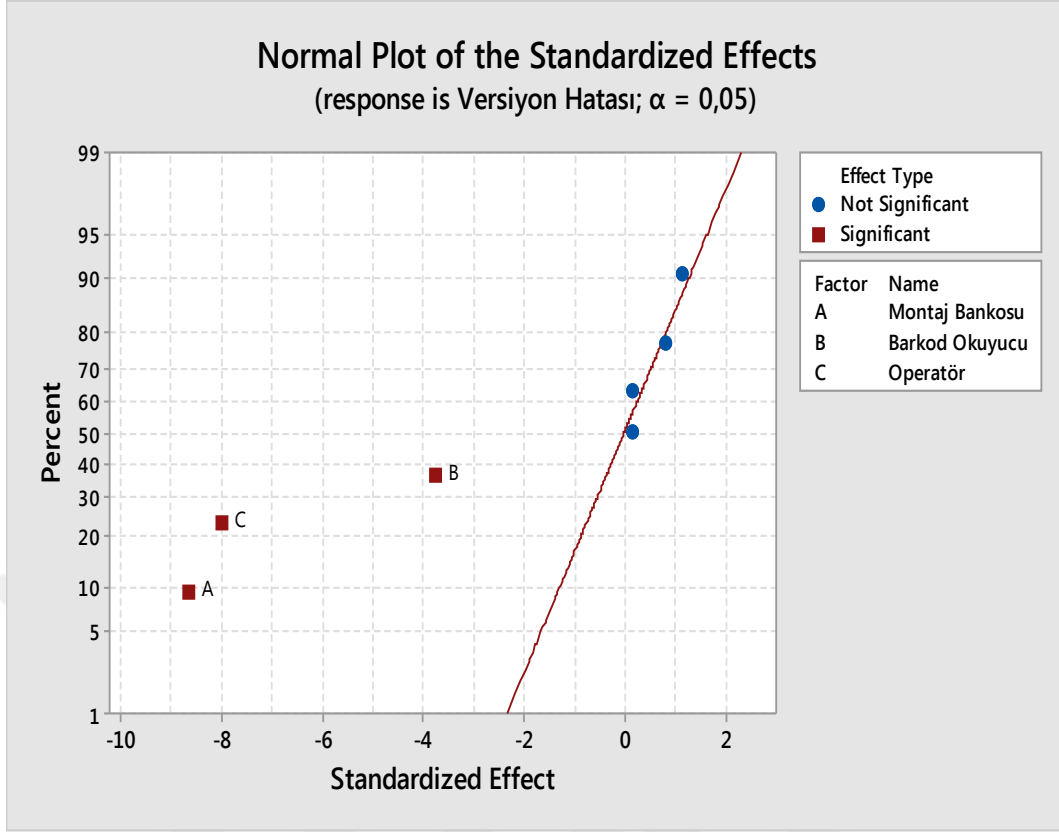
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 92,29 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.3.6. Versiyon Hatası

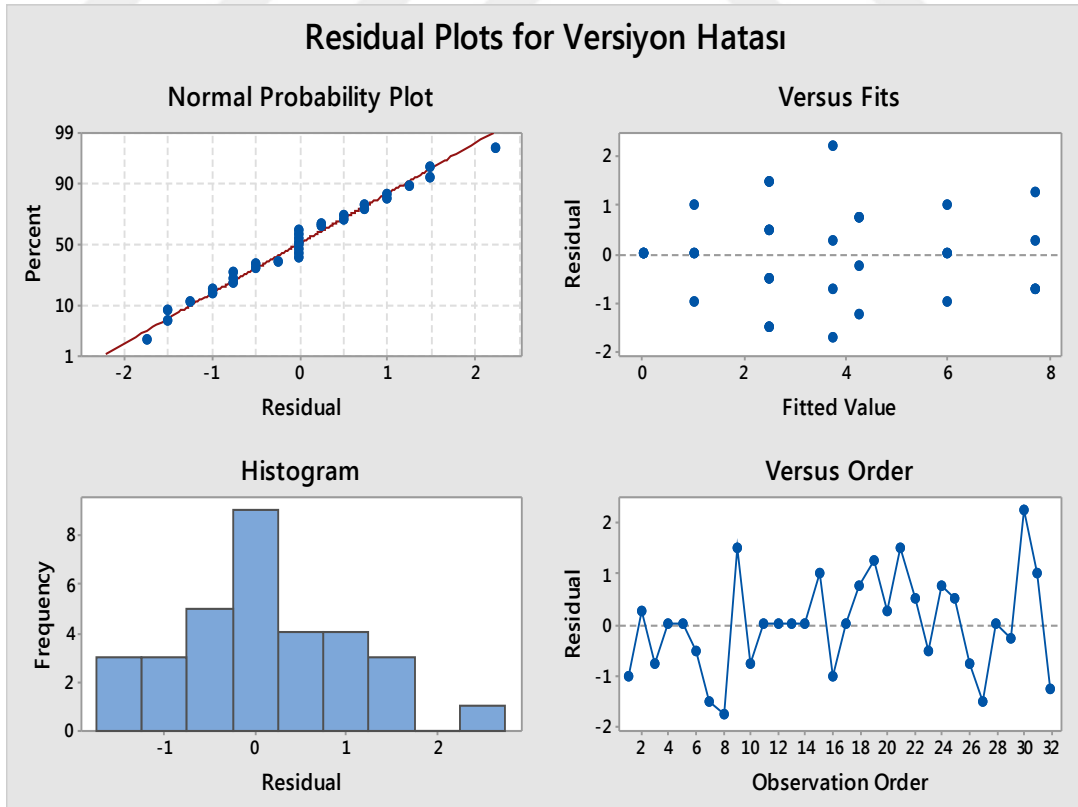
Versiyon hatası hata türü ile ilgili balık kılıçığı diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 4.29). Balık kılıçığı diyagramında ✓ işareti ile uygun seviyede yani hataya etkisi olmayan başlıklar, ✗ işareti ile uygunsuz seviyede yani hataya etkisi olan başlıklar gösterilmiştir. Versiyon hatası hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: montaj bankosu, barkod okuyucu ve operatördür. Çalışmada 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.30, 31, 32, 33 ve Çizelge 4.14’de gösterilmiştir. Analiz sonucunda montaj bankosu, barkod okuyucu ve operatör faktörleri etkin çıkmıştır.



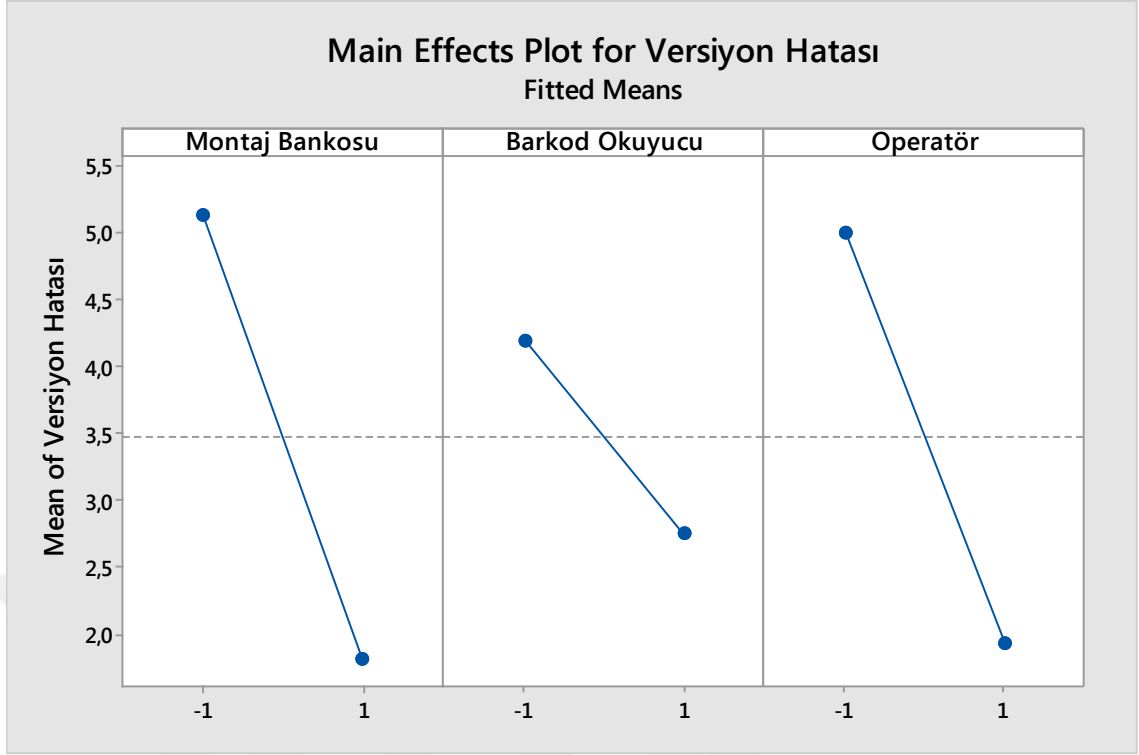
Şekil 4.29. Versiyon hatası hata türü balık kılıçığı diyagramı



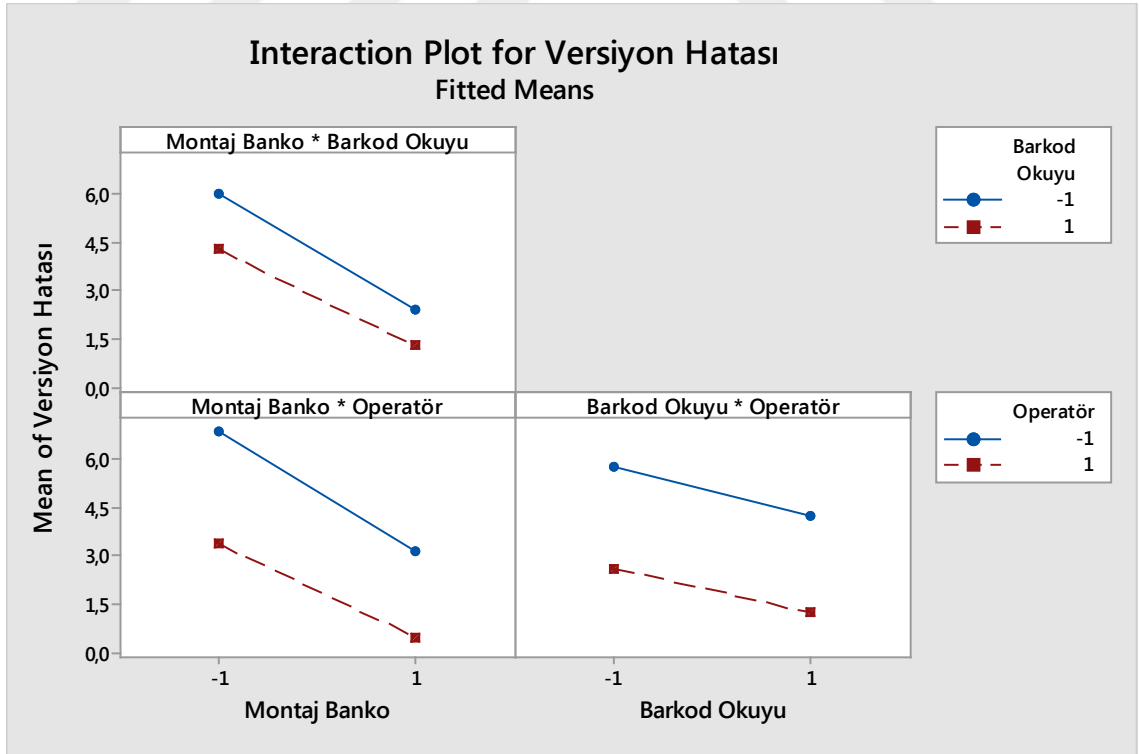
Şekil 4.30. Versiyon hatası hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.31. Versiyon hatası hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.32. Versiyon hatası hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.33. Versiyon hatası hata türü etkileşim dağılım grafiği

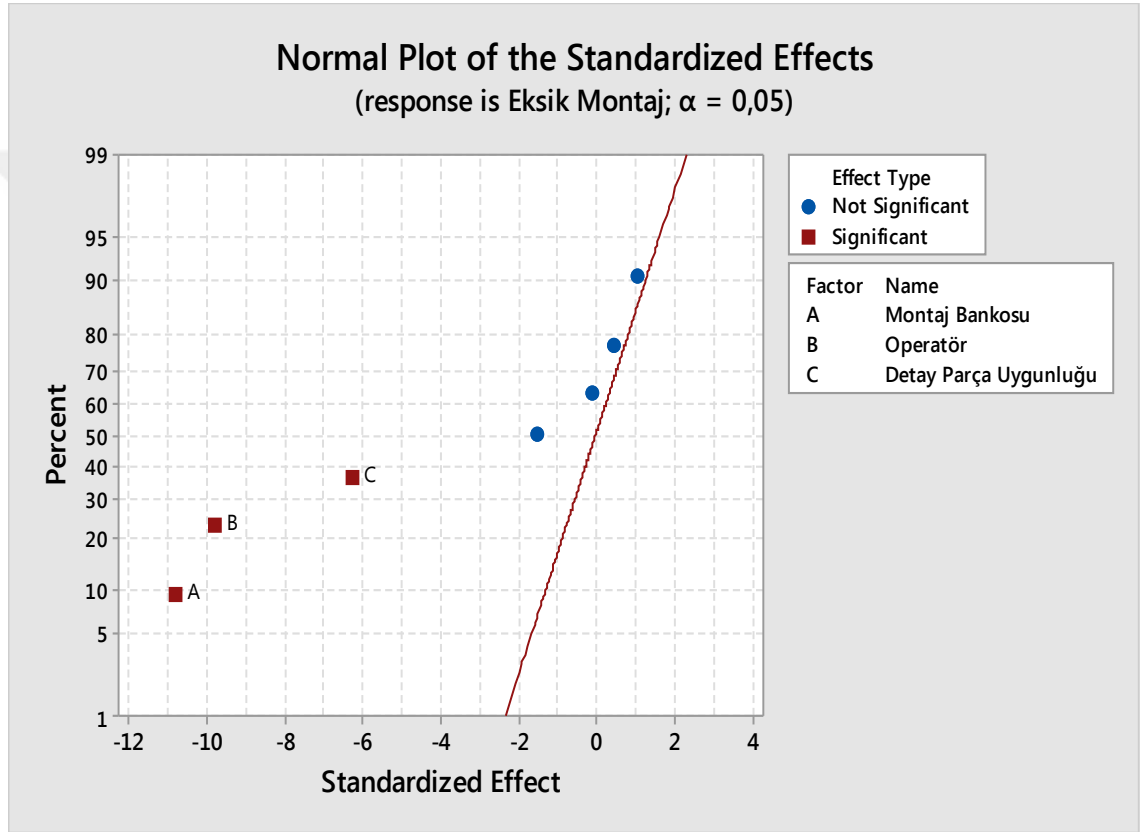
Çizelge 4.14. Versiyon hatası Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	181,719	25,9598	22,05	0,000
Linear	3	179,344	59,7813	50,79	0,000
Montaj Bankosu	1	87,781	87,7812	74,58	0,000
Barkod Okuyucu	1	16,531	16,5312	14,04	0,001
Operatör	1	75,031	75,0313	63,74	0,000
2-Way Interactions	3	2,344	0,7813	0,66	0,582
Montaj Bankosu* Barkod Okuyucu	1	0,781	1,5313	0,66	0,423
Montaj Bankosu*Operatör	1	1,531	0,0313	1,30	0,265
Barkod Okuyucu*Operatör	1	0,031	0,0313	0,03	0,872
3-Way Interactions	1	0,031	0,0313	0,03	0,872
Montaj Bankosu*Barkod Okuyucu*Operatör	1	0,031	1,1771	0,03	0,872
Error	24	28,250			
Total	31	209,969			

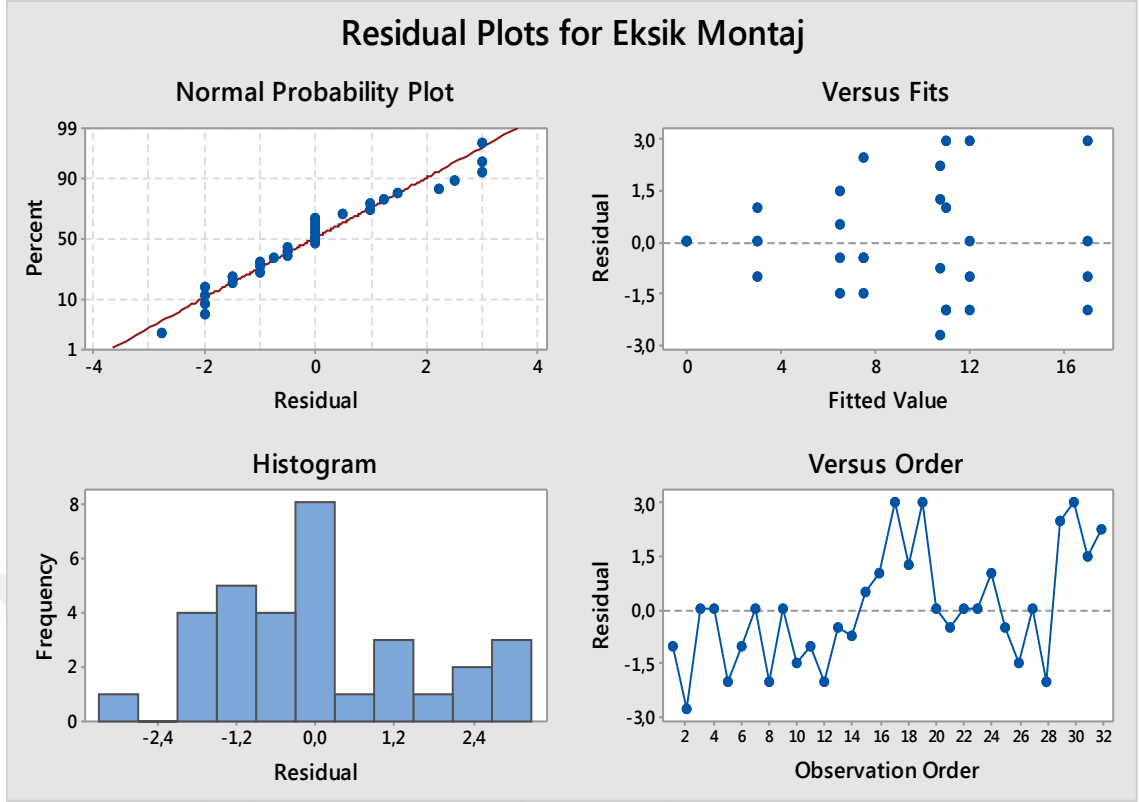
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 86,55 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.3.7. Eksik Montaj

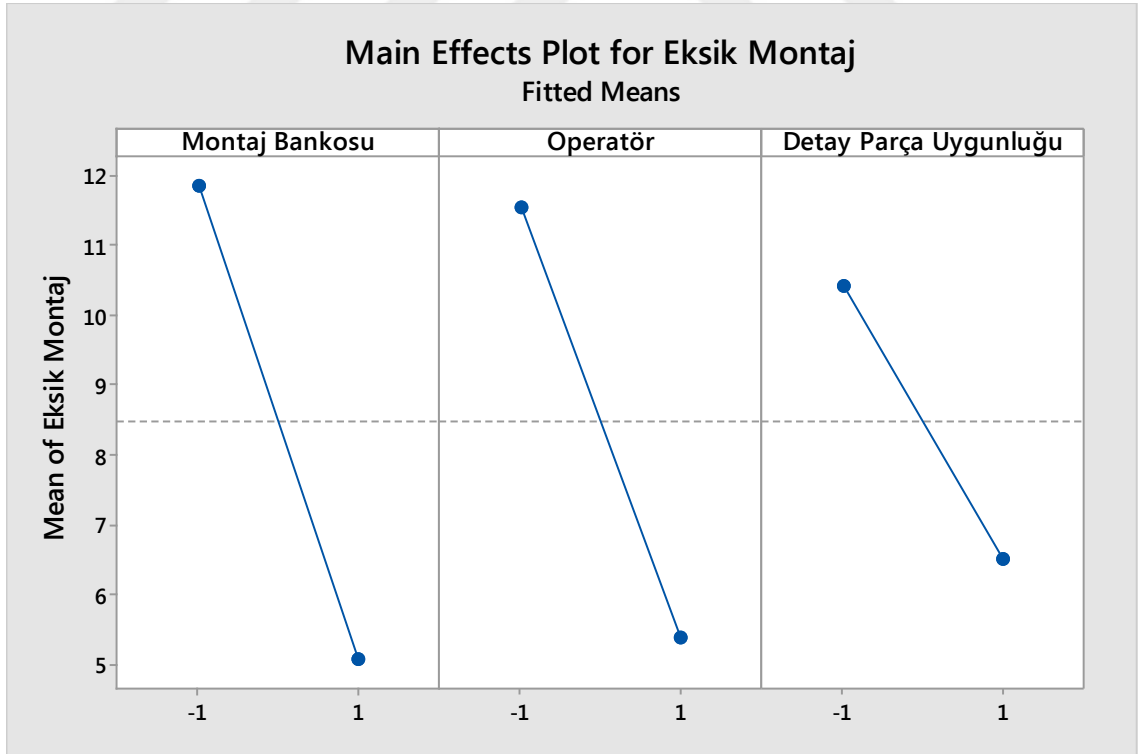
Eksik montaj hatası hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: montaj bankosu, operatör ve detay parça uygunluğudur. Çalışmada 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.34, 35, 36, 37 ve Çizelge 4.15’de gösterilmiştir. Analiz sonucunda montaj bankosu, operatör ve detay parça uygunluğu faktörleri etkin çıkmıştır.



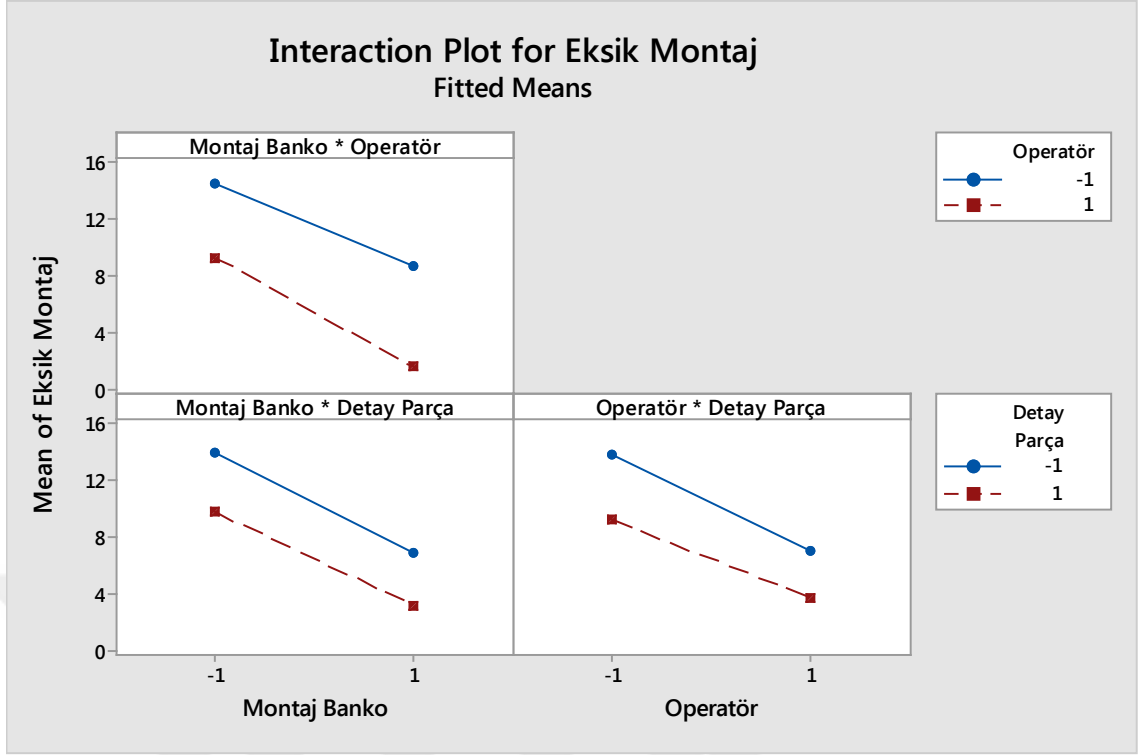
Şekil 4.34. Eksik montaj hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.35. Eksik montaj hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.36. Eksik montaj hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.37. Eksik montaj hata türü etkileşim dağılım grafiği

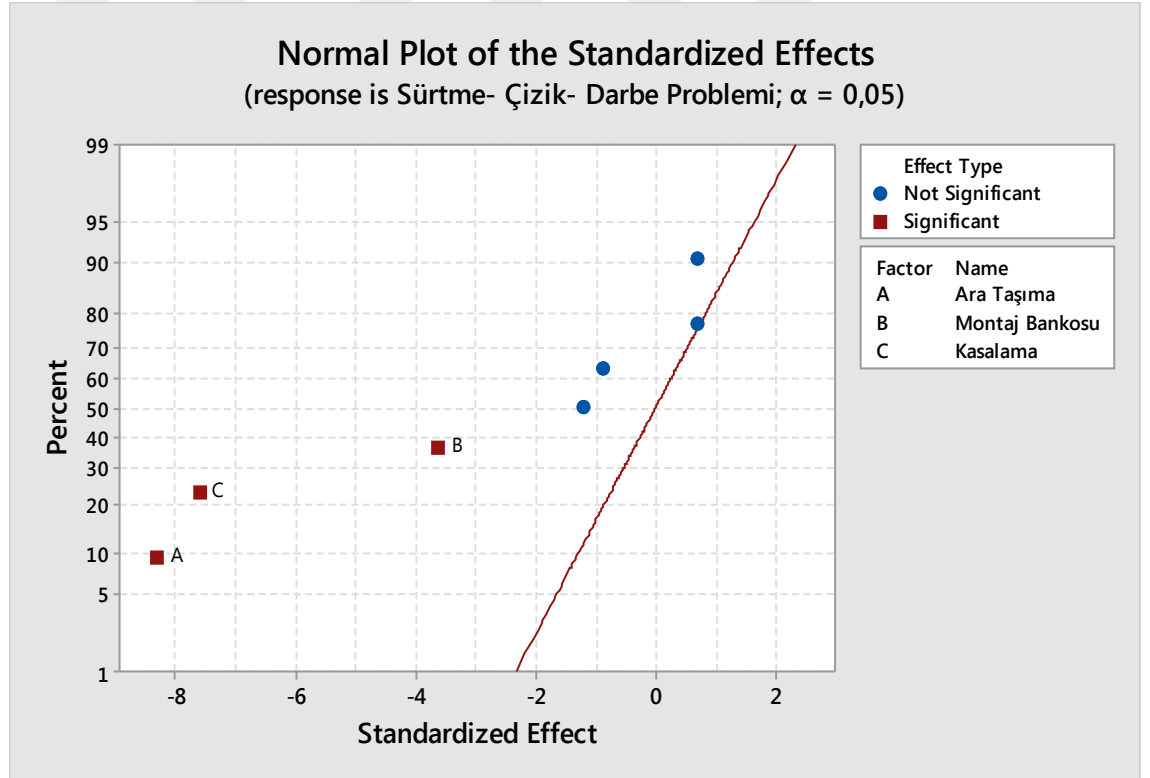
Çizelge 4.15. Eksik montaj Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	813,219	116,174	36,33	0,000
Linear	3	801,594	267,198	83,55	0,000
Montaj Bankosu	1	371,281	371,281	116,10	0,000
Operatör	1	306,281	306,281	95,78	0,000
Detay Parça Uygunluğu	1	124,031	124,031	38,79	0,000
2-Way Interactions	3	11,594	3,865	1,21	0,328
Montaj Bankosu*Operatör	1	7,031	7,031	2,20	0,151
Montaj Bankosu* Detay Parça Uygunluğu	1	0,781	0,781	0,24	0,626
Operatör* Detay Parça Uygunluğu	1	3,781	3,781	1,18	0,288
3-Way Interactions	1	0,031	0,031	0,01	0,922
Montaj Bankosu* Operatör*Detay Parça Uygunluğu	1	0,031	0,031	0,01	0,922
Error	24	76,750	3,198		
Total	31	889,969			

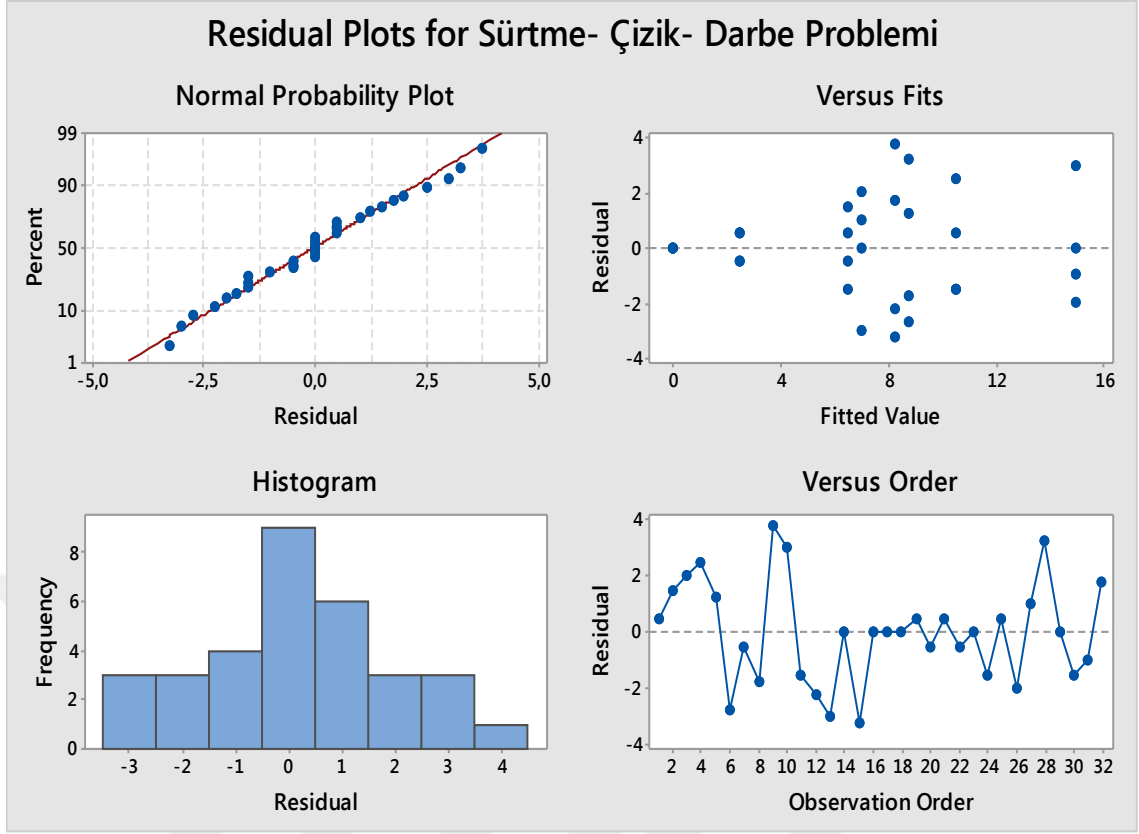
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 91,38 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.3.8. Sürtme-Çizik-Darbe

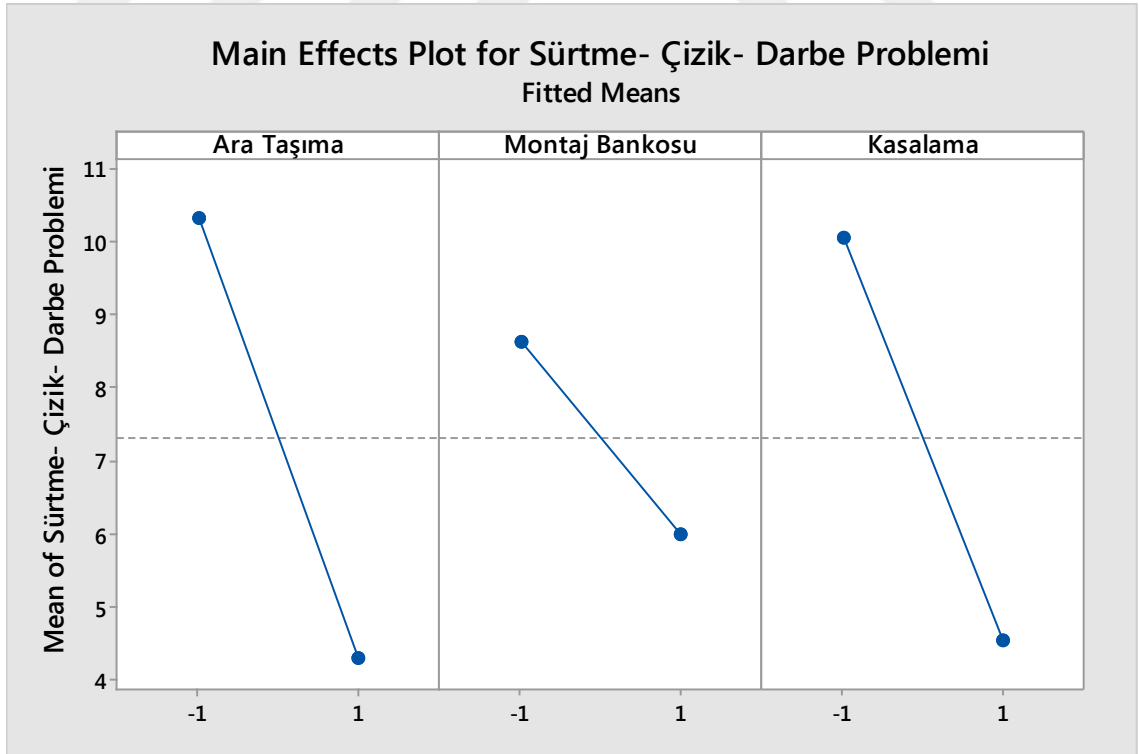
Sürtme-çizik-darbe hatası hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: ara taşıma, montaj bankosu ve kasalamadır. Çalışmada 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.38, 39, 40, 41 ve Çizelge 4.16'da gösterilmiştir. Analiz sonucunda ara taşıma, montaj bankosu ve kasalama faktörleri etkin çıkmıştır.



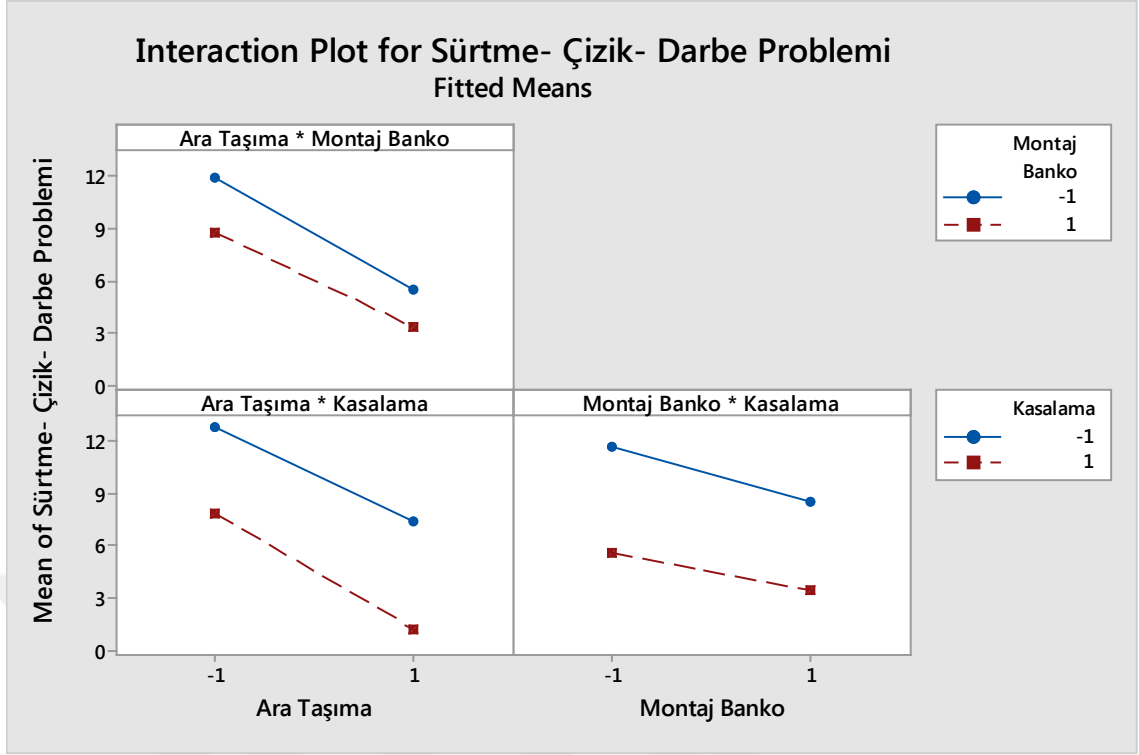
Şekil 4.38. Sürtme-çizik-darbe hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.39. Sürtme-çizik-darbe hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.40. Sürtme-çizik-darbe hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.41. Sürtme-çizik-darbe hata türü etkileşim dağılım grafiği

Çizelge 4.16. Sürtme-Çizik-Darbe Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	598,375	85,482	20,41	0,000
Linear	3	585,125	195,042	46,58	0,000
Ara Taşıma	1	288,000	288,000	68,78	0,000
Montaj Bankosu	1	55,125	55,125	13,16	0,001
Kasalama	1	242,000	242,000	57,79	0,000
2-Way Interactions	3	7,125	2,375	0,57	0,642
Ara Taşıma* Montaj Bankosu	1	2,000	2,000	0,48	0,496
Ara Taşıma*Kasalama	1	3,125	3,125	0,75	0,396
Montaj Bankosu*Kasalama	1	2,000	2,000	0,48	0,496
3-Way Interactions	1	6,125	6,125	1,46	0,238
Ara Taşıma* Montaj Bankosu*Kasalama	1	6,125	6,125	1,46	0,238
Error	24	100,500	4,188		
Total	31	698,875			

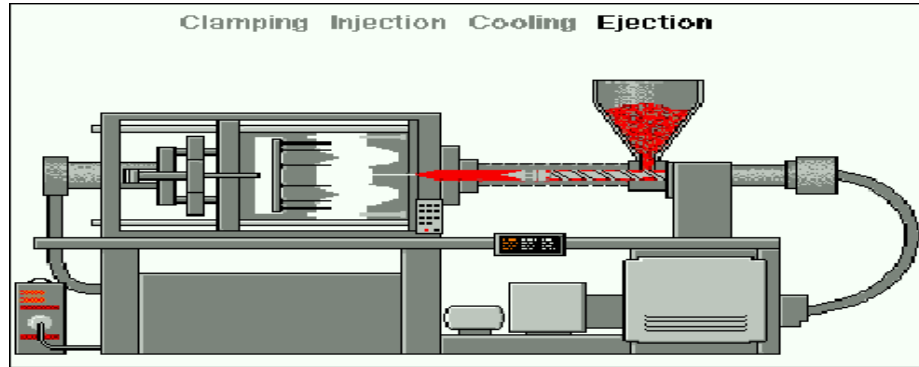
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 85,62 çıkmıştır. $R^2 > %80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.4. Tasarım Aşamasındaki İyileştirme Çalışmalarının Yapılması

Proje tasarım sürecinde enjeksiyon prosesindeki parametre optimizasyonlarından başlanarak iç taşıma standardının belirlenmesi ve taşıma arabası prototiplerinin yaptırılması, boya prosesinde skidlere yüklenecek olan parça sayısının optimizasyonu ve robot programlarının yapılarak parametre optimizasyon çalışmalarının başlatılması, boyalı parça stoklama çalışmaları ve FIFO mantığı uygulaması, montaj prosesinde kullanılması amacıyla tüm montaj hattının yeni layout çalışmaları ve montaj bankolarının tüm poka yoke çalışmaları öngörülerek tasarlanması, hatta çalışacak kişi sayısının optimizasyonu, sevkiyat çalışmalarının optimizasyonu çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Proje seri üretime alındığında yapılan DFSS çalışmalarının getirileri analiz edilecektir.

Proses bazlı iyileştirmeler sıra ile ele alındığında;

- Enjeksiyon prosesinde (Şekil 4.42);
- ❖ Eksik enjeksiyon problemi ile ilgili; yeni bir kurutucu alınmıştır. Ayrıca enjeksiyon parametreleri optimize edilmiştir.



Şekil 4.42. Enjeksiyon makinesi işleyiş süreci

- ❖ Çizik problemi (Şekil 4.43) ile ilgili; enjeksiyon makinesinde basılan parça robot yardımıyla makineden çıkarılarak işlem tezgahına yerleştirilmeye başlanmıştır. Ara taşıma sehpaları yeni tip parçaya uygun olacak şekilde tasarlanarak

yaptırılmıştır. Boya prosesine girmeden stoklanacak tamponlar için ise ara stok kasaları iyileştirilmiştir.

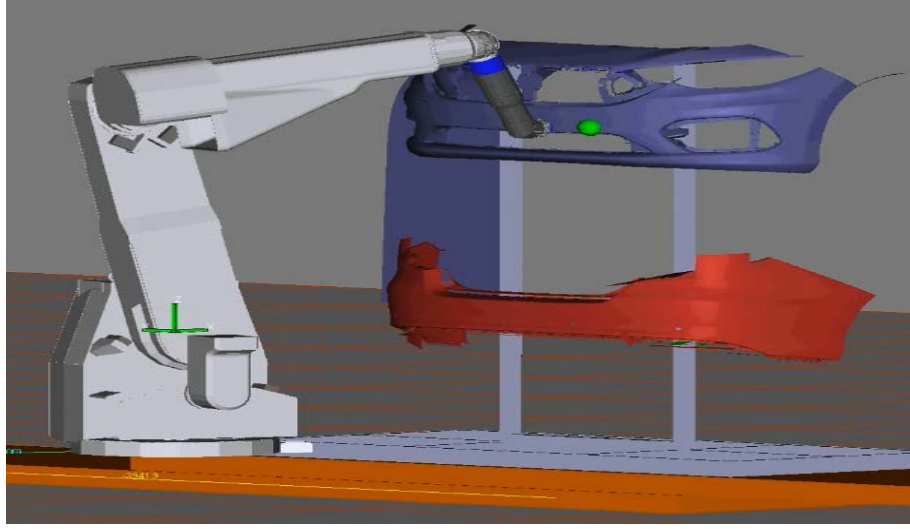


Şekil 4.43. Çizik görsel örneği

- Boya prosesinde;
- ❖ Boya akması problemi (Şekil 4.44) için; tabanca meme çapı değiştirilmiştir. Şartlandırıcı sistemi ile uygulama ortam sıcaklığının belirlenen standart değerler içerisinde kalması sağlanmıştır. Parçaya özgü yeni askı tasarlanarak robot ile parça arasındaki mesafe optimum seviyeye getirilmiştir (Şekil 4.45).

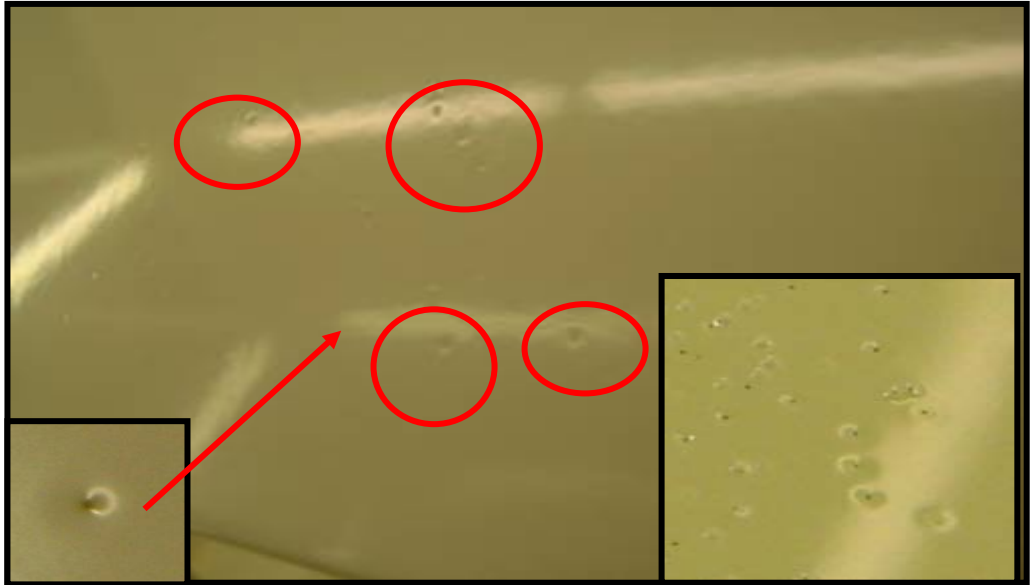


Şekil 4.44. Boya akması görsel örneği



Şekil 4.45. Boya işlemi görsel örneği

- ❖ Krater problemi (Şekil 4.46) için; parçanın boya prosesi öncesindeki temizlik işlemi standart hale getirilmiştir. Uygulama bezi belirlenen tipte ve standart olarak kullanılmaya başlanmıştır. Kabin besleme havasının uygun olması için filtre tipleri standartlaştırılmıştır ve değişim periyodu belirlenmiştir.



Şekil 4.46. Krater görsel örneği

- ❖ Toz problemi (Şekil 4.47, 48, 49) için; öncelikle parça üzerinde tespit edilen toz partikülleri mikroskop yardımıyla incelenmiş ve yapısı analiz edilerek toza neden olan kaynaklar belirlenmiştir.



Şekil 4.47. Boya ile aynı renkte toz görsel örneği



Şekil 4.48. Boya ile farklı renkte toz görsel örneği



Şekil 4.49. Toz/pislik görsel örneği

Toz problemi için; mikroskop ile yapılan analiz doğrultusunda, hav ölçümü yapılarak en uygun uygulama kıyafeti tespit edilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır. Kabin filtresi için uygun tip belirlenmiş ve belirlenen periyotlarda değiştirilmeye başlanmıştır. Boya öncesi yapılan zımpara işlemi sonrasında boyahane yükleme bölgesindeki temizlik işleminde kullanılan hava tabancası değiştirilmiştir ve belirlenen standart rota çerçevesinde operatörler temizlik işlemini gerçekleştirmektedir.

- Montaj prosesinde;
- Eksik montaj problemi (Şekil 4.50, 51) ile ilgili; montaj bankosu öğrenilmiş dersler bilgileri çerçevesinde poka yoke sistemlerinin etkin olacağı şekilde tasarlanmıştır. Detay parçaların uygunluğu ile ilgili tedarikçilerin sistemlerinde iyileştirme çalışmalarına gidilmiştir ve tedarikçi firmanın kendi bünyesinde kontrol süreçlerinin yoğunlaştırılması talep edilmiştir. Operatör ile ilgili olarak ise standart operasyon talimatları hazırlanmıştır ve belirli periyotlarda eğitim tekrarı yapılmaktadır.



Şekil 4.50. Eksik montaj görsel örneği



Şekil 4.51. Eksik montaj görsel örneği

- ❖ Sürtme çizik darbe problemi (Şekil 4.52, 53) ile ilgili; ara taşıma sehpaları yeniden tasarlanarak devreye alınmıştır. Montaj bankosu tasarlanırken ergonomik faktörlere özellikle dikkat edilmiştir. Ayrıca hat yerleşimi parça akış sürecinin kesintiye uğramadan devam edebilmesi açısından yeniden tasarlanmıştır. Kasalama tipi değiştirilmiştir.



Şekil 4.52. Sürtme-çizik-darbe görsel örneği



Şekil 4.53. Sürtme-çizik-darbe görsel örneği

- ❖ Versiyon hatası problemi (Şekil 4.54) ile ilgili; Montaj bankosu poka yoke sistemi revize edilmiştir, barkod okuyucu yeni sistemle uyumlu hale getirilmiştir. Operatör için standart operasyon talimatları ve görseller hazırlanmıştır ve belirli periyotlarda eğitim tekrarı yapılmaktadır.



Şekil 4.54. Versiyon hatası görsel örneği

Montaj bankosu tasarımında yapılan tüm çalışmalar aşağıdaki özellikler sağlanmalıdır:

1) İŞİN TANIMI

Yeni proje modeli için aşağıda listesi verilen montaj elemanlarının ön tampona montajını sağlayacak; ön ızgara toplama montaj bankosu, tampon montaj bankosu (A ve B istasyonlu) ve sis far kontrol bankosu için montaj aparatı ve kontrol ekipmanlarını içeren tezgahın komple üretilmesi.

2) TEZGAH ÖZELLİKLERİ

Tezgah üzerinde yapılacak montaj işlemleri manuel olarak yapılacak olup genel olarak aşağıdaki gibidir;

Izgara Alt Montajı :

1. Logo montajı
2. Porto logo klips montajı (2 adet)
3. Çıta klips montajı (2 adet)

4. Porto logo-ızgara montajı
5. Alt çıta –ızgara montajı
6. Izgara bağlantılarına metal klips montajı (2 adet)
7. Vidaların sıkılması (4 adet)

Ön Tampon Montajı :

Montaj bankosu A ve B istasyonundan oluşmaktadır.

A istasyonu (Yükleme):

1. Üst ızgara montajı
2. Alt ızgara metal klips takılması (2 adet)
3. Alt ızgara montajı
4. Sis far kapağı montajı (sağ/sol)
5. Varlık yokluk sensörleri ile detay parçalar kontrol edilecek.
6. Tamponun B istasyonuna döndürülmesi

B istasyonu (Vidalama + Boşaltma)

1. Ön tampon kulaklarına 4 adet metal klips takılması
2. Tampon alt parça montajı için metal klips takılması
3. Ön tampona alt parçanın montajı
4. Montajı yapılan detay parçaların vidalanması (4 adet)
5. Varlık yokluk sensörleri ile detay parçalar kontrol edilecek.
6. Boyahane barkodu üzerindeki renk koduna göre tampon kontrol edilecek.

Tampon sis farlı ise (referansa göre yapılan işlemler) montaj

Sis far vidalama

Tamponun alınması

Sis Far Kontrol Bankosu :

İki adet sis farının bankonun üzerinden elektrik beslemesinin sağlanarak aktif edilmesi ve far ayar cihazları ile seviye ayarının ana sanayi firmasının normuna uygun olarak yapılacaktır.

Tezgahın, tampona monte edilecek detay parçaları ve klipslerin takılmasını engellemeyecek ve tamponun yükleme ve boşaltılmasında ergonomi sağlayacak şekilde olması, ayrıca tampon parçasının plastik bir parça olduğu göz önüne alınarak parçanın tezgâhta konumlandırılması ve montaj esnasında herhangi bir deformasyona mahal vermeyecek şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Bunun için;

- ▶ Tezgah karkası, operatörün montaj işlemlerini ve sis far ayar işlemini rahatlıkla yapabilecek yükseklikte olacak ve daha sonra yükseklik ve denge ayarı yapabilmek için tezgahta yükseklik ayarlı ayaklar olacaktır.
- ▶ Montaj bankosu A ve B kısmından oluşacak olup, A kısmı yükleme ve montaj, B kısmı sıkma ve boşaltma operasyonlarına uygun olacak şekilde döner tablalı olmalıdır.
- ▶ Hattın hızlanması gerektiğinde A ve B istasyonu birbirinden bağımsız olarak çalıştırılması istenecektir.
- ▶ Her iki istasyon için ayrı ayrı barkod çıkarılması gerekecektir.
- ▶ Barkod ekte yer alan dokümana göre oluşturulacaktır.

Tezgah üzerinde bulunacak genel elemanlar;

- 1) Montaj ve ayar esnasında ön tampon kompleksini sabitleyecek ve kendi yatay ekseninde dönebilen aparat,
- 2) Üzerinde ön tampon bulunan dönebilen aparatı döndürmek için frenli bir elektrik motoru, redüktör grubu ve pozisyonlama elemanları (proxi.)
- 3) Dönebilen aparat üzerinde perneler (birbiri üzerine gelen parçaları tutturmaya yarayan aparat) ve elektropnomatik klempler,

- 4) Sis farlarının seviye ayarınının yapılmasını sağlayan optoelektronik (ışın taşıyıcı) ölçüm cihazları,
- 5) Sis farlarının ayar anında elektriksel beslemesini sağlayacak olan soketler,
- 6) Pnomatik sistemler için gerekli hava şartlandırma elemanları
- 7) Döner aparatın durma pozisyonlarında pozisyon kararlılığı sağlamaya yarayacak pernelar.
- 8) Tezgahın üst kısmında asılı olacak ve operatörün rahatlıkla çalışmasına imkan verecek şekilde konumlandırılmış tork tabancası (Her iki istasyonda da olacak.) bulunacaktır.

Tezgahın otomasyon kısmında aşağıdaki özellikler sağlanmalıdır;

1. Tezgahın otomasyonu bir adet Siemens S7 300 serisi MMC'li PLC ile yapılacaktır.
2. Kontrol panosu üzerinde tezgahın durumunu gösteren sinyal lambaları olacaktır. (Yükleme pozisyonu, manuel / otomatik, hata vb.) (Ampulsüz ledli sinyal lambası seçilecektir.)
3. Sensörlerin durumları ekrandan izlenilebilecek.
4. Müşteri jit bilgisine göre yapılacak olan tampon görülmesi sağlanacak.
5. Jit bilgisine göre toplanan tampon için barkod etiketi yazdırılacak.
6. Kontrol panosu içerisinde ön sis farlarının beslemesini sağlayacak kısa devre korumalı güç kaynağı olacaktır.
7. Tezgah dönme ve kilitleme işlemini operatörün güvenliğini sağlamak amacı ile çift el kumanda butonu ihtiva eden bir kontrol kutusundan yapacaktır.
8. Optik far ayar cihazları firma tarafından temin edilecektir. Bu cihazları üzerinde fardan çıkan ışık huzmesinin belirlenen seviyenin neresinde olduğunu gösteren yön göstergeleri olacaktır. Bu göstergelere göre far ayarını yapan operatör far ayar vidalarını gösterilen yönde ayarlayacaktır. (Yukarı veya aşağı) Ayar sonucunun olumlu olduğunu gösteren bir ışıklı sinyal de olacaktır.
9. Kumanda panosu üzerinde tezgâhı manuel kumanda etmek için gerekli butonlar olacaktır. (hata reset, ana pozisyona dön, yükleme pozisyonuna dön, klempleri aç/kapa vb.)

10. Farların ayar işlemi bittiği anda (her iki fardan da seviye ayarı olumlu sonucu geldiğinde) farların beslemesi otomatik olarak kesilerek operatöre işlem sonucu olumlu olduğunu ve ayar işleminin bittiğini kontrol panelinde göstermelidir.
11. Sis far çerçevesi ve ızgaraların montaj esnasında takılıp takılmadığını kontrol edecek sensörler olacaktır. Ancak özellikle ızgaranın yatay çizgileri ve korniş kısmında hassas kaplamalar olacağından buralardan temas yoluyla algılama yapılmamalıdır.
12. Optik ayar gruplarının periyodik olarak yapılması gereken kalibrasyon işlemleri için üzerinde iki adet sis farı veya kullanılacak ölçüm ünitelerinin destekleme özelliği varsa üzerinde laser pointer olan metalden yapılmış bir kalibro imal edilecektir.
13. Tezgahta, işlem yapılan tampon sayısı, işlem süresi, OEE (Overall Equipment Efficiency) gibi performans göstergelerini, çalışan operatör bazında hesaplayıp kaydedecek ve bu kayıtlar için uygun bir erişim güvenliği sağlayacak şekilde bir software olmalıdır.

3) OPERASYONLARIN TANIMI

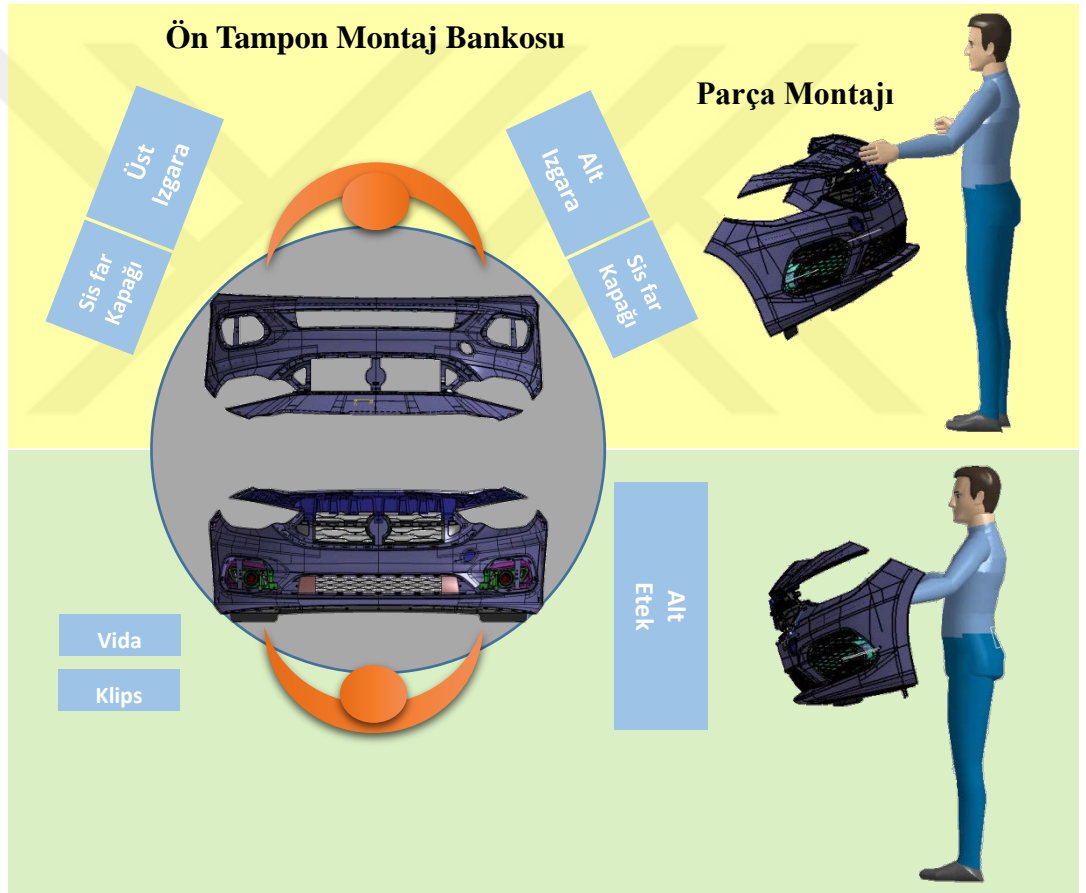
Yapılacak operasyonları sırası ile;

1. Ön tampon kasadan alınarak döner aparat üzerindeki pernelere oturtulması,
2. Çift el kumanda butonundan gelen onay ile döner aparatın üzerindeki elektropnomatik klemlerin kapanarak tamponu sabitlemesi,
3. Toplanmış olan üst ızgaranın tampona takılması,
4. Alt ızgaranın 2 adet metal klips yardımıyla tampona takılması,
5. Sis far kapağı montajı yapılması,
6. Çift el kumanda butonuna basarak A istasyonundan B istasyonuna dönerek geçmesinin sağlanması,
7. B istasyonunda detay parçaların vidalama operasyonu yapılması,
8. Çift el kumanda butonu ile aparatın ilk pozisyonuna dönmesi ve tablanın kendi etrafında dönerek A pozisyonundan B pozisyonuna geçmesi sıkma işleminin

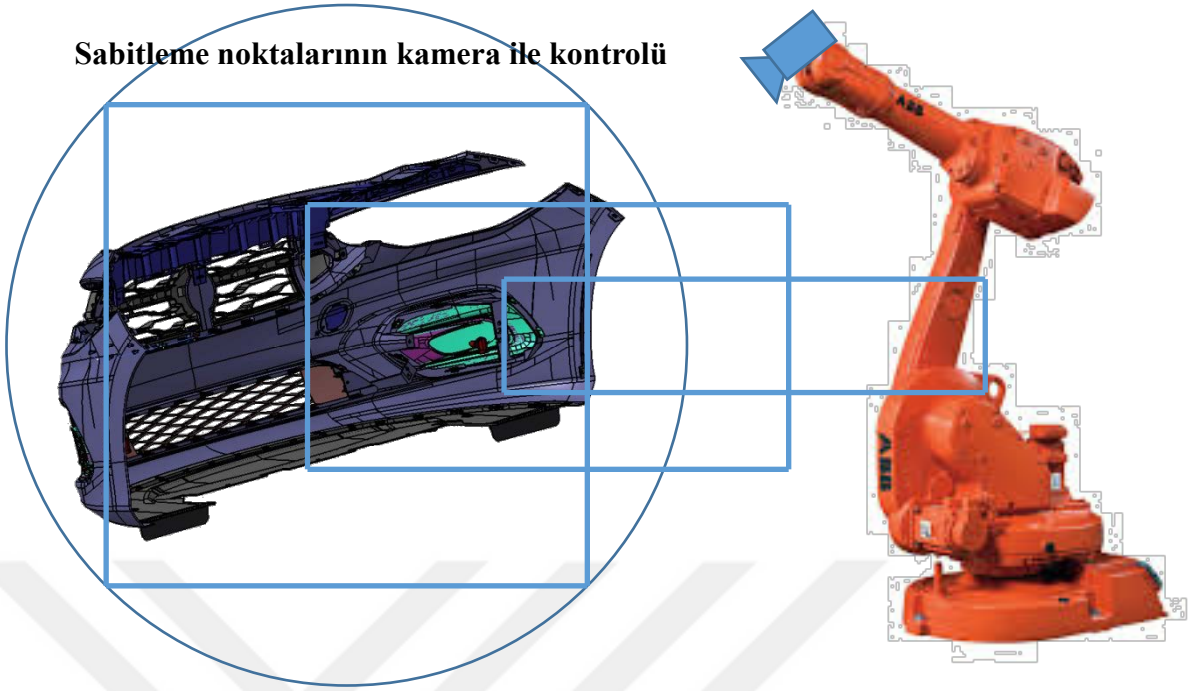
yapılması, elektropnomatik klemplerin açılarak montajı ve ayarı bitmiş ön tamponun operatör tarafından aparat üzerinden alınması, şeklinde olacaktır.

9. Sis far kontrol bankosunda sağ ve sol sis farlarının elektrik besleme soketlerini takarak farların yanması ve farların eğimin optik ölçüm cihazlarından gelen yön bilgisine göre ayarının yapılması, işlem sonunda elektrik besleme soketlerinin sökülmesi.

Ön tampon montaj bankosu görseli Şekil 4.55’de verilmiştir. Sabitleme noktalarının kamera kontrolü ile ilgili görsel Şekil 4.56’da verilmiştir.

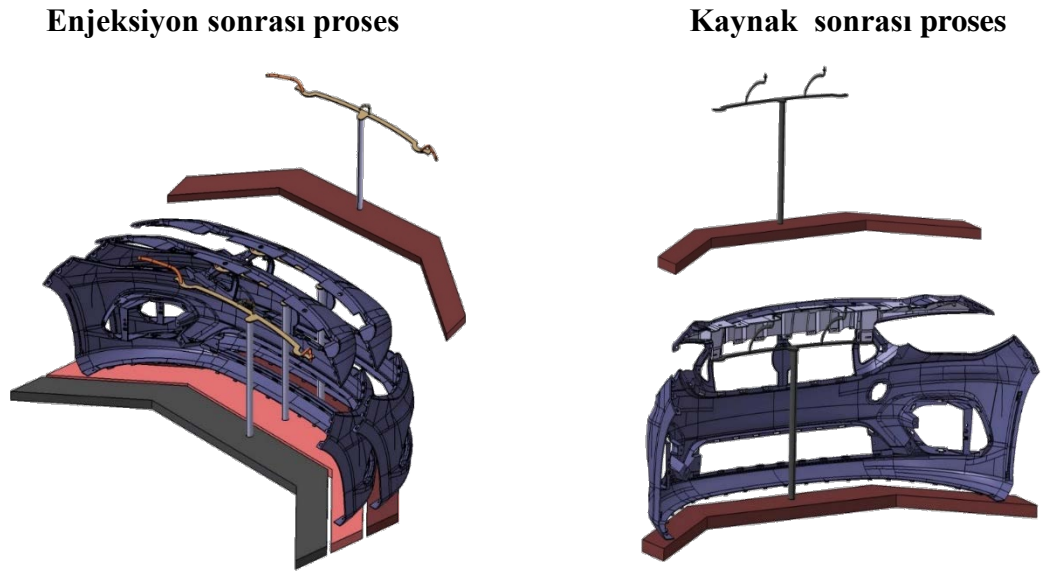


Şekil 4.55. Ön tampon montaj bankosu



Şekil 4.56. Montaj sabitleme noktaları kamera ile kontrolü görsel örneği

Ara taşıma arabaları ile ilgili yapılan iyileştirme çalışmalarında ise; parçaların birbirine ya da arabaya sürtünmesi kaynaklı çizik probleminin önlenmesi ve parçanın formuna uygun şekilde taşınması sağlanmıştır (Şekil 4.57).



Şekil 4.57. Ara taşıma arabaları görsel örneği

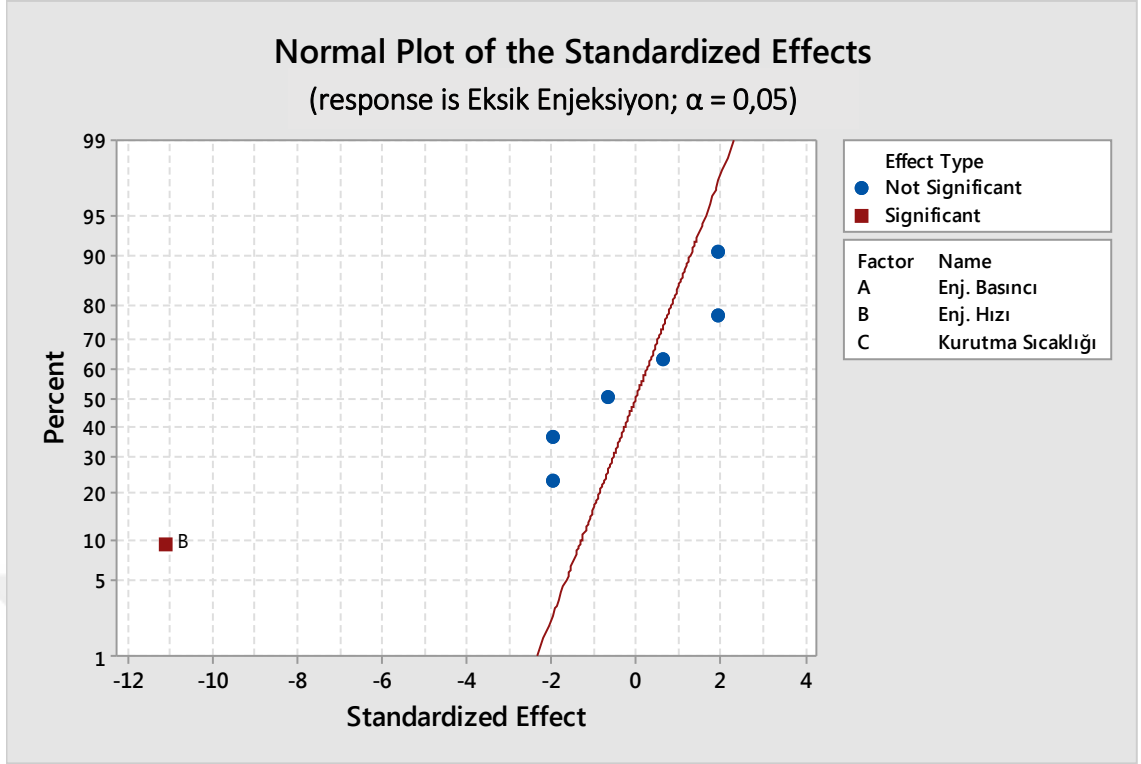
4.5. İyileştirme Çalışmalarının Süreç Bazlı Kontrolü ve Sonuçların Doğrulanması

Ürün sürecindeki enjeksiyon, boya ve montaj olmak üzere üç ana proses aşaması için yapılan iyileştirme çalışmalarının sonuçlara yansımaları kontrol edilmiş ve faktör etkileri doğrulanmıştır. Her bir bölüm için müşteride en fazla karşılaşılan ve/veya karşılaşılabilecek hata türleri ve hatalara etki ettiği düşünülen faktörler iyileştirme çalışmaları sonrası durumu doğrulamak amacı ile Minitab programında sayısal verilerle analiz edilmiştir.

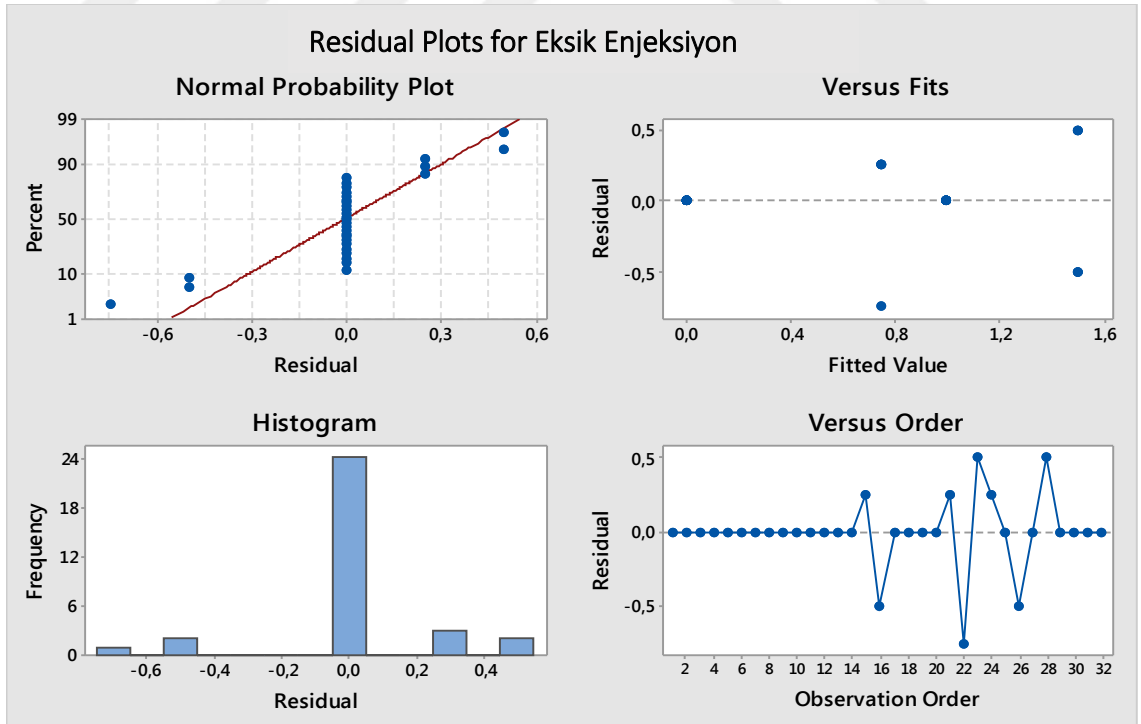
- Enjeksiyon prosesinde incelenen hata türleri; Eksik enjeksiyon ve çizik
- Boya prosesinde incelenen hata türleri; Boya akması, krater ve toz
- Montaj prosesinde incelenen hata türleri; Versiyon hatası, eksik montaj ve sürtme-çizik-darbe

4.5.1. Eksik Enjeksiyon

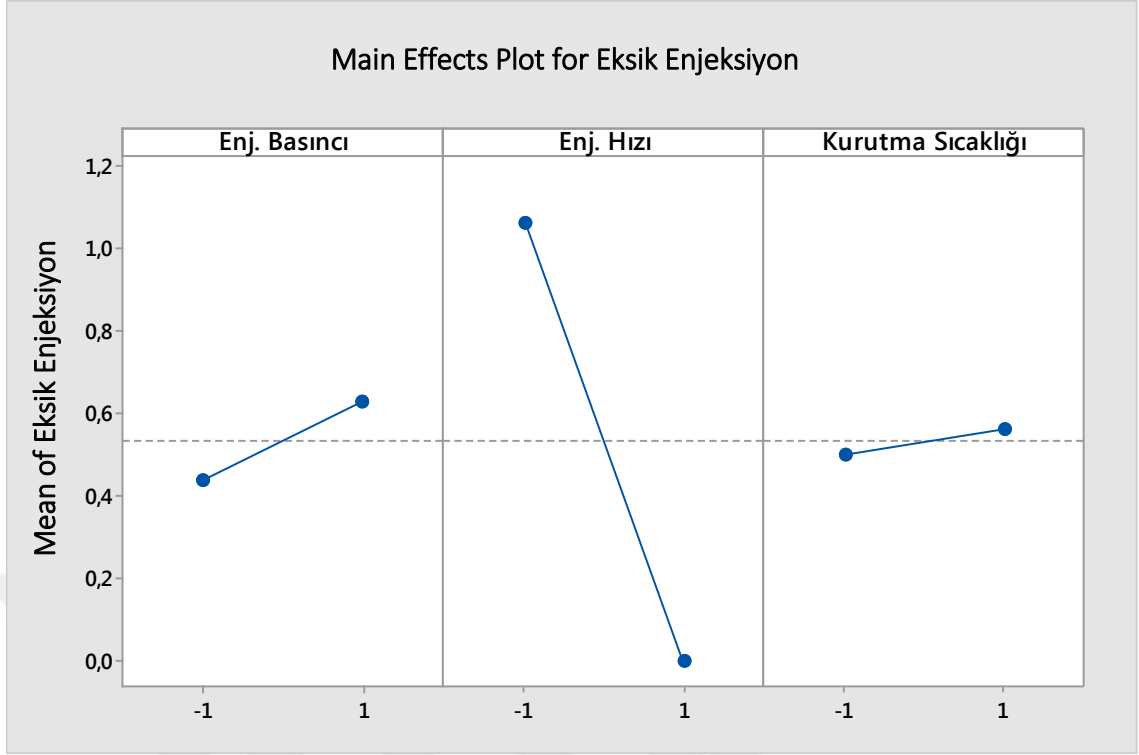
Eksik enjeksiyon hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: enjeksiyon basıncı, enjeksiyon hızı ve kurutma sıcaklığıdır. İyileştirme çalışmaları sonrasında 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.58, 59, 60, 61 ve Çizelge 4.17’de gösterilmiştir. Analiz sonucunda; enjeksiyon faktörü etkin çıkmıştır.



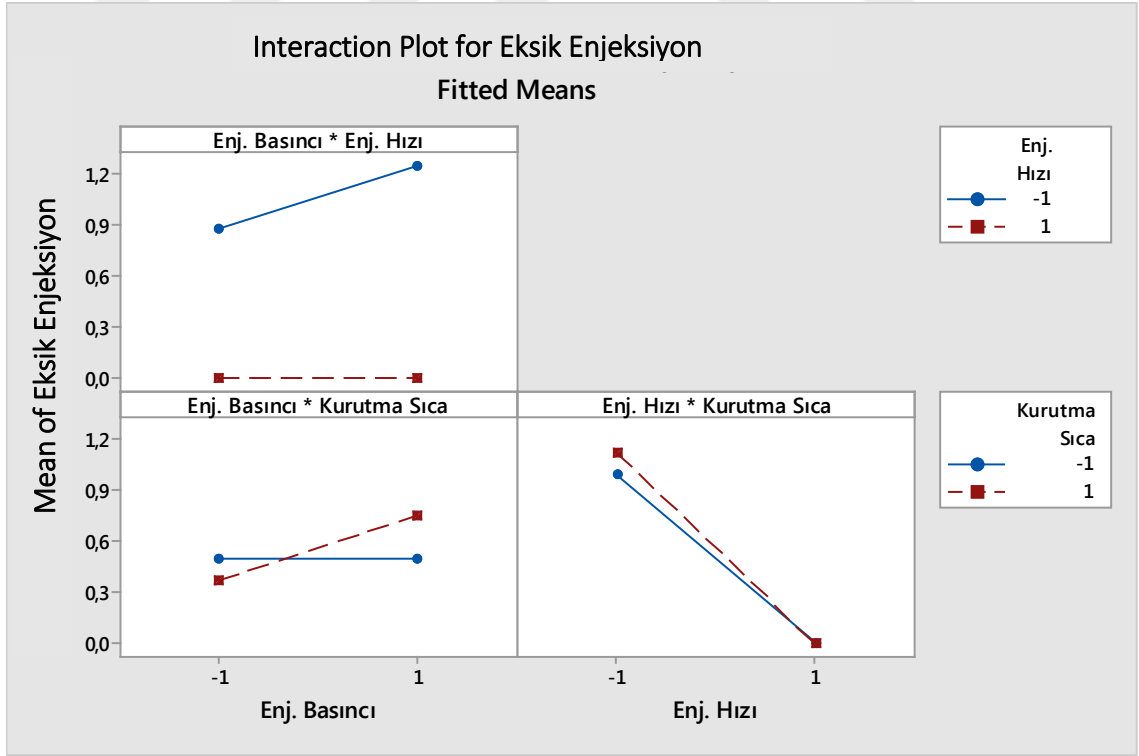
Şekil 4.58. Eksik enjeksiyon hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.59. Eksik enjeksiyon hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.60. Eksik enjeksiyon hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.61. Eksik enjeksiyon hata türü etkileşim dağılım grafiği

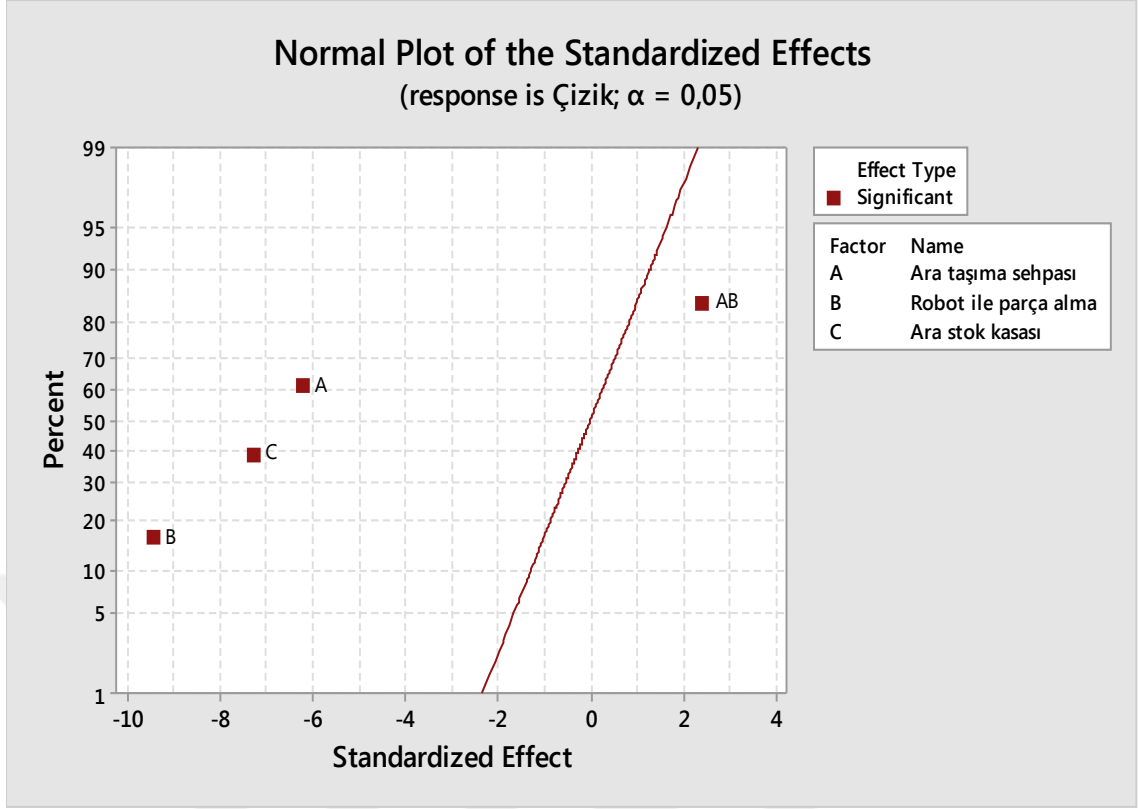
Çizelge 4.17. Eksik enjeksiyon Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	10,2188	1,45982	20,02	0,000
Linear	3	9,3438	3,11458	42,71	0,000
Enj. Basıncı	1	0,2812	0,28125	3,86	0,061
Enj. Hızı	1	9,0313	9,03125	123,86	0,000
Kurutma Sıcaklığı	1	0,0313	0,03125	0,43	0,519
2-Way Interactions	3	0,5938	0,19792	2,71	0,067
Enj. Basıncı*Enj. Hızı	1	0,2813	0,28125	3,86	0,061
Enj. Basıncı* Kurutma Sıcaklığı	1	0,2812	0,28125	3,86	0,061
Enj. Hızı*Kurutma Sıcaklığı	1	0,0312	0,03125	0,43	0,519
3-Way Interactions	1	0,2813	0,28125	3,86	0,061
Enj. Basıncı* Enj. Hızı*Kurutma Sıcaklığı	1	0,2813	0,28125	3,86	0,061
Error	24	1,7500	0,07292		
Total	31	11,9688			

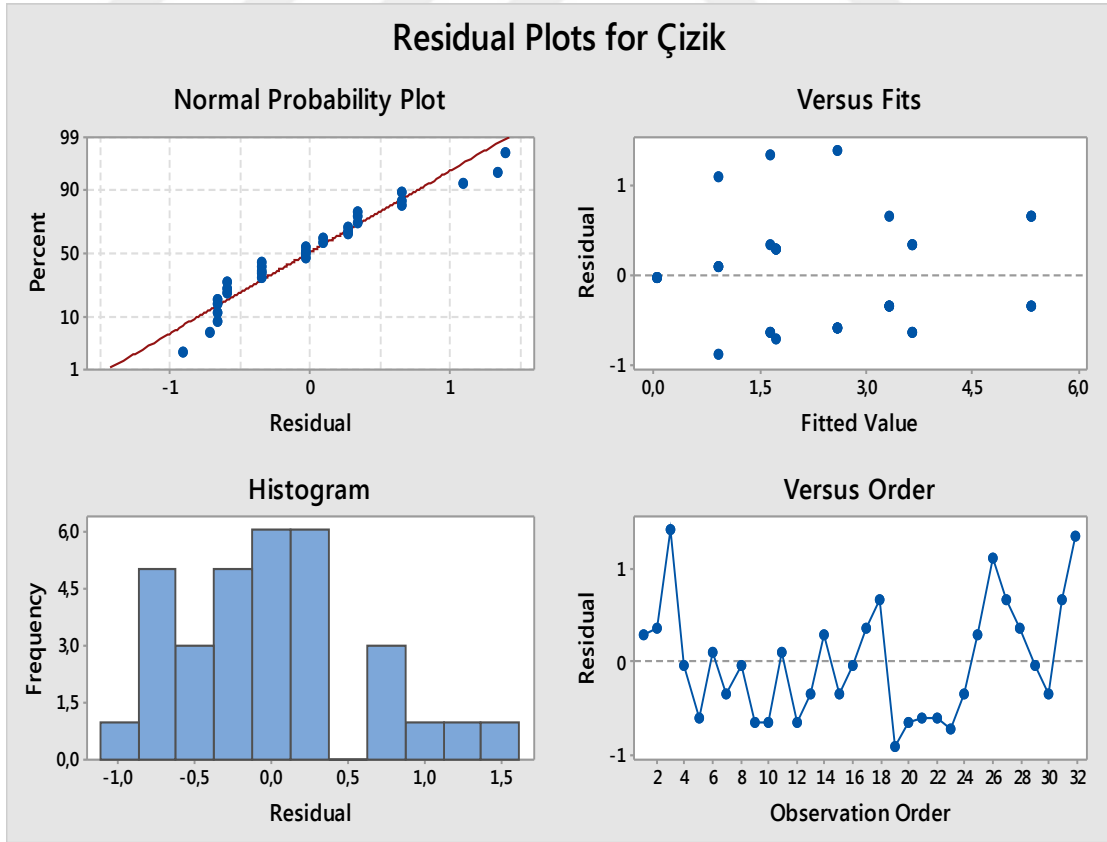
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 85,38 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.5.2. Çizik

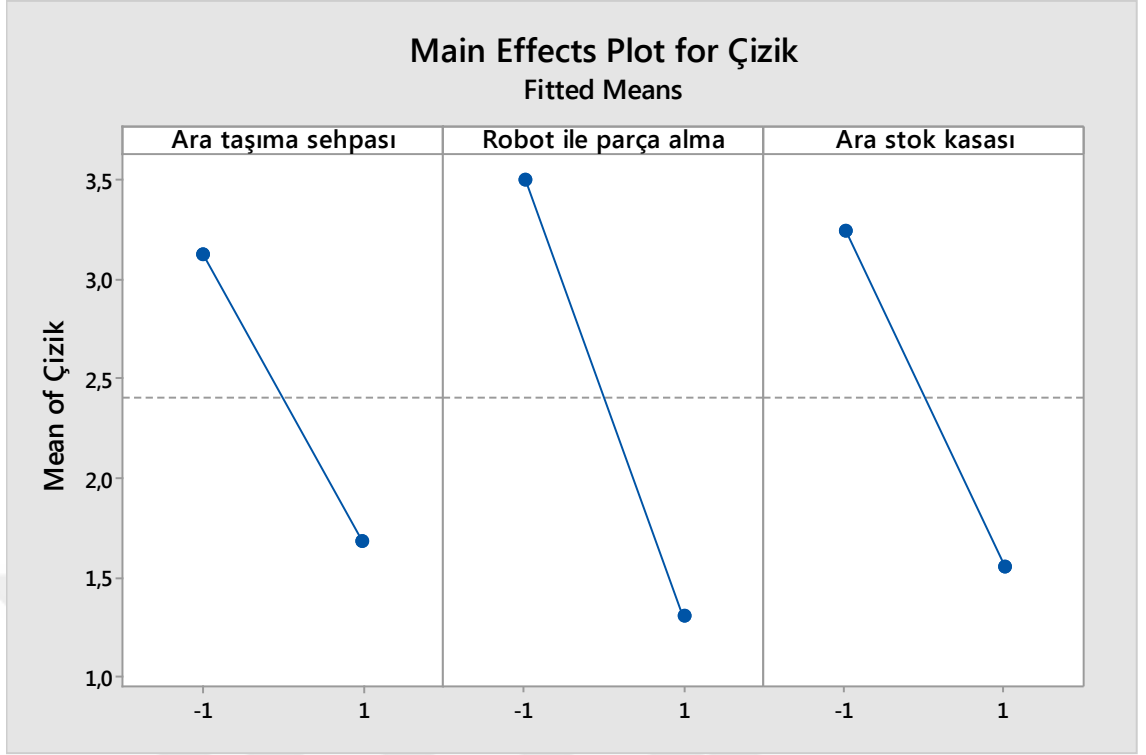
Çizik hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: ara taşıma sehpası, robot ile parça alma ve ara stok kasasıdır. İyileştirme çalışmaları sonrasında 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.62, 63, 64, 65 ve Çizelge 4.18’de gösterilmiştir. Analiz sonucunda; ara taşıma sehpası, robot ile parça alma ve ara stok kasası faktörleri ile ara taşıma sehpası ve robot ile parça alma faktör etkileşimi etkin çıkmıştır.



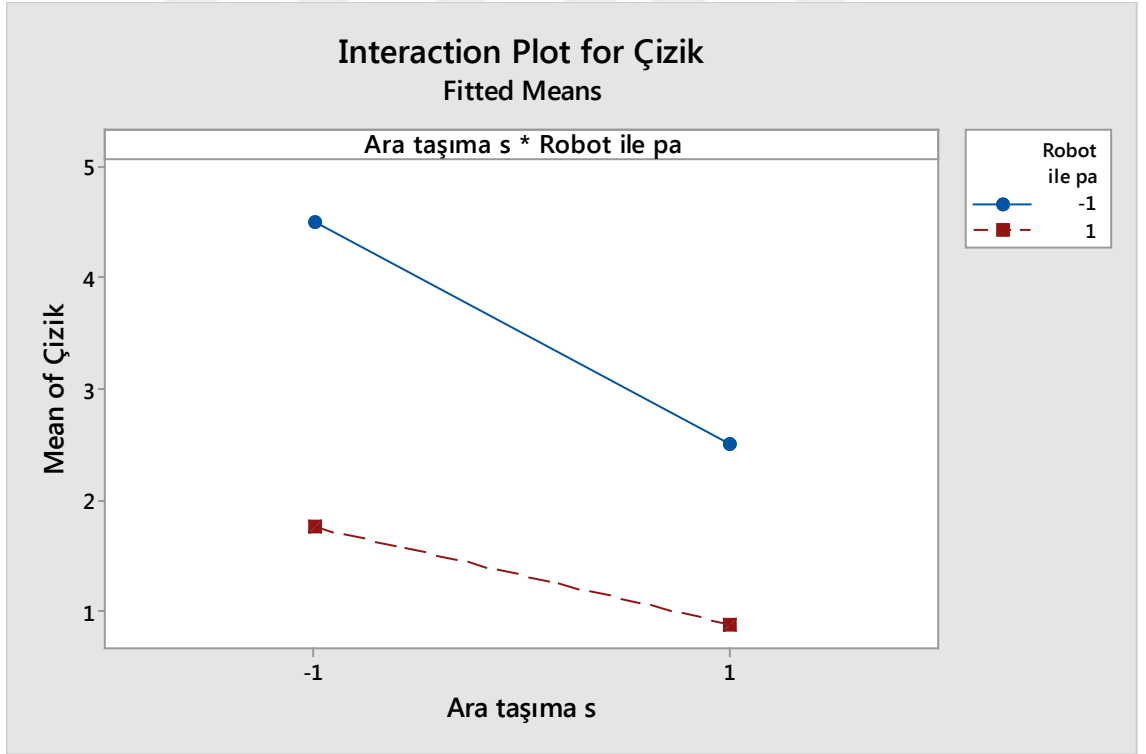
Şekil 4.62. Çizik hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.63. Çizik hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.64. Çizik hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.65. Çizik hata türü etkileşim dağılım grafiği

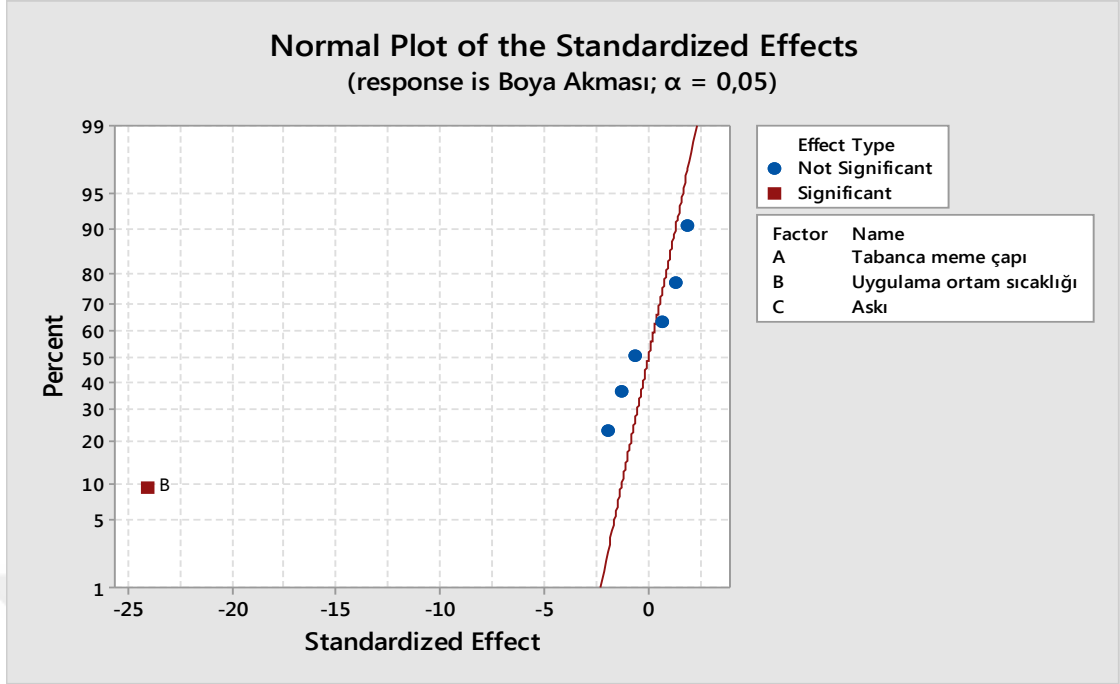
Çizelge 4.18. Çizik Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	4	80,1250	20,0313	46,65	0,000
Linear	3	77,5938	25,8646	60,23	0,000
Ara taşıma sehпасı	1	16,5313	16,5313	38,50	0,000
Robot ile parça alma	1	38,2813	38,2813	89,15	0,000
Ara stok kasası	1	22,7813	22,7813	53,05	0,000
2-Way Interactions	1	2,5312	2,5312	5,89	0,022
Ara taşıma sehпасı*Robot ile parça alma	1	2,5312	2,5312	5,89	0,022
Error	27	11,5938	0,4294		
Lack-of-Fit	3	0,3438	0,1146	0,24	0,864
Pure Error	24	11,2500	0,4688		
Total	31	91,7188			

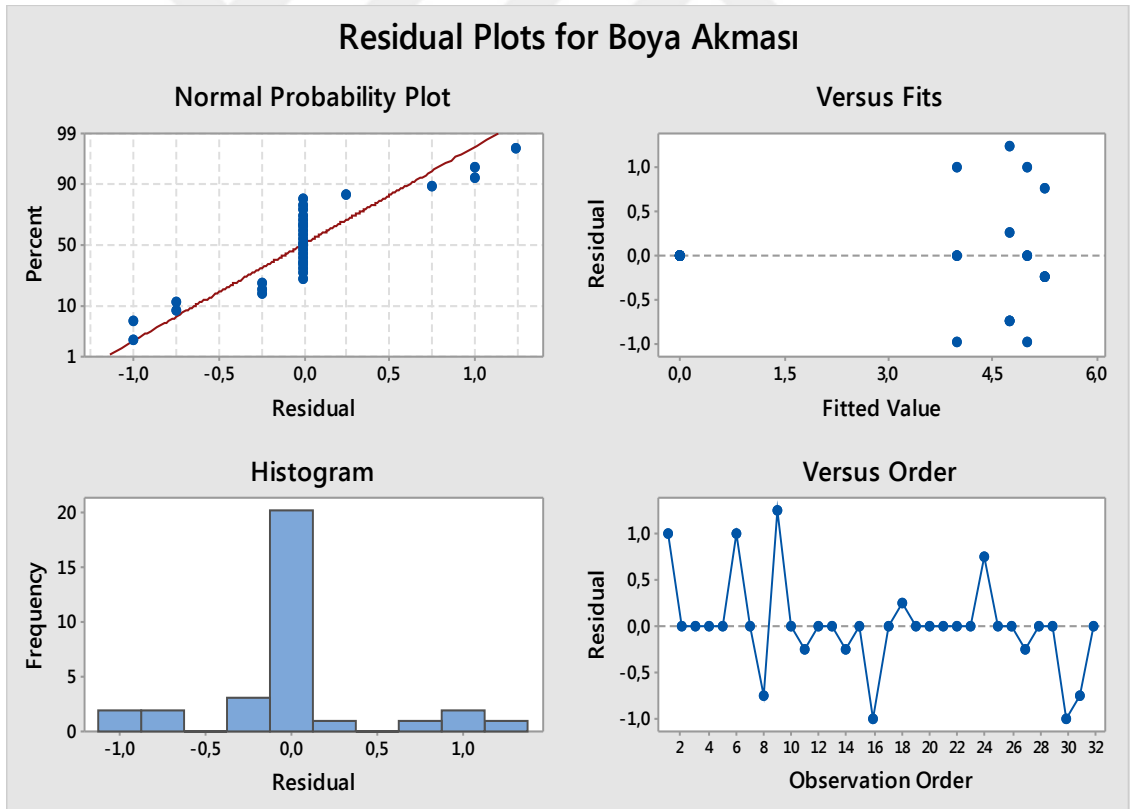
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 87,36 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.5.3. Boya Akması

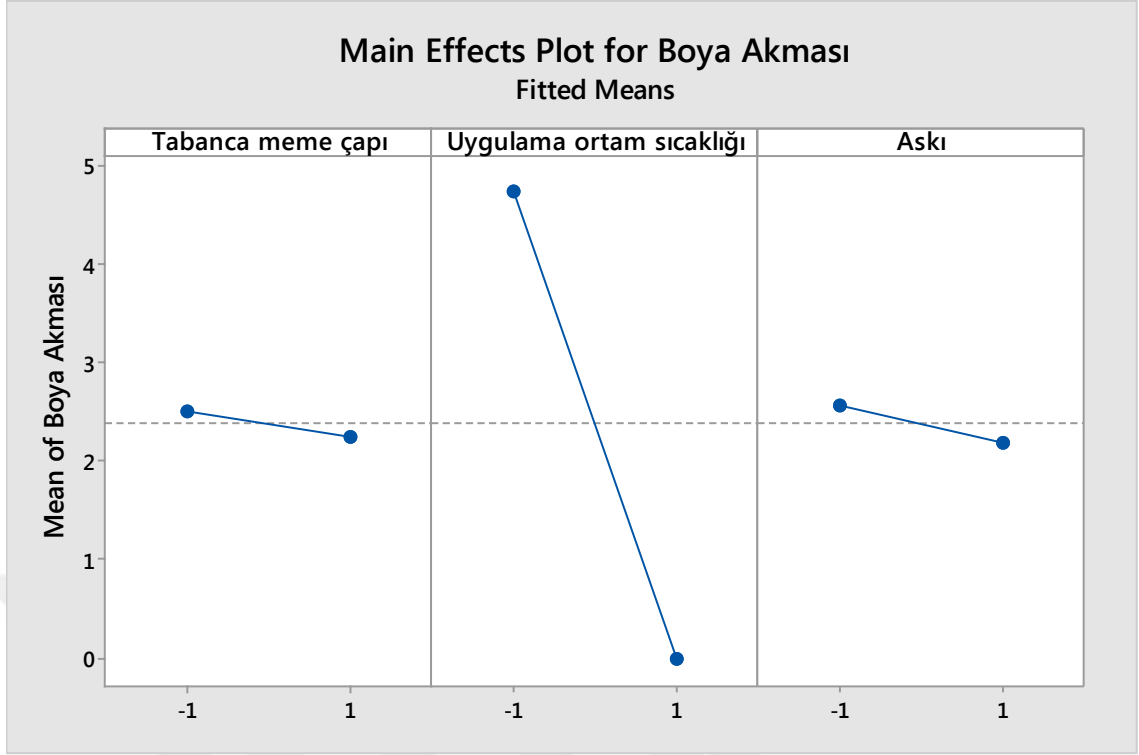
Boya Akması hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: tabanca meme çapı, uygulama ortam sıcaklığı ve askıdır. İyileştirme çalışmaları sonrasında 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.66, 67, 68, 69 ve Çizelge 4.19'da gösterilmiştir. Analiz sonucunda uygulama ortam sıcaklığı faktörü etkin çıkmıştır.



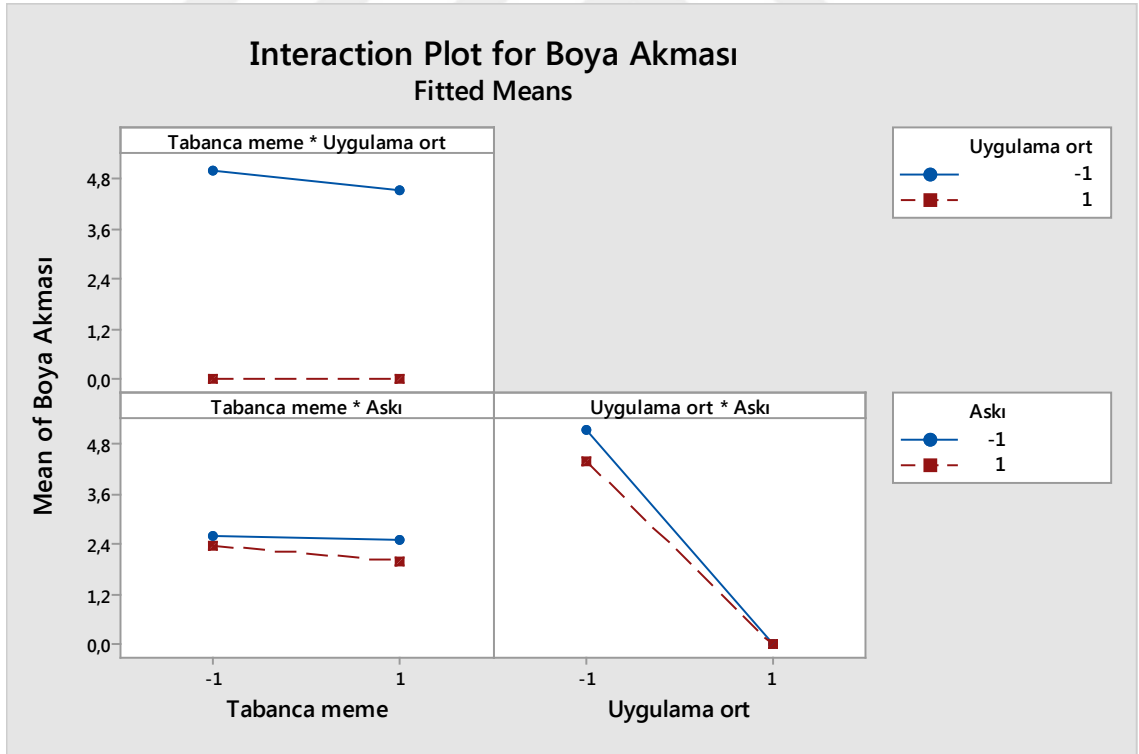
Şekil 4.66. Boya akması hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.67. Boya akması hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.68. Boya akması hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.69. Boya akması hata türü etkileşim dağılım grafiği

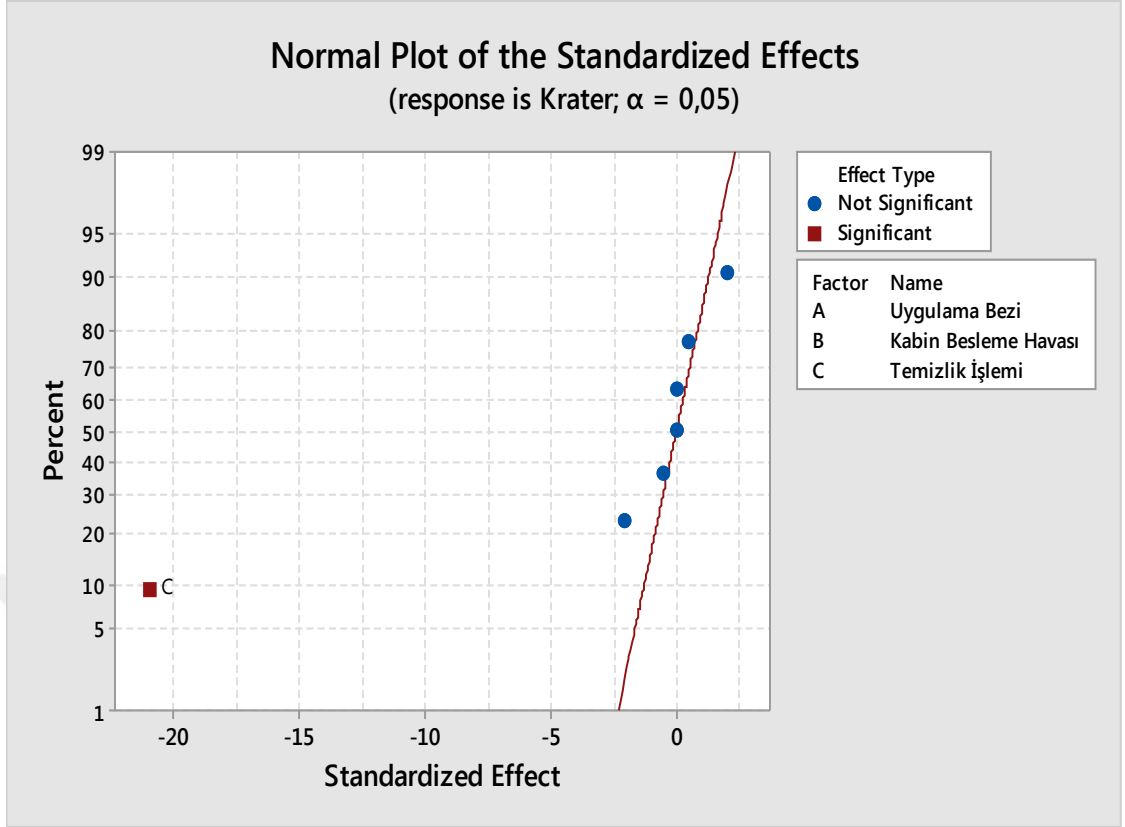
Çizelge 4.19. Boya akması Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	184,000	26,286	84,11	0,000
Linear	3	182,125	60,708	194,27	0,000
Tabanca meme çapı	1	0,500	0,500	1,60	0,218
Uygulama ortam sıcaklığı	1	180,500	180,500	577,60	0,000
Askı	1	1,125	1,125	3,60	0,070
2-Way Interactions	3	1,750	0,583	1,87	0,162
Tabanca meme çapı* Uygulama ortam sıcaklığı	1	0,500	0,500	1,60	0,218
Tabanca meme çapı*Askı	1	0,125	0,125	0,40	0,533
Uygulama ortam sıcaklığı* Askı	1	1,125	1,125	3,60	0,070
3-Way Interactions	1	0,125	0,125	0,40	0,533
Tabanca meme çapı* Uygulama ortam sıcaklığı*Askı	1	0,125	0,125	0,40	0,533
Error	24	7,500	0,313		
Total	31	191,500			

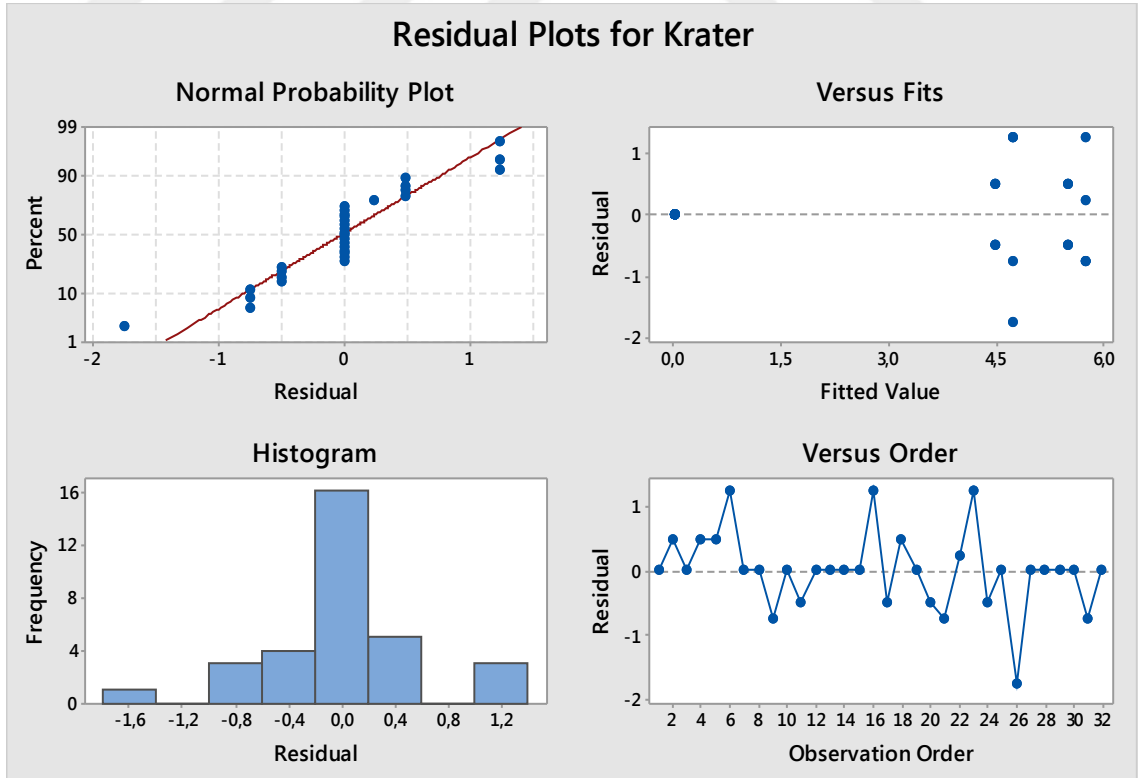
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 96,08 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.5.4. Krater

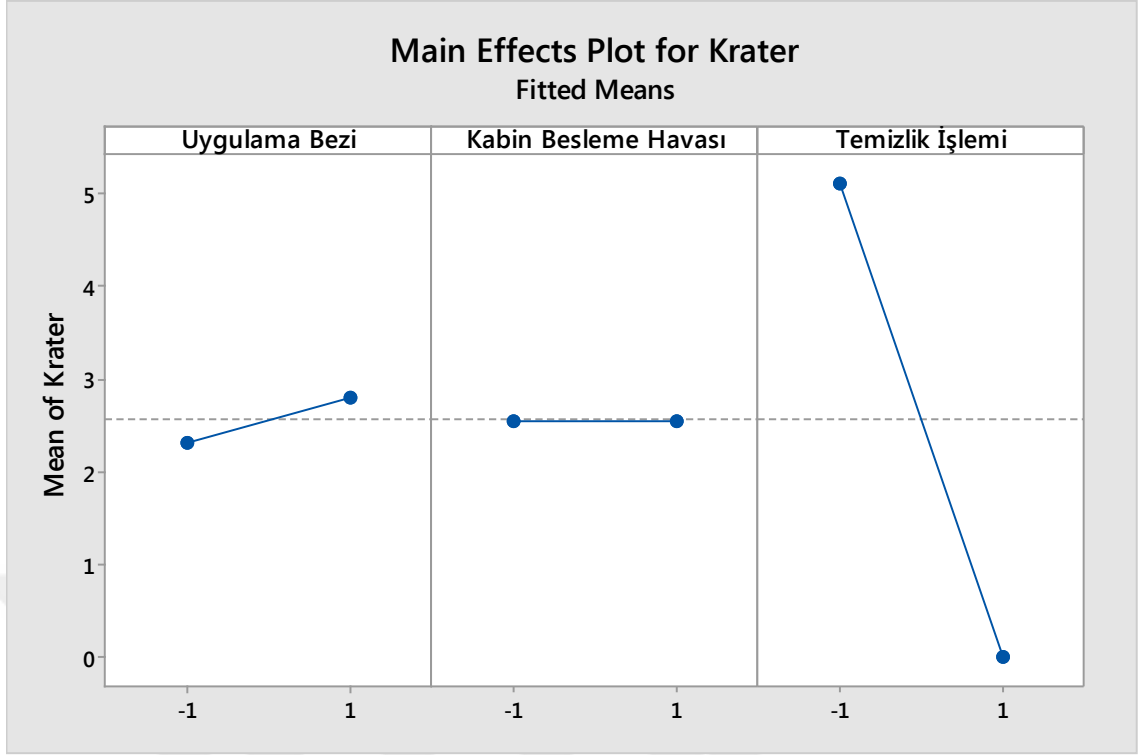
Krater hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: uygulama bezi, kabin besleme havası ve temizlik işlemidir. İyileştirme çalışmaları sonrasında 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.70, 71, 72, 73 ve Çizelge 4.20'de gösterilmiştir. Analiz sonucunda temizlik işlemi faktörü etkin çıkmıştır.



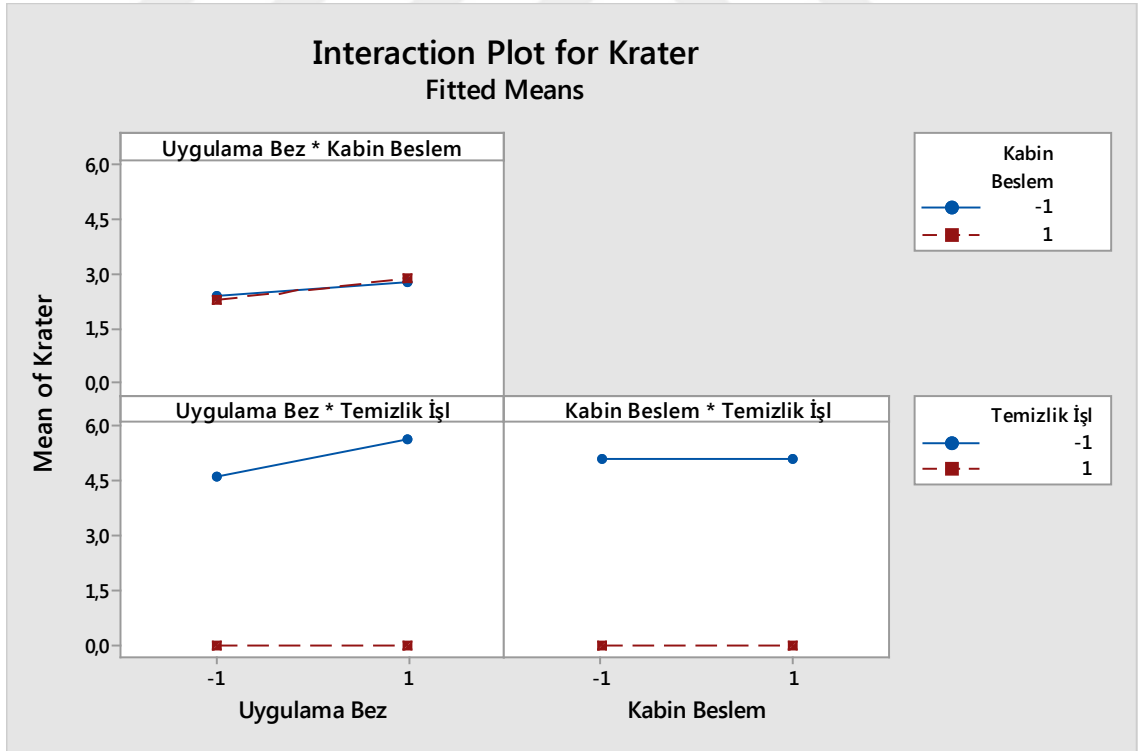
Şekil 4.70. Krater hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.71. Krater hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.72. Krater hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.73. Krater hata türü etkileşim dağılım grafiği

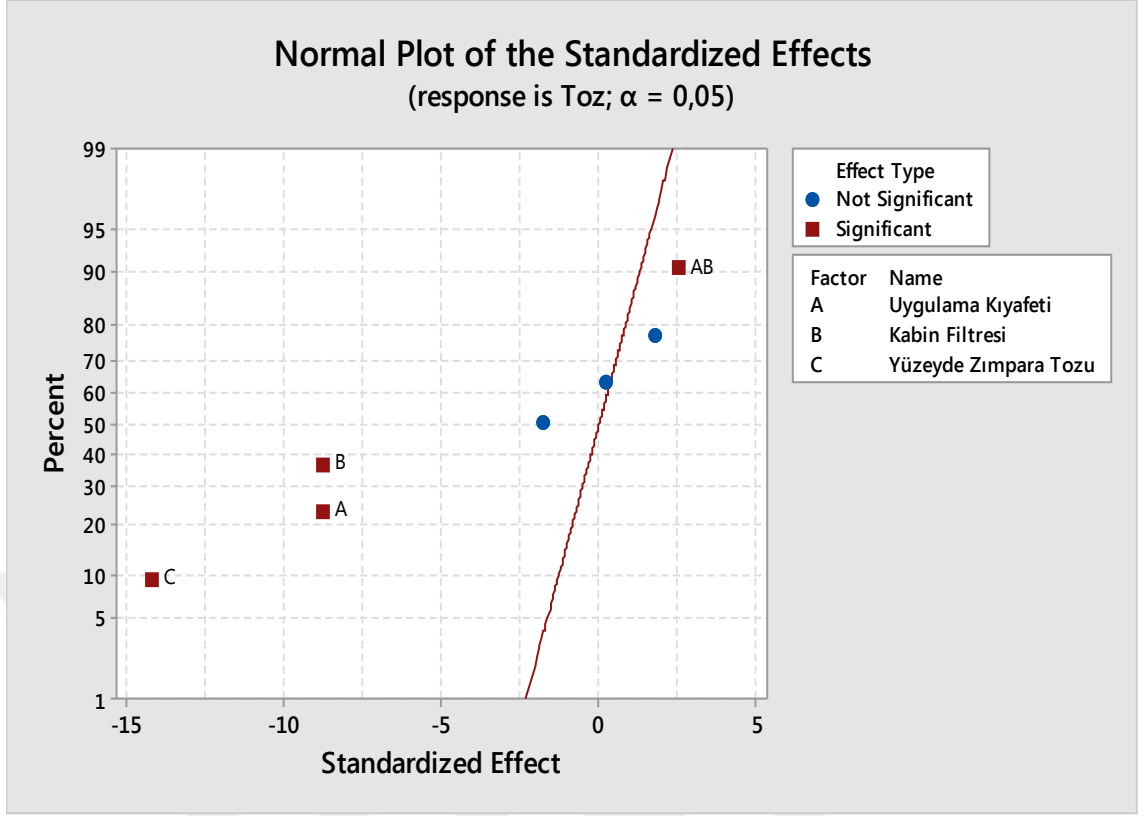
Çizelge 4.20. Krater Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	214,375	30,625	63,91	0,000
Linear	3	212,125	70,708	147,57	0,000
Uygulama Bezi	1	2,000	2,000	4,17	0,052
Kabin Besleme Havası	1	0,000	0,000	0,00	1,000
Temizlik İşlemi	1	210,125	210,125	438,52	0,000
2-Way Interactions	3	2,125	0,708	1,48	0,246
Uygulama Bezi* Kabin Besleme Havası	1	0,125	0,125	0,26	0,614
Uygulama Bezi* Temizlik İşlemi	1	2,000	2,000	4,17	0,052
Kabin Besleme Havası* Temizlik İşlemi	1	0,000	0,000	0,00	1,000
3-Way Interactions	1	0,125	0,125	0,26	0,614
Uygulama Bezi* Kabin Besleme Havası* Temizlik İşlemi	1	0,125	0,125	0,26	0,614
Error	24	11,500	0,479		
Total	31	225,875			

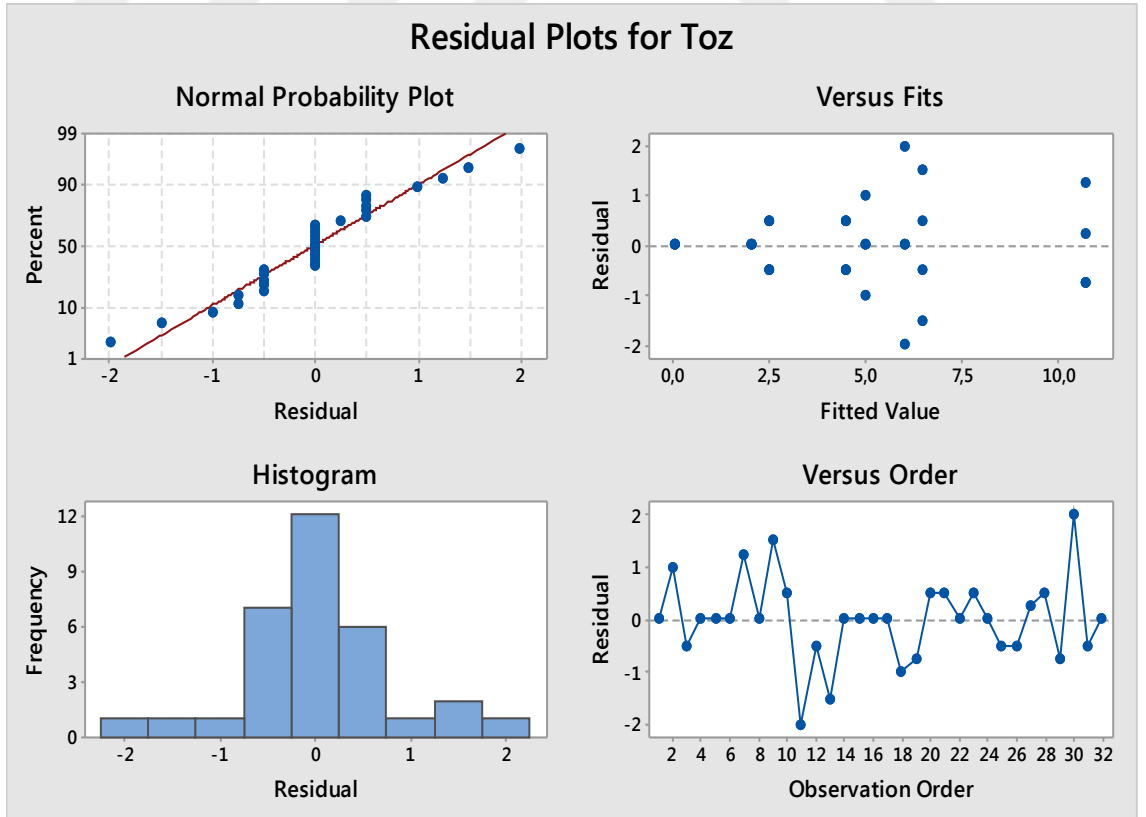
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 94,91 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.5.5. Toz

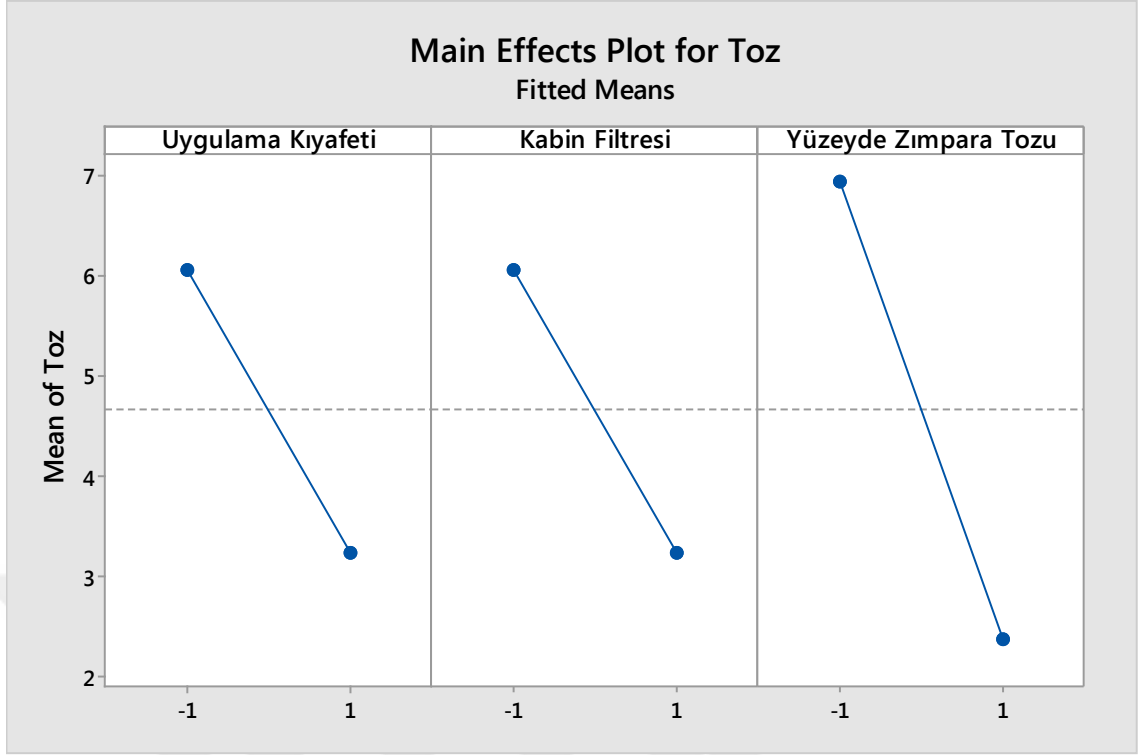
Toz hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: uygulama kıyafeti, kabin filtresi ve yüzeyde zımpara tozudur. İyileştirme çalışmaları sonrasında 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.74, 75, 76, 77 ve Çizelge 4.21’de gösterilmiştir. Analiz sonucunda uygulama kıyafeti, kabin filtresi ve yüzeyde zımpara tozu faktörleri ile uygulama kıyafeti ve kabin filtresi ikili faktör etkileşimi etkin çıkmıştır.



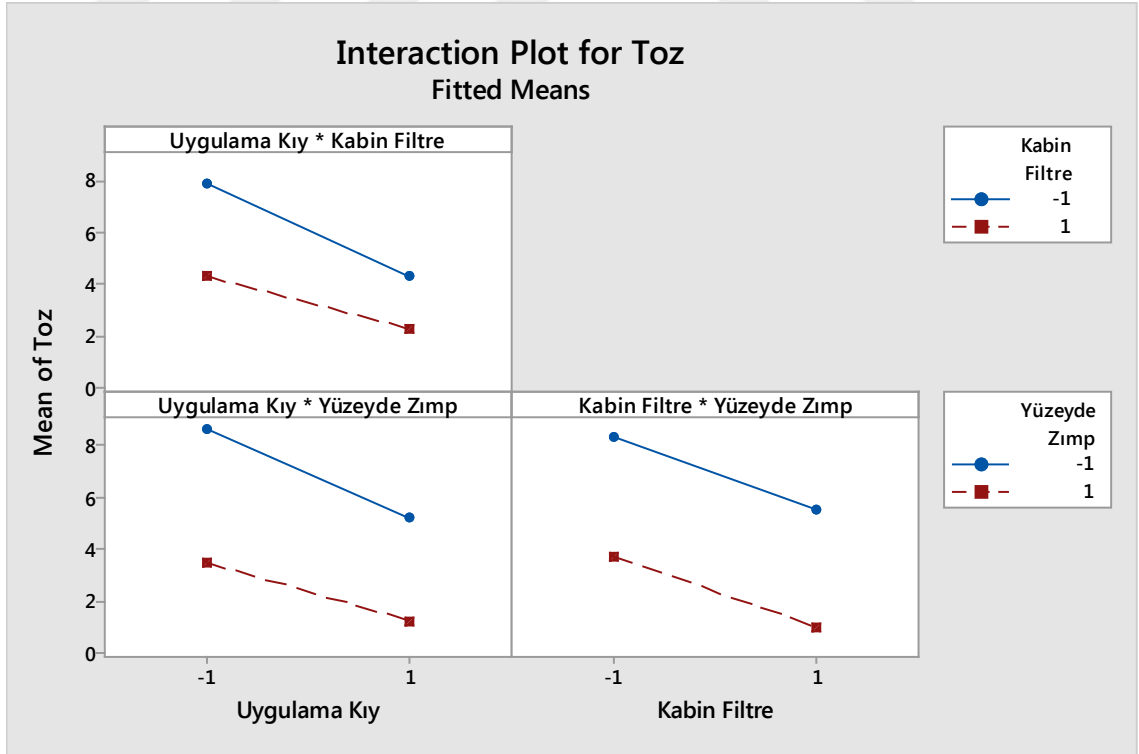
Şekil 4.74. Toz hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.75. Toz hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.76. Toz hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.77. Toz hata türü etkileşim dağılım grafiği

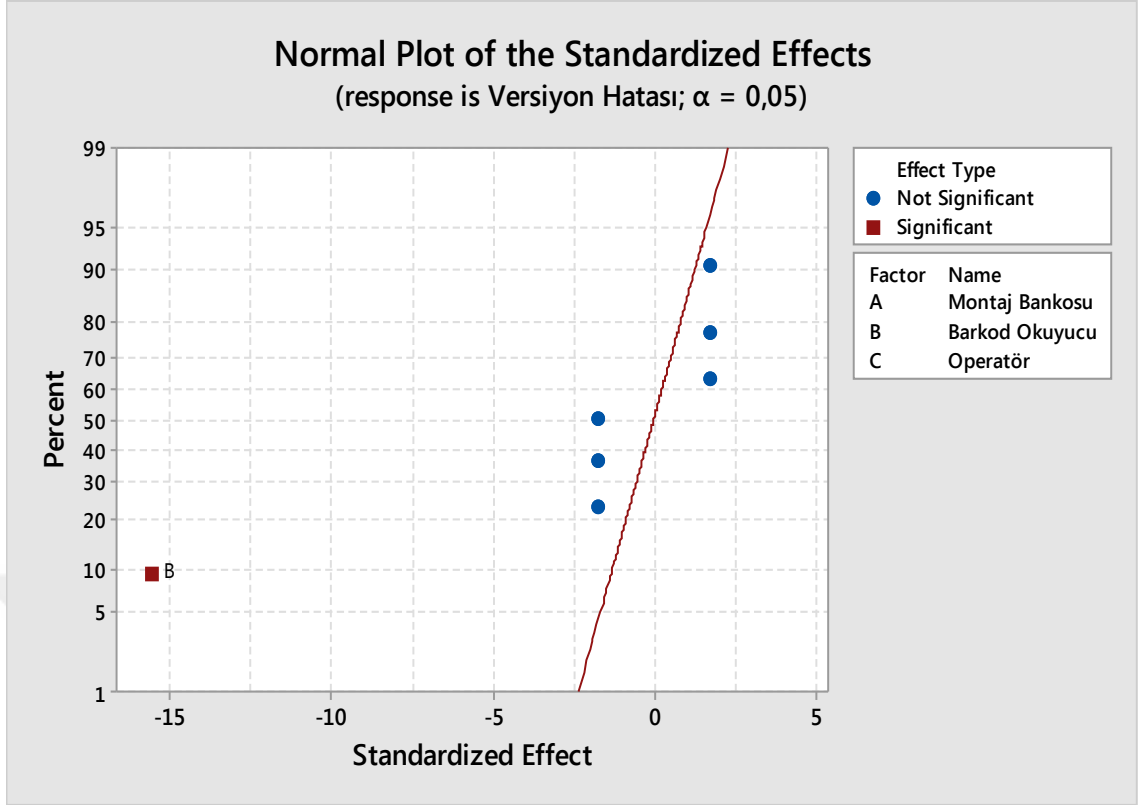
Çizelge 4.21. Toz Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	303,469	43,353	52,68	0,000
Linear	3	293,094	97,698	118,72	0,000
Uygulama Kıyafeti	1	63,281	63,281	76,90	0,000
Kabin Filtresi	1	63,281	63,281	76,90	0,000
Yüzeyde Zımpara Tozu	1	166,531	166,531	202,37	0,000
2-Way Interactions	3	7,844	2,615	3,18	0,042
Uygulama Kıyafeti* Kabin Filtresi	1	5,281	5,281	6,42	0,018
Uygulama Kıyafeti* Yüzeyde Zımpara Tozu	1	2,531	2,531	3,08	0,092
Kabin Filtresi* Yüzeyde Zımpara Tozu	1	0,031	0,031	0,04	0,847
3-Way Interactions	1	2,531	2,531	3,08	0,092
Uygulama Kıyafeti* Kabin Filtresi* Yüzeyde Zımpara Tozu	1	2,531	2,531	3,08	0,092
Error	24	19,750	0,823		
Total	31	323,219			

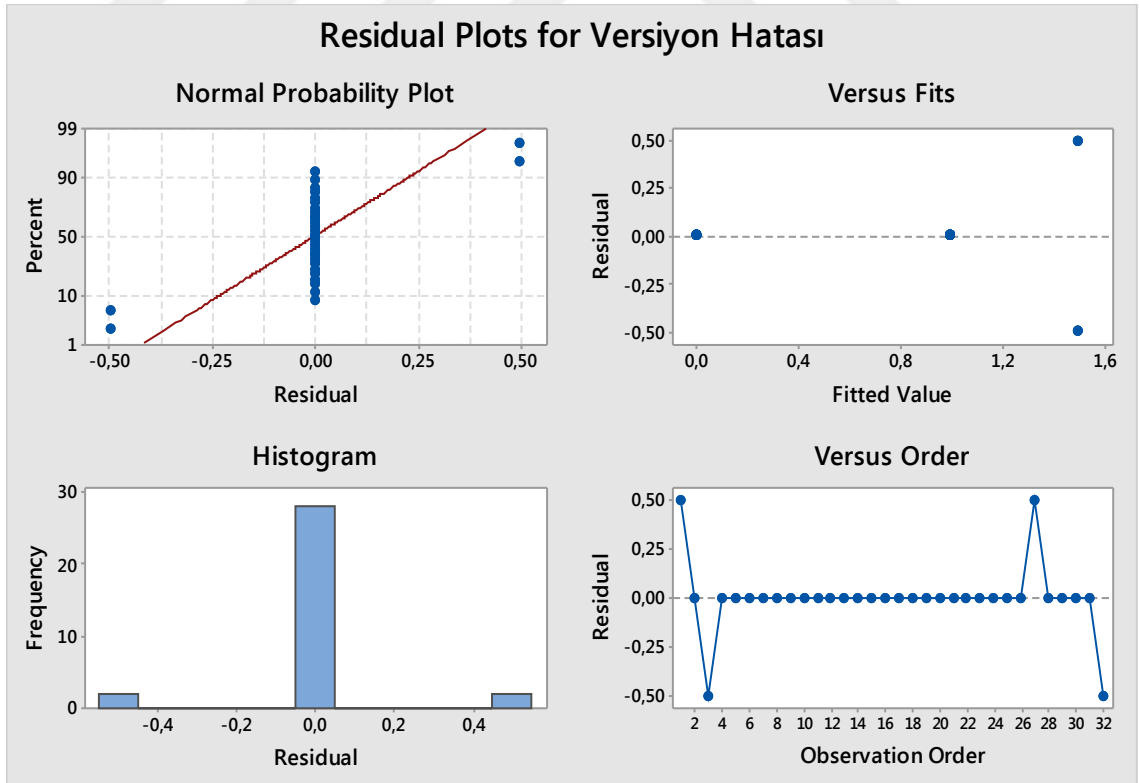
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 93,89 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.5.6. Versiyon Hatası

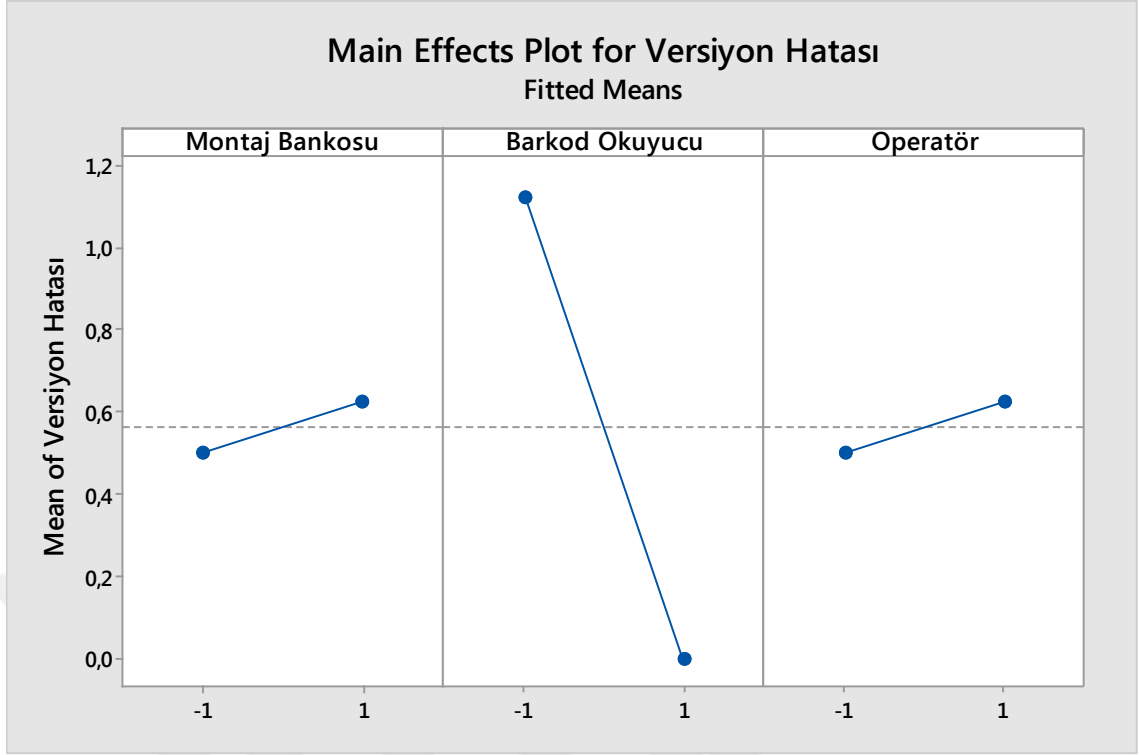
Versiyon hatası hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: montaj bankosu, barkod okuyucu ve operatördür. İyileştirme çalışmaları sonrasında 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.78, 79, 80, 81 ve Çizelge 4.22'de gösterilmiştir. Analiz sonucunda barkod okuyucu faktörü etkin çıkmıştır.



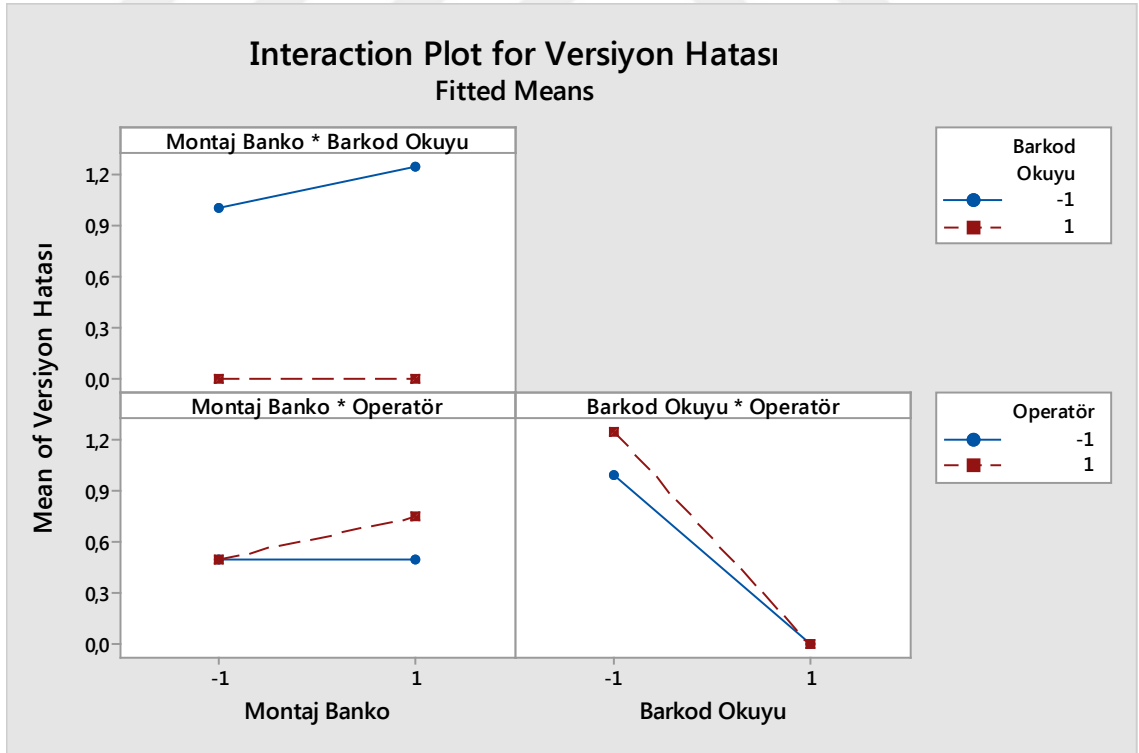
Şekil 4.78. Versiyon hatası hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.79. Versiyon hatası hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.80. Versiyon hatası hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.81. Versiyon hatası hata türü etkileşim dağılım grafiği

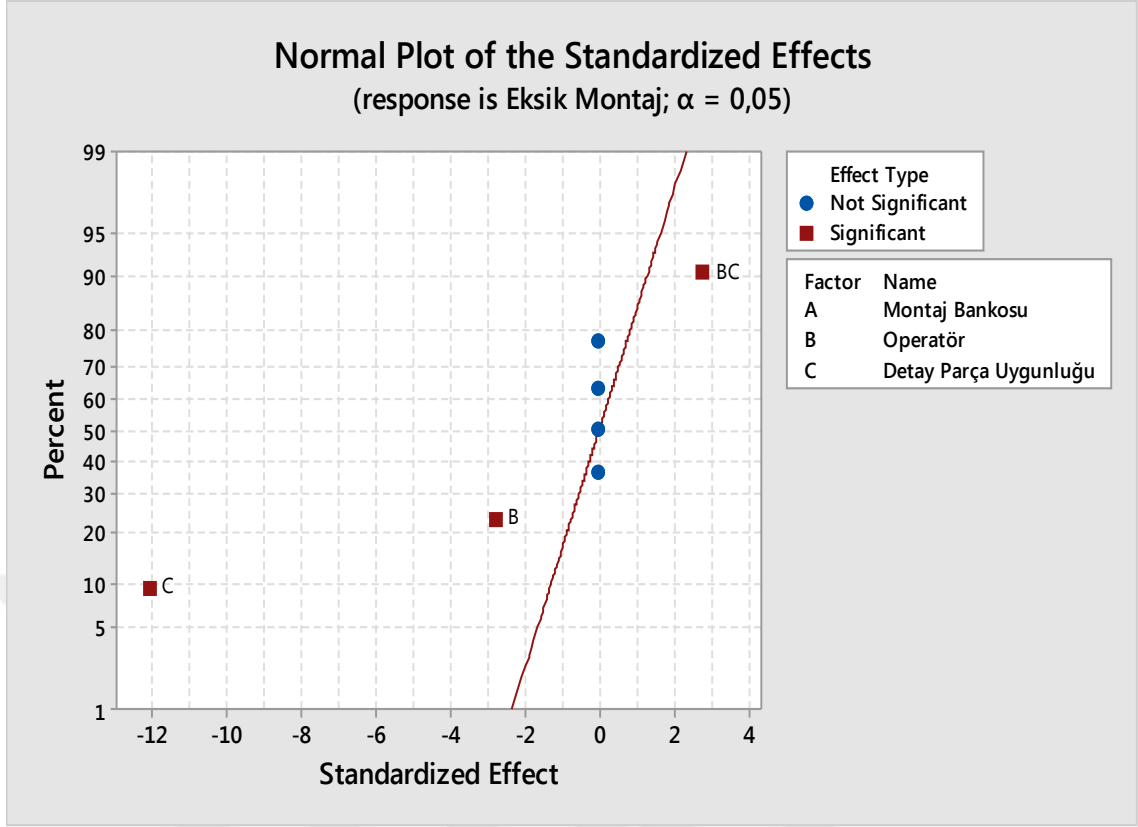
Çizelge 4.22. Versiyon hatası Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	10,8750	1,5536	37,29	0,000
Linear	3	10,3750	3,4583	83,00	0,000
Montaj Bankosu	1	0,1250	0,1250	3,00	0,096
Barkod Okuyucu	1	10,1250	10,1250	243,00	0,000
Operatör	1	0,1250	0,1250	3,00	0,096
2-Way Interactions	3	0,3750	0,1250	3,00	0,050
Montaj Bankosu* Barkod Okuyucu	1	0,1250	0,1250	3,00	0,096
Montaj Bankosu*Operatör	1	0,1250	0,1250	3,00	0,096
Barkod Okuyucu*Operatör	1	0,1250	0,1250	3,00	0,096
3-Way Interactions	1	0,1250	0,1250	3,00	0,096
Montaj Bankosu* Barkod Okuyucu*Operatör	1	0,1250	0,1250	3,00	0,096
Error	24	1,000	0,0417		
Total	31	11,8750			

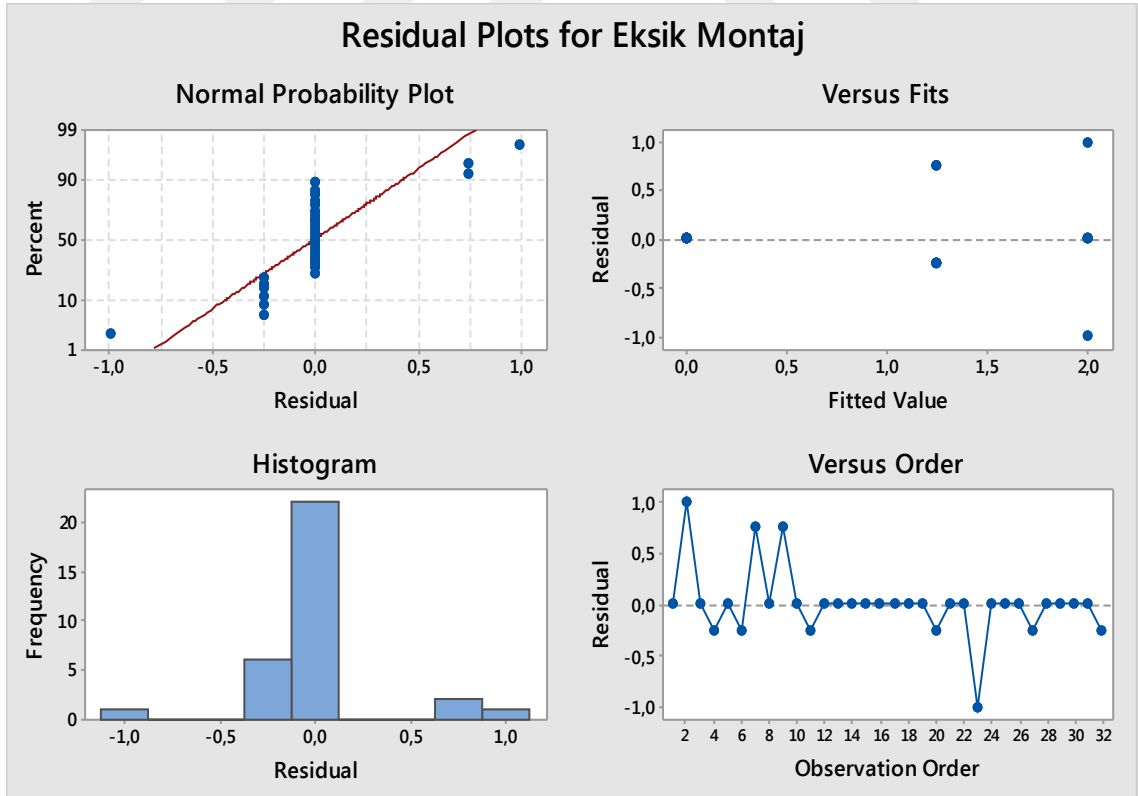
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 91,58 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.5.7. Eksik Montaj

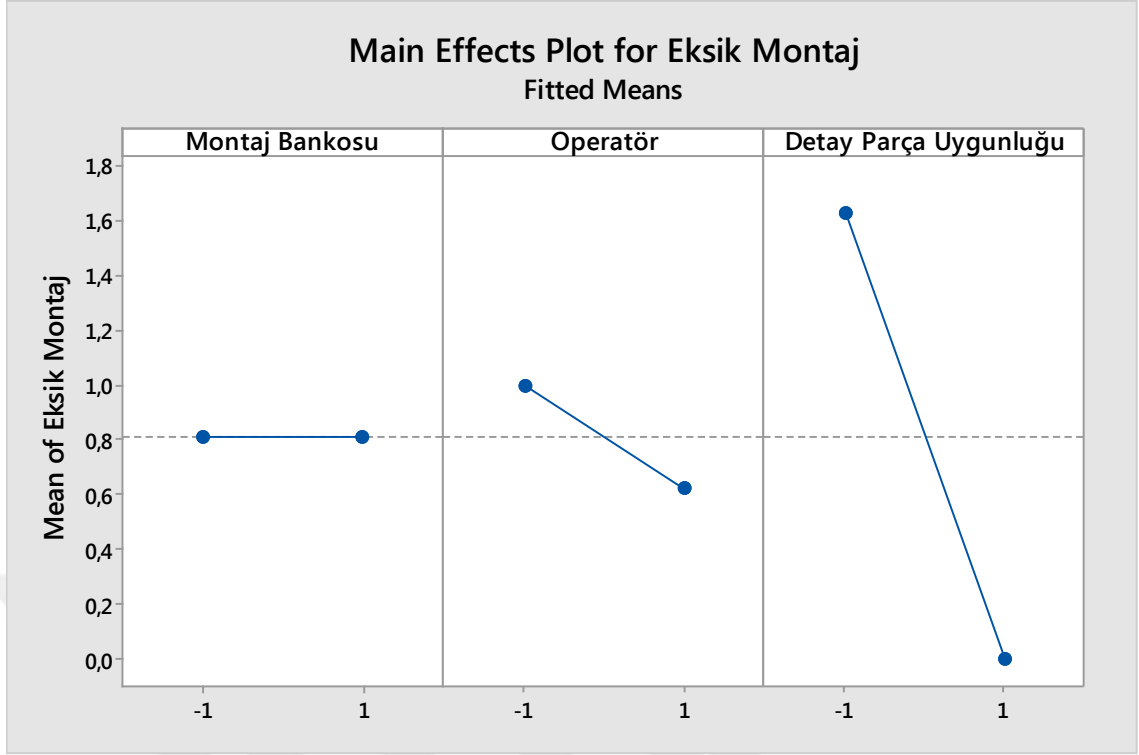
Eksik montaj hatası hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: montaj bankosu, operatör ve detay parça uygunluğudur. İyileştirme çalışmaları sonrasında 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.82, 83, 84, 85 ve Çizelge 4.23'de gösterilmiştir. Analiz sonucunda operatör ve detay parça uygunluğu faktörleri ile operatör ve detay parça uygunluğu ikili faktör etkileşimi etkin çıkmıştır.



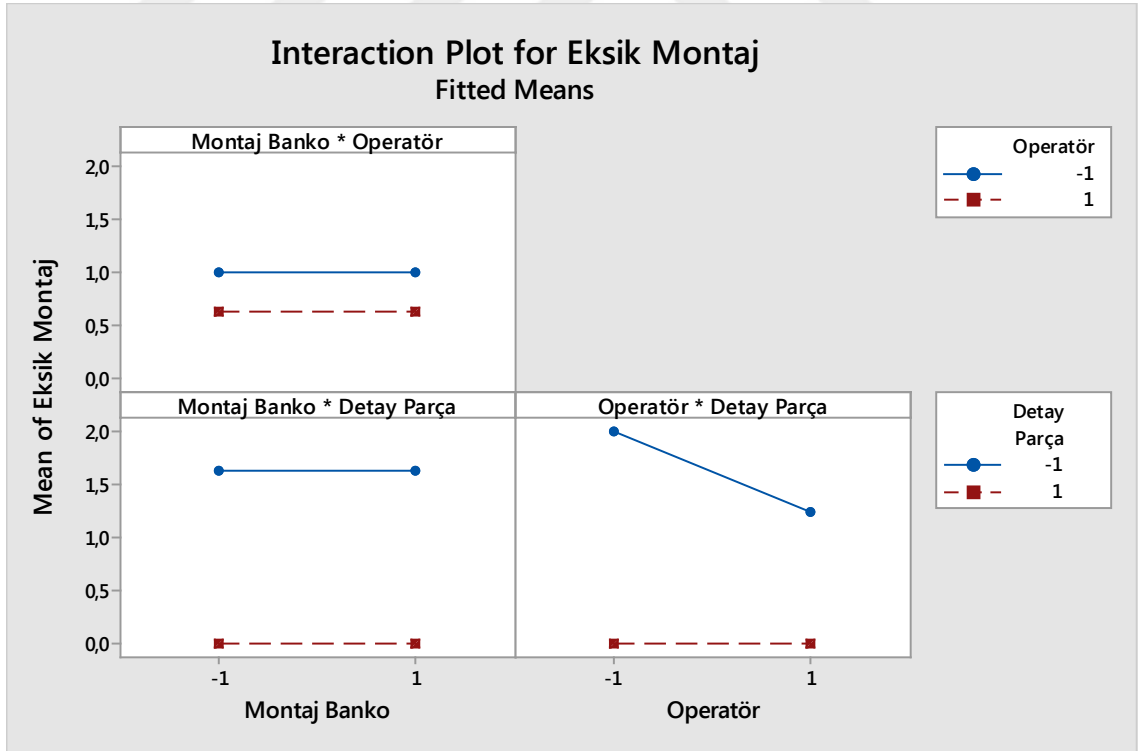
Şekil 4.82. Eksik montaj hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.83. Eksik montaj hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.84. Eksik montaj hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.85. Eksik montaj hata türü etkileşim dağılım grafiği

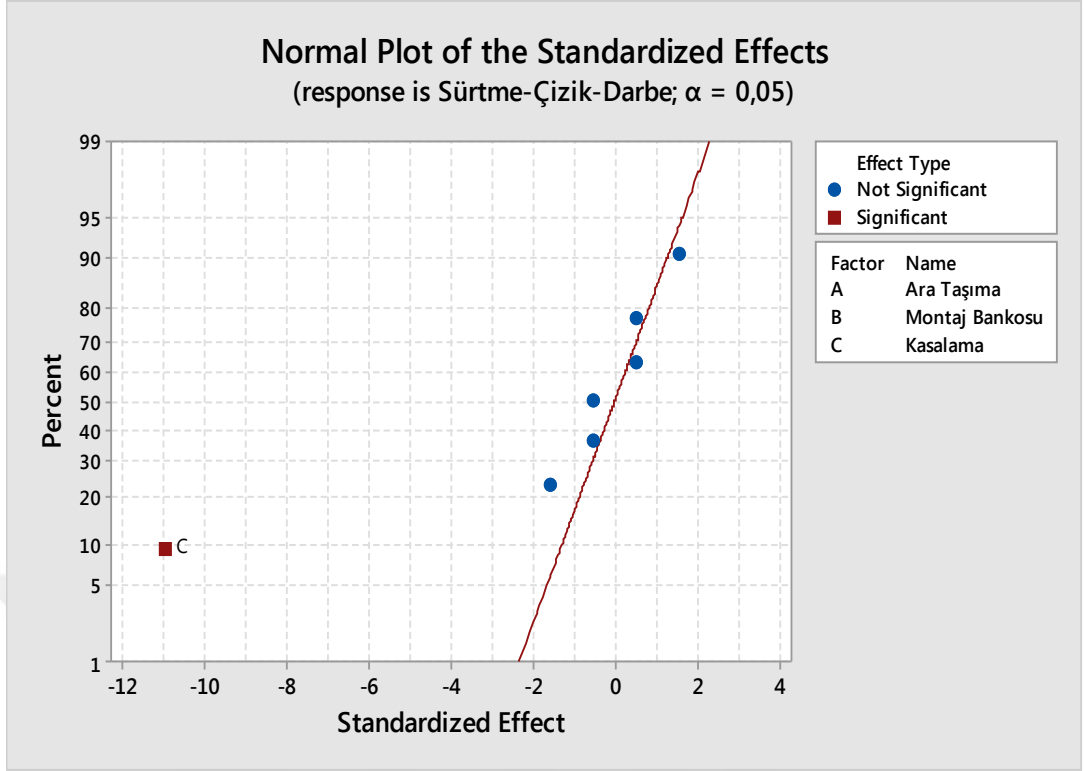
Çizelge 4.23. Eksik montaj Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	23,3750	3,3393	22,90	0,000
Linear	3	22,2500	7,4167	50,86	0,000
Montaj Bankosu	1	0,0000	0,0000	0,00	1,000
Operatör	1	1,1250	1,1250	7,71	0,010
Detay Parça Uygunluğu	1	21,1250	21,1250	144,86	0,000
2-Way Interactions	3	1,1250	0,3750	2,57	0,078
Montaj Bankosu*Operatör	1	0,0000	0,0000	0,00	1,000
Montaj Bankosu* Detay Parça Uygunluğu	1	0,0000	0,0000	0,00	1,000
Operatör* Detay Parça Uygunluğu	1	1,1250	1,1250	7,71	0,010
3-Way Interactions	1	0,0000	0,0000	0,00	1,000
Montaj Bankosu* Operatör*Detay Parça Uygunluğu	1	0,0000	0,0000	0,00	1,000
Error	24	3,5000	0,1458		
Total	31	26,8750			

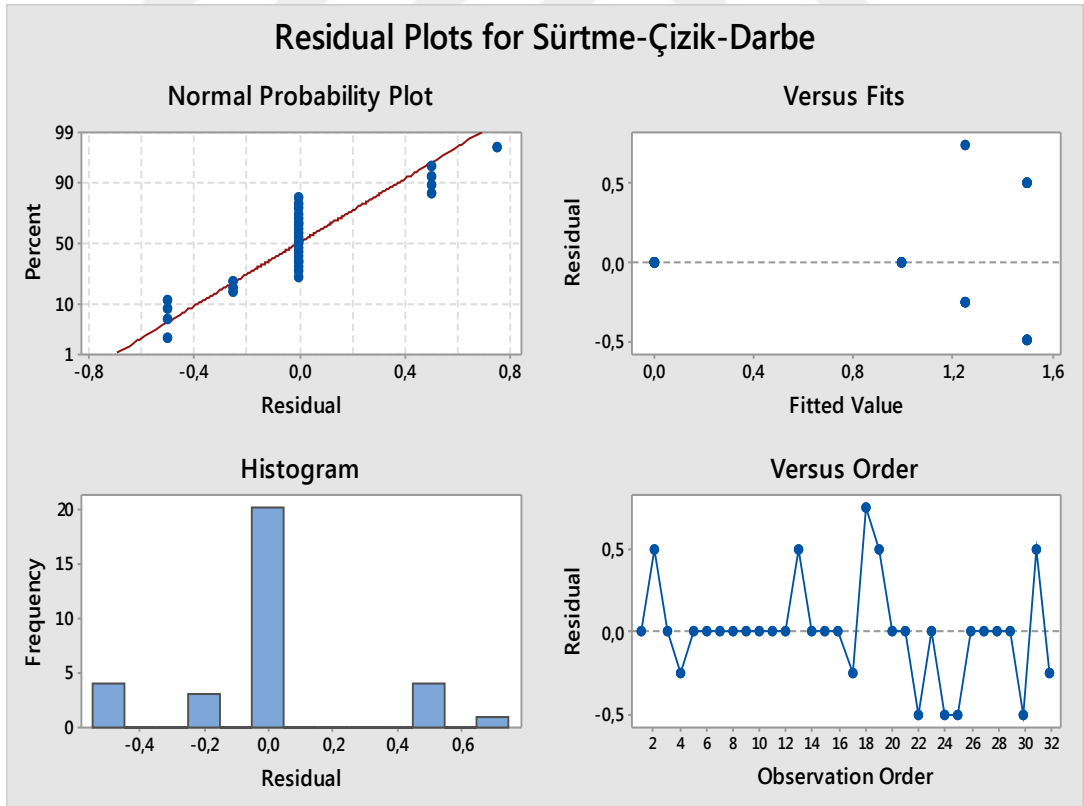
Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 86,98 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

4.5.8. Sürtme-Çizik-Darbe

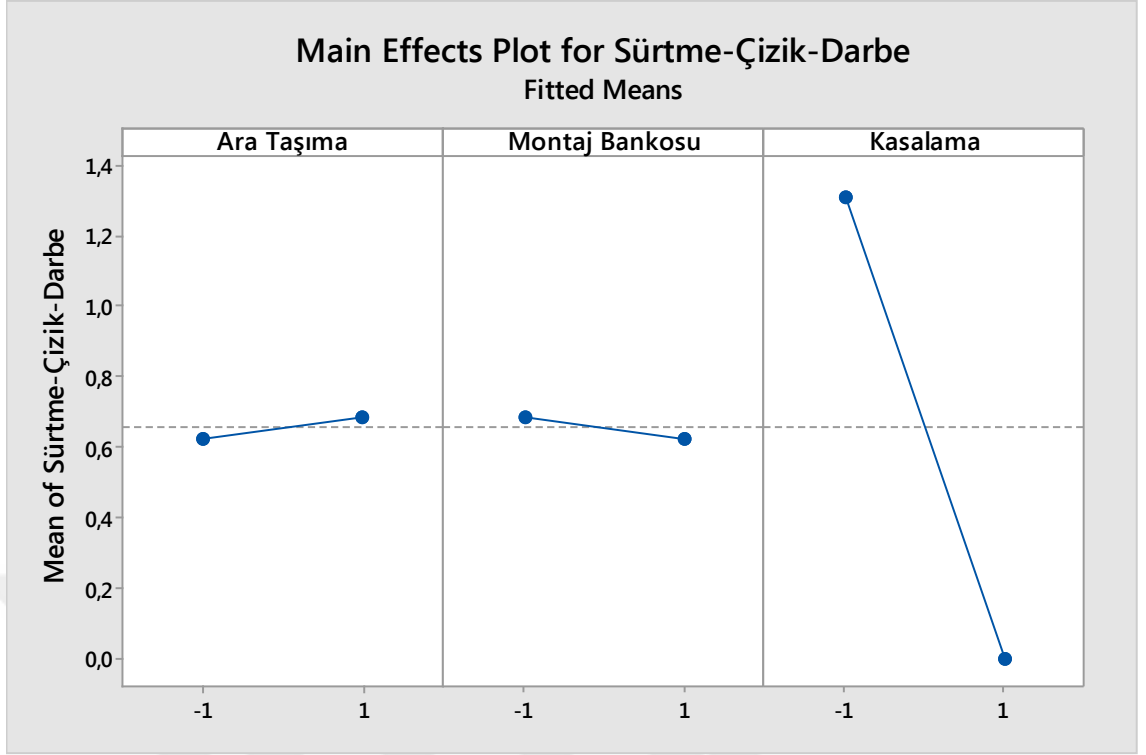
Sürtme-çizik-darbe hatası hata türü ile ilgili belirlenen faktörler: ara taşıma, montaj bankosu ve kasalamadır. İyileştirme çalışmaları sonrasında 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçları Minitab programında analiz edilmiştir. Minitab analiz sonuçları Şekil 4.86, 87, 88, 89 ve Çizelge 4.24'de gösterilmiştir. Analiz sonucunda kasalama faktörü etkin çıkmıştır.



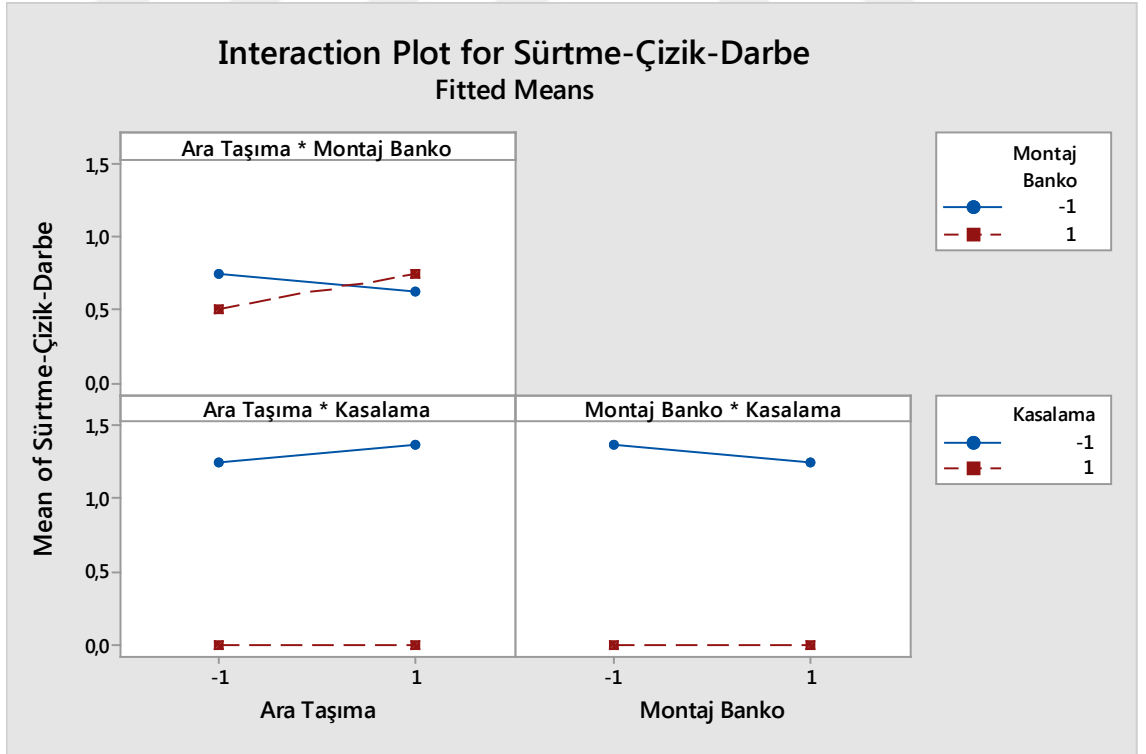
Şekil 4.86. Sürtme-çizik-darbe hata türü standart etki normal dağılım grafiği



Şekil 4.87. Sürtme-çizik-darbe hata türü artık dağılım grafiği



Şekil 4.88. Sürtme-çizik-darbe hata türü ana etkiler dağılım grafiği



Şekil 4.89. Sürtme-çizik-darbe hata türü etkileşim dağılım grafiği

Çizelge 4.24. Sürtme-çizik-darbe Minitab analizi ANOVA değerleri

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	14,4688	2,0670	18,04	0,000
Linear	3	13,8438	4,6146	40,27	0,000
Ara Taşıma	1	0,0313	0,0313	0,27	0,606
Montaj Bankosu	1	0,0313	0,0313	0,27	0,606
Kasalama	1	13,7813	13,7813	120,27	0,000
2-Way Interactions	3	0,3437	0,1146	1,00	0,410
Ara Taşıma*Montaj Bankosu	1	0,2812	0,2812	2,45	0,130
Ara Taşıma*Kasalama	1	0,0313	0,0313	0,27	0,606
Montaj Bankosu*Kasalama	1	0,0313	0,0313	0,27	0,606
3-Way Interactions	1	0,2813	0,2813	2,45	0,130
Ara Taşıma*Montaj Bankosu*Kasalama	1	0,2813	0,2813	2,45	0,130
Error	24	2,7500	0,1146		
Total	31	17,2188			

Minitab analiz sonuçlarına göre R^2 değeri % 84,03 çıkmıştır. $R^2 > \%80$ olduğundan lineer yaklaşım modeli iyi açıklamaktadır. Bu durumda yapılan analiz sonucu elde edilen regresyon denklemi deney yapılan aralıkta kullanılabilir.

5. SONUÇ

Çalışmada yeni devreye alınan tampon projesinin üretim süreçleri incelenmiştir. Enjeksiyon, boya ve montaj prosesleri için müşteri istekleri doğrultusunda ve en fazla yaşanan kalite problemleri incelenerek problemlere etki edebilecek faktörler belirlenmiş ve farklı seviyeler için denemeler gerçekleştirilmiştir.

Deneme sonuçları Minitab analiz programında incelenmiştir. Daha sonra ise, iyileştirme çalışmaları sahada devreye alınmış ve proseste tekrar aynı faktörlerin farklı seviyeleri için denemeler yapılmış ve sonuçları Minitab analiz programında incelenmiştir. Devreye alınan iyileştirme çalışmaları ile ilk etapta etkin çıkan faktörlerden bazılarının, iyileştirme çalışmaları sonrasında etkinliği ortadan kaldırılmıştır. Yapılan çalışmalar ile hata türüne etki eden faktör sayısı ve hata adetlerinde önemli ölçüde düşüşler gözlenmiştir.

Proses bazlı etkin çıkan faktörler için öncesi ve sonrası deney sonuçları Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. İyileştirme çalışması öncesi ve sonrası etkin çıkan faktörler

	Hata Türleri	İyileştirme çalışması öncesi etkin çıkan faktörler	İyileştirme çalışması sonrası etkin çıkan faktörler
Enjeksiyon	Eksik enjeksiyon	Enjeksiyon basıncı	Enjeksiyon hızı
		Enjeksiyon hızı	
		Kurutma sıcaklığı	
		Enjeksiyon basıncı ve hızı	
	Çizik	Ara taşıma sehpası	Ara taşıma sehpası
		Robot ile parça alma	Robot ile parça alma
		Ara stok kasası	Ara stok kasası
			Ara taşıma sehpası ve robot ile parça alma
Boya	Boya akması	Tabanca meme çapı	Uygulama ortam sıcaklığı
		Uygulama ortam sıcaklığı	
		Askı	
		Tabanca meme çapı ve uygulama ortam sıcaklığı	
	Krater	Uygulama bezi	Temizlik işlemi
		Kabin besleme havası	
		Temizlik işlemi	
		Uygulama bezi, kabin besleme havası ve uygulama ortam sıcaklığı	
	Toz	Uygulama kıyafeti	Uygulama kıyafeti
		Kabin filtresi	Kabin filtresi
		Yüzeyde zımpara tozu	Yüzeyde zımpara tozu
		Kabin filtresi ve yüzeyde zımpara tozu	Uygulama kıyafeti ve uygulama ortam sıcaklığı
		Uygulama kıyafeti, kabin filtresi ve yüzeyde zımpara tozu	
Montaj	Versiyon hatası	Montaj bankosu	Barkod okuyucu
		Barkod okuyucu	
		Operatör	
	Eksik montaj	Montaj bankosu	Operatör
		Operatör	Detay parça uygunluğu
		Detay parça uygunluğu	Operatör ve detay parça uygunluğu
	Sürtme-çizik-darbe	Ara taşıma	Kasalama
		Montaj bankosu	
		Kasalama	

Modelin belirlenen hata türü ve tespit edilen faktörler ile açıklanma seviyesini açıklamak için iyileştirmeler öncesi ve iyileştirmeler sonrası durumu göstermek amacıyla Çizelge 5.2’de R^2 değerleri ile özetlenmiştir.

Çizelge 5.2. İyileştirme çalışması öncesi ve sonrası R^2 değerleri

Hata Türü	R^2 iyileştirme öncesi	R^2 iyileştirme sonrası
Eksik Enjeksiyon	%90,5	%85,38
Çizik	%86,08	%87,36
Boya Akması	%93,30	%96,08
Krater	%92,85	%94,91
Toz	%92,29	%93,89
Versiyon Hatası	%86,55	%91,58
Eksik Montaj	%91,38	%86,98
Sürme-Çizik-Darbe	%85,62	%84,03

Tablodan da görüleceği üzere belirlenen 5 hata türü için R^2 değeri iyileştirme sonrası analiz sonuçlarında daha yüksek çıkmıştır. Dolayısıyla tespit edilen faktörler iyileştirmeler sonucunda modeli daha iyi açıklamıştır. R^2 değeri iyileştirmeler sonrasında daha düşük çıkan hata türleri için ise modele ait göz önüne alınmayan faktörlerin bulunduğu sonucu çıkmaktadır.

Çalışmada 2^3 faktöryel tasarım 2 replikasyonlu olarak 32 örneklem ile gerçekleştirilmiştir. İyileştirme çalışmaları öncesindeki durum analizi ile ilgili olarak; enjeksiyon prosesindeki hata türleri için örneklem büyüklüğü 15, boya prosesindeki hata türleri için örneklem büyüklüğü 30, montaj prosesindeki hata türleri için örneklem büyüklüğü 20 adet olarak belirlenmiştir. İyileştirme çalışmaları sonrasındaki durum analizi ile ilgili olarak; enjeksiyon prosesindeki hata türleri için örneklem büyüklüğü 10, boya prosesindeki hata türleri için örneklem büyüklüğü 15, montaj prosesindeki hata türleri için örneklem büyüklüğü 10 adet olarak belirlenmiştir. Hatalı parça adetleri Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3. İyileştirme çalışması öncesi ve sonrası hatalı parça adetleri

Hata Türü	İyileştirme öncesi hatalı parça adedi	İyileştirme sonrası hatalı parça adedi
Eksik Enjeksiyon	116	17
Çizik	106	77
Boya Akması	272	76
Krater	228	82
Toz	414	149
Versiyon Hatası	111	18
Eksik Montaj	271	26
Sürme-Çizik- Darbe	234	21

Çizelge 5.3'den de görüleceği üzere yapılan iyileştirme çalışmaları ile hatalı parça adetlerinde önemli oranda düşüş sağlanmıştır. Ancak çalışma proje devreye alma aşamasında gerçekleştirildiğinden geliştirme fırsatlarına açıktır. Proje seri üretime alındığında iyileştirme çalışmalarının daha da geliştirilerek hatalı parça adedinin minimum seviyeye getirilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

- Akao, Y. 1997.** QFD: Past, present, and future. International Symposium on QFD '97, Asahi University, Linköping.
- Akman, G., Özkan, C. 2011.** Sac imalatında karşılaşılan yapışma probleminin deney tasarımı ile çözümü. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 12(2): 187-199.
- Anawa, E.M. Olabi, A.G. 2008.** Using Taguchi method to optimize welding pool of dissimilar laser-welded components. *Optics & Laser Technology*, 40: 379-388.
- Ardıç, K., Çevik, O., Göktaş, Ş. 2008.** Kalite fonksiyon göçerimi (Gop üniversitesinde bir uygulama). *Akademik İncelemeler Dergisi*, 3(2): 111-139.
- Aytaç, A., Yılmaz, B., Deniz, V. 2008.** Kord bezi üretiminde büküm yönünün etkilerinin farklı deney tasarımı yöntemleri ile incelenmesi. *İşletme Fakültesi Dergisi*, 9(1): 61-71.
- Bahloul, R., Mkaddem, A., Santo, P.D., Potiron, A. 2006.** Sheet metal bending optimisation using response surface method, numerical simulation and design of experiments. *International Journal of Mechanical Sciences*, 48: 991-1003.
- Bergquist, K., Abeysekera, J. 1996.** Quality function deployment (QFD) - A means for developing usable products. *International Journal of Industrial Ergonomics* 18(4): 269-275.
- Breyfogle, F. W. 2003.** Implementing six sigma: smarter solutions using statistical methods. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 1187 pp.
- Cheng, W.T., Li, H.C., Huang, C.N. 2008.** Simulation and optimization of silicon thermal CVD through CFD integrating Taguchi method. *Chemical Engineering Journal*, 137: 603-613.
- Costa, A.I.A., Dekker, M., Jongen, W.M.F. 2000.** Quality function deployment in the food industry: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 11(9): 306-314.
- Delice Kılıç, E., Güngör, Z. 2008.** Kalite fonksiyon yayılımı için yeni bir yaklaşım: Bir uygulama. Akademik Bilişim Konferansı, 30 Ocak-01Şubat 2008, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale
- Dixon, D., Eatock, J., Meenan, B.J., Morgan, M. 2006.** Application of design of experiment (DOE) techniques to process validation in medical device manufacture. *Journal of Validation Technology*, 12(2): 92-100.
- Eymen, U. E., 2006.** Kalite fonksiyon göçerimi. Kaliteofisi Yayınları, 41s.
- Gilchrist, W. 1993.** Modelling failure Modes and Effects Analysis. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 10(5): 16-23.
- Güllü, E., Ulcay, Y. 2002.** Kalite fonksiyonu yayılımı ve bir uygulama. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7(1): 284-301.
- Hamzaçebi, C., Kutay, F. 2003.** Taguchi metodu: bir uygulama. *Teknoloji*, 3-4: 7-17.
- Karsak, E.E., Sozer, S., Alptekin, S.E. 2002.** Product planning in quality function deployment using a combined analytical network process and goal programming

approach. *Computers & Industrial Engineering*, 44(1): 171-190.

Lazic', Z.R. 2004. Design of experiments in chemical engineering: a practical guide, WILEY-VCH, Weinheim, 610 pp.

Lunani, M., Nair, V. N., Wasserman, G. S. 1997. Graphical methods for robust design with dynamic characteristics. *Journal of Quality Technology*, 29(3): 327-338.

Mazur, G.H., 1993. QFD for service industries from voice of customer to task deployment. The Fifth Symposium on Quality Function Deployment, 20-22 Haziran 1993, Novi, Michigan.

Montgomery, D.C. 2013. Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons Inc., USA, 741 pp.

Oudjene, M., Ben-Ayed, L. 2008. On the parametrical study of clinch joining of metallic sheets using the Taguchi method. *Engineering Structures*, 30: 1782-1788.

Öter, Z., Tütüncü, Ö. 2001. Turizm işletmelerinde kalite fonksiyon göçerimi: Seyahat acentelerine yönelik varsayımsal bir yaklaşım. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(3): 95-117.

Partovi, F.Y., Corredoira, R.A. 2002. Quality function deployment for the good of soccer. *European Journal of Operational Research*, 137(3): 642-656.

Rojas, C.R., Welsh, J.S., Goodwin, G.C., Feuer, A., 2007. Robust optimal experiment design for system identification. *Automatica*, 43: 993-1008.

Rosa, J.L., Robin, A., Silva, M.B., Baldan, C.A., Peres. M.P. 2009. Electrodeposition of copper on titanium wires: Taguchi experimental design approach. *Journal of Materials Processing Technology*, 209: 1181-1188.

Savaş, H., Ay, M. 2005. Üniversite kütüphanesi tasarımında kalite fonksiyon göçerimi uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(3): 80-98.

Savaşkan, M., Taptık, Y., Ürgen, M. 2004. Deney tasarımı yöntemi ile matkap uçlarında performans optimizasyonu. *İTÜ Dergisi*, 3(6): 117-128.

Sohn, S.Y. 1999. Quality function deployment applied to local traffic accident reduction, *Accident Analysis & Prevention*, 31(6): 751-761.

Vandenbrande, W.W. 1998. How to use FMEA to reduce the size of your quality Toolbox. *Quality Progress*, 31(11): 97-100.

Yang, K., El-Haik, B. 2003. Design for six sigma: a roadmap for product development. The McGraw-Hill Companies, United States of America, 624 pp.

Yang, W. H., Tarng, Y. S., 1998. Design optimization of cutting parameters for turning operations based on the Taguchi method. *Journal of Materials Processing Technology*, 84: 122-129.

Yaralıgölu, K., 2004. Uygulamada Karar Destek Yöntemleri: Kalite fonksiyon göçerimi, İlkem Yayınları, İzmir, (<http://debis.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/>- Erişim tarihi: 03.09.2016)

Yılmaz, B.S. 2000. Hata Türü Ve Etki Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(4): 134-150.

EKLER

EK-1: Tampon parçası için kalite evi uygulaması

EK-2: Tampon parçası için FMEA uygulaması



EK-1: Tampon parçası için kalite evi uygulaması

Title: _____
 Author: _____
 Date: _____
 Notes: _____

Legend		
⊙	Strong Relationship	9
○	Moderate Relationship	3
△	Weak Relationship	1
++	Strong Positive Correlation	
+	Positive Correlation	
-	Negative Correlation	
--	Strong Negative Correlation	
▼	Objective Is To Minimize	
▲	Objective Is To Maximize	
X	Objective Is To Hit Target	

Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Whats")	Column #																									Competitive Analysis (0=Worst, 5=Best)					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Our Company	Competitor 1	Competitor 2	Competitor 3	Competitor 4	Competitor 5
1	9	5.0	Görünüm	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	▲	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	▲	⊙	5	4				
2	9	4.0	Kalınlık								⊙	⊙	⊙																	4	4			
3	1	2.0	Kalem Sertliği								▲	▲	▲																	4	4			
4	9	5.0	Yapıma			⊙	⊙	⊙	⊙	▲	▲	▲	▲																	4	3			
5	9	4.0	Parlaklık							⊙	⊙	⊙	⊙						⊙	⊙									4	3				
6	3	3.0	Hızlandırılmış Yaşlandırma						⊙	⊙	▲	▲	▲																	4	3			
7	3	4.0	UVCON Direnci	⊙					⊙	⊙	⊙	⊙	⊙																	4	4			
8	9	4.0	Nem Direnci						⊙	⊙										⊙										4	4			
9	9	4.0	Su direnci						⊙	⊙										⊙										4	4			
10	3	4.0	Sıcaklık değişimlerine direnç	⊙					⊙		⊙	⊙	⊙							⊙										4	4			
11	3	5.0	Kimyasallara dayanım	⊙					⊙		⊙	⊙	⊙							⊙										4	4			
12	3	4.0	Alkol dayanım						⊙		⊙																			4	3			
13	3	4.0	Benzin dayanımı						⊙		⊙																			4	3			
14	9	3.0	Deformasyon dayanımı	⊙					⊙		⊙	⊙	⊙							⊙										4	4			
15	9	3.0	Hammadde	⊙							⊙	⊙	⊙							⊙										4	3			
16	9	4.0	Markalama	⊙																⊙										4	3			
17	9	4.0	Görsel değerlendirme	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	▲	⊙			5	4			
18	9	5.0	Renk						⊙	⊙	⊙	⊙	⊙							⊙										4	3			
19	9	4.0	Desen	⊙																										4	4			
20	9	5.0	Boya dayanım testleri						⊙	⊙	⊙	⊙	⊙							⊙										4	4			
21	3	4.0	Çarpma dayanımı	⊙																										4	4			
22	3	3.0	Yanma hızı	⊙																										4	4			
23	9	5.0	Braket kopma dayanımı	⊙																			⊙							4	3			
24	3	5.0	Ölçüsel kararlılık	⊙	⊙	▲														▲		⊙								4	3			
25	1	3.0	Isı şoku	▲																										4	4			
Target or Limit Value				0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata	0 Hata					
Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)				8	8	6	6	6	7	6	8	8	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6					
Max Relationship Value in Column				9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9				
Weight / Importance				252.0	96.0	62.0	42.0	72.0	285.0	140.0	298.0	328.0	328.0	56.0	57.0	51.0	81.0	119.0	108.0	186.0	108.0	57.0	81.0	126.0	81.0	19.0	41.0	51.0	51.0					
Relative Weight				8.1	3.1	2.0	1.3	2.3	9.1	4.5	9.5	10.5	10.5	1.8	1.8	1.6	2.6	3.8	3.5	6.0	3.5	1.8	2.6	4.0	2.6	0.6	1.3	1.6	1.6					

EK-2: Tampon parçası için FMEA uygulaması

**Hata Türü ve Etkileri Analizi
(FMEA)**

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr	02											
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip	Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu	Prepared by Hazırlayan	Kalite Mühendisi											
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri	Kalite Müdürü	Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)	06/05/2014											
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi		Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)												
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce, Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

Giriş Kontrol (TYC 221P)	Test Uygulama Hatası	Üretimi aksatma	6	+	Test metodunu yanlış uygulama	5	Standart Test Numune Kalıpları,	Test Şartnameleri	4	120								
			6	+	Test cihazlarının kalibrasyon sürelerinin dolması	2	Kalibrasyon Takip / Sapma Planı (FR.045)	-	6	72	Günlük laboratuvar raporuna MÖT Nosu ve Kalibrasyon tarihi ilavesi	Giriş Kalite Sorumlusu	6	1	1	6		
			6	+	Personelin bilgi eksikliği	2	Personel Polivalans Tablosu	Eğitim Planı (FR.037) İş Başı Eğitimleri (FR.021)	2	24								
Giriş Kontrol (Boya)	Renk Ölçüm Hatası	Üretim aksatma, uygun olmayan boyanın hazırlanması	6	+	Renk ölçüm cihazının kalibrasyonun sürelerinin dolması,	2	Kalibrasyon Takip / Sapma Planı (FR.045)	-	6	72	Günlük laboratuvar raporuna MÖT No su ve Kalibrasyon tarihi ilavesi	Giriş Kalite Sorumlusu	6	1	1	6		
			6	+	Renk ölçüm metodolojisinin yanlış uygulanması	1	Renk ölçüm cihazının uyarı sistemi	-	1	6								

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm				Fmea Nr Fmea Nr				02						
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi						
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014						
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)								
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalıyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce, Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

			6	+	Doğru renk standardının tanıtılmamış olması	2	Renk ölçüm cihazında tanımlı renk referans listesi	Ekranada $\Delta e \geq 2$ olması durumunda algılama	2	24							
Elle montaj hazırlığı (alt ızgara)	Versiyon hatası (krom/boyalı)	Yanlış parça seviyatı	6	+	Operatör dikkatsizliği,	7	Eğitim Planı (FR.037) İş Başı Eğitimleri (FR.021), İş Talimatları	Personel Polivalans Tablosu,	5	210	Detay parça hazırlama iş emri oluşturma (resimli)	Montaj Sorumlusu		6	4	2	48
											Raf sistemlerinin oluşturulması, Golden Zone bölgesinin oluşturulması, Krom ve boyalı parçaları renkli kasalarla stoklama	Montaj Sorumlusu / Metod Mühendisi		6	4	2	48
											Montaj kontrol listesinin oluşturulması	Montaj Sorumlusu		6	4	2	48
	Krom veya boyalı çitanın yuvaya oturmaması	Çita ile ızgara arasında boşluk oluşması, görsel uygunsuzluk	6	+	Krom veya boyalı çita üzerindeki tınakların yeterli seviyede kesilmemesi	8	Görsel İş talimatları	Görsel kontrol	3	144	Çıtlardaki tınakların enjeksiyon sonrası kesilmesi ve krom kaplamaya ve boyama gönderilmesi	Demirtaş Fabrika		6	2	2	24

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalayıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce, Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

											Yan keski ve maket bıçağı ile tırnak kesme işlemi	Montaj Sorumlusu		6	2	2	24
	Enjeksiyon yolluklu izgaranın tampona takılması	Yanlış parça montajı, işçilik kaybı, ıskarta	7	+	Panjurun enjeksiyon yolluklarının kesilmeden montaj edilmesi	6	Görsel İş talimatları	Görsel kontrol	5	210	Alt izgara stopperlı (küresel) montaj sehpasının yapılması POKA YOKE	Montaj Sorumlusu / Metod Mühendisi		7	2	1	14
Elle montaj hazırlığı (üst panjur)	Panjurun araç üzerine oturmaması	Üretim hattının boş geçmesi	7	+	Panjurun enjeksiyon yolluklarının kesilmeden montaj edilmesi	6	Görsel İş talimatları	Görsel kontrol	5	210	Panjur stopper (küresel) montaj sehpasının yapılması	Montaj sorumlusu / Metod Mühendisi		7	2	1	14
	Versiyon hatası (krom/boyalı)	Yanlış parça montajı, işçilik kaybı, ıskarta	6	+	Operatör dikkatsizliği,	6	-	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	5	180	Versiyon algılama sensörlü ve stopperlı panjur montaj sehpasının yapılması	Montaj Sorumlusu / Metod Mühendisi		7	2	1	14
	Fiat amblem bandının unutulması	İşçilik kaybı, ıskarta, müşteri şikayeti	5		Operatör dikkatsizliği,	6	-	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	6	216	Aynı montaj sehpasında bant varlık kontrolü yapan sensör ilavesi	Montaj Sorumlusu		5	2	1	10
	Somunun yeteri kadar sıkılmaması	İşçilik kaybı, ıskarta, müşteri şikayeti	5		Uygun ekipmanın olmaması	6	-	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	6	180	Uygun kapasiteli torkmetre alımı	Montaj Sorumlusu		5	2	1	10

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm				Fmea Nr Fmea Nr				02						
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi						
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014						
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tarihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)								
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalayıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N Risk önce, Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

	Somunun yerinden düşmesi	İşçilik kaybı, ıskarta, müşteri şikayeti	5	+	Somunun uygun olmaması	6	-	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	6	180	Contalı somun tedarığı, conta sıkma sonrası silikon sıkma	Montaj Sorumlusu		5	2	1	10
	Çıtalar ile panjurun iyi derecede kilitlememesi	İşçilik kaybı, ıskarta, müşteri şikayeti	6		Operatör dikkatsizliği	5	-	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	3	90	Tırnak kilitleme sonrası işaretleme yapılması	Montaj Sorumlusu		6	3	2	36
			6		Uygun ekipmanın kullanılmaması	6	Tornavida kullanarak kilitlemenin yapılması	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	6	216	Tırnak yüksekliklerin bağlı olarak kilitleme pimi yapılması	Montaj Sorumlusu		6	5	2	60
	Krom veya boyalı çitanın yuvaya oturmaması	Çıta ile ızgara arasında boşluk oluşması, görsel uygunsuzluk	6	+	Krom veya boyalı çita üzerindeki tınakların yeterli seviyede kesilmemesi	8	Görsel İş talimatları	Görsel kontrol	3	144	Çıtlardaki tınakların enjeksiyon sonrası kesilmesi ve krom kaplamaya ve boyama gönderilmesi	Demirtaş Fabrika		6	2	2	24
Elle montaj hazırlığı (sis far çerçevesi)	Versiyon hatası (delikli/delik siz)	Yanlış parça montajı, işçilik kaybı, ıskarta	6	+	Operatör dikkatsizliği,	6	-	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	5	180	Detay parça hazırlama iş emri oluşturma (resimli), kontrol listesi oluşturma	Montaj Sorumlusu / Metod Mühendisi		6	4	2	48

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm				Fmea Nr Fmea Nr				02						
Proje Project	356		Core Team Cekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi						
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014						
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)								
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

			6	+	Operatör dikkatsizliği,	6	-	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	5	180	Golden Zone bölgesinin oluşturulması, Renkli kutu tanımlaması ve düzeninin sağlanması	Montaj Sorumlusu / Metod Mühendisi		6	4	2	48	
	Versiyon hatası (krom/boyalı)	Yanlış parça montajı, işçilik kaybı, ıskarta	6	+	Operatör dikkatsizliği,	6	-	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	5	180	Detay parça hazırlama iş emri oluşturma (resimli), kontrol listesi oluşturma	Montaj Sorumlusu		6	4	2	48	
			6	+	Operatör dikkatsizliği,	6	-	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	5	180	Golden Zone bölgesinin oluşturulması, Renkli kutu tanımlaması ve düzeninin sağlanması	Montaj Sorumlusu / Metod Mühendisi		6	4	2	48	
Enjeksiyon	Parçanın çapaklı olması	Araç üzerine takılması esnasında boşluk yaratması, ICP negatif değerlendirme	6	+	Kalıp basıncının düşük olması	2	-	Enjeksiyon Üretim takip Formu (enjeksiyon basıncı)	1	12	-							
Enjeksiyon			6	+	Çiller arızası	5		İşikli ve sesli uyarı sistemi	1	30	-							

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm				Fmea Nr Fmea Nr				02						
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi						
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014						
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)								
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalayıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

	Eksik gramajlı parça	Uygun olmayan parçanın boyanması, monte edilip araca takılması	6	+	Siloya yeteri kadar malzemenin gelmemesi	3	-	Silo üzerindeki seviyesi skalası	6	108	PLC yazılımına seviye dolun skalasının ilave edilmesi	Üst Yönetim / Enjeksiyon Sorumlusu		6	3	2	36
											Silo girişindeki hortum ağzına 60 derecelik dirsek konması	Enjeksiyon Sorumlusu		6	3	2	36
											Silo pozisyonun değiştirilerek, makine üstüne taşınması	Enjeksiyon Sorumlusu		6	3	2	36
	Yüzeyde oluşan malzeme akış izi	Açık renkli boyanan parçalarda kendini gösterme ve müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilmesi	5		Yolluk açma – kapama sürelerinin düşük olması	2	-	Enjeksiyon Üretim takip Formu (yolluk açma-kapama süreleri)	5	50	-						

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm				Fmea Nr Fmea Nr				02						
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi						
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014						
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)								
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalayıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P . N .

	Yüzeyde oluşan hava kabarcığı (şişlik)	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilm esi ve hattın boş geçmesi	6	+	Soğutma suyunun uygun sıcaklıkta olmaması ve kalıbının yeteri kadar soğumaması	5		Enjeksiyon Üretim Takip Formu (çiller set soğutma suyu sıcaklığı)	1	30	Enjeksiyon yolluk açma – kapama zamanlarına (+/- 0,5 sn.) ilave edilmesi	Enjeksiyon Sorumlusu						
	Yüzeyde oluşan çöküntü	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilm esi ve hattın boş geçmesi	6	+	Yolluk açma – kapama süresinin düşük olması	5	-	Enjeksiyon Üretim takip Formu (yolluk açma-kapama süreleri)	2	60	-							
			6	+	Enjeksiyon süresinin düşük olması	5	-	Enjeksiyon Üretim takip Formu (enjeksiyon süreleri)	2	60	-							
			6	+	Enjeksiyon basıncının yüksek olması	5	-	Enjeksiyon Üretim takip Formu (enjeksiyon basınçları)	2	60	-							
	Yüzeyde gaz izi	Boya ile kapanamayan ve görsel olarak negatif değerlendirme	6		Yolluk açma – kapama süresinin düşük olması	4	-	Enjeksiyon Üretim takip Formu (yolluk açma-kapama süreleri)	2	48	-							

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm				Fmea Nr Fmea Nr				02						
Proje Project	356		Core Team Cekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazirlayan		Kalite Mühendisi						
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014						
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)								
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

	Yüzeyde çizik, pürüz	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilmes ve hattın boş geçmesi	6	-	Parçanın uygun olmayan bir biçimde kalıptan alınması	5	-	Üretim başlangıcı ilk 5 parça + 2 saatte bir parça göz kontrolü	6	180	Parçayı kalıptan alıp işlem masasına koyacak robot sisteminin devreye alınması	Üst Yönetim / Enjeksiyon Sorumlusu / Metod Mühendisi					
Üst destek parçası kaynak operasyonu	Kaynak işlemi uygunsuz	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilmes ve hattın boş geçmesi	6	+	Parçanın uygun olmayan biçimde kaynak bankosuna yerleştirilmesi	5	-	Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	180	Kaynak bankosunun sensörler vasıtasıyla parçanın kaynak noktalarını kontrol etmesi	Boyahane Sorumlusu / Metod Mühendisi	6	3	1	18	
Boya Operasyonu Giriş Kontrol	Hammadde de gaz çıkışı	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilmes ve hattın boş geçmesi	7	-	Parça içerisinde birikmiş gazın ortaya çıkması	4		Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	168							

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm				Fmea Nr Fmea Nr				02						
Proje Project	356		Core Team Cekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi						
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014						
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)								
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N Risk önce, Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

Çapaklı parça	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilm esi ve hattın boş geçmesi	6	+	Enjeksiyon kaynaklı	3		Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	108								
Kalıp iz, feder izi	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilm esi ve hattın boş geçmesi	7	-	Enjeksiyon kaynaklı	3		Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	126								
Zımpara izi	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilm esi ve hattın boş geçmesi	7	-	Enjeksiyon kaynaklı	3		Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	126								
Darbe izi	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilm esi ve hattın boş geçmesi	7	-	Enjeksiyon ve enjeksiyon sonrası ambalajlama kaynaklı	3		Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	126	Enjeksiyon Boyahane arasındaki iç taşımayı yapacak ergonomik taşıma arabası uygulaması	Enjeksiyon Sorumlusu / Boyahane Sorumlusu / Metod Mühendisi		7	2	5	70	

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

Boya Operasyon u Parça Hazırlama (Askılama)	Birişme izi	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilm esi ve hattın boş geçmesi	7	-	Enjeksiyon kaynaklı	3		Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	126								
	Parça yüzeyinde el izi	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilm esi ve hattın boş geçmesi	6	-	Parçanın elle direkt teması ve eldiven kullanılmaması	3	Eldiven kullanımı	Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	108								
	Parça yüzeyinde çizik	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilm esi ve hattın boş geçmesi	7	-	Parçalar askıya takılırken yüzeyinin sert bir düzleme değmesi	3		Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	126								
Boya Operasyon u Parça Hazırlama (Askılama)	Parça yolluklarınd a çapak	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilm esi ve hattın boş geçmesi	6	-	Parçanın yollukları kesilirken yüzeye sıfır kesilmemesi	3		Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	108								

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm				Fmea Nr Fmea Nr				02						
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi						
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014						
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)								
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalayıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P . N .

	Parçanın askıya tam takılmaması	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilmediği ve hattın boş geçmesi	6	-	Askı tırnağının gevşek olması, tırnağın eksik enjeksiyon olması	3		Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	108							
	Parçanın deforme olması	Müşteri tarafından görsel olarak negatif değerlendirilmediği ve hattın boş geçmesi	7	-	Askıların zamanla deforme olması ve parçayı deforme etmesi	7		Görsel kontrol+ %100 Kontrol	6	294	Her askı temizlik sonrası master kontrolü yapılarak üretime alınması	Boyahane Sorumlusu / Metod Mühendisi		7	4	5	140
Boyama	Krater	Görünüm Bozukluğu	7	-	1.Kabinin basma havasında ve robot, manuel havalarda silikon ve benzeri kontaminasyonların olması.	6		1.Belli zamanlarda boya krater testlerinin yapılması, hava filtrelerinin değiştirilmesi	6	252	Filtre değişim periyodunun belirlenmesi ve standart hale getirilmesi	Boyahane Sorumlusu / Metod Mühendisi		7	4	5	140
		Görünüm Bozukluğu	7	-	2.Kabin çalışanlarından gelebilecek kontaminasyonlar	2		2.Kabin çalışanlarının kozmetik ve yiyeceklerin kullanılmaması	6	84							

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalıyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

		Müşteri tatminsizliği	7	-	3-Kullanılacak olan malzemelerde silikon ve benzeri kirliliklerin olması	2		3.Kabinlerde yapılacak bu işlemler için önceden malzeme krater testlerinin yapılması.	6	84								
		Müşteri tatminsizliği	7	-	4-Çevre temizliğinin uygun olmaması	6			6	252	Boyahane teknik temizlik periyodunun belirlenmesi ve temizlik işlemlerinin standart hale getirilmesi	Boyahane Sorumlusu / Metod Mühendisi		7	4	5	140	

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm				Fmea Nr Fmea Nr				02						
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi						
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014						
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tarihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)								
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalayıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P . N .

Boyama	Pislik Yabancı Madde	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	7	-	1.Kabin filtrelerinin uygun olmaması 2.Boya malzemeden gelebilecek toz, hav olması 3.Boya filtrelerinin patlak olması 4.Manuel uygulamada eldiven, kıyafet, tack rag uygun olmaması 5.Parça yüzeyinin temiz olmaması 6.Çevre temizliğinin uygun olmaması	5	Operatör eğitimleri Operatör çalışma talimatları Boyanın kontrol edilmesi Her boya varilinin süzülerek üretime verilmesi Filtre kontrollerinin yapılması	6	210	Kabin filtrelerinin standart hale getirilmesi ve filtre değişim periyodu belirlenmesi, Boya filtrelerinin değişim periyodunun artırılması, Manual uygulamada giyilecek kıyafetin kumaşının hav bırakmayacak cinsten olması, Manual boya yapmaya uygun eldiven seçimi ve hav ölçümü analizi yapılarak daha az miktarda hav içeren tack rag bezi kullanılması, Parça yüzeyi hava tutma ve alkolle silme işlemi için SOP hazırlanarak operasyonda standartlaştırmayı sağlama, Boyahane teknik temizlik işleminin periyodunun belirlenmesi ve standart hale getirilmesi	Boyahane Sorumlusu / Metod mühendisi	7	2	5	70
--------	----------------------	---	---	---	---	---	--	---	-----	---	--------------------------------------	---	---	---	----

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm				Fmea Nr Fmea Nr				02						
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi						
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014						
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)								
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalayıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

Boyama	Portakallanma	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	7	-	1-Kabin sıcaklığının yüksek olmaması 2.Kabin neminin düşük olması 3.Boya viskozitesinin yüksek olması 4.Boya sıcaklığının yüksek olması 5.Boya kalınlığının düşük olması 6.Uygulama ekipmanlarında hata olması 7.Yanlış inceltici kullanılması 8.Flash off zamanının yeterli olmaması 9.Flashoff sıcaklığının yüksek olması	3	Robot kontrolleri, Kabin kontrolleri, Proses kontrolleri (kalınlık, viskozite)	Operatör eğitimleri, Operatör çalışma talimatları, Kabin ve flash off sıcaklık ve neminin kontrolü, Boya sıcaklık kontrolleri, Boya uygulama ekipmanlarının kontrol edilmesi	6	126							
--------	---------------	--	---	---	---	---	--	--	---	-----	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Cekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu. Enjeksiyon Sorumlusu. Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazirlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalıyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

	Blister oluşumu	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	7	-	1.Enjeksiyondan gelen kontaminasyonların alınmaması 2.Silme prosesinde plastik parçalara el ile dokunulması	3	Kabin kontrolleri; Silme operasyon kontrolleri	Operatör eğitimleri, Operatör çalışma talimatları, Silme malzemelerinin kontrolü	6	126								
--	-----------------	--	---	---	--	---	---	--	---	-----	--	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reprs. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Cekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalayıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

Boyama	Boya, astar, vernik akıntısı	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	7	-	3	1.Kabin sıcaklığının düşük olması 2.Kabin neminin yüksek olması 3.Flash off sıcaklığının düşük olması 4.Boya viskozitesinin düşük olması 5.Yanlış inceltici kullanımı 6.Uygulama ekipmanlarının parçaya yakın olması 7-Parçanın boyahane askılarına doğru konumlandırılmaması.	Operatör eğitimleri Operatör çalışma talimatları Kabin parametre kontrolleri Robot ve parça arasındaki mesafelerin kontrolü Göz kontrolü	6	126								
--------	------------------------------	--	---	---	---	--	--	---	-----	--	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

	Boya Örtmeme	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	8	-	1.Boya kalınlığının düşük olması 2.Boya uygulama araçlarında problem oluşması	3	Robot kontrolleri Boya kontrolleri	Operatör eğitimleri Operatör çalışma talimatları Robot ve parça arasındaki mesafelerin kontrolü Boya prosesi Kalınlık kontrolleri	6	144								
--	--------------	--	---	---	--	---	---------------------------------------	--	---	-----	--	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr			02									
Proje Project	356		Core Team Cekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu			Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi							
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü			Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014							
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi					Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)									
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalayıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

Boyama	Düşük parlaklık, matlık	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	7	-	1.Kabin sıcaklığının düşük olması 2.Kabin neminin yüksek olması 3.Boya viskozitesinin düşük olması 4.Boyada yanlış inceltici kullanılması 5.Düşük boya film kalınlığı	3	Robot kontrolleri Kabin kontrolleri Boya kontrolleri Proses kontrolleri (kalınlık, viskozite)	Operatör eğitimleri Operatör çalışma talimatları Robot ve parça arasındaki mesafelerin kontrolü Boya prosesi Kalınlık kontrolleri	6	126							
--------	-------------------------	--	---	---	---	---	--	---	---	-----	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)			Process Reps. Proses Srm				Fmea Nr Fmea Nr				02					
Proje Project	356			Core Team Cekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi					
Part Nr/ODM NO				Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014					
Part Name Parça Adı	Ön Tampon			Key Date Son bitiş Tairihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)							
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalayıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

	Boyada Yapışmama	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	8		1.Parça yüzeyinin temizliğinin uygun olmaması 2.Fırın sıcaklığının toleranstan düşük olması. 3.Boya malzemesinde formülasyon hatasının olması 4.Yüzey gerilimi uygun değil	2	Fırın kontrolleri Kabin kontrolleri Boya kontrolleri Yüzey gerilim ölçümü	Operatör eğitimleri Operatör çalışma talimatları Nihai ürün proses kontrolleri Fırın sıcaklık kontroller Yüzey gerilim ölçümü	6	96								
--	------------------	--	---	--	---	---	--	---	---	----	--	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr			02									
Proje Project	356		Core Team Cekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu			Prepared by Hazirlayan		Kalite Mühendisi							
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü			Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014							
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi					Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)									
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

Boyama	Kolay Çizilme	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	7	-	1.Fırın sıcaklığının toleranstan düşük olması. 2.Boya malzemesinde formülasyon hatasının olması	3	Fırın Kontrolleri Boya Kontrolleri	Fırın sıcaklık kontrolleri Boya malzemesi kontrolleri	6	126							
--------	---------------	--	---	---	--	---	---------------------------------------	--	---	-----	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

	Gölgeleme	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	7		1.Boya malzeme viskozitesinin düşük olması 2.Kabin sıcaklığının düşük olması 3.Boya filminin düşük olması 4.Boya sıcaklığının düşük olması	2		Boya malzemesi kontrolleri Boya hazırlama proses kontrolleri Kabin parametreleri Operatör eğitimleri Operatör çalışma talimatları	6	84								
--	-----------	--	---	--	---	---	--	---	---	----	--	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalayıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

Boyama	Dikenlenme	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	7	1	1.Çabuk kuruma olması 2.Boya malzemesi viskozitesinin yüksek olması 3.Kabin sıcaklığının yüksek olması 4.Boya filminin düşük olması 5.Kabin neminin düşük olması 6.Boya sıcaklığının yüksek olması	2	Kabin kontrolleri Boya kontrolleri Proses kontrolleri (kalınlık, viskozite)	Boya malzemesi kontrolleri Boya hazırlama proses kontrolleri Kabin parametre kontrolleri Operatör eğitimleri Operatör çalışma talimatları	6	84							
--------	------------	--	---	---	---	---	---	---	---	----	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalıyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

	Yüzeyde deformasyon	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	7		Parçanın skidde düzgün konumlandırılması Fırın sıcaklığının toleranstan yüksek olması	3	Her parçanın yüklemenden sonra %100 kontrolü Fırın Kontrolleri	Operatör eğitimleri Operatör çalışma talimatları Fırın parametre kontrolleri	6	126								
--	---------------------	--	---	--	--	---	---	--	---	-----	--	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

	Renk Uyumsuzluğu	Görünüm Bozukluğu Müşteri tatminsizliği	8		Gelen boya hammaddesinde problem Robot programlamasındaki problem	3	Giriş Kont. Sor. Eğitimleri Çalışma talimatları	Kalınlık kontrolü Renk plakası ile kontrol Renk cihazı ile kontrol	6	144								
--	------------------	--	---	--	--	---	--	--	---	-----	--	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakalyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

Elle montaj hazırlığı (ön tampon)	Sis farının yanlış pozisyonda takılması	Yanlış parça montajı, işçilik kaybı, ıskarta	6	+	Operatör dikkatsizliği	7	-	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	6	252	Montaj sehpasında sis farı bölgesine gelen yere köprü atılarak takılmasının engellenmesi POKA YOKE çalışması	Montaj Sorumlusu / Montaj Sehpa Üretici Firma	6	2	1	12
-----------------------------------	---	--	---	---	------------------------	---	---	---------------------------------------	---	-----	--	---	---	---	---	----

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm						Fmea Nr	02							
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu				Prepared by Hazırlayan	Kalite Mühendisi							
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü				Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)	06/05/2014							
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi						Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)								
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

Alt ızgara Versiyon hatası (krom/boyalı)	Yanlış parça montajı, işçilik kaybı, ıskarta	6	+	Operatör dikkatsizliği,	5	Robot montaj masasında sensör varlık ve versiyon tespiti	1	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
--	--	---	---	-------------------------	---	--	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

	Üst ızgara Versiyon hatası (krom/boyalı)	Yanlış parça montajı, işçilik kaybı, ıskarta	6	+	Operatör dikkatsizliği,	5	Robot montaj masasında sensör varlık ve versiyon tespiti	1	30	-								
--	--	--	---	---	-------------------------	---	--	---	----	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enjeksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

	Krom veya boyalı "S" çitanın yuvaya oturmaması	Çıta ile ızgara arasında boşluk oluşması, görsel uygunsuzluk	6	+	Krom veya boyalı "S" çita üzerindeki tırnakların yeterli seviyede kesilmemesi	8	Görsel İş talimatları	Görsel kontrol	3	144	Çıtaldaki tırnakların enjeksiyon sonrası kesilmesi ve krom kaplamaya ve boyama gönderilmesi	Demirtaş Fabrika	6	2	2	24
--	--	--	---	---	---	---	-----------------------	----------------	---	-----	---	------------------	---	---	---	----

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

Robot Montaj Ön hazırlığı	Metal klipslerin takılmaması	Araç üzerinde bağlanamama , ıskarta ve hattın boş geçmesi	7	+	Operatör dikkatsizliği,	2	Robot montaj bankosunda kamera kontrolü	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	1	14	-							
---------------------------	------------------------------	---	---	---	-------------------------	---	---	---------------------------------------	---	----	---	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

	İç metal klipslerin takılmasının unutulması (dado veloce)	Araç üzerinde ses yapma	7	+	Operatör dikkatsizliği	2	Robot montaj bankosunda kamera kontrolü ve çakma operasyonunu yapma	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	1	14								
--	---	-------------------------	---	---	------------------------	---	---	---------------------------------------	---	----	--	--	--	--	--	--	--	--

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Çekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

	Çeki kanca tapasının takılmasının unutulması veya takıldıktan sonra düşmesi	Ürün fonksiyonunu tam olarak yerine getiremez	7		Operatör dikkatsizliği	4	Operatör eğitimleri Çalışma talimatları	Görsel kontrol	6	168	Robot montaj bankosunda kamera kontrolü		7	2	1	14
--	---	---	---	--	------------------------	---	--	----------------	---	-----	---	--	---	---	---	----

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Cekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazirlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occure	Detectio	R . P .

	Alt etek çitasının yanlış pozisyonda takılması	Yanlış parça montajı, işçilik kaybı, ıskarta	6	+	Operatör dikkatsizliği	7	-	Görsel İş talimatları, görsel kontrol	6	252	Montaj sehpasında poke yoke çalışması uygulanarak yanlış pozisyonda parça takılmasının engellenmesi	Nejat Yıldırım / Montaj Sehpa Üretici Firma		6	2	1	12
--	--	--	---	---	------------------------	---	---	---------------------------------------	---	-----	---	---	--	---	---	---	----

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02											
Proje Project	356		Core Team Cekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazırlayan		Kalite Mühendisi									
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014									
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)											
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları					
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .	
Sevkiyat	Yanlış etiketleme	Müşteri tatminsizliği	7	-	Kapalı paketlerin etiketlenmesi	3	-	Görsel kontrol	6	126								

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA Türü	<input type="checkbox"/> Sistem (System) <input checked="" type="checkbox"/> Tasarım (Design) <input type="checkbox"/> Proses (Process)		Process Reps. Proses Srm		Fmea Nr Fmea Nr		02										
Proje Project	356		Core Team Cekirdek Ekip		Kalite Müdürü, Giriş Kalite Soumlusu, Kalite Müh., Metod Müh., Boyahane Sorumlusu, Enieksiyon Sorumlusu, Montaj Sorumlusu		Prepared by Hazirlayan		Kalite Mühendisi								
Part Nr/ODM NO			Team Leader Ekip Lideri		Kalite Müdürü		Fmea Date (Orig) Fmea Tarihi (Orj.)		06/05/2014								
Part Name Parça Adı	Ön Tampon		Key Date Son bitiş Tairihi				Fmea Date (Rev.) Fmea Tarihi (Rev.)										
Process Function Proses Fonksiyon	Potential Failure Mode Hata Türleri	Potential Effect(s) of Failure Hata Etkileri	Severity Şiddet	Classification Sınıf	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure Hatanın Sebepleri	Occurrence Olasılık	Current Process Controls Prevention Mevcut Proses Kontrolleri (Önleyici)	Current Process Controls Detection Mevcut Proses Kontrolleri (Yakaliyıcı)	Detection Keşfedebilirlik	R.P.N. Risk önce. Kats	Recommended Action(s) Önerilen Faaliyetler	Responsibility & Target Completion Date Sorumlu ve Termin	Action Results Faaliyet Sonuçları				
													Actions Taken Yapılan Faaliyetler	Severity	Occurre	Detectio	R . P .

Sevkiyat	Eksik etiket bilgisi	Müşteri tatminsizliği	6	-	Etiket çıktısının bilgilerinin eksik girilmesi	3	-	Görsel kontrol	6	108	Etiket çıktısının bankodan çıkarılması ile manuel girişin önlenmesi	Montaj Sorumlusu / Sevkiyat Sorumlusu	6	3	2	36
----------	----------------------	-----------------------	---	---	--	---	---	----------------	---	-----	---	---------------------------------------	---	---	---	----

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Merve GÜNAYDIN AŞÇI
Doğum Yeri ve Tarihi :Bursa, 05.03.1987
Yabancı Dili :İngilizce
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise :Gemlik Celal Bayar Anadolu Lisesi, 2001-2005
Lisans: :Balıkesir Üniversitesi (Endüstri Mühendisliği),
2006-2010
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : A plus San. Tic. Ltd. Şti., (2013-2014)
Formfleks A.Ş. (2014-)
İletişim (e-posta) : merve.gunaydinasci@hotmail.com

Yayımları :

Günaydın, M., 2010. Investors In People (IIP) Standardı' nın İncelenmesi ve Garanti Bankası Çalışanları Üzerinde Anket Uygulaması ve Sonuçlarının SPSS Programı ile Değerlendirilmesi. *Lisans Tezi*, Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Balıkesir.