

T.C.  
BİLECİK ŐEHY EDEBALI ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BİR OTOMOTİV TEDARİKÇİSİNDA İATF 16949 KAPSAMINDA APQP PROJE  
ÇALIŞMASI VE FMEA, SPC UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURAK GÜZEL

TEZ DANIŐMANI  
PROF. DR. HASAN YAMIK

BİLECİK, 2022

10471781

T.C.  
BİLECİK ŐEH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BİR OTOMOTİV TEDARİKÇİSİNDA İATF 16949 KAPSAMINDA APQP PROJE  
ÇALIŞMASI VE FMEA, SPC UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURAK GÜZEL

TEZ DANIŐMANI  
PROF. DR. HASAN YAMIK

BİLECİK, 2022

10471781

## BEYAN

“Bir Otomotiv Tedarikçisinde IATF 16949 Kapsamında APQP Proje Çalışması ve FMEA, SPC Uygulaması” adlı yüksek lisans tezi hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel ahlak kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.	
<b>DESTEK ALINMIŞTIR</b>	<b>DESTEK ALINMAMIŞTIR</b>
<b>Destek alındı ise;</b>	
<b>Destekleyen kurum;</b>	
<b>Desteğin Türü</b>	<b>Proje Numarası</b>
<b>1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)</b>	
<b>2- TÜBİTAK</b>	
<b>Diğer;.....</b>	
<b>ETİK KURUL onayı var ise;</b>	
<b>ETİK KURUL karar tarih/sayı:</b>	...../.....

**Burak GÜZEL**

**Tarih**

...../...../2022

**İmza**

.....

## ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasının yazılmasında, çalışmama bana güvenerek destek veren danışmanım Sayın Prof. Dr. Hasan YAMIK' a emekleri adına teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bu çalışmada bana değerli katkı ve desteklerini esirgemeyen, plastik ve kauçuk sektöründe önde gelen işletmenin sahipleri sayın Ümit ŞENER ve Ünal ŞENER' e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Son olarak bu günlere ulaşmamda her alanda verdikleri destek ve emekleri adına değerli annem Gülşen GÜZEL, babam Bahri GÜZEL ve abim Bahadır Yaşar GÜZEL' e teşekkürü bir borç bilirim.

**Burak GÜZEL**

.../.../2022

## ÖZET

### BİR OTOMOTİV TEDARİKÇİSİNDE IATF 16949 KAPSAMINDA APQP PROJE ÇALIŞMASI VE FMEA, SPC UYGULAMASI

Bu çalışmanın amacı, APQP (ileri ürün kalite planlaması) yönteminin uygulanması, FMEA (hata türü ve etkileri analizi), SPC (istatistiksel proses kontrol) ve MSA (ölçüm sistemleri analizi) gibi araçlarının etkin şekilde kullanıldığında sağlayacağı faydalardır. Uygulama çalışmalarında, ürünün müşteri talebinden seri hayata geçişine kadar olan tüm durumlar detaylı olarak işlenmiştir. Yeni ürün devreye alma yönteminde IATF (uluslararası otomotiv görev gücü) 16949 otomotiv kalite standardı takip edilmiştir. Çalışmanın sınırları ham madde tedarik edilmesi ile üretim süreçlerininin tümü olarak belirlenmiş olup fonksiyonel birim olarak “1 adet otomobil plastik parçası” kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, APQP etkin kullanıldığında işletmeye kaliteli ürün üretimi konusunda artılar sağlayacağı ve FMEA’ da yapılan iyileştirme çalışması ile birlikte aksiyon planının etkinliği olumlu sonuçlar olarak gösterilmiştir.

Çalışma; Bursa, Kayapa’da plastik ve kauçuk sektöründe faaliyet gösteren yerleşik bir otomotiv firmasında uygulanmıştır. İşletmede ilk etapta aksiyon planında H (yüksek) ve M (orta) olarak tespit edilen ve aksiyon alınması gerekli olan 15 proseste 38 adet olası proses hatası tespit edilmiştir. Bunlar çalışma kapsamında incelenmeye alınarak prosesten uzaklaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** APQP, FMEA, Aksiyon Planı, SPC.

## **ABSTRACT**

### **APQP PROJECT WORK AND FMEA, SPC IMPLEMENTATION UNDER IATF 16949 IN AN AUTOMOTIVE SUPPLIER**

The aim of this study is the application of the APQP (advanced product quality planning) method, the benefits of using tools such as FMEA (defect mode and effects analysis), SPC (statistical process control) and MSA (measurement systems analysis) effectively. In the application studies, all situations from the customer demand to the serial life of the product were handled in detail. IATF 16949 automotive quality standard was followed in the new product commissioning method. The limits of the study were determined as the supply of raw materials and the entire production processes, and "1 piece of automobile plastic" was used as the functional unit. According to the findings, it has been shown that when APQP is used effectively, it will provide benefits to the business in terms of quality product production and the effectiveness of the action plan together with the improvement work in FMEA has been shown as positive results.

The study was implemented in an established automotive company operating in the plastic and rubber sector in Kayapa, Bursa. 38 possible process errors were detected in 15 processes, which were determined as H (high) and M (medium) in the action plan at the first stage and which required action. These were examined within the scope of the study and removed from the process.

**Keywords:** APQP, FMEA, Action Plan, SPC.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. ISO/TS 16949 OTOMOTİV KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ.....	4
2.1. Literatür Taraması.....	6
3. APQP (İLERİ ÜRÜN KALİTE PLANLAMASI).....	9
3.1. Projenin Tanımlanması ve Planlanması.....	11
3.1.1. Müşterinin Talebi.....	12
3.1.2. İş Planları/Satış Stratejileri.....	13
3.1.3. Ürün/Süreç Karşılaştırma Verileri.....	13
3.1.4. Ürün/Süreç Varsayımları.....	13
3.1.5. Ürün Güvenilirliği Çalışmaları.....	13
3.1.6. Müşteri Girdileri.....	13
3.1.7. Tasarım Hedefleri.....	14
3.1.8. Güvenilirlik ve Kalite Hedefleri.....	14
3.1.9. Ön Malzeme Listesi.....	14
3.1.10. Ön Proses Akış Şeması.....	14
3.1.11. Özel Ürün Ön Listeleme.....	14
3.1.12. Ürün Güvence Planı.....	15
3.1.13. Yönetim Desteği.....	15
3.2. Ürün Tasarımı ve Geliştirilmesi.....	15
3.2.1. Tasarım Hata Türleri ve Etkileri Analizi (DFMEA).....	17
3.2.2. Üretilebilirlik ve Montaj İçin Tasarım.....	17
3.2.3. Tasarım İncelemeleri.....	18
3.2.4. Prototip Oluşturma - Kontrol Planı.....	18
3.2.5. Mühendislik Çizimleri.....	19
3.2.6. Mühendislik Spesifikasyonları.....	19

3.2.7. Malzeme Özellikleri .....	20
3.2.8. Çizim ve Şartname Değişiklikleri .....	20
3.2.9. Yeni Ekipman, Alet ve Tesis Gereksinimleri .....	20
3.2.10. Özel Ürün ve Proses Özellikleri .....	20
3.2.11. Ölçü/Test Ekipman Gereksinimleri .....	20
3.2.12. Fizibilite Taahhüdü ve Yönetim Desteği .....	20
3.3. Proses Tasarımı ve Geliştirme .....	21
3.3.1. Ürün/Proses Kalite Sisteminin İncelenmesi.....	22
3.3.2. Proses Akış Şeması.....	22
3.3.3. Kat Planı Düzeni (Layout) .....	23
3.3.4. Proses Hata Türü ve Etkileri Analizi (PFMEA) .....	23
3.3.5. Üretim Öncesi Kontrol Planı .....	26
3.3.6. Proses Talimatları.....	26
3.3.7. Ölçüm Sistemleri Analizleri (MSA) .....	26
3.3.8. Ön Süreç Yetenek Çalışma Planı (SPC/Yeterlilik) .....	27
3.3.9. Paketleme Talimatları .....	31
3.3.10. Yönetim Desteği .....	31
3.4. Ürün ve Prosesin Geçerlilik Kazanması .....	31
3.4.1. Üretim Deneme Çalışması .....	32
3.4.2. Ölçüm Sistemlerinin Değerlendirilmesi .....	33
3.4.3. Ön Süreç Yeterlilik Çalışması.....	33
3.4.4. Üretim Parçası Onayı (PPAP) .....	33
3.4.5. Üretim Doğrulama Testi.....	33
3.4.6. Ambalajlamanın Değerlendirilmesi .....	33
3.4.7. Üretim Kontrol Planı .....	34
3.4.8. Kalite Planlama İmza ve Yönetim Desteği .....	34
3.5. Geri Bildirimin Değerlendirilmesi ve Düzeltici Faaliyetler .....	35
3.5.1. Azaltılmış Varyasyon .....	36
3.5.2. Müşteri Memnuniyeti .....	36
3.5.3. Teslimat ve Lojistik.....	37
4. YENİ ÜRÜN DEVREYE ALMA UYGULAMASI .....	38
4.1. İleri Ürün Kalite Planlaması Yeni Ürün Devreye Alma Çalışmalarının Modellenmesi .....	38
4.2. Müşteride Ürün İhtiyacının Oluşması .....	42

4.3. Proje Ekibinin Belirlenmesi ve Açılış Toplantısı .....	42
4.4. Yapılabilirlik (Fizibilite) Analizi Yapılması.....	44
4.5. Stok Kartı, Ürün Ağacı ve Cari Hesap Tanımlarının ERP Sistemine Yapılması .	46
4.6. TPR (Kalıp İmalat Planı) Yapılması .....	47
4.7. PPAP (Üretim Parçası Onay Prosesi) Hazırlığı Başlaması .....	49
4.8. Üründe Kullanılacak Hammaddenin Tedarik Edilmesi .....	49
4.9. İş Akış Diyagramının Oluşturulması.....	50
4.10. FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) Oluşturulması.....	54
4.11. Kontrol Planı Oluşturulması .....	60
4.12. Operasyon Talimatı Oluşturulması .....	63
4.13. Numune Ürün Üretiminin Yapılması .....	64
4.14. Ölçüm Raporu Oluşturulması .....	64
4.15. SPC (İstatistiksel Proses Kontrol) Yeterlilik Oluşturulması.....	65
4.16. MSA (Ölçüm Sistemleri Analizi) Nicel Oluşturulması .....	67
4.17. IMDS (Uluslararası Malzeme Data Sistemi) Girişinin Yapılması .....	69
4.18. Paketleme Talimatı Oluşturulması .....	70
4.19. Lojistik Talimatı Oluşturulması.....	70
4.20. PSW (Parça Garanti Mektubu) Onayı .....	71
5. BULGULAR.....	73
6. SONUÇLAR.....	80
KAYNAKÇA .....	81

## TABLULAR LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 2.1.</b> IATF revizyon tablosu .....	6
<b>Tablo 3.1.</b> Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 1 girdiler ve çıktılar .....	12
<b>Tablo 3.2.</b> Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 2 girdiler ve çıktılar .....	17
<b>Tablo 3.3.</b> Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 3 girdiler ve çıktılar .....	22
<b>Tablo 3.4.</b> Olasılık ölçme tablosu .....	24
<b>Tablo 3.5.</b> Şiddet ölçme tablosu .....	25
<b>Tablo 3.6.</b> Tespit ölçme tablosu.....	25
<b>Tablo 3.7.</b> %GRR kabul kriterleri tablosu .....	27
<b>Tablo 3.8.</b> Ndc kabul kriterleri tablosu .....	27
<b>Tablo 3.9.</b> Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 4 girdiler ve çıktılar .....	32
<b>Tablo 3.10.</b> Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 5 girdiler ve çıktılar .....	36
<b>Tablo 4.1.</b> Aksiyon önceliği tablosu .....	55
<b>Tablo 4.2.</b> %GRR ve ndc değerleri.....	67
<b>Tablo 5.1.</b> Olası hata türleri neticesinde oluşan RÖS değerleri 1 .....	74
<b>Tablo 5.2.</b> Olası hata türleri neticesinde oluşan RÖS değerleri 2.....	75
<b>Tablo 5.3.</b> Aksiyon öncelik statüsü M ve H olan olası hata türlerine yapılan aksiyonlar ile oluşan yeni RÖS değerleri.....	76
<b>Tablo 6.1.</b> İyileştirmeler sonrası MSA ve SPC kriterleri analizleri.....	80

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. IATF oluşum şeması .....	5
Şekil 3.1. PUKO döngüsü .....	9
Şekil 3.2. Ürün kalite planlaması zaman diyagramı .....	10
Şekil 3.3. Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 1 .....	11
Şekil 3.4. Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 2 .....	16
Şekil 3.5. Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 3 .....	21
Şekil 3.6. Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 4 .....	32
Şekil 3.7. Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 5 .....	35
Şekil 4.1. İleri ürün kalite planlama proses çalışmaları modeli 1 .....	39
Şekil 4.2. İleri ürün kalite planlama proses çalışmaları modeli 2 .....	40
Şekil 4.3. İleri ürün kalite planlama proses çalışmaları modeli 3 .....	41
Şekil 4.4. APQP (İleri ürün kalite planlaması) çizelgesi .....	43
Şekil 4.5. Yapılabilirlik (Fizibilite) raporu .....	44
Şekil 4.6. Müşteri tarafından paylaşılan 2D çizim (teknik resim) .....	45
Şekil 4.7. ERP (Dinamo) stok kartı ekranı.....	46
Şekil 4.8. TPR (Kalıp üretim planı) dokümanı .....	48
Şekil 4.9. Analiz raporu .....	49
Şekil 4.10. Kaynak kullanım belgesi .....	50
Şekil 4.11. Akış diyagramı 1 .....	51
Şekil 4.12. Akış diyagramı 2.....	52
Şekil 4.13. İş akış diyagramı 3.....	53
Şekil 4.14. FMEA (Hata türü ve etkileri analizi) çizelgesi 1 .....	57
Şekil 4.14. FMEA (Hata türü ve etkileri analizi) çizelgesi 2 .....	58

Şekil 4.16. FMEA (Hata türü ve etkileri analizi) çizelgesi 3 .....	59
Şekil 4.17. Kontrol planı çizelgesi 1 .....	61
Şekil 4.18. Kontrol planı çizelgesi 2 .....	62
Şekil 4.19. Operasyon Talimatı.....	63
Şekil 4.20. Numune üretimi gerçekleştirilen ürün görseli .....	64
Şekil 4.21. Ölçüm raporu .....	65
Şekil 4.22. SPC (İstatistiksel proses kontrol) yeterlilik çizelgesi .....	66
Şekil 4.23. MSA (Ölçüm sistemleri analizi) nicel çizelgesi .....	68
Şekil 4.24. IMDS girişi .....	69
Şekil 4.25. Paketleme talimatı.....	70
Şekil 4.26. PSW (Parça garanti mektubu) formu .....	72
Şekil 5.1. İyileştirmeler sonrası ölçüm sonuçları .....	78
Şekil 5.2. İyileştirmeler sonrası yeterlilik sonuçları .....	79

## GRAFİKLER LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Grafik 3.1.</b> SPC kalite kontrol diyagramı.....	30
<b>Grafik 4.1.</b> Aksiyon öncelik dağılımları .....	54
<b>Grafik 5.1.</b> Üretim proseslerine göre OP bazında hata türü adetleri .....	73

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

**%GRR** : Ölçümcü / ölçüm cihazı tekrarlanabilirlik varyansının oranlanması

**AKL** : Alt kontrol limiti

**AP** : Aksiyon planı

**APQP** : İleri ürün kalite planlaması

**AR-GE** : Araştırma - Geliştirme

**Cm** : Makinanın potansiyel yeterliliği

**Cmk** : Makinanın performansı

**DFMEA** : Tasarım hata türü etkileri analizi

**ERP** : Kurumsal kaynak planlama

**EXW** : Ex works

**FMEA** : Hata türü ve etkileri analizi

**G.K.K** : Giriş kalite kontrol

**IATF** : Uluslararası otomotiv görev gücü

**ID** : Kimlik Numarası

**IMDS** : Uluslararası malzeme data sistemi

**ISO** : Uluslararası standart organizasyonu

**KYS** : Kalite Yönetim Sistemi

**MSA** : Ölçüm sistemleri analizi

**Ndc** : Ölçüm ekipmanının yeterli ayırt edebilme özelliği

**OEM** : Orjinal ekipman üreticileri

**PFMEA** : Proses hata türü etkileri analizi

**PO** : Purchase Order

**PPAP** : Üretim parçası onay prosesi

**PSW** : Parça garanti mektubu

**PUKÖ** : Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al

**RÖS** : Risk öncelik sayısı

**SPC** : İstatistiksel proses kontrol

**Tier1** : OEM' e çalışan

**Tier2** : Tier1' a çalışan

**UKL** : Üst kontrol limiti

## 1. GİRİŞ

Otomotiv ana sanayii firmalarının birçoğunun üyesi oldukları IATF (uluslararası otomotiv görev gücü), işletmelere IATF 16949 KYS'yi (Kalite Yönetim Sistemi) zorunlu kılmaktadır. Bu sektörde gün geçtikçe artan rekabet ile birlikte; proje yönetimindeki başarı, sektöre tutunma uğraşlarındaki firmaların ana hedeflerinden biri olmaktadır. İşletmeler belirlemiş oldukları hedeflerine ulaşma için; süre, maliyet, kalite kısıtları etrafında yürütmekte oldukları projeleri; verimli kaynak kullanımı ve doğru bir planlamayla yönetmektedirler (Yetimler, 2018: 1). Otomotiv sektörü, OEM (orijinal ekipman üreticileri) ve buna parça, sistem, modül üretimiyle destekleyen yan sanayi (Tier1 (OEM'e çalışan), Tier2 (Tier1'a çalışan) gibi) işletmelerinden oluşmaktadır. Havacılık ve uzay sanayinin ardından önemli mühendislik alanlarını içerisinde barındıran teknolojiye otomotiv sanayinin, geniş bir pazar rekabetinde AR-GE (araştırma-geliştirme) çalışmalarını sıklaştırma ve mutlak devamlı gelişimin içerisinde bulunması gerekliliği proje alanı için ilk adımlardan biri olarak değerlendirilebilmektedir (Şeker, 2019: 47). Projeden üretime devir olduktan sonra da gelişime devam edilebilmektedir. Otomotiv sektörünün baş standardı olarak kabul edilen IATF 16949: 2016 Kalite Yönetim Sistemi (KYS) Standardı her ne kadar ileri ürün kalite planlaması süreci (APQP) kapsamında bu sektör için proje yönetimi alanında çeşitli yöntem ve araçları belirtmiş olsada, müşteri memnuniyeti ve ürün/proses kalitesi odaklı yaklaşımıyla işletmelerin proje yönetimin açısından karşılaşmış oldukları zaman ve maliyet kısıtlarına etkili olabilecek türlerde çözüm sağlayacak yöntemler konusunda oldukça sağlam bir yapıya sahip olmamaktadır (Yalçın, 2019: 1).

Günümüzde işletmeler minimum sermaye, minimum işçi sayısı ile ve süreci engelleyen herhangi bir kaza veya olay olmadan maksimum kar elde etmek istemektedir. Normal koşullarda bu durum mümkün olamamaktadır. Ortaya çıkan bir problemle baş etmeye çalışmak yerine, etkili bir risk analizi metodolojisi uygulamak daha mantıklıdır. Risk yönetimi ile ilgili pek çok metot olmasına rağmen, her birinin avantajları ile birlikte bazı sınırlamaları olmaktadır. Risk analizi metodu yetenekli ve tecrübeli uzmanlar tarafından uygulanmalıdır. Uzmanların da en uygun risk analizi yöntemini belirleyebilmeleri için süreç hakkında detaylı bilgiye sahip olması gerekmektedir. En yaygın kullanılan risk analizi yöntemlerinden biri Hata Türü ve Etkileri Analizidir (Özyazgan, 2013: 303). 1940'larda ABD ordusunda ortaya çıkan FMEA, bugün ISO 9001, ISO/TS 16949 gibi kalite standartlarında yaygın olarak kullanılan analitik bir araç olmaktadır (Taşan, 2006: 27). 1980 senesinde bu bağlamda yayınlanmış ilk standartlardan kabul edilen MIL-STD 1629A (Hata Türü, Etkileri ve Kritiklik

Analizi Uygulaması için Prosedür)'da FMEA'nın genel tanımı "Sistemdeki her bir muhtemel hata türünün, sistemdeki neticelerini yada etkilerini belirlemek ve önemlerine nazaran her bir hata çeşidini sınıflandırmak için çözümlene edilmiş olduğu bir prosedürdür." olarak verilmektedir (Stamatis, 2003:107). Kısaca FMEA, bir üründe oluşabilecek dizayn ve/veya proses kökenli bütün hata türlerine dizgesel olarak yapılabilen bir çözümlene yöntemidir. Her tür hata/arıza'nın, satın alan üstünde oluşturacağı muhtemel etkilere nazaran analizler yapılmaktadır ve bu analizlerin tamamı ürün daha pazara çıkmadan önce, hatta dizayn ve/veya tecrübe etme üretimleri esnasında gerçekleştirilmektedir. Böylece hata gerçekleşmeden önleme hedeflenmektedir (He, B., Xue, H., Liu, L., Pan, Q., Tang, W. 2019: 1697). FMEA'nın esas amacı; hata /arıza türlerini, etkilerini ve kritiklerini tespit edilebilmesi, ürünün kritik (tehlikeli) hata/arızalarını belirlenebilmesi, hataları, kusurları, arızaları ve kritikleri ortadan kaldıracak yada en aza indirecek; değişiklikleri, şekilleri ve testleri uygulayarak, ürünü son olarak harika haline getirmeyi başarabilmektedir (Canpolat, 2008:10). Benzer biçimde ve müsait yönetilen herhangi bir FMEA yaklaşımında sistem, tasarım, proses ve serviste mevcut olan riski azaltabilecek faydalı bilgiler sağlayacaktır. Bundan ötürü mantıklı ve gelişen bir potansiyel hata analizi metodu görevlerin daha faal yapılmasına müsaade eder. FMEA; sistem, tasarım, proses ve serviste karşılaşılabilecek hataları müşteriye ulaşmadan önce, erken safhalarda önleyen en mühim yaklaşımlardan biridir (Dedimas, Gebeyehu, 2019: 27).

Çalışmanın ikinci bölümünde araştırma konusu olan yeni ürün devreye alma projesinin önemini vurgulamak amacıyla, otomotiv sektörünün kalite standardı olan IATF 16949: 2016'nın ortaya çıkışı, yıllara göre geçirdiği evrimler ve yapılmış olan tüm revizyonlarının detaylı bilgisine yer verilmiştir. Çalışmada detaylı olarak kullanılmış olan 2 ana kalite aracı FMEA (Hata türü ve etkileri analizi) ve SPC (İstatistiksel proses kontrol) hakkında literatür araştırmasına da yer verilmiştir. Literatür çalışması sadece otomotiv sektörü çevresinde değil üretim yapılan tüm sektörler için detaylı olarak araştırılmıştır. Çok detaylı olarak literatür araştırmalarında, yeni ürün devreye alma proje çalışmalarının yapılmadığı görülmüş ve bu çalışmanın otomotiv sektöründe proje alanında öncü olabileceği sonucuna varılmıştır.

Üçüncü bölümde, APQP (ileri ürün kalite planlaması) çerçevesinde yapılan yeni ürün devreye alma proje çalışmalarının aşama aşama detaylarından bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde, yeni ürün devreye alma proje çalışması yapılmıştır. Çalışmanın otomotiv sektörü bazında neleri gerektirdiği süreç akışına uygun olarak aktarılmıştır. Bu

bağlamda da ürünün PPAP (Üretim parçası onay prosesi) dosyası detaylı olarak hazırlanmıştır.

Değerlendirme ve öneri bölümünde FMEA, SPC ve MSA (ölçüm sistemleri analizi) kalite araçlarının detaylı analizleri ile FMEA’da aksiyon alınacak düzeyde RÖS (risk öncelik sayısı) değeri yüksek çıkan olası hatalara karşı alınabilecek olan aksiyonlar ve SPC, MSA ile durumun ne düzeyde iyileştirildiği ölçüm ve istatistiksel olarak aktarılmıştır. Sonuç olarak üst yönetime gerekli aksiyonlar için durum aktarılmıştır.

Bu çalışmada Bursa Kayapa lokasyonunda üretimini sürdüren kauçuk ve plastik enjeksiyon sektörünün öncü firmalarından olan işletmede, ileri ürün kalite planı kapsamında yeni ürün devreye alma uygulaması yapılmıştır. Uygulama kapsamında plastik enjeksiyon ile üretim operasyonu, azotlu çapak alma operasyonu, görsel kontrol operasyonu nemlendirme operasyonu ve final kontrol operasyonları analiz edilmiştir. Başlangıç olarak yapılabirlik analizi ile ürünün üretiminde engel olacak tüm durumlar analiz edilmiştir. Hammadde tedarik işlemleri başlatılmış olup, kalıp imalatı planları yapılmıştır. Kalıp çekmeleri hammadde teknik raporlarından yola çıkarak belirlenmiş ve imalatı yapılmıştır. Tüm süreçlerdeki üründe kullanılacak hammaddelerin mal kabulünden bitmiş ürün mamul sevkiyatına kadar olan taşıma ve ara depolamalar dahil operasyonlar iş akışı ile oluşturulmuştur. İş akışının çıktısı olan FMEA ile olası hata ve oluşan hatalara karşı analizler yapılmış, devamında FMEA çıktısı olan kontrol planı, reçeteler, operasyon talimatları, eğitimler, paketleme talimatları oluşturulmuştur. Hata analizlerinde tez içeriğinde özel yapılan aksiyon öncelik planı çalışması adapte edilmiş olan yeni tür FMEA formatı uygulanmıştır. Aksiyon öncelik planı ile müdahale/aksiyon yapılacak olan her hata türü net şekilde belirlenmiş olacaktır. Böylelikle RÖS (risk öncelik sayısı) değeri ile 100 puan üzerinde olanlara aksiyon alınması gerekli olan bilginin yetersizliğinden bahsedilmiştir. Düşük, orta ve yüksek olarak kategorilere ayrılmış olan aksiyon öncelik planı ile orta ve yüksek kategorideki olası hatalara aksiyon alınması gerektiğinden bahsedilmiştir. FMEA’da yapılan aksiyonlar ile birlikte iyileştirme öncesi ve iyileştirme sonrasında yapılan analiz ve hesaplama sonuçları istatistiksel proses kontrol (SPC) metoduyla raporlanmıştır. Gelecek nesiller açısından yol gösterici bir rol oynayacak FMEA şablonu, tüm akademik kariyer yapmakta olan ve sürekli gelişimini devam ettiren bireyler için de katkı sağlayacak bir klavuz olması temennisinde çalışmalar yapılmıştır. İyileştirmeler sonucunda müşteri talebi kadar numune üretiminin yapılmasıyla, numuneler müşteriye ürünün uluslararası malzeme data sistemine (IMDS) kayıtları yapılarak üretim parçası onay prosesi (PPAP) sunumu ve parça garanti mektubu (PSW) onayı ile birlikte sunulmuştur.

## 2. ISO/TS 16949 OTOMOTİV KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ

Otomotiv sektöründe yer alan işletmelerce, IATF 16949 tüm dünyada ortak bir dil olarak kabul edilen kalite yönetim sistemidir. Bu sistem, tedarikçiler ve üreticiler olarak ortak bir hedef oluşturma ve memnuniyet artırma açısından kalite sisteminin standartlaştırılmasıdır (Çağlayan, 2017: 29).

Hollanda ve İsviçre’de 1919, Avusturya’da 1920, Japonya’da 1921, Rusya’da 1925’te kurulan kuruluşlar, ulusal çapta standartizasyon çalışmalarını yapma hedefiyle oluşturulmuşlardır. Ulusal çaptaki bu çalışmalar İkinci Dünya Savaşından sonra daha da hızlanmıştır. Bunun başlıca sebebi, savaş esnasında müttefiklerin birbirlerinin imal ettiği parça ve malzemeleri standart olmaması sebebiyle kullanımda güçlük çekmeleridir. Ülkelerin teknolojik, sosyal, siyasal, ticari ve askeri mevzularda birbirleriyle gelişen ilişkilerinden dolayı mal ve hizmet akımının artması sonucu ortaya çıkan uyumsuzluklar uluslararası standartlara olan gereksinimi arttırmıştır. Aynı kalite standardına sahip mallar ayrıca bir de kalite karşılaştırılmasına tabii tutulmadan sadece satış şartları ile satıldığı için rekabet üstünlüğü sağlayınca, uluslararası bir standartizasyon örgütü kurulmasına gerek duyulmuş ve temeli 1904’de atıldığı söylenen ISO kurulmuştur. ISO 9001, Kalite Yönetim Sistemi’nin kurulması sırasında uygulanması gereken şartları tanımlayan ve belgelendirmeye esas teşkil eden standarttır. Bununla birlikte, Uluslararası Standart Organizasyonu (ISO)’nun yayımlamış olduğu klavuz standartlar da vardır. ISO 9001 ve klavuz standartlar, ISO 9000 serisi olarak adlandırılmaktadır. ISO 9000 standart serisi, her tip ve büyüklükteki kuruluşun etkin bir Kalite Yönetim Sistemi oluşturması ve uygulaması için geliştirilmiştir. ISO/TS 16949 Kalite Yönetim Sistemi ISO 9000/ISO 9001 sistemi üzerine kurulan, otomobil üreticilerinin özel isteklerini tanımlayan bir sistemdir. Otomotiv sektörüne hitap eden, 1999 yılında ISO 176 teknik komitesinin bir araya gelmesi ile oluşturulan, içeriğinde Avrupa ve Amerika’daki otomotiv standartlarını bulunduran IATF 16949’un kurulmasıyla başlamıştır. IATF 16949 otomotiv sektörü kalite yönetim sisteminin oluşturulması için atılan bir adımdır (Çağlayan, 2017: 29). 1999 yılında oluşturulan bu standart, otomotiv sektörü tarafından benimsenmiş ve uygulanması devam etmektedir. Amerika ve Avrupa’da tüm otomobil üretimi yapmakta olan firmalar IATF 16949’u tedarikçilerinden talep etmektedir. Ayrıca orijinal ekipman üreticileri için mecburi kılınan bir standart haline gelmiştir (Türk, 2019: 21).

Kalite yönetim sisteminin gelişmesine katkı sağlayan ülke bazlı standartlar; ABD’de QS 9000, Fransa’da EAQF, Almanya’da VDA 6, İtalya’da ulusal olarak AVSQ ve uluslararası olarak IATF 16949:2016 kalite yönetim sistemidir. IATF 16949 kalite yönetim sistemi

üyelerine bakacak olursak; Ford Motor Company, General Motors Company, BMW Group, Daimler Chrysler, Renault, PSA Peugeot-Citroen, Volkswagen, Fiat, AIAG (ABD), VDA 6 (Almanya), ANFIA (İtalya), FIEV (Fransa), SMMT (İngiltere)'dir. Otomotiv sektörüne ait kalite çalışmalarının planlandığı bir standarttır (Bulut, 2007: 29).

- İtalya (Fiat Car ve ANFIA),
- Fransa (PSA, Renault ve FIEV),
- Almanya (BMW, Daimler BENZ, VW ve VDA),
- ABD (Chrysler, FORD, GM ve AIAG),
- İngiltere (SMMT) (Çağlayan 2017: 29)

Şekil 2.1’de görüldüğü gibi, IATF 16949 çeşitli otomotiv ana sanayi üreticilerinin bir araya gelip oluşturdukları bir sistemdir (Çağlayan 2017: 30).



Şekil 2.1. IATF oluşum şeması

**Kaynak:** (Çağlayan 2017: 30)

IATF 16949 standardının geçmişine bakılacak olursa, ilk defa (ISO/TS 16949:1999) 1999 yılında QS 9000'e ek gereklilikler getirilerek standart oluşturulmuştur. ISO 9001:2000 standardı temel alınarak hazırlanmış ISO/TS 16949:2002 revizyonu ile ikinci değişim süreci başlatılmıştır. ISO/TS 16949:2009 ile birlikte 3. revizyon yapılmış olup 2009 tarihinde yayınlanmıştır. Son olarak ise 2016 yılında IATF 16949:2016 ismiyle revizyon edilmiş olup aktif olarak tüm otomotiv üreticileri bu standardı benimsemişlerdir. Tablo 2.1.' de IATF revizyonları yer almaktadır (Bulut, 2007: 29).

**Tablo 2.1.** IATF revizyon tablosu

<b>ISO 9001: 1994</b>	<b>ISO TS 16949:1999</b>
ISO 9001: 2000	ISO TS 16949: 2002
ISO 9001: 2008	ISO TS 16949:2009
ISO 9001: 2015	IATF 16949: 2016

**Kaynak:** (Bulut, 2007: 30)

## **2.1. Literatür Taraması**

Ünğan (2017) tarafından yapılan çalışmada, otomotiv alanında üretim ve metal işleri yapan bir işletmenin hammadde malzeme kabulü, giriş kalite kontrol (G.K.K), stok alanı ve paketleme prosesleri için Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA) yapılmıştır. Bu çalışma tekniği ile işletmede olabilecek hata türleri ve beraberindeki olumsuzlukları önleme hedeflenmiştir. Ortaya birkaç olası durum çıkmıştır. İlk durum FMEA'nın sürekli iyileştirme prosesi olması gerekmektedir. İkinci durum, ekip liderinin toplantıları etkili ve anlaşılır türde yönetmesinin önemli olmasıdır (Ünğan, 2017).

Türk (2019) tarafından yapılan çalışmada, kalitenin ve KYS'nin (kalite yönetim sistemi) öneminden bahsedilerek, otomotiv alanının standardı olan IATF 16949:2016 kalite standardının kurulumu, yönetimi ve devamının istatistiksel bakış açısıyla (SPC) analiz edilmesidir. Çalışmada IATF 16949:2016 son revizyonun gerektirdiği yenilikler incelenmiş ve istatistiksel proses kontrol yöntemi baz alınarak kuruluşlar için örnek olacak çalışmalar yapılmıştır. Çalışmada kullanılan istatistiksel proses kontrol tekniği verileri Minitab 16 programında analizi 3 ayrı girme için yapılmıştır. Çalışmalar, kalitenin firma performansıyla doğrudan orantılı olduğunu göstermektedir (Türk, 2019).

Yılma (2017) tarafından yapılan çalışmada, mevcutta tespit edilen ve olası hata türlerinin tespitinin ve sonrasındaki risk öncelik katsayısının (RÖS) hesaplanması ile elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ele alınmıştır. Bu şekilde yapılan çalışmalarda yapılan iyileştirmeler ile yapılan hatalı ve olası hatalı üretim azaltılarak maliyetlerin azaltılması, terminlere uyum, problemsiz olarak sevkiyat ve müşteri memnuniyeti oluşturularak firmanın rekabet potansiyeli ve itibarı arttırılacaktır (Yılmaz, 2017).

Özdemir (2013) tarafından yapılan çalışmada, istatistiksel proses kontrol (SPC) kavramı çevresinde detaylı olarak kalite ve kalite kontrol kavramları incelenmiştir. İstatistiksel proses kontrol tekniği kullanılarak prosesin kontrol edilmesinden değinilen bu çalışmada, otomotiv sektöründe imalat yapan bir işletmede bu yöntemlerin uygulanmasına

değınilmektedir. Pareto analiz diyagramı, çetele tablosu, R kontrol grafikleri, beyin fırtınası, neden-sonuç diyagramı, proses yeterlilik analizi yöntemleri ile ilgili çeşitli bilgilere değınilerek, bu araçların firmada uygulamalarından bahsedilmiştir. Neticede, istatistiksel proses kontrol yöntemlerinin kullanılması ile mamüllerin teknik şartlara uygun şekilde imal edilmesi ve prosesin kontrol altına alındığı gözlemlenmiştir. Bu nedenlerden dolayı firma, istatistiksel proses kontrol teknikleri ile hatalı üretim adetlerini minimuma indirerek müşteri talep ve memnuniyetlerini daha iyi sağlayabilmiştir (Özdemir, 2013).

Öztürk (2016) tarafından yapılan çalışmada, laboratuvar çalışanlarının karşılaştığı risklerin FMEA ile analiz edilmesi çalışması yapılmıştır. Hata türü ve etkileri analizinin sağlık kuruluşlarında uygulanabilecek etkili bir değırlendime yöntemi olduğu gösterilmiştir. Risk türü ve risk analizi başta olmak üzere diğır oluşabilecek tüm risk analizleri gerçekte iş ve işçi sağlığı güvenliğinin oluşumu/benimsenmesi adına alınan yöntemlerin neticesinde işletme ve çalışan adına elde edilecek olan yararların analizi gösterilmiştir (Öztürk, 2016).

Özcan (2020) tarafından yapılan çalışmada, IATF 16949:2016 kalite yönetim sisteminin (KYS) otomotiv üreticilerine uygulanmasını talep ettiği araçlardan olan APQP, PPAP, FMEA, SPC ve MSA tekniklere değınilmiştir. Bir otomotiv tedarikçisinde IATF 16949 KYS standardındaki bu yöntemlerden bir kısmı uygulanmış ve imalata etkileri görülmüştür. Sonuç olarak, uygulanan bu yöntemler ile üretim performansında artış olduğu, hata türlerinin önceden tespiti ile oluşmadan önlendiğı ve erimliliğın artması görülmüştür (Özcan, 2020).

Organ (2012) tarafından yapılan çalışmada, çelik imalatında hata türü ve etkileri analizi (FMEA) yöntemi uygulanmıştır. Yapılan bu teknik ile hata türleri, nedenleri ve müşteride oluşabilecek etkileri saptanmıştır. Olası tüm hata türleri için, olasılık, şiddet ve belirlenebilirlik dereceleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak ise tespit edilen bu değırlere istinaden yapılabilecek iyileştirme ve düzeltici faaliyetler belirlenmiş ve uygulanmıştır (Organ, 2012).

Devacı (2013) tarafından yapılan çalışmada, FMEA'dan (hata türü ve etkileri analizi) tekniğinden yararlanılarak otomotivde kullanılan elektrik kablo imalatının yapıldığı bir işletmede ortaya çıkan/çıkabilecek olası hataların türlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak, FMEA tekniğinin uygulandığı bu işletmede olası yada oluşabilecek olan hataların tespitiyle işletmede üretim potansiyeli arttırmada, verimlilik artışlarına ve müşteri ilişkileri bağlamında olumlu geri dönüşler alınmış ve takdirleri toplanmıştır. FMEA tekniğinin kablo

üretimi yapan diğer otomotiv işletmelerince de uygulanabileceği sonucuna varılmıştır (Deveci, 2013).

Aydın (2018) tarafından yapılan çalışmada, bir otomotiv alanında çalışma yapan işletmede otomobillerin ön kapı dinamik kapanma hız ölçümlerinin istatistiksel proses kontrol (SPC) tekniği ile analizleri X ortalama ve S kontrol grafikleri ile yapılmıştır. Bu çalışmalar ile ön kapı kapanma hızı analizlerine ilişkin datalar, SPSS 17 paket programıyla prosesin durumu incelenerek, proses ve yeterlilik sonuçları belirlenmiştir. Sonuç olarak, prosesin kontrolü sağlandığı ve yeterlilik açısından olumlu sonuçlar alındığı, fakat sol ön kapının kapanma hızının yeterli sağ ön kapının da kapanma hızının yetersiz kaldığı görülmüştür (Aydın, 2018).

Yalçın (2019) tarafından yapılan çalışmada, proje ve proje yönetim kavramları, başarılı proje yönetiminin önemine değinilmiş olup literatürdeki proje yönetim sistemleri ve uygulanan yöntemler otomotiv sektörü proje yönetim koşulları incelenmiştir. Otomotiv sektörü alt tedarikçisinde ileri ürün kalite planı süreciyle yürütülen bir projenin başlangıç noktalarından biri olan kalıp imalat proje yönetiminde, kritik zincir metodu uygulanarak yöntemin proje zamanına ve kaynak kullanımına etkisi incelenmiş, alternatif proje yönetim yöntemlerinin otomotiv sektöründe uygulanabilirliğini araştırılmıştır (Yalçın, 2019).

Aras (2016) tarafından yapılan çalışmada, ileri ürün kalite planı yönteminde analitik hiyerarşi metodu (AHP) ve kalite evi yöntemleri kullanılmıştır. Kalite Evi'nin ilk aşaması olarak müşteri taleplerinin belirlenerek önceliklendirilmesi konusunda AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP ve kalite evi metodlarının birlikte kullanımı ile müşteri memnuniyeti sağlayacak ürün veya hizmet oluşumunu destekleyen bir İleri ürün kalite planı oluşturulmuştur (Aras, 2016).

### 3. APQP (İLERİ ÜRÜN KALİTE PLANLAMASI)

Ürün Kalite Planlaması, bir ürünün müşteriye memnun etmesini sağlamak için gerekli adımları tanımlamaya ve oluşturmaya yönelik yapılandırılmış bir yöntemdir. Ürün kalite planlamasının amacı, gerekli tüm adımların zamanında tamamlanmasını sağlamak için ilgili herkesle iletişimidir. Etkili ürün kalite planlaması, bir şirketin üst yönetiminin müşteri memnuniyetini sağlamak için gereken çabaya bağlılığına bağlıdır (Kekik, 2020: 22).

Ürün kalite planlamasının faydalarından bazıları şunlardır:

- Kaynakları müşteriye memnun edecek şekilde yönlendirmek.
- Gerekli değişikliklerin erken tespitini teşvik etmek.
- Geç değişikliklerden kaçınmak.
- Kaliteli ürünü zamanında ve en düşük maliyetle sunmak (Aras, 2016: 21).

Gerçek zamanlama ve yürütme sırası, müşteri ihtiyaç ve beklentilerine ve/veya diğer pratik konulara bağlıdır. Şekil 3.1.'de görülen PUKÖ (Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al) ile ürün kalite planlama döngüsünde bir işin uygulaması, araç ve/veya analitik teknik ne kadar erken uygulanabilirse o kadar yararlı olmaktadır (Yalçın, 2019: 14).



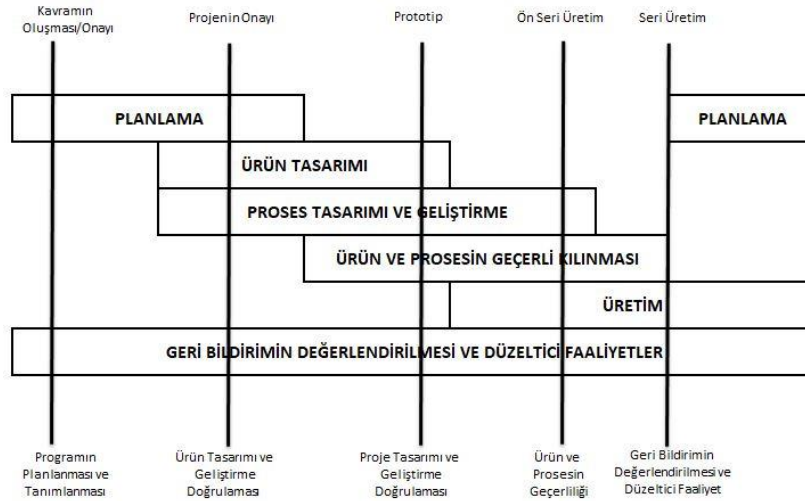
Şekil 3.1. PUKO döngüsü

**Kaynak:** (Yalçın, 2019: 14)

Ekibin oluşturulması, işletmenin ürün kalite planlamasındaki ilk adımı, tüm bölümlere sorumluluklarını vermektir. Etkili ürün kalite planlaması, kalite departmanından daha fazlasının katılımını gerektirir. Yani bu ekip içerisinde mühendislik/proje, üretim, satın alma, kalite, satış/pazarlama, ambar, taşeronlar ve müşterilerden temsilcileri içermelidir (Özcan, 2020: 51, Aras, 2016: 34).

Ürün kalite zamanlama planı, ürün kalite planlama ekibinin organizasyonel faaliyetlerden sonraki ilk işi, bir zamanlama planının geliştirilmesi olmalıdır. Planlanması ve grafiklendirilmesi gereken zamanlama unsurlarının seçiminde ürün tipi, karmaşıklık ve müşteri beklentileri göz önünde bulundurulmalıdır. Tüm ekip üyeleri her olay, eylem ve zamanlama konusunda hemfikir olmalıdır. İyi organize edilmiş bir zamanlama çizelgesi görevleri, atamaları ve/veya diğer olayları listelemelidir. Ayrıca çizelge, planlama ekibine ilerlemeyi izlemek ve toplantı gündemlerini belirlemek için tutarlı bir format sağlar. Durum raporlamasını kolaylaştırmak için, her olayın kaydedilen gerçek ilerleme noktasıyla birlikte bir "başlangıç" ve bir "bitiş" tarihi olmalıdır (Kekik, 2020: 23, Aras, 2016: 35).

Zamanlama çizelgesi ile ilgili planlar, herhangi bir programın başarısı, müşteri ihtiyaç ve beklentilerini zamanında ve değeri temsil eden bir maliyetle karşılamaya bağlıdır. Aşağıdaki ürün kalite planlama zamanlama çizelgesi ve daha önce açıklanan ürün kalite planlama döngüsü, bir planlama ekibinin çabalarını kusur önleme üzerinde yoğunlaştırmasını gerektirir. Hata önleme, eş zamanlı çalışan ürün ve imalat mühendisliği faaliyetleri tarafından gerçekleştirilen eşzamanlı mühendislik tarafından yürütülür. Planlama ekipleri, müşteri beklentilerini karşılamak için ürün kalite planlarını değiştirmeye hazır olmalıdır. Ürün kalite planlama ekibi, zamanlamanın müşteri zamanlama planını karşıladığından veya aştığından emin olmaktan sorumludur. Şekil 3.2.'de ürün kalite planlaması zaman diyagramı gösterilmektedir (Kekik, 2020: 23, Yalçın, 2019: 17).

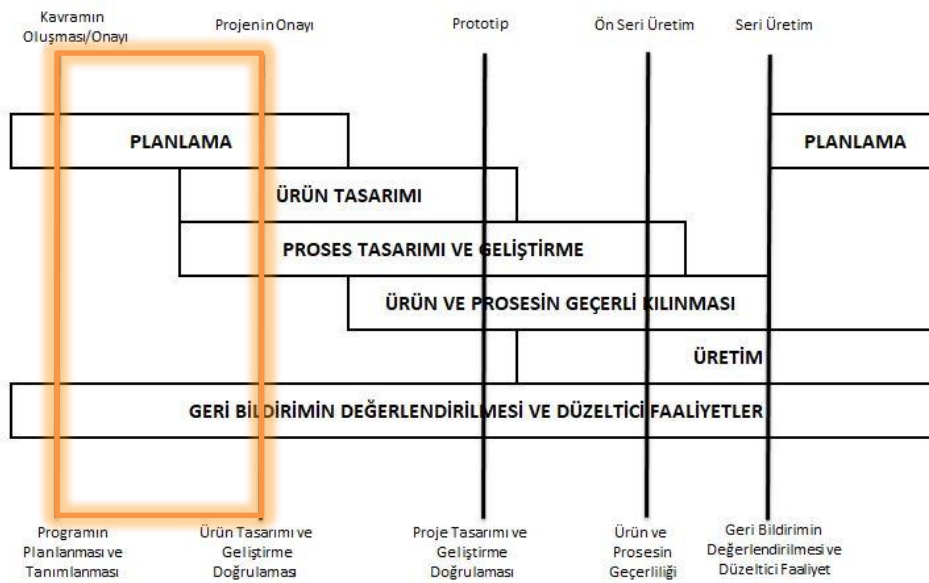


**Şekil 3.2.** Ürün kalite planlaması zaman diyagramı

**Kaynak:** (Kekik, 2020-23, Aras, 2016: 31, Ünal 2019: 33)

### 3.1. Projenin Tanımlanması ve Planlanması

Bu bölümde, bir kalite programı planlamak ve tanımlamak için müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin nasıl belirleneceğini açıklanacaktır. Tüm çalışmalar, rekabetten daha iyi ürün ve hizmetler sağlayarak müşteri göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Ürün kalite planlama sürecinin ilk aşaması, müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin açıkça anlaşılmasını sağlamak için tasarlanmıştır. Sürece uygulanabilir girdiler ve çıktılar, ürün sürecine ve müşteri ihtiyaç ve beklentilerine göre değişebilir. Şekil 3.3.'de ürün kalite planlaması, programın planlanması ve tanımlanması ile ürün tasarımı ve geliştirme doğrulanması bölgesi gösterilmektedir (Kekik, 2020: 23, Aras, 2016: 36).



Şekil 3.3. Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 1

**Kaynak:** (Aras, 2016: 37)

Tablo 3.1'de Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 1 için girdiler ve çıktılar görülmektedir.

**Tablo 3.1.** Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 1 girdiler ve çıktılar

<b>Girdiler</b>	<b>Çıktılar</b>
Müşterinin talebi (Pazar araştırması, Geçmiş bilgiler, Takım deneyimi)	Tasarım hedefleri
İş planı/pazarlama stratejisi	Güvenilirlik ve kalite hedefleri
Ürün/süreç karşılaştırma verileri	Ön malzeme listesi
Ürün/süreç varsayımları	Ön proses akış şeması
Ürün güvenilirliği çalışmaları	Özel ürün ön listeleme
Müşteri girdileri	Ürün güvence planı
	Yönetim desteği

**Kaynak:** (Kekik, 2020: 24, Aras, 2016: 38, Yalçın, 2019: 19).

### **3.1.1. Müşterinin Talebi**

Müşterinin talebi, iç ve/veya dış müşterilerden elde edilen ihtiyaç, öneri, veri ve bilgileri kapsar. Bu bilgileri toplamak için kullanılan yöntemler aşağıdaki paragraflarda verilmiştir.

Pazar araştırmasında, ürün kalite planlama ekibinin, müşterinin talebini yansıtan verilerini ve bilgilerini alması gerekebilir. Aşağıdaki kaynaklar, müşteri isteklerinin belirlenmesine ve bu endişelerin ürün ve süreç özelliklerine dönüştürülmesine yardımcı olabilir (Kekik, 2020: 24).

- Müşteri görüşmeleri
- Müşteri görüş, istek ve şikayetleri
- Pazar testi ve konumlandırma raporları
- Yeni ürün kalitesi ve güvenilirlik çalışmaları
- Rekabetçi ürün kalitesi çalışmaları

Geçmiş raporlar, ürünün tasarımı, imalatı, montajı ve kullanımı sırasında tekrarlama potansiyelini değerlendirmek için geçmiş müşteri şikayetlerinin/isteklerinin bir listesi hazırlanmalıdır. Bunlar, diğer tasarım gereksinimlerinin bir uzantısı olarak düşünülmeli ve müşteri ihtiyaçlarının analizine dahil edilmelidir. Aşağıdaki öğelerin çoğu, ekibe müşteri şikayetlerinin/isteklerinin belirlemede ve uygun çözümlere öncelik vermede yardımcı olabilir (Aras, 2016: 37).

- Garanti raporları
- Yetenek göstergeleri
- Tedarikçi fabrika iç kalite raporları
- Sorun çözme raporları

- Müşteri fabrika iadeleri ve retleri
- Saha iade ürün analizi (Kekik, 2020: 24).

### **3.1.2. İş Planları/Satış Stratejileri**

Müşteri iş planı ve pazarlama stratejisi, ürün kalite planının çerçevesini oluşturacaktır. İş planı, alınan yönü etkileyen takıma kısıtlamalar (örneğin zamanlama, maliyet, yatırım, ürün konumlandırma, araştırma ve geliştirme kaynakları) getirebilir. Pazarlama stratejisi, hedef müşteriyi, kilit satış noktalarını ve kilit rakipleri tanımlamalıdır (Aras, 2016: 37).

### **3.1.3. Ürün/Süreç Karşılaştırma Verileri**

Kıyaslamamanın kullanımı, ürün/süreç performans hedeflerinin oluşturulmasına girdi sağlayacaktır. Araştırma ve geliştirme, aynı zamanda kıyaslama ve konsept fikirleri de sağlayabilir. Başarılı kıyaslama için bir yöntem şudur:

- Uygun kriterler belirlenmelidir.
- Mevcut durum ile karşılaştırma ölçütü arasındaki farkın nedeninin anlaşılması gerekmektedir.
- Farkı kapatmak, karşılaştırma ölçütüyle eşleşmek veya ölçütü aşmak için bir plan geliştirilmelidir (Ceylan, 2021: 31).

### **3.1.4. Ürün/Süreç Varsayımları**

Ürünün belirli özelliklere, tasarıma veya süreç kavramlarına sahip olduğuna dair varsayımlar olacaktır. Bunlara teknik yenilikler, gelişmiş malzemeler, güvenilirlik değerlendirmeleri ve yeni teknoloji dahildir. Hepsi girdi olarak kullanılmalıdır (Aras, 2016: 38, Yalçın, 2019: 20).

### **3.1.5. Ürün Güvenilirliği Çalışmaları**

Bu tür verilerde, belirlenen süreler içinde bileşenlerin onarım veya değiştirme sıklığını ve uzun vadeli güvenilirlik/dayanıklılık testlerinin sonuçlarını dikkate almaktadır (Kahraman, 2009: 47).

### **3.1.6. Müşteri Girdileri**

Ürünün sonraki kullanıcıları, ihtiyaçları ve beklentileri ile ilgili değerli bilgiler sağlayabilir. Ek olarak, sonraki ürün kullanıcıları, yukarıda belirtilen inceleme ve çalışmaların bir kısmını veya tamamını zaten yapmış olabilir. Bu girdiler, müşteri ve/veya tedarikçi

tarafından üzerinde anlaşmaya varılan müşteri memnuniyeti ölçütlerini geliştirmek için kullanılmalıdır (Aras, 2016: 38, Yalçın, 2019: 20).

### **3.1.7. Tasarım Hedefleri**

Tasarım hedefleri, müşterinin talebinin geçici ve ölçülebilir tasarım hedeflerine çevrilmesidir. Tasarım hedeflerinin doğru seçimi, sonraki tasarım aktivitelerinde müşterinin sesinin kaybolmamasını sağlamaktadır (Ceylan, 2021: 32).

### **3.1.8. Güvenilirlik ve Kalite Hedefleri**

Güvenilirlik hedefleri, müşteri istek ve beklentilerine, program hedeflerine ve güvenilirlik kriterlerine dayalı olarak belirlenir. Bazı güvenilirlik kriterleri, rakip ürün güvenilirliği, tüketici raporları veya belirli bir süre boyunca onarım sıklığı olabilir. Genel güvenilirlik hedefleri, olasılık ve güven sınırları cinsinden ifade edilmelidir. Kalite hedefleri, sürekli iyileştirmeye dayalı hedeflerdir. Örnek olarak milyonda parça, kusur seviyeleri veya hurda azaltma gösterilebilmektedir (Aras, 2016: 38, Yalçın, 2019: 20).

### **3.1.9. Ön Malzeme Listesi**

Ekip, ürün/süreç varsayımlarına dayalı bir ön malzeme listesi oluşturmalı ve erken bir alt yüklenici listesi içermelidir. Ön özel ürün/süreç özelliklerini belirlemek için uygun tasarım ve üretim sürecini seçmiş olmak gerekmektedir (Tuğrul, 2008: 77).

### **3.1.10. Ön Proses Akış Şeması**

Öngörülen üretim prosesi, ön malzeme listesinden ve ürün/proses varsayımlarından geliştirilen bir proses akış diyagramı kullanılarak tanımlanmalıdır (Aras, 2016: 38, Yalçın, 2019: 20).

### **3.1.11. Özel Ürün Ön Listeleme**

Ürün ve süreç bilgisi aracılığıyla tedarikçi tarafından seçilenlere ek olarak müşteri tarafından özel ürün ve süreç özellikleri tanımlanır. Bu aşamada ekip, müşteri ihtiyaç ve beklentilerine ilişkin girdilerin analizinden kaynaklanan özel ürün ve süreç özelliklerinin bir ön listesinin geliştirilmesini sağlamalıdır. Bu liste aşağıdaki şekilde geliştirilebilir, ancak bunlarla sınırlı değildir:

- Müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin analizine dayalı ürün varsayımları.
- Güvenilirlik hedeflerinin/gereksinimlerinin belirlenmesi.

- Öngörülen üretim sürecinden özel süreç özelliklerinin belirlenmesi.
- Benzer parça FMEA'lar (Kahraman, 2009: 50).

### **3.1.12. Ürün Güvence Planı**

Ürün güvence planı, tasarım hedeflerini tasarım gereksinimlerine dönüştürmektedir. Ürün kalite planlama ekibi tarafından ürün güvence planına ayrılan zaman, müşteri ihtiyaçlarına, beklentilerine ve gereksinimlerine bağlı olmaktadır. Ürün güvence planı, anlaşılabilir herhangi bir formatta geliştirilebilir ve aşağıdaki eylemleri içerebilmelidir,

- Program gereksinimlerinin ana hatlarının belirlenmesi.
- Güvenilirlik, dayanıklılık ve paylaşırma/tahsis hedefleri ve/veya gereksinimlerinin belirlenmesi.
- Yeni teknoloji, karmaşıklık, malzemeler, uygulama, çevre, paketleme, hizmet ve üretim gereksinimlerinin veya programı riske atabilecek diğer faktörlerin değerlendirilmesi.
- Hata türü ve etkileri analizinin (FMEA) geliştirilmesi
- Ön mühendislik standartları gereksinimlerinin geliştirilmesi (Aras, 2016: 40, Yalçın, 2019: 22).

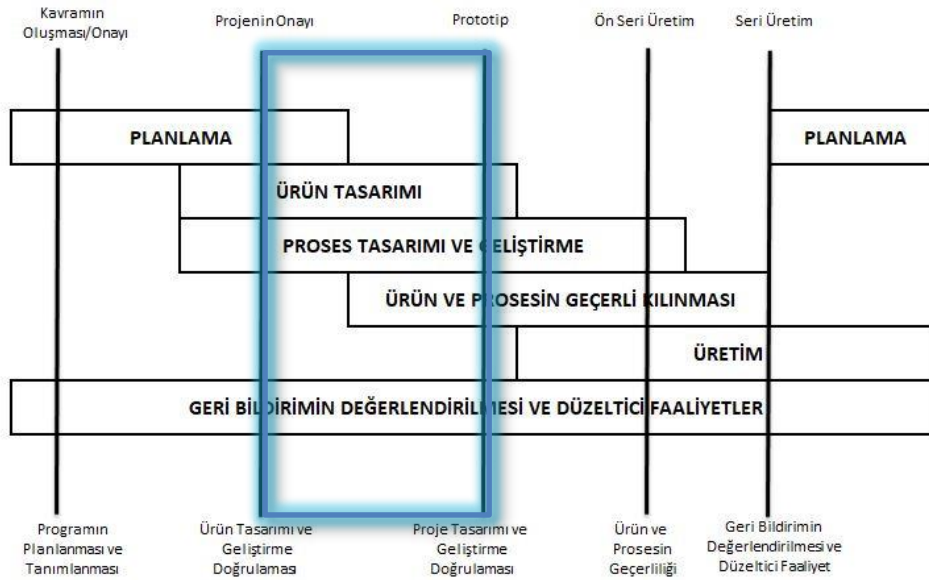
### **3.1.13. Yönetim Desteği**

Ürün Kalite Planlama Ekibinin başarısının anahtarlarından biri üst yönetimin ilgisi, bağlılığı ve desteğidir. Ekip, ilgilerini sürdürmek ve ayrıca taahhütlerini ve desteklerini güçlendirmek için her ürün kalite planlama aşamasının sonunda yönetimi bilgilendirmelidir. Güncellemeler ve/veya yardım talepleri, ekibin gerektirdiği şekilde daha sık gerçekleşebilir. Güncellemeler, soru ve cevap fırsatı ile resmi olmalıdır. Ürün kalite planlama ekibinin işlevsel bir amacı, tüm planlama gereksinimlerinin karşılandığını ve/veya hataların belgelendiğini ve çözüm için planlandığını göstererek yönetim desteğini sürdürmektir. Ürün kalite planlama toplantılarına yönetimin katılımı, programın başarısını sağlamak için hayati önem taşır (Kahraman, 2009: 51).

### **3.2. Ürün Tasarımı ve Geliştirilmesi**

Ürün kalite planlama ekibi, tasarım müşteriye ait olsa veya paylaşılsa bile, planlama sürecinde tüm tasarım faktörlerini dikkate almalıdır. Adımlar, ürün veya hizmetin müşterinin talebinin karşılandığını doğrulamak için prototip oluşturmayı içermektedir. Uygulanabilir bir tasarım, üretim hacimlerini ve programlarını karşılamaya izin vermeli ve kalite, güvenilirlik,

yatırım maliyeti, ağırlık, birim maliyet ve zamanlama hedefleri ile birlikte mühendislik gereksinimlerini karşılama yeteneği ile tutarlı olmalıdır. Fizibilite çalışmaları ve kontrol planları temel olarak mühendislik çizimlerine ve spesifikasyon gereksinimlerine dayansa da, özel ürün ve proses kontrolleri gerektirebilecek özellikleri daha fazla tanımlamak ve önceliklendirmek için bu bölümde açıklanan analitik araçlardan değerli bilgiler elde edilebilir. Bu bölümde, ürün kalite planlama süreci, mühendislik gereksinimlerinin ve diğer ilgili teknik bilgilerin kapsamlı ve eleştirel bir incelemesini sağlamak için tasarlanmıştır. Sürecin bu aşamasında, üretim sırasında oluşabilecek olası sorunları değerlendirmek için bir ön fizibilite analizi yapılacaktır. Şekil 3.4.'te ürün kalite planlaması, ürün tasarımı ve geliştirme doğrulaması ile proje tasarımı ve geliştirme doğrulaması bölgesi gösterilmektedir (Tuğrul, 2008: 82).



**Şekil 3.4.** Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 2

**Kaynak:** (Aras, 2016: 37)

Tablo 3.2'de Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 2 için girdiler ve çıktılar görülmektedir.

**Tablo 3.2.** Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 2 girdiler ve çıktılar

<b>Girdiler</b>	<b>Tasarım Sorumluluğu Faaliyetine Göre Çıktılar</b>	<b>Ürün Kalite Planlama Ekibinin Çıktıları</b>
Tasarım hedefleri	Tasarım hata türü ve etkileri analizi (DFMEA)	Yeni ekipman, alet ve tesis gereksinimleri
Güvenilirlik ve kalite hedefleri	Üretilebilirlik ve montaj için tasarım	Özel ürün ve proses özellikleri
Ön malzeme listesi	Tasarım incelemeleri	Ölçü/test ekipmanı gereksinimleri
Ön proses akış şeması	Prototip oluşturma - kontrol planı	Fizibilite taahhüdü ve yönetim desteği
Özel ürün ön listeleme	Mühendislik çizimleri	
Ürün güvence planı	Mühendislik spesifikasyonları	
Yönetim desteği	Malzeme özellikleri	
	Çizim ve şartname değişiklikleri	

**Kaynak:** (Kekik, 2020: 33).

### **3.2.1. Tasarım Hata Türleri ve Etkileri Analizi (DFMEA)**

DFMEA, başarısızlık olasılığının yanı sıra bu tür bir başarısızlığın etkisini de değerlendiren disiplinli bir analitik tekniktir. Bir DFMEA, müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin gerektirdiği şekilde sürekli güncellenen yaşayan bir belgedir. DFMEA'nın hazırlanması, ekibe önceden seçilen ürün ve süreç özelliklerini gözden geçirme ve gerekli eklemeleri, değişiklikleri yapma fırsatı vermektedir (Özen, 2014: 11).

### **3.2.2. Üretilebilirlik ve Montaj İçin Tasarım**

Üretilebilirlik ve montaj için tasarım, işlev, üretilebilirlik ve montaj kolaylığı arasındaki ilişkiyi optimize etmek için tasarlanmış bir eşzamanlı mühendislik sürecidir. Üretilebilirlik ve montaj planı için bir tasarım hazırlamanın resmi bir yöntemini içermez veya buna atıfta bulunmaz. Asgari olarak, burada listelenen maddeler ürün kalite planlama ekibi tarafından dikkate alınmalıdır:

- Tasarım, konsept, fonksiyon ve üretim çeşitliliğine duyarlılık
- İmalat ve/veya montaj süreci
- Boyut toleransları
- Performans gereklilikleri
- Bileşen sayısı
- Proses ayarlamaları

- Malzeme taşıma

Ürün kalite planlama ekibinin bilgisi, deneyimi, ürün/süreç, hükümet düzenlemeleri ve hizmet gereksinimleri, diğer faktörlerin dikkate alınmasını gerektirebilir (Kahraman, 2009: 53).

### **3.2.3. Tasarım İncelemeleri**

Tasarım incelemeleri, tedarikçinin tasarım mühendisliği faaliyeti tarafından yönetilen düzenli olarak planlanmış toplantılardır ve bağlantılı olan diğer tüm alanları içermelidir. Tasarım gözden geçirme, sorunları ve yanlış anlamaları önlemek için etkili bir yöntemdir; ayrıca ilerlemeyi izlemek ve yönetime rapor vermek için bir mekanizma sağlar. Tasarım incelemeleri, bir mühendislik incelemesinden daha fazlası olan bir dizi doğrulama faaliyetidir. Tasarım incelemeleri en azından aşağıdakilerin değerlendirilmesini içermelidir:

- Tasarım/fonksiyonel gereksinim(ler) hususları
- Bileşen/alt sistem/sistem görev döngüleri
- Bilgisayar simülasyonu ve test sonuçları
- DFMEA(lar)
- Üretilebilirlik ve montaj çalışması için tasarımın gözden geçirilmesi
- Deneylerin tasarımı ve montaj yapımı varyasyon sonuçları
- Test hataları
- Tasarım doğrulama ilerlemesi

Tasarım incelemelerinin önemli bir işlevi, tasarım doğrulama sürecinin izlenmesidir. Tedarikçi, bir plan ve rapor formatı kullanarak tasarım doğrulama sürecini izlemelidir (Ceylan, 2021: 34).

### **3.2.4. Prototip Oluşturma - Kontrol Planı**

Prototip kontrol planları, prototip yapımı sırasında oluşacak boyutsal ölçümlerin ve malzeme fonksiyonel testlerin bir açıklamasıdır. Ürün kalite planlama ekibi, bir prototip kontrol planının hazırlanmasını sağlamalıdır.

Prototip parçaların üretimi, ürün veya hizmetin müşterinin talebini ne kadar iyi karşıladığını değerlendirmek için ekip ve müşteri için mükemmel bir fırsat sağlar. Ürün kalite planlama ekibinin sorumluluğunda olan tüm prototipler aşağıdakiler için gözden geçirilmelidir:

- Ürün veya hizmetin spesifikasyonları karşıladığından emin olunur ve verileri gerektiği gibi bildirilir.
- Özel ürün ve süreç özelliklerine özellikle dikkat edildiğinden emin olunur.
- Ön işlem parametrelerini ve paketleme gereksinimlerini belirlemek için verileri ve deneyimleri kullanılır.
- Müşteriye tüm olası hataları, sapmaları ve/veya maliyet etkisini iletilir (Tuğrul, 2008: 96).

### **3.2.5. Mühendislik Çizimleri**

Müşteri tasarımları, planlama ekibinin mühendislik çizimlerini aşağıdaki şekilde gözden geçirme sorumluluğunu engellemelidir. Mühendislik çizimleri, kontrol planında gösterilmesi gereken özel (hükümet düzenlemeleri ve güvenlik) şartları içerebilir. Müşteri mühendislik çizimleri mevcut olmadığında, hangi özelliklerin uygunluğu, işlevi, dayanıklılığı ve/veya resmi düzenleyici güvenlik gereksinimlerini etkilediğini belirlemek için kontrol çizimleri planlama ekibi tarafından, tek tek parçaların boyutsal yerleşimi için yeterli bilgi olup olmadığını belirlemek için çizimler gözden geçirilmelidir. Devam eden kontroller için uygun fonksiyonel göstergelerin ve ekipmanın tasarlanabilmesi için kontrol veya referans yüzeyleri/yer belirleyicileri açıkça tanımlanmalıdır. Fizibilite ve endüstri imalat ve ölçüm standartlarıyla uyumluluğu sağlamak için boyutlar değerlendirilmelidir. Uygunsa, ekip, etkili iki yönlü iletişim için matematik verilerinin müşterinin sistemiyle uyumlu olduğundan emin olmalıdır (Aras, 2016: 40).

### **3.2.6. Mühendislik Spesifikasyonları**

Kontrol spesifikasyonlarının ayrıntılı bir incelemesi ve anlaşılması, ürün kalite planlama ekibinin söz konusu bileşen veya montajın işlevsel, dayanıklılık ve görünüm gereksinimlerini belirlemesine yardımcı olacaktır. Bu parametrelerin numune adedi, sıklığı ve kabul kriterleri genellikle mühendislik spesifikasyonunun proses içi test bölümünde tanımlanmaktadır. Aksi takdirde, numune adedi ve sıklığı tedarikçi tarafından belirlenecek ve kontrol planında listelenecektir. Her iki durumda da tedarikçi, işlevsellik, dayanıklılık ve görünüm gereksinimlerini karşılayan sonuçları hangi özelliklerin etkilediğini veya kontrol ettiğini belirlemelidir (Ceylan, 2021: 37).

### **3.2.7. Malzeme Özellikleri**

Çizimler ve performans spesifikasyonlarına ek olarak, fiziksel özellikler, performans, çevre, taşıma ve depolama gereksinimleri ile ilgili özel karakteristikler için malzeme spesifikasyonları gözden geçirilmelidir. Bu özellikler de kontrol planına dahil edilmelidir (Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 18).

### **3.2.8. Çizim ve Şartname Değişiklikleri**

Çizim ve spesifikasyon değişikliklerinin gerekli olduğu durumlarda, ekip, değişikliklerin derhal iletilmesini ve etkilenen tüm alanlara uygun şekilde belgelenmesini sağlamalıdır (Aras, 2016: 40).

### **3.2.9. Yeni Ekipman, Alet ve Tesis Gereksinimleri**

DFMEA, ürün güvence planı ve/veya tasarım incelemeleri, yeni ekipman ve tesis gereksinimlerini belirleyebilmektedir. Ürün kalite planlama ekibi, öğeleri zamanlama tablosuna ekleyerek bu gereksinimleri ele almalıdır. Ekip, yeni ekipman ve aletlerin doğru ve zamanında tedarik edilmesini sağlamaktadır (Aras, 2016: 40).

### **3.2.10. Özel Ürün ve Proses Özellikleri**

Kalite planlaması aşamasında ekip, müşterinin talebini anlamaktan kaynaklanan ön özel ürün ve süreç özelliklerini belirlemektedir. Ürün kalite planlama ekibi, bu listeyi oluşturmalı ve teknik bilgilerin değerlendirilmesi yoluyla tasarım özelliklerinin gözden geçirilmesi ve geliştirilmesi sırasında fikir birliğine varmalıdır (Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 18).

### **3.2.11. Ölçü/Test Ekipman Gereksinimleri**

Göstergeler/test ekipmanı gereksinimleri de bu sırada tanımlanabilmektedir. Ürün kalite planlama ekibi, bu gereksinimleri zamanlama tablosuna eklemelidir. Daha sonra, gerekli zamanlamanın karşılandığından emin olmak için ilerleme izlenecektir (Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 18).

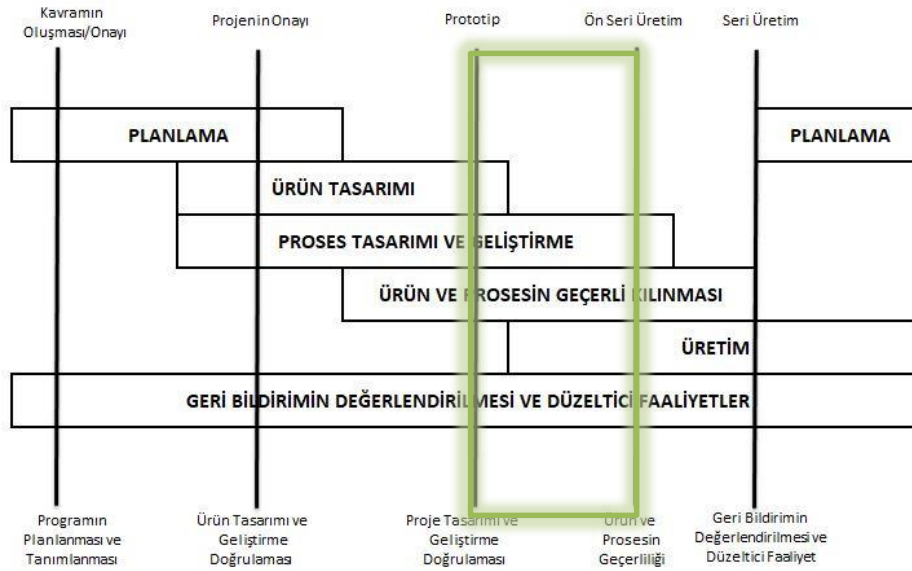
### **3.2.12. Fizibilite Taahhüdü ve Yönetim Desteği**

Ürün kalite planlama ekibi, şu anda önerilen tasarımın fizibilitesini değerlendirmelidir. Müşteri tasarım mülkiyeti, tedarikçinin tasarım fizibilitesini değerlendirme yükümlülüğünü ortadan kaldırmaz. Ekip, önerilen tasarımın, müşteriye programa göre kabul edilebilir bir maliyetle, yeterli miktarda üretilebileceği, montaj edilebileceği, test edilebileceği,

ambalajlanabileceği ve teslim edilebileceği konusunda memnun olmalıdır. Önerilen tasarımın uygulanabilir olduğuna dair ekip mutabakatı, çözüm gerektiren tüm açık konularla birlikte belgelenmeli ve destekleri için yönetime sunulmalıdır (Tuğrul, 2008: 99).

### 3.3. Proses Tasarımı ve Geliştirme

Bu bölümde, kaliteli ürünler elde etmek için bir üretim sistemi geliştirmenin ana özelliklerini ve ilgili kontrol planlarını tartışmaktadır. Ürün kalite planlama sürecinin bu adımında gerçekleştirilecek görevler, ilk iki bölümde yer alan önceki aşamaların başarıyla tamamlanmasına bağlıdır. Bu adım, etkili bir üretim sisteminin kapsamlı bir şekilde geliştirilmesini sağlamak için tasarlanmıştır. Üretim sistemi, müşteri gereksinimlerinin, ihtiyaçlarının ve beklentilerinin karşılanmasını sağlamalıdır. Şekil 3.5.'te ürün kalite planlaması, proje tasarımı ve geliştirme doğrulaması ile ürün ve prosesin geçerliliği bölgesi gösterilmektedir (Aras, 2016: 41).



Şekil 3.5. Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 3

**Kaynak:** (Ceylan, 2021: 39)

Tablo 3.3'de Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 3 için girdiler ve çıktılar görülmektedir.

**Tablo 3.3.** Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 3 girdiler ve çıktılar

<b>Girdiler</b>	<b>Çıktılar</b>
Tasarım hata türü ve etkileri analizi (DFMEA)	Ürün/proses kalite sistemi incelemesi
Üretilebilirlik ve montaj için tasarım	Proses akış şeması
Tasarım doğrulaması	Kat planı düzeni (Layout)
Tasarım incelemeleri	Proses hata türü ve etkileri analizi (PFMEA)
Prototip oluşturma - kontrol planı	Üretim öncesi kontrol planı
Mühendislik çizimleri	Proses talimatları
Mühendislik spesifikasyonları	Ölçüm sistemleri analizleri (MSA)
Malzeme özellikleri	Ön süreç yeterliliği çalışmaları (SPC)
Çizim ve spesifikasyon değişiklikleri	Paketleme talimatları
Yeni ekipman, alet ve tesis gereksinimleri	Yönetim desteği
Özel ürün ve proses özellikleri	
Göstergeler/test ekipmanı gereksinimleri	
Fizibilite taahhüdü ve yönetim desteği	

**Kaynak:** (Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 19).

### **3.3.1. Ürün/Proses Kalite Sisteminin İncelenmesi**

Ürün kalite planlama ekibi, işletmenin kalite sistem el kitabını incelemelidir. Ürünü üretmek için gereken ek kontroller ve/veya prosedür değişiklikleri, kalite sistem el kitabında güncellenmeli ve ayrıca üretim kontrol planına dahil edilmelidir. Bu, ürün kalite planlama ekibinin müşteri girdisi, ekip uzmanlığı ve önceki deneyimlere dayalı olarak mevcut kalite sistemini iyileştirmesi için bir fırsattır (Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 20).

### **3.3.2. Proses Akış Şeması**

Proses akış şeması, mevcut veya önerilen proses akışının şematik bir temsidir. Bir imalat veya montaj sürecinin başından sonuna kadar makine, malzeme, yöntem ve insan gücü varyasyonlarının kaynaklarını analiz etmek için, varyasyon kaynaklarının süreç üzerindeki etkisini vurgulamak için kullanılabilir. Akış şeması, süreçteki bireysel adımlardan ziyade toplam süreci analiz etmeye yardımcı olur. Akış şeması, ürün kalite planlama ekibinin PFMEA'yı yürütürken ve kontrol planını tasarlarken sürece odaklanmasına yardımcı olur (Erdoğan, 2008: 37).

### **3.3.3. Kat Planı Düzeni (Layout)**

Denetim noktalarının kabul edilebilirliğini, kontrol çizelgesi konumunu, görsel yardımcılarının uygulanabilirliğini, ara onarım istasyonlarını ve kusurlu malzemeyi içerecek depolama alanlarını belirlemek için kat planı geliştirilmeli ve gözden geçirilmelidir. Tüm malzeme akışı, süreç akış şemasına ve kontrol planına göre ayarlanmalıdır (Samar, 2019: 4).

### **3.3.4. Proses Hata Türü ve Etkileri Analizi (PFMEA)**

Risk yönetimi ile ilgili pek çok metot olmasına rağmen, her birinin avantajları ile birlikte bazı sınırlamaları vardır. Risk analizi metodu yetenekli ve tecrübeli uzmanlar tarafından uygulanmalıdır. Uzmanların da en uygun risk analizi yöntemini belirleyebilmeleri için süreç hakkında detaylı bilgiye sahip olması gerekir. En yaygın kullanılan risk analizi yöntemlerinden biri Hata Türü ve Etki Analizidir. 1940'larda ABD ordusunda ortaya çıkan FMEA, 1960' lı yıllarda NASA tarafından uzay çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır. 1969 yılında aya ilk insan indirecek APOLLO projesinde etkin olarak kullanılmıştır. AR-GE çalışmalarının son derece pahalı olduğu uzay teknolojisinde hataların önceden belirlenerek telafisi mümkün olmayan sonuçların önlenmesine yönelik çalışmalarda elde edilen başarılar ile birlikte diğer sektörlerde kullanım çalışmaları başlamaktadır. 1970-1975 yılları arasında ABD uçak sanayiinde yapılan endüstriyel kullanım çalışmaları sonrası ilk kez Japon NEC firması tarafından uygulanmaya başlatılmıştır. Otomotiv sektöründeki uygulamalar ise 1972 yılında Ford ile iki modül olarak tasarım ve proses halinde kullanılmaya başlanmıştır. İlerleyen yıllarda elde edilen sonuçlara paralel olarak kalite yönetim sistemleri içerisinde hataların önlenmesine yönelik en iyi uygulama tekniklerinden birisi olarak endüstriyel uygulamaları dünya genelinde ISO 9000, ISO / TS 16949 gibi kalite yaklaşımlarında yaygın olarak kullanılan analitik bir araçtır (Çevik ve Aran: 243).

Hata türleri ve etki analizi (FMEA), bir ürünün, sürecin veya sistemin nasıl başarısız olabileceğini ve belirli başarısızlık türlerinin olası etkilerini belirlemeye yönelik bir araştırma yöntemidir. Örneğin, bir ürün, makine veya yapı, hatalı bir parça veya kullanıcı davranışı nedeniyle fiziksel olarak başarısız olabilmektedir. Zayıf personel eğitimi, hatalı kontrol, hatalı tasarım veya hatalı ekipman nedeniyle bir imalat, iş veya idari süreç operasyonel olarak başarısız olabilmektedir. Ürün kalite planlaması sırasında ve üretime başlamadan önce bir FMEA yapılmalıdır. Yeni/gözden geçirilmiş bir sürecin disiplinli bir incelemesi ve analizidir ve yeni/gözden geçirilmiş bir ürün programı için olası süreç sorunlarını tahmin etmek, çözmek veya izlemek için yürütülür. Tüm bu durumlarda ve diğerlerinde FMEA, arızaların

meydana gelebileceği olası yolları değerlendirmek, arızanın etkilerinin büyüklüğünü değerlendirmek, arızanın olası nedenini veya nedenlerini ortaya çıkarmak ve önlemek için neler yapılabileceğini anlamak için kullanılabilir. Bu tür başarısızlıklar veya bunların oluşma olasılığını azaltmaktadır (Parsana-Patel, 2014:145). FMEA yönteminde ekip tarafından Risk Öncelik Sayısı (RÖS) yardımı ile arıza türleri belirlenir ve derecelendirilir. RÖS değeri aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmaktadır (Şekeroğlu, 2018: 57).

$$RÖS = O(olasılık) \times S(\text{şiddet}) \times D(\text{tespit}) \quad (\text{Zeng, Tam, Tam, 2010: 46}). \quad (3.1)$$

RÖS' lere dayanarak, arıza türlerinin düzeltici eylemlerine öncelik verilir ve ardından sorumlu kişi tarafından uygun düzeltici eylemler gerçekleştirilir. 1-10 arası bir değerle derecelendirilir. Bu dereceler de FMEA'nın standardında olan tablolardan belirlenmektedir. Tablo 3.4., Tablo 3.5. ve Tablo 3.6.'te olasılık, şiddet ve tespit tabloları görülmektedir (Tunçeli, 2006: 20).

**Tablo 3.4.** Olasılık ölçme tablosu

<b>OLASILIK ÖLÇME TABLOSU</b>		
<b>Hata Olasılığı</b>	<b>Tasarım Süresince Hata Olasılığı</b>	<b>Derece</b>
Çok Yüksek	Her 1000 araç ve nesnede 100 eşit ve daha çok	10
	Her 1000 araç ve nesnede=50	9
Yüksek	Her 1000 araç ve nesnede=20	8
	Her 1000 araç ve nesnede=10	7
Orta	Her 1000 araç ve nesnede=5	6
	Her 1000 araç ve nesnede=2	5
Düşük	Her 1000 araç ve nesnede=1	4
	Her 1000 araç ve nesnede=0.5	3
Çok Düşük	Her 1000 araç ve nesnede=0.1	2
	Her 1000 araç ve nesnede=0.1 daha az	1

**Kaynak:** (Tunçeli, 2006: 18, Şekeroğlu, 2018: 49)

**Tablo 3.5.** Şiddet ölçme tablosu

ŞİDDET ÖLÇME TABLOSU		
Etki	Etkinin Şiddeti	Derece
Uyarısız Gelen Teklike	Uyarısız olası hata türü güvenli araç kullanımı etkilemekte ve yasalara uygunsuz bir durum ortaya çıktığında ölüm ve yaralanmalara neden olabilecek hata	10
Uyarılı Gelen Tehlike	Birincil işlev kaybına sebep olarak araç ve nesnenin çalışmasına neden olabilecek hata	9
Çok Büyük	Birincil işlev kaybına neden olarak araç ve nesnenin çalışmamasına neden olabilecek hatalar	8
Büyük	Düşük performansa ve müşteri memnuniyetsizliğine neden olabilecek araç ve nesnenin izlenmeye alınmasını gerektirecek derecede etkisi olan hatalar	7
Orta	Kullanımında sorun olmayacak ve müşteri şikayetinde aşırılık olmayacak hatalar	6
Düşük	Kullanımında sorun olmayacak ve müşteri şikayetinde düşük aşırılık olacak hatalar	5
Çok Düşük	Kullanımında sorun olmayacak ve müşteri şikayetinde çok az aşırılık olacak hatalar, kullanıcıların %75'si farkeder	4
Önemsiz	Kullanımında sorun olmayacak ve müşteri şikayetinde düşük aşırılık olacak hatalar, kullanıcıların %50'i farkeder	3
Çok Önemsiz	Kullanımında sorun olmayacak ve müşteri şikayetinde düşük aşırılık olacak hatalar, kullanıcıların%25'i farkeder	2
Yok	Etkisiz	1

**Kaynak:** (Tunçeli 2006: 17, Şekeroğlu, 2018: 47)

**Tablo 3.6.** Tespit ölçme tablosu

TESPİT ÖLÇME TABLOSU		
Tespit	Ölçüt	Derece
Farkedilemez	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit mümkün değil	10
Çok Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit çok az	9
Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit uzak	8
Çok Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit çok düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit orta	5
Orta Üstü	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit ortadan yüksek	4
Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit yüksek	3
Çok Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit çok yüksek	2
Kesine Yakın	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit kesin	1

**Kaynak:** (Tunçeli, 2006: 20, Şekeroğlu, 2018: 50)

Proses sorumlusu iyileşmeye açık konularda planlanan aksiyonların planlandığı şekilde gerçekleşmesinden sorumludur. Yapılan aksiyonlara göre FMEA sürekli olarak güncellenmelidir. FMEA yaşayan bir doküman olduğundan, her zaman tasarım kaydında yer

alan son revizyon bilgilerini karşılamalıdır. Ürün/proses gerekliliklerinin gerçekleştirildiğinden emin olunması gerekmektedir. Çizimleri, ürün/proses özelliklerinin ve iş akışının gözden geçirilmesi gerekmektedir. Değişikliklerin dokümlara geçirilmesinin doğrulanması gerekmektedir. FMEA çalışmasının çıktısı olan kontrol planı ve operasyon talimatlarının gözden geçirilmesi ve birbirini karşılaması gerekmektedir (Parsana-Patel, 2014: 145).

### **3.3.5. Üretim Öncesi Kontrol Planı**

Üretim öncesi kontrol planları, prototipten sonra ve tam üretimden önce yapılacak boyutsal ölçümlerin ve malzeme ve fonksiyonel testlerin bir incelenmesidir. Üretim süreci doğrulanana kadar uygulanacak ek ürün/proses kontrollerini içermelidir. Bu planının amacı, ilk üretim çalışmaları sırasında veya öncesinde potansiyel uygunsuzlukları kontrol altına almaktır.

- Daha sık denetim
- Daha fazla süreç içi ve son kontrol noktası
- İstatistiksel değerlendirmeler
- Artan denetimler (Tuğrul, 2008: 96).

### **3.3.6. Proses Talimatları**

Ürün kalite planlama ekibi, proseslerin işletilmesinden doğrudan sorumlu olan tüm işletme personeli için anlaşılır süreç talimatlarının yeterli ayrıntıyı sağlamasını sağlamalıdır. Standart çalıştırma prosedürleri için proses talimatları asılmalı ve makine hızları, beslemeler, döngü süreleri vb. gibi kurulum parametrelerini içermeli ve operatörler ve gözetmenler tarafından erişilebilir olmalıdır (Aras, 2016: 42).

### **3.3.7. Ölçüm Sistemleri Analizleri (MSA)**

Ürün kalite planlama ekibi, gerekli ölçüm sistemleri analizini gerçekleştirmek için bir planın geliştirilmesini sağlamalıdır. Bu plan, asgari olarak, ölçüm doğruluğunu, tekrarlanabilirliğini, ve ölçüm aletleri için validasyonu sağlaması gerekmektedir (Aras, 2016: 43). Ölçüm sistemleri analizi, nitel ve nicel olarak ikiye ayrılmaktadır. Nitel MSA görsel olarak yapılan butik parçalarda gerçekleştirilmektedir. Nicel MSA ise ölçüm aletleri ile yapılmaktadır. Genel olarak personellerin ölçüm aletleri kullanma yetkinliğini ölçmede yararlanılan bir yöntemdir (Yalçın, 2019: 24).

Ölçüm Sistemleri Analizinde hesaplanan ve kabul kriterleri olan iki formül bulunmaktadır. Bu formülasyonlar;

$$\%GRR= 100\left[\frac{GRR}{TV}\right] \quad (3.2)$$

$$ndc: 1,41x\left(\frac{PV}{GRR}\right) \quad (3.3)$$

$$GRR= \sqrt{EV^2 + AV^2} \quad (3.4)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. MSA kabul kriterleri Tablo 3.7. ve Tablo 3.8.’teki gibi olmaktadır (Özcan, 2020: 79).

**Tablo 3.7.** %GRR kabul kriterleri tablosu

<b>%GRR</b>	<b>Karar</b>
%10’ un altı	Ölçüm sistemi kabul edilir.
%10 - %30 arası	Ölçüm sistemi, uygulamanın önemine, ölçüm cihazının masrafına, onarım maliyetine v.b. şartlı olarak kabul edilebilir. Kabul kararları için müşteri onayı alınmalıdır.
%30 üstü	Ölçüm sistemi kabul edilemez.

**Kaynak:** (Özcan, 2020: 80)

**Tablo 3.8.** ndc kabul kriterleri tablosu

<b>ndc</b>	<b>Karar</b>
$\geq 5$	Ölçüm sistemleri kabul edilebilir.
$< 5$	Ölçüm sistemleri kabul edilemez. Ölçüm sisteminin geliştirilmesi gerekir.

**Kaynak:** (Özcan, 2020: 80)

### 3.3.8. Ön Süreç Yetenek Çalışma Planı (SPC/Yeterlilik)

SPC olarak da bilinen İstatistiksel Süreç Kontrolü, analitik bir karar verme aracıdır. Ürünlerin veya süreçlerin kalitesini iyileştirmek için istatistiksel teknikleri kullanan bir dizi prosedürdür. Temel amacı süreçlerdeki varyasyonu ölçmek ve analiz etmek olan istatistiksel

teknikleri içerir. Üretim sürecinin adım adım optimizasyonu için bir paradigmadır. İstatistiksel süreç kontrolünün ana kısmı, etkin bir izleme ve soruşturma sisteminin kullanılmasıdır (Bircan, H., Gedik, H. 2003: 70). 1970'lerden beri tüm endüstri ortamında yaygın olarak kullanılmaktadır. İmalat ve hizmet platformları, çeşitli durumlarda istatistiksel süreç kontrol araçlarından yararlanmıştır (Godina, 2016: 2). İstatistiksel süreç kontrolü, bir ürünü tasarlandığı gibi üretmek için kullanılan süreçlerin tutarlılığını kontrol etmek için kullanılır. Amaç, kontroldeki süreçleri elde etmek ve sürdürmektir. Üretim sisteminde günlük krizler varken bile sistemin bir ürünün kalitesinde sürekli iyileştirme aramasını sağlayacaktır. Endüstriyel üretimin verimliliğini ve kalitesini artırmak için en önemli cihazlardan biridir (Çolak, Akdeniz, 2008: 86). Ayrıca kalitenin izlenmesi ve iyileştirilmesine yönelik en başarılı yaklaşımlardan biri de hizmet sektöründeki dalgalanmaların azaltılması yoluyla kalitenin iyileştirilmesini amaçlayan istatistiksel süreç kontrolüdür. Bu tekniğin temel araçlarından biri kontrol çizelgeleridir. Kontrol çizelgeleri, süreç sonuçlarındaki varyasyonu azaltmak için bir araç olarak uygulamada etkili kanıtlar sağlamıştır. Proseslerde özel veya yaygın sebeplerden dolayı varyasyonlar meydana gelebilir (Duran, Çetindere, 2012: 241, Yıldırım, Karaca, 2013: 78).

Ürün Kalite Planlama Ekibi, bir ön süreç yeterlilik planının geliştirilmesini sağlamalıdır. Kontrol planında tanımlanan özellikler, ön süreç yeterlilik çalışma planı için temel teşkil edecektir. SPC (İstatistiksel proses kontrol) istatistiksel veriler ile prosesi kontrol etme kabiliyetidir. Sürekli iyileşme (Planla-Uygula-Kontrol-Önlem döngüsü) ve problemlerin çözümüne yönelik olarak matematiksel verilerin işlenmesi ve yorumlanmasıdır. Üretim sürecinin yürütülmesi sırasında ortaya çıkabilecek sorunları veya üretimin kontrol dışına çıkmasını anlık olarak ortaya çıkartacak çalışmaların bütünüdür (Çakır, 2019: 1, Akarsu, 2012: 27).

Proses; bir ürünün elde edilebilmesi için kullanılan makine, metod, insan, malzeme gücünün tamamını ifade eder (Aslan, 2015: 15).



SPC' nin genel olarak faydaları aşağıdaki gibi olmaktadır.

- Problemleri yerinde tespit edip hızlı önlem almaya yaramaktadır
- Karar verme açısından, proses mühendisine hız kazandırmaktadır
- Müşteri memnuniyeti sağlamaktadır

- Verimliliği arttırmaktadır
- Sürekli iyileştirme mantığı ile paralellik göstermektedir

SPC’de akış aşağıdaki maddelerdeki gibi gerçekleşmektedir.

- Operatör tarafından belirli aralıklarla veriler toplanmaktadır
- Veri analizlerinin değerlendirilmesi yapılmaktadır
- Varsa eğer hata tespiti yapılmaktadır
- Anlık karar verme yapılmaktadır
- Alınan kararlar doğrultusunda düzeltmeler yapılmaktadır (Aslan, 2015: 15, Kolukırık, 2021: 15).

SPC mantığında en önemli adım verilerin doğru ve anlamlı toplanmasıdır. Bunun için de ilk adım operatör eğitimidir. Operatör veri toplama konusunda ne kadar donanımlı olursa elde edilen sonuçlar ile izlenecek yollar da o derece yararlı yapılabilmektedir (Maraş, S., Arslan, H., 2014: 10).

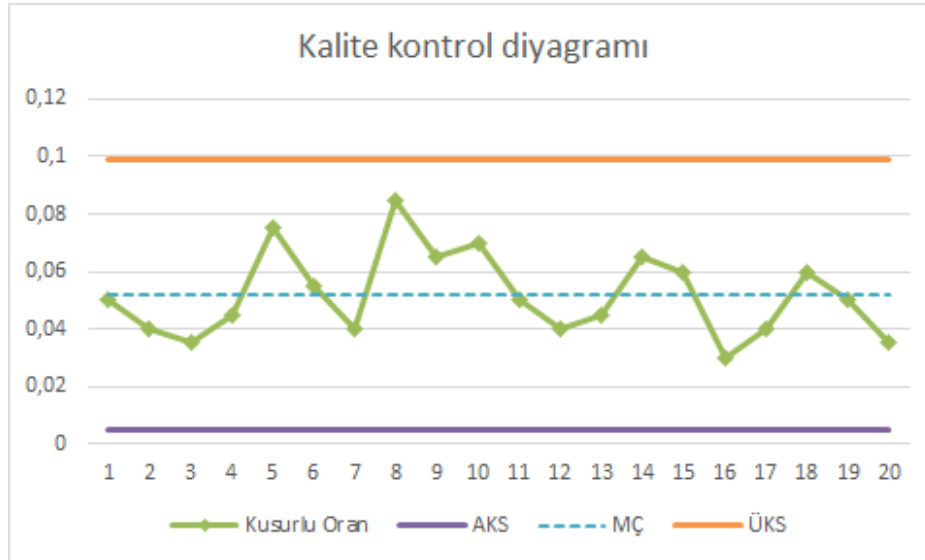
Makina yeterlilik analizi, SPC’nin en önemli adımı olmaktadır. Makinadan çıkan ürünlerin o anda mı değiştiğini ya da zaman içerisinde mi değişime uğradığının anlaşılmasına yarar sağlamaktadır. Makina yeterlilik analizi iki temel denklem ile ölçümlenmektedir. Bunlar;

- Cm (Makinanın potansiyel yeterliliği)
- Cmk (Makinanın performansı)’ dir (Maraş, S., Arslan, H., 2014: 10).

Kontrol altındaki makinalar müşteri beklentisini her zaman karşılamayabilmektedir. Bundan dolayı da aşağıdaki sonuçlara varılabilmektedir.

- Makina kontrol altında ve spesifikasyonları karşılamada yeterli.
- Makina kontrol altında ve spesifikasyonları karşılamada yeterli değil.
- Makina kontrol dışında fakat spesifikasyonları karşılamada yeterli.
- Makina kontrol dışında ve spesifikasyonları karşılamada yeterli değil (Maraş, S., Arslan, H., 2014: 10).

Yeterlilik analizi prosesin, müşteri beklentisini (spesifikasyonları) karşılayıp karşılamadığını tayin etmede kullanılır. Müşteriler satın aldıkları ürünlerin, belirledikleri spesifikasyonları karşılayıp karşılamadığından emin olmak isterler. Grafik 3.1.’de SPC kalite kontrol diyagramı örneği görülmektedir (Beytekin, 2010: 10).



**Grafik 3.1.** SPC kalite kontrol diyagramı

**Kaynak:** (Beytekin, 2010: 10)

$C_m$  bir prosesten toplanılan verilerin %99,7'si  $\pm 3$  standart sapma aralığında gerçekleşmektedir.  $C_m$  değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (Arslan, 2020: 684, Aydın, Z. B., Arıkan Kargı, S. 2018: 50).

$$C_m = \frac{UKL-AKL}{6\sigma} \quad (3.5)$$

Yeterlilik kabulü aşağıdaki şekilde değerlendirilmektedir.

$C_m \leq 1$  Makina yeterli olmamaktadır. İyileştirme yapılması gerekmektedir. Müşteri beklentisi karşılanmamaktadır.

$1 \leq C_m \leq 1,67$  Makina yeterliliği kabul edilebilmektedir. Makina müşteri beklentilerini karşılamamaktadır. Proses / üretim kontrol altında devam ettirilmelidir.

$C_m \geq 1,67$  Makina yeterli olmaktadır. Makina müşteri beklentilerini tam olarak karşılamaktadır (Arslan, 2020: 684, Aydın, Z. B., Arıkan Kargı, S. 2018: 50).

$$C_{mk} = \min\left(\frac{UKL-\mu}{3\sigma}\right) + \left(\frac{\mu-AKL}{3\sigma}\right) \quad (3.6)$$

$C_{mk} \leq 1$  Makina yetersiz olmaktadır. Makina müşteri beklentisini karşılamamaktadır.

$1 \leq C_{mk} \leq 1,67$  Makina yeterliliği kabul edilebilmektedir. Makina ortalaması hedeften uzaklaştıkça hata yüzdesi artabilmektedir.

$C_{mk} \geq 1,67$  Makina müşteri beklentisini karşılamaktadır (Arslan, 2020: 684, Aydın, Z. B., Arıkan Kargı, S. 2018: 50).

### **3.3.9. Paketleme Talimatları**

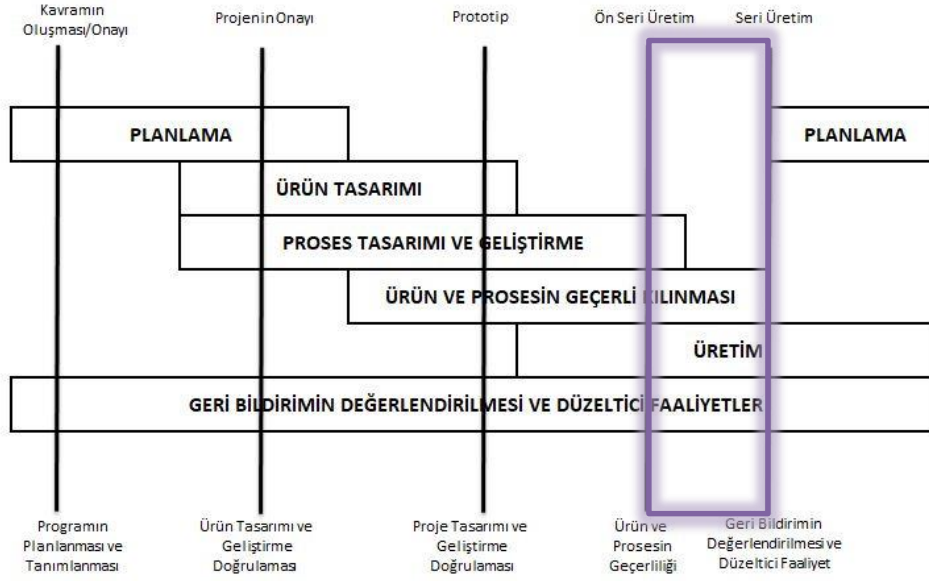
Ürün kalite planlama ekibi, ürün bazlı ambalajların (iç bölmeler dahil) tasarlanmasını ve geliştirilmesini sağlamalıdır. Uygun olduğunda, müşteri paketleme standartları veya genel paketleme gereksinimleri kullanılmalıdır. Her durumda, ambalaj tasarımı, ambalajlama, taşıma ve ambalajın açılması sırasında ürün performansının ve özelliklerinin değişmeden kalmasını sağlamalıdır. Ambalaj, robotlar dahil tüm malzeme taşıma ekipmanlarıyla uyumlu olmalıdır (Aras, 2016: 43, Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 22).

### **3.3.10. Yönetim Desteği**

Ürün Kalite Planlama Ekibi, süreç tasarımı ve geliştirme aşamasının sonunda yönetim taahhüdünü güçlendirmek için tasarlanan resmi incelemeyi planlamak zorundadır. Bu incelemenin amacı, üst yönetimi program durumu hakkında bilgilendirmek ve açık konuların çözümüne yardımcı olma taahhütlerini kazanmaktır (Aras, 2016: 43, Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 22).

### **3.4. Ürün ve Prosesin Geçerlilik Kazanması**

Bu bölüm, bir üretim deneme çalışmasının değerlendirilmesi yoluyla üretim sürecini doğrulamanın ana özelliklerini tartışmaktadır. Bir üretim deneme çalışması sırasında, ürün kalite planlama ekibi, kontrol planının ve süreç akış şemasının takip edildiğini ve ürünlerin müşteri gereksinimlerini karşıladığını doğrulamalıdır. Düzenli üretim çalışmalarından önce araştırma ve çözüm için ek tehditler belirlenmelidir. Şekil 3.6.'da ürün kalite planlaması, ürün ve prosesin geçerliliği ile geri bildirim değerlendirilmesi ve düzeltici faaliyetler bölgesi gösterilmektedir (Aras, 2016: 43, Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 27).



**Şekil 3.6.** Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 4

**Kaynak:** (Aras, 2016: 37)

Tablo 3.9’de Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 4 için girdiler ve çıktılar görülmektedir.

**Tablo 3.9.** Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 4 girdiler ve çıktılar

Girdiler	Çıktılar
Ürün/proses kalite sistemi incelemesi	Üretim deneme çalışması
Proses akış şeması	Ölçüm sistemleri değerlendirilmesi
Kat planı düzeni (Layout)	Ön süreç yeterlilik çalışması
Proses hata türü ve etkileri analizi (PFMEA)	Üretim parçası onayı
Üretim öncesi kontrol planı	Üretim doğrulama testi
Proses talimatları	Ambalajlamanın değerlendirilmesi
Ölçüm sistemleri analizleri (MSA)	Üretim kontrol planı
Ön süreç yeterliliği çalışmaları (SPC)	Kalite planlama imza ve yönetim desteği
Paketleme talimatları	
Yönetim desteği	

**Kaynak:** (Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 26).

### 3.4.1. Üretim Deneme Çalışması

Üretim deneme çalışmaları, üretim araçları, ekipman, çevre (üretim operatörleri dahil), tesis ve çevrim süresi kullanılarak gerçekleştirilmelidir. Ürün ve proses validasyonu üretim sürecinin etkinliğinin doğrulanması, üretim deneme çalışmasıyla başlamaktadır. Bir üretim deneme çalışması için minimum miktar genellikle müşteri tarafından belirlenmektedir ancak ürün kalite planlama ekibi tarafından aşılabilmektedir. Üretim deneme çalışmasının (ürün) çıktısı aşağıdakiler için kullanılır:

- Ön süreç yeterlilik çalışması
- Ölçüm sistemleri değerlendirmesi
- Nihai fizibilite
- Süreç incelemesi
- Üretim doğrulama testi
- Üretim parçası onayı
- Ambalaj değerlendirmesi
- İlk sefer yeteneği
- Kalite planlamasının imzalanması (Aras, 2016: 44).

### **3.4.2. Ölçüm Sistemlerinin Değerlendirilmesi**

Belirtilen ölçüm cihazları ve yöntemleri, kontrol planında tanımlanan özelliklerin mühendislik şartnamesine göre kontrol edilmesi için kullanılmalı ve üretim deneme çalıştırması sırasında veya öncesinde ölçüm sistemi değerlendirmesine tabi tutulmalıdır (Akarsu, 2012: 25).

### **3.4.3. Ön Süreç Yeterlilik Çalışması**

Kontrol planında tanımlanan özellikler üzerinde ön süreç yeterlilik çalışması yapılmalıdır. Çalışma, üretim sürecinin hazır olup olmadığının bir değerlendirmesini sağlar (Çakır, 2019: 1, Akarsu, 2012: 27).

### **3.4.4. Üretim Parçası Onayı (PPAP)**

Üretim parçası onayının amacı, üretim araçları ve süreçlerinden yapılan ürünlerin mühendislik gereksinimlerini karşıladığını doğrulamaktır (Aras, 2016: 44).

### **3.4.5. Üretim Doğrulama Testi**

Üretim doğrulama testi, üretim araçlarından ve süreçlerinden yapılan ürünlerin mühendislik standartlarını karşıladığını doğrulayan mühendislik testlerini ifade eder (Aras, 2016: 44).

### **3.4.6. Ambalajlamanın Değerlendirilmesi**

Tüm test gönderileri ve test yöntemleri, ürünün normal nakliye hasarından ve olumsuz çevresel faktörlerden korunmasını değerlendirmelidir. Müşteri tarafından belirlenen paketleme, ürün kalite planlama ekibinin paketleme yöntemini değerlendirmeye dahil

olmasını engellemez (Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 27).

### **3.4.7. Üretim Kontrol Planı**

Üretim kontrol planı, parçaların ve süreçlerin kontrol edilmesi için sistemlerin yazılı bir açıklamasıdır. Üretim kontrol planı yaşayan bir belgedir ve parçaların üretilmesiyle kazanılan deneyime dayalı olarak kontrollerin eklenmesini/silinmesini yansıtacak şekilde güncellenmelidir (Tedarik eden organizasyonun/kuruluşların onayı gerekebilir). Üretim kontrol planı, lansman öncesi kontrol planının tamamlanmış halidir. Seri üretim, üreticiye çıktıyı değerlendirme, kontrol planını gözden geçirme ve uygun değişiklikleri yapma fırsatı sunmaktadır (Aras, 2016: 44).

### **3.4.8. Kalite Planlama İmza ve Yönetim Desteği**

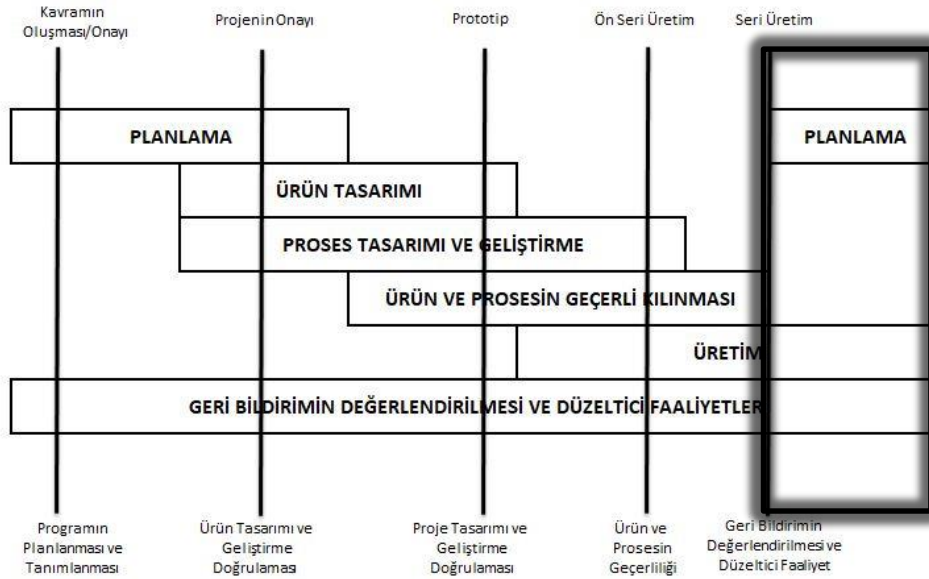
Ürün kalite planlama ekibi, tüm kontrol planlarının ve süreç akış şemalarının takip edildiğinden emin olmalıdır. Ürün kalite planlama ekibinin incelemesini proses hat(lar)ında gerçekleştirmesi ve resmi bir imzayı koordine etmesi önerilmektedir. İlk üretim sevkiyatından önce aşağıdaki öğelerin gözden geçirilmesi gerekir:

- Kontrol planları: Kontrol planları mevcut olmalı ve etkilenen tüm operasyonlar için her zaman mevcut olmalıdır.
- İşlem talimatları: Bu belgelerin kontrol planında belirtilen tüm özel karakteristikleri içerdiğini ve tüm PFMEA tavsiyelerinin ele alındığını doğrulanması gerekmektedir. Proses talimatlarını ve proses akış şemasının kontrol planıyla karşılaştırılması gerekmektedir.
- Gösterge ve test ekipmanları: Kontrol planına göre özel masterlar, fiktürler veya test ekipmanı gerektiğinde, masterın tekrarlanabilirliğini ve tekrar üretilirliğini ve uygun kullanımı doğrulanmalıdır (Çakır, 2019: 7).

Kalite planlamasının imzalanmasından önce yönetim desteği gereklidir. Ekip, tüm planlama gereksinimlerinin karşılandığını veya olası tehditlerin belgelendiğini gösterebilmeli ve bir yönetim incelemesi planlayabilmelidir. Bu incelemenin amacı, üst yönetimi program durumu hakkında bilgilendirmek ve açık olan herhangi bir konuda yardımcı olma taahhütlerini kazanmaktır (Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 27).

### 3.5. Geri Bildirim Değerlendirilmesi ve Düzeltici Faaliyetler

Kalite planlaması, proses doğrulama ve kurulumla bitmemektedir. Tüm özel ve yaygın varyasyon nedenleri mevcut olduğunda çıktının değerlendirilebildiği bileşen üretim aşamasıdır. Bu aynı zamanda ürün kalite planlama çalışmasının etkinliğini değerlendirme zamanıdır. Üretim kontrol planı, bu aşamada ürün veya hizmetin değerlendirilmesi için temel oluşturmaktadır. Tüm özelliklerde müşteri gereksinimlerini karşılamak tüm tedarikçilerin yükümlülüğüdür. Özel Nitelikler, müşteri tarafından belirtilen endeksleri karşılamalıdır (Aras, 2016: 45). Şekil 3.7.'de ürün kalite planlaması, geri bildirim değerlendirilmesi ve düzeltici faaliyetlerin planlanması bölgesi gösterilmektedir (Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 29).



Şekil 3.7. Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 5

**Kaynak:** (Aras, 2016: 45)

Tablo 3.10'de Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 5 için girdiler ve çıktılar görülmektedir.

**Tablo 3.10.** Ürün kalite planlaması zaman diyagramı 5 girdiler ve çıktılar

<b>Girdiler</b>	<b>Çıktılar</b>
Üretim deneme çalışması	Azaltılmış varyasyon
Ölçüm sistemleri değerlendirilmesi	Müşteri memnuniyeti
Ön süreç yeterlilik çalışması	Teslimat ve lojistik
Üretim parçası onayı	
Üretim doğrulama testi	
Ambalajlamanın değerlendirilmesi	
Üretim kontrol planı	
Kalite planlama imza ve yönetim desteği	

**Kaynak:** (Daimler Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2006: 29).

### **3.5.1. Azaltılmış Varyasyon**

Kontrol kriterleri ve diğer istatistiksel teknikler, süreç varyasyonunu belirlemek için araç olarak kullanılmalıdır. Varyasyonu azaltmak için analiz ve düzeltici faaliyetler kullanılmalıdır. Sürekli iyileştirme, yalnızca varyasyonun özel nedenlerine dikkat etmeyi değil, aynı zamanda ortak nedenleri anlamayı ve bu varyasyon kaynaklarını azaltmanın yollarını aramayı gerektirmektedir. Müşteri incelemesi için maliyetler, zamanlama ve beklenen iyileştirme dahil olmak üzere teklifler geliştirilmelidir. Genellikle ortak bir nedenin azaltılması veya ortadan kaldırılması daha düşük maliyetlerle sonuçlanmaktadır. Tedarikçiler, değer analizine, varyasyonun azaltılmasına vb. dayalı teklifler hazırlamakta isteksiz olmamalıdır. Uygulama, mütabık kalma veya bir sonraki ürüne geçme kararı geri bildirim, değerlendirme ve düzeltici faaliyet tasarım düzeyi müşterinin ayrıcalığı olmaktadır (Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 29).

### **3.5.2. Müşteri Memnuniyeti**

Ayrıntılı planlama faaliyetleri ve bir ürün veya hizmetin kanıtlanmış süreç kabiliyeti her zaman müşteri memnuniyetini garanti etmemektedir. Ürün veya hizmet, müşteri ortamında gerçekleştirilmelidir. Ürün kullanım aşaması tedarikçi katılımını gerektirmektedir. Bu aşamada hem tedarikçi hem de müşteri tarafından en fazla öğrenilebilecek olan aşamadır. Ürün kalite planlama çalışmalarının etkinliği bu aşamada değerlendirilebilir. Tedarikçi ve müşteri, müşteri memnuniyetini sağlamak için eksiklikleri gidermek için gerekli değişiklikleri yaparken ortak bir noktada olmalıdır (Akarsu, 2012: 31).

### **3.5.3. Teslimat ve Lojistik**

Kalite planlamasının teslimat ve lojistik aşaması, sorunların çözümünde ve sürekli iyileştirmede tedarikçi/müşteri ortaklığını sürdürmektedir. Müşterinin yedek parçaları ve lojistik işlemleri kalite, maliyet ve teslimat açısından her zaman aynı özeni hak etmektedir. Bir sorunu ilk seferde düzeltmemek her zaman tedarikçinin itibarına ve müşteri ortaklığına zarar vermektedir. Tedarikçi ve müşteri, birbirlerinin talebini dinlemesi önemlidir (Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008: 30). Bu aşamada kazanılan deneyim, müşteriye ve tedarikçiye, süreç, envanter ve kalite maliyetlerini azaltarak sağlanan fiyat indirimlerini önermek ve bir sonraki ürün için doğru bileşen veya sistemi sağlamak için gerekli bilgiyi sağlamaktadır (Aras, 2016: 46)

## 4. YENİ ÜRÜN DEVREYE ALMA UYGULAMASI

Bu bölümde, işletme içerisinde ileri ürün kalite planlaması (APQP) süreci kapsamında gerçekleştirilen proje çalışması hazırlanmış ve adım adım ilgili tüm bölümler, dokümanlar ve kişilerle olan ilişkiler gösterilerek modellenmiştir. İşletmenin ileri ürün kalite planlaması sürecinin aktif halde uygulandığında ne tür artılar katacağı ve uygulaması gereken dokümanlar ile ilgili çalışmalar ele alınmıştır. Projede FMEA tekniğinin etkin kullanıldığında ortaya çıkan olumlu sonuçları gösterilmiştir.

Değerlendirme ve öneriler kısmında aktif olarak kullanılan APQP süreci ve FMEA aksiyonlarının MSA ve SPC ile analizleri sonucunda olumlu sonuçları verilmiştir.

### 4.1. İleri Ürün Kalite Planlaması Yeni Ürün Devreye Alma Çalışmalarının Modellenmesi

İleri ürün kalite planlaması proses çalışmaları modellemesinin akışı Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3.'te yer alan şekillerde gösterilmiştir. Hazırlanan akış modeli 5 adımdan oluşmaktadır. Ayrıca tanımlanan tüm proses adımlarının ileri ürün kalite planlaması proses çalışmaları kapsamında faaliyeti detaylı olarak bu bölümde anlatılmıştır. Proses adımları örnek şekil ve tablolar ile desteklenmiştir.

APQP süreci kendi içerisinde PUKÖ döngüsünü tamamlamalıdır. IATF'nin içerdiği tüm şartları sağlamalı ve müşteri özel istekleri var ise bunlara uyulmalıdır. Bu çalışmada ürün müşteri tarafından talep edilip teknik resim paylaşıldığından dolayı tasarım yapılmamıştır. Bundan dolayı da APQP akışı, DFMEA çalışması eklenmeyerek hazırlanmıştır.

Proses tasarımı seri üretim şartları sağlandığında tekrar gözden geçirilmiştir. Fonksiyonel ve performans şartları, uygulanabilir yasal ve mevzuat şartları, benzer tasarımlardan elde edilen öğrenilmiş dersler, özel karakteristikler, tanımlama, ambalaj, izlenebilirlik, ürün kalitesi, test ve doğrulamalar, ürün gerçekleştirme şartları, tedarikçi şartları, riskler, maliyet hedefi, hatasızlaştırma (Poka-Yoke) gibi konular üzerinde çalışmalar yapılarak oluşturulmuştur. Kontrol planı prototip, ön seri ve seri olmak üzere üç ayrı şekilde hazırlanması gerekmektedir fakat bu çalışmada sadece seri koşullardaki kontrol planı kullanılmıştır.

FAZ1

- + Teklif talebi ve bilgiler
- + Teknik resim
- + Şartname
- + CAD-DATA
- + CSR / Özel karakteristikler
- + DFMEA

- + Proje dosyası
- + Yoplantı tutanağı

- + Yapılabilirlik analiz formu

- + Müşteriye bildirim

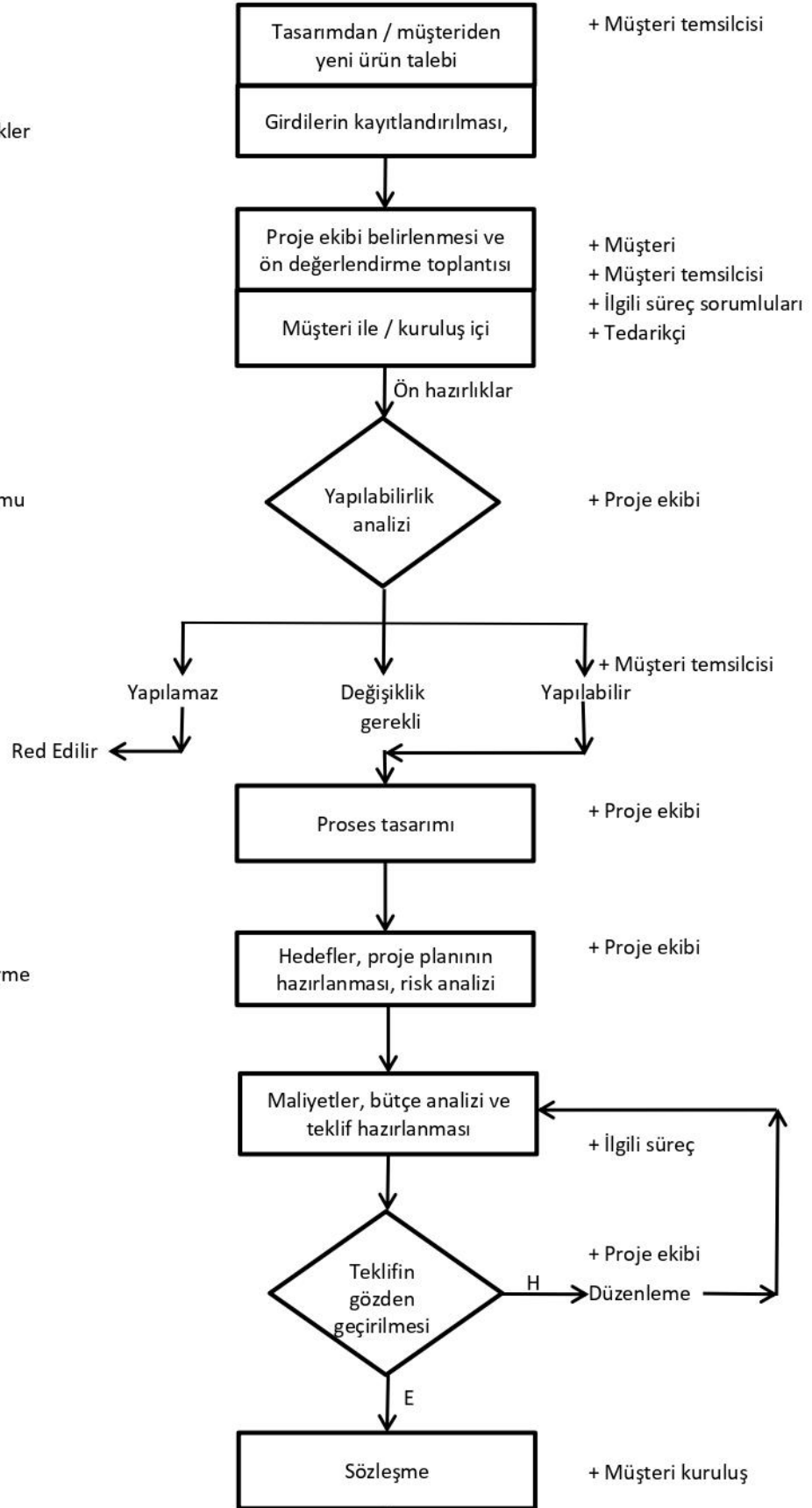
- + Proses tasarım formu
- + Müşteri özel istekleri

- + APQP planı
- + Periyodik gözden geçirme toplantı planlaması

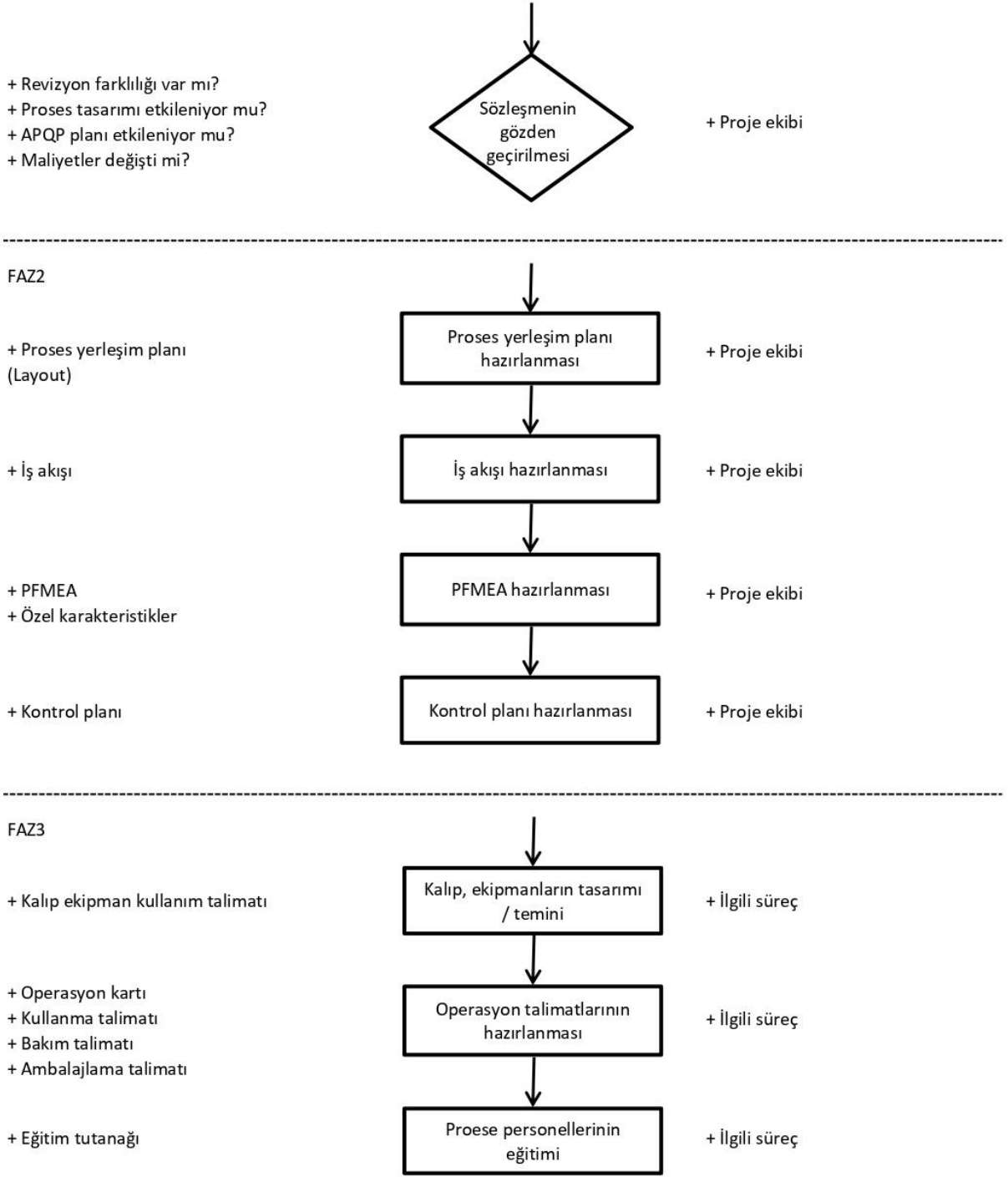
- + Maliyet analizi
- + Teklif

- + Teklif

- + Sözleşme



Şekil 4.1. İleri ürün kalite planlama proses çalışmaları modeli 1



Şekil 4.2. İleri ürün kalite planlama proses çalışmaları modeli 2

FAZ4

+ Numune üretim formu

+ Proses onay formu  
+ Kalıp onay formu  
+ Test sonuçları  
+ Proses tasarım formu

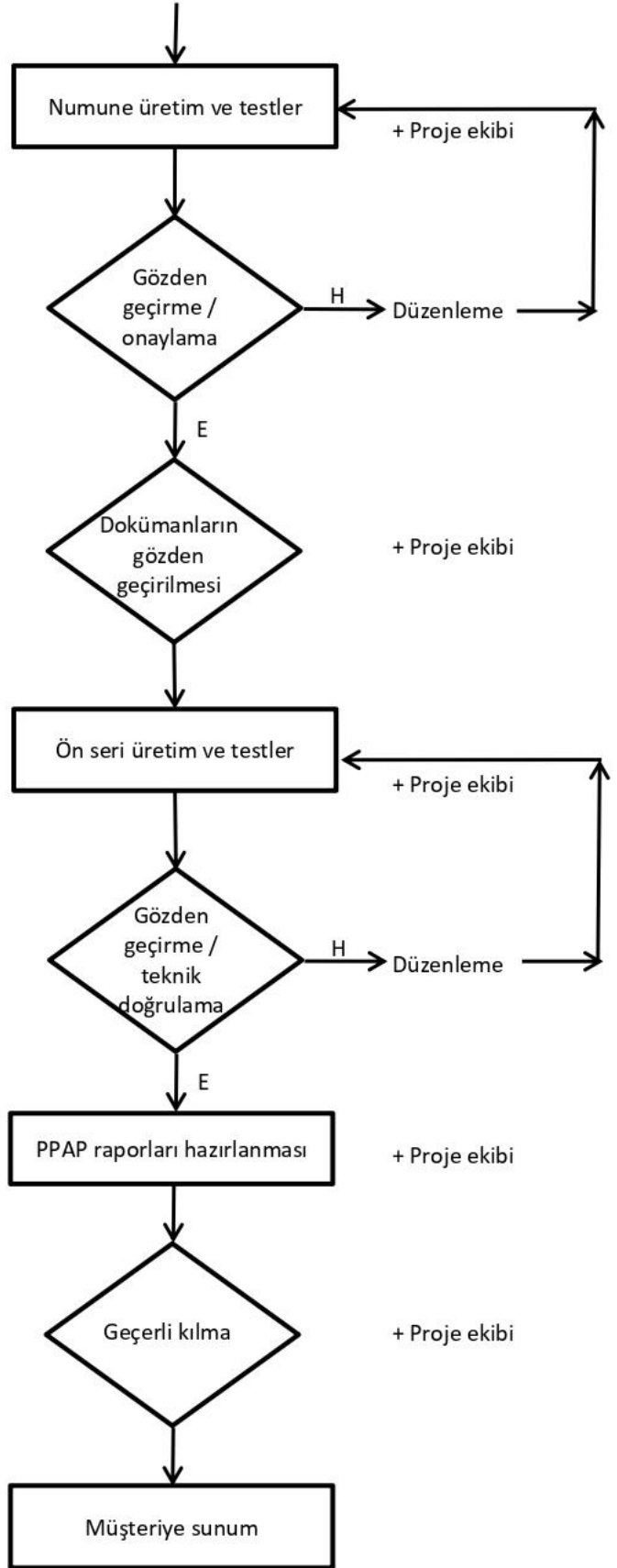
Dokümanların gözden geçirilmesi

+ MSA  
+ SPC  
+ Kayıtlar  
+ Test Sonuçları

+ Onaylar  
+ Proses tasarım formu

FAZ5

+ Proses tasarım formu  
+ Testler  
+ Kayıtlar



Şekil 4.3. İleri ürün kalite planlama proses çalışmaları modeli 3

## **4.2. Müşteride Ürün İhtiyacının Oluşması**

Müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi, müşteri kanadında ürün ihtiyacı doğması ile birlikte tedarikçiye talebi sonucunda başlamaktadır. Bu ihtiyaçlar, işletmelerin yapısına göre ürünü kullanacak ilgili bölümler tarafından belirlenmektedir. Proje başlangıcı müşterinin PO (Purchase order) paylaşması ile olmaktadır. Müşteri bu talep ile birlikte proje tarihlerini de belirtmek zorundadır. Proje tarihleri; yapılacak ise kalıp imalatı tarihleri, ilk numune parça imalat sunum tarihleri, yapılacak ise teknik resim revizyon talep tarihleri, ürünün teslerinin valide edilmesi adına ikinci ve nihai numune sunumları, PPAP dokümanları tarihleri ve son olarak müşterinin tedarikçi kalite personellerinin onay tarihleri olarak sıralanmaktadır.

## **4.3. Proje Ekibinin Belirlenmesi ve Açılış Toplantısı**

Müşteri ihtiyacı sonucunda, başlaması öngörülen yeni ürün devreye alma prosesinde ilgili tüm bölümlerden temsilcilerin katılımıyla toplantı yapılmalıdır. APQP ekibinin bir proje liderine ihtiyacı bulunmaktadır. Bu bağlamda yapılan toplantıda, müşteriden bildirilen teknik resim, teknik şarnameler, kritik karakteristikler ve özel istekler doğrultusunda proje planı, iç ihtiyaçların belirlenmesi ve proje genel bilgilerinin duyurulması yapılmıştır. Şekil 4.4.'te bu proje bazında yapılmış olan ürünün ileri ürün kalite planı (APQP) çizelgesi bulunmaktadır.

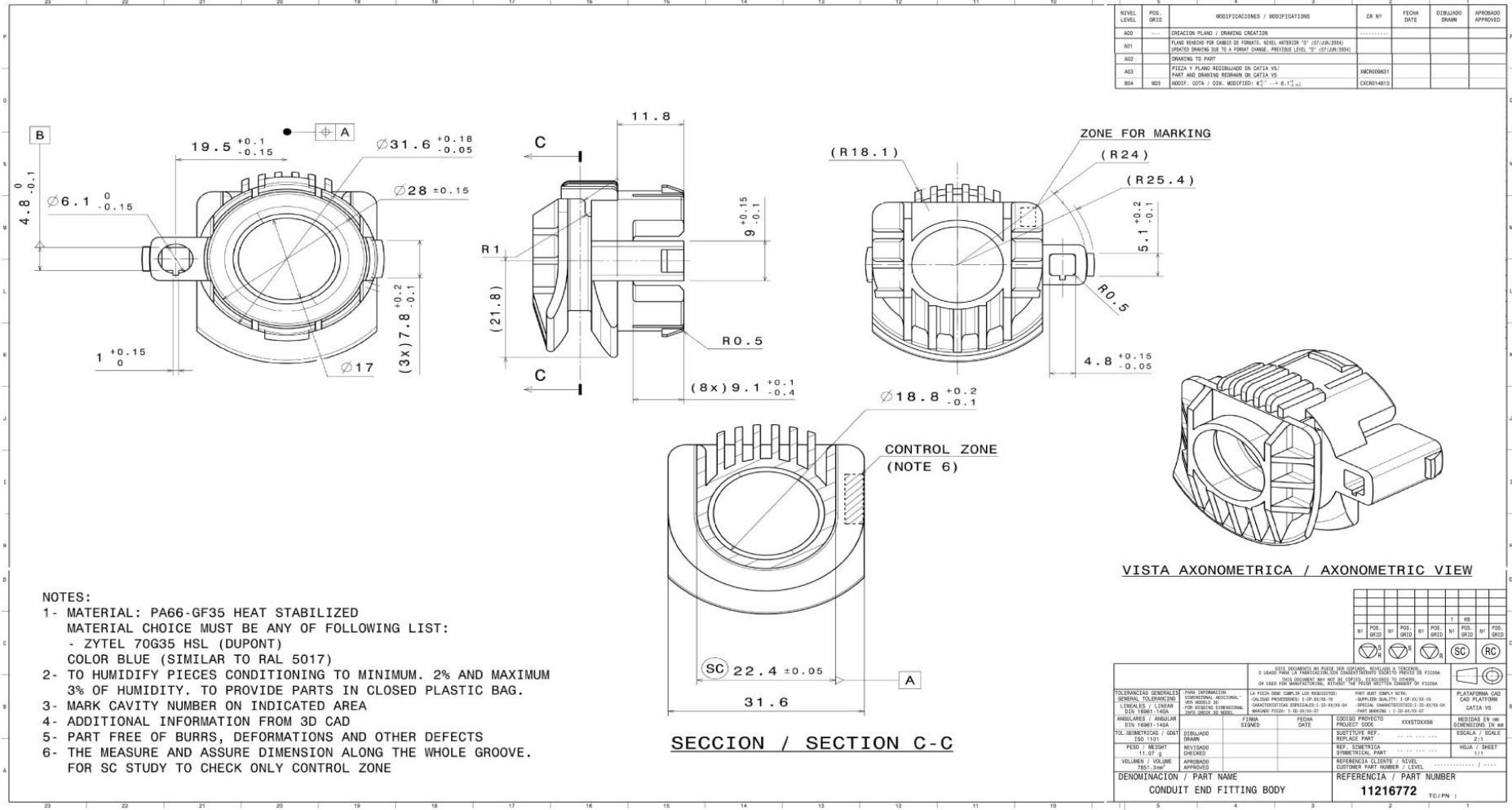


#### 4.4. Yapılabilirlik (Fizibilite) Analizi Yapılması

Açılış toplantısında, müşteriden bildirilen teknik resim, teknik şarnameler, kritik karakteristikler ve özel istekler doğrultusunda fizibilite yapılmıştır. Bu doğrultuda ürünün üretilebilirliği açısından hazırlanmış olan fizibilite raporunun referans alındığı teknik resim Şekil 4.6.'da yer almıştır. Müşteri tarafından talep edilen ve bu projede kullanılacak ürünün teknik resminde gerekli tüm bilgi yer almaktadır. Fizibilite değerlendirme hususları Şekil 4.5.'te görüldüğü gibi, ürün tanımlaması, teklif ve sipariş şartları, ürün performansları karşılaması, talep edilen tolerans aralıklarında imal edilebilirlik, yeterlilik, kapasite, hammadde tedarigi, hammadde işlenebilirliği ve SPC (istatistiksel proses kontrol) incelenmesi şeklindedir. Fizibilite raporuna göre, parçanın imalatında, hammadde tedariginde sevkiyat ve lojistik alanlarında herhangi bir sorun bulunmadığı ve onay imzalarının atıldığı görülmektedir.

EVET	HAYIR	DEĞERLENDİRME HUSUSLARI
		Ürün fizibilite değerlendirmesi için yeterli olacak şekilde tanımlanmış mı? (resim, şartname, toleranslar, önemli karakteristikler, numune, uygulanması gereken istekler...vs.)
		Ürün için verilen teklif ve sipariş şartları aynı mı?
		Müşterinin belirlediği ürün performansları yazıldığı gibi karşılanabilir mi?
		Ürün, resim üzerinde belirtilen toleranslarda imal edilebilir mi?
		Ürün istenilen proses yeterliliklerinde (Cpk) imal edilebilir mi?
		Ürünü üretmek için yeterli kapasite var mı?
		Mamul ve hammadde tasarımı, malzemenin mevcut tekniklerle, verimli olarak işlemesine uygun mu?
		* Tezgah yatırım maliyeti olmadan üretilebilir mi?
		* Aşırı kalıp maliyeti olmadan üretilebilir mi?
		* Alternatif üretim metodları gerekmeden üretilebilir mi?
		Ürün için, İstatistiksel Proses Kontrol talep edilmiş mi?
		İstatistiksel Proses Kontrol benzer ürünler için kullanılıyor mu?
		İstatistiksel Proses Kontrol kullanıldığı benzer ürünlerde
		* proses kontrol altında ve kararlı mı?
		Ppk değerleri 1,67 'den büyük mü?

Şekil 4.5. Yapılabilirlik (fizibilite) raporu



Şekil 4.6. Müşteri tarafından paylaşılan 2D çizim (teknik resim)

#### 4.5. Stok Kartı, Ürün Ağacı ve Cari Hesap Tanımlarının ERP Sistemine Yapılması

APQP toplantısı sonrasında, ürünün numune üretimi yapılması için stok kartı tanımının ve müşteri adına ürünün cari hesap tanımlaması yapılması gerekmektedir. Numune üretimi için proje bölümü ERP (Dinamo) programında numune girişlerinin yapılması için stok kartında grup kodunu N1 seçerek açmalıdır. Şekil 4.7.'de Dinamo ERP programında numune ürün üretimin yapılması adına stok kartı girişlerinin yapıldığı ekran gösterilmiştir. Bu görselde görülmekte olan görsel müşterinin paylaştığı teknik resimdeki üründür. Bazı durumlarda müşteri talep ettiği ürün için şahit numune de gönderebilmektedir.

The screenshot displays the Dinamo ERP stock card interface. At the top, there is a toolbar with icons for navigation and actions like 'Yeni', 'Kaydet', 'Listele', 'Detay', 'Ekle', 'Çıkar', 'Yardım', 'K.T.A', 'Mesaj', 'Anket', 'Eklama', 'Çalıştır', 'Mail', 'SMS', 'WF', 'Sil', and 'Çıkış'. Below the toolbar, the 'Kod' field is set to '152 15 570-N1' and 'Ad' is 'COEF BODY(11216772)'. The 'Birim' is 'ADET' and 'Kart Türü' is 'Gramaj Onaylı'. The 'Aktif/Pasif' checkbox is checked. The 'Sahit E.' checkbox is also checked. The 'Tek.Res' and 'Fin.Res' checkboxes are unchecked. The 'Proje D.', 'Num.T.Etik.', 'Ür.T.Etik.', 'A4 Ür.T.Etik.', and 'Üret.Fişi' fields are empty. The 'Ana Sayfa', 'KTA', 'Ek Tanımlar', 'Ek Tanımlar-2', 'Ek Tanımlar-3', 'Resimler', 'Bu Stok Kodunu İfade Eden Diğer Kodlar (Üretici Kodları)', 'Bağlantılı Dokümanlar', 'Liste', 'Reçete', and 'Döner' tabs are visible. The 'Grup Kodları' list shows '10' selected. The 'G.T.I.P.', 'G.V.Oranı', 'ÖTV Oran', and 'Fon Oranı' fields are empty. The 'Lokasyonlar' field is set to 'SB 31 1'. The 'FD/C Kodu' field is empty. The 'Stok Limitleri' section includes 'Güvenlik Stoğu', 'Maksimum Stok Miktar', 'Minimum Sipariş Miktar', 'Parti Büyüklüğü', 'Ortalama Temin Süresi', 'Son Kullanma Tarihi', and 'Satış Garanti Süresi'. The 'TSE No', 'EAN Kodu', 'Şh.Nm.Tar.' (08/09/2021), 'Anız.Sertif.', 'Kalıp Lok.' (D03 4), 'Resimler 1' (2), and 'Ürün Yöneti' fields are also present. The 'Ölçüler (mm)' section includes 'En', 'Boy', 'Yükseklik', 'Brüt Ağırlık', 'Net Ağırlık', 'İç Çap', 'Dış Çap', and 'Kalınlık'. The 'Net Ağırlık' field is set to '10'. The 'Ü.A. NO' is '2288' and 'AC' is checked. The 'Datashheet', 'A.Sertif.', 'Eksikler', 'Teknik Resim', 'Final Resimleri', and 'Kalıp Resimleri' checkboxes are checked. The 'Stok Son Durum' table shows the following data:

Depo	Depo Adı	Toplam Miktar	Rezerve Miktar	Serbest Miktar
1	SEVK AMBARI	119360	...	119360
2				
3				
4				
5				
6				

The 'Resim' section shows a technical drawing of a blue plastic component. Below the drawing are three buttons: 'Gör.Hata Kont.Planı', 'Giriş Kal.Kont.Planı', and 'İdari Kal.Kont.Planı'.

Şekil 4.7. ERP (Dinamo) stok kartı ekranı

Ürünün imalatında kullanılacak olan hammde, iş istasyonları, ürünün net ve brüt ağırlıkları, operasyon parametreleri, ürün karakteristikleri, kullanılacak kalıp vs. gibi bilgilerin yer aldığı ürün ağacı oluşturulmuştur. Ürünün firma adına cari hesap kart tanımının yapılması gerekmektedir. Bu operasyon sonucunda kod sistemine göre o müşteride hangi referansa denk geliyorsa tanımları yapılmıştır. Bu durumun amacı, işletme içinde ve müşteri kanadında verilen referanslar ile üründeki tüm revizyonlar bilinebilmektedir ve karışıklıklar önlenmektedir.

#### **4.6. TPR (Kalıp İmalat Planı) Yapılması**

Müşteriden talep edilen ürünün teknik resimi doğrultusunda yapılacak olan kalıp ve aparatların planlaması tıpkı APQP gibi yapılması gerekmektedir. Kalıpta kullanılacak takım ve malzemelerin temini, kalıp datasının oluşturulması, CAM programı oluşturulması, kalıbın üretilmesi ve montajı hakkında planlar haftalık düzende oluşturulmaktadır. Şekil 4.8.'de ürün için oluşturulmuş olan TPR (kalıp akış raporu) görülmektedir. TPR, PPAP gerekliliği olmadığından dolayı müşteriye sunumda gönderilmesine gerek yoktur. Fakat hazırlanması gerekmekte olan bir dokümandır. Müşteriye haftalık olarak kalıp genel durumu hakkında bilgilendirme yapıldığından dolayı güncel olarak takibi gerektiren bir çalışma olmaktadır.

	PROJECT / PROJE ADI : COEF BODY (11216772)	REVISION		TOOL MODIFICATION		PROCESS CHANGE		MATERIAL CHANGE																																												
		NUMBER	INDEX	START DATE	PARTS OFF TOOL DATE	START DATE	PROCESS DATE	DATE AVAILABLE																																												
CUSTOMER PART NUMBER/ MÜŞTERİ PARÇA NO	COEF BODY																																																			
DRAWING NUMBER /ÇİZİM NO	11216772																																																			
PART NAME/ PARÇA ADI	COEF BODY																																																			
CUSTOMER ASSET NO/ MÜŞTERİ KALIP NO	152 15 570-01																																																			
TOOLING/EQUIPMENT NO / PROMETAL KALIP NO	152 15 570-01																																																			
CAVITY / GOZ SAYISI	4																																																			
SAMPLE QUANTITY / NUMUNE SUNUM MİKTARI	200 (Her gözden 50 adet)																																																			
PROJECT LEADER / PROJE SORUMLUSU	Proje Lideri																																																			
PROJECT TEAM / PROJE TAKIMI																																																				
DATE																																																				
COMPLETED BY (SIGNATURE)	<input type="checkbox"/> initial plan <input type="checkbox"/> modified plan <input type="checkbox"/> done <input type="checkbox"/> close time <b>FOT</b>																																																			
YEAR / YIL	Year 2021												Sorumlu/ Responsible																																							
MONTH / AY	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December																																								
CALENDAR WEEK / HAFTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Timing / Tarihler																																																				
Project team&plan /Proje planı&ekibi oluşturulması													Proje Lideri																																							
Feasibility study /Fizibilite çalışması													Proje Ekibi																																							
Tool Purchase Order from customer / Kalıp resmi siparişi													Proje Ekibi																																							
Tool Study (prelim) / Kalıp tasarım çalışması													Tasarım Lideri																																							
Design Freeze / Kalıp tasarım onaylaması													Tasarım Lideri																																							
Tool Design / kalıp tasarım													Tasarım Lideri																																							
CAM Program													Tasarım Lideri																																							
Tool Start (Milling) + Workload / Kalıp üretimi													Kaliphane Ekibi																																							
Tool Assembly / Kalıp montaj													Kaliphane Ekibi																																							
FOT part / İlk numune alımı													Proje Ekibi																																							
Measurement / İlk numune ölçümü													Kalite Lideri																																							

Şekil 4.8. TPR (Kalıp üretim planı) dokümanı

#### 4.7. PPAP (Üretim Parçası Onay Prosesi) Hazırlığı Başlaması

PPAP hazırlığına başlamadan önce müşteri tarafından hangi seviyenin talep edileceği bildirilecektir. Genel PPAP seviyelerinde 1 – 5 arası olacak şekilde seçenekler bulunmaktadır. Her seçenekte hazırlanması gereken PPAP sunum içeriği değişmektedir. Bu ürün için müşteri, PPAP sunum seviyesi olarak level 3 talebi e-mail yoluyla bildirmiştir. Müşteri belirtmediği durumlarda ise PPAP seviye 3 olarak yapılmaktadır. PPAP seviye 3 içeriğinde bulunan tüm dokümanlar çalışmada örnekleriyle birlikte gösterilmiştir.

#### 4.8. Üründe Kullanılacak Hammaddenin Tedarik Edilmesi

Talep edilen ürünün, teknik resimde belirtilen hammadde nezdinde tedariki yapılmalıdır. Tedarikçi işletmeden hammadde talebi yapılırken müşterinin bildirdiği teknik şartnamede, üründen beklenen çalışma performansı çerçevesinde spekleri ile hammaddenin tedarik edildiği işletmenin hammadde için yaptığı test sonuçlarının olduğu analiz raporunun belirtilen toleranslar içerisinde uyuşması gerekmektedir. Şekil 4.9.'da tedarikçi işletmenin paylaşmış olduğu analiz raporu örneği yer almaktadır.

Zytel: 70G35HSL

Polyamide 66 (PA66), pellets, glass reinforced

NOTE - (1) Material designations that are color pigmented may be followed by suffix letters and numbers. (2) Material designations may be prefixed by "ZYT" for Zytel or "MIN" for Minlon or "DEL" for Delrin or "CRA" for Crastin or "RYN" for Rynite or "ETPV" for ETPV or "SOR" for Sorona grades.

Flammability	Value	Test Method
Flame Rating		
0.71 mm, NC, BK	HB	UL 94
1.5 mm, NC, BK	HB	UL 94
3.0 mm, NC, BK	HB	UL 94
3.0 mm, NC, BK	HB40	IEC 60695-11-10, -20
0.71 mm, NC, BK	HB75	IEC 60695-11-10, -20
1.5 mm, NC, BK	HB75	IEC 60695-11-10, -20
Electrical	Value	Test Method
Hot-wire Ignition (HWI)		UL 746
0.71 mm	PLC 4	
1.5 mm	PLC 4	
3.0 mm	PLC 0	
High Amp Arc Ignition (HAI)		UL 746
0.71 mm	PLC 0	
1.5 mm	PLC 0	
3.0 mm	PLC 0	
Comparative Tracking Index (CTI)	PLC 2	UL 746
Dielectric Strength	33 kV/mm	ASTM D149
High Voltage Arc Tracking Rate (HVTR)	PLC 0	UL 746
Volume Resistivity	1.0E+13 ohms·cm	ASTM D257 IEC 60093
Arc Resistance	PLC 5	ASTM D495
Thermal	Value	Test Method
RTI Elec		UL 746
0.71 mm	140 °C	
1.5 mm	140 °C	
3.0 mm	140 °C	
RTI Imp		UL 746
0.71 mm	125 °C	
1.5 mm	125 °C	
3.0 mm	125 °C	
RTI Str		UL 746
0.71 mm	140 °C	
1.5 mm	140 °C	
3.0 mm	140 °C	

Şekil 4.9. Malzeme analiz raporu



# İŞ AKIŞ DİYAGRAMI

Sayfa: 1/3

## AÇIKLAMALAR

P: Ürün A: Otomatik  
T: Proses M: Manuel  
V: Görsel S: Ölçüsel kontrol  
D: Hasar Q: Kalite Kontrol  
L: Etiket

PARÇA NO : 11216772 / 152 15 570-01  
PARÇA ADI : COEF BODY

TARİH : 27.10.2021  
HAZIRLAYAN : Burak GÜZEL  
REVİZYON : 0

ADIM	OPERASYON						CHANGEOVER	OPERASYON TANIMI	SINIF	ÜRÜN ve PROSES KARAKTERİSTİKLERİ (GİRDİLER)	SINIF	ÜRÜN ve PROSES KARAKTERİSTİKLERİ (ÇIKTILAR)
	TAŞIMA	DEPOLAMA	KONTROL	TASHİH	KAPSAMA HURDA							
	◇	○	△	□	◇	○						
OP10.1			△				M	Malzeme Kabul		Malzemenin fiziksel görünümü, ambalajlamanın doğruluğu, faturanın doğruluğu ve irsaliye miktarının doğruluğu		Ürünlerin kabulü
OP10.2				□			L	Giriş Kontrol		Tecomid NA40 GR35 NL HS Yoğunluk değerinin 1,41 ±0,02 gr/cm3 uygun olması		Hammadde etiketleri ve G.K.K onayları
OP10.3							L	Malzeme bloke				Red kartı tanımı
OP11.1			△				M	Malzeme Kabul		Malzemenin fiziksel görünümü, ambalajlamanın doğruluğu, faturanın doğruluğu ve irsaliye miktarının doğruluğu		Ürünlerin kabulü
OP11.2				□			L	Giriş Kontrol		Y55 PA ve 14300 Yapransan masterbatch renginin mavi ve DE* ( D65 ) değeri: 0,01 -0/+0,99 uygun olması		Hammadde etiketleri ve G.K.K onayları
OP11.3							L	Malzeme bloke				Red kartı tanımı
OP15.1		○					M	Malzemenin stoğa taşınması				
OP15.2			△				M	Malzemenin plastik enjeksiyon ambarında stoklanması				
OP20.1		○					M	Malzemenin plastik enjeksiyona tezgahına taşınması				
OP20.2	◇						T	Plastik enjeksiyon basımı		Inject time, Çevrim süresi, Kurutma sıcaklığı, Meme sıcaklığı ve şahit numune		İş emri

Şekil 4.11. İş akış diyagramı 1

AÇIKLAMALAR								TARİH : 27.10.2021				
P:	Ürün	A:	Otomatik	PARÇA NO : 11216772 / 152 15 570-01		HAZIRLAYAN : Burak GÜZEL						
T:	Proses	M:	Manuel	PARÇA ADI : COEF BODY		REVİZYON : 0						
V:	Görsel	S:	Ölçüsel kontrol									
D:	Hasar	Q:	Kalite Kontrol									
L:	Etiket											
ADIM	OPERASYON	TAŞIMA	DEPOLAMA	KONTROL	TASHİH	KAPSAMA HURDA	CHANGEOVER	OPERASYON TANIMI	SINIF	ÜRÜN ve PROSES KARAKTERİSTİKLERİ (GİRDİLER)	SINIF	ÜRÜN ve PROSES KARAKTERİSTİKLERİ (ÇIKTILAR)
OP20.3				M			P-T-Q-S	Proses ve ürün çıktılarının kontrolü		İş emri		4.2 +0,1/-0,07 mm, 1.4 +0,5/-0,07 mm, 22.4 ±0,05 mm
OP20.4							L	Hurda / Kapsama				Red kartı tanımı
OP25.1							L	Plastik enjeksiyon yarı mamul stok bölümüne taşıma				Etiket tanımı
OP25.2							M	Plastik enjeksiyon yarı mamul stok bölümüne depolama				
OP30.1							M	Malzemenin azotlu çapak almaya taşınması				
OP30.2							P-T-L	Azotlu çapak alma işlemi		Şahit numune		Sıcaklık değeri, Zaman değeri, Devir değeri, Tanbur devri değeri
OP30.3				M-V			Q-L	Proses çıktılarının kontrolü		Çapak kontrolü		Proses onayı
OP30.4							L	Hurda / Kapsama				Red kartı tanımı
OP35.1							M	Çapak alma yarı mamul stok bölümüne taşıma				Etiket tanımı
OP35.2							M	Çapak alma yarı mamul stok bölümüne depolama				
OP40.1							M	Malzemenin %100 görsel kontrole taşınması				
OP40.2							P-V-Q-L	Ürünlerin görsel kontrolünün yapılması		Şahit numune		Proses onayı
OP40.3							V-Q	Proses çıktılarının kontrolü		Şahit numune ile karşılaştırma		Etiket tanımı
OP40.4							L	Hurda / Kapsama				Red kartı tanımı
OP45.1							M	Yarı mamül stok ürün rafına taşıma				

Şekil 4.12. İş akış diyagramı 2

AÇIKLAMALAR								TARİH : 27.10.2021				
P:	Ürün	A:	Otomatik	PARÇA NO : 11216772 / 152 15 570-01		HAZIRLAYAN : Burak GÜZEL						
T:	Proses	M:	Manuel	PARÇA ADI : COEF BODY		REVİZYON : 0						
V:	Görsel	S:	Ölçüsel kontrol									
D:	Hasar	Q:	Kalite Kontrol									
L:	Etiket											
ADIM	OPERASYON	TAŞIMA	DEPOLAMA	KONTROL	TASHİH	KAPSAMA HURDA	CHANGEOVER	OPERASYON TANIMI	SINIF	ÜRÜN ve PROSES KARAKTERİSTİKLERİ (GİRDİLER)	SINIF	ÜRÜN ve PROSES KARAKTERİSTİKLERİ (ÇIKTILAR)
OP45.2							M	Yarı mamül stok ürün rafına depolama				
OP50.1							M	Malzemenin nemlendirme makinasına taşınması				
OP50.2							P-T-L	Nemlendirme işlemi uygulanması		3-4 saat, 70-80°C		Proses onayı
OP50.3							S	Nem kontrolü		Nemlendirilmiş ürün		%2-3 olmalıdır
OP50.4							L	Hurda / Kapsama				Red kartı tanımı
OP55.1							M	Bitmiş ürün rafına taşıma				
OP55.2							M	Bitmiş ürün rafında depolama				
OP60.1							M	Malzemenin final kontrole taşınması				
OP60.2							Q-S-L-V	Final kontrol		4.2 +0,1/-0,07 mm, 1.4 +0,5/-0,07 mm, 22.4 ±0,05 mm ve görsel kontrol		Final raporu
OP60.3							L	Hurda / Kapsama				Red kartı tanımı
OP70.1							M	Ambalajlamaya taşıma				
OP70.2							M	Ambalajlama ve sayım		Kasadaki parça miktarı		Ürün tanıtım ve sevkiyat etiketi
OP80.1							M	Sevkiyat bölümüne taşıma				
OP80.2							M	Sevkiyat bölümünde stoklama				
OP80.3							M	Müşteriye sevk				

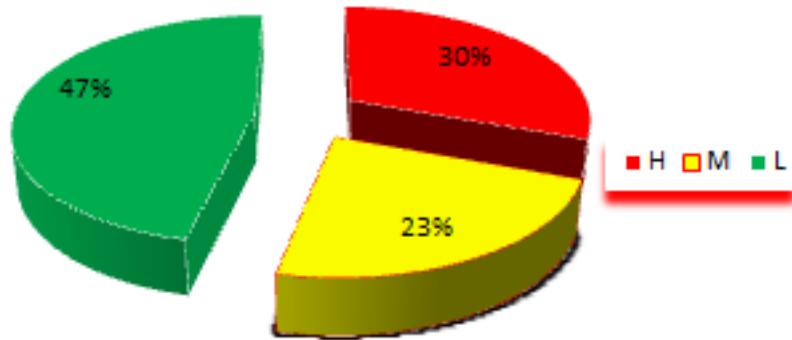
Şekil 4.13. İş akış diyagramı 3

İş akışında tanım ve kodları ile birlikte ne tür proses yapılacağı belirtilmiştir. Prosesler taşıma, depolama, kontrol, yeniden işlem, hurda ve operasyon olarak bildirilmiştir. Her operasyon arasında bir taşıma ve o operasyonda bulunuyor ise koltuk ambarında depolamalar gösterilmiştir. Operasyonlarda ne tür bir işlem yapılacaksa (ürün, proses, görsel, etiket, otomatik, kalite kontrol gibi) bunlar belirtilmiştir. Bunun nedeni operasyonlar arası uygulanacak işlemlerin ayrımıdır. İş akış formlarında görüleceği üzere istasyonlarda girdiler ve çıktılar görülmektedir. Böylelikle operasyon başlangıcında dikkate alınacak parametre ve karakteristikler belirtilmiştir. Çıktı olarak ise ulaşılması hedeflenen parametre doküman ve karaktereistikler belirtilmiştir.

#### 4.10. FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) Oluşturulması

FMEA, üretim aşamasında var olan ve olası hataların önceden tespit edilmesi ve bunlara alınacak olan önlemlerin belirlenmesidir. Bu FMEA çalışmasında hatalara alınacak önlemlerin de belirli bir standarda göre düşük, orta ve yüksek olarak sınıflandırılarak hangilerine yönelinmesi gerektiğini gösterecek olan aksiyon öncelikleri belirlenmiştir. Bu aksiyon öncelikleri Tablo 4.1.'de görülen FMEA klavuzunda yer alan verilere istinaden oluşturulan verilerle yapılmıştır.

Taloda yer alan harfler; H ifadesi high (yüksek), M ifadesi medium (orta) ve L ifadesi low (düşük) anlamlarında kullanılmıştır. Bu harfler toplamda 1100 kombinasyondan oluşmaktadır. Bu kombinasyonlardan 336 tanesi H (% 30,55), 252 tanesi M (% 22,91) ve 512 tanesi de L (% 46,55) statüsünde yer almaktadır. Yani çıkacak sonuçlarda potansiyel hataların yaklaşık olarak % 50' sine aksiyon alınmasına gerek olmamaktadır. Potansiyel hataların % 30 kadarına kesinlikle aksiyon almak gerekmektedir. Sektör bazlı ağır sanayide % 30' luk kısımda yer alınabilmesi de olağandır. Grafik 4.1.'de bu yüzdelerin dağılımları görülmektedir.



**Grafik 4.1.** Aksiyon öncelik dağılımları

Tablo 4.1. Aksiyon önceliği tablosu

AKSİYON ÖNCELİĞİ TABLOSU									
ŞİDDET	S	S	OLUŞUM	O	O	TESPİT	T	T	Aksiyon Önceliği (AP)
Ürün veya Üretim Tesisi Üzerinde Etkisi Çok Büyük	9	10	Çok Yüksek	8	-	10	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	H
							Orta	5 - 6	H
							Yüksek	2 - 4	H
							Çok Yüksek	1 - 1	H
			Yüksek	6	-	7	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	H
							Orta	5 - 6	H
							Yüksek	2 - 4	H
							Çok Yüksek	1 - 1	H
			Orta	4	-	5	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	H
							Orta	5 - 6	H
							Yüksek	2 - 4	H
							Çok Yüksek	1 - 1	M
			Düşük	2	-	3	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	H
							Orta	5 - 6	M
							Yüksek	2 - 4	L
							Çok Yüksek	1 - 1	L
Çok Düşük	1	-	1	Düşük-Çok Düşük	1 - 10	L			
Ürün veya Üretim Tesisi Üzerinde Etkisi Büyük	7	8	Çok Yüksek	8	-	10	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	H
							Orta	5 - 6	H
							Yüksek	2 - 4	H
							Çok Yüksek	1 - 1	H
			Yüksek	6	-	7	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	H
							Orta	5 - 6	H
							Yüksek	2 - 4	H
							Çok Yüksek	1 - 1	M
			Orta	4	-	5	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	H
							Orta	5 - 6	M
							Yüksek	2 - 4	M
							Çok Yüksek	1 - 1	M
			Düşük	2	-	3	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	M
							Orta	5 - 6	M
							Yüksek	2 - 4	L
							Çok Yüksek	1 - 1	L
Çok Düşük	1	1	1	Düşük-Çok Düşük	1 - 10	L			
Ürün veya Üretim Tesisi Üzerinde Etkisi Orta	4	6	Çok Yüksek	8	-	10	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	H
							Orta	5 - 6	H
							Yüksek	2 - 4	M
							Çok Yüksek	1 - 1	M
			Yüksek	6	-	7	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	M
							Orta	5 - 6	M
							Yüksek	2 - 4	M
							Çok Yüksek	1 - 1	L
			Orta	4	-	5	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	M
							Orta	5 - 6	L
							Yüksek	2 - 4	L
							Çok Yüksek	1 - 1	L
			Düşük	2	-	3	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	L
							Orta	5 - 6	L
							Yüksek	2 - 4	L
							Çok Yüksek	1 - 1	L
Çok Düşük	1	1	1	Düşük-Çok Düşük	1 - 10	L			
Ürün veya Üretim Tesisi Üzerinde Etkisi Düşük	2	3	Çok Yüksek	8	-	10	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	M
							Orta	5 - 6	M
							Yüksek	2 - 4	L
							Çok Yüksek	1 - 1	L
			Yüksek	6	-	7	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	L
							Orta	5 - 6	L
							Yüksek	2 - 4	L
							Çok Yüksek	1 - 1	L
			Orta	4	-	5	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	L
							Orta	5 - 6	L
							Yüksek	2 - 4	L
							Çok Yüksek	1 - 1	L
			Düşük	2	-	3	Düşük-Çok Düşük	7 - 10	L
							Orta	5 - 6	L
							Yüksek	2 - 4	L
							Çok Yüksek	1 - 1	L
Çok Düşük	1	-	1	Çok Düşük-Çok Yüksek	1 - 10	L			
Ayrı edilebilir bir etkisi yok	1	-	1	Çok Düşük-Çok Yüksek	1 - 10	L			

İşletmenin kullanmakta olduğu FMEA formunda otomotiv sektöründe kullanımı bulunmayan bir iyileştirme yapılmıştır. FMEA klavuzundan alınan tüm verilerle şiddet, olasılık ve tespit değerlerinden oluşan aksiyon planı, kombinasyonlar yapılarak oluşturulan aksiyon öncelik verileri ile yeni nesil oluşturulan FMEA şablonuna adapte edilerek iyileştirme yapılmıştır. Kullanılan form son revize FMEA kitapçığında bulunan standart formdan oluşturulmuş ve işletme adına uyarlanmıştır. Şiddet, olasılık ve belirlenebilirlik değerlerinin çarpılmasıyla ortaya çıkan RÖS değeri, aksiyon alınıp alınmama noktasında kararsızlık meydana getirebilmektedir. Otomotiv sektöründe, RÖS değeri 40'ın altında aksiyona gerek duyulmamakta, 40 ile 70 arasında müşteri ve işletme isteğine bağlı olarak aksiyona gerek duyulmakta, 100'ü aştığında ise mutlaka aksiyona mutlaka gerek duyulduğunu belirtmektedir. Yapılan iyileştirme ile birlikte bu durum ortadan kaldırılarak aksiyon öncelik tablosu ile aksiyon alınacak olası hatalar net olarak belirtilebilmektedir. Aksiyon öncelik tablosu ile 100 değerinin altında olan olası hatalara da önlem alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Şekil 4.14, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16.'da bu projede yapılan FMEA çalışması görülmektedir. OP20'de plastik enjeksiyon prosesinde SC ( $22,4 \pm 0,05$  mm) kritik ölçüsünün ve görsel özelliklerin bulunduğu kriterlerde, RÖS değeri 84 olduğu halde aksiyon öncelik tablosundan alınan verilerden M statüsünde yer aldığı görülmektedir. Bundan dolayı da L statüsüne indirmek için aksiyon alınmıştır. Alınan aksiyonlar sonucunda da belirlenebilirlik derecesi düşürülmüş olup hatanın bir sonraki prosese geçemeyeceği bir aksiyon ile iyileştirilmiştir. Aynı şekilde sonraki proses olan OP30, OP40 ve OP60' da da aksiyon öncelik değeri M statüsünde yer alan olası hatalar gözlemelenmiştir. Alınan aksiyonlar ile birlikte belirlenebilirlik değerleri düşürülerek L statüsüne indirgenmiştir.

FMEA ( Hata Türleri ve Etkileri Analizi )										FMEA No	FMEA-152 15 570-01		İlk Yayın Tarihi	01.11.2021							
										Revizyon No	00		Revizyon Tarihi								
										Reviz Açıklama											
										Kontrol Planı No	KP152 15 570-01		Rev. No								
										Proje Kodu / Adı			Prototip								
										Tel & email			SU02FR08-02								
Parça Kodu		11216772		Parça Adı		COEF BODY		Proje Lideri				Tarih		1.11.2021							
Teknik Resim Tarihi		11.01.2001		Teknik Resim No		11216772		Proje Ekibi				On Seri		x							
Teknik Res. Rev. Tarihi		13.08.2021		Teknik Resim Revizyon No		B05															
Formel Soru No	Pors/Operasyon Adı	Gereklilik	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkileri	Önem	Özel Karakteristik	Potansiyel Hata Sebebi	Ölçülülük	Mevcut Kontroller		Tespit	P.O.E.	A.P.	Önerilen Faaliyet	Faaliyet Sonuçları						
									Önleme	Tespit					Sorumlu	Hedef Tarihi	Gerçekleş. Faaliyet.	Uygulama Tarihi	Önem	Ölçülülük	Tespit
OP10	HAMMADE GİRİŞİ (ZYTEL 70 G 35 HSL NC010) İDARI KABUL	Sipariş edilen malzemenin Fiziksel görünümünün uygun gelmesi	Fiziksel görünümü uygun olmayan hammaddenin gelmesi	İşletmede üretim planının aksaması, müşteriye iade	5	Fiziksel Görünümüne uygun hammaddenin gelmemesi	2	Sipariş ve Satın alma dokümanlarını kullanarak uygun sipariş vermek	ERP Sipariş Formu/ İrsaliye Kontrolü	8	80	L							0	AP YOK	
		Sipariş edilen malzemenin Ambalajlama göre uygun gelmesi	Ambalajlamaya göre uygun olmayan biçimde hammaddenin gelmesi		5	Ambalajlamaya göre uygun hammaddenin gelmemesi	2	Sipariş ve Satın alma dokümanlarını kullanarak uygun sipariş vermek	ERP Sipariş Formu/ İrsaliye Kontrolü	8	80	L							0	AP YOK	
		Sipariş edilen malzemenin Fatura miktarına uygun gelmemesi	Fatura miktarına uygun miktarda hammaddenin gelmesi		5	Tedarikçinin Fatura miktarına uymayan miktarda hammaddenin sevk etmesi	2	Sipariş ve Satın alma dokümanlarını kullanarak uygun sipariş vermek	ERP Sipariş Formu/ Fatura Kontrolü	8	80	L								0	AP YOK
		Sipariş edilen malzemenin İrsaliye miktarına uygun gelmemesi	İrsaliye miktarına uygun miktarda hammaddenin gelmesi		5	Tedarikçinin İrsaliye miktarına uymayan miktarda hammaddenin sevk etmesi	2	Sipariş ve Satın alma dokümanlarını kullanarak uygun sipariş vermek	ERP Sipariş Formu/ İrsaliye Kontrolü	8	80	L									0
	HAMMADE GİRİŞİ (ZYTEL 70 G 35 HSL NC010) GİRİŞ KALİTE KONTROL	Malzeme sertifikasının olması, doğru malzeme olması	Yanlış malzeme girişi	İşletmede üretim planının aksaması, müşteriye iade	5	Yanlış ürün girişinin yapılması	2	Tedarikçi ile sipariş teyidi	ERP Sipariş Formu/ Malzeme Sertifika Kontrolü	8	80	L								0	AP YOK
		Yoğunluk değerinin 1,41 ±0,02 gr/cm3 olması	Yoğunluk değerinin 1,41 ±0,02 gr/cm3 olmaması	İşletmede iş akışında sonraki proseslefin olumsuz etkilenmesi, müşteriye iade	6	Tedarikçi firmanın uygun yoğunluk değerinde hammaddenin sevk etmemesi	2	Tedarikçi firmanın anlaşma şartlarına göre TDS' e değerlerinde hammaddenin üretmesi	ERP Sipariş Formu/ Malzeme Sertifika Kontrolü	8	96	L								0	AP YOK
	OP11	MASTERBATCH (BOYA) GİRİŞİ (Y55 PA-14300 YAPRAKSAN) İDARI KABUL	Sipariş edilen malzemenin Fiziksel görünümünün uygun gelmesi	Fiziksel görünümü uygun olmayan hammaddenin gelmesi	İşletmede üretim planının aksaması, müşteriye iade	5	Fiziksel Görünümüne uygun hammaddenin gelmemesi	2	Sipariş ve Satın alma dokümanlarını kullanarak uygun sipariş vermek	ERP Sipariş Formu/ İrsaliye Kontrolü	8	80	L							0	AP YOK
			Sipariş edilen malzemenin Ambalajlama göre uygun gelmesi	Ambalajlamaya göre uygun olmayan biçimde hammaddenin gelmesi		5	Ambalajlamaya göre uygun hammaddenin gelmemesi	2	Sipariş ve Satın alma dokümanlarını kullanarak uygun sipariş vermek	ERP Sipariş Formu/ İrsaliye Kontrolü	8	80	L							0	AP YOK
Sipariş edilen malzemenin Fatura miktarına uygun gelmemesi			Fatura miktarına uygun miktarda hammaddenin gelmesi	5		Tedarikçinin Fatura miktarına uymayan miktarda hammaddenin sevk etmesi	2	Sipariş ve Satın alma dokümanlarını kullanarak uygun sipariş vermek	ERP Sipariş Formu/ Fatura Kontrolü	8	80	L								0	AP YOK
Sipariş edilen malzemenin İrsaliye miktarına uygun gelmemesi			İrsaliye miktarına uygun miktarda hammaddenin gelmesi	5		Tedarikçinin İrsaliye miktarına uymayan miktarda hammaddenin sevk etmesi	2	Sipariş ve Satın alma dokümanlarını kullanarak uygun sipariş vermek	ERP Sipariş Formu/ İrsaliye Kontrolü	8	80	L									0
MASTERBATCH (BOYA) GİRİŞİ (Y55 PA-14300 YAPRAKSAN) GİRİŞ KALİTE KONTROL		Malzeme sertifikasının olması, doğru malzeme olması	Yanlış malzeme girişi	İşletmede üretim planının aksaması, müşteriye iade	5	Yanlış ürün girişinin yapılması	2	Tedarikçi ile sipariş teyidi	ERP Sipariş Formu/ Malzeme Sertifika Kontrolü	8	80	L								0	AP YOK
		Masterbatch Renginin mavi ve DE' ( D65 ) değeri: 0,01 -0/+1,09 olması	Masterbatch Renginin mavi ve DE' ( D65 ) değeri: 0,01 -0/+1,09 olmaması	İşletmede iş akışında sonraki proseslefin olumsuz etkilenmesi, müşteriye iade	6	Tedarikçi firmanın uygun yoğunluk değerinde hammaddenin sevk etmemesi	2	Tedarikçi firmanın anlaşma şartlarına göre TDS' e değerlerinde hammaddenin üretmesi	ERP Sipariş Formu/ Malzeme Sertifika Kontrolü	8	96	L								0	AP YOK
OP15	HAMMADE DEPOLAMA	Tanımlanmış olarak uygun lokasyonda bulunması	Tanımlanmamış ve uygun lokasyonda yer almaması	İşletmede 5S kapsamında problemlerin olması	5	SOT' a göre işlem yapılmaması	2	Personele SOT ve 5S eğitimi verilmesi	ERP Sipariş Formu/ İle rafın tanıtımının uygun olması	8	80	L							0	AP YOK	

Şekil 4.14. FMEA (Hata türü ve etkileri analizi) çizelgesi 1



FMEA ( Hata Türleri ve Etkileri Analizi )										FMEA No		FMEA-152 15 570-01		İlk Yayın Tarihi		01.11.2021													
										Revizyon No		00		Revizyon Tarihi															
										Reviz. Açıklama		-																	
										Kontrol Planı No		KP152 15 570-01		Rev. No		1.11.2021													
										Proje Kodu / Adı				Prototip		On Seri													
										Proje Lideri				Tel & email		SU02FR08-02													
										Proje Ekibi																			
										Mevcut Kontroller				Alınan Faaliyet		Faaliyet Sonuçları													
										Ölçüm				Sorumlu		Gerçekleş. Faaliyet.		Uygulama Tarihi		Önem		Olası		Tespit		S O R U N		A P	
										Ölçüm				Sorumlu		Gerçekleş. Faaliyet.		Uygulama Tarihi		Önem		Olası		Tespit		S O R U N		A P	
OP35	HAMMADDE DEPOLAMA	Tanımlanmış olarak uygun lokasyonda bulunması	Tanımlanmamış ve uygun lokasyonda yer almamış olması	İşletmede 5S kapsamında problemlerin olması	5	SOT'a göre işlem yapılmaması	2	Personele SOT ve 5S eğitimi verilmesi	Girdi etiketi ile rafın tanımının uygun olması	8	80	L						0	AP YOK										
OP40	%100 GÖRSEL KONTROL	Parçada Deformasyon (Eksik-Çökme) hatası (H3) olması	Parçanın görsel olarak hatalı olması	İşletmede iskarta, müşteriye iade	7	%100 görsel kontrolden önceki proseslerde uygun olmayan ürün üretiminin gerçekleştirilmesi	2	Görsel kontrol talimatının olmaması	Tüm lot	8	112	M	Görsel kontrol talimatı oluşturulması gerekmektedir.	Proje Ekibi			7	2	4	56	L								
		Parçada Kırık / Yırtık / Yırtılma hatası (H12) olması	Parçanın görsel olarak hatalı olması	İşletmede iskarta, müşteriye iade	7	%100 görsel kontrolden önceki proseslerde uygun olmayan ürün üretiminin gerçekleştirilmesi	2	Görsel kontrol talimatının olmaması	Tüm lot	8	112	M	Görsel kontrol talimatı oluşturulması gerekmektedir.	Proje Ekibi			7	2	4	56	L								
OP45	HAMMADDE DEPOLAMA	Tanımlanmış olarak uygun lokasyonda bulunması	Tanımlanmamış ve uygun lokasyonda yer almamış olması	İşletmede 5S kapsamında problemlerin olması	5	SOT'a göre işlem yapılmaması	2	Personele SOT ve 5S eğitimi verilmesi	Girdi etiketi ile rafın tanımının uygun olması	8	80	L						0	AP YOK										
OP50	NEMLENDİRME NEM-01	Nemlendirme parametreleri; 3-4 saat 70-80 °C olmalıdır.	Nem parametresi uygun olmaması durumunda montaj esnekliği olmayan ürün olması	İşletmede yeniden işlem, müşteriye iade ve yeniden işlem	6	Parametrelerin kontrolünün yapılması	2	Nemlendirme Kabini parametrelerinin ve ayarlarının uygun olmaması	Nemlendirilen lottan 1 kez parametre kontrolü yapılır	7	84	L						0	AP YOK										
OP55	HAMMADDE DEPOLAMA	Tanımlanmış olarak uygun lokasyonda bulunması	Tanımlanmamış ve uygun lokasyonda yer almamış olması	İşletmede 5S kapsamında problemlerin olması	5	SOT'a göre işlem yapılmaması	2	Personele SOT ve 5S eğitimi verilmesi	Girdi etiketi ile rafın tanımının uygun olması	8	80	L						0	AP YOK										
OP60	FİNAL KONTROL	22.4 ±0,05 mm ölçüsünün istenen tolerans değerlerinde olması	22.4 ±0,05 mm ölçüsünün hatalı olarak üretiminin gerçekleşmesi	İşletmede iskarta, müşteriye iade	7	Final kontrolden önceki proseslerde uygun olmayan ürün üretiminin gerçekleştirilmesi	2	Enjeksiyon basım parametrelerinin ve ayarlarının uygun olmaması	NAP SU04TA32	7	98	M	Plastik enjeksiyon üretim hattında kullanılacak olan CF ile hata ortadan kaldırılması planlanmıştır.	Proje Ekibi			7	2	4	56	L								
		Parçada Nem Değeri %2-3 olmalıdır.	Nem değeri uygun olmayan ürün üretim gerçekleşmesi	İşletmede yeniden işlem, müşteriye iade ve yeniden işlem	6	Final kontrolden önceki proseslerde uygun olmayan ürün üretiminin gerçekleştirilmesi	2	Enjeksiyon basım parametrelerinin ve ayarlarının uygun olmaması	Her lot 1 kez/ Nem Değeri Ölçümü yapılır (140°C-2saat)	7	84	L							0	AP YOK									
OP65	HAMMADDE DEPOLAMA	Tanımlanmış olarak uygun lokasyonda bulunması	Tanımlanmamış ve uygun lokasyonda yer almamış olması	İşletmede 5S kapsamında problemlerin olması	5	SOT'a göre işlem yapılmaması	2	Personele SOT ve 5S eğitimi verilmesi	Girdi etiketi ile rafın tanımının uygun olması	8	80	L						0	AP YOK										
OP70	AMBALAJLAMA & TANIMLAMA	Mamül tanıtım kartlarının ambalaj üzerinde olması, sipariş formuna göre karşılaştırılması	Mamül tanıtım kartlarının ambalaj üzerinde olmaması, sipariş formuna göre karşılaştırılmaması	İşletmede 5S kapsamında problemlerin olması	5	SOT'a göre işlem yapılmaması	2	Personele SOT ve 5S eğitimi verilmesi	Ambalajlama talimatı ile kontrol	8	80	L						0	AP YOK										
OP80	SEVKİYAT	Paketleme, etiketleme, ve tanımlama şartlarına uygun sevkiyat yapılması	Hatalı paketleme, etiketleme, tanımlama ve yanlış ürün sevkiyatı yapılması	Müşteride hata bildirim	4	SOT'a göre işlem yapılmaması	2	Personele SOT eğitimi verilmesi	Paketleme talimatına göre kontrol	8	64	L						0	AP YOK										

Şekil 4.16. FMEA (Hata türü ve etkileri analizi) çizelgesi 3

#### **4.11. Kontrol Planı Oluşturulması**

Kontrol planı, ürünün G.K.K'dan (giriş kalite kontrol) sevkiyat operasyonunun gerçekleşmesine kadar olan tüm sũrelerinde hangi kriterlere gũre kontrollerin gerçekleştirileceğinin belirtildiği mũřteri odaklı oldukça önemli bir kriterdir.

Mũřteri açısından, ürünün kaliteli ve doğru şekilde üretildiğine dair olanak sağlanmasıdır. rũn ve proses açısından kontrol sistemlerinin belirtildiği kontrol planı bu ürünün hayat dngũsũ sũresince kullanımı ve devamlılığını sağlamaktadır. Tũm operasyonların nasıl kontrol edilip, ürün kalitesinin nasıl üst dũzeyde tutulacağı konularında üretime destek sağlamaktadır. Kontrol planında yapılacak olan herhangi bir revize işlemin, revizyon numarası verilerek tekrardan mũřteri onayına sunulması da gerekmektedir. şekil 4.17 ve şekil 4.18.'de bu ürün için hazırlanmış olan kontrol planı çizelgeleri yer almaktadır. rũn adı, tedarikçi ve mũřteri referans numarası, teknik resim numarası ve revizyon numaraları, kontrol planı lideri ve ekip yeleri, kontrol planı revizeleri, numaraları ve tarihler yer almaktadır. Proses bazlı kontrol kriterleri, bunların hangi metodlar ile kontrollerinin yapılacağı, hangi lũm aleti yada dokũmandan destek alınacağı ve reaksiyon olarak yardım alınacak işlemlerin belirtilmiştir.

KONTROL PLANI										Kontrol Plan No	11216772	İlk Yayın Tarihi	01.11.2021					
										Revizyon No	-	Revizyon Tarihi	-					
										Revizyon Açıklama	-							
										Proje Kodu / Adı	-	Prototip	Ön Seri	Seri	X			
Parça Kodu		11216772	Parça Adı		COEF BODY		Teknik Resim No		11216772	Proje Lideri	-	Tel & email		-	SU04FR35-01			
Tedarikçi Kodu		152 15 570-01	Tedarikçi Adı		-		Teknik Resim Revizyon No		B05	Proje Ekibi	-							
Teknik Res. Tarihi		11.01.2001	Teknik Resim No		11216772		Proje Lideri		-	Tel & email		-	SU04FR35-01					
Teknik Res. Rev. Tarihi		13.08.2021	Teknik Resim Revizyon No		B05		Proje Ekibi		-									
Proses/ Operasyon No	Proses/Operasyon Adı	Proses Tipi			Makine / Cihaz / Takımlar	Karakteristikler			Özel Karakteristik	METODLAR			Sorumluluk		Hata Gidireciler	Reaksiyon		
		Alt	Ana	Taşeron		No	Ürün	Proses		Ürün / Proses / Şartname / Tolerans	Değerlendirme Ölçüm Teknikleri	Ömek	Üretim	Kalite		Planı	Düzeltilici Faaliyet	
OP10	HAMMADDE GİRİŞİ (ZYTEL 70 G 35 HSL NC010) İDARI KABUL	X			-	1	X		Fiziksel görünüm uygun mu?	Görsel	1 kez	Her Parti	Giriş Kontrol Talimatı (SU04TA26) / İdari Kabul Formu (SU06FR05)	X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
		X			-	2	X		Ambalajlama uygun mu?					X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
		X			-	3	X		Fatura miktarı uygun mu?					X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
		X			-	4	X		Sipariş miktarı uygun mu?					X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP11	HAMMADDE GİRİŞİ (ZYTEL 70 G 35 HSL NC010) GİRİŞ KALİTE KONTROL	X			-	1	X		Malzeme Sertifikasının bulunması	Görsel	1 kez	Her Lotta	Giriş Kontrol Talimatı (SU04TA26) / İdari Kabul Formu (SU06FR05)	X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
		X			-	2	X		Yoğunluk değeri 1,41 ±0,02 gr/cm3 olmalı					X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP11	MASTERBATCH (BOYA) GİRİŞİ (Y55 PA-14300 YAPRAKSAN) İDARI KABUL	X			-	1	X		Fiziksel görünüm uygun mu?	Görsel	1 kez	Her Parti	Giriş Kontrol Talimatı (SU04TA26) / İdari Kabul Formu (SU06FR05)	X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
		X			-	2	X		Ambalajlama uygun mu?					X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
		X			-	3	X		Fatura miktarı uygun mu?					X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
		X			-	4	X		Sipariş miktarı uygun mu?					X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP15	HAMMADDE DEPOLAMA	X			-	1	X		Malzeme Sertifikasının bulunması	Görsel	1 kez	Her Lotta	Giriş Kontrol Talimatı (SU04TA26) / İdari Kabul Formu (SU06FR05)	X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
		X			-	2	X		Masterbatch Rengin mavi olmalı					X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP15	HAMMADDE DEPOLAMA	X			-	1	X		Ham madde ambalajlanmış olmalı ve stok alanında sevki enasında hasarlanmamalıdır. Ham maddeler etiketlenmiş ve tanımlanmış olmalı.	Görsel	Tüm parti	Tüm parti	Depo Yönetimi Talimatı (SU09TA01) Tesellüm Çalışma Talimatı (SUTA02)	X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP20	PLASTİK ENJEKSİYON	X			PEM-01/ PEM-02/ PEM-03/ PEM-04	1	X		Inject time: 7sn	İş emri	PK- 1 kez OP- 1 kez	Üretim Başlangıç Onayı / Üretim Sonu (ÜS)	İlk Baskı Onayı Talimatı (SU04TA30) / İş Emri / OPERASYON TALIMATI (SU03FR14)	X	X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04
		X				2	X		Çevrim süresi: 42 sn					X	X	-		
		X				3	X		Kurutma sıcaklığı: 75 °C					X	X	-		
		X				4	X		Meme sıcaklığı: 315 °C					X	X	-		
		X				5	X		Ham madde ZYTEL 70 G 35 HSL NC010	Görsel - Ham madde Etiket Kontrolü	PK- 1 kez OP- Her Ham madde Etiket	X		X	-			
		X				6	X		MASTERBATCH Y55 PA-14300 YAPRAKSAN			X		X	-			
		X				7	X		SC 22.4 ±0,05 mm			X		-				
		X				8	X		Parçanın renginin şahit numuneye göre uygun olması	Görsel/ Şahit Numuneye göre	PK- Her gözden 1 adet OP- %100/ Vardiya Ortası (VOY)	X		-				
OP25	DEPOLAMA	X			-	1	X		Parçaların depoya taşıma, Depolama ve Paketleme talimatına uygun olmalıdır.	Görsel	100%	Tüm parti	Paketleme Talimatı (SU09FR01) / İzlenebilirlik Talimatı (SU03TA76)	X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP30	ÇAPAK ALMA	X			ÇA-01/ÇA-02	1	X		Sıcaklık değeri: -85 °C	İş emri	PK- 1 kez OP- 1 kez	Tüm parti	İş Emri / Operasyon Talimatı (SU03FR14)	X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
		X				2	X		Zaman değeri: 500 sn					X	-			
		X				3	X		Devir değeri: 5900 dev/dak					X	-			
		X				4	X		Tanbur devri değeri: 9dev/dak					X	-			
		X				5	X		Parçada çapak hatası olmamalı	Görsel / Şahit Numune göre	100%	Tüm parti		Görsel Kontrol Kriterleri Listesi(SU04GK01)	X			X

Şekil 4.17. Kontrol planı çizelgesi 1

KONTROL PLANI														Kontrol Plan No	11216772	İlk Yayın Tarihi	01.11.2021		
														Revizyon No	-	Revizyon Tarihi	-		
														Revizyon Açıklama	-				
														Proje Kodu / Adı	-	Prototip	On Seri	Seri	X
Teknik Res. Tarihi		11.01.2001		Teknik Resim No		11216772		Proje Lideri		-		Tel & email		-		SU04FR35-01			
Teknik Res. Rev. Tarihi		13.08.2021		Teknik Resim Revizyon No		B05		Proje Ekibi		-									
Proses/Operasyon No	Proses/Operasyon Adı	Proses Tipi			Makine / Cihaz / Takımlar	Karakteristikler			Özel Karakteristik	METODLAR				Sorumluluk		Hata Gidireçler	Reaksiyon		
		Alt	Ana	Taşeron		No	Ürün	Proses		Ürün / Proses / Şartname / Tolerans	Değerlendirme Ölçüm Teknikleri	Örnek		Kontrol Metodu	Üretim		Kalite	Planı	Düzeltilici Faaliyet
										Büyüklüğü	Sıklığı								
OP35	DEPOLAMA	X			-	1	X		Parçaların depoya taşıma, Depolama ve Paketleme talimatına uygun olmalıdır.	Görsel	100%	Tüm parti	Paketleme Talimatı (SU09FR01) / İzlenebilirlik Talimatı (SU03TA76)	X		-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP40	%100 GÖRSEL KONTROL		X		-	1	X		Parçada Deformasyon (Eksik-Çökme) hatası (H3) olmamalıdır	Görsel / Şahit Numuneye göre	100%	Tüm parti	Görsel Kontrol Kriterleri Listesi(SU04GK01)		X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
			X		-	2	X		Parçada Kırık / Yırtık / Yırtılma hatası (H12) olmamalıdır						X	-			
OP45	DEPOLAMA	X			-	1	X		Parçaların depoya taşıma, Depolama ve Paketleme talimatına uygun olmalıdır.	Görsel	100%	Tüm parti	Paketleme Talimatı (SU09FR01) / İzlenebilirlik Talimatı (SU03TA76)	X		-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP50	NEMLENDİRME		X		NEM-01	1		X	Nemlendirme parametreleri; 3-4 saat 70-80 °C uygun olması	NEM-01	100%	Tüm parti	SU03TA79-01_NEM KABİİNİ KULLANMA TALİMATI	X		-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP55	DEPOLAMA	X			-	1	X		Parçaların depoya taşıma, Depolama ve Paketleme talimatına uygun olmalıdır.	Görsel	100%	Tüm parti	Paketleme Talimatı (SU09FR01) / İzlenebilirlik Talimatı (SU03TA76)	X		-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP60	FİNAL KONTROL		X		V. Projeksiyon 158	1	X	SC	22.4 ±0,05 mm	V. Projeksiyon 158	NAP	Her lotta	NOMUNE ALMA PLANI (NAP) TALİMATI (SU04TA32) / FİNAL KONTROL TALİMATI (SU04TA20) Final Kontrol		X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
			X		Nem Tayin Cihazı 234	2	X		Parça Nem değeri, %2-%3	Nem Tayin Cihazı 234	1 kez				X	-			
OP65	DEPOLAMA	X			-	1	X		Parçaların depoya taşıma, Depolama ve Paketleme talimatına uygun olmalıdır.	Görsel	100%	Tüm parti	Paketleme Talimatı (SU09FR01) / İzlenebilirlik Talimatı (SU03TA76)	X		-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP70	AMBALAJLAMA & TANIMLAMA		X		-	1	X		Ambalajlama işlemi, paketleme talimatına uygun olarak yapılmalıdır. Kutular veya ambalaj üzerindeki sevk etiketleri, sipariş formuna göre kontrol edilmelidir.	Görsel	100%	Tüm parti	Paketleme Talimatı (SU09FR01) / İzlenebilirlik Talimatı (SU03TA76)	X	X	-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
OP80	SEVKİYAT		X		-	1	X		Belirtilen paketleme şartlarına uyulmalı, Etiket bilgilen doğru olmalı, paketlenmede hasar olmamalı.	Görsel	100%	Tüm parti	Paketleme Talimatı	X		-	Uygun Olmayan Ürün Prosedürü-SU04PR01	Düzeltilici Faaliyet Prosedürü - SU04PR04	
	Lay-Out Denetim				V.Projeksiyon-158 Nem Tayin				11216772 152 15 570-01	V.Projeksiyon-158 Nem Tayin Cihazı	1 adet	Yılda 1	Teknik resimde bulunan tüm ölçüler uygun olmalı		X	-	Lay-out Ölçüm Planı(SU04FR10)		

Şekil 4.18. Kontrol planı çizelgesi 2

#### 4.12. Operasyon Talimatı Oluşturulması

Müşteri talebi doğrultusunda, kullanılacak olan plastik hammaddeler, kalıp ve makine özelliklerine göre parçanın üretimi için plastik enjeksiyon tezgahı parametreleri belirlenmelidir. Bu parça bazında müşterinin teknik resimde belirttiği talep/şartnamelerin karşılanması adına plastik enjeksiyon tezgahı makine ayar parametreleri belirlenmiştir., Şekil 4.19.'da belirtilen operasyon talimatına göre üretimi gerçekleştirilmiştir ve Şekil 4.21.'de görüldüğü gibi ölçü değerleri tolerans içerisinde bulunmaktadır.

OPERASYON TALİMATI									
PARÇA ADI		PARÇA NO		FİRMA		TEKNİK RESİM/ ESKİZ KROKİ ÖLÇÜM BÖLGELERİ			
COEF BODY		152 15 570-01 (11216772)							
OPERASYON KODU		HAMMADDE ADI		RENK					
20		ZYTEL 70 G 35 HSL NC010		MAVİ					
SIRA NO	KULLANILAN KALIP, APARAT, TAKIM ADI, MAKİNA ADI			MAKİNA KODU					
1	PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASI			PEM-01/ PEM-02/ PEM-03/ PEM-04					
KONTROL TALİMATI									
SIRA NO	KARAKTERİSTİK DEĞERİ	TOLERANS	Özel Krik	KONTROL EKİPMANININ ADI KODU		OPERATÖR		KONTROL SIKLIĞI	
1	Enjeksiyon Parametre Ayarları Kontrolü	-	+	GÖZ	-				
2	Hammaddenin ZYTEL 70 G 35 HSL NC010 olması kontrolü	-	+	GÖZ	-	1 kez - Üretim Başlangıç Onayı / Üretim Sonu (US)		1 kez - Üretim Başlangıç Onayı / Üretim Sonu (US)	
3	Hammaddenin Y55 PA-14300 YAPRAKSAN olması kontrolü	-	+	GÖZ	-				
4	22.4 mm	±0,05	SC	V.PROJEKSİYON	158			Her gözden 3 adet / SPC Formu (X-R) Üretim Başlangıç Onayı / Vardiya 1 kez / Üretim Sonu (US)	
11	Parçanın hiçbir yerinde çökme, kabarcık veya çatlak gibi deformasyon bozukluğunu olmamalı	-	+	GÖZ	-	%100/Tüm Parti		Her gözden 1 adet / Üretim Başlangıç Onayı / Vardiya Başı (VB) / Vardiya Ortası (VO) / Üretim Sonu (US)	
PROSES KONTROL ELEMANI DİKKATİNE!									
Parametre ayarları seri başında kontrol et. Belirtilen karakteristik değerlerine göre kontrol yap.									
OPERATÖR DİKKATİNE!									
İş emri parça no ile kalıp üzerindeki noyu karşılaştır. Kalıp üzerinde deformasyon kontrolü yap.İş emri ile operasyona başla. Karakteristik değerlere göre kontrol yapıp parça uygun ise uygun kasasına,red ise red kasasına koy. Parametre dışı durumda üretimi durdur. Herhangi bir problem anında ilgili amirine haber ver.									

Şekil 4.19. Operasyon talimatı

#### 4.13. Numune Ürün Üretimine Yapılması

Müşteri teknik resmi, özel istekleri ve şartnamelerine göre numune üretimi yapılmalıdır. Müşterinin paylaştığı ürün 3D datasına göre yapılan kalıbın plastik enjeksiyon makinasına bağlanması ile başlamaktadır. Müşterinin teknik şartnamede speklere tedarigi gerçekleştirilen hammaddelerin giriş kalite kontrolleri yapılarak depoya alınmıştır. Plastik enjeksiyon makinasına ürünün üretimi için hammaddelerin aktarılması yapılmıştır. Ürünün plastik enjeksiyon makine ayar parametreleri belirlenmesi için denemeler yapılmıştır ve ürünün belirtilen ölçülerde üretimine gerçekleştirileceği nihai parametreler belirlenmiştir.

Numune üretimi sırasında, hammadde girişinden sevkiyatına kadar yapılan tüm proses işlemleri ve oluşabilecek olası hatalar kayıt altına alınmıştır. Nedeni ise PPAP sunumunda ürün için oluşturulacak olan Kontrol Planı ve FMEA için gerekmektedir. Şekil 4.20.'de numune üretimi yapılan ürünün görseli yer almaktadır.



Şekil 4.20. Numune üretimi gerçekleştirilen ürün görseli

#### 4.14. Ölçüm Raporu Oluşturulması

Müşteri teknik resmine göre numune üretimi yapılmış olan parçanın, teknik resimde belirtilen tüm ölçülerinin yer aldığı ölçüm raporu oluşturulması gerekmektedir. Bu bağlamda ölçü bazlı hangi kontrol cihazları kullanılması ile ilgili müşteri ile bir anlaşma varsa o doğrultuda ölçümlerin yapılması gerekmektedir. Bu üründe kullanılmış olunan ölçüm aletleri ölçüm raporunda belirtilecektir. Müşteri talebi ile bahsi geçen üründe 1 gözden 4 parçanın ölçümleri yapılmıştır. Şekil 4.21.'de ürünün ölçüm raporları görülmektedir. Ölçüm sonuçları ise teknik resimde belirtilen toleranslar doğrultusunda "OK" olarak yeşil kutucuk ile görülmektedir.

		<b>ÖLÇÜM KONTROL RAPORU</b>														Rapor Tarihi Report Date					
		<b>Dimensional Control Report</b>														Rapor No Report No					
																Sayfa No Page No					
Stok Kodu Part No	152 15 570-01	Resim Rev.No Drawing No	B04 / 11216772														01				
Stok Adı Part Name	COEF BODY	Urün Ağaç No Part No	2288														1/1				
Firma Adı Cust. Name		Operasyon Adı Operation Name	PLASTİK ENJEKSİYON BASIM																		
Fir.Stok Kodu Cust.Part No	112 167 72	Kalıp Göz Sayısı Mould Cativ	1																		
Malzeme Material	PA66GF%35	Kalıp Göz No Mould Cativ																			
Sevk Tarihi Date		Parça Sayısı Part Quantity	4																		
İsaliye No		Tezgaah Kodu Machine No	PEM-04																		
Lot No Lot Number		Ölçüm Sebebi Dimens.Reason	NUMUNE ÖLÇÜM																		
Açıklama Observaiton															SONUÇ RESULT	OK					
Ölçümün İçeriği Dimension			Ölçüm Cihazı	Kontrol Edilen Ölçüm Spesifikasyonlar (mm)					Ölçüm Sonuçları (Göz / Parça) Dimensional Result								Ölçümün Sonucuna Gör Values				Sonuç
Kodu No	Adı Name	Kara kter	Measurement Device	Nomi nal	+ Tol. High	- Tol. Low	Min.	Max.	1	2	3	4	5	6	7	8	Yüksek High	Düşük Low	Aralık Range	Ort. Avg.	Resul
1	RENK	+	RENK KARTELA	MAV (RAL					OK	OK	OK	OK									OK
2	METARIAL	+	SERTİFİKA	PA F%35	G				OK	OK	OK	OK									OK
3	NEM	-	NEM ÖLÇÜM	2	1.00	0.00	2.00	3.00	2.33	2.33	2.33	2.33					2.33	2.33	0.00	2.3	OK
4	Ölçüm (1)	-	V.PROJEKSİYON	19.5	0.10	0.15	19.35	19.60	19.46	19.52	19.43	19.52					19.52	19.43	0.09	19.4	OK
5	Ölçüm (2)	-	V.PROJEKSİYON	6.1	0.00	0.15	5.95	6.10	6.09	6.08	6.03	6.06					6.09	6.03	0.06	6.0	OK
6	Ölçüm (3)	-	V.PROJEKSİYON	4.8	0.00	0.15	4.65	4.80	4.79	4.79	4.76	4.80					4.80	4.76	0.04	4.7	OK
7	Ölçüm (4)	-	RADÜSMASTARI	1	0.20	0.20	0.80	1.20	0.99	1.00	0.95	1.02					1.02	0.95	0.07	0.9	OK
8	Ölçüm (5)	-	V.PROJEKSİYON	4.8	0.15	0.05	4.75	4.95	4.84	4.87	4.80	4.83					4.87	4.80	0.07	4.8	OK
9	Ölçüm (6)	-	RADÜSMASTARI	0.5	0.20	0.20	0.30	0.70	0.43	0.59	0.53	0.41					0.59	0.41	0.18	0.4	OK
10	Ölçüm (7)	-	DIJİTAL KUMPAS	5.1	0.20	0.10	5.00	5.30	5.13	5.07	5.07	5.17					5.17	5.07	0.10	5.1	OK
11	Ölçüm (8)	-	V.PROJEKSİYON	1	0.15	0.00	1.00	1.15	1.03	1.03	1.05	1.02					1.05	1.02	0.03	1.0	OK
12	Ölçüm (9)	-	V.PROJEKSİYON	17	0.30	0.30	16.70	17.30	17.04	16.92	16.91	17.02					17.04	16.91	0.13	16.9	OK
13	Ölçüm (10)	-	V.PROJEKSİYON	31.6	0.18	0.05	31.55	31.78	31.59	31.63	31.67	31.60					31.67	31.59	0.08	31.6	OK
14	Ölçüm (11)	-	V.PROJEKSİYON	28	0.15	0.15	27.85	28.15	28.04	27.98	27.97	28.06					28.06	27.97	0.09	28.0	OK
15	Ölçüm (12)	-	RADÜSMASTARI	0.5	0.20	0.20	0.30	0.70	0.43	0.55	0.49	0.55					0.55	0.43	0.12	0.5	OK
16	Ölçüm (13)	-	V.PROJEKSİYON	7.8	0.20	0.10	7.70	8.00	7.87	7.76	7.78	7.85					7.87	7.76	0.11	7.8	OK
17	Ölçüm (14)	-	DIJİTAL KUMPAS	9	0.15	0.10	8.90	9.15	8.99	8.96	9.02	8.97					9.02	8.96	0.06	8.9	OK
18	Ölçüm (15)	-	V.PROJEKSİYON	11.8	0.27	0.27	11.53	12.07	11.74	11.76	11.68	11.80					11.80	11.68	0.12	11.7	OK
19	Ölçüm (16)	-	V.PROJEKSİYON	18.8	0.20	0.10	18.70	19.00	18.88	18.84	18.80	18.77					18.88	18.77	0.11	18.8	OK
20	Ölçüm (17)	-	V.PROJEKSİYON	9.1	0.10	0.40	8.70	9.20	9.13	8.99	9.04	8.93					9.13	8.93	0.20	9.0	OK
21	Ölçüm (18) SC	SC	DIJİTAL KUMPAS	22.4	0.05	0.05	22.35	22.45	22.40	22.39	22.42	22.38					22.42	22.38	0.04	22.4	OK
22	Ölçüm (19)	-	DIJİTAL KUMPAS	31.6	0.38	0.38	31.22	31.98	31.43	31.54	31.62	31.75					31.75	31.43	0.32	31.5	OK
23																					
24																					
25																					

Şekil 4.21. Ölçüm raporu

#### 4.15. SPC (İstatistiksel Proses Kontrol) Yeterlilik Oluşturulması

Ürün için yapılan yeterlilik analizi Şekil 4.22.'de görülmektedir. Ürünün 1 adet SC kritik ölçüsü bulunduğundan dolayı bu ölçüye makine yeterliliği yapılmıştır. Makine yeterliliği sıralı olarak minimum 50 adet parçaya yapılmaktadır ve bu çalışmada da 60 parçaya uygulanmıştır. Bulunan tüm değerler yeniden sıralı olarak analiz raporuna yazılmıştır.

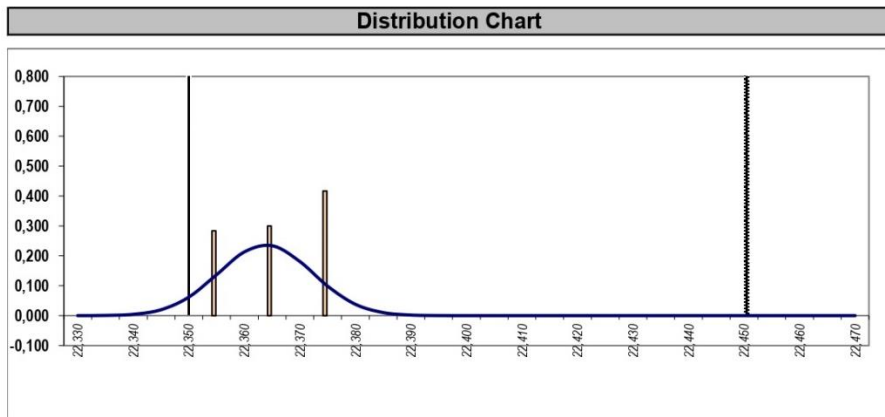
Teknik resimde belirtilen ölçü toleransının dışına çıkan herhangi bir ölçü bulunmadığı görülmektedir. SPC kuralları gereği Cmk değeri her zaman Cm değerinde küçük olacağından dolayı referans olarak dikkate alınıp analiz yapılmıştır. Bu makine yeterlilik çalışması yapıldığında ilk parça ve son parça arasında herhangi bir değişim yapılmadan ölçümler yapılmıştır. Herhangi bir değişiklik yapıldığında gerçek değerlere ulaşamadığından kesinlikle makine yeterlilik çalışması durdurulmalıdır.

Otomotiv sektöründe, Cmk değeri kritik ölçülerde minimum 1,67 olarak kabul edildiğinden dolayı, Şekil 4.22.'de görülen değerler ile 1,67 değerinden düşük olduğu için makinanın bu ürünü üretmeye prosteşe şuan için yeterli olmadığı görülmektedir.

## **CAPABILITY STUDY**

General Information														
Date : 3.11.2021							Drawing number : 11216772							
Part number / Description : 11216772/ (152 15 570-01)							Engineering level : B04							
Measured characteristic : 22,4 +0,05/-0,05							Specification number :							
Unit : mm							Nominal value : 22,4							
Mechanical : PEM-04							Lower spec. Limit : 22,35							
Test equipment code : 158							Upper spec. Limit : 22,45							
Sample Test Results														
1-15	22,37	22,37	22,36	22,37	22,37	22,36	22,37	22,36	22,37	22,37	22,35	22,36	22,37	22,37
16-30	22,36	22,37	22,37	22,36	22,35	22,35	22,36	22,35	22,35	22,37	22,36	22,36	22,35	22,36
31-45	22,37	22,37	22,35	22,36	22,37	22,37	22,36	22,35	22,35	22,36	22,35	22,35	22,35	22,37
46-60	22,36	22,35	22,36	22,37	22,37	22,36	22,35	22,35	22,37	22,37	22,36	22,37	22,35	22,35
61-75														
76-90														
91-105														
106-120														
121-135														
136-150														
151-165														
166-180														
181-195														
196-210														
211-225														
226-240														
241-255														
256-270														
271-285														
286-300														

Capability Analysis			
Sample size n =	60	Average value $\bar{x}$ =	22,36
Maximum value Xmax =	22,37	Standard deviation s =	0,008
Minimum value Xmin =	22,35	Range R =	0,02
		$C_p$ =	2,00
		$C_{pk}$ =	0,45
		Skewness =	0,30
		Kurtosis =	1,02
		Mean + 3s =	22,386
		Mean - 3s =	22,336



Şekil 4.22. SPC (İstatistiksel proses kontrol) yeterlilik çizelgesi

#### 4.16. MSA (Ölçüm Sistemleri Analizi) Nicel Oluşturulması

Bu yeni ürün devreye alma projesinde, ürün görsel parça olmadığından dolayı ölçüm yapılması adına Nicel MSA uygulanmıştır. Müşterinin paylaştığı olduğu teknik resimde 1 adet SC kritik ölçü bulunduğundan dolayı bu ölçüye MSA uygulaması yapılmıştır. Uygulamada; 3 ölçme operatörü, 10 numune üzerinde, 3'er kez ölçüm yapılmış olup Ölçüm Sistemi Analizi yeterliliği için gerekli olan formülasyonlar excel programında hesaplanmıştır.

Tablo 4.2.'de %GRR ve ndc değerleri verilmiştir.

**Tablo 4.2.** %GRR ve ndc değerleri

<b>22,4 ±0,05</b>	<b>Sonuçlar</b>
<b>%GRR</b>	9,91
<b>ndc</b>	5,174

Tablo 4.2.'de görüleceği üzere %GRR ve ndc değerleri kabul edilebilir bölgelerde çıkmıştır. Kullanılan ölçüm aletinin kalibrasyonları aktif olarak bulunmaktadır ve bu proste kullanıma uygun olduğu raporlarda tespit edilmiştir. Sonuç olarak ölçüm yapacak olan personellerin yetkinlikleri ve ürünün ölçüm değerleri müşteriye sunulan raporlarda geçer not almaktadır. Şekil 4.23.'te MSA formlarının içerikleri görülmektedir.

MSA FORM

Appraiser A Ölçümcü A	Burak GÜZEL	Gage Name Çihaz/İsmi	Video Projeksiyon	Part No Parça No	152 15 570-02	Specifications Spesifikasyon	NOM. 22,4 USL 22,45 ASL 22,35	Tolerance Tolerans 0,100	Date Tarih	1.11.2021
Appraiser B Ölçümcü B	XXX	Gage Type Çihaz Türü	Video Projeksiyon	Part Name Parça İsmi	COEF BODY	From Data Sheet / Veri Sayfısından	R = 0,0023 Xdiff = 0,0013 Rp = 0,0178		Performed by Çalıştıran	XXX
Appraiser C Ölçümcü C	XXX	Gage No Çihaz No	158	Characteristics Karakteristik						

Appraiser / Ölçümcü	Trial / Deneme	PART / PARÇA										AVERAGE ORTALAMA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	1	22,35	22,36	22,36	22,35	22,36	22,36	22,36	22,37	22,35	22,36	22,36
	2	22,35	22,36	22,36	22,35	22,36	22,36	22,36	22,37	22,35	22,36	22,36
	3	22,35	22,36	22,36	22,35	22,36	22,36	22,36	22,37	22,35	22,36	22,36
	Average / Ortalama	22,350	22,360	22,360	22,350	22,360	22,360	22,360	22,370	22,350	22,360	$\bar{X}_a = 22,3580$
	Range / Aralık	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	$\bar{R}_a = 0,0000$
B	1	22,35	22,36	22,37	22,35	22,37	22,36	22,37	22,37	22,35	22,36	22,36
	2	22,35	22,36	22,37	22,35	22,37	22,36	22,37	22,37	22,35	22,36	22,36
	3	22,35	22,36	22,36	22,35	22,36	22,36	22,36	22,36	22,35	22,35	22,36
	Average / Ortalama	22,350	22,360	22,367	22,350	22,367	22,360	22,367	22,367	22,350	22,357	$\bar{X}_b = 22,3593$
	Range / Aralık	0,000	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010	0,010	0,000	0,010	$\bar{R}_b = 0,0050$
C	1	22,35	22,36	22,36	22,35	22,36	22,36	22,36	22,36	22,36	22,36	22,36
	2	22,35	22,36	22,36	22,35	22,36	22,36	22,36	22,37	22,36	22,36	22,36
	3	22,35	22,36	22,36	22,35	22,36	22,36	22,36	22,37	22,35	22,36	22,36
	Average / Ortalama	22,350	22,360	22,360	22,350	22,360	22,360	22,360	22,367	22,357	22,360	$\bar{X}_c = 22,3583$
	Range / Aralık	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	$\bar{R}_c = 0,0020$
Part Average Parça Ortalaması	22,350	22,360	22,362	22,350	22,362	22,360	22,362	22,368	22,352	22,359	$\bar{X} = 22,3586$	
$\bar{R}_p = 0,0006$ $\bar{R}_b = 0,0005$ $\bar{R}_c = 0,0002$ /    Number of Appraiser (Ölçümcü Sayısı) = 3 $\bar{R} = 0,0023$												
$\left[ \max \bar{X} = 22,3593 \right] - \left[ \min \bar{X} = 22,3580 \right]$ $\bar{X}_{diff} = 0,0013$												
$\left[ \bar{R} = 0,0023 \right] \times \left[ D_{10} = 2,5800 \right]$ $\bar{X}_{K1x} = 0,0060$												

MEASUREMENT UNIT ANALYSIS ÖLÇÜM ÜNİTESİ ANALİZİ	% TOTAL VARIATION (TV) % TOPLAM VARYASYON	
	Acc. To Total Variance Toplam Varyasyona Göre	Acc. To Tolerance Toleransa Göre
<b>Repeatability - Equipment Variance (EV)</b> <i>Tekrarlanabilirlik - Çihaz Varyansı</i> $EV = \bar{R} \times K_1$ EV = 0,001	$\% EV = 100 \times (EV / TV)$ $\% EV = 23,78$	TT= USL-ASL/6 $\% EV = 100 \times (EV / TT)$ $\% EV = 8,27$
<b>Reproducibility - Appraiser Variance (AV)</b> <i>Tekrarlanabilirlik - Ölçümcü Varyansı</i> $AV = \sqrt{\left[ \frac{\sum (DIFF \times K_2)^2}{n \times (n-1)} \right] - (EV^2 \times n)}$ AV = 0,0007	$\% AV = 100 \times (AV / TV)$ $\% AV = 11,22$	$\% AV = 100 \times (AV / TT)$ $\% AV = 3,90$
<b>Repeatability &amp; Reproducibility (GRR)</b> <i>Tekrarlanabilirlik &amp; Tekrarlanabilirlik</i> $GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2}$ GRR = 0,002	$\% GRR = 100 \times (GRR / TV)$ $\% GRR = 26,30$	$\% GRR = 100 \times (GRR / TT)$ $\% GRR = 9,91$
<b>Part Variance (PV)</b> <i>Parça Varyansı</i> $PV = R_p \times K_3$ PV = 0,006	$\% PV = 100 \times (PV / TV)$ $\% PV = 96,48$	$\% PV = 100 \times (PV / TT)$ $\% PV = 33,56$
<b>Total Variance (TV)</b> <i>Toplam Varyans</i> $TV = \sqrt{GRR^2 + PV^2}$ TV = 0,006	$ndc = 1,41 \times (PV / GRR)$ $ndc = 5,174$	

EVALUATION / DEĞERLENDİRME		
GRR	< % 10	Generally considered to be an acceptable measurement system. Ölçüm sistemi kabul edilebilir.
	% 10 - % 30	May be acceptable based upon importance of application, cost of measurement device, cost of repair, etc. Uygulamanın önemine, ölçüm cihazının maliyetine, tamir masraflarına v.b. bağlı olarak kabul edilebilir.
	> % 30	Considered to be not acceptable. Every effort should be made to improve the measurement system. Ölçüm sistemi kabul edilmez. Ölçüm sisteminin geliştirilmesi gerekir.
ndc	>= 5	Generally considered to be an acceptable measurement system. Ölçüm sistemi kabul edilebilir.
	< 5	Considered to be not acceptable. Every effort should be made to improve the measurement system. Ölçüm sistemi kabul edilmez. Ölçüm sisteminin geliştirilmesi gerekir.

Generally considered to be an acceptable measurement system.  
 Ölçüm sistemi kabul edilebilir.

Şekil 4.23. MSA (Ölçüm sistemleri analizi) nicel çizelgesi

## 4.17. IMDS (Uluslararası Malzeme Data Sistemi) Girişinin Yapılması

IMDS, International Material Data System (Uluslararası Malzeme Data Sistemi) olarak açılıma sahiptir. Bu uygulamanın amacı uluslararası bir portalda, otomotiv üreticileri ve bunlara çalışan OEM (orijinal ekipman üreticileri), Tier1 (OEM'e çalışan) ve Tier2 (Tier1'a çalışan)'ların, üretimini gerçekleştirdiği malzemeler hakkında bilgi içeren küresel bir veri portalıdır. Bu ürünlerin hammadde içeriğini portala işleyerek yasaklı yada zararlı malzemelerden oluşmadığını ispatlaması gerekmektedir. IMDS (uluslararası malzeme data sistemi) girişi yapılan ve check edildiğinde uyarı vermeyen ürün hangi müşteri için üretiliyorsa onun ID (kimlik numarası) numarasına tanımlanması gerekmektedir. Böylece müşteri de kendi üretimini yaptığı başka müşteri var ise ona kendi üretimini yaptığı ürünü tanıtmaması için gerekmektedir. Şekil 4.24.'te müşteri talebiyle üretilen ürünün IMDS içeriği yer almaktadır.

### MDS Report

#### Substances of assemblies and materials

This report is for internal Automotive industry use only. Distribution to non-Automotive clients is a violation of the Terms of Use, and is not permitted unless a written permission was given by DXC Technology. Parsing is not allowed.

#### 1. Company and Product Name

##### 1.1 Supplier Data

Name [ID]:

DUNS Number: -

Street/Postal Code: **MESE CAD.**

Nat./ZipCode/City: **TR 16140 BURSA**

Supplier Code: -

Contact Person:

- Phone:

- Fax No.: -

- E-Mail Address:

##### 1.2 Product Identification

Part/Item No.: **152 15 570-01**

Description: **COEF BODY**

Report No.: -

Date of Report: -

Purchase Order No.: -

Bill of Delivery No.: -

Preliminary MDS: **No**

IMDS ID / Version: **951812628 / 1**

Node ID: **951812628**

MDS Status (Change) **Internally released**

#### 2. Characterization of the Component

Part/Item No.: **152 15 570-00** Report No.: -  
Description: **COEF BODY** IMDS ID / Version: **951812628 / 1**  
Node ID: **951812628**

Tree Level	Description Article Name Name Substance name	Part/Item No. Item -Mat.-No. Material-No. CAS No.	IMDS ID / Version	Quantity	Weight [g]	Portion [%]	Portion (from - to) [%]	Classif. GADSL, SVHC	Parts Marking Recycle (Indust./Consumer) Application [ID]
1	COEF BODY	152 15 570-00	951812628 / 1		10			5.1.a	not yet answered
└2	PA66-GF35		14115913 / 5		9.8				No
└3	PA66					60			
└3	Further Additives, not to declare	system				5			
└3	GF-Fibre					35			

Tree Level	Description Article Name Name Substance name	Part/Item No. Item -Mat.-No. Material-No. CAS No.	IMDS ID / Version	Quantity	Weight [g]	Portion [%]	Portion (from - to) [%]	Classif. GADSL, SVHC	Parts Marking Recycle (Indust./Consumer) Application [ID]
└2	Y55 PA-14300	11216772	951736414 / 1		0.2			5.1.b	No
└3	29H,31H-Phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32 copper	147-14-8				8	7-9		
└3	Titanium-dioxide	13463-67-7				25	24-26		
└3	Polyamid6	25038-54-4				67	65-69		

This is an uncontrolled copy of a document created by IMDS. End of the report.

Şekil 4.24. IMDS girişi



Paketleme talimatında tanımlanan koli/kutu tipi ve iç adet miktarları belirtilmelidir. Lojistik anlamında hangi ulaşım tipiyle gidecekse, örneğin müşteri kendi aracıyla almak istiyorsa (EXW) bunun tanımlı olması gerekmektedir. Nakliye sıklığı gün, hafta yada ay şeklinde olacak şekilde tanımlamaların olması gerekmektedir. Son olarakta ürünün ilk proje başında anlaşma sağlanan PO'daki (purchase order) birim fiyatı belirtilmelidir.

#### **4.20. PSW (Parça Garanti Mektubu) Onayı**

Ürünün PPAP dosyasında son olarak ve hazırlanması en kritik evraklardan birisi PSW (Parça garanti mektubu) dokümanıdır. Bu doküman tüm proje süreçlerinin tamamlanmasının ardından müşteri ile mütabık kalındığının kanıtı niteliğindedir. Onaya sunulurken imzalı olarak gönderilmeli ve daha sonra da müşterinin imzalı onayıyla proje seri hayata devir işlemleri tamamlanmaktadır. PSW dokümanında tarih, ürünün adı, stok kodu, (hem müşteri hem tedarikçi olmak zorundadır) teknik resim revizyonu ve tarihi, ürünün birim ağırlık bilgisi, müşteri ve tedarikçi adres iletişim bilgileri, regülasyon ve yasal zorunluluk gerektiren durumları, sunum şekli ve seviyesi, IMDS giriş referans numarası, PSW hazırlama nedeni, kalıp bilgileri, 1 vardiya üretiminde üretilebilecek ürün kapasitesi ve son olarakta hazırlayan bölüm onay imzası ile birlikte müşteriye onayı için sunulması gerekmektedir. Şekil 4.26.'da müşteri onayına sunulan PSW raporu bulunmaktadır.

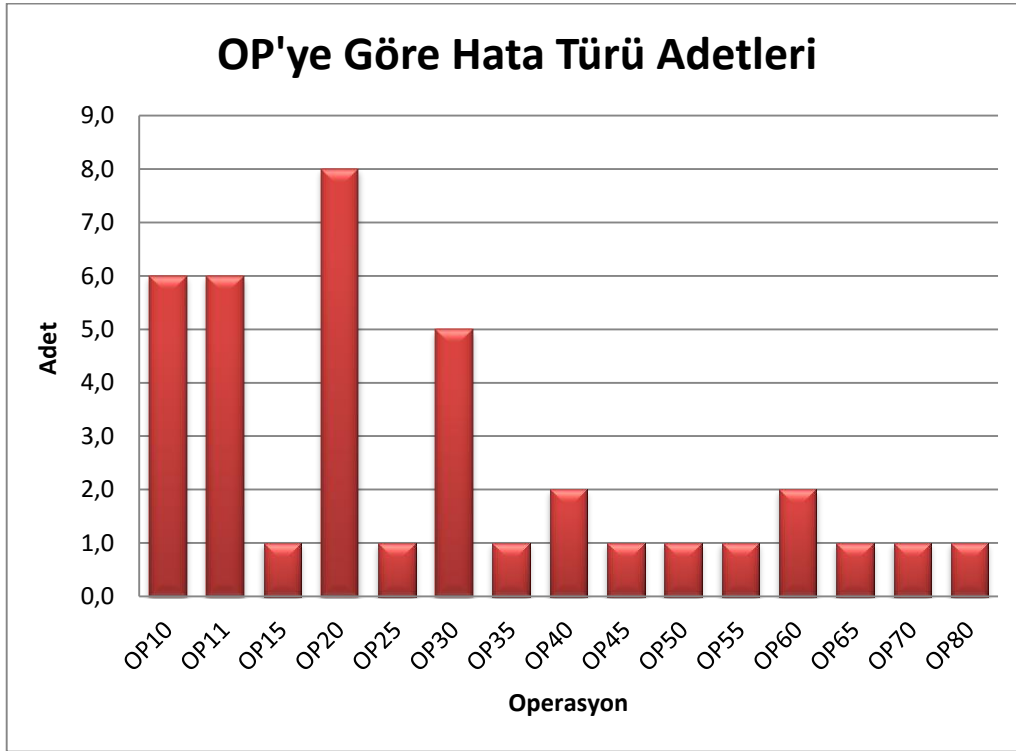
Ürünün PPAP sunumu sonrasında müşterinin de PSW onayı ile birlikte seri hayata geçmesi sağlanmıştır. Onay sonrası firma içerisinde tüm bölüm yetkililerinin katıldığı ürünün onay toplantısı düzenlenmiştir. Tüm prosesler göz önünde bulundurularak genel durum analizi yapılmıştır. Böylece müşterinin ilk siparişi ile birlikte tüm birimler neler yapması gerektiğini kavramış olmuşturlardır.

Part Submission Warrant			
Part Name <b>COEF BODY</b>		Part Number <b>11216772 / (152 15 570 - 01)</b>	
Safety and/or			
Government Regulation	Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Engineering Drawing Change Level	<b>B04</b> Dated <b>6.03.2019</b>
Additional Engineering Changes		Dated	
Shown on Drawing no	<b>11216772</b>	Purchase Order No	Weight (kg) <b>0,010</b>
Checking Aid No		Engineering Change Level	<b>B04</b> Dated <b>6.03.2019</b>
<b>SUPPLIER MANUFACTURING INFORMATION</b>		<b>SUBMISSION INFORMATION</b>	
Supplier Name _____ Supplier Code _____		<input checked="" type="checkbox"/> Dimensional <input checked="" type="checkbox"/> Materials/Functional <input checked="" type="checkbox"/> Appearance	
Street Address		Customer Name/Division	
<b>KAYAPANILÜFER/BURSA / TURKEY</b>		Buyer/Buyer Code _____	
City/State/Zip		Application Automotive safety _____	
<b>Note:</b> Does this part contain any restricted or reportable substances <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA			
Are plastic parts identified with appropriate ISO marking codes <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA			
<b>REASON FOR SUBMISSION</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Initial Submission	<input type="checkbox"/> Change to Optional Construction or Material		
<input type="checkbox"/> Engineering Change(s)	<input type="checkbox"/> Sub-Supplier or Material Source Change		
<input type="checkbox"/> Tooling: Transfer, Replacement, Refurbishment, or additional	<input type="checkbox"/> Change in Part Processing		
<input type="checkbox"/> Correction of Discrepancy	<input type="checkbox"/> Parts Produced at Additional Location		
<input type="checkbox"/> Tooling Inactive > than 1 year	<input type="checkbox"/> Other - please specify		
<b>REQUESTED SUBMISSION LEVEL (Check one)</b>			
<input type="checkbox"/> <b>Level 1</b> - Warrant only (and for designated appearance items, an Appearance Approval Report) submitted to customer			
<input type="checkbox"/> <b>Level 2</b> - Warrant with product samples and limited supporting data submitted to customer.			
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Level 3</b> - Warrant with product samples and complete supporting data submitted to customer.			
<input type="checkbox"/> <b>Level 4</b> - Warrant and other requirements as defined by customer.			
<input type="checkbox"/> <b>Level 5</b> - Warrant with product samples and limited supporting data reviewed at supplier's manufacturing location.			
<b>SUBMISSION RESULTS</b>			
The results for	<input checked="" type="checkbox"/> dimensional measurements	<input checked="" type="checkbox"/> material and functional tests	<input type="checkbox"/> appearance criteria <input checked="" type="checkbox"/> statistical process package
These results meet all drawing and specification requirements: <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> NO    (If "NO" Explanation Required)			
Mold / Cavity / Production Process <b>ONE MOLD / 4 CAVITY / PLASTIC ENJECTION PRESS</b>			
<b>DECLARATION</b>			
I hereby affirm that the samples represented by this warrant are representative of our parts, have been made to the applicable			
Production Part Approval Process Manual 3 <sup>rd</sup> Edition Requirements. I further warrant these samples were			
produced at the production rate of <b>2500</b> / 8 hours. I have noted any deviations from this declaration below:			
<b>pieces</b>			
EXPLANATION/COMMENTS: _____			
Print Name	<b>Burak GÜZEL</b>	Title	<b>QUALITY ENGINEER</b> Phone No. _____ FAX No. _____
Supplier Authorised Signature	_____	Date	<b>29.01.2021</b>
<b>FOR CUSTOMER USE ONLY (IF APPLICABLE)</b>			
Part Warrant Disposition:	<input type="checkbox"/> Approved <input type="checkbox"/> Rejected	Part Functional Approval	<input type="checkbox"/> Approved <input type="checkbox"/> Waived
Customer Name	_____	Customer Signature	_____ Date _____

Şekil 4.26. PSW (Parça garanti mektubu) formu

## 5. BULGULAR

Uygulama kısmında yapılan yeni ürün devreye alma projesinde, proje, mühendislik ve kalite ekibiyle yapılan beyin fırtınasının sonucunda ortaya çıkabilecek olan olası hata türlerini listelemiştir. Sonuç olarak toplamda 15 proseste meydana gelebilecek olan 38 adet olası hata tespiti yapılmıştır. Grafik 5.1.'de bu değerlerin üretim proseslerine göre OP (operasyon) bazında olarak görülmektedir.



**Grafik 5.1.** Üretim proseslerine göre OP bazında hata türü adetleri

Tablo 5.1 ve Tablo 5.2.'de proses bazında hata türleri ve RÖS değerleri görülmektedir. 38 adet olası hataya istinaden 38 adet hesaplanan RÖS değeri bulunmaktadır.

**Tablo 5.1.** Olası hata türleri neticesinde oluşan RÖS değerleri 1

Porsese/Operasyon Adı	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Sebebi	Önem	Olasılık	Tespit	R.Ö.F.	AP
İDARİ KABUL (TECOMİD NA40 GR35 NL HS)	Fiziksel görünümü uygun olmayan hammaddenin gelmesi	Fiziksel Görünüme uygun hammaddenin gelmemesi	5	2	8	80	L
	Ambalajlamaya göre uygun olmayan biçimde hammaddenin gelmesi	Ambalajlamaya göre uygun hammaddenin gelmemesi	5	2	8	80	L
	Fatura miktarına uygun miktarda hammaddenin gelmesi	Tedarikçinin Fatura miktarına uymayan miktarda hammadde sevk etmesi	5	2	8	80	L
	İrsaliye miktarına uygun miktarda hammaddenin gelmesi	Tedarikçinin İrsaliye miktarına uymayan miktarda hammadde sevk etmesi	5	2	8	80	L
G.K.K (TECOMİD NA40 GR35 NL HS)	Yanlış malzeme girişi	Yanlış ürün girişinin yapılması	5	2	8	80	L
	Yoğunluk değerinin 1,41 ±0,02 gr/cm3 olmaması	Tedarikçi firmanın uygun yoğunluk değerinde hammadde sevk etmemesi	6	2	8	96	L
MASTERBATCH İDARİ KABUL (Y55 PA-14300 YAPRAKSAN)	Fiziksel görünümü uygun olmayan hammaddenin gelmesi	Fiziksel Görünüme uygun hammaddenin gelmemesi	5	2	8	80	L
	Ambalajlamaya göre uygun olmayan biçimde hammaddenin gelmesi	Ambalajlamaya göre uygun hammaddenin gelmemesi	5	2	8	80	L
	Fatura miktarına uygun miktarda hammaddenin gelmesi	Tedarikçinin Fatura miktarına uymayan miktarda hammadde sevk etmesi	5	2	8	80	L
	İrsaliye miktarına uygun miktarda hammaddenin gelmesi	Tedarikçinin İrsaliye miktarına uymayan miktarda hammadde sevk etmesi	5	2	8	80	L
G.K.K MASTERBATCH (Y55 PA-14300 YAPRAKSAN)	Yanlış malzeme girişi	Yanlış ürün girişinin yapılması	5	2	8	80	L
	Masterbatch Renginin mavi ve DE* ( D65 ) değeri: 0,01 -0/+1,09 olması	Tedarikçi firmanın uygun yoğunluk değerinde hammadde sevk etmemesi	6	2	8	96	L
HAMMADDE DEPOLAMA	Tanımlanmamış ve uygun lokasyonda yer almamış olması	Personelin eğitim eksikliği	5	2	8	80	L
PLASTİK ENJEKSİYON PEM01-PEM02- PEM03-PEM04	Enjeksiyon Parametrelerin belirlenmiş ayarın dışında olması	Parametrelerin doğru yapılmaması	6	2	7	84	L
	Enjeksiyon Parametrelerin belirlenmiş ayarın dışında olması	Parametrelerin doğru yapılmaması	6	2	7	84	L
	Enjeksiyon Parametrelerin belirlenmiş ayarın dışında olması	Parametrelerin doğru yapılmaması	6	2	7	84	L
	Enjeksiyon Parametrelerin belirlenmiş ayarın dışında olması	Parametrelerin doğru yapılmaması	6	2	7	84	L
	Hammaddenin TECOMİD NA40 GR35 NL HS olmaması	Yanlış hammadde kullanılması	6	2	8	96	L
	MASTERBATCH (BOYA)'nın farklı ve oranın yanlış olması	Yanlış oranda yanlış hammadde kullanılması	6	2	8	96	L
	22.4 ±0,05 mm ölçüsünün hatalı olarak üretiminin gerçekleşmesi	Enjeksiyon basım parametrelerinde farklılık olması	7	2	6	84	M
	Parça renginin şahit numuneye göre hatalı olarak üretiminin gerçekleşmesi	Yanlış oranlarda hammadde kullanımı	7	2	7	98	M

**Tablo 5.2.** Olası hata türleri neticesinde oluşan RÖS değerleri 2

Porses/Operasyon Adı	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Sebebi	Önem	Olasılık	Tespit	RÖS	AP
HAMMADDE DEPOLAMA	Tanımlanmamış ve uygun lokasyonda yer almamış olması	Personelin eğitim eksikliği	5	2	8	80	L
AZOTLU VE EL İLE ÇAPAK ALMA ÇA01-ÇA02	Parçanın çapak kriterlerine uygun ürün üretiminin gerçekleşmemesi	Azotlu çapak alma parametrelerinin uygun olmaması	7	2	8	112	M
	Parçanın çapak kriterlerine uygun ürün üretiminin gerçekleşmemesi	Azotlu çapak alma parametrelerinin uygun olmaması	7	2	8	112	M
	Parçanın çapak kriterlerine uygun ürün üretiminin gerçekleşmemesi	Azotlu çapak alma parametrelerinin uygun olmaması	7	2	8	112	M
	Parçanın çapak kriterlerine uygun ürün üretiminin gerçekleşmemesi	Azotlu çapak alma parametrelerinin uygun olmaması	7	2	8	112	M
	Parçanın çapak kriterlerine uygun ürün üretiminin gerçekleşmemesi	Personellerin el ile çapak alma işlemini hatalı ve yanlış metod ile yapması	7	2	8	112	M
HAMMADDE DEPOLAMA	Tanımlanmamış ve uygun lokasyonda yer almamış olması	Personelin eğitim eksikliği	5	2	8	80	L
%100 GÖRSEL KONTROL	Parçanın görsel olarak hatalı olması	%100 görsel kontrolden önceki proseslerde uygun olmayan ürün üretiminin gerçekleştirilmesi	7	2	8	112	M
	Parçanın görsel olarak hatalı olması	%100 görsel kontrolden önceki proseslerde uygun olmayan ürün üretiminin gerçekleştirilmesi	7	2	8	112	M
HAMMADDE DEPOLAMA	Tanımlanmamış ve uygun lokasyonda yer almamış olması	Personelin eğitim eksikliği	5	2	8	80	L
NEMLENDİRME NEM-01	Nem parametresi uygun olmaması durumunda montaj esnekliği olmaması	Parametrelerin kontrolünün yapılmaması	6	2	7	84	L
HAMMADDE DEPOLAMA	Tanımlanmamış ve uygun lokasyonda yer almamış olması	Personelin eğitim eksikliği	5	2	8	80	L
FİNAL KONTROL	22.4 ±0,05 mm ölçüsünün hatalı olarak üretiminin gerçekleşmesi	Final kontrolden önceki proseslerde uygun olmayan ürün üretiminin gerçekleştirilmesi	7	2	7	98	M
	Nem değeri uygun olmayan ürün üretim gerçekleşmesi	Final kontrolden önceki proseslerde uygun olmayan ürün üretiminin gerçekleştirilmesi	6	2	7	84	L
HAMMADDE DEPOLAMA	Tanımlanmamış ve uygun lokasyonda yer almamış olması	Personelin eğitim eksikliği	5	2	8	80	L
AMBALAJLAMA & TANIMLAMA	Tanıtım kartlarının ambalajda olmaması, sipariş formuna göre karşılaştırılmaması	Personelin eğitim eksikliği	5	2	8	80	L
SEVKİYAT	Hatalı paketleme, etiketleme, tanımlama ve yanlış ürün sevkiyatı yapılması	Personelin eğitim eksikliği	4	2	8	64	L

Genel FMEA çizelgesine yapılan iyileştirme olan aksiyon öncelik tablosu ile M (medium) ve H (high) olarak ortaya çıkacak olan ve aksiyon alınacak olası hataların sayısı ise 10 olduğu gözlemlenmiştir. Bu 10 hata türüne aksiyonlar alınarak L statüsüne indirilebilecek önlemler alınmıştır. Tablo 5.3'te bu aksiyonlar sonucunda oluşan yeni RÖS değerleri görülmektedir. RÖS değeri L statüsünde olanlar ile ilgili de gerekli faaliyetler planlanarak gerçekleştirilmeye devam edilecektir.

**Tablo 5.3.** Aksiyon öncelik statüsü M ve H olan olası hata türlerine yapılan aksiyonlar ile oluşan yeni RÖS değerleri

Porses/Operasyon Adı	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Sebebi	Önceki R.O.F.	Önceki AP	Somaki R.O.F.	Somaki AP
PLASTİK ENJEKSİYON PEM01-PEM02-PEM03-PEM04	22.4 ±0,05 mm ölçüsünün hatalı olarak üretiminin gerçekleşmesi	Enjeksiyon basım parametrelerinde farklılık olması	84	M	56	L
	Parça renginin şahit numuneye göre hatalı olarak üretiminin gerçekleşmesi	Yanlış oranlarda hammadde kullanımı	98	M	56	L
AZOTLU VE EL İLE ÇAPAK ALMA ÇA01-ÇA02	Parçanın çapak kriterlerine uygun ürün üretiminin gerçekleşmemesi	Azotlu çapak alma parametrelerinin uygun olmaması	112	M	56	L
	Parçanın çapak kriterlerine uygun ürün üretiminin gerçekleşmemesi	Azotlu çapak alma parametrelerinin uygun olmaması	112	M	56	L
	Parçanın çapak kriterlerine uygun ürün üretiminin gerçekleşmemesi	Azotlu çapak alma parametrelerinin uygun olmaması	112	M	56	L
	Parçanın çapak kriterlerine uygun ürün üretiminin gerçekleşmemesi	Personellerin el ile çapak alma işlemini hatalı ve yanlış metod ile yapması	112	M	56	L
%100 GÖRSEL KONTROL	Parçanın görsel olarak hatalı olması	%100 görsel kontrolden önceki proseslerde uygun olan ürün üretiminin gerçekleştirilmesi	112	M	56	L
	Parçanın görsel olarak hatalı olması	%100 görsel kontrolden önceki proseslerde uygun olan ürün üretiminin gerçekleştirilmesi	112	M	56	L
FİNAL KONTROL	22.4 ±0,05 mm ölçüsünün hatalı olarak üretiminin gerçekleşmesi	Final kontrolden önceki proseslerde uygun olmayan ürün üretiminin gerçekleştirilmesi	98	M	56	L

Tier1 konumunda bir otomotiv firması tarafından verilen 60 adet numune siparişi için FMEA’da aksiyon alınacak hatalara istinaden yapılan iyileştirmelerin sonucunu görmek için deneme üretimi sonrası ölçümcü / ölçüm cihazı tekrarlanabilirlik ve proses yeterlilik çalışması yapılmıştır.

Enjeksiyon basım parametrelerinin operatör tarafından farklı şekilde girişini engellemek adına, proseste ilk onay parçası sonrası parametre kilit sistemi yapılmıştır. Bu durumda, kalite tarafından ölçümler sonucunda üretim başlangıç onayı alan ürün, vardiya ortası kontrollerinin yapılmasına kadar parametrelerde değişim yapılmasının önüne geçilmiştir. Üründe bulunan kritik ölçünün kontrollerinin daha kolay ve net olması adına kontrol fikstürü tedarik edilmiştir. Böylelikle kalite üretimden başlar kavramı ile üretim operatörleri tüm ürünlere kontrol fikstürü ile %100 kontrol yapmışlardır.

Hammadde oranlarının ve homojen karışımın sağlanması adına otomatik tartımlı karıştırıcı mikser iyileştirmesi yapılmıştır. Bu durumda, hammadde yüzdeleri farklılığından doğacak baskı problemleri, renk ve sonuç olarak ölçüsel değişimlerin olması ortadan kaldırılmıştır.

Çapak alma prosesinde oluşan hataları tespit etmek amaçlı çapak kontrol mastarı tedarik edilmiştir. Bu durumda, çapak alma operasyonunun onayı sırasında master ile kontrol edilmesi ve onay sonrasında tüm parti ürünün aynı işlemde çapaklarının alınması sağlanmıştır.

%100 görsel kontrol operasyonunda renk, çapak, eksik gelme, kırık vb. hataların tespit edilmesi adına iyileştirme yapılmıştır. Görsel kontrol operatörlerinin standart operasyon talimatını görebilecekleri led TV tedarik edilmiştir. Dinamo ERP sistemi üzerinden ürünün olması muhtemel tüm hata görselleri talimata adapte edilmiştir. Bu durumda, operatörler tüm kontrollerini led TV' de yer alan hata görselleri ile yapması sonucunda görsel hafıza etkisi ile hatalı ürünleri daha kolay tespit etmişlerdir.

Şekil 5.1.'e göre toplam toleransa göre kritik ölçünün, ölçümcü / ölçüm cihazı tekrarlanabilirlik varyansının oranlanması sonucu  $\%GRR=9,35<\%10$  olarak bulunduğundan ölçüm sistemi yeterli bulunmuştur. Yani ölçüm cihazı ve ölçümcüden kaynaklanan sapma toplamı %10'un altındadır. Bir diğer MSA kriteri olan ölçüm ekipmanının yeterli ayırt edebilme özelliğini gösteren değeri  $ndc = 6,644 > 5$  olduğundan dolayı ölçüm ekipmanının yeterli ayırt edebilme özelliğine sahip olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Şekil 5.2.'ye göre toplam toleransa göre kritik ölçünün, yeterlilik değeri sonucu  $Cpk = 1,93$  olarak ortaya çıkmıştır. Bu durumda kritik ölçünün yeterlilik sonucu SPC kuralları gereği 1,67' den yüksek olduğundan dolayı uygun bulunmuştur.



# CAPABILITY STUDY

## General Information

Date : 24.11.2021	Drawing number : 11216772
Part number / Description : 11216772/ (152 15 570-01)	Engineering level : B04
Measured characteristic : 22,4 +0,05/-0,05	Specification number :
Unit : mm	Nominal value : 22,4
Mechanical : PEM-04	Lower spec. Limit : 22,35
Test equipment code : 158	Upper spec. Limit : 22,45

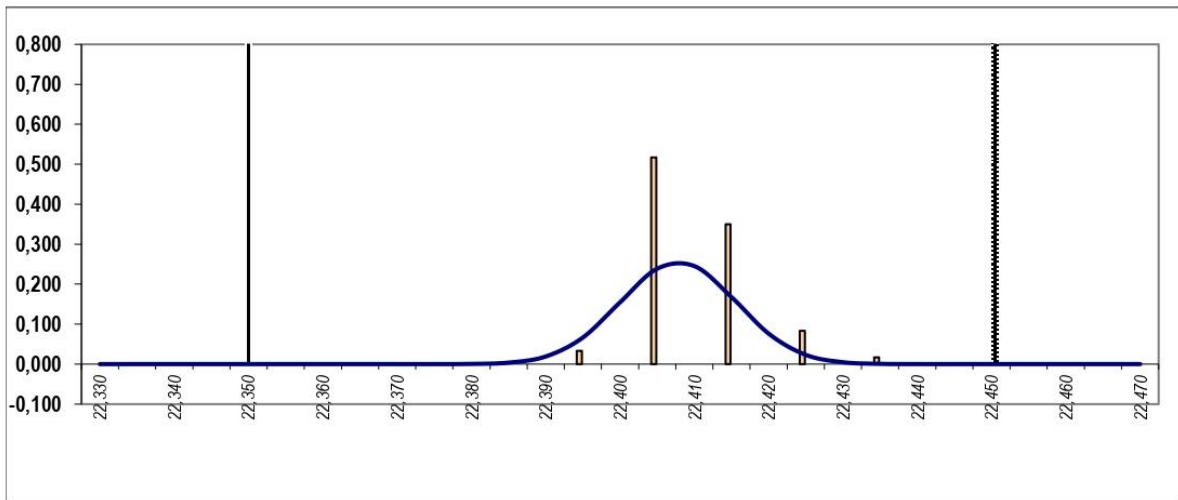
## Sample Test Results

1~15	22,39	22,41	22,40	22,41	22,40	22,42	22,41	22,42	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40
16~30	22,40	22,41	22,40	22,41	22,41	22,40	22,40	22,43	22,41	22,40	22,41	22,41	22,40	22,40	22,41
31~45	22,41	22,40	22,39	22,40	22,40	22,40	22,41	22,41	22,41	22,42	22,40	22,42	22,40	22,41	22,41
46~60	22,40	22,40	22,40	22,40	22,41	22,40	22,41	22,41	22,41	22,40	22,40	22,41	22,42	22,40	22,40
61~75															
76~90															
91~105															
106~120															
121~135															
136~150															
151~165															
166~180															
181~195															
196~210															
211~225															
226~240															
241~255															
256~270															
271~285															
286~300															

## Capability Analysis

Sample size n = 60	Average value $\bar{x}$ = 22,41	$C_p$ = 2,17	Mean + 3s = 22,428
Maximum value Xmax = 22,43	Standard deviation s = 0,008	$C_{pk}$ = 1,93	Mean - 3s = 22,382
Minimum value Xmin = 22,39	Range R = 0,04	Skewness = 0,81	Kurtosis = 0,84

## Distribution Chart



Şekil 5.2. İyileştirmeler sonrası yeterlilik sonuçları

## 6. SONUÇLAR

Yapılan iyileştirmelerin sonucunda deneme üretiminde üretilen numune ürünler alınarak boyutsal kontrolleri yapılmış, sonuçlar Tablo 5.4.'te, kritik ölçünün MSA ve SPC değerlerinin iyileştirmeler öncesi ve iyileştirmeler sonrası durumları görülmektedir. Yüzdesel olarak iyileşmelerden görüleceği üzere iyileştirmeler olumlu sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Bu sonuçlar müşteri ile de paylaşılarak PPAP onayı alınması sağlanmıştır.

**Tablo 6.1.** İyileştirmeler sonrası MSA ve SPC kriterleri analizleri

22,4 ± 0,05 mm	İyileştirme Öncesi	İyileştirme Sonrası	İyileştirme Durumu
% GRR (MSA)	9,91	9,35	%GRR' de ölçümcü / ölçüm cihazı tekrarlanabilirlik varyansının oranlanması yeterli düzeyde iken iyileştirme sonucunda + 0,56 ile artma görülmüştür.
ndc (MSA)	5,174	6,644	ndc' de ölçüm ekipmanının yeterli ayırt edebilme özelliği yeterli düzeyde iken iyileştirme sonucunda + 1,47 ile artma görülmüştür.
Cpk (SPC)	0,45	1,93	Cpk proses yeterliliği iyileştirme öncesinde yetersiz durumdayken, iyileştirme sonrasında 1,93 (1,67<) ile yeterli duruma geldiği görülmüştür.

Müşteri ek olarak FMEA'da yapılan aksiyon planı iyileştirmesi için tebrik ve teşekkürlerini ileterek işletmeye plaket ödülünü layık görmüştür.

Bu çalışmanın devamında seri üretim hayatında meydana gelebilecek tüm problemlere karşı alınan ve alınması planlanan aksiyonlar FMEA formuna eklenerek revizyon yapılması gerekmektedir. Prosesin kararlılık ve yeteneğinin de ölçülmesi adına SPC yapılması gerekmektedir. Tüm ortaya çıkan sonuçlar, öğrenilmiş dersler olarak işletme içerisinde bilgi ışığı olması önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Akarsu, T.** (2012). *Kalitenin İyileştirilmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinin Kullanılması ve Çağrı Merkezi Uygulaması*, (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Aras, Ö.** (2016). *İleri Ürün Kalite Planlaması Sürecinde Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) Ve Kalite Evi (QFD) Yöntemlerinin Uygulanması*. (Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Arslan, V.** (2020). Statistical Process Control for Çayeli Copper Companies using XR Control Charts and Multidimensional Scaling Analysis, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 22(66) 681-690.
- Aslan, E.** (2015). Şeker Üretiminde İstatistiksel Proses Kontrol (İpk) Uygulaması, *Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives* 3(2) 12–22.
- Aydın, Z. B., & Arıkan Kargı, S.** (2018). İstatistiksel Kalite Kontrol Teknikleri İle Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, *Journal Of Management And Economics Resaerch*, 16(1) 41-63.
- Beytekin, U.** (2010). *Kağıt Endüstrisinde İstatistiksel Proses Kontrol Uygulamaları*, (Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Bircan, H., & Gedik, H.** (2003). Tekstil Sektöründe İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri Uygulaması Üzerine Bir Deneme, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(2) 69-79.
- Bulut, E. G.** (2007). *Bir Otomotiv Tedarikçisinde Iso/Ts 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi Spesifikasyonu Kapsamında Yapılan İstatistiksel Proses Kontrol Ve Bulanık Mantık Çalışmaları*. (Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Büyüktuna, O.** (2012). *Hata Türü Ve Etkileri Analizi Ve Makine Sanayinde Bir Uygulama*, (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Canpolat, R.** (2008). *Hata Türü ve Etkileri Analizi'nde Analitik Ağ Süreci Ve Bulanık Mantık Uygulaması*, (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Ceylan, İ.** (2021). *Doğalgaz Tesisatının Binaya Kurulum Sürecindeki Risklerin Bulanık-Fmea Yöntemi İle Analizi: İbb Uygulaması*. (Yüksek Lisans Tezi). İbn Haldun Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

**Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation,** (2008). *Advanced Product Quality Planning (APQP) And Control Plan*. Reference Manual Second Edition.

**Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation,** (2008). *Potential Failure Mode And Effects Analysis (FMEA)*. Reference Manual Fourth Edition.

**Çağlayan, E.** (2017). *ISO 16949 Kalite Yönetim Sisteminin Otomotiv Sektöründeki Yeri*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Ticaret Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

**Çakır, M.** (2019). *Univariate and Multivariate Statistical Process Control Charts: An Application In A Chemical Industry*, (Yüksek Lisans Tezi). Yaşar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

**Çevik, O., & Aran, G.** (2009). Kalite İyileştirme Sürecinde Hata Türü Etkileri Analizi (Fmea) Ve Piston Üretiminde Bir Uygulama, *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 16(8) 241-265.

**Çolak, T., & Akdeniz, F.** (2008). Elyaf İşletmelerinde İstatistiksel Süreç Kontrolünün Uygulanması, *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(5) 86-94.

**Daimler Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation,** (2006). *Production Part Approval Process (PPAP)* Reference Manual Fourth Edition.

**Dedimas, T., & Gebeyehu, S.G.** (2019). Application of Failure Mode Effect Analysis (FMEA) for Efficient and Cost-Effective Manufacturing: A Case Study at Bahir Dar Textile Share Company, Ethiopia, *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 12(1) 23-29.

**Deveci, H. C.** (2013). *Proses Hata Türü Ve Etkileri Analizi Ve Kablo Kesim Sürecine Uygulanması*, (Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

**Duran, C., & Çetindere, A.** (2012). Konfeksiyon Sanayiinde Faaliyet Gösteren Bir İşletmede İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri İle Ürün Hatalarının Analiz Edilmesi, *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2) 233-254.

**Erdoğan, Ö.** (2008). *ISO/TS 16949:2002 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi ve Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Uygulamaları*, (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

**Godina, R.** (2016). Quality Improvement With Statistical Process Control in the Automotive Industry, *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 7(1) 1-8.

**He, B., Xue, H., Liu, L., Pan, Q., & Tang, W.** (2019). Rigid-Flexible Coupling Virtual Prototyping-Based Approach To The Failure Mode, Effects, And Criticality Analysis, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 100(1) 1695–1717.

**Kahraman, Ö.** (2009). *Bir Otomobil Fabrikasında İş Sağlığı Ve Güvenliği Alanında HTEA (FMEA) Yöntemi İle Risk Analizi*, (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

**Kolukırcık, N.** (2021). *Düşük Hacimli Üretimde İstatistiksel Süreç Kontrolü Ve Htea Tabanlı Bir Kalite Kontrol Model Önerisi*, (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

**Kekik, M.** (2020). *İleri Ürün Kalite Planlaması (APQP) Süreçlerinde Verimlilik Ve Sürdürülebilirlik Faaliyetlerinin Kalite Fonksiyon Göçerimi (QFD) Perspektifinde Modellenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi). Çağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin.

**Maraş, S.** (2012). *Dişli Çark Sistemi Titreşimlerinin İstatistiksel Proses Kontrolü*, (Yüksek Lisans Tezi). Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.

**Maraş, S., & Arslan, H.** (2014). Düz Dişli Çark Sistemindeki Aşınma Hatasının İstatistiksel Proses Kontrol Metodu İle Belirlenmesi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(1) 9-14.

**Özcan, A. M.** (2020). *Uluslararası Otomotiv İş Gücü 16949 Kalite Yönetim Sistem Standardı Temelinde Kalite İyileştirme Teknikleri Ve Ölçüm Sistemleri Analizi*, (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

**Özdemir, A.** (2013). *İstatistiksel Süreç Kontrolü İle Otomotiv Yan Sanayiindeki Problemlerin Çözümü*, (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

**Özen, E.** (2014). *Yatlarda Yangın, Yakıt Ve Sintine Sistemleri Tasarımında Dfmea Uygulanması*: (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

**Öztürk, Y. E.** (2016). *Laboratuvar Çalışanlarının Karşılaştığı Fiziksel Risklerin Hata Türü Ve Etkileri Analizi(Htea) İle Değerlendirilmesi: Bir Üniversite Hastanesi Örneği*, (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.

**Özyangan, V.** (2014). Dokuma Kumaş Üretimi Yapan Bir Tekstil Fabrikasında Htea Analizi ve Uygulanması, *Aydın University, Department of Textile Engineering*, 24(3): 303-308.

**Parsana, T.S., & Patel, M.T.** (2014). A Case Study: A Process FMEA Tool to Enhance Quality and Efficiency of Manufacturing Industry, *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 4(3) 145-152.

**Samar, G.** (2019). *Otomobil Gövde İmalatında Kullanılan Robotik Sistemlerin ve İmalata Etkilerinin İncelenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

**Stamatis, D.H.** (2003). *Failure Mode and Effect Analysis*, ASQ Quality Press Milwaukee, Wisconsin, Milwaukee.

**Şekeroğlu, S.** (2018). *Konfeksiyon Sektöründe Kalite Yeterliliğinin Değerlendirilmesi İle Olası Hata Türü Ve Etkisi Analizi Tekniğinin Birlikte Uygulanması*, (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

**Şeker, K.** (2019). *Savunma Sanayinde Prototip Ürün Devreye Alınmasında Modelleme Ve Maliyet Optimizasyonu*, (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

**Taşan, K.** (2006). *Bir Risk Değerlendirme ve Güvenilirlik Metodu Olarak Hata Türü Ve Etkileri Analizi (Htea) Yöntemi: Bir Otomotiv Yan Sanayi İşletmesinde Uygulanması*, (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

**Tuğrul, S.** (2008). *Otomotiv Sanayine Kablo Üreten Bir İşletmede İleri Ürün Kalite Planlaması (İükp) Uygulaması*, (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

**Tunçelli, S.B.** (2006). *Helikopter Tasarım Sürecinde Pilot Koltuğu Tasarım Kavram Hata Türü Ve Etkileri Analizi (Htea)*, (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

**Türk, G.** (2017). *İstatistiksel Bakış Açısıyla Otomotiv Sektöründe Iatf 16949:2016 Standardının Kurulumu, Yönetimi Ve Kalitenin İyileştirilmesi*, (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.

**Ünal, A. E.** (2019). *Advanced Product Quality Planning For Performance Evaluation Of New Product Implementation Process And An Application In A Factory*. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

**Üngan, M. C.** (2017). Hata Türü Etkileri Analizi Ve Otomotiv Parçaları Üretiminde Bir Uygulama, *İşletme Bilimi Dergisi (JOBS)*, 5(2) 217-245.

**Yalçın, A.** (2019). *Otomotiv Sektöründe Proje Yönetim Süreci: İleri Ürün Devreye Alma Projeleri Üzerine Bir Araştırma*, (Yüksek Lisans Tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

**Yetimler, G.** (2018). *Yeni Ürün Devreye Alma Sürecinde Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Uygulama*, (Yüksek Lisans Tezi). Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

**Yıldırım, H., & Karaca, E.** (2013). Üretim Sürecinde İstatistiksel Proses Kontrol (İpk) Uygulamaları Ve Elektronik Sektöründe Bir İnceleme, *Marmara Üniversitesi Dergisi*, 10(39) 77-87.

**Yılmaz, M.** (2017). *Hata Türü Ve Etkileri Analizi Ve Tekstil Sanayiinde Bir Uygulama*, (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Kültür Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

**Zeng, S.X., Tam, C.M., & Tam, V.W.Y.** (2010). Integrating Safety, Environmental and Quality Risks for Project Management Using a FMEA Method, *ISSN 1392 – 2785 Inzinerine Ekonomika-Engineering Economic*, 21(1) 44-52.