

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

OTOMOTİV YAN SANAYİ İŞLETMELERİNDE KALİTESİZLİK
MALİYETLERİNİN TAHMİNİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Murat BAYRAKTARBAŞI

Düzce

Haziran, 2021

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

OTOMOTİV YAN SANAYİ İŞLETMELERİNDE KALİTESİZLİK
MALİYETLERİNİN TAHMİNİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Murat BAYRAKTARBAŞI

Danışman: Doç. Dr. Hakan Murat ARSLAN

Düzce,
Haziran 2021

Murat Bayraktarbaşı
Düzce Üniversitesi, SBE
Yüksek Lisans Tezi
Haziran, 2021

OTOMOTİV YAN SANAYİ İŞLETMELERİNDE
KALİTESİZLİK MALİYETLERİNİN TAHMİNİ

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafındanAnabilim
Dalında oy birliği / oy çokluğu ile YÜKSEK LİSANS TEZİ / DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Başkan (İmza)

Akademik Unvanı, Adı-Soyadı

Üye.....(İmza)

Akademik Unvanı, Adı-Soyadı

Üye.....(İmza)

Akademik Unvanı, Adı-Soyadı

Üye.....(İmza)

Akademik Unvanı, Adı-Soyadı

Üye.....(İmza)

Akademik Unvanı, Adı-Soyadı

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

(İmza Yeri)

Akademik Unvanı, Adı-Soyadı

Enstitü Müdürü

.../.../20..

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir firmanın mevcut veri tabanındaki verilerinden yararlanılarak kalitesizlik maliyetleri kapsamında, müşteri firmalarca uygunsuz ürünler nedeniyle kesilen aylık fatura tutarlarına etki eden faktörler regresyon analizi ile incelenip aralarındaki ilişkinin ortaya çıkarılmasına ve buna göre geçerli bir regresyon modeli üzerinden veya bu mümkün olmadığı takdirde trend analizi yöntemi ile ileriki dönemler için fatura tutarlarının tahminine çalışılmıştır.

Çalışmanın gerçekleşmesinde yardımlarını esirgemeyen, tez süreci boyunca zamanını ayırıp bana yol gösteren, cesaret veren danışman hocam Doç. Dr. Hakan Murat ARSLAN'a, bilgi ve yardımları ile destek olan değerli hocalarım Prof. Dr. Alper ERTÜRK ve Dr. Öğretim Üyesi Yaşar Selman GÜLTEKİN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Murat BAYRAKTARBAŞI

ÖZET

OTOMOTİV YAN SANAYİ İŞLETMELERİNDE KALİTESİZLİK MALİYETLERİNİN TAHMİNİ

BAYRAKTARBAŞI, Murat

Yüksek Lisans, Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hakan Murat ARSLAN

Haziran 2021, 104 sayfa

Bu çalışmanın amacı, otomotiv yan sanayi alanında faaliyet gösteren bir firmanın üretmiş olduğu uygunsuz ürünlerle ilgili olarak, aylık bazlarda müşteri firmalar tarafından kesilen ve kalitesizlik maliyetleri olarak adlandırılan fatura tutarlarına etki eden, nicel özellikteki faktörlerin araştırılıp ortaya çıkarılması, bu faktörlerin kalitesizlik maliyetlerine olan etkilerinin regresyon modeli ile incelenerek geçerli bir model oluşturulması ve bu model üzerinden ileriki dönemler için kalitesizlik maliyetlerinin tahmin edilmesi, bu mümkün olmadığı takdir ise geçmiş dönemlere ait kalitesizlik maliyetleri üzerinden trend analizi yöntemleri ile ileriki dönemler için kalitesizlik maliyetlerinin tahmin edilmesidir.

Araştırmada otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren ve Düzce, Manisa, Bulgaristan, Güney Afrika, Çin, İspanya ve Meksika'daki fabrikalarında üretim yapmakta olan firmanın, mevcut veri tabanındaki, her bir müşterisine ait projeler için ilgili fabrikasında üretilip teslim edilen aylık ürün adetleri, uygunsuzluk nedeniyle reddedilen ürün adetleri, reddedilen ürün adetleri/teslim edilen ürün adetleri x 10^6 şeklinde hesaplanan PPM oranları, aylık olarak artan çalışan deneyimlerine ait katsayı değerleri, garanti kapsamındaki ürün adetleri ve uygunsuz ürün nedeniyle müşteri firmalardan gelen Euro (€) bazındaki fatura tutarlarına ait veriler kullanılmıştır. Firmanın ilgili çalışanları tarafından kaydedilen bu veriler, C# programlama dilinde hazırlanan bir program aracılığıyla veri tabanındaki ilgili

tablolardan çekilerek aylık bazlarda müşteri, üretim yapılan fabrika ve proje kodu bazında gruplandırılmıştır. Bunlar içinden Ocak 2015-Kasım 2018 aralığında, düzenli verilere sahip bir projenin verileri alınarak fatura tutarları bağımlı değişken, teslim edilen ve reddedilen ürün adetleri, PPM değerleri, çalışan deneyimi katsayıları ve garanti kapsamındaki parça adetleri bağımsız değişkenler olmak üzere bir regresyon analizi yapılmış ve bu analiz ile bağımlı değişken ile hangi bağımsız değişkenler arasında ilişki olduğu ortaya çıkarılmaya çalışılmış ve bunun sonrasında yalnız bağımlı değişken olan fatura tutarı verileri kullanılarak trend analizi yöntemi ile tahmin yapılmıştır. Regresyon modelinin oluşturulması ve trend analizi için Minitab 17, serilerin durağanlık kontrolü için EViews 11 programları kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kalite, Kalite Maliyetleri, Kalite Maliyetlerinin Sınıflandırılması, Kalitesizlik Maliyetleri, Regresyon Analizi.

ABSTRACT

ESTIMATION OF POOR QUALITY COSTS IN AUTOMOTIVE SUPPLY INDUSTRY

BAYRAKTARBAŞI, Murat

Master of Management Information Systems

Thesis Supervisor: Doç. Dr. Hakan Murat ARSLAN

June 2021, 104 pages

The purpose of this study is to investigate and reveal the quantitative factors that affect the invoice amounts that issued by customer companies for inappropriate products on monthly basis, regarding the inappropriate products produced by a company operating in the automotive supply industry, with the regression model and after this, estimating the poor quality costs for the future periods through this model, and if this is not possible, it is the estimation of the poor quality costs for the future periods by trend analysis methods over the poor quality costs of the previous periods.

In the research, the data which monthly product quantities produced and delivered at the relevant plants for the projects of each customer, product quantities rejected due to non-conformity, PPM ratios that calculating by rejected product quantities / delivered product quantities $\times 10^6$, coefficient values of employee experience increasing monthly, product quantities under warranty and invoice amounts that make out by customer companies for inappropriate products, of the company which operates in the automotive supply industry and producing in its factories in Düzce, Manisa, Bulgaria, South Africa, Spain, Mexico and China, is used. These data, which were recorded by the relevant employees of the company, were obtained from the relevant tables in the database through a program prepared in C# programming language, and grouped on a monthly basis based on customer,

plant, and project code. Among them, the data of a project with regular data were taken between January 2015 and November 2018. Regression analysis was performed using the invoice amounts as the dependent variable, the number of delivered items, the number of rejected items, PPM rates, employee experience coefficients, and the number of parts under warranty as independent variables and it has been tried to reveal the relationship between the dependent variable and which independent variables. After that, estimation was made with the trend analysis method by using only the data of the invoice amount, which is the dependent variable. Minitab 17 was used for regression model creation and trend analysis, and EViews 11 programs were used for stationarity control of the series.

Keywords: Quality, Quality Costs, Classification of Quality Costs, Costs of Poor Quality, Regression Analysis

ITHAF



Aileme...

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
İTHAF.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR.....	xiii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Problemi.....	3
1.2. Araştırmanın Amacı.....	3
1.3. Araştırmanın Önemi.....	3
1.4. Araştırmanın Kapsamı.....	4
1.5. Araştırmanın Sayıtları.....	5
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5
BÖLÜM 2	7
LİTERATÜR	7
2.1. Kalitenin Terminolojisi.....	7
2.1.1. Kalitenin Tanımı ve Özellikleri.....	7
2.1.2. Kalitenin Tarihsel Gelişimi.....	12
2.2. Kalite Maliyetlerinin Sınıflandırılması ve Etkileşimi.....	16
2.2.1. Kalite Maliyeti Kavramı.....	16
2.2.2. Kalite Maliyetlerinin Sınıflandırılması.....	17
2.2.2.1. Yatırım Maliyetleri.....	18
2.2.2.2. Faaliyet Maliyetleri.....	18

2.2.2.2.1. Önleme Maliyetleri.....	19
2.2.2.2.2. Ölçme-Değerlendirme Maliyetleri.....	21
2.2.2.2.3. Uygunsuzluk (Başarısızlık) Maliyetleri.....	23
2.2.3. Kalite Maliyetlerinin Etkileşimi	28
2.3. Kalite Maliyetlerinin Ölçümü ve Raporlanması	29
2.3.1. Kalite Maliyet Sistemi.....	29
2.3.2. Kalite Maliyeti Bilgilerinin Toplanması.....	32
2.3.3. Kalite Maliyetlerinin Analizi.....	33
2.3.4. Kalite Maliyetlerinin Tahmini	39
2.3.5. Kalite Maliyetlerinin Raporlanması	39
2.4. Kalite Maliyet Modelleri	41
2.4.1. PAF (Prevention-Appraisal-Failure) Modeli.....	42
2.4.2. Süreç Maliyet Modeli	43
2.4.3. Crosby Maliyet Modeli.....	43
2.4.4. Fırsat ve Maddi Olmayan Maliyet Modeli	44
2.4.5. Faaliyete Dayalı Maliyetleme Sistemi (FDMS) Modeli.....	44
2.4.6. Taguchi'nin Kayıp Fonksiyonu.....	46
2.5. Kalite Maliyetlerinin Sınıflandırılmasına Ait Güncel Yaklaşımlar	49
2.5.1. John Bank Kalite Maliyetleri Sınıflandırması	49
2.5.2. Naci Uğur Kalite Maliyetleri Sınıflandırması	51
2.5.3. Andrew J. Czuchry Kalite Maliyetleri Sınıflandırması	52
2.6. Toplam Kalite Yönetimi (TKY)	53
2.6.1. Toplam Kalite Yönetimi'nin Tanımı.....	53
2.6.2. Toplam Kalite Yönetiminin Tarihçesi.....	54
2.6.3. Toplam Kalite Yönetiminin Amaçları.....	55
2.6.4. Toplam Kalite Yönetiminin Temel İlkeleri	55
2.6.5. Toplam Kalite Yönetimi ile Geleneksel Kalite Yönetiminin Karşılaştırılması	56
2.6.6. Toplam Kalite Yönetiminin Avantajları.....	57
2.7. Kalitesizlik Maliyetleri	58
2.7.1. Kalitesizlik ve Kalitesizlik Maliyeti Kavramları.....	58
2.7.2. Kalitesizlik Maliyeti Modelleri	61

2.7.2.1. Rune M. Moen'in Müşteri ve Proses Odaklı Kalitesizlik Maliyeti Modeli.....	61
2.7.2.2. James Harrington'ın Kalitesizlik Maliyeti Modeli.....	62
2.8. Kalite ve Kalitesizlik Maliyetlerinin Analizi ve Ölçümü Üzerine Yapılan Akademik Çalışmalar	63
BÖLÜM 3.....	67
YÖNTEM.....	67
3.1. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	68
3.2. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Yöntemi ve Ölçekler	69
BÖLÜM 4.....	75
BULGULAR ve YORUMLAR	75
4.1. Regresyon Analizi.....	75
4.2. Trend Analizi ve Tahmin.....	82
BÖLÜM 5.....	95
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	95
5.1. Sonuç ve Tartışma	95
5.2. Sektörel Öneriler.....	96
5.3. Akademik Öneriler	97
KAYNAKÇA	99

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Kalite Maliyet Modelleri	42
Tablo 2. Geleneksel Maliyetleme Sistemi ile Faaliyet Tabanlı Maliyet Sisteminin Karşılaştırılması	45
Tablo 3. Geleneksel Yaklaşım ile Toplam Kalite Yönetimi Arasındaki Farklar	56
Tablo 3. Devam Geleneksel Yaklaşım ile Toplam Kalite Yönetimi Arasındaki Farklar	57
Tablo 4. Uygunsuzluk Türleri	71
Tablo 5. Farklı Regresyon Denklemleri ve Trend Modellerinin MAPE, MAD, MSD ve Tahmin Değerlerinin Karşılaştırılması	90
Tablo 6. Growth Curve Trend Modeli ile Elde Edilen Tahmini Fatura Tutarları	92
Tablo 7. Growth Curve Trend Modeli ile Elde Edilen Tahmini Fatura Tutarları ile Gerçek Değerlerin Karşılaştırılması	93

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kalite Maliyetleri	18
Şekil 2. Kalite Maliyetleri – Zaman Evreleri	28
Şekil 3. Kalite Maliyet Merkezleri	32
Şekil 4. Trend Analizi	36
Şekil 5. Pareto Analizi	38
Şekil 6. Taguçhi Kayıp Fonksiyonu ile Geleneksel Kalite Yaklaşımında Oluşan Kalitesizlik Maliyeti Fonksiyonu	48
Şekil 7. John Bank'ın Kalite Maliyetleri Sınıflandırması	50
Şekil 8. Kalite Maliyetini Yarıya İndirmenin Etkileri	51
Şekil 9. Naci Uğur'a Ait Kalite Maliyetleri Sınıflandırması	52
Şekil 10. Kano'nun Ürün Geliştirme ve Müşteri Memnuniyeti Modeli	60
Şekil 11. Rune Moen'e Ait Müşteri ve Proses Odaklı Kalitesizlik Maliyeti Modeli	61
Şekil 12. James Harrington'a Ait Kalitesizlik Maliyetleri Modeli	62

Şekil 13. Hedef ve Teslim Edilen Ürün Adetleri (Q Target and Deliveries) Sayfasında Veri Girişi ve Girilmiş Verilerin Görünümü	69
Şekil 14. Dış Uygunsuzluk (Ext. NC) Sayfasında Veri Girişi ve Girilmiş Bazı Verilerin Görünümü	70
Şekil 15. Kalite Şikâyetleri (Q Complaints) Sayfasında Veri Girişi ve Girilmiş Bazı Verilerin Görünümü	72
Şekil 16. Programdan Elde Edilen Verilerin Excel Tablosuna Aktarılması ve Düzenlenmesi	73
Şekil 17. Minitab 17 Programında Regresyon Analizinin Sonuçları.....	76
Şekil 18. Minitab 17 Programında Adım Adım Regresyon Analizi Sonuçları.....	78
Şekil 19. Minitab 17 Programında Fatura Tutarları ile Çalışanlara Ait Deneyim Katsayısı İçin Oluşturulan Doğrusal (Linear) Regresyon Modelinin Denklemi ve Grafiği	79
Şekil 20. Minitab 17 Programında Fatura Tutarları ile Çalışanlara Ait Deneyim Katsayısı İçin Oluşturulan Karesel (Quadratic) Regresyon Modelinin Denklemi ve Grafiği	79
Şekil 21. Minitab 17 Programında, Fatura Tutarlarına Ait Değerler ile PPM ve PPM ² Değerleri Üzerinden Yapılan Regresyon Analizi Sonuçları	80
Şekil 22. Minitab 17 Programında Fatura Tutarları ile PPM Değerleri İçin Oluşturulan Doğrusal (Linear) Regresyon Modelinin Denklemi ve Grafiği	81
Şekil 23. Minitab 17 Programında Fatura Tutarları ile PPM Değerleri İçin Oluşturulan Karesel (Quadratic) Regresyon Modelinin Denklemi ve Grafiği ..	81
Şekil 24. Minitab 17 Programında Fatura Tutarlarına Ait Grafik.....	83
Şekil 25. Eviews 11 Programında Augmented Dickey Fuller Testine Ait Sonuç Tablosu.....	85
Şekil 26. Minitab 17'de Doğrusal (Linear) Trend Modeli ile Yapılan Trend Analizine Ait Grafik, Sonuç ve Tahmin Değerleri.....	86
Şekil 27. Minitab 17'de Karesel (Quadratic) Trend Modeli ile Yapılan Trend Analizine Ait Grafik, Sonuç ve Tahmin Değerleri	87
Şekil 28. Minitab 17'de Growth Curve Trend Modeli ile Yapılan Trend Analizine Ait Grafik, Sonuç ve Tahmin Değerleri	87

Şekil 29. Minitab 17’de S-Curve Trend Modeli ile Yapılan Trend Analizine Ait Grafik, Sonuç ve Tahmin Değerleri	88
Şekil 30. Minitab 17 Programında Çift Üstel Düzleştirme Yöntemi ile Elde Edilen Değerlere Ait Grafik ve Tahmin Değerleri	88

KISALTMALAR

ADF: Augmented Dickey Fuller
ANOVA: Analysis Of Variance
ASQC: American Society for Quality Control
CSS: Amerikan Sivil İletişim Birliği
Ext. NC: External Nonconformity
EOP: End of Project
FDMS: Faaliyete Dayalı Maliyetleme Sistemi
JIS : Japanese Industrial Standards
JISC: Japanese Industrial Standards Committee
JUSE: Japanese Union of Scientists and Engineers
MAD: Mean Absolute Deviation
MAPE: Mean Absolute Percent Error
MSD: Mean Square Deviation
PAF: Prevention-Appraisal-Failure
PPM: Parts Per Million
SOP: Start of Project
SPC: Statistical Process Control

TKY: Toplam Kalite Yönetimi

TQM: Total Quality Management

TSE: Türk Standardları Enstitüsü



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi, ürün çeşitliliğinin ve lojistik imkânların artması ile üretim yapmakta olan firmalar arasındaki rekabet gün geçtikçe artmaktadır. Yoğun rekabet ortamı içinde firmaların ayakta kalabilmelerinin yegâne yolu olarak kaliteli, yani müşteri istek ve ihtiyaçlarına uygun ürünler üretmek olduğu zamanla daha iyi anlaşılmış ve bu konuda çalışmalar yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir.

Firmaların kaliteli ürünler üretmek adına yapmış olduğu çalışmaların da belli bir maliyeti olmaktadır. Kalite maliyetleri olarak adlandırılan bu çalışmalar 1950’li yıllardan bu yana uzmanlar tarafından sınıflandırılmaya ve ölçülmeye çalışılmış ve böylece kalite maliyet modelleri ortaya çıkmıştır.

İlk olarak Armand Feigenbaum tarafından, 1956 yılında yayımlanan “Toplam Kalite Kontrol” isimli kitapta kalite maliyetleri; önleme, ölçme-değerlendirme ve başarısızlık (iç ve dış başarısızlık) maliyetleri olmak üzere üç başlık altında incelemiştir. Kısaca PAF (prevention-appraisal-failure) şeklinde adlandırılmış olan bu model, ölçülebilen kalite maliyetlerinin sınıflandırılmasında temel model olmuştur. Bu modeldeki önleme maliyetleri; ürün veya hizmet üretiminde ortaya çıkabilecek hata ve kusurları önceden belirleyip önlemek amacıyla yapılan çalışmaların oluşturduğu maliyetler, ölçme-değerlendirme maliyetleri; üretilen ürün veya sunulan hizmetlerin, tasarım aşamasında belirlenen ölçütlere ve şartlara uygun olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalara ait maliyetler, iç başarısızlık maliyetleri; işletmenin üretmiş olduğu ürünlerden tasarım aşamasında belirlenmiş olan kalite özelliklerini karşılayamayanların tüketiciye sunulmadan önce tespit edilip bunlar için düzeltme veya iyileştirme gibi çalışmalar yapılmasıyla ortaya

çıkan maliyetler, dış başarısızlık maliyetleri ise ürün veya hizmetlerin müşteriye ulaşmasından sonra kusurlu olduğunun ortaya çıkmasıyla ürünü veya hizmeti üreten işletmeye getirdiği maddi kayıplar şeklindeki maliyetler olarak tanımlanmıştır.

PAF modelinin ardından Philip B. Crosby, Genichi Taguchi, Robin Cooper, Robert Kaplan, Naci Uğur, Andrew J. Czuchry gibi uzmanlar tarafından Süreç Maliyet Modeli, Taguchi Kayıp Fonksiyonu, Süreç Maliyet Modeli, Fırsat ve Maddi Olmayan Maliyet Modeli, Faaliyete Dayalı Maliyetleme Sistemi, Naci Uğur Kalite Maliyet Modeli, Andrew J. Czuchry Kalite Maliyet Modeli gibi adlarla çeşitli kalite maliyet modelleri ortaya konmuştur.

Gerek PAF modelinde gerekse bu model sonrasında ortaya konan diğer kalite maliyet modellerinde yer alan iç ve dış başarısızlık maliyetleri (uygunsuzluk maliyetleri), genelde kalite maliyetleri içerisinde en büyük payı oluşturmakta olup aslında kaliteyi sağlamak adına yapılan çalışmalarla ortaya çıkan maliyetler değil, ürün veya hizmetin beklentileri karşılayamaması yani “kalitesizlik” nedeniyle ortaya çıkan maliyetlerdir. 2000’li yılların başından itibaren kalite ile ilgilenen uzmanlar da “kalite maliyeti” kavramının, yüksek kalite yüksek maliyetler gerektirir şeklinde olumsuz bir çağrışım yaptığını, oysa firmalarda üretilen ürünler için gerekli kalite seviyesine ulaşılmadığında bir maliyet oluşacağı, yani kalitesizliğin firmalara bir maliyet getireceği görüşünden yola çıkarak “kalite maliyeti” kavramı yerine “kalitesizlik maliyetleri” kavramının kullanılmasının daha uygun olacağını savunmaya başlamışlar ve bu doğrultuda kalitesizlik maliyeti kavramını ve kalitesizlik maliyeti modellerini ortaya koymuşlardır. Rune M. Moen ve James Harrington bu şekilde kalitesizlik maliyeti modellerini ortaya koyan uzmanlardan ikisidir.

Bu çalışmada otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren ve Türkiye’de bu alanda tek üretici durumundaki firmanın, bir projesi için ölçülebilir dış başarısızlık yani kalitesizlik maliyetlerini oluşturan ve bunlara etki ettiği değerlendirilen, kayıt altına alınmış durumdaki reddedilmiş ürün adetleri, müşterilere teslim edilen ürün adetleri ve uygunsuz ürünler nedeniyle ortaya çıkan fatura tutarları gibi veriler kullanılarak, bunlar arasındaki ilişkiler incelenmiş ve bunlardan yola çıkılarak ilgili

proje ile ilgili olarak ileriki dönemler için kalitesizlik maliyetlerinin tahminine çalışılmıştır.

1.1. Araştırmanın Problemi

Gerek araştırmanın yapıldığı firmada gerekse diğer firmalarda her yılın başında veya yılın belli dönemlerinde firmanın bütçesinden belli bir miktar pay, kalitesizlik maliyetlerini karşılamak üzere ayrılmaktadır. Ayrılacak bu payın ne kadar olması gerektiği genellikle üst yönetim tarafından geçmiş bir kaç yılın tutarlarına bakılarak tahmini olarak yapılmaktadır.

Bu araştırmada kalitesizlik maliyetlerine etki ettiği değerlendirilen ve ölçülebilir durumdaki faktörler, uzman kişilerden alınan görüşler doğrultusunda belirlenip bu faktörlere ait aylık bazlardaki veriler toplanarak incelenmiş ve regresyon modeli veya trend analizi yöntemi ile ileriki dönemler için kalitesizlik maliyetlerinin ne kadar olabileceği istatistiki yöntemlerle tahmin edilmeye çalışılmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren firmanın üretmiş olduğu uygun olmayan ürünler dolayısıyla ortaya çıkan kalitesizlik maliyetlerine etki eden faktörlerin neler olduğunu tespit etmek ve bunlar içerisinde nicel değere sahip, önemli faktörlere ait verileri kullanarak uygun bir regresyon modeli oluşturmak ve bu model ile ileriki dönemler için mümkün olan en az hata payı ile kalitesizlik maliyetlerini tahmin etmek, bu mümkün olmadığı takdirde kalitesizlik maliyeti olarak adlandırılacak uygunsuzluk nedeniyle kesilen fatura tutarlarına ait veriler üzerinden zaman serisi analizi ile trend modeli oluşturup ileriki dönemler için kalitesizlik maliyetlerini tahmin etmektir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Kalitesizlik maliyetleri öngörülemeyen bir maliyet türü olup, hiçbir şirket kalitesizlik maliyetleri için bütçeden bir pay ayırmak istemez. Bu nedenle ortaya çıkacak yüksek bir kalitesizlik maliyeti doğrudan bütçeyi ve şirketin kâr durumunu

etkileyecektir. Otomotiv sektöründe yıllık kalitesizlik maliyetleri, (toplam kalitesizlik maliyeti/toplam satış miktarı) x 100 formülü ile ölçülür ve bu oranın %1'i geçmemesi istenir. Yüksek kalitesizlik maliyeti üretim prosesinin kontrol altında olmadığına bir işarettir. Böyle bir durum kalite araçları (8D, 5 neden, balık kılıcı) ile incelenmeyi ve yüksek kalitesizlik maliyetine sebep olan kök nedene ulaşmayı gerektirir. Yüksek kalitesizlik maliyetinin finansal açıdan negatif etkilerinin yanında asıl önemli etkisi müşteri üzerinedir. Yüksek kalitesizlik maliyeti müşteriye kalite yönünden uygun ürün verilemediğinin, üretim prosesinin kontrol altında olmadığına ve ürünle ilgili sorunları çözme konusunda tedarikçi firmanın hızlı davranmadığının bir kanıtıdır. Yüksek kalitesizlik maliyeti müşteri kaybının ilk ve en önemli sebebidir. Bu sorun çözülmediği takdirde müşteri kaybına neden olacaktır. Otomotiv sektöründe tedarikçi, kötü kalite nedeniyle değiştirildiği takdirde 3 ile 5 yıl yeni bir proje aynı tedarikçiye verilmemektedir. Açıklanan bu nedenlerden dolayı şirketlerde kalitesizlik maliyetlerinin ölçümü, takibi ve ileriye dönük tahmin değerlerinin elde edilmesi son derece önemlidir.

Literatürdeki benzer çalışmalar incelendiğinde firmaların geçmişteki belirli dönemlerine ait verileri kullanılarak kalite maliyetlerinin PAF veya diğer maliyet modellerine göre analizi ve ölçümü ile ilgili çalışmalar yapıldığı görülmekle birlikte özellikle otomotiv yan sanayinde kalitesizlik maliyetlerine etki eden nicel faktörlerin analiz edilerek bunlar üzerinden regresyon analizi ve trend analizi yöntemleri ile kalitesizlik maliyetlerinin ileriye yönelik tahmini ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

1.4. Araştırmanın Kapsamı

Bu araştırma kapsamında otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren, Düzce, Manisa, Bulgaristan, İspanya, Meksika, Güney Afrika ve Çin fabrikalarında faaliyet gösteren firma bu alanda Türkiye'deki tek üretici olan firmanın kalitesizlik maliyeti olarak adlandırılacak uygunsuz ürünler dolayısıyla müşteri firmalarca kesilen fatura tutarlarına ait veriler ile bu tutarların ortaya çıkmasına etki ettiği değerlendirilen diğer nicel veriler kullanılmıştır.

1.5. Araştırmanın Sayıtları

Araştırma sırasında, ilgili firmanın kalite müdürleri, kalite mühendisleri ve diğer ilgili kişilerle görüşmeler yapılmış ve görüşülen kişilerden alınan bilgi ve görüşler ile firmanın mevcut veri tabanındaki veriler kullanılarak çalışma yürütülmüştür.

Araştırmada;

- Kalitesizlik maliyetlerine etki eden unsurlar; satış miktarları (teslim edilen ürün adetleri), uygunsuzluk nedeniyle reddedilen ürün adetleri, reddedilen ürün adedi / teslim edilen ürün adedi x 10^6 formülüne göre hesaplanan PPM oranları, proje başlangıç ve bitiş tarihleri ve garanti sürelerine bağlı garanti kapsamındaki ürün adetleri olarak belirlenmiş ve bu veriler üzerinden kalitesizlik maliyetlerinin regresyon modeli ile tahminine çalışılmıştır.
- Regresyon modeli oluşturmada kullanılan veri tabanındaki verilerin, ilgili çalışanlar tarafından doğru olarak girildiği kabul edilmektedir.
- Çalışma sırasında ilgili tüm kişilerden gerekli tüm bilgilerin doğru ve eksiksiz alındığı varsayılmıştır.
- Araştırmanın regresyon analizi bölümünde kullanılan, çalışanlara ait deneyim katsayısı değerleri, ölçülmüş ve kaydedilmiş nicel değerler olmayıp firma yetkilerinin değerlendirmeleri doğrultusunda belirlenmiş lineer olarak arttığı kabul edilen değerlerdir.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma kapsamında ilgili firmanın 30 farklı müşterisine ait 314 farklı projenin teslim edilen (satılan) ürün adetleri, reddedilen ürün adetleri, garanti kapsamındaki ürün adetleri ve uygunsuzluk nedeniyle kesilen fatura tutarı (Euro) verileri aylık bazlarda elde edilerek incelendiğinde yalnız bir projenin 2015 yılı Ocak

ayı ile 2018 yılı Kasım ayı arasında sürekli verilere sahip olduğu görülmüş, geçerli bir regresyon modelinin oluşturulabilmesi ve en az hata oranı ile tahmin yapılabilmesi için bu projeye ait veriler kullanılmıştır. Bu verilerin dışında kalitesizlik maliyetlerine etki edebilecek başka faktörler de olabileceği firma yetkilileri tarafından açıklanmış ancak nicel değerler olarak belirlenip kayıt altına alınmadığından çalışmaya dâhil edilememiştir.



BÖLÜM 2

LİTERATÜR

2.1. Kalitenin Terminolojisi

2.1.1. Kalitenin Tanımı ve Özellikleri

Kalite, kökeni çok eskilere dayanan, içeriği zamanla değişen ve gelişen yani bir anlamda “evrimleşen” bir olgudur.

Kalite ile ilgili ilk yaptırıma M.Ö. 2150 tarihli Hammurabi Yasası’ndaki şu maddede rastlanmıştır: “Eğer bir inşaat ustası bir ev yapar ve bu ev sahibinin üstüne çökerek ev sahibinin ölümüne neden olursa o inşaat ustasının başı uçurulur.” (Paşaoğlu, 2011: 3). M.Ö. 1450 yılında eski Mısır’da ise kontrol görevlilerinin taş blokların dikliğini, telden yapmış oldukları bir araçla kontrol ettikleri ortaya çıkarılmıştır (Birendustrimuhendisi, 2020).

Kalite kavramı ilk olarak, “insanların ve sistemlerin, hata yapma ve mükemmele ulaşma isteği” gerçeğinden ortaya çıkmış olup Latince, “nasıl oluştuğu” anlamına gelen “Qualis” kelimesinden türemiş ve “Qualitas” kelimesiyle ifade edilmiştir (Aydemir ve Gürsoy, 2003: 590). Çiçero ve diğer Yunan yazarların, bu kelimeyi “mahiyet” veya “nitelik” anlamlarında kullandıkları görülmektedir” (Alıcı, 2007: 13). Aristo, Pluton, Sokrates gibi filozoflar ise kaliteyi “mükemmellik” olarak tanımlamışlardır. (Reeves ve Bednar, Aktaran: Alıcı, 2007: 9).

Klasik anlamda kalite, “ürünün önceden belirlenmiş olan standartlara uygunluk derecesi” olarak tanımlanmaktadır (Cherrington ve diğerleri, 1988, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 34). Günümüzde ise “müşterinin tatmini veya tüketici beklentilerinin karşılanması” olarak tanımlanmaktadır (Heagy, 1991, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 34).

Kalite kavramının ve dolayısıyla içeriğinin nasıl bir değişim geçirdiği bu iki tanım karşılaştırıldığında anlaşılabilir. 1950’li yıllarda kalite, üretilen bir ürünün başlangıçta belirlenmiş olan spesifikasyonlara uygunluğu olarak görülürken günümüzde tamamen müşteri odaklı bir olgu haline gelmiş ve müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerini karşılayan ürünler “kaliteli” olarak nitelendirilmeye başlanmıştır.

En genel anlamda kalite, üretilen bir ürün veya sunulan bir hizmetin müşteri beklenti ve gereksinimlerini karşılayabilme derecesidir.

Bir başka bakış açısıyla kalite, dar anlamda ürünlerin geniş anlamda ise işin, süreçlerin, işbölümünün, insanların, çalışanların, mühendislerin, yöneticilerin, şirketin, hedeflerin vs. kalitesidir (Dikmen ve Dikmen, 2004: 192).

Kalite konusunda, 1950’li yıllardan sonra, yapılan çalışmalar artmış ve bu konuda çalışmalar yapan bilim adamları ve çeşitli kuruluşlar kalite kavramı ile ilgili olarak birbirine benzer veya farklı şekillerde tanımlar ortaya koymuşlardır. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir (Aktaran: Bağcılar Özcan, 2010: 1) ;

- Joseph. M. Juran’a göre ; “Kalite, amaca veya kullanıma uygunluktur.” (Juran ve Gryna, 1993).
- Armand V. Feigenbaum’a göre ; “Kalite, kullanılmakta olan bir ürünün veya hizmetin, müşterilerin beklentilerini karşılayabilmesini sağlayan pazarlanabilir, üretim ve bakım karakteristiklerinin toplamıdır.” (Feigenbaum,1956: 34).
- Philip B.Crosby’e göre; “Kalite, bir ürünün şartlara uygunluk derecesidir.” (Crosby, 1993).
- Kaoru Ishikawa’ya göre; “Kalite kontrol uygulamak, en ekonomik, en kullanışlı ve tüketiciyi daima tatmin eden kaliteli ürünü geliştirmek, tasarımını yapmak, üretmek ve satış sonrası hizmetleri vermektir.”(Ishikawa ve Lu, 1985: 16).
- Genichi Taguchi’ye göre; “Kalite, ürünün müşteriye tesliminden sonra toplumda neden olduğu minimal zarardır.” (Bryne ve Taguchi, 1986).

ISO 9001: 2015’te geçen kalite tanımları ise ;

- Değişen talepler karşısında hızlı uyum sağlayabilmek,
- Pazarın beklentilerinin algılanması ve hızla yerine getirilmesidir şeklindedir.

Bunların yanında Amerikan Kalite Kontrol Derneği (ASQC) kaliteyi, "Kalite, bir mal veya hizmetin belirli bir gerekliliği karşılayabilme yeteneklerini ortaya koyma özelliklerinin tümüdür.", Avrupa Kalite Kontrol Organizasyonu (EQQC) "Kalite, bir malın veya hizmetin tüketicinin isteklerine uygunluk derecesidir." (Efil, Aktaran: Yıldıztekin, 2005: 402) şeklinde tanımlarken, Japon Sanayi Standartları (Japanese Standards Association Group), "Ürün veya hizmeti ekonomik yoldan üreten, tüketici istek ve ihtiyaçlarını karşılayan bir üretim sistemidir." şeklinde tanımlamışlardır (Bağcılar Özcan, 2010: 2).

Günümüzün rekabet koşulları ve küreselleşme düşünüldüğünde kalite kavramı, Kaoru Ishikawa tarafından yapılan "Müşteri gereksinimini saptamada tüketiciden önde olmak, yeni ürünler geliştirip bunları satın almalarını sağlamak, satış sonrası servisi etkinlikle uygulamak ve ürünleri 5-10 yıl rahatça kullanmalarını sağlamaktır" biçiminde tanımlanabilir. (Ishikawa, 1997, Aktaran: Bağcılar Özcan, 2010: 2).

Yukarıdaki tanımlarda görüldüğü gibi, kalite kavramı, birçok kişi veya kuruluş tarafından farklı zamanlarda, farklı şekillerde tanımlanmıştır. Kalitenin bu farklı tanımları ilk defa David A. Garvin tarafından sınıflandırılmıştır. Garvin, kalitenin tanımını beş yaklaşım altında sınıflandırmıştır. Bunlar aşağıdaki gibidir (Rao ve diğ., 1996, Aktaran : Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 34-35; İnceoğlu, 2004: 4-5; Çavdar, 2020: 2-7);

1. Üstünlük Yaklaşımı: Bu yaklaşıma göre kalite, bir ürünün sahip olduğu ve benzer diğer ürünlerle karşılaştırıldığında onu üstün kılan nitelikleri ve mükemmelliğidir. Ancak bu üstünlük ve mükemmellik anlayışı kişiden kişiye değişebildiğinden üstünlük yaklaşımı nesnel değildir. Beethoven'nın senfonisi veya Leonardo Da Vinci'nin Mona Lisa'sı bu yaklaşıma örnek gösterilebilir.

2. Ürün Esaslı Yaklaşım: Bu yaklaşım, ürünün kalitesini ölçmede veya göstermede kullanılan, ölçülebilir durumdaki belirli fonksiyon veya niteliklerdir. Dijital bir ekranın sahip olduğu piksel sayısı, bir halıda cm² başına düşen düğüm sayısı, bir arabanın suni deri koltuk yerine gerçek deri koltuğa sahip olması gibi özellikler bu yaklaşıma örnektir.

3. Kullanıcı Esaslı Yaklaşım: Bu yaklaşıma göre ürünün kalitesini, kullanıcıların istek ve ihtiyaçlarına cevap verme derecesi belirlemektedir. Kullanıcı istek ve beklentilerini en iyi karşılayan ürün en kaliteli ürün olarak adlandırılmaktadır.

4. Üretim Esaslı Yaklaşım: Bu yaklaşımda ürünün kalitesi, üretilen bir ürünün, tasarım aşamasında belirlenmiş olan spesifikasyonları karşılama derecesiyle ölçülür. Üretilen bir ürün, tasarım aşamasında belirlenmiş olan spesifikasyonlara ne kadar uygun üretilmişse o derecede kaliteli anlamına gelmektedir. Bu yaklaşıma uygun olarak Philip Crosby kaliteyi “ürünün şartlara uygunluk derecesi” şeklinde tanımlamıştır. Bu yaklaşım, ölçülebilen kalite standartları sağlamakta ve hurda maliyetleri, ölçme-değerlendirme maliyetleri ve müşteri iadelerini azaltarak kalite maliyetlerini düşürmektedir.

5. Değer Esaslı Yaklaşım: Değer esaslı yaklaşımda ürünün kalitesi, müşterinin bir ürün için ödemiş olduğu ücrete karşılık üründen memnun olma derecesi şeklinde belirlenir. Bu yaklaşım kısaca kabul edilebilir bir fiyat üzerinden sağlanan mükemmellik olarak da açıklanabilir. Walter Shewhard bu yaklaşıma uygun bir şekilde kaliteyi, “Alıcının ödemeyi kabul edeceği bir fiyatla, memnunluk verecek bir ürünün tasarlanması ve üretilmesi için, kullanıcının gelecekteki ihtiyaçlarının ölçülebilir karakteristikler haline sokulmasıdır.” şeklinde tanımlamıştır.

Garvin kalitenin boyutlarını da aşağıdaki gibi sekiz başlık altında belirlemiştir. Kalitenin sekiz boyutu şu özellikleri içermektedir (Rao ve diğ., 1996, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 35-36; ifm.eng.cam, 2020);

1. Performans: Performans, ürünler için ürünün sahip olduğu işlevleri yerine getirebilme derecesidir. Örneğin bir otomobil için hız, yol tutuş, konfor gibi özellikler, bir ev için büyüklüğü, oda sayısı, odaların genişliği gibi özelliklerdir.

Hizmetler için performans ise servisin hızı ve bekleme süresinin kısalığı gibi özelliklerdir. Bu özellikler genel anlamda nicel olarak ölçülebilir olduğundan markalar performans özelliklerine göre birbirleri ile karşılaştırılabilirler.

2. Opsiyonlar (Özellikler): Opsiyonlar, ürün veya hizmetlerde temel işlevlere ek olarak bulunan ve çoğu zaman temel işlevleri destekleyen ve bu sayede ürün veya hizmeti daha çekici kılan bazı özelliklerdir. Örneğin cep telefonunun karanlıkta görünmesini kolaylaştıran ışıklı telefon tuşları, ütünün kumaşın cinsine göre buharı ve sıcaklığını kendisinin ayarlaması, otomatik çamaşır makinesinin kullanacağı deterjan miktarını kendisinin belirlemesi gibi özelliklerdir. Bazı durumlarda bu özelliklerin temel özelliklerden ayırt edilmesi zor olabilmektedir.

3. Güvenilirlik: Ürünün belirli bir zaman dilimi içerisinde bozulmaması, arıza yapmaması ve sahip olduğu tüm işlevleri yerine getirebilmesidir. İlk arızaya kadar geçen ortalama süre, arızalar arasındaki ortalama süre, birim zamandaki arıza oranı gibi ölçütler güvenilirliğin ölçütleri olarak kullanılır.

4. Uygunluk: Bir ürün veya hizmetin önceden belirlenmiş olan standartları karşılama derecesidir.

5. Dayanıklılık: Bir ürünün kullanılabilirlik süresidir. Ampulün bozulana kadar kaç saat yanacağı buna örnektir.

6. Servis Sunma: Ürün bozulduğunda, ürünün hızlı, kolay, güvenilir bir şekilde ve uygun fiyatla tamir edilebilmesi özelliğidir.

7. Estetik: Estetik, ürünün renk, koku, görünüm, ses, tat gibi tüketicinin duyularına hitap eden, ürünü çekici kılan, tüketiciyi etkileyen özellikleridir. Bu özelliklerin algılanması kişiden kişiye değiştiği için nesnel değildir.

8. Algılanan Kalite: Algılanan kalite öznel bir özellik olup dolaylı ölçütlere dayanan, ürün veya hizmete yakıştırılan kalitedir. Yani ürünün tüketicilerin zihnindeki imajıdır.

2.1.2. Kalitenin Tarihsel Gelişimi

Kalite tanımı kısmında da açıklandığı üzere kalite ile ilgili yazılı en eski kayıt, M.Ö. 2150 yılına ait Hammurabi Kanunları'nın 229. maddesinde yer alan "Eğer bir inşaat ustası bir ev yapar ve bu ev sahibinin üstüne çökerek ev sahibinin ölümüne neden olursa o inşaat ustasının başı uçurulur." şeklindeki maddedir (Paşaoğlu, 2011: 3). Bunun sonrasında M.Ö. 15. yüzyılda Eski Mısır'da inşaat için kullanılan taş blokların dikliklerinin ve ölçülerinin telden yapılan bir araçla kontrol edilmesi de bir kalite uygulaması olarak değerlendirilmiştir (birendustrimuhendisi, 2020).

Orta Çağ'da ise üretim genel olarak küçük işletme veya atölyelerde ustalar (zanaatkârlar) tarafından gerçekleştirilmekte ve ürünlerin kalitesinden de yine bu ustalar sorumlu olmaktadır. 13. yüzyılda Avrupa'da, ustaların "lonca" (esnaf birliği, meslek birliği) adı verilen birlikler içinde örgütlenmeye başladıkları görülmektedir. Bu loncalar, yeni ustaların eğitimi, çalışma şartları, üretim detayları ve ücretlerin belirlenmesinin yanında ürün ve hizmetlerde kaliteyi sağlamak adına kurallar geliştirmişlerdi. Denetim kurulları, kusursuz ürünleri özel bir işaret veya sembolle işaretleyerek bu kuralları uyguladılar. Bu dönemde ustaların kendisi de hatalı ürünleri takip edebilmek amacıyla ürettikleri ürünlerin üzerine kendi işaretlerini koymaya başladılar. Bu işaretler zamanla ustaların itibarını gösteren işaretler anlamına gelmeye başladı ve bu denetim işaretleri ve ustalar, müşteriler için kalitenin bir kanıtı olarak algılandı. Bu durum 19. yüzyılın başındaki sanayi devrimine kadar devam etti.

1800'lü yılların başında endüstri devriminin ortaya çıkışıyla birlikte küçük işletmeler, atölyeler ve ustaların yerini fabrikalar almaya başladı. Fabrikaların kurulması ve üretimin buralarda yapılmasıyla birlikte üretim sistemleri karmaşıklaştı ve sanayi devrimi öncesinde ustaların yükümlülüğünde olan kalite sorumluluğu, üretimdeki işçilere geçti. Yine bu dönemde, 1911 yılında ABD'de, Frederick W. Taylor "Bilimsel Yönetim İlkeleri" isimli çalışmasını yayımladı. Taylor, "Taylorizm" adı da verilen ilkeleri ile üretimde verimliliği arttırmak için yönetimde bilimsel ilkelerin nasıl uygulanması gerektiğini açıkladı. Taylor bunun, uzman

mühendislerin fabrika planlamasını yapıp, usta ve amirlerin, bu planları uygulayan müfettiş ve yöneticiler olarak kullanılması ile gerçekleşeceği görüşünü ileri sürdü. Taylor'ın bu yaklaşımı uygulamada verimlilik üzerinde olumlu ancak kalite üzerinde olumsuz bir etki yaptı. Kalitedeki düşüşü gidermek amacıyla, fabrika yöneticileri kusurlu ürünlerin tespiti için denetim departmanları oluşturmaya başladılar. 1905 yılında Henry Ford, 1800'lü yılların sonlarında ABD'de kullanılmaya başlayan seri üretim mezbahalarından esinlenerek, Ford Motor Şirketi'nde montaj hattı adını verdiği seri üretim uygulamasını ilk defa hayata geçirdi ve bu hatta Ford Model T'yi üretti. Burada üretilen otomobillerin parçaları bir montaj hattı üzerinde belirli işleri yapacak olan işçilerin önüne geliyordu. Bu hatlarda çalışan işçiler genelde niteliksiz olup basit montaj işlemlerini yapmaktaydılar. Giderek yaygınlaşan bu montaj hattı modelinde üretilen ürünlerin kontrolünü, hattın sonunda, ürünleri sağlam ve hatalı(bozuk) ürünler şeklinde ayıran muayene elemanları yapmaktaydı. Kalitenin gelişim sürecinde "muayene" aşaması olarak adlandırılan bu uygulama ile müşterilere sağlam olmayan ürünlerin gitmesi engellendi ancak hatalı ürün miktarındaki azalma sağlanamadı ve bu da üreticileri mali yönden olumsuz şekilde etkiledi. Bunun anlaşılması üzerine bu olumsuzluğu gidermek amacıyla ürünlerin kalitesinden sorumlu olan kalite nezaretçilerinin çalışması esasına geçildi. Bu uygulamada, nezaretçiler, üretim sırasında üretimi yapan işçileri denetlemek ve işçilerin uygun şekilde çalışıp hatalı ürünler üretmemesini sağlamaktan sorumluydular. "Kalite kontrol" aşaması olarak adlandırılan bu aşama ile üretim faaliyetlerinin önceden belirlenmiş kurallar çerçevesinde gerçekleştirilerek kalitenin artırılması, hataların azaltılması ve maliyetlerin düşürülmesi amaçlanmıştır.

I ve II. Dünya savaşları sırasında, fabrikalarda ordular için seri olarak üretilen askeri malzeme, cihaz, silah ve mühimmat için kalite büyük önem taşımaya başladı. Zira hatalı üretilmiş bir cihaz, silah veya mühimmat savaşta başarısızlıklara, yenilgilere neden oluyordu. Bu nedenle üretilen her bir ürünün kalitesinin, sağlamlığının kontrol edilmesi zorunluluğu ortaya çıktı. Böylece ürünler üretildikten sonra son bir muayeneden geçirilerek kusurlular ayıklanmaya başlandı. Ancak seri üretimle çok sayıda ürün üretildiğinden bunların kontrolü için çok sayıda kontrol elemanına ihtiyaç duyuldu bu da maliyetleri arttırdı. Buna bir çözüm olmak üzere

1924 yılında matematikçi Walter Shewhart, seri üretim ortamında kalitenin ekonomik olarak kontrolü için “İstatistiksel Kalite Kontrol” kavramını gündeme getirdi. Böylece seri üretimle çok miktarda üretilen ürünlerin tek tek kontrolleri ile ortaya çıkan mali yükü hafifletmek için, örnekleme denetimi kullanılmaya başlandı. Böylece üreticiyi de koruyan istatistiksel kalite kontrol aşamasına geçilmiş oldu.

Toplam kalite (total quality) kavramının ABD’de doğuşu, II. Dünya Savaşı’ndan sonra Japonya’daki kalite devrimine önemli etkileri oldu. Kalite yönetimi ile ilgili olarak II. Dünya Savaşı’ndan sonra Japonya’da 1945 yılında Japon Standartlar Birliği (JIS), 1946 yılında da Japon Endüstriyel Standartlar Komitesi (JISC) kuruldu. II. Dünya savaşından yenik çıkan Japonya’nın o yıllarda üretim için gerekli kaynaklara ulaşması zordu. Üretim için nitelikli iş gücü ve yöneticilere de sahip değildi. Bu nedenle ürettiği ürünlerin kalitesi oldukça düşük ve hurda oranları fazlaydı. O yıllarda Japon ürünleri kalitesizlikleri ile biliniyordu. Japon Bilim Adamları ve Mühendisleri Birliği (JUSE- Japanese Union of Scientists and Engineers), ABD’nin savaştan galip çıkmasında en büyük etken olarak gördükleri üretimde istatistiksel proses kontrol (SPC) yöntemlerinin Japonya’da da yaygın olarak kullanılmasını istediler ve bu nedenle Amerikan Sivil İletişim Birliği’ne (CSS) başvurarak bu konuda bir uzmanın kendilerine önerilmesini istediler. CSS’in bunun için önerisi daha önce de Japonya’da bulunmuş olan W. Edward Demings oldu. Japonların bu öneriyi kabul etmesiyle birlikte Prof. Edward Deming Japonya’ya geldi ve iki aylık bir süre zarfında bir çok Japon mühendis, uzman ve yöneticiye kalite ve istatistiksel proses kontrol konularında seminerler verdi. Deming’in seminerleri ve JUSE’nin takip eden eğitimleri sonrasında Japonlar istatistiksel proses kontrol ve süreç yönetimi konusunda büyük gelişmeler kaydettiler. Ancak bu ilerlemenin üretim hattına yansımada bazı problemler ortaya çıktı. Bu konuda mühendislerin istekli olmalarına karşın iş görenler yöntemin uygulamalarına direniyorlardı. Ayrıca veri toplama teknikleri yetersizdi ve üst yönetim konuya fazla ilgi göstermiyordu. Bunun üzerine JUSE, 1954 yılında kalitenin sağlanmasında yönetimin rolü konulu bir seminer vermesi için, 1951 yılında basılan Kalite Kontrol El Kitabı’nın da yazarı Joseph M. Juran’ı Japonya’ya davet etti. Juran’ın bu ziyareti, Japonların kalite gelişiminde bir dönüm noktası oldu.

Juran'ın seminerleri sonucunda Japonya'da "ürün kalitesi" anlayışından, bütün çalışanların katılımı ile ortaya çıkan "toplam kalite" anlayışına geçildi. Juran seminerlerinde, iyileştirme çalışmalarına yönetimin liderlik etmesi gerektiğini ve bu amaçla bir kalite politikası belirlemesi ve bu politikanın herkes tarafından anlaşılması ve desteklemesi gerektiğini vurguladı. Japonlar, Juran'ın bu önerisinden yararlanmaya başladı ve birçok şirket politika anlayışını kendi organizasyonlarına yerleştirdi. Önceleri kalite politikasının yönetimde belirli bir standart yoktu. Her şirket kendi uygulama modelini geliştirdiğinden uygulamalar farklılık gösteriyordu. Bir süre sonra, bu alanda uygulamalarını başarı ile yöneten şirketlere Deming ödülünün verilmesi kararlaştırıldı. Ödül alan en iyi uygulamaların başka şirketlere örnek teşkil etmesi ile birlikte Japonya'da birtakım genel uygulamalar ve standartlar oluşturulmaya başlandı.

1957 yılında Kaoru Ishikawa'nın yönetim ve operasyonel politikaların önemini anlatan bir makale yayımlaması ve Juran'ın 1960 yılında Japonya'yı ikinci kez ziyareti ve bu süre zarfında gerçekleştirdiği seminerlerinde yönetimin hedef belirleme ve iyileştirme konularındaki sorumluluklarını vurgulaması ile birlikte kalite, hedef ve politikalarının faaliyetler üzerindeki etkisi Japonlar için önem kazandı. Dr. Armand Feigenbaum 1960-1961 yılları arasında kalite kontrol dergisi için verdiği bir seminerle kalite kontrol sistemini Japonya'ya resmi olarak tanıttı. Dr. Feigenbaum Toplam Kalite Kontrolü; "müşteri memnuniyetini hedef alan, daha ekonomik ve standart üretim yöntemleri ile hizmet verebilecek, bütün bir organizasyonun her bir bölümünde kalitenin geliştirilmesini, devamlılığını veya KAIZEN (sürekli gelişim) çabalarını toplamak için etkili bir sistem" olarak tanıttı.

Toplam Kalite Kontrolü uygulamalarında ABD, yönetici ve işçileri dikkate almadan daha çok alt personel faaliyetlerine odaklanırken Japonya'da, Japon Standartlar Birliği ve Japon Bilim Adamları ve Mühendisleri Birliği, üst yönetim, departman yöneticileri, üretim personeli, takım liderleri ve kalite çemberleri üyelerine eğitimler vererek bütün üyelerin katılımıyla kalite sorumluluğunun şirketin bütünüyle hedeflemesi düşüncesini yaygınlaştırılmış ve Japonya'ya özgü Toplam Kalite Kontrol yöntemini ortaya çıkarmıştır. II. Dünya savaşından sonra Japonya'da

tüm bu çalışmaların sonucu olarak daha önce kalitesizlikleriyle bilinen Japon ürünleri kaliteyle özdeşleşmiş ve dünya pazarlarına hâkim olmaya başlamıştır.

Bu gelişmelerin sonrasında ABD'nin otomobil ve elektronik gibi endüstri sektörleri Japonya'nın yüksek kalite rekabetiyle karşılaştı. ABD'nin bu duruma tepkisi, daha önce istatistik üzerine yoğunlaşan yaklaşımını tüm organizasyonu kapsayan toplam kalite yönetimi (Total Quality Management – TQM) anlayışıyla değiştirmek oldu.

20. yüzyılın son on yılında toplam kalite yönetimi, iş dünyasındaki önemli birçok yönetici tarafından geçici bir moda olarak algılandıysa da bu kavram ve pratikleri bugüne kadar uzanan süreçte tutulmuş ve yaygınlaşmıştır.

Kalite hareketi, 21. yüzyılın başlarından bugüne “toplam kalite ötesi” (beyond total quality) anlayışıyla olgunlaşmıştır. Yeni kalite sistemleri Deming, Juran ve Japon uygulayıcılarının attığı temeller üzerinden evrimleşmiş; üretim/imalat sektörlerini aşarak hizmet, sağlık, eğitim sektörlerine ve kamusal sektörlere de taşınmıştır.

(Kaynak: bilkalite, 2020; asq.org, 2020; ozyazilim, 2020; cndmr.wordpress, 2020; yalinplatform.wordpress, 2020)

2.2. Kalite Maliyetlerinin Sınıflandırılması ve Etkileşimi

2.2.1. Kalite Maliyeti Kavramı

Maliyet, bir değer veya bir ürün ortaya çıkıncaya kadar harcanan çabanın, yapılan çalışmaların parasal karşılığıdır (Kefe ve Tanış, 2014: 47). Bu anlamda işletmelerin ürettikleri ürün veya hizmetlerde kaliteyi sağlamak için yapmış oldukları çalışmaların da bir maliyeti olacaktır. Bu maliyet, kaliteli olmak amacıyla harcanan çabaların ve yapılan çalışmaların parasal karşılığını gösteren “kalite maliyetleri”dir (Demir ve Mazman İtik, 2015: 246).

Kalite maliyetleri, müşteri ihtiyaç ve beklentilerini veya tasarım aşamasında belirlenmiş özellikleri karşılayamayan ürün veya hizmetlerin ortaya çıkmasını

engellemek ve gerekli olan faaliyetleri analiz etmek için yapılan çalışmaların maliyetleri ile ürün veya hizmetin müşterilere ulaşmasından sonra ortaya çıkan uygunsuzlukların sebep olduğu kayıpların toplamıdır (Woolf ve diğ., 1988, Aktaran: Bozdemir ve Ulu, 2017: 25). Başka bir deyişle, kalite maliyetleri; ortaya çıkabilecek hataları önlemek amacıyla yapılan çalışmaların, planlı kalite kontrollerinin ve ürünlerin üretimi sırasında veya müşteriye tesliminden sonra görülen hataların sonucunda ortaya çıkan maliyetlerdir (Yükçü, 1999: 90).

Geleneksel anlamda kalite maliyetleri, “kalite güvence sistemini yönetme maliyetleri” olarak tanımlanırken, günümüzde modern anlamda kalite maliyetleri “kalite sisteminin planlanması, uygulanması, korunması ve geliştirilmesi sonucunda ortaya çıkan maliyetler” olarak tanımlanmaktadır (James, 1996; Aktaran: Bozdemir ve Ulu, 2017: 25).

Türk Standardları Enstitüsü (TSE) tarafından tanımlanan kalite maliyetleri, ürün veya hizmetin ölçülebilir sonuçları olarak; ortaya çıkabilecek hataları önlemek amacıyla yapılan çalışmalar, planlı kontrol ve analizler ile üretimden ve ürünün müşteriye tesliminden sonra görülen hatalar sonucunda ortaya çıkan maliyetler şeklinde ifade edilmiştir (Topal, 2000, Aktaran: Kefe ve Tanış, 2014: 47-48).

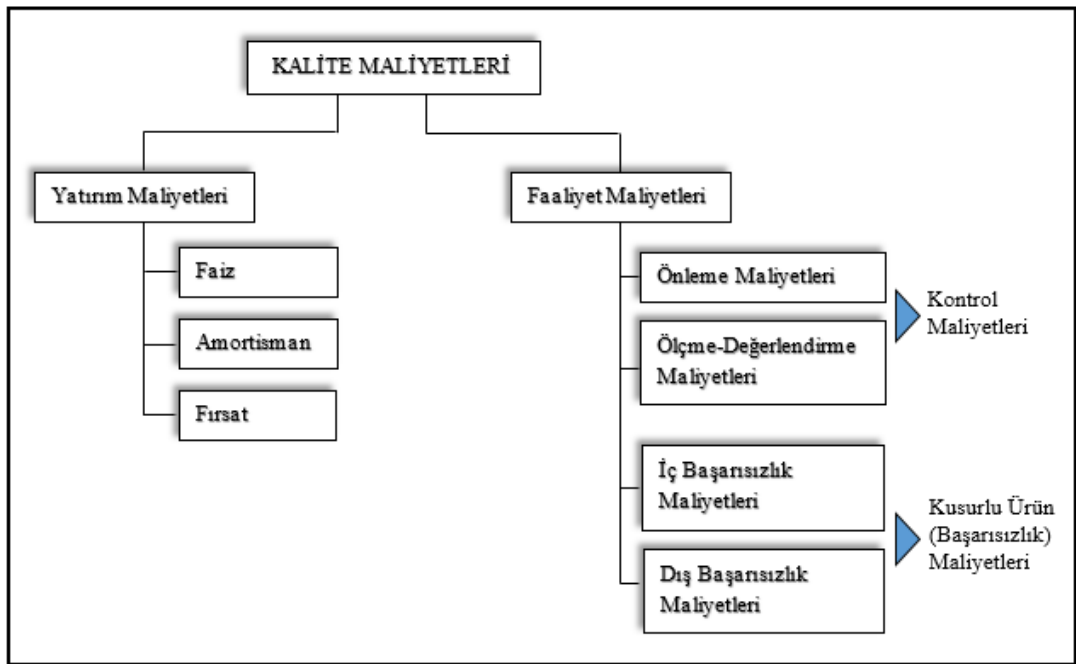
2.2.2. Kalite Maliyetlerinin Sınıflandırılması

Kalite maliyetleri ile ilgili olarak literatürde temel teşkil eden ilk yayım Joseph Juran’ın 1951 yılında yayımladığı Kalite Kontrol El Kitabı (Juran’s Quality Handbook)’dır (Yıldırım ve Saylık, 2009: 241). Juran bu kitabında, ilk defa kalite maliyetleri ve kalite ekonomisi kavramlarından söz etmiş ve kalite maliyetlerinin grafiksel modelini ortaya koymuştur (Schiffauerova ve Thomson, 2006: 4). Bunun sonrasında Dr. Armand Feigenbaum 1956 yılında yayımladığı “Toplam Kalite Kontrol” simli kitabında kalite maliyetlerini önleme, değerlendirme ve başarısızlık (iç ve dış başarısızlık) olmak üzere üç başlık altında incelemiştir. Bu sınıflandırma şekli, kelimelerin İngilizce karşılıklarının baş harflerinden oluşan PAF (prevention-appraisal-failure) modeli olarak adlandırılmış ve tüm dünyada kabul görmüştür. Sonradan bu modele, yeni maliyet unsurları eklenmekle birlikte kalite maliyetlerinin sınıflandırılmasında aynı şekilde kalmıştır (Akgün, 2005, Aktaran: Alıcı, 2007: 33).

Bu sınıflandırma günümüzde hâlâ en yaygın olarak kullanılan modeldir (Yıldırım ve Saylık, 2009: 241). Feigenbaum ve Juran'ın PAF modeli, American Society for Quality Control (ASQC) ve British Standard Institute (BS6143, 1990) tarafından da kabul edilmiştir (Schiffauerova ve Thomson, 2006: 4).

Armand Feigenbaum'un PAF modeline, maliyet öğelerinin de eklenmesiyle oluşan "Kalite Maliyetleri" genel anlamda Şekil 1'deki gibidir.

Şekil 1. Kalite Maliyetleri



(Kaynak: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 42)

2.2.2.1. Yatırım Maliyetleri

Şekil 1'de yer alan yatırım maliyetleri; laboratuvar, ölçme ve muayene ekipmanları, bina ve tesisat için yapılan harcamalara ait faiz, amortisman ve fırsat maliyetleri şeklindeki maliyetlerdir (Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 42).

2.2.2.2. Faaliyet Maliyetleri

Faaliyet Maliyetleri; önleme, ölçme-değerlendirme, iç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyetleri olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır. Bunlardan önleme ve ölçme-değerlendirme maliyetlerine genel anlamda "kontrol maliyetleri", iç ve dış

başarısızlık maliyetlerine ise “kusurlu ürün” veya “başarısızlık maliyetleri” adı verilmektedir.

2.2.2.2.1. Önleme Maliyetleri

Ürün veya hizmet üretimi sırasında ortaya çıkabilecek uygunsuzlukları önceden belirleyip önlemek amacıyla, işin başlangıcında, özel olarak tasarlanmış; kalite planlaması, kalite eğitimleri, kalite denetimleri, kalite iyileştirme programları, kalite ölçüm ve test cihazlarının tasarımı, geliştirilmesi, kalibrasyonu şeklinde yapılan çalışmalara ait maliyetlerdir.

Önleme maliyetleri, ürün veya hizmet üreten çalışanların, üretim süreci içinde, ilk andan itibaren işlerini hatasız olarak yapmalarını sağlamak suretiyle üretim prosesi sonunda ortaya, kalite spesifikasyonlarını karşılayamayan, kusurlu bir ürün veya hizmet çıkması engellemek amacıyla yapılan çalışmalara ait maliyetlerdir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar, ölçme-değerlendirme ve başarısızlık maliyetlerinin azalmasını da sağlarlar. Aslında kaliteyi arttırmaya ve hataları önlemeye yönelik olarak yapılan her çalışma ve alınan her önlem, önleme maliyetleri içerisinde değerlendirilmelidir (Sipahi ve Yıldırım, 2004, Aktaran: Demir ve Mazman İtik, 2015: 247).

Önleme maliyetleri genel olarak aşağıdaki çalışmaları kapsamaktadır (Bozkurt, 2003, Aktaran: Albez, Korkulu ve Yılmaz, 2016: 1567; Alıcı, 2007: 50; Yükçü, 1999: 95-96);

a) Kalite Planlama: İşletmede genel bir kalite politikası oluşturmak amacıyla yapılan kalite sisteminin planlanması ve ürün tasarımı ile müşterilerin kalite ile ilgili ihtiyaç ve beklentilerini belirli ölçü ve standartlara bağlamak için yapılan çalışmaların maliyetleridir. Kalite planı, kontrol planı, güvenilirlik planı ve diğer özel planların oluşturulmasına yönelik tüm çalışmaları kapsar. Bu kategoriye bu politikaları oluşturacak kişilerle temasa geçmenin maliyetleri de eklenebilir.

b) Kalite Ölçüm ve Test Ekipmanlarının Tasarımı ve Geliştirilmesi: Üretilen veya üretilecek olan ürünlerde yer alan hammaddelerin alımı sırasında test edilmesi

amacıyla kullanılacak ölçüm ve test ekipmanları ve donanımların tasarımı ve geliştirilmesi için yapılan çalışmaların maliyetleridir. Bu maliyetlere, ilgili ekipmanların sermaye ve amortisman maliyetleri dahil değildir.

c) Kalitenin Gözden Geçirilmesi ve Tasarımın Doğrulanması: Hammadde veya malzemelerin istenilen kalite özelliklerinde olup olmadığının ve ürünlerin tasarımlarının kontrolü için yapılan çalışmaların maliyetleridir.

d) Kalite Ölçme ve Test Ekipmanının Kalibrasyonu ve Bakımı: Ölçme ve test ekipmanlarının işletme içinde veya dışında yaptırılan kalibrasyon ve bakım işlemlerinin giderleri ile uzman personelin bununla ilgili işler için harcamış olduğu zamanın maliyetleridir.

e) Kalite Değerlemede Kullanılan Üretim Ekipmanının Kalibrasyon ve Bakımı: Kalite kontrolü için kullanılan ölçme ve test ekipmanı dışında, üretimde kullanılmakta olan makine, kalıp, basınç ve sıcaklık sensörleri gibi ekipmanların kalibrasyon ve bakım giderleridir.

f) Tedarikçi Garantisi: Üretilen ürünlerde kullanılacak olan hammadde ve malzemeleri gönderen tedarikçinin, istenilen şartlara ve özelliklere göre, istenilen sürede teslimat yapıp yapmadığı ile ilgili denetleme ve değerlendirme çalışmalarına ait maliyetlerdir. Tedarikçilerin değerlendirilmesi, seçilmesi ve tedarikçilerle yapılan anlaşmalar gibi konularda yapılan çalışmalara ait maliyetler bu kapsamda yer almaktadır.

g) Kalite Eğitimi: Kalite eğitimi ile programlarının hazırlanması, uygulanması, katılım ve geliştirmesi ile ilgili maliyetlerdir.

h) Kalite Denetimi: Kalite denetimlerinin planlanması, programlanması, uygulanması ve uygulama sonrasında raporlar oluşturulması şeklindeki çalışmalara ait maliyetlerdir.

i) Kalite Verilerinin Analizi ve Değerlendirilmesi: Üretim sırasında ortaya çıkabilecek uygunsuzlukları, hataları önlemek amacıyla verilerin elde edilmesi, analizi ve raporlar oluşturulması şeklinde yapılan çalışmalara ait maliyetlerdir.

k) Kalite İyileştirme Programları: Üretimde kaliteyi yükseltmek amacıyla motivasyonu ve verimliliği arttırma, uygunsuzlukları önleme, artık üretimini azaltma gibi çeşitli programların oluşturulması, uygulanması, izlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi için yapılan çalışmalara ait maliyetlerdir.

l) Pazarlama Maliyetleri: İşletmenin üretecek olduğu ürün ile ilgili olarak müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan pazar araştırma çalışmalarına ait maliyetlerdir.

2.2.2.2.2. Ölçme-Değerlendirme Maliyetleri

Ölçme-değerlendirme maliyetleri, ürün veya hizmetlerin, tasarım aşamasında belirlenen ölçütlere ve şartlara uygun olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan ölçme ve denetleme çalışmalarına ait maliyetlerdir. Bu aşamada kusurlu ürünlerin tespitinden sonra yapılan yeniden işleme, bakım onarım ve yeniden kontrol gibi işlemlerin maliyeti, ölçme-değerlendirme maliyetlerine dahil değildir. Ölçme-değerlendirme aşamasında bazı uygunsuzlukların tespit edilmesi, üretimin ileriki safhalarında kalite maliyetlerinin yükselmesini engelleyecek ve daha etkili ve verimli test tekniklerinin geliştirilmesine katkıda bulunacaktır (Demir ve Mazman İtik, 2015: 248).

BS 6143 Standartlarında ölçme-değerlendirme maliyetleri; kalite kontrol işleminin herhangi bir safhasında, istenilen kaliteye ulaşmak amacıyla yapılan kalite kontrolü ve kalite doğrulaması gibi tüm değerlendirme maliyetlerinin toplamı olarak ifade edilmiştir (Yükçü, 1999, Aktaran: Alıcı, 2007: 53).

Ölçme-Değerlendirme maliyetleri genel olarak aşağıdakilerden oluşmaktadır (Bozkurt, 2003, Aktaran: Toraman, 2010: 40-41; Alıcı, 2007: 54; Albez, Korkulu ve Yılmaz, 2016: 1567);

a) Üretim Öncesi Doğrulama: Üretimde kullanılacak olan hammadde ve yarı mamul gibi malzemelerin, üretime gönderilmeden hemen önce, istenilen özelliklerde olup olmadığının tespiti için yapılan ölçme ve test çalışmalarının maliyetleridir.

b) Girdi (Teslim Alma veya Kabul) Muayenesi: İşletme dışından satın alınan ve üretim sırasında kullanılacak olan hammadde, yarı mamuller, çeşitli parçalar ve malzemeler ile hizmetlerin işletmeye girişinde yapılan uygunluk testlerine ve kontrollere ait maliyetlerdir.

c) Laboratuvar Kabul Testi: Üretilecek ürünlerde yer alacak olan hammadde ve yarı mamul şeklindeki malzemelerin, belirlenmiş şartlara göre uygunluklarının test edilmesi, değerlendirilmesi için laboratuvarda yapılan testlere ait maliyetlerdir.

d) Kontrol ve Test: Üretim sürecini tamamlayıp müşteriye gönderilme aşamasına gelmiş olan ürünlerin kalitesi ile ilgili olarak yapılan test ve kontrollere ait maliyetlerdir. Test ve kontrolü yapan çalışanların ücretleri de bu kapsamda yer almaktadır.

e) Kontrol ve Test Ekipmanları: Kontrol ve test için kullanılan ekipmanların amortisman maliyetleri ile bu ekipmanların bakım ve kalibrasyonuna ait maliyetler bu kapsamda yer almaktadır.

f) Kontrol ve Testler Süresince Tüketilen Materyaller: Üretilen ürünlerin kontrolü ve test edilmesi sırasında kullanılan malzemelerin ve materyallerin maliyetleridir.

g) Test ve Kontrol Sonuçlarının Analizi ve Raporlanması: Üretilen ürünlerin müşteriye gönderilmeden önce kalite gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığını belirlemek amacıyla yapılan kontrol ve test sonuçlarının analizi ve raporlanmasına ait maliyetlerdir.

h) Saha Performans Testi (Alan Başarı Testi): Bazı durumlarda müşteriler, alacakları ürünleri kendi ortamlarında da test ettirmek isterler. Bu amaçla üretilen ürünlerin maliyetleri ile yapılacak testler ve kullanılacak ekipmanlarla ilgili maliyetlerdir.

ı) İzin ve Tasdikler: Ürünlerin üretilmesi için alınacak izinler ve belgeler ile ilgili maliyetlerdir.

k) Stok Değerlendirme: Stoklarda bulunan ürünlerin kalitesinin test edilmesi ile ilgili maliyetlerdir. Bu tür ürünlerin test edilmesi sırasında kullanılacak kontrol malzemeleri ve ekipmanları ile ilgili maliyetler bu gruba dahil edilebilir.

l) Kayıtların Saklanması: Üretilen ürünlerin kalite yönünden uygunluğu konusunda yapılan test ve kontrol sonuçlarının kaydedilmesi ve bu verilerin muhafaza edilmesi ile ilgili maliyetlerdir.

2.2.2.2.3. Uygunsuzluk (Başarısızlık) Maliyetleri

Uygunsuzluk (başarısızlık) maliyetleri, üretim sürecinin herhangi bir aşamasında, tasarım aşamasında belirlenmiş olan kalite standartlarından ve kalite hedeflerinden sapmalar sonucunda ortaya çıkan kusurlu ürünler nedeniyle katlanılan maliyetlerdir. Bozuk, artık durumda olan, yeniden üretime girmesi gereken veya müşteriye ulaştığında şikâyete neden olabilecek olan ürünler başarısızlık maliyetlerini oluştururlar (Feigenbaum, 1956, Aktaran: Kefe, 2013: 35). Düşük kalitenin bir sonucu olarak ortaya çıkan bu maliyetler, bazı işletmelerde nedenleri anlaşılammakta olduğundan ve bir fabrikayı finanse edebilecek tutarlara kadar yükselebildiğinden “gizli fabrika” olarak da adlandırılmaktadır (Dahlgaard ve diğerleri, 1992, Aktaran: Alıcı, 2007: 54).

Kalite bilincinden yoksun ilkel kalite anlayışıyla üretim yapmaktan kaynaklanan bu tür maliyetlerin giderilmesi mümkündür (Kırılıoğlu, 1198, Aktaran: Toraman, 2010: 41).

Başarısızlık maliyetlerinin ölçümünde aşağıdaki aşamalar izlenir (DeFeo, 2001, Aktaran: Alıcı, 2007: 54-55);

- Düşük kalite nedeniyle ortaya çıkan faaliyetlerin belirlenmesi,
- Maliyetlerin nasıl tahmin edileceğine karar verilmesi,
- Maliyetlerle ilgili bilgilerin elde edilmesi ve maliyetlerin tahmin edilmesi,
- Sonuçların analizi ve bir sonraki aşamaya karar verilmesi.

Uygunsuzluk (başarısızlık) maliyetlerini, iç başarısızlık maliyetleri ve dış başarısızlık maliyetleri şeklinde iki başlık altında incelemek mümkündür (Kefe ve Tanış, 2014: 48);

a) İç Başarısızlık Maliyetleri

İç başarısızlık maliyetleri, işletmenin üretmiş olduğu ürünlerden tasarım aşamasında belirlenmiş olan kalite özelliklerini karşılayamayan, kusurlu olanların tüketiciye sunulmadan önce tespit edilmesi ve bunlar için düzeltme veya iyileştirme gibi bazı çalışmalar yapılmasıyla ortaya çıkan maliyetlerdir.

Üretim süreci içinde veya sonrasında yapılan kontrollerde tespit edilen, müşteriye gönderilemeyecek durumda olan ve hurda, fire veya ıskarta olarak adlandırılan yarı mamul ve ürünler bu maliyetleri oluşturmaktadırlar. Bunun yanında hatalı üretim nedeniyle boşa harcanmış olan malzeme ve işçilik giderleri de bu maliyetler içinde yer almaktadır.

İç başarısızlık maliyetleri için alınacak önlemler dış başarısızlık maliyetlerini azaltacaktır. İç başarısızlık maliyet kalemleri şu şekilde sıralanabilir (Yükçü, 1999, Aktaran: Toraman, 2010: 42-44; Alıcı, 2007: 55-56; Albez, Korkulu ve Yılmaz, 2016: 1569);

1. **Hurda (Artık) Maliyetleri:** Tasarım aşamasında belirlenmiş kalite ile ilgili şartları ve özellikleri karşılayamayan ve tekrar üretim sürecine girmesi de mümkün olmayan, kusurlu ürünlerle ilgili olarak ortaya çıkan maliyetlerdir. Bu tür ürünler için hammadde ve malzeme maliyetleri yanında, direkt işçilik ve genel üretim giderlerine ait maliyetler de bu maliyetler kapsamında değerlendirilir.
2. **Yerine Koyma, Yeniden Üretim ve Onarım:** Kalite ile ilgili şartları ve özellikleri karşılayamayan, kusurlu ürünlerin yeniden üretim sürecine alınması veya bu tür ürünlerin onarılması ile ortaya çıkan maliyetlerdir. Yeniden üretim için kullanılacak hammadde, işgücü, makine saati ile onarım işlemleri sırasında kullanılacak makineler ve işgücü ile ilgili maliyetlerdir.

3. **Sorunların Çözülmesi veya Kusur/Eksiklik Analizi:** Uygun olmayan ürünlerin neden ve nasıl oluştuğunun belirlenebilmesi için yapılan araştırmaların ve analizlerin maliyetleridir.
4. **Tekrar Testi Maliyeti:** Müşterilere gönderilemeyecek durumdaki kusurlu ürünlerin tekrar üretim sürecinden geçmelerinin ardından yeniden kontrol ve teste tabi tutulmalarıyla ortaya çıkan maliyetlerdir. Bu maliyetlerin ölçme-değerlendirme maliyetlerindeki kontrol ve test maliyetlerinden ayrılması gerekir. Ölçme-değerlendirme maliyetlerine ait kontrol ve test maliyetleri üretim sürecinden ilk defa çıkmış ürünlere\hizmetlere ait kontrol ve test maliyetlerini içerirken tekrar testi maliyetleri, kusurlu ürünlerin\hizmetlerin tekrar üretimden geçirilmelerinin ardından kalite uygunluğunu belirlemek amacı ile yapılan kontrol ve testlere ait maliyetleri içermektedir.
5. **Kontrol ve Test Tekrar Maliyeti:** Kusurlu ürünler yeniden üretildikten sonra tekrar kontrol ve testlere tabi tutulurlar. Bu sırada kullanılan ekipman ve makinelerle ilgili maliyetlerdir.
6. **Taşeronun Hatası:** Taşeronun veya tedarikçinin sipariş edilen malzeme, hammadde veya yarı mamulü zamanında getirmemesi veya getirdiği malzeme, hammadde veya yarı mamulün kalite, miktar veya performans gibi yönlerden istenilen özelliklerde olmaması nedeniyle ortaya çıkan hatalardan kaynaklanan maliyetlerdir.
7. **Değişim İzinleri ve İmtiyazlar:** Bazı ürünlerin üretimi veya üretimde olan ürünler için değişim izni gerekmektedir. Bu izinleri alma maliyetleri bu maliyet türü kapsamında değerlendirilir.
8. **Kalite Uygunsuzluğundan Doğan Kazanç Kaybı:** İstenilen kalitede üretilmemiş kusurlu ürünler, kaliteli, sağlam ürünlere göre daha düşük fiyatla satılabilmektedir. Ürünlerin normal satış fiyatı ile kusurlu ürünlerin satış fiyatı arasındaki fark kalite uygunsuzluğundan doğan kazanç kaybı olarak adlandırılır.
9. **Zaman Kayıpları:** Kusurlu ürünlerin yeniden üretilmesi veya tamiri ile onarılamayacak durumdaki hurda (artık) sınıfına giren ürünler için harcanan ek zamanın maliyetidir.

b) Dış Başarısızlık Maliyetleri

Dış başarısızlık maliyetleri, ürünlerin veya hizmetlerin müşteriye ulaşmasından sonra kusurlu olduğunun ortaya çıkmasıyla ürünü veya hizmeti üreten işletmeye getirdiği maddi kayıplar şeklindeki maliyetlerdir. Bu maliyetler, ürün veya hizmetlerin, müşterilerin kalite gereksinimlerini karşılayamaması nedeniyle ortaya çıkar (Besterfield, 1990, Aktaran: Yumuk ve Oğuzhan, 2005: 4). Kabul edilmeyen ve iade edilen ürünler, satış ve prestij kaybı, yenileme maliyetleri, garanti maliyetleri, müşteri şikâyetleri ile ilgili işlemler, yetersiz hizmetlerden dolayı müşterinin üstlendiği giderler v.b. buna örnektir (Yumuk ve Oğuzhan, 2005: 4).

Dış başarısızlık maliyetleri; satış, müşteri, prestij ve güven kaybı gibi önemli bir kısmı görünmeyen ve ölçülmesi zor hatta imkansız olan maliyetler olup kalite maliyetleri içinde en yüksek tutarlara ulaşan maliyet türüdür (DeFeo, 2001, Aktaran: Alıcı, 2007: 56).

Dış başarısızlık maliyetleri, ürün veya hizmetlerin müşteriye ulaşmasından sonra ortaya çıkmakta ve dolayısıyla müşteriye doğrudan etkilemektedir. Uzun dönemde işletmelerin rekabet avantajı elde edebilmeleri ancak müşteri memnuniyetinin sağlanması ile mümkün olabilir. Bu nedenle dış başarısızlık maliyetlerinin işletmelerde mümkün olduğunca düşük seviyede tutulması gerekmektedir (Alıcı, 2007: 56).

Dış başarısızlık maliyetleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Alıcı, 2007: 56-57; Top ve Karabinar, 2013: 60-61);

1. **Şikâyetler:** Müşteri şikâyetlerinin araştırılması, tespit edilmesi ve çözümlenmesi veya müşterilerin sorunlarının giderilmesi amacıyla yapılan çalışmalarla ortaya çıkan maliyetlerdir.
2. **Garanti Süreci İçinde Yerine Getirilen Yükümlülükler:** Sorunlu, kusurlu ürünlerin garanti süresi içinde onarılması, onarılamayacak durumda olanların yenileriyle değiştirilmeleri sonucunda ortaya çıkan maliyetleridir.
3. **Kabul Edilmeyen ve İade Edilen Ürünler:** Satılan ürünlerin müşteri ihtiyacına veya isteğine uygun olmaması nedeniyle üreten firmaya iade

edilmesinden veya müşterinin ürünü almayı kabul etmemesinden kaynaklanan maliyetlerdir.

4. **Uzlaşma:** Üretici firma, istenilen kalitede üretilmediği ürünleri satabilmek için müşteriler ile anlaşarak ürünü daha düşük fiyattan satabilir. Bu şekilde müşteriye tanınan ayrıcalıklar nedeniyle ortaya çıkan maliyetlerdir.
5. **Satış Kaybı:** Müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerine cevap verilememesi nedeniyle üretilen ürünlerin satışında ortaya çıkan azalmadır.
6. **Müşteri ile Temas Sağlama Maliyetleri:** Satılan ürünle ilgili bir sorun ortaya çıktığında ürünü satın alan müşterilerle yapılan telefon görüşmeleri, yazışmalar gibi müşterilerle iletişim için katlanılan maliyetlerdir.
7. **Ürün Sorumluluğu:** Firmanın ürettiği kusurlu ürünlerin, müşterilerin kullanımını sırasında neden olduğu zararların davalar sonrasında karşılanması ve bu tazminatlar için ödenen sigorta primi ücretleridir.
8. **Tazminatlar:** Kusurlu ürünlerin müşterilerde yol açtığı zararların karşılanması için müşterilere ödenen tazminatlardır.

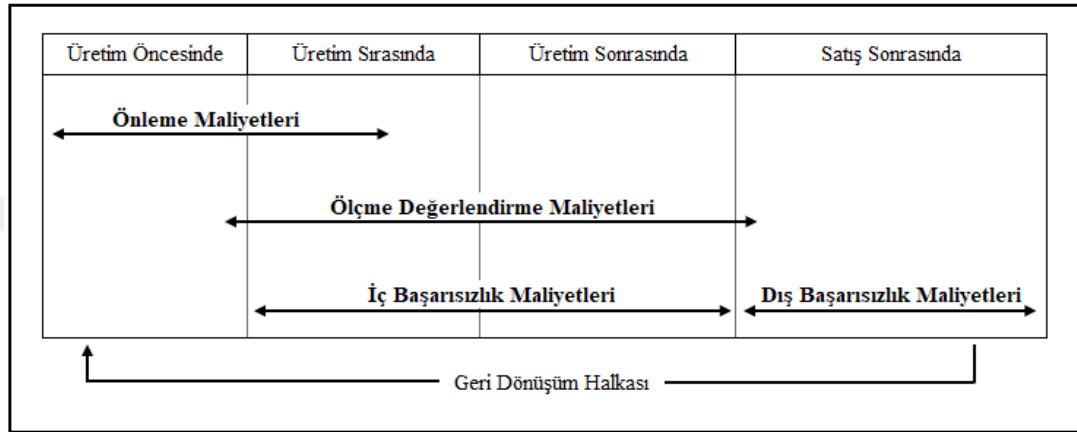
Kalite maliyetlerinin yukarıda açıklanan PAF modeline göre sınıflandırılması ile ilgili olarak bazı eleştiriler de yapılmaktadır. Bu eleştirilerden bazıları aşağıda sıralanmıştır (Porter ve Rayner, 1992, Aktaran: Toraman, 2010: 45);

- İşletmelerdeki kalite maliyetlerinin, yukarıda açıklandığı gibi önleme, ölçme-değerlendirme iç ve dış başarısızlık maliyetleri şeklinde ayrıştırılıp sınıflandırılması her zaman mümkün olmayabilir.
- İşletmelerde, kalite ile ilgili yapılan çalışmaların hangilerinin kalite problemlerini önlemeye yönelik olduğunun tespiti zordur. Yönetimsel olarak yapılan birçok faaliyet kalite iyileştirme amacına yönelik olarak yapılmaktadır.
- Bu modeldeki dış başarısızlık maliyetlerinde yer alan satış, müşteri, prestij ve güven kaybı gibi maliyet unsurlarının sayısal olarak ölçülmesi oldukça zor, hatta çoğu zaman imkânsızdır.
- Kalite maliyet modeli, kalite maliyetlerini sınıflandırıp, azaltmaya çalışırken, kalitedeki yükselişin fiyat ve satışlar üzerindeki pozitif katkısını düşünmemektedir.

- Modelde, önleme maliyetleri için yapılan harcamaların diğer kalite maliyetlerinin azalmasını sağlayacağı varsayılmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar firmaların kalite maliyetlerini, önleme harcamaları yapmadan da azaltabileceklerini göstermektedir.

2.2.3. Kalite Maliyetlerinin Etkileşimi

Şekil 2. Kalite Maliyetleri – Zaman Evreleri



(Kaynak: Yıldıztekin, 2005: 406)

Yukarıda detaylarıyla açıklanmış ve Şekil 2’de de üretim sürecinin hangi aşamasında ortaya çıkmış olduğu görülen önleme, ölçme-değerlendirme, iç ve dış başarısızlık şeklindeki kalite maliyet sınıfları birbirleriyle ilişkili olup, birbirini ters yönde etkilemektedirler.

Önleme ve ölçme-değerlendirme maliyetlerine yapılan yatırım, dolayısıyla bu maliyet sınıflarındaki artış, iç ve dış başarısızlık maliyetlerinin azalmasını sağlamaktadır. Kontrol maliyetleri olarak da adlandırılan önleme ve ölçme-değerlendirme maliyetleri, ürün kalitesini pozitif yönde artırırken; iç ve dış başarısızlık maliyetleri ürün kalitesini negatif yönde arttırmaktadır. Geleneksel kalite maliyetlemede kalite maliyetleri, satışların % 4-5’ini oluştururken, finansal açıdan ölçümü ve analizi zor olan maliyetler hesaba katıldığı zaman kalite maliyetlerinin satışlara olan oranı % 15-25’e kadar yükselebilmektedir (Kefe ve Tanış v.d., 2014: 49).

2.3. Kalite Maliyetlerinin Ölçümü ve Raporlanması

Kalitenin firmalar arasındaki rekabette önem kazanması sonucunda firmaların bu konuda yatırımlar yapmaları ve kalite maliyetleri olarak adlandırılan bu yatırımların toplam maliyetler içerisinde önemli bir paya sahip olduğunun anlaşılmasıyla birlikte kalite maliyetlerinin ölçülmesi ve yönetilmesi konusu da önem kazanmıştır. İşletmelerin kalite maliyetlerinin yönetimi konusunda doğru kararlar alabilmeleri için kalite maliyetlerini doğru ölçmeleri ve kalite maliyet sınıfları arasındaki ilişkileri iyi analiz etmeleri gerekmektedir.

Kalite maliyetlerinin ölçümü ve raporlanması; işletmelerde kalite sisteminin işleyişinin, kalite ile ilgili olarak hangi alanlarda sorunlar yaşandığının, kalite hedeflerine ulaşıp ulaşılamadığının anlaşılmasına yardımcı olmakta, yöneticilerin kalite ile ilgili olarak aldıkları kararların ve yapmış oldukları yatırımların yerinde olup olmadığını görmelerini ve gelecekte kalite hedeflerinin nasıl olması, hangi maliyet unsurlarına yatırım yapmaları gerektiğini daha kolay bir şekilde belirlemelerini sağlamaktadır.

İşletmelerde kalite maliyetlerinin ölçülmesi ve üst yönetim tarafından gelecekte yapılacak yatırımlarla ilgili olarak bir karar verme unsuru olarak kullanılabilmesi için sırasıyla kalite maliyet sisteminin kurulması, kalite maliyetleri ile ilgili bilgilerin toplanması, analiz edilmesi ve bunlara göre raporlar oluşturulması veya tahmin çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bunlara ait detaylar aşağıda açıklanmıştır.

2.3.1. Kalite Maliyet Sistemi

Kalite maliyet sistemi, hem üretim, hem de hizmet sektöründeki işletmeler tarafından kalite gelişimini takip etmek ve maliyet etkinliğini sağlamak amacıyla kullanılır. Bu sistem, işletmenin her seviyesindeki yöneticiye rasyonel kararlar alabilmeleri için gereken bilgileri sağlar (Özbirecikli, 2001: 83). Kalite maliyet sisteminden beklenen, güvenilir veriler ile hesaplanan kalite maliyetlerinin, sistemin değerlendirilmesini sağlayacak şekilde analiz edilmesidir (Özbirecikli, 2001: 94).

Genel anlamda kalite maliyet sisteminin amaçları aşağıda sıralanmıştır (Sönmez, 2005: 93);

- Doğrudan başarısızlık maliyetlerine odaklanarak bu maliyetleri ortadan kaldırmaya çalışmak.
- Kaliteyi yükseltmek için önleme maliyetlerine yatırım yapmak.
- Sonuçlardaki başarıya göre ölçme-değerlendirme maliyetlerini azaltmak.
- Daha fazla iyileştirme sağlamak amacıyla önleme ve ölçme-değerlendirme maliyetlerine ilişkin faaliyetleri sürekli olarak değerlendirmek ve geliştirmek.
- Başarısızlık maliyetlerini kaynağında önlemek amacıyla, tasarım ile ilgili çalışmalara önem vermek.
- Elde edilen toplam kalite maliyetlerine ilişkin veriler doğrultusunda kalitesizliğin işletmeye yüklediği ek maliyetleri yöneticilere göstermek ve çalışanları sürekli gelişme için motive etmek.
- Kalite maliyetlerinin mevcut durumunun ve geleceğe yönelik planların yönetime açıklanarak, yönetimin desteği sağlanması.
- Toplam kalite yönetimi araçlarından faydalanılarak bilgilerin yöneticilere sunulması, önceliklerin belirlenmesi ve yöneticilerin alacakları doğru kararlar sonucunda etkinlik ve verimliliğin artırılması.

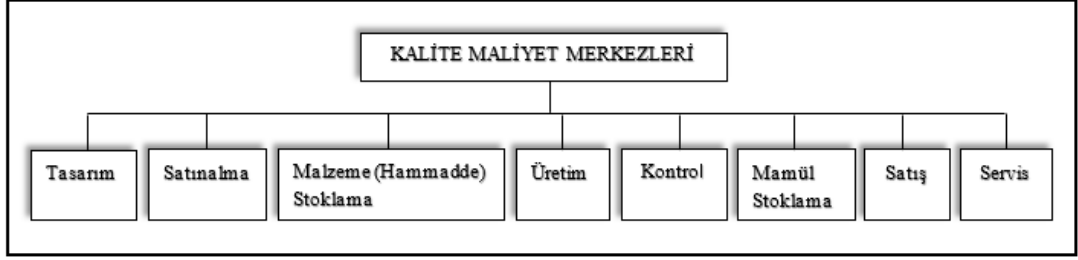
İyi bir kalite maliyet analizi için, iyi bir kalite bilişim sistemi ve maliyet muhasebesi değerlerine ihtiyaç vardır. Kalite maliyet sistemi, mevcut muhasebe sisteminden en fazla yararlanabilecek biçimde tasarlanmaktadır (Özenci ve Cunbul, 1993, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 53).

İşletmelerde kalite maliyet sistemi oluşturulurken izlenmesi gereken adımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Doğan, 2000, Aktaran: Toraman, 2010: 47-48);

- Kalite maliyetlerinde ölçme-değerlendirmenin önemini ortaya çıkarmak için iç ve dış başarısızlık maliyetlerinin mevcut durumu ve önleme ve ölçme-değerlendirme faaliyetlerine ait durum, parasal değerini gösterecek şekilde ortaya konulmalıdır.
- Kalite maliyetlerinin mevcut durumu ve geleceğe yönelik planlar yönetime açıklanmalı ve yönetimin desteği sağlanmalıdır.
- Kalite maliyet grupları belirlenmeli, mevcut veri toplama yöntemleri, formlar ve raporlar incelenmeli ve bunlara göre veri toplama ve işleme yöntemleri saptanmalı, raporlama çalışmalarını yapacak proje ekibi oluşturulmalı ve yetkilendirilmelidir.
- Daha önce bu alanda yapılan çalışmalar ile malzeme ve bilgi akışları incelenmeli, kalite maliyetleri tanımlanmalı ve sınıflandırılmalıdır.
- Kalite maliyeti analizine katılmalarını sağlamak için çalışanlara eğitimler verilmelidir.

İşletmelerde, mamul maliyetlerinin hesaplanmasıyla ilgili olarak oluşturulmuş maliyetleme sistemleri genellikle yalnız üretim bölümünün alt bölümlerine dayanan maliyetleme sistemleridir. Kalite maliyetlerine ilişkin bir maliyetleme sisteminde ise yalnız üretime ait değil, mamulün tasarımından başlayıp, üretimi, satışı ve satış sonrasındaki müşteri hizmetlerini de içine alan geniş bir maliyetleme sistemi söz konusu olmaktadır. Bu nedenle kalite maliyetlerinin hesaplanması ve raporlanması için oluşturulacak bir maliyetleme sistemi için mevcut maliyetleme sistemine eklemeler yapılması gerekmektedir. Buna ek olarak kalite maliyetlerinin çeşitli bileşenlere ayrılma ihtimali de göz önünde bulundurulduğunda bir işletmenin kalite maliyet merkezlerinin görünümü aşağıda, Şekil 3'teki gibi olabilir (Yükçü, 1999: 126-127).

Şekil 3. Kalite Maliyet Merkezleri



(Kaynak: Yükçü, 1999: 127)

2.3.2. Kalite Maliyeti Bilgilerinin Toplanması

Kalite maliyeti ile ilgili bilgilerinin toplanmasında muhasebe ve kalite bölümü çalışanlarının birlikte çalışması gerekmektedir. Muhasebe bölümü, kalite maliyetlerini oluşturan verilerin hammadde ve malzeme istek fişleri, ücret bordroları, personel çalışma kartları, kusurlu veya bozuk ürün raporları, satın alma siparişleri gibi çeşitli kaynaklardan tam, doğru ve zamanında toplanması, değerlendirilmesi, analiz edilmesi ve raporlanmasından sorumlu olmalıdır. Muhasebe bölümü tarafından toplanan kalite maliyetleri ile ilgili veriler değerlendirilmek üzere kalite bölümüne iletmeli, kalite bölümü de bu veriler üzerinden yöneticilere sunulmak üzere özet ve detay raporları oluşturulmalıdır. (Sevim, 1999, Aktaran: Toraman, 2010: 50; Ponemon 1990, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 51)

Kalite maliyetleri ile ilgili bilgiler aşağıdaki faaliyetlerden sağlanabilir (Ponemon, 1990 Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 51);

- Finansal muhasebe sistemleri
- Yönetim muhasebesi sistemleri
- Üretim faaliyet raporları ve bunlarla ilgili yan faaliyetlere ait raporlar
- Üretim faaliyetlerinin gözlemlenmesi ve analizi
- Kaliteyle ilgili istatistiksel örnekleme faaliyetleri ve bunların sonucunda elde edilecek veriler

- Uygunluk için alınabilecek tedbirleri içeren faaliyetler ve bunların izlendiği raporlar.

2.3.3. Kalite Maliyetlerinin Analizi

Kalite maliyet analizi, bir işletmenin ürettiği ürün veya hizmetlerin kalitesinin belirli bir düzeyde tutulmasının işletmeye olan maliyetinin incelenmesi, değerlendirilmesi, problemlerin belirlenmesi ve çözüm yollarının analiz edilmesidir. Bunun için de öncelikle kalite maliyet analizine ilişkin temel prensiplerin belirlenmesi ve kalite maliyet analizinde kullanılan kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir (Yükçü, 1999: 291).

Kalite maliyetlerinin analizinde kullanılacak kriterler genellikle; direkt işçilik giderleri veya saatleri, diğer faaliyet hacminin ölçüleri, üretim maliyetleri, satışlar ve birim maliyetler arasından seçilmektedir. Bunlar içinden satışları esas alan analizler daha çok kullanılmaktadır (Yükçü, 1999: 291).

Kalite maliyetlerinin analizinde değişik teknikler kullanılabilir. Uygulanacak tekniklerin başarısı, sorunun tam olarak anlaşılması ve tekniklerin hangi aşamalarda kullanılacağına yanıt bulunmasıyla mümkün olabilecektir. Sorunun ortaya konulabilmesi ve başarının elde edilebilmesi için yedi önemli aşamanın gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir (Özkan Tütüncü, Aktaran: Yükçü, 1999: 293). Bu aşamalar aşağıdaki gibidir;

- a. Süreç analizi ve dokümantasyon
- b. Fikir üretimi
- c. Veri toplanması
- d. Sorun çözümü
- e. Analiz
- f. Fikir desteği

g. Uygulama ve analiz

Bu aşamaların ortaya konmasından sonra işletmenin hangi teknikleri kullanacağını belirlemesi gerekmektedir. Kalite maliyet analizinde kullanılacak teknikler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Yükçü, 1999: 293);

- Akış şemaları,
- Beyin fırtınası ve nominal grup tekniği,
- Onama kartları,
- Anket ve görüşmeler,
- Benchmarking (Kıyaslama),
- Neden-sonuç şemaları (Kılçık şemalar),
- Destekli neden-sonuç şemaları,
- Kontrol şemaları,
- Güç alanı analizleri,
- Frekans tabloları,
- Histogramlar,
- Pareto şemaları,
- Matris şemaları,
- Scatter şemaları (Dağılma şemaları),
- Zaman hattı analizleri,
- Ağaç şemaları,
- Taguchi yöntemleri,

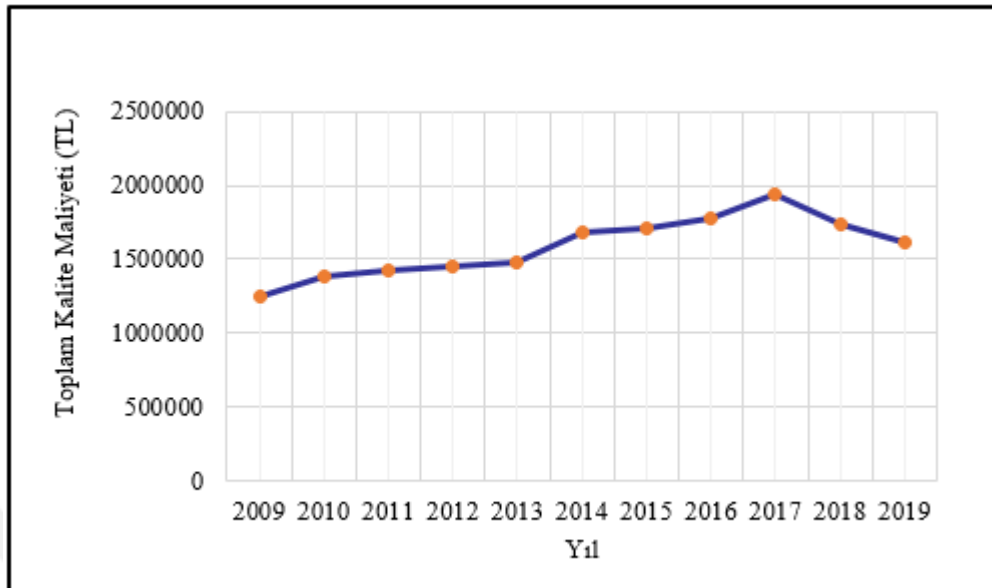
- Multivoting (çoklu oylama),
- Oran analizi,
- Trend analizi.

Bu teknikler arasında en yaygın olarak kullanılanlar trend analizi, oran analizi ve pareto analizidir (Özenci ve Cunbul, Aktaran: Toraman, 2010: 53). Bunlara ait açıklamalar aşağıdaki gibidir;

Trend Analizi: Trend analizi, cari dönemde gerçekleşen kalite maliyetlerinin geçmiş dönemde gerçekleşmiş maliyetleri ile karşılaştırılması ile yapılan bir analiz türü olup, bu şekilde kalite maliyetlerinin gelişme seyri izlenmektedir (Yükçü, 1999: 315). Bu analiz sayesinde yönetim, gelişme ve problemlerin yaşandığı faaliyetlerin veya bölümlerin tespitini yapabilir (Sönmez, 2005: 96).

Kalite maliyetleri ile ilgili trend analizleri, kısa ve uzun vadeli olmak üzere iki ayrı şekilde düzenlenebilir (Özenci ve Cunbul, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 54-55). Kısa vadeli trend analizlerinde, kalite maliyetleri bir yıl süreyle izlenmekte ve maliyetlerin aylık olarak izlenmesi ile firmaların kalite geliştirme programlarının hazırlanması mümkün olmaktadır (Yükçü ve Doğanöz, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 54-55). Uzun vadeli analizde, kalite maliyetlerini oluşturan maliyet gruplarının, satışlar içindeki yüzdesi uzun yıllar itibariyle izlenmekte ve buna göre yönetime sunulmak üzere stratejik planların yapılmasında kullanılacak raporlar elde edilmektedir (Özenci ve Cunbul, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 54-55).

Şekil 4. Trend Analizi



Basit trend analizi yöntemi kullanılarak kalite maliyetleri açısından aşağıdaki sonuçlar elde edilebilir (Sipahi ve Yıldırım, Aktaran: Toraman, 2010: 53-54);

- Kalite maliyetlerinin yıllara göre seyri irdelenerek artış ya da azalış trendleri tespit edilebilir,
- Yıllar itibariyle kalite maliyetlerine yapılan yatırım tutarları belirlenerek satışlar üzerindeki etkisi ölçümlenebilir,
- Yukarıdaki sonuçlar çerçevesinde kalite maliyetlerine yapılacak yatırım kararları da analiz edilebilir.

Şekil 4'te araştırma kapsamındaki işletmenin verileri ile oluşturulan Trend Analizi grafiği görülmektedir.

Oran (Rasyo) Analizi: Oran analizi, anlamlı ilişkiler içinde olan maliyet bilgilerine ait değerlerin birbirlerine oranlanmasıyla yapılan analiz türüdür. Bu analiz, yöneticilerin, diğer değişkenleri göz önünde bulundurarak kalite maliyet kalemlerinin zaman içindeki değişimleri analiz etmesini kolaylaştırır (Yükçü, Aktaran: Sönmez, 2005: 96).

Oran analizinde, birbirleri ile anlamlı ilişkiler içinde olan maliyet bilgileri birbirlerine oranlandığında belli rasyolar oluşur. Bu rasyolara örnekler aşağıdaki gibidir (Sönmez, 2005: 96-97);

- **Satışlara Göre Oran Analizi:** Kalite maliyet kalemlerinin satış tutarlarına oranlanarak analiz edilmesidir. Kalite maliyetleri için toplam maliyetler/satışlar, iç başarısızlık için iç başarısızlık maliyetleri/satışlar, dış başarısızlık için dış başarısızlık maliyetleri/satışlar şeklinde farklı maliyet kalemlerinin satış tutarına oranlanması ile yapılmaktadır.
- **Toplam Kalite Maliyetine Göre Oran Analizi:** Önleme, ölçme-değerlendirme ve başarısızlık (iç ve dış başarısızlık) şeklindeki kalite maliyet kalemlerinin toplam kalite maliyetlerine oranlanması yoluyla yapılan analizdir.
- **Üretilen Ürün Miktarına Göre Oran Analizi:** Kalite maliyet kalemlerinin üretilen ürün miktarına oranlanması yoluyla yapılan analizdir.
- **İşçiliğe Göre Oran Analizi:** Kalite maliyetlerinin toplam işçilik maliyetine oranlanması şeklinde yapılan analiz türüdür.

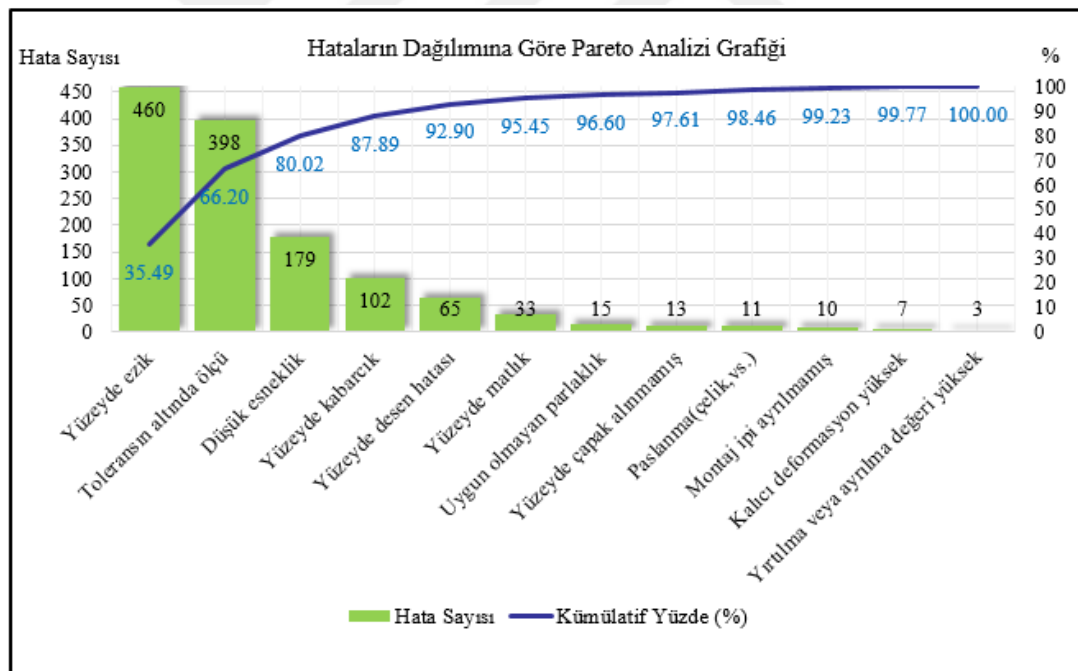
Pareto Analizi: Pareto Analizi, “80/20 kuralı” olarak da bilinen pareto ilkesine dayanmaktadır. Pareto ilkesi ilk defa İtalyan iktisatçı ve sosyolog Vilfredo Pareto (1848-1923) tarafından ortaya konmuştur. Bu ilke genel anlamda, “Birçok olay için, etkilerin yaklaşık %80'i, nedenlerin %20'sinden kaynaklanmaktadır.” şeklinde açıklanabilir. Pareto, bu ilkeye göre, İtalya'nın bütün gelirinin %80'ine, İtalyan nüfusunun sadece %20'sinin sahip bulunduğunu ileri sürmüştür

(donusumdanismanlik, 2020).

Kalite maliyetlerinin analizi kapsamında pareto analizi yapılırken, trend analizleri ile iyileştirilmesi istenen maliyetler belirlenmekte ve bu maliyetleri oluşturan uygunsuzluk nedenleri ve toplam maliyetler içindeki paylarını belirlemek amacıyla da pareto analizinden yararlanılmaktadır (Yükçü ve Doğanöz, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 55).

Pareto analizinde hatalar, probleme olan etkilerinin derecesine göre kümülatif frekans dağılımı şeklinde çubuk diyagramları olarak sıralanırlar (Özenci ve Cunbul, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 55). Maliyet gruplarına, departmanlara, ürünlere ve diğer gruplamalara göre dört şekilde düzenlenebilen pareto analizi ile hatalar sınıflandırılarak toplam maliyetler üzerinde en büyük paya sahip olanlar belirlenmektedir (Özenci ve Cunbul, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 55). Bu açıdan Pareto analizinin, sorunların tanımlanması ve çözümleri için önceliklendirilmesi amacıyla kullanılan bir araç olduğu söylenebilir. (Bozkurt, Aktaran: Toraman, 2010: 56) Toplam maliyet içinde en büyük paya sahip hatalara yönelik yapılacak önleyici harcamalar ile kalite iyileştirmede önemli ölçüde ilerleme sağlanacak ve bu hatalar oranında maliyetler de azalacaktır. (Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 55)

Şekil 5. Pareto Analizi



Şekil 5'te araştırma kapsamında verileri kullanılan işletmedeki hata türlerinden yararlanılarak oluşturulmuş pareto analizi grafiği görülmektedir.

2.3.4. Kalite Maliyetlerinin Tahmini

Kalite maliyetlerinin analizi yapılırken, önleme, ölçme-değerlendirme, iç ve dış başarısızlık maliyetleri arasındaki karşılıklı etkileşimin bilinmesi gerekmektedir. Örneğin firma, önleme çalışmalarına yapacağı yatırım ile değerlendirme ve iç ve dış başarısızlık maliyetlerindeki azalma miktarlarını görmek isteyebilir. Bir maliyet kalemindeki değişimin diğerleri üzerindeki etkisinin tahmini, yöneticilerin fayda-maliyet analizleri yoluyla kalite yatırımlarını dengelemesi için gerekli olduğu gibi, aynı tahminler bütçelerin yapılmasında da önemlidir (Özenci ve Cunbul, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 56).

Bir maliyet kalemindeki değişikliğin diğerleri üzerinde nasıl bir etki yapacağını tespit edebilmek için bir modele ihtiyaç vardır ve kurulacak bu modelin güvenilir olması için de sağlam ve güvenilir veri tabanları olması gerekmektedir (Özenci ve Cunbul, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 56). Kalite maliyetlerinin tahmininde, alçak-yüksek noktalar yöntemi, grafik dağılım yöntemi, en küçük kareler yöntemi, regresyon yöntemi gibi birden fazla yöntem kullanılabilir (Yükçü ve Doğanöz, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 56).

2.3.5. Kalite Maliyetlerinin Raporlanması

Raporlamanın temel amacı ihtiyaç duyan kişilere, istedikleri bilgilerin belirli bir düzen dahilinde sağlanmasıdır (Alıcı, 2007: 68). Yöneticiler için hazırlanan kalite maliyet raporları da genel anlamda, yöneticilere gelecek dönemler için yapacakları planlarda analiz ve karar vermede kullanacakları bilgileri sağlamaktadırlar. Bu nedenle bu raporlar, maliyet kalemleri ve gruplarının birbirleriyle ve bütçelenmiş tutarları ile çeşitli dönemlere göre karşılaştırmalarını içerecek şekilde oluşturulmalıdırlar (Pekdemir, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 56-57).

İşletmelerde kalite ile ilgili maliyetlerin raporlanmasının temel amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Yükçü, 1999: 244-245);

- Birim yöneticilerinin, kalite maliyetleri ile ilgili problemlerin büyüklüğünü bilmelerine yardımcı olmak,

- Birim yönetiminin çabalarını etkin olarak yoğunlaştırabilmesini sağlamak için problemlerin yerlerini göstermek,
- Kalite maliyetlerinin azaltılması için hedefler belirlenmesi ve bu hedeflere ulaşılabilmesi için planlama çalışmalarında birim yönetimine yardımcı olmak,
- Hedeflerin ölçülmesine doğru ilerleme kaydetmek,
- İşletme yönetiminin, birim yönetimini motive etmek için bir hedefler oluşturulmasına ve başarısı için birim yönetimine yardımcı olmak.

Kalite maliyet raporları çeşitli amaçlarla düzenlenebilir. İşletmenin ihtiyaç ve isteklerine göre hazırlanabilecek olan kalite maliyet raporu türleri aşağıda sıralanmıştır (Yükçü, 1999: 255-274);

- **Kalite Maliyeti Sınıflarına Göre Raporlar:** Kalite maliyeti sınıflarına göre yapılan raporlamada, kalite maliyetlerini oluşturan; önleme, ölçme-değerlendirme, iç ve dış başarısızlık maliyetleri ve bunlara ait alt kalemler için cari dönem tutarları ile tüm yıla ilişkin kümülatif tutarlar bütçelenmiş ve fiili olarak ayrı ayrı yer almaktadır. Böylece aynı rapor üzerinde bütçelenmiş ve fiili değerler karşılaştırılabilir. Kalite maliyeti raporlama sistemi işletmeye yalnız kalite maliyet bilgilerini sunmaktadır. Raporlar kalite takımlarına, işletmenin kalite hedefleri ile ilgili olarak hangi noktalara ulaşıldığını göstermektedir. Ancak kalite maliyetlerinin düşürülmesi üzerine özel detaylı çözüm önerileri getirilememektedir.

- **Mamul Bazında Hazırlanmış Kalite Maliyeti Raporları:** Bu türdeki raporlar kalite maliyetlerinin mamuller bazında karşılaştırılabilmesi amacıyla hazırlanır. Ancak bu tür bir raporu oluşturmak için kalite maliyetlerinin üretilen mamullere göre dağıtılması gerekir. İşletmeler bu türdeki raporlara bakarak her bir mamulün başarısızlık maliyetinin ne kadar olduğunu ve mamullere bazında başarısızlık maliyetlerinin üretim maliyetlerine yüzde olarak oranlanmasını görerek kalite maliyetleri hakkında yorumlar yapabilirler.

- **Kalite Maliyetlerine Göre Yüzde Bazında Hazırlanmış Kalite Maliyeti Raporları:** Bu tür bir raporda, kalite maliyetlerini oluşturan önleme, ölçme-

değerlendirme ve başarısızlık maliyetleri ve bunların alt kalemlerine ait tutarlar, tüm kalite maliyetlerine oranlanarak, kalite maliyetlerinin yüzdeler bazında dağılımı şeklinde düzenlenmiştir.

- **Maliyet Merkezlerine Göre Yüzde Bazında Hazırlanmış Kalite Maliyeti Raporları:** Bu türdeki raporlar, kalite maliyetlerine göre yüzde bazında hazırlanmış kalite maliyeti raporlarına benzemekte olup, kalite maliyetlerini oluşturan kalemler yerine, işletmedeki maliyet merkezleri kullanılarak hazırlanmakta ve yine kalite maliyetlerinin maliyet merkezlerine göre yüzdeler bazında dağılımı şeklinde gösterilmektedir.

- **Grafik Şeklindeki Kalite Maliyet Raporları:** Grafik şeklindeki kalite maliyet raporları, tutar veya oran şeklinde hesaplanan kalite maliyetlerinin pasta grafikleri, sütun grafikleri, trend eğilimleri gibi çeşitli şekillerde gösterildiği rapor çeşididir. Bu türdeki raporlar, yöneticilerin analizleri daha yakından izlemelerine ve çeşitli maliyet kalemlerinin birbirleriyle olan ilişkilerinin büyüklüğünü görmelerine yardımcı olur.

- **Kalite Maliyeti Değerlendirme Raporu:** Bu tür raporlarda, önleme, ölçme-değerlendirme, iç ve dış başarısızlık maliyetleri ve bunların alt kalemleri ile bunların toplamından oluşan kalite maliyetlerinin ciro, katma değer, direkt işçilik maliyetleri içerisindeki oranlarına ilişkin hedef değerler (bütçe değerler) ile gerçekleşen (fiili) değerler yer almaktadır. Hedef değerler, firma sahibi veya yöneticisi ile üretim ve kalite kontrol sorumluları tarafından belirlenir. Rapora göre hedeflere ulaşma düzeyi değerlendirilir.

2.4. Kalite Maliyet Modelleri

Kalite maliyet sistemi kısmında, işletmelerde kalite maliyet sisteminin; kalite maliyetlerinin izlenmesi, kayda alınması ve bu suretle kalite gelişimi ve maliyet etkinliğinin sağlanması amacıyla kurulduğu belirtilmiştir. İşletmelerde, kalite maliyet sistemlerinin kurulmasındaki ilk adım kalite maliyetlerini oluşturan kalemlerin tanımlanması ve ölçülmesidir. Kalite maliyetlerinin ölçülebilmesi amacıyla günümüze kadar birçok kalite maliyet modeli geliştirilmiştir. Bunlardan en önemlileri; PAF Modeli, Süreç Maliyet Modeli, Crosby Maliyet Modeli, Fırsat ve

Maddi Olmayan Maliyet Modeli, Faaliyete Dayalı Maliyetleme Sistemi (FDMS) ve Taguchi'nin Kayıp Fonksiyonu (Taguchi's Loss Function)' dur. Bu modeller ve maliyet kategorileri Tablo 1'de verilmiş ve devamında detayları açıklanmıştır.

Tablo 1. Kalite Maliyet Modelleri

Kalite Maliyet Modeli	Faaliyet/Maliyet Kategorisi	Açıklayan, Analiz Eden Yayın Örnekleri veya Modelin Geliştirilmesi
PAF (Prevention-Appraisal-Failure) Modeli	Önleme + Ölçme-değerlendirme + Başarısızlık	Feigenbaum 1956; Morse, 1983; Merino, 1988; Plunkett ve Dale, 1988b; Dawes, 1989; Israeli ve Fisher, 1991; Sumanth and Arora, 1992; Burgess, 1994; Gupta ve Campbell, 1995; Purgslove ve Dale, 1995; Change ve diğ. 1996, Tatikonda ve Tatikonda 1996, Bottorff, 1997; Sorquist, 1997b
Philip Crosby'nin modeli	Uygunluk + Uygunsuzluk	Denton ve Kowalski 1988, Sumisky 1994
Fırsat ve Maddi Olmayan Maliyet Modeli	Önleme + Ölçme-değerlendirme + Başarısızlık + Fırsat	Modarres ve Ansari, 1987; Sandoval-Chavez ve Beruvides, 1998
	Uygunluk + Uygunsuzluk + Fırsat	Carr, 1992; Malchi ve McGurk, 2001
	Maddi + Maddi Olmayan	Juran ve diğ., 1975
	Fırsat Maliyetlerini İçeren Başarısızlık Maliyetleri	Heagy, 1991
Süreç Maliyet Modeli	Uygunluk + Uygunsuzluk	Ross, 1977; Marsh, 1989; Crossfield ve Dale, 1990; Goulden ve Rawlins, 1995
FDMS (Faaliyete Dayalı Maliyetleme Sistemi) Modeli	Değer Ekleyen + Değer Eklemeyen	Cooper, 1988; Cooper ve Kaplan, 1988; Tsai, 1998; Jogenson ve Enkerlin, 1992; Dawes ve Siff, 1993; Hester, 1993

(Kaynak: Schiffauerova ve Thomson, 2006: 3)

2.4.1. PAF (Prevention-Appraisal-Failure) Modeli

Kalite Maliyetlerinin Sınıflandırılması kısmında da açıklandığı üzere A. Feigenbaum 1956 yılında yayımladığı “Toplam Kalite Kontrol” isimli kitabında kalite maliyetlerini önleme, ölçme-değerlendirme ve başarısızlık (iç ve dış başarısızlık) olmak üzere üç grupta incelemiştir (Yıldırım ve Saylık, 2009: 241). Kelimelerin İngilizce karşılıklarının baş harflerinden oluşan ve PAF (prevention-appraisal-failure) şeklinde adlandırılmış olan bu model, ölçülebilen kalite maliyetlerinin analizinde literatürde en çok kullanılan ve bilimsel olarak en fazla destek gören modeldir (Bozdemir ve Ulu, 2017: 30).

2.4.2. Süreç Maliyet Modeli

Süreç Maliyet Modeli kavramı ilk olarak 1977 yılında Ross tarafından açıklanmış, sonrasında Crosby tarafından 1980 yılında geliştirmiştir (Wang, Wang, 2010: 122). Süreç Maliyet Modelinde kalite maliyetleri, süreçler bazında “uygunluk” ve “uygunsuzluk” maliyetlerinin toplamı şeklinde açıklanmaktadır. Buradaki süreç; girdileri olan, bunlara müşterileri için değer ekleyen ve sonuçta bir çıktı üreten faaliyetler dizisidir (Doğan, Topoyan ve Tütüncü, 2004: 354). Bu modeldeki uygunluk maliyetleri, belirli bir süreçte, tasarım aşamasında belirlenmiş olan standartları karşılayan ürün veya hizmetleri sunabilmek için katlanılan maliyetler, uygunsuzluk maliyetleri ise gerekli standartları karşılayamayan ürün veya hizmetlerin ilgili malzeme ve kapasite şeklinde boşa harcanan kaynakların maliyetidir. Kaliteye daha entegre bir yaklaşım sunduğu ve kalite sorunlarına ve bunların nedenlerine hızlı bir şekilde yanıt verdiği için süreç maliyet modelinin PAF modelinden daha iyi olduğu ileri sürülmektedir (Porter ve Rayner, Aktaran: Wang, Wang, 2010: 122).

Toplam Kalite Yönetimi'nin temel amaçlarından biri, süreçlerin daha etkin bir hale getirilerek üretimde verimliliğin artırılmasıdır. Süreç Maliyet Modelinde her bir süreç için ayrı ayrı kalite maliyetleri hesaplandığından dolayı bu modelinin TKY felsefesine daha uygun olduğu belirtilmektedir (Alıcı, 2007: 38).

2.4.3. Crosby Maliyet Modeli

Philip B. Crosby, 1979 yılında açıkladığı kalite maliyet modelinde, kalite maliyetlerini, süreç maliyet modelindeki gibi uygunluk ve uygunsuzluk maliyetleri şeklinde iki bölüme ayırmıştır. Crosby kaliteyi “gereksinimlere uygunluk” olarak açıklamış ve buna göre kalite maliyetini, uygunluk ve uygunsuzluk maliyetlerinin toplamı şeklinde tanımlamıştır. Modeldeki uygunluk maliyeti; bir işi ilk defada doğru yapmak için katlanılan önleme ve ölçme-değerlendirme maliyetleri, uygunsuzluk maliyeti ise üretim sürecinde ortaya çıkan hatalar ile ilgili maliyetler olarak tanımlanmıştır (Yıldırım ve Saylık, 2009: 241; Alıcı, 2007: 38). Başka bir ifadeyle, Crosby modelindeki uygunluk maliyeti, önleme ve ölçme-değerlendirme maliyetlerini, uygunsuzluk maliyetleri ise iç ve dış başarısızlık maliyetlerini

kapsamaktadır. Model, kalite maliyetlerini uygunluk ve uygunsuzluk maliyetleri olarak ikiye ayırması dolayısıyla süreç maliyet modeline benzer gibi görünmekteyse de süreç maliyet modeli, uygunluk ve uygunsuzluk maliyetlerini süreçler bazında ele aldığından bu model süreç maliyet modelinden farklı olup maliyet kategorileri yönünden PAF modeline benzemektedir.

2.4.4. Fırsat ve Maddi Olmayan Maliyet Modeli

Bu modelde kalite maliyetleri; uygunluk, uygunsuzluk ve kaybedilen fırsat maliyetleri olmak üzere üç grupta incelenir. Uygunluk maliyetleri, PAF modelindeki önleme ve ölçme-değerlendirme maliyetlerini, uygunsuzluk maliyetleri ise iç ve dış başarısızlık maliyetlerini içermektedir. Fırsat maliyeti, iş yönetiminde, alternatifler içinden uygun olarak görülen birinin seçilip diğerinin reddedilmesi nedeniyle kaçırılan yani bir anlamda kaybedilen net kazanç tutarıdır. Bu maliyetler, yerine getirilmemiş bir eylem olması dolayısıyla kayıt altına alınmazlar. Bu nedenle belirsizlikler içerirler ve kolay ölçülemezler. Yöneticiler, karar almada sık sık fırsat maliyetlerini kullanmaktadırlar. Kalite maliyet raporlarının analizinde fırsat maliyetlerinin toplam başarısızlık maliyetlerinin önemli bir yüzdesine ulaştığı görülmektedir (Yıldıztekin, 2005: 409-410; Alıcı, 2007: 39).

2.4.5. Faaliyete Dayalı Maliyetleme Sistemi (FDMS) Modeli

Faaliyete dayalı maliyet yönetimi (activity-based model) kavramı ilk olarak 1988 yılında Robin Cooper ve Robert Kaplan tarafından ürün maliyetlerinin hesaplanması amacıyla geleneksel maliyet sistemine alternatif bir yaklaşım şeklinde geliştirilmiştir (McGowan, 1998, Aktaran: Toraman, 2010: 34). Geleneksel maliyet sistemi, ürün ve hizmet maliyetlerini mamul-kaynak ilişkisine dayanarak belirlerken, faaliyet tabanlı maliyet sistemi mamul-faaliyetler-kaynak şeklindeki ilişkiye göre belirlemektedir (Unutkan, 2010: 93).

Faaliyete dayalı maliyet sistemi, genel üretim giderlerinin ürünlere dağıtımında üretilen ürün hacmini (miktarını) değil, faaliyetleri esas alır ve genel üretim giderlerinin önce faaliyetlere, faaliyetlerden de ürünlere yüklenmesini sağlar. Buradaki "faaliyet" bir fonksiyonu yerine getirebilmek için yapılan işlemler bütünü

olarak açıklanabilir. Bu durumda az kaynak kullanan ürünlerin genel üretim giderlerinden daha az, çok kaynak kullanan ürünlerin de daha çok pay alması sağlanır. Böylece mamul maliyetleri daha doğru bir şekilde belirlenmiş olur (Topçu, 2005: 346).

Geleneksel maliyetleme sistemi, kullanılan kaynakları etkileyen tek faktörün üretim hacmi olduğunu yani ne kadar birim ürün üretilirse o kadar fazla üretim maliyetine katlanılacağını kabul eder. Faaliyet tabanlı maliyet sistemi ise kaynak kullanımının çok sayıda nedenlerinin bulunduğunu ve üretim hacminin bunlardan yalnız biri olduğunu ifade etmektedir (Unutkan, 2010: 93). Geleneksel maliyetleme sistemi ile faaliyet tabanlı maliyetleme sistemi arasındaki farklar Tablo 2'deki gibidir (Karcıoğlu, 2000, Aktaran: Doğan ve Çakıcı, 2016: 47);

Tablo 2. Geleneksel Maliyetleme Sistemi ile Faaliyet Tabanlı Maliyet Sisteminin Karşılaştırılması

Maliyet Yükleme Ölçüsü	Geleneksel Maliyetleme Sistemi	Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sistemi
1. Kullanılan Kaynakları Etkileyen Faktörler	Yalnız üretim hacmi	Harekete geçirme sayısı veya üretim siparişleri sayısı gibi birkaç faktör
2. Maliyet Havuzları Sayısı	Bir adet maliyet havuzu	Kaynakların kullanımı etkileyen faktörler için bir adet olmak üzere çok sayıda
3. Maliyet Dağıtım Anahtarları Sayısı	Bir adet maliyet havuzu	Her bir maliyet havuzu için bir adet olmak üzere çok sayıda
4. Ürünlerin Nasıl Maliyetlendirildiği	Maliyet dağıtım anahtarı olarak üretim hacminin kullanılması	Maliyet dağıtım anahtarlarının her birinin ilgili maliyet havuzu için kullanılması

(Kaynak: Doğan ve Çakıcı, 2016: 47)

Faaliyete dayalı maliyet sistemi, maliyetleri ilk olarak faaliyetlere, daha sonra ürünlere yükleyen bir sistemdir. Bu şekli ile sistem iki aşamalı bir süreçten oluşmaktadır (Doğan, 1996, Aktaran: Unutkan, 2010; 95);

Birinci aşamada üretim sürecindeki faaliyetler tanımlanır ve sonrasında birbirleriyle ilişkili olan faaliyetler belirlenip bunların maliyetleri bir maliyet havuzunda toplanır. Faaliyetlerin tükettiği kaynakların toplam tutarının faaliyetler itibarıyla belirlenmesi işlemine maliyet havuzu oluşturma adı verilmektedir.

İkinci aşamada her bir ürünün tükettiği kaynak miktarı belirlenir ve bunun sonrasında maliyet havuzlarındaki maliyetler, birinci aşamada hesaplanan yükleme oranı ve ürünlerin tüketmiş oldukları kaynak miktarları oranında ürünlere paylaşılır.

Faaliyete dayalı maliyet yönetimi (activity-based model) aslında bir kalite maliyet modeli değildir. Kalite maliyetlerinin belirlenmesi, ölçülmesi ve ürünlere dağıtılması dolayısıyla kalite maliyetlerinin daha etkin bir biçimde yönetilmesine yardımcı olmaktadır (Schiffauerova ve Thomson, 2006: 6).

2.4.6. Taguchi'nin Kayıp Fonksiyonu

Taguchi kayıp fonksiyonu, 1970'li yıllarda, Japon iş istatistikçisi Genichi Taguchi tarafından, bir şirketin üretmiş olduğu ürünlerin değerini etkileyen olguyu tanımlamak için geliştirilen, kalite kaybının grafiksel bir tasviridir (https://en.wikipedia.org/wiki/Taguchi_loss_function).

Taguchi kaliteyi, ürünün müşteriye gönderildikten sonra ortaya çıkan kayıp şeklinde değerlendirmiştir. Ürünün kalitesi arttıkça bu kayıp azalacaktır. Tanımdan da anlaşılacağı gibi Taguchi'nin kalite anlayışı, üretici odaklı olan geleneksel kalite anlayışının aksine tüketici yani müşteri odaklıdır (Hamzaçebi ve Kutay, 2001: 289-292).

Genel anlamda bir üründe kaliteyi sağlamak için yapılan çalışmaları, tasarım kalitesini ve uygunluk kalitesini sağlamak amacıyla yapılan çalışmalar olmak üzere iki bölüme ayırmak mümkündür. Tasarım kalitesi ile ilgili çalışmalar, ürünün, üretim öncesinde müşteri memnuniyetini sağlayacak bazı fiziksel ve fonksiyonel özelliklere sahip olacak şekilde tasarlanmasıdır. Bu amaçla pazar araştırmalarının yapılması, teknik bilgilerin elde edilmesi, üretimde kullanılacak makine ve ekipmanların belirlenmesi de gerekmektedir ki bu çalışmalar da bu kapsamda yer almaktadır. Taguchi, metodunda, bu çalışmaları Off-Line Kalite Kontrol olarak adlandırmıştır. Uygunluk kalitesi ile ilgili çalışmalar ise üretim sürecinde ve sonrasında, üretilen ürünlerin tasarımda belirlenen özellikleri sağlayıp sağlamadığının kontrolü ile ilgili olarak yapılan çalışmalardır. Bu kontroller bir anlamda ürünlerin, müşteri

memnuniyetini sağlamaya ne kadar uygun olduğu ile ilgilidir. Uygunluk kalitesinin bu öneminden dolayı yöneticiler genellikle kalite ile ilgili çalışmalarını buraya odaklar ve kalite maliyetleri olarak uygunluk kalitesi ile ilgili maliyetleri dikkate alırlar (Margavio and Margavio, Aktaran: Hamzaçebi ve Kutay, 2001: 288-292). Ancak gerçek kalite, üretim sırasındaki kontrollerle sağlanamaz. Çünkü kontroller müşterilere ulaşan kusurlu ürünlerin sayısını azaltmakta ancak iç başarısızlık maliyetlerini azaltmamaktadır. 1970'lerin başında bu durum fark edilmiş ve kaliteyi arttırmak için kontrol yerine kusurlu ürünlerin ortaya çıkmasını önleme çalışmalarına ağırlık verilmesi gerektiği belirtilmiş ve bu yönde çalışmalar ağırlık kazanmaya başlamıştır. Taguchi'nin metodu da buna paralel olarak kalitenin ürüne göre tasarlanabilecek bir olgu olduğunu ve üretim sırasındaki kontrollerin ürüne kaliteyi getiremeyeceğini vurgulamaktadır. Sonuç olarak Taguchi'nin Off-Line Kalite Kontrol odaklı bir yaklaşımdır.

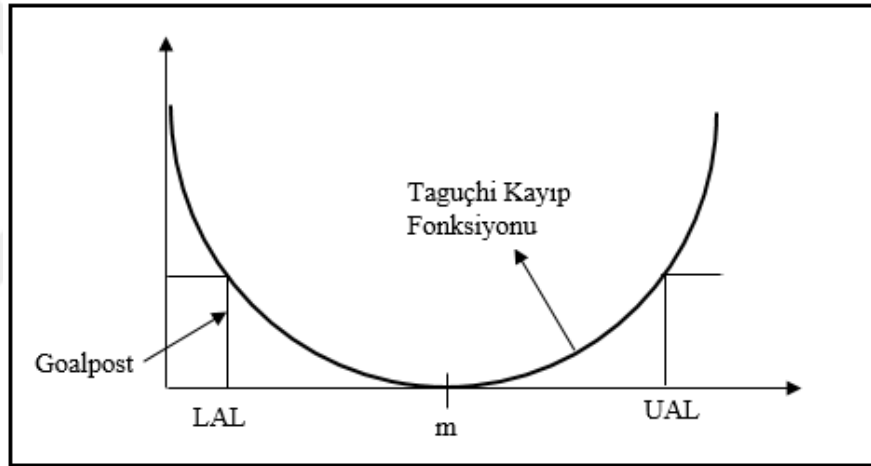
Taguchi ortaya koyduğu modelinde ürünlerde kalitenin nasıl sağlanabileceğini aşağıdaki üç madde ile açıklamıştır (Hamzaçebi ve Kutay, 2001: 288-292);

- 1- Kalite en baştan ürüne göre tasarlanmalıdır. Muayene ile kontrol sağlanamaz. Bu nedenle kalitenin sağlanması için hataların ortaya çıkmadan en başında önleme şeklindeki çalışmalara ağırlık verilmelidir.
- 2- Kaliteye, ürünler için belirli toleranslar sağlanarak değil, hedef değerden sapmalar en aza indirilerek ulaşılabilir.
- 3- Kalite Maliyeti, ürün performansındaki değişkenliğin bir fonksiyonu olarak ölçülmelidir.

Yukarıda açıklanan 2 ve 3 nolu maddelerle ilgili olarak Taguchi, kendi adıyla anılan Taguchi Kayıp Fonksiyonunu ortaya koymuştur. Bununla ilgili olarak aşağıda Şekil 6'da, kalite maliyetlerine (buna kalitesizlik maliyetleri de denebilir), Taguchi'nin yaklaşımı ve geleneksel goalpost yaklaşımı grafiksel olarak görülebilmektedir. Crosby (1979)'ye göre bir ürün istenilen ve önceden belirlenmiş spesifikasyon aralığı içerisinde üretilmişse kalite sağlanmıştır. Örneğin, bir ürün için

spesifikasyonların 15 ± 3 mm olarak belirlendiğini düşünelim. Geleneksel görüşe göre, ürün 12 mm'nin altında üretilmiş ise ıskartaya çıkartılması gerekir. 18 mm'den büyük üretilmiş ise bu durumda da ürünün yeniden işlenerek spesifikasyonlara uygun bir şekilde getirilmesi gerekir. Her iki durumda da ürünü üreten firma bir iç başarısızlık maliyeti ile karşı karşıya kalacaktır. Ürün 12 mm ile 18 mm büyüklükleri arasında üretilmiş ise, geleneksel görüş hiçbir iç başarısızlık maliyeti oluşmadığına inanmaktadır. Ürünün bu boyutları ile satılabilmesi durumunda, dış başarısızlık maliyetinin ortaya çıkması da beklenmemektedir. (Margavio and Margavio, 1993, Aktaran: Hamzaçebi ve Kutay, 2001: 291).

Şekil 6. Taguchi Kayıp Fonksiyonu ile Geleneksel Kalite Yaklaşımında Oluşan Kalitesizlik Maliyeti Fonksiyonu



(Kaynak : Hamzaçebi ve Kutay, 2001: 291)

Taguchi'ye göre ise ürün, hedef değerini yani örnekteki 15 mm'yi tam yakalayamadığı müddetçe kalite kayıpları ortaya çıkacaktır. Hedef değerden sapmalar, belirlenmiş toleranslar dahilinde olduğunda, ürün firmaya bir iç başarısızlık maliyeti yüklemiyor gibi görünse de tasarlanan performansı tam olarak gösteremeyeceğinden müşteri memnuniyetsizliğine neden olacak ve firma için itibar kaybı ortaya çıkacaktır.

Taguchi, modelinde kalite kayıplarını para cinsinden ifade eden aşağıdaki eşitliği göstermiştir (Hamzaçebi ve Kutay, 2001: 292);

$$L = k.(Y-M)^2$$

L: Parasal olarak oluşan kayıp

Y: Değişkenin ölçülen değeri

M: Hedef değer

k: Sapmayı para birimine çeviren bir katsayı

Yukarıdaki formülden de anlaşılacağı üzere Taguchi'nin kayıp fonksiyonu kuadratik (karesel)'tir. Ürün, hedeflenen özelliklere uygun olarak üretilmişse kayıp sıfır olacak, belirlenen hedeften sapma iki kat ise kayıp dört kat, sapma üç kat ise kayıp dokuz kat olacaktır (Kim ve Liao, 1994, Aktaran: Alıcı, 2007: 40). Bu model sadece bitmiş ürünler için kalite maliyetlerini göstermekte, önleme maliyetleri ile kalite gelişimi arasındaki ilişkiyi göstermemektedir. Bu modelin yöneticilere sağladığı diğer bir fayda ise görülemeyen maliyetlerin rakamsal olarak ölçülebilmesini sağlamak ve böylece kalite programlarının daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesine yardımcı olmaktır (Chan ve Ibrahim, 2004, Aktaran: Alıcı, 2007: 40).

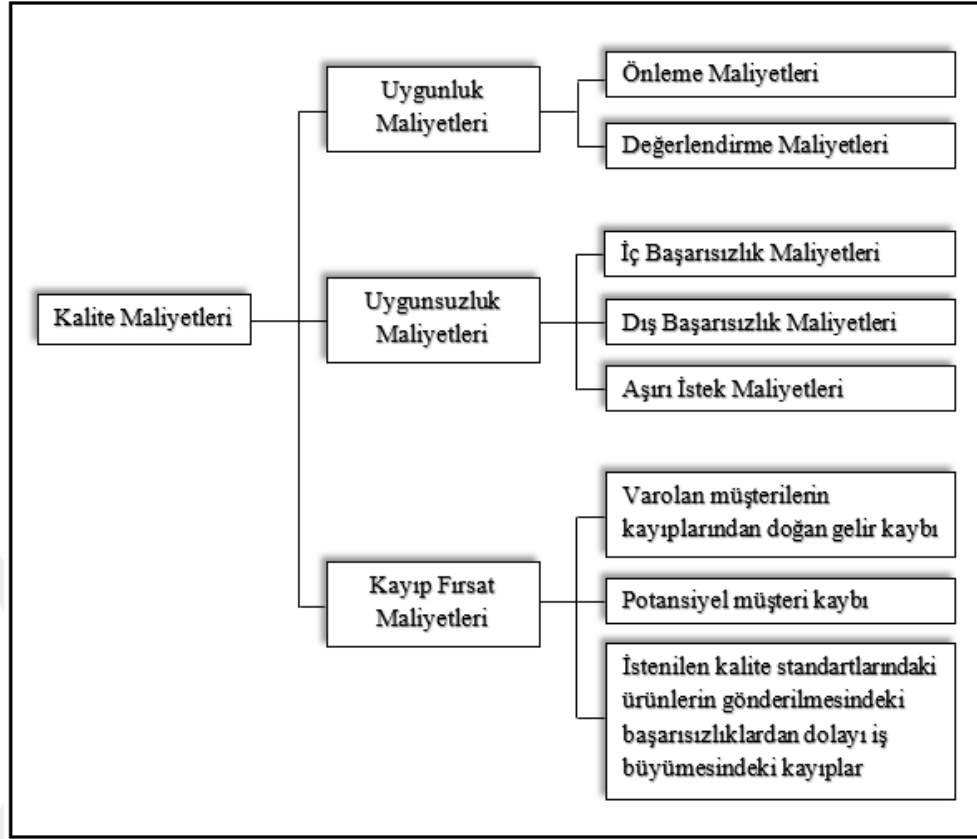
2.5. Kalite Maliyetlerinin Sınıflandırılmasına Ait Güncel Yaklaşımlar

Kalite maliyetlerinin sınıflandırılması ile ilgili olarak 1956 yılında A. Feigenbaum'um tarafından ortaya konan PAF modelinin ardından 1960, 1970 ve 1980'li yıllarda, uzmanlar tarafından yukarıda açıklanan modeller ortaya konmuştur. Bu çalışmalar 1990'lı yıllar ve sonrasında da devam etmiştir. Bu bölümde kalite maliyetlerinin sınıflandırılması üzerine yeni yaklaşımlar olarak kabul edilebilecek 1990'lı yıllar ve sonrasında, uzmanlarca ortaya konmuş bazı sınıflandırma modelleri ele alınmıştır.

2.5.1. John Bank Kalite Maliyetleri Sınıflandırması

John Bank, 1992 yılında yayımlanmış olduğu, Toplam Kalite Yönetiminin Özü ("The Essence of Total Quality Management") adlı kitabında, kalite maliyetleri ile ilgili olarak tanımlanması, ölçülmesi ve geliştirilmesi gereken üç genel maliyet alanının mevcut olduğunu belirtmiştir. Bunlar; uygunluk, uygunsuzluk ve kayıp fırsat maliyetleridir (Yıldırım ve Saylık, 2009: 242-243).

Şekil 7. John Bank'ın Kalite Maliyetleri Sınıflandırması



(Kaynak: Yıldırım ve Saylık, 2009: 243)

Şekil 7’de, John Bank’e ait kalite maliyetleri sınıflandırması gösterilmiştir.

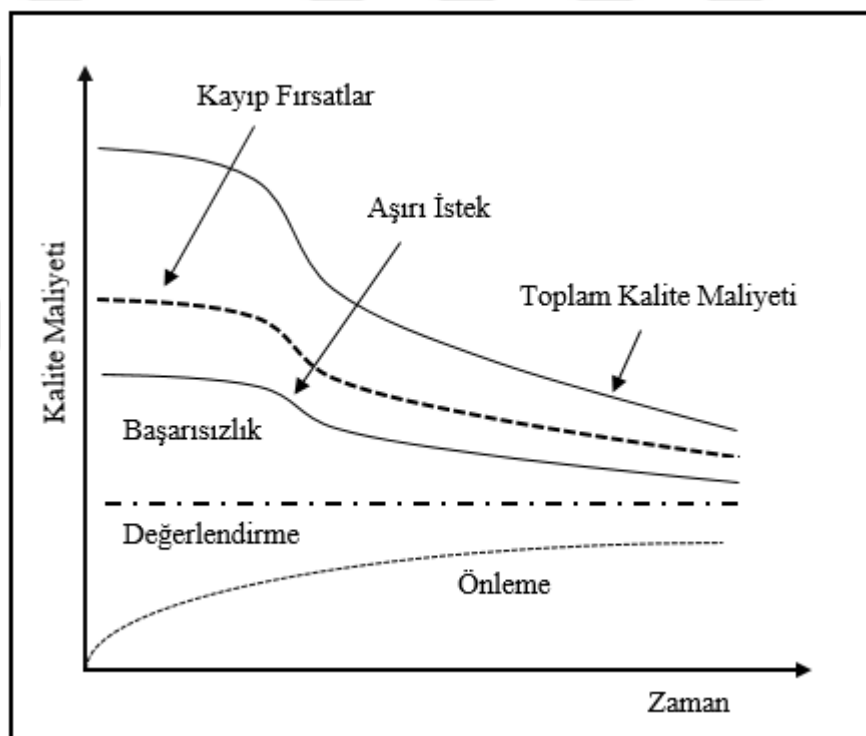
Şekil 7’de görüldüğü gibi uygunluk maliyetleri, önleme ve değerlendirme maliyetlerinden, uygunsuzluk maliyetleri ise PAF ve diğer birçok modelde yer alan iç ve dış başarısızlık maliyetleri ve bunlara ek olarak aşırı istek maliyetlerinden oluşmaktadır. Kayıp fırsat maliyetleri ise müşteri kayıpları nedeniyle ortaya çıkan çeşitli kayıp maliyetlerinden oluşmaktadır.

John Bank’e göre firmaların amacı, kalite maliyetlerini sürekli olarak yarıya indirerek azaltma yoluna gitmek olmalıdır. Toplam kalite maliyetlerinin azaltılması, uygunsuzlukları önleme ile ilgili çalışmalar yapmak (bu durum önleme maliyetlerini arttıracaktır) ve işlemleri sürekli kontrol altında tutmakla sağlanabilir. Bu durum, Şekil 8’deki kalite maliyeti zaman grafiğinde gösterilmiştir. Bank’ın belirttiğine göre, firmalar kalitesizlik maliyetlerini yarıya indirmeye odaklandıkları takdirde,

satışlarını ikiye katlayarak kârlarını, beklediklerinden fazla arttırabilirler (Yıldırım ve Saylık, 2009: 243-244).

Şekil 8’de görüldüğü gibi firmalar başarısızlık (uygunsuzluk) maliyetlerini düşürdükçe toplam kalite maliyetleri de buna bağlı olarak azalacaktır. Önleme ve değerlendirme maliyetleri, belli bir seviyede olmakla beraber başka maliyet kalemlerinin ve kalitesizliğin giderilmesi için yapılan faaliyetlere ait kalemler olduğundan tolere edilebilir durumdadır. Başarısızlık (uygunsuzluk) maliyetleri azaldıkça bu maliyetler de azalacaktır (Bağcılar Özcan, 2010: 27).

Şekil 8. Kalite Maliyetini Yarıya İndirmenin Etkileri



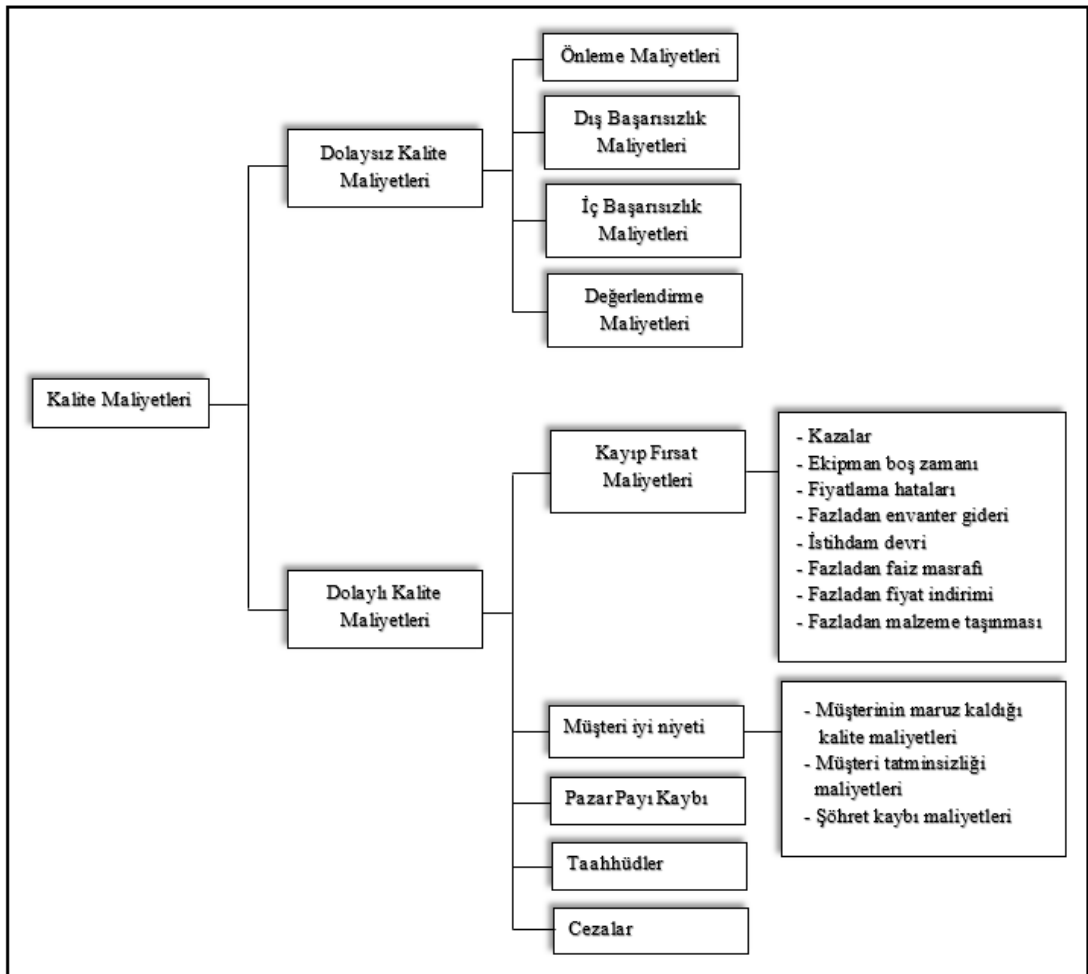
(Kaynak: Yıldırım ve Saylık, 2009: 244)

2.5.2. Naci Uğur Kalite Maliyetleri Sınıflandırması

Naci Uğur, 1995 yılında KOSGEB tarafından yayımlanan “Kalite Maliyetleri” adlı kitapta kalite maliyetlerini “dolaylı kalite maliyetleri” ve “dolaysız kalite maliyetleri” olmak üzere iki ana gruba ayırmıştır. Naci Uğur’a ait kalite maliyetleri sınıflandırması Şekil 9’da gösterilmiştir. Naci Uğur, Armand Feigenbaum’un 1956 yılında yayımladığı “Toplam Kalite Kontrol” kitabında yer

alan PAF (önleme-değerlendirme-başarısızlık) modelindeki kalite maliyetlerini dolaysız kalite maliyetleri olarak adlandırmış bunlara Şekil 9’da görüldüğü gibi kayıp fırsat maliyetleri, müşteri iyi niyeti, pazar payı kaybı, taahhütler ve cezalardan oluşan dolaylı kalite maliyetlerini de eklemiştir. Dolaylı kalite maliyetlerini istenilen detay seviyesinde tanımlamak, ölçmek ve izlemek mümkün iken dolaylı kalite maliyetleri için bu işlemler genellikle zor ve hatta kimi zaman da imkansızdır (Yıldırım ve Saylık, 2009: 242).

Şekil 9. Naci Uğur’a Ait Kalite Maliyetleri Sınıflandırması



(Kaynak: Yıldırım ve Saylık, 2009: 242)

2.5.3. Andrew J. Czuchry Kalite Maliyetleri Sınıflandırması

Andrew J. Czuchry, Mahmoud Yasin ve Gregory Little, 1999 yılında yayımladıkları “Kalite maliyetlerini anlamak için pratik ve sistemli bir yaklaşım: bir

alan çalışması” başlıklı makalelerinde kalite maliyetlerinin değerlendirilmesi ile ilgili olarak iç üretim standartları ile bağlantılı olan ve uygunsuzluk temelli kalite maliyetini içeren, sistematik bir yaklaşım sunmuşlardır (Bağcılar Özcan, 2010: 30). Czuchry, Yasin ve Little, makalelerinde kalite maliyetlerini aşağıdaki gibi beş grupta sınıflandırmışlardır (Czuchry, Yasin ve Little, 1999, Aktaran: Bağcılar Özcan, 2010: 30);

- a. Problemleri önleme maliyeti
- b. Problemleri tespit etme maliyeti
- c. Problemleri çözme maliyeti
- d. Çözilemeyen problemlerin maliyeti
- e. Düşük kaliteden dolayı müşteri kaybetme maliyeti

2.6. Toplam Kalite Yönetimi (TKY)

2.6.1. Toplam Kalite Yönetimi'nin Tanımı

Toplam Kalite Yönetimi kavramı, kavramdaki kelimeler bazında incelendiğinde “toplam” kelimesi, işletmedeki tüm çalışanların katılımını, “kalite” kelimesi, müşterilerin istek ve ihtiyaçlarının karşılanmasını, “yönetim” kelimesi ise kaliteli bir üretim için işletmenin tüm kaynaklarının organize edilmesini ifade etmektedir (Halis, 2000, Aktaran: Toraman, 2010: 5).

Kelime anlamı yukarıdaki gibi olmakla birlikte “kalite” kavramında olduğu gibi TKY'nin de birbirine benzer veya farklı bir çok tanımı yapılmıştır. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir;

TKY, üretimdeki süreçlerin, ürünlerin ve hizmetlerin tüm çalışanların katılımı ile geliştirilmesi gerektiğini savunan, müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerini her şeyin üzerinde tutan, müşteri memnuniyetinin artırılması ve müşteri bağlılığının sağlanması amacıyla işletmede elde edilen sonuçların sürekli iyileştirilmesine dayanan ve müşteriler tarafından tanımlanan kaliteyi, tüm faaliyetlerin yürütülmesi

sırasında ürün ve hizmet bünyesinde oluşturulan modern bir yönetim anlayışıdır. (Yükçü, 1999: 8)

TKY, müşteri memnuniyetini elde etmek için kalite ve süreçlerde sürekli gelişmeyi amaçlayan bütünleştirici bir yönetim anlayışıdır. TKY temel anlamda ürün ve süreçlere kalitenin dahil edilmesi ile kalite kavramı ve tüm çalışanlar için sorumluluk yaratmaktır. (Karuppusami ve Gandhinatan, 2006; Aktaran: Bağcılar Özcan, 2010: 8)

TKY, müşteri beklentilerinin her şeyin üzerinde tutulduğu ve müşteriler tarafından tanımlanan kalitenin, tüm faaliyetlerin yürütülmesi sırasında ürün ve hizmet bünyesinde oluşturulduğu bir yönetim anlayışıdır. Dinamik pazarlarda yıkıcı rekabetin karşısında durabilmek ancak bu anlayışı benimsemekle mümkün olabilir. (Toplam Kalite Yönetiminde Türkiye Perspektifi Semineri Kitabı, 1994, Aktaran: Bağcılar Özcan, 2010: 8)

Genel anlamda TKY; doğru üretim veya hizmeti ilk defasında yapmayı ve bunu her defasında tekrarlamayı hedefleyen, örgütün bir bütün olarak etkinliğini sağlamayı, esnekliğe ulaşmasını ve rekabet edebilmesini amaçlayan bir yöntemdir. Toplam kalite, teknik ve stratejik kavramların işletme içindeki bütün etkinliklere uygulanması ve işletmedeki tüm çalışanların katılımı ile müşteri memnuniyetinin sağlanmasıdır (Halis 2000, Aktaran: Toraman, 2010: 5).

2.6.2. Toplam Kalite Yönetiminin Tarihçesi

Kalite tanımının yer aldığı bölümde, kalite kavramının zaman içerisinde evrimleşen bir kavram olduğundan söz edilmişti. Yukarıda yer alan kalitenin tarihçesi kısmında da bu durum görülebilmektedir. Piyasa koşullarındaki değişimler ve artan rekabet ortamı, işletmelerde kalite ile ilgili olarak yürütülmekte olan faaliyetlerin de değişmesine ve gelişmesine neden olmuştur. İşte kısaca TKY olarak adlandırılan “Toplam Kalite Yönetimi”, kalite kavramının ve işletmelerde kalite ile ilgili yapılan çalışmaların günümüzde geldiği son aşamalardan birini oluşturmaktadır.

Bilimsel olarak doğuş yeri ABD olmasına rağmen, TKY Japonya'da geliştirilmiştir (Yılmaz, 2003: 259).

1970'lerdeki petrol krizi ve bunun sonrasında iş dünyasında yaşanan gelişmeler uluslararası piyasalarda düşük maliyet ile birlikte kalite ve rekabet kavramlarının da gündeme gelmesine neden oldu. Bu dönemdeki gelişmelere hızlı bir şekilde uyum sağlayan, şartlara uygun strateji ve yönetim anlayışları geliştiren Japonya, Güney Kore, Singapur ve Hong Kong gibi ülkeler dünya ticaretindeki paylarını iki katına çıkarmayı başardılar. Bu ülkeler bu başarılarını, ABD ve Avrupa'daki rakiplerinden farklı bir şekilde, müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerine öncelik verecek şekilde ürün ve hizmetler sunarak elde ettiler. Bunların sonucunda, tüm dünyada, yüksek kalite, düşük maliyet, sıfır hata, tam zamanında ve yalın üretim, işçi sayısının ve fazla çalışma sürelerinin azaltılması şeklindeki uygulamalarla TKY kavramı ortaya çıkmış oldu (Aydemir ve Gürsoy, 2003: 591).

2.6.3. Toplam Kalite Yönetiminin Amaçları

TKY'nin amaçları başlıca iki noktada toplanabilir (Bayrak, 1997, Aktaran: Aydemir ve Gürsoy, 2003: 591);

1. Tüm çalışanların işlerini ilk seferde, zamanında ve doğru olarak yapması.
2. Sürekli gelişimin tüm örgüte yayılması.

TKY bu amaçlarla, günümüzün yoğun rekabet ortamında, ayakta kalmanın ve gelişmenin basit fakat etkin bir şeklini temsil etmektedir.

2.6.4. Toplam Kalite Yönetiminin Temel İlkeleri

TKY'nin temel ilkeleri ise aşağıdaki ana başlıklar altında kısaca özetlenebilir (Yılmaz, 2003, Aktaran: Toraman, 2010: 5);

1. TKY, insan odaklı bir yaklaşımdır.
2. TKY, hem müşteri hem de çalışanların ihtiyaç ve beklentilerine odaklanılmasını temel alan bir yaklaşımdır.

3. TKY, hataları tespit edip ayıklamak yerine, hataların ortaya çıkmasını önlemeyi, üretim sürecindeki işleri ilk defasında ve her defasında hatasız yapmayı temel görüş olarak ortaya koyar.
4. TKY, kalitenin sürekli iyileştirilmesine odaklanan bir yaklaşımdır.
5. Süreçlerin iyileştirilebilmesi, ölçülebilir hale getirilmesi ile mümkündür. Bu nedenle TKY’de sayısal verilerle düşünme ve irdeleme en önemli unsurlardan biridir. TKY anlayışına göre kalitenin tüm boyutları tanımlanmalı, istatistiksel olarak kontrol edilmeli ve sürekli iyileştirilmelidir.

2.6.5. Toplam Kalite Yönetimi ile Geleneksel Kalite Yönetiminin Karşılaştırılması

Tablo 3. Geleneksel Yaklaşım ile Toplam Kalite Yönetimi Arasındaki Farklar

Geleneksel Yaklaşım	Toplam Kalite Yönetimi
Kalite bölümü yalnız kalite problemleri ile ilgilenmektedir.	Kalite Yönetimi organizasyonun en önemli parçasıdır.
Organizasyonda kalite, başta kalite bölümü olmak üzere bir kaç bölümün sorumluluğundadır.	Organizasyonda kalite tüm bölümlerin ve tüm çalışanların sorumluluğundadır.
Kalite problemleri üretim süreçleri içinde ortaya çıkar. Bunlar üretim sırasında yapılan kontrollerle tespit edilir ve çözülür (kontrolle dayalı kalite yaklaşımı).	Kalite problemleri üretim işlemleri öncesinde başlar. Olası problemler ortaya çıkmadan önce tespit edilmeli ve önlenmelidir (önlemeye dayalı kalite yaklaşımı).
İşletmede satışları arttırmak ve kâr elde etmek en önemli hedeflerdir.	İşletmede müşteri tatminini sağlayacak, kaliteli ürünler üretmek en önemli hedefdir.
Üretimdeki hata düzeylerinin belirlenen sınırlar içinde kalması hedeflenir.	Üretimde sıfır hata hedeflenir.
Kalitenin sürekli geliştirilmesi bir organizasyon faaliyeti değildir.	Kalite, sürekli geliştirilmesi gereken bir olgudur.
Kaliteyi arttırmak için yapılan yatırımların maliyetleri arttırdığı görüşü hâkimdir.	Kaliteyi arttırmak için yapılan yatırımların maliyetleri düşürdüğü görüşü hâkimdir.
Yönetimin isteklerine odaklanılır.	Müşteri tatminine odaklanılır.
Fonksiyonların kesin sınırlarla ayrıldığı, hiyerarşik bir yapıya sahip dikey organizasyon yapısı mevcuttur.	Fonksiyonlar arasında karşılıklı iletişimin bulunduğu, esnek yapılı, yatay organizasyon yapısı mevcuttur.
Düşük maliyet ve yüksek verimlilik için uzun üretim süreleri ve faaliyetler söz konusudur.	Tam zamanında üretim, zaman tasarrufu ve müşteri ihtiyaçlarına en kısa sürede cevap verme söz konusudur.

Tablo 3. Devam Geleneksel Yaklaşım ile Toplam Kalite Yönetimi Arasındaki Farklar

Geleneksel Yaklaşım	Toplam Kalite Yönetimi
Üst düzeyde uzmanlaşma ile iş gücü geliştirme anlayışı mevcuttur. Tüm çalışanların katılımı, gelişmesi için fırsatlar kısıtlıdır.	Rotasyonla çok yönlü işgücünün gelişmesi sağlanır. Tüm çalışanlara önemli roller verilerek motivasyonları artırılır.
Ödül ve cezaya dayalı bir motivasyon anlayışı mevcuttur.	Çalışmanın takdirine dayalı motivasyon anlayışı mevcuttur.
Verimliliğin artırılmasında kalitenin önemi göz ardı edilir.	Verimliliğin artırılmasında kalitenin büyük bir öneme sahip olduğu anlayışı hâkimdir.
Sonuç odaklıdır.	Süreç odaklıdır.

(Kaynak: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 39; Toraman, 2010: 17)

TKY, geleneksel kalite yönetimi anlayışından birçok konuda farklılık göstermektedir. TKY ile geleneksel kalite yönetimi anlayışı arasındaki farklar Tablo 3'te ifade edilmiştir.

2.6.6. Toplam Kalite Yönetiminin Avantajları

TKY'nin firmalara sağladığı avantajlar aşağıda sıralandığı gibidir (Özgen ve Savaş, 1997, Aktaran: Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009, 39-40);

1. Üretim sürecinin tüm aşamalarında kontroller yapıldığından hatalı ürün sayısı azalmaktadır.
2. Hatalı ürün sayısındaki azalmaya bağlı olarak müşteri şikayetleri de azalmaktadır.
3. Kaliteli ve iyi tasarlanmış ürüne sahip olan müşterilerin güveni ve memnuniyeti artmaktadır.
4. Şikâyetlere hızlı bir şekilde cevap verilmekte, bunların tekrar oluşması engellenmektedir.
5. Müşteri taleplerinin karşılanmasında esneklik sağlanmakta, ürün teslim süreleri kısalmaktadır.
6. TKY ile kaynaklar etkin bir şekilde kullanıldığından katma değer verimliliği artmakta, birim maliyetler, fire ve hurda miktarları azalmaktadır.

7. Kalite güvence sistemi kurulmakta ve yeni müşteriler edinilmektedir. Günümüz işletmelerinde ISO 9000 serisi standartları TKY'ye doğru ilk adımı oluşturmaktadır.
8. Üretim miktarı artmakta ve rasyonel üretim planları hazırlamak mümkün hale gelmektedir.
9. Araştırma ve test maliyetleri düşmektedir. TKY uygulayan firmalarda yöneticiden işçiye kadar herkes kaliteden sorumludur ve bu işler için ayrı kişiler görevlendirilmeyeceğinden maliyetler düşmektedir.
10. Firma içinde, hem birimler hem de kişiler arasındaki bilgi akışı daha düzenli hale gelmektedir.
11. Araştırma-Geliştirme faaliyetleri hızlanmaktadır.
12. Üretim süreci içinde yer alan işlemlerin sayısı azalmaktadır.
13. TKY, organizasyondaki hiyerarşiyi azalttığı, çalışmanın takdirine dayalı bir motivasyon anlayışı getirdiği için işçi ve işveren ilişkilerinin düzelmesini sağlamaktadır.

2.7. Kalitesizlik Maliyetleri

2.7.1. Kalitesizlik ve Kalitesizlik Maliyeti Kavramları

İngilizce'de "poor quality" olarak geçmekte olan "kalitesizlik" kavramı, daha önce geçen başlıklarda yer alan kalite tanımlarından da yola çıkılarak "Bir ürün veya hizmetin, müşterilerin beklentilerini ve gereksinimlerini karşılayamamasıdır." şeklinde yapılabilir. (Efil, 1990) çalışmasında, "ürün veya hizmet, kullanıcıların taleplerini karşılıyor ise kaliteli, karşılamıyor ise kalitesizdir" şeklinde belirtmiştir. Bir ürün veya hizmetin "kalitesiz" olarak nitelendirilmesi aslında onun işe yaramaz veya kullanılamaz olduğu anlamına gelmemektedir. Bu tanıma göre "kalitesizlik" müşterilerin beklenti, istek ve ihtiyaçlarını karşılayamamak anlamında kullanılmaktadır (Yıldırım ve Saylık, 2009: 244).

Kalite Maliyet Modelleri kısmında açıklanmış olan iç ve dış başarısızlık maliyetleri (uygunsuzluk maliyetleri), genelde kalite maliyetleri içerisinde en büyük payı oluşturmakta olup aslında kaliteyi sağlamak adına yapılan çalışmalarla ortaya çıkan maliyetler değil, ürün veya hizmetin beklentileri karşılayamaması yani

“kalitesizlik” nedeniyle ortaya çıkan maliyetlerdir. Kalite uzmanlarının ortak görüşü de kalite maliyetlerinin “kalitesizliğin maliyeti” olduğu yönündedir (Juran, 1956, Aktaran: Alıcı, 2007: 32). Juran kalitesizlik maliyetlerini, “Eğer hiçbir kalite problemi olmazsa yok olacak maliyetlerin toplamı olarak tanımlamış ve kalitesizlik maliyetini “hazinedeki altın” olarak ifade etmiştir (Giakatis ve diğ., 2001, Aktaran: Alıcı, 2007: 32).

Kalite maliyeti konusunda yapılan bazı çalışmalarda da “kalite maliyeti” kavramı yerine “kalitesizlik maliyeti” kavramının kullanıldığı görülmektedir (Sower ve Quarles, 2003 Aktaran: Alıcı, 2007: 32). Bu yöndeki bir başka açıklama da; “Bir işletme tüketicinin ihtiyacını karşılamak yolunda herhangi bir ürünü üretmek için kurulduktan sonra, o ürünün kalitesini sağlamaya yönelik yaptığı giderleri kalite maliyeti olarak göstermez. Yani işletmeler bozuk mal üretmek için kurulmamışlardır. İşletmelerin herhangi bir nedenle ürettikleri hatalı mal için katlandıkları maliyetler “kalite maliyeti” değil “kalitesizliğin maliyeti” olarak adlandırılır” (Karcıoğlu, 2000, Aktaran: Alıcı, 2007: 32).

Müşteriler, almış oldukları bir ürün veya hizmette bekledikleri özellikleri bulamazlarsa bu ürün veya hizmetten vazgeçebilirler. Bu durumda üretici müşteri kaybedeceği için bunun firmaya olumsuz yönde bir maliyeti olacaktır ki bu durum “kalitesizlik maliyeti” olarak adlandırılır. Bu konuda araştırmalar yapan, kalite yönetimi profesörü Dr. Noriaki Kano, 1984 yılında “Ürün Geliştirme ve Müşteri Memnuniyeti” (Product development and customer satisfaction) adlı modelini yayımlamıştır.

Şekil 10. Kano'nun Ürün Geliştirme ve Müşteri Memnuniyeti Modeli



(Kaynak: Yıldırım ve Saylık, 2009: 245)

Dr. Kano bu modelinde, ürün veya hizmetlerin “temel özellikler”, “performans özellikleri” ve “heyecan verici özellikler” olmak üzere üç farklı özelliğe sahip olduğunu ve bu üç özelliğin her birinin varlığının (veya yokluğunun) müşteri memnuniyetini nasıl etkileyebileceğini Şekil 10’da göstermiştir (Yıldırım ve Saylık, 2009: 244-245).

Kano'nun modeline göre, ürün veya hizmetlerin sahip oldukları temel özellikler, müşterilerin bir ürün veya hizmette sahip olmasını bekledikleri temel özelliklerdir.

Performans özellikleri, ürün veya hizmette mutlaka bulunması gereken özellikler olmamakla birlikte bulunduğu takdirde müşterinin ürün veya hizmeti beğenmesini sağlayan özelliklerdir.

Heyecan verici özellikler ise müşterilerin ürün veya hizmetten beklemedikleri, bulunması onlar için de sürpriz olan ancak bulduklarında onları çok etkileyen ve dolayısıyla ürün veya hizmetin beğenilme derecesini fazlasıyla arttıran özelliklerdir (mindtools, 2020).

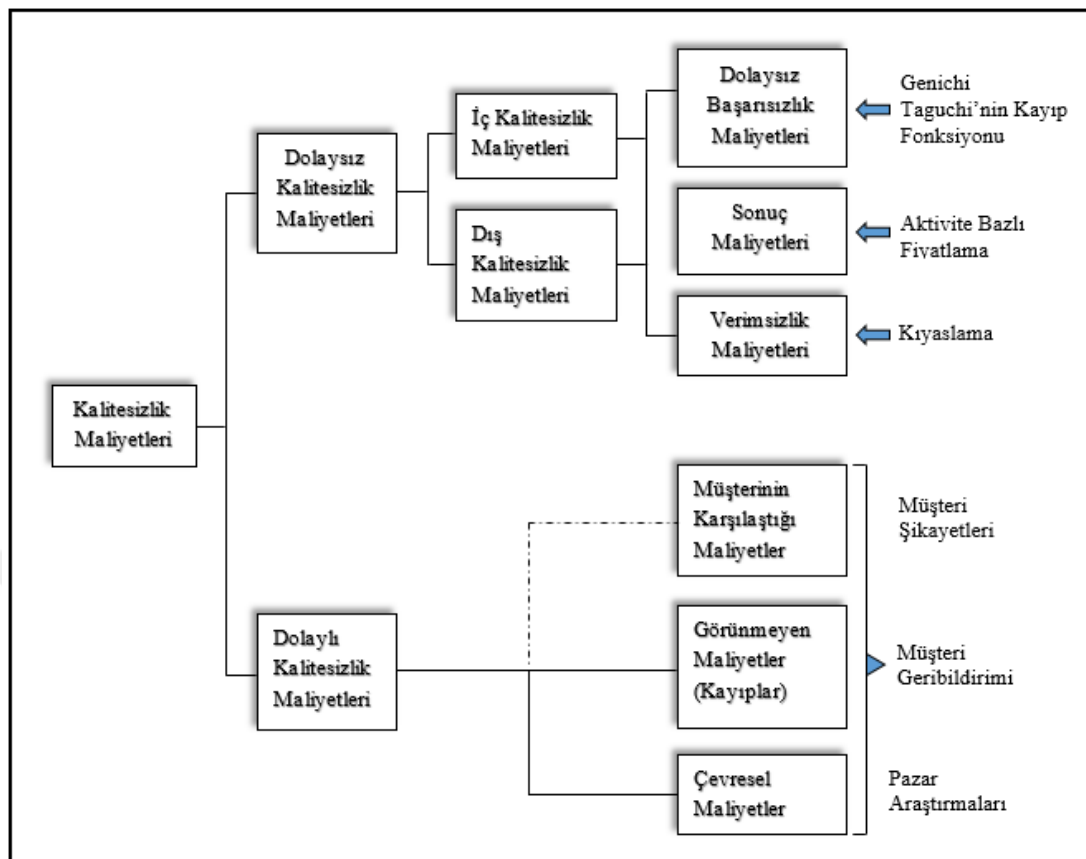
Kano'nun yukarıda açıklanan modeline göre firmalar, mevcut müşterilerini kendilerine bağlamak, yeni müşteriler edinebilmek ve pazar paylarını arttırmak için öncelikle müşterilerinin temel beklentilerini karşılamak ve bunun yanında üretmiş oldukları ürün veya sundukları hizmetlerde müşterilerin beklemediği ek bazı özellikler sunmak zorundadırlar. Ürettikleri ürün veya sundukları hizmet önceden belirlenmiş özellikleri karşılıyor olsa bile müşteri beklentilerini karşılamıyorsa müşteriler tarafından kalitesiz olarak kabul edilecek ve tercih edilmeyecektir ve bu durumda da bu kalitesizliğin firmaya yüklediği bir maliyet olacaktır. Bunlar da “kalitesizlik maliyetleri” olarak adlandırılacaktır (Yıldırım ve Saylık, 2009: 245).

2.7.2. Kalitesizlik Maliyeti Modelleri

2.7.2.1. Rune M. Moen'in Müşteri ve Proses Odaklı Kalitesizlik Maliyeti Modeli

Rune Moen'in “Müşteri ve Proses Odaklı Kalitesizlik Maliyeti” modeli Şekil 11'de gösterilmiştir. Rune Moen bu modelde, kalitesizlik maliyetlerini, dolaysız ve dolaylı kalitesizlik maliyetleri olarak iki gruba ayırmıştır. Dolaysız kalitesizlik maliyetlerini oluşturan unsurlar, firma içinde gözlemlenen ve belirlenen maliyet kategorilerini içerirken, dolaylı kalitesizlik maliyetlerini oluşturan unsurlar ilk olarak müşteriler tarafından algılanan ve sonuçta firmaya pazar kaybı olarak geri dönen maliyetlerden oluşmaktadır. Hem dolaysız hem de dolaylı kalitesizlik maliyetlerini oluşturan unsurların temelini müşteri istek, ihtiyaç ve beklentileri oluşturmaktır (Yıldırım ve Saylık, 2009: 248-250).

Şekil 11. Rune Moen'e Ait Müşteri ve Proses Odaklı Kalitesizlik Maliyeti Modeli

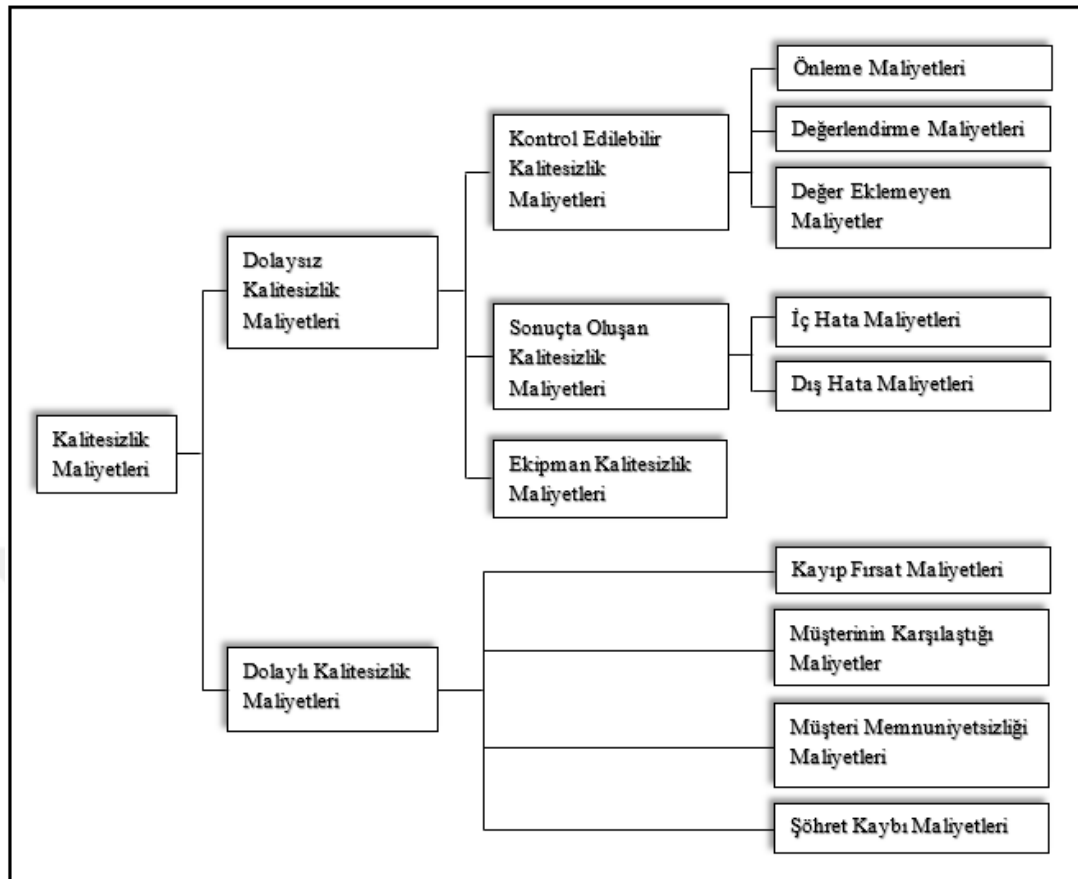


(Kaynak : Yıldırım ve Saylık, 2009: 249)

2.7.2.2. James Harrington'ın Kalitesizlik Maliyeti Modeli

James Harrington “Performans İyileştirmesi: Toplam Kalitesizlik Maliyeti Sistemi” (Performance Improvement: A Total Poor – Quality Cost System) adlı makalesinde kendi geliştirdiği kalitesizlik maliyeti modelini sunmuştur. Harrington makalesinde kalitesizlik maliyetlerini; çalışanların işlerini her zaman doğru şekilde yapmasını sağlayan maliyetler ve çıktıların kabul edilebilir olup-olmadığına karar verme maliyetleri ile çıktıların beklenen niteliklerde olmadığı ve müşteri beklentilerini karşılamadığı durumlarda hem firmanın hem de müşterilerin karşı karşıya kaldığı maliyetlerin toplamı şeklinde tanımlamıştır. Harrington'un Kalitesizlik Maliyetleri Modeli Şekil 12'de gösterilmiştir. Harrington bu modelde kalitesizlik maliyetlerini, dolaylı ve dolaysız kalitesizlik maliyetleri olmak üzere iki grupta incelemiştir (Yıldırım ve Saylık, 2009: 249-250).

Şekil 12. James Harrington'a Ait Kalitesizlik Maliyetleri Modeli



(Kaynak: Yıldırım ve Saylık, 2009: 250)

2.8. Kalite ve Kalitesizlik Maliyetlerinin Analizi ve Ölçümü Üzerine Yapılan Akademik Çalışmalar

Literatür taramasında, akademik alanda farklı sektörlerdeki işletmeler için, kalite ve kalitesizlik maliyetlerinin analizi ve ölçümü ile ilgili birçok çalışma yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda genellikle, ilgili işletmelerde, PAF modeli olarak bilinen kalite maliyet modelindeki önleme, ölçme-değerlendirme ve başarısızlık maliyetlerini oluşturan maliyet kalemlerinin hangi unsurlardan oluştuğu belirlenmiş, yıllık veya aylık periyotlarda bunların tutarları hesaplanarak bunlar arasında karşılaştırmalar yapılmak suretiyle birbirleri ile olan etkileşimi, dönemlere göre değişimi ortaya konmuş, toplam satış tutarları, toplam maliyetler gibi farklı maliyet unsurlarına oranları gibi karşılaştırmalar yapılarak sonuçlar elde edilmiş ve bu sonuçlar üzerinden yorumlar yapılmış ve tavsiyelerde bulunulmuştur. Bu çalışmanın konusuyla ilgisi olan bazı çalışmalar özet bilgiler halinde sıralanmıştır;

Yıldırım ve Saylık (2009) tarafından yayımlanan “Kalitesizlik Maliyetleri Üzerine Bir İnceleme” başlıklı makalede, görünmeyen kalitesizlik maliyetlerinin hesaplanması ile ilgili olarak yapılan bir çalışma açıklanmış ve görünmeyen kalitesizlik maliyetleri, kayıp faktörü ile maliyet indekslerinin çarpımı ile elde edilmiştir. Buradaki kayıp faktörü, toplam tahmin edilen kaybın en büyük maliyet indeksine bölümü ile bulunmuş ve maliyet indeksinin hesaplanmasında da seçilen müşteriler tarafından doldurulan anketlerin sonuçları kullanılmıştır (Yıldırım ve Saylık, 2009: 254-262).

Tanış ve Kefe (2014) tarafından yayımlanan “Kalite Maliyetleri ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama” başlıklı başka bir çalışmada, araştırma kapsamında verileri kullanılan otomotiv firmasının kalitesizlik maliyetleri olarak adlandırılan iç ve dış başarısızlık maliyetlerinin farklı yıllardaki tutarları, firmanın mevcut verilerinden elde edilerek bunlar arasında bir karşılaştırma yapılmış, kalitesizlik maliyetlerinin toplam satışlara ve satılan malın maliyetine göre oranları karşılaştırılmış, yıllara göre değişimi incelenmiş, mevcut verilere göre kalitesizlik maliyetlerinin hangi oranlarda hangi unsurlardan kaynaklandığı ortaya konmuş, 2011 ve 2012 yıllarında ilgili firmanın kalitesizlik maliyetlerini oluşturan alt unsurlar ve bunların firma tarafından hesaplanmış ve kayıt altına alınmış verileri üzerinden değişimleri incelenmiş, sonuçlar açıklanmış ve bu sonuçlar üzerinden yorumlar yapılmıştır (Kefe ve Tanış, 2014: 50-60).

Bozdemir ve Ulu (2017) tarafından yapılan “Kalite Maliyetlerinin Bir Otomotiv Yan Sanayi İşletmesinde PAF Modeline Göre Analizi” başlıklı çalışmada ilgili otomotiv yan sanayi işletmesinin 2011-2015 yılları arasındaki verileri kullanılarak yine PAF modeli altındaki önleme, ölçme-değerlendirme, iç ve dış başarısızlık maliyetlerine ve bunların alt unsurlarına ait tutarlar belirlenmiş, sonrasında bu tutarlar arasında Oran ve Trend analizi yöntemleri ile karşılaştırmalar yapılarak mevcut dönem içerisinde kalite maliyeti modelindeki değerlerin yıllara göre nasıl değişim gösterdiği, birbirleri ile nasıl etkileşim içinde olduğu ortaya konmuş ve yorumlar yapılmıştır (Bozdemir ve Ulu, 2017: 28-41).

Demir ve Mazman İtik (2015) tarafından yayımlanan “Bir Üretim İşletmesinde Kalite Maliyet Kategorileri Arasındaki İlişkinin Analizi” başlıklı makale kapsamında yer alan çalışmada da otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir işletmenin, 2006-2013 yıllarına ait kayıt altına alınmış verileri kullanılarak uygunluk maliyetleri olarak adlandırılan önleme ve ölçme-değerlendirme maliyetleri ile uygunsuzluk maliyetleri olarak adlandırılan iç ve dış başarısızlık maliyetleri hesaplandıktan sonra uygunluk ile uygunsuzluk maliyetleri, önleme maliyeti ile iç başarısızlık maliyeti, önleme maliyeti ile dış başarısızlık maliyeti, ölçme-değerlendirme maliyeti ile iç başarısızlık maliyeti ve ölçme-değerlendirme ile dış başarısızlık maliyeti arasında istatistiksel yönden anlamlı bir ilişki olup olmadığı Pearson korelasyon analizi ve basit doğrusal regresyon yöntemleri kullanılarak test edilmiş, aralarında anlamlı ilişki olan maliyet kalemleri için regresyon denklemleri elde edilerek bunlara üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır (Demir ve Mazman İtik, 2015: 252-261).

Yumuk ve Oğuzhan (2005) tarafından yayımlanan “İşletmelerde Kalite Maliyet Sistemleri: Bir Uygulama” başlıklı bir başka çalışmada ise bir işletmenin 2002-2003 yıllarına ait önleme, ölçme-değerlendirme, iç ve dış başarısızlık maliyetleri üçer aylık dönemler şeklinde belirlendikten sonra bunların toplam kalite maliyetleri içindeki payları oran olarak belirlenmiş, yine aynı işletmenin 2002-2003 yıllarındaki verileri kullanılarak zaman serisi yöntemi ile iç başarısızlık maliyeti ile değerlendirme maliyetleri arasındaki ilişkiye ait regresyon denklemi belirlenmiştir (Yumuk ve Oğuzhan, 2005: 4-11).

Alıcı (2007) tarafından yapılan “Kalite Maliyetleri ve Kalite Maliyetlerinin PAF Modeli Çerçevesinde Test Edilmesine Yönelik Uygulama” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında ise X ve Y şeklinde adlandırılan iki ayrı tekstil firmasının kalite ile ilgili faaliyetleri belirlendikten sonra firmaların 2006 yılının Temmuz-Aralık aralığındaki altı aylık verileri kullanılarak bu faaliyetlerin maliyetleri elde edilmiş, bu maliyetler gruplandırılarak PAF modelinde yer alan önleme, ölçme-değerlendirme, iç ve dış başarısızlık maliyetlerine ait tutarlar ve bunların toplamından oluşan toplam kalite maliyeti değerlerine ulaşılmıştır. Bunların yanında firmaların aylık üretim maliyetleri ve satış hasılatları da bulunmuş, elde edilen tüm

bu değerler hem firmaların kendi ilerinde, hem de birbirleri ile karşılaştırılarak sonuçlara ulaşılmış ve bu sonuçlar üzerinden yorumlar yapılmıştır (Alıcı, 2007: 87-126).



BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bilimsel araştırma, genel anlamıyla, sistematik veri toplama ve analiz etme sürecidir (Kırcaali-İftar, 1999: 3). Daha açık bir ifadeyle, “Problemlere güvenilir çözümler arama amacıyla, planlı ve sistemli olarak verilerin toplanması, çözümlenip yorumlanarak değerlendirilmesi ve rapor edilmesi sürecidir.” (Mouly, 1963; Best, 1959’dan akt. Karasar, 2020: 42).

Sosyal bilimlerde bilimsel araştırma yöntemleri, nicel ve nitel araştırma yöntemleri olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır.

Nicel araştırma; olgu ve olayları nesnelleştirerek gözlemlenebilir, ölçülebilir ve sayısal olarak ifade edilebilir bir şekilde ortaya koyan bir araştırma türüdür. Nicel araştırmalarda amaç, bireylerin toplumsal davranışlarını gözlem, deney ve test gibi yöntemlerle nesnel bir şekilde ölçmek ve sayısal verilerle açıklamaktır. Nicel araştırma; sosyal ve fiziksel dünyanın aynı yöntemle incelenebileceğini, bu nedenle sosyal olguların doğa bilimlerinde kullanılan yöntemle incelenmesi gerektiğini savunan pozitivist yaklaşıma dayanmaktadır (Karadoğan Doruk, 33-35).

Nitel araştırma yöntemi ise, insanların sosyal dünyayı nasıl algıladığını, deneyimlediğini, yorumladığını anlamayı amaçlayan ve bunun için gözlem, yapılandırılmamış görüşme veya doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı araştırma türüdür. (Karadoğan Doruk, 35) Nitel Araştırmada amaç, insanların kendi toplumsal dünyalarını nasıl kurmakta, oluşturmakta olduğunu anlamak ve içinde yaşadıkları toplumsal dünyayı nasıl algıladıklarını yorumlamaya çalışmaktadır (haldunozturk, 2021).

Bu tez kapsamında yapılan çalışmada nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın yapıldığı firmada, konu ile ilgili uzmanların görüşleri ve vermiş oldukları bilgiler çerçevesinde kalitesizlik maliyetine etki ettiği değerlendirilen nicel

veriler elde edilerek bu veriler arasındaki ilişkilerin tespit edilmesine ve bunun üzerinden gelecek dönemlere ait kalitesizlik maliyetlerinin ne kadar olabileceğinin tahmin edilmesine çalışılmıştır.

3.1. Araştırmanın Evreni ve Örnekleme

Evren, araştırma sorunuyla ilişkili, benzer özellikleri taşıyan tüm birey veya öğelerden oluşan büyük gruptur (Şimşek, 2018: 110). Genel anlamıyla örneklem, evren içinden belirli ölçütlere göre seçilen ve evreni temsil etme yeterliğine sahip olduğu varsayılan bir alt gruptur (Şimşek, 2018: 111).

Bu çalışmada otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren ve Türkiye’de bu alanda tek üretici durumundaki firmanın verileri kullanıldığından araştırmanın evreni, firmanın veri tabanında kayıtlı verilerden oluşmaktadır.

Araştırma kapsamında, firmadaki kalite müdürü, kalite mühendisleri ve diğer ilgililerden elde edilen bilgilere göre firmanın içinde bulunduğu sektördeki kalitesizlik maliyetlerine etki ettiği değerlendirilen unsurlar aşağıdaki gibi belirlenmiştir;

1. Aylık olarak müşterilere teslim edilen (satılan) ürün miktarları (deliveries)
2. Şikâyet sayıları ile birlikte girilen reddedilmiş ürün adetleri (rejected parts)
3. Proje kapsamında üretilecek ürünler için ilk üretim tarihi
4. Proje kapsamında üretilmekte olan ürünler için son üretim tarihi
5. Reddedilen ürün adedi / Teslim edilen ürün adedi x 10^6 formülü ile hesaplanan PPM (Parts Per Million) oranları
6. Garanti süresi

Bu bilgiler ışığında firmanın mevcut veri tabanında ilgililer tarafından girilmiş olan veriler incelenmiş ve aylık teslim edilen (satılan) ürün adetleri, uygunsuzluk nedeniyle reddedilen ürün adetleri, uygunsuz ürün nedeniyle müşteri

firmalardan gelen Euro (€) bazındaki fatura tutarlarına ait verilerin 2015 yılı Ocak ayı ile 2018 yılı Kasım ayı aralığında doğru ve düzenli olarak girilmiş olduğu tespit edilen bir firmanın belli bir projesine ait verilerin örneklem olarak alınabileceği düşünülmüştür.

3.2. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Yöntemi ve Ölçekler

Araştırmada, örneklem kapsamında kullanılacak veriler firmanın ilgili çalışanları tarafından şirket içinde kullanılmakta olan bir programdaki Hedef ve Teslim Edilen Ürün Adetleri (Q Target and Deliveries), Dış Uygunsuzluk (Ext. NC) ve Kalite Şikâyetleri (Q Complaints) isimli sayfalardan farklı zamanlarda kaydedilmiştir.

Şekil 13. Hedef ve Teslim Edilen Ürün Adetleri (Q Target and Deliveries) Sayfasında Veri Girişi ve Girilmiş Verilerin Görünümü

#	Customer	Country	SP Plant	Customer Plant	Year	Project	Vehicle	Target Complaint	Target PPM	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul
	VW	TURKEY	DZC	Poznan	2014	VW VNS57	-	6	100,00	31010	37330	37352	37308	37352	37374	43548
	RENAULT/OY	TURKEY	DZC	Palencia	2014	RENAULT BDK95 MEGANE	-	4	12,00	70180	66345	62285	79950	107135	91490	10253
	GM/OPEL	TURKEY	DZC	Bochum	2014	GM A3007	-	2	45,00	41792	63870	42600	71515	62000	42630	40250
	GM/OPEL	TURKEY	DZC	Eisenach	2014	GM A3400	-	2	45,00	13643	13860	11820	13990	10980	12150	12150
	GM/OPEL	TURKEY	DZC	Zaragoza	2014	GM A3400	-	2	45,00	29520	56164	29520	39420	46266	46440	56000
	AUDI	TURKEY	DZC	Neckarsulm	2014	AUDI A4	-	6	100,00	30414	32802	17460	21000	9000	19710	14130

Şekil 13'deki gibi "Q Target and Deliveries" (Hedef ve Teslim Edilen Ürün Adetleri) başlıklı sayfadan aylık bazda, firmanın hangi fabrikasından, hangi müşterisinin hangi fabrikasındaki, hangi proje için, kaç adet ürün teslim edildiği bilgisi girilmektedir.

Şekil 14. Dış Uygunsuzluk (Ext. NC) Sayfasında Veri Girişi ve Girilmiş Bazı Verilerin Görünümü

Data has been listed.

Year : 2015
 Month : 4
 Record Date :
 Country :
 SP Plant : DUZCE
 Customer : BMW
 Project : 73
 Invoice Date :
 Invoice Number :
 Third Party Company :
 Invoice Amount (€) : 0,00
 Budget : 0,00
 Project Code :

Customer Plant :
 Type 1 : QUALITY
 Type 2 :
 Type 3 :
 Reference order :
 Original voucher number :
 Analysis/Inspection report/AQ :
 Part number :
 Part name :
 Failure Code :
 Defect Code :
 Notes :

Clean (for New Record) Save Delete Edit Search Batch Recording <- Tüm bilgileri aynı olan 12 farklı ay için aynı anda 12 kayıt kaydeder.

3058

Year	Month	Record Date	Country	SP Plant	Customer	Project	Invoice Date	Invoice No	Third Party Company	Invoice Amount (€)
2015	4	04.12.2015	TURKEY	DZC	BMW	BMW F30	20151204	NA	DECON	7987
2015	4	04.12.2015	TURKEY	DZC	BMW	BMW F30	20151204	NA	OTHER	29885
2015	4	07.12.2015	TURKEY	DZC	BMW	BMW F30	20151207	NA	OTHER	350

Verilerin kaydedildiği ikinci sayfa olan Şekil 14'teki Dış Uygunsuzluk (Ext. NC) sayfasından, third party company'ler tarafından firmaya kesilen ve kalitesizlik maliyeti olarak adlandırılan Euro bazındaki fatura tutarları ve bununla ilgili diğer bilgiler kaydedilmektedir. Bu sayfadan veriler, "QUALITY" veya "LOGISTICS", ve "DEBIT" veya "CREDIT" şeklinde veri tipleri ve bunun yanında uygunsuzluk türü seçilerek kaydedilmektedir.

Fatura, ürünün kalite yönünden bir uygunsuzluğu nedeniyle kesilmişse (parçanın kısa gelmesi, kaynaktan yırtılmış olması, fonksiyonel açıdan uygun olmaması v.s. gibi nedenlerle) "QUALITY" seçeneği seçilerek, ürünlerin sevkiyatı sırasında ortaya çıkan bir uygunsuzluk nedeniyle kesilmişse "LOGISTICS" seçeneği seçilerek kaydedilmektedir.

Aynı sayfada, third party company'lerin uygunsuzluk nedeniyle kesmiş olduğu faturalar, DEBIT seçeneği seçilerek kaydedilmektedir. Bu şekilde kesilen faturalar için ürünleri üreten şirket, uygunsuzlukla ilgili olarak kontroller yaptırmakta ve uygunsuzluğun şirketten kaynaklanıp kaynaklanmadığını araştırmaktadır.

Uygunsuzluğun kendisinden (üretimi yapan şirketten) kaynaklanmadığı ortaya çıkarsa bu durumda ilgili third party company’ e itirazda bulunmaktadır. Third party company, itirazı kabul ederse buna karşılık iade faturası kesmektedir. Bu iade faturasına ait veriler de “CREDIT” şeklinde veri tipi seçilerek kaydedilir. CREDIT türündeki faturalara ait tutarlar negatif (-) işaretle kaydedilmektedirler. Tez çalışması kapsamında, bu sayfada veri tipi bilgisi “QUALITY” ve “DEBIT” özelliğinde girilen kayıtların kullanılmasına karar verilmiştir.

Tablo 4. Uygunsuzluk Türleri

Evrak İşlemleri	Paperwork adm issues
Garanti İadesi	Warranty
Tarama	Sorting
Yeniden İşleme	Rework
Hurdalama	Scrap
Hat Birikmesi	Line Accumulation

İlgililer tarafından QUALITY seçeneği seçilerek kayıtlar kaydedilirken bunlar için aynı zamanda uygunsuzluk türü de belirlenmekte ve kaydedilmektedir. QUALITY seçeneğine ait uygunsuzluk türleri Tablo 4’teki gibidir. Bu uygunsuzluk türlerine ait detaylar aşağıdaki gibidir;

Evrak İşlemleri (Paperwork, adm issues): Müşteri firmada, uygunsuz bir ürün tespit edildiğinde, ürünü üreten şirkete bunu kargo ile gönderebilir ve kargo ücretini de üretici firmaya yükler. Bu tür durumlar için yapılan kayıtlarda bu seçenek seçilmektedir.

Garanti İadesi (Warranty): Nihai müşteriden (otomobil satın alan müşteri) ürün uygunsuzluğu konusunda şikâyet geldiğinde ortaya çıkan garanti faturası için yapılan girişlerdir.

Tarama (Sorting): Third party company olarak müşteri firmalarda ürün uygunsuzluğu konusunda kontroller yapan firmaların bu kontrol işlemi için kesmiş oldukları faturalardır. Çalışılan saat ücretine göre belirlenmektedir.

Yeniden İşleme (Rework): Third party company'nin belirlemiş olduğu uygun olmayan ürünler, üretimi yapan şirkete gönderilir. Şirket bunlar üzerinde mümkünse rötuş/düzeltilme işlemleri yaparak kullanıma uygun hale getirir. Bu işlem bazen müşteri firmada da yapılabilmektedir. Bu durumlarda ortaya çıkan maliyetler için kesilen faturalar bu türe girmektedir.

Hurdalama (Scrap): Üretim sırasında uygun olmayan ve hurda olarak adlandırılan ürünler ortaya çıkabilmektedir. Müşteriye gönderilemeyecek durumdaki bu ürünlerin hem üretim hem de hurdalama maliyetleri ortaya çıkmaktadır. Bu şekildeki maliyetler bu seçenek altında kaydedilmektedir.

Hat Birikmesi (Line Accumulation): Müşteri firma, hatalı bir ürüne rastladığında hemen iade etmeyip bir süre (örneğin bir ay) bu şekilde başka ürünlerin ortaya çıkmasını bekleyebilir. Bu süre içinde başka hatalı ürünler de çıkarsa bunların tümü için parça fiyatını ve montaj fiyatını ekleyerek toplu olarak tek bir fatura keser. Bu şekilde şirkete gelen faturalar line accumulation seçeneği ile programdan kaydedilirler. EOP (End of Project) tarihi geçmiş olan bir projeye ait ürünler için line accumulation şeklinde bir fatura gelmez. Bu durumdaki ürünler için servis veya yedek parça faturası şeklinde faturalar gelir ve bunlar da "warranty" seçeneği ile kaydedilirler.

Şekil 15. Kalite Şikâyetleri (Q Complaints) Sayfasında Veri Girişi ve Girilmiş Bazı Verilerin Görünümü

#	Customer	Country	SP Plant	Customer Plant	Project	SP Reference	Part name	Complaint Reason	Incident No	Year	Month	Reject Parts	R/S	Cust. Cor
								WOK						Complain
	ALDI	TURKEY	MNI	Ingolstadt	AUDI AU370	590117	F Glass Channel/Run	Injection overflow		2014	2	1	Single	Customer Complain
	ALDI	TURKEY	MNI	Ingolstadt	AUDI AU370	590117	F Glass Channel/Run	Injection tear		2014	3	1	Single	Customer Complain
	ALDI	TURKEY	MNI	Ingolstadt	AUDI AU373	590073	F Glass Channel/Run	Injection tear		2014	3	1	Single	Customer Complain
	ALDI	TURKEY	MNI	Ingolstadt	AUDI AU373	590081	R Glass Channel	Firm mistakes		2014	3	1	Single	Customer Complain

Verilerin kaydedildiği üçüncü sayfa olan Şekil 15'teki Kalite Şikâyetleri (Q Complaints) sayfasında ay ve yıl bazında müşterilerin projeleri için üretilen ürünler adına gelen şikâyet sayıları kaydedilmektedir.

Şekil 16. Programdan Elde Edilen Verilerin Excel Tablosuna Aktarılması ve Düzenlenmesi

	G	H	I	J	K	L	M
	Ay	Fatura Tutarı (€) (Y)	Teslim Edilen Ürün Adedi (X1)	Reddedilen Ürün Adedi (X2)	PPM (Reddedilen Ürün Adedi/Teslim Edilen Ürün Adedi * 10 ⁶) Oranı (X3)	Deneyim Katsayısı (X4)	Garanti Kapsamındaki Ürün Adedi (X5)
2							
3	201501	28968.42	276755	754	2724.4314	13	3349884
4	201502	5462.42	316115	334	1056.5775	14	3665999
5	201503	47154.47	301475	540	1791.1933	15	3967474
6	201504	24067.88	267015	493	1846.3382	16	4234489
7	201505	14529.94	184200	284	1541.8024	17	4418689
8	201506	12492.81	321445	354	1101.2770	18	4740134
9	201507	16929.00	244015	468	1917.9149	19	4984149
10	201508	51269.15	210660	325	1542.7703	20	5194809
11	201509	22580.43	313940	567	1806.0776	21	5508749
12	201510	9079.00	237140	364	1534.9583	22	5745889
13	201511	16689.24	272350	488	1791.8120	23	6018239
14	201512	15723.76	163895	329	2007.3828	24	6182134
15	201601	3233.55	137345	255	1856.6384	25	6319479
16	201602	30306.72	261555	221	844.9466	26	6581034
17	201603	40777.10	266520	287	1076.8423	27	6847554
18	201604	4000.32	266925	211	790.4842	28	7114479
19	201605	21420.85	232315	211	908.2496	29	7346794
20	201606	13438.63	257775	237	919.4065	30	7604569
21	201607	14705.45	70110	178	2538.8675	31	7674679
22	201608	16765.38	251225	254	1011.0459	32	7925904
23	201609	9829.32	198245	220	1109.7380	33	8124149

Yukarıda yer alan açıklamalara göre, araştırma kapsamında kullanılacak ilgili projenin verileri bir program aracılığıyla elde edilmiş ve Şekil 16'da görüldüğü gibi Excel tablosuna aktarılmıştır. Excel tablosunda, reddedilen ürün adedi / teslim edilen ürün adedi x 10⁶ formülü ile PPM değerleri elde edilmiştir.

Örnekleme kapsamında seçilen firmanın ilgili projesi ile ilgili üretim faaliyetleri 2014 yılı Ocak ayında başlamıştır. Ancak araştırma kapsamında, 2014 yılına ait uygunsuzluk nedeniyle ortaya çıkan fatura tutarları sistemdeki ilgili dosyada yer olmadığından fatura tutarlarının girildiği ilk ay olan 2015 yılı Ocak ayı ve sonrasında girilen veriler kullanılmıştır. Bu durumda, çalışanlara ait deneyimleri gösteren katsayı değerleri için 2014 yılı Ocak ayında, proje ile ilgili ilk üretimin

yapıldığı ay çalışan deneyimi en düşük seviyede olduğundan bu katsayı 1 olarak alınmış ve bunun sonrasındaki her ay için bu katsayı değeri bir arttırılmak suretiyle çalışanlara ait deneyim katsayıları belirlenmiştir.

Firmanın örneklem kapsamında seçilen projesi için ilk üretimin yapıldığı 2014 yılı Ocak ayından itibaren teslim ettiği aylık ürün adetleri ilgili tablolara kaydedilmiştir. Bu proje kapsamındaki ürünler için garanti süresi üç yıldır. Buna göre ilk üretimin yapıldığı 2014 yılı Ocak ayından itibaren, üçüncü yılın sonrasında, 2014 yılı Ocak ayında teslim edilen (satılan) ürünler garanti kapsamından çıkmaktadır. 2017 yılı Şubat ayında, 2014 yılı Ocak ve Şubat aylarında teslim edilen ürün adetleri garanti kapsamından çıkacaktır. Bu bilgi çerçevesinde Şekil 16'da yer alan Excel tablosundaki Garanti Kapsamındaki Ürün Adedi sütununda 2015 yılı Ocak ayından itibaren garanti kapsamındaki ürün adetleri hesaplanmış ve gösterilmiştir.

BÖLÜM 4

BULGULAR ve YORUMLAR

Araştırmanın bu bölümünde, örneklem olarak seçilen proje için 2015 Ocak ile 2018 Kasım ayı aralığında bağımlı değişken olarak kabul edilen uygunsuz ürün nedeniyle müşteri firmalardan gelen Euro (€) bazındaki fatura tutarlarına (invoice amount) ait veriler ile bağımsız değişkenler olduğu düşünülen aynı tarih aralığındaki teslim edilen aylık ürün adetleri (deliveries), uygunsuzluk nedeniyle reddedilen ürün adetleri (rejected parts), reddedilen ürün adedi/teslim edilen ürün adedi x 10^6 formülü ile hesaplanan PPM oranları, aylık olarak artan çalışan deneyimlerine ait katsayı değerleri garanti kapsamındaki ürün adetleri kullanılmıştır. Regresyon analizi ile değişkenler arasındaki ilişki incelenmiştir.

4.1. Regresyon Analizi

Regresyon analizi, aralarında neden-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek ve bu ilişkiyi kullanarak o konu ile ilgili tahminler veya kestirimler yapabilmek amacıyla kullanılır. Regresyon analizi tekniğinde, iki (basit regresyon) veya daha fazla değişken (çoklu regresyon) arasındaki ilişkiyi açıklamak için matematiksel bir model kullanılır ve bu model “Regresyon modeli” olarak adlandırılır.

Regresyon analizinde kullanılacak veri seti bağımsız değişken(ler) ve hedef olarak belirlenmiş olan bir bağımlı değişkenden oluşur. Bağımsız değişkenler, nümerik değer içerirler ve birbirleri ile aralarında önemli bir ilişki bulunmaz. Yani birbirlerinin fonksiyonları olarak yazılamazlar. Bağımlı değişken de nümerik değerler içermek zorundadır. (analytichouse, 2021).

Şekil 17. Minitab 17 Programında Regresyon Analizinin Sonuçları

Regresyon Analizi: Fatura Tutarı ile Teslim Edile; Reddedilen Ü; PPM Oranı (X; ...

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	5	2320854772	464170954	5.50	0.001
Teslim Edilen Ürün Adedi (X1)	1	6371412	6371412	0.08	0.785
Reddedilen Ürün Adedi (X2)	1	48156181	48156181	0.57	0.454
PPM Oranı (X3)	1	33821261	33821261	0.40	0.530
Deneyim Katsayısı (X4)	1	443254858	443254858	5.25	0.027
Garanti Kapsamındaki Ürn. A(X5)	1	78566	78566	0.00	0.976
Error	41	3458431208	84351981		
Total	46	5779285979			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
9184.33	40.16%	32.86%	21.61%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	31413	17093	1.84	0.073	
Teslim Edilen Ürün Adedi (X1)	-0.0145	0.0527	-0.27	0.785	6.30
Reddedilen Ürün Adedi (X2)	22.2	29.4	0.76	0.454	12.17
PPM Oranı (X3)	-3.77	5.96	-0.63	0.530	10.19
Deneyim Katsayısı (X4)	-438	191	-2.29	0.027	3.74
Garanti Kapsamındaki Ürn. A(X5)	-0.00004	0.00145	-0.03	0.976	2.56

Regression Equation

Fatura Tutarı (€) (Y) = 31413 - 0.0145 Teslim Edilen Ürün Adedi (X1)
+ 22.2 Reddedilen Ürün Adedi (X2) - 3.77 PPM Oranı (X3)
- 438 Deneyim Katsayısı (X4)
- 0.00004 Garanti Kapsamındaki Ürn. A(X5)

Araştırmada kullanılacak projenin verileri Şekil 16’da görüldüğü gibi Excel sayfasında hazırlandıktan sonra Minitab 17 programına aktarılmış ve Minitab programında Fit Regression Model sayfasında regresyon analizi yapılmış ve Şekil 17’de ifade edilen sonuçlar alınmıştır.

Minitab 17 programına ait Şekil 17’deki ANOVA (Analysis of Variance) tablosu, beş bağımsız değişken üzerinden oluşturulmaya çalışılan regresyon modelinin genel olarak anlamlı olup olmadığını göstermektedir. Tabloda, teslim edilen aylık ürün adetleri, uygunsuzluk nedeniyle reddedilen ürün adetleri, reddedilen ürün adedi / teslim edilen ürün adedi x 10^6 formülü ile hesaplanan PPM oranları ve garanti kapsamındaki ürün adetleri şeklindeki bağımsız değişkenlere ait P-Value (Anlamlılık değeri) değerleri 0.05 değerinden büyük olduğundan model istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Regresyon analizinde geçerli bir regresyon modeli oluşturmak için modelde hangi bağımsız değişkenlerin bulunması, hangi bağımsız değişkenlerin modelin dışında bırakılması gerektiğini bulmak amacıyla aşamalı regresyon analizi (stepwise) yöntemleri uygulanır. Aşamalı regresyon (stepwise) analizinin üç farklı türü vardır;

- a. **İleriye Doğru Seçim (Forward Selection):** Bu yöntemde değişken seçme işlemine modelde sadece sabit terimin bulunduğu denklemle başlanır ve bağımsız değişkenler modele tek tek eklenir. İlk olarak bağımlı değişken ile en yüksek korelasyona sahip bağımsız değişken modele eklenir. Aynı zamanda bu değişken Y bağımlı değişkeni ile en yüksek F istatistiğine sahip değişkendir. Hesapla bulunan F istatistiği α önem düzeyinde anlamlı ise bu değişken modele alınır ve ileriye doğru seçim yöntemi bu şekilde devam edilir. Yapılan test sonucunda bir bağımsız değişken modele alınmazsa seçim süreci sona erer (Alpar, 2003, Aktaran : Kayaalp, Güney ve Cebeci, 2015: 2-3).
- b. **Geriye Doğru Çıkarma (Backward Elimination):** Başlangıçta bütün bağımsız değişkenler modele dâhil edilir. Daha sonraki aşamalarda her defasında bir tane olmak üzere en düşük kısmi F değerine sahip olan bağımsız değişken modelden çıkarılarak işleme devam edilir. Çıkarılan değişkenin modele olan katkısı her defasında test edilir. Çıkarılan değişkenin katkısı istatistiki olarak anlamlı ise çıkarma işlemi gerçekleştirilmez ve işlem orada durdurulur (Efe ve ark., 2000, Aktaran: Kayaalp, Güney ve Cebeci, 2015: 3).
- c. **Adım Adım Regresyon (Stepwise) :** Adım adım seçim yöntemi ileriye doğru seçim yönteminin düzenlenmesinden oluşur. Bu yöntemde, bağımlı değişkeni etkileyebilecek bağımsız değişkenler belirlendikten sonra bunların arasından birbiriyle ilişkili olmayan ve bağımlı değişkeni en çok etkileyen değişkenler seçilmektedir (Orhunbilge, Aktaran: Tezcan, 2009: 32).

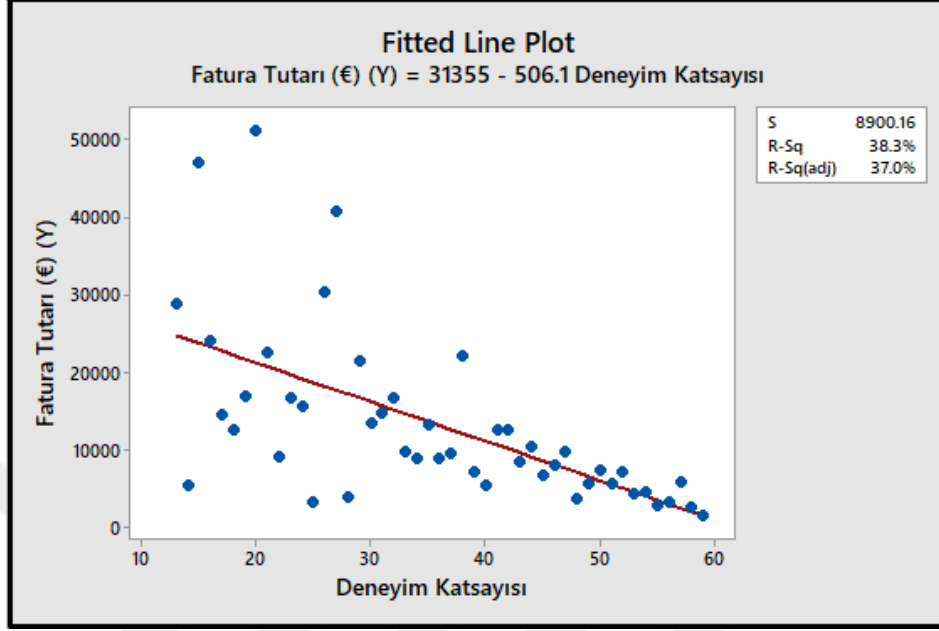
Minitab 17 programı, yukarıda açıklanan adım adım regresyon modellerinin uygulanmasına da imkân vermektedir. Yukarıda açıklandığı şekilde beş bağımsız değişkenin tümü ile geçerli bir regresyon modeli oluşturulamadığı görüldükten sonra Minitab 17 programındaki Fit Regression Model sayfasında regresyon analizi yapılırken Stepwise metodu seçilmek suretiyle Aşamalı Regresyon Analizi yapılmıştır.

Şekil 18. Minitab 17 Programında Adım Adım Regresyon Analizi Sonuçları

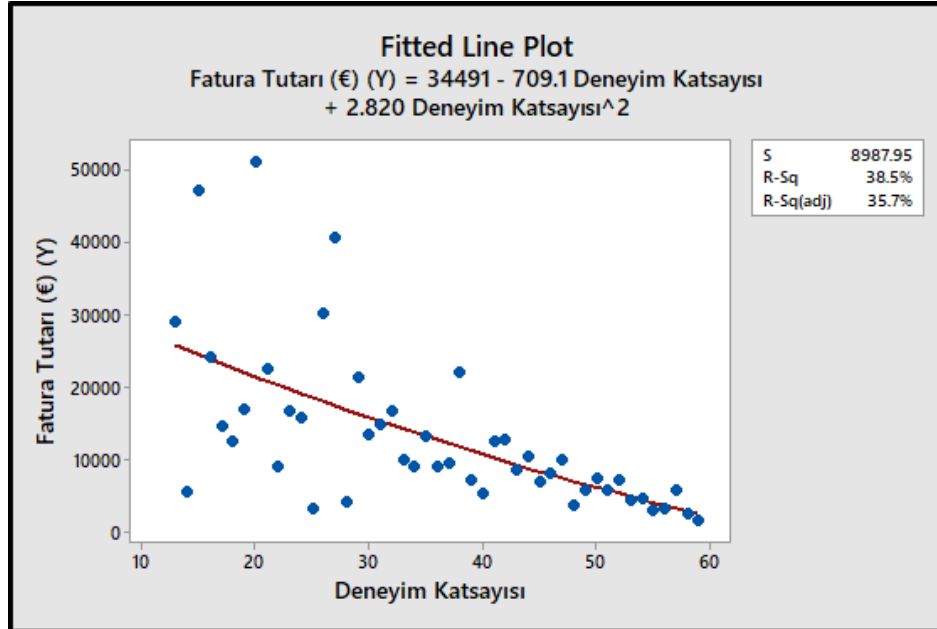
Regresyon Analizi: Fatura Tutarı ile Teslim Edile; Reddedilen Ü; PPM Oranı (X; ...						
Stepwise Selection of Terms						
α to enter = 0.15; α to remove = 0.15						
Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
Regression	1	2214709527	2214709527	27.96	0.000	
Deneyim Katsayısı (X4)	1	2214709527	2214709527	27.96	0.000	
Error	45	3564576453	79212810			
Total	46	5779285979				
Model Summary						
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)			
8900.16	38.32%	36.95%	31.73%			
Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Constant	31355	3682	8.52	0.000		
Deneyim Katsayısı (X4)	-506.1	95.7	-5.29	0.000	1.00	
Regression Equation						
Fatura Tutarı (€) (Y) = 31355 - 506.1 Deneyim Katsayısı (X4)						

Şekil 18’de görüldüğü gibi Minitab 17 programında, adım adım regresyon işlemi sonucunda çalışanlara ait deneyimleri gösteren katsayılar şeklindeki bağımsız değişken ile bağımlı değişken olan müşteri firmalardan uygun olmayan ürünler için kesilen Euro (€) bazındaki fatura tutarları arasında anlamlı bir ilişki olduğu ortaya çıkmış ve buna göre regresyon modeline ait denklem **Fatura Tutarı (€) (Y) = 31355 - 506.1 x Deneyim Katsayısı** şeklinde hesaplanmıştır. Bu modele ve denkleme göre her ay çalışanların deneyimleri arttıkça kalitesizlik maliyeti anlamına gelen fatura tutarları azalmaktadır. Şekil 18’deki Model Summary kısmında görüldüğü gibi R-sq değeri %38.32 olarak hesaplanmış olup, bu sonuç fatura tutarlarındaki değişime %38.32 oranında çalışan deneyimindeki değişimin etki ettiğini göstermektedir.

Şekil 19. Minitab 17 Programında Fatura Tutarları ile Çalışanlara Ait Deneyim Katsayısı İçin Oluşturulan Doğrusal (Linear) Regresyon Modelinin Denklemi ve Grafiği



Şekil 20. Minitab 17 Programında Fatura Tutarları ile Çalışanlara Ait Deneyim Katsayısı İçin Oluşturulan Karesel (Quadratic) Regresyon Modelinin Denklemi ve Grafiği



Minitab 17 programındaki Fitted Line Plot sayfasından, Şekil 19 ve Şekil 20'de görüldüğü gibi bağımlı değişken olan fatura tutarları ile bağımsız değişken

olan çalışanlara ait deneyim katsayısı arasındaki ilişkiye ait doğrusal (linear) ve karesel (kuadratik) regresyon denklemleri elde edilmiş ve bu denklemler üzerinden değişkenler arasındaki ilişki grafiksel olarak da gösterilmiştir. Şekil 19 ve Şekil 20'deki grafiklerde, çalışanlara ait deneyim katsayısı arttıkça yani çalışanların her ay deneyimleri arttıkça kalitesizlik maliyeti olarak adlandırılan uygunsuz ürünler için müşteri firmaların kesmiş oldukları fatura tutarlarının azaldığı yani ters orantılı olarak değiştiği açık bir şekilde görülmektedir.

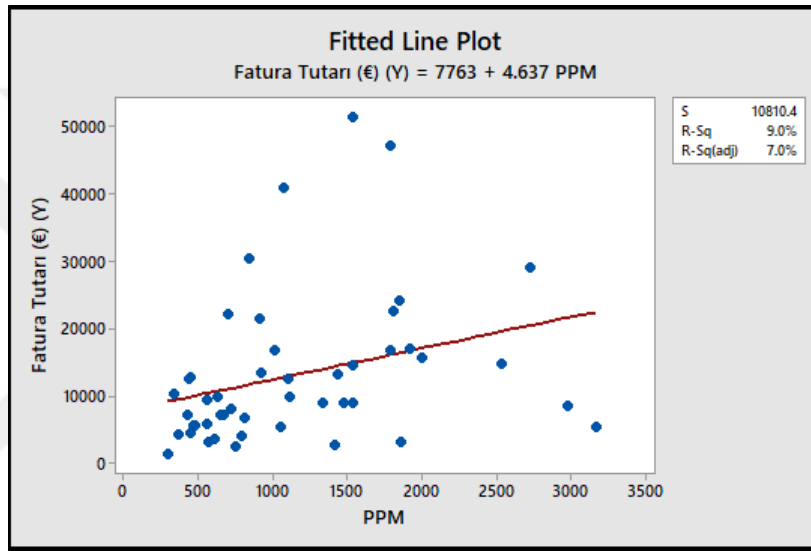
Bunun yanısıra, bağımlı değişken olan fatura tutarları ile diğer bağımsız değişkenlerin her biri için Minitab 17 programında tek bağımsız değişkenli regresyon modelleri (simple regression model) oluşturularak her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi ayrı ayrı kontrol edilmiştir. Bu araştırmanın sonucuna göre reddedilen ürün adedi/teslim edilen ürün adedi $\times 10^6$ formülü ile hesaplanan PPM oranları ile fatura tutarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 21. Minitab 17 Programında, Fatura Tutarlarına Ait Değerler ile PPM ve PPM² Değerleri Üzerinden Yapılan Regresyon Analizi Sonuçları

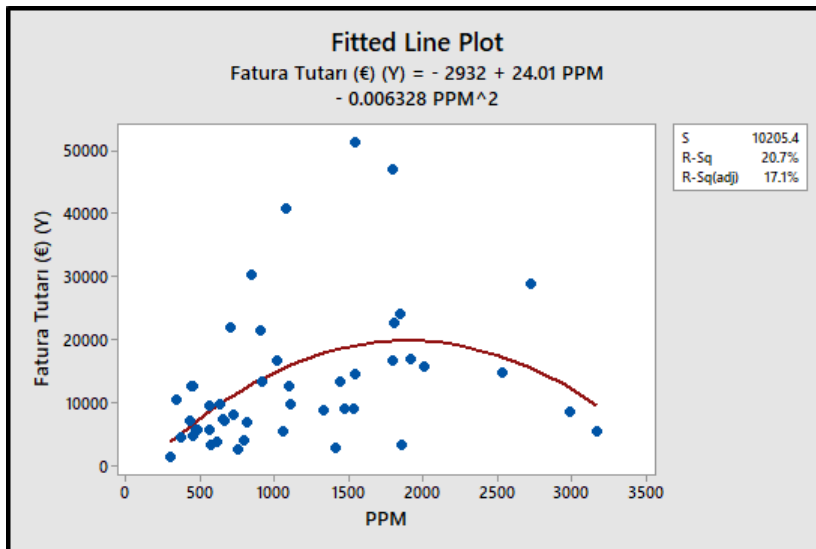
Regresyon Analizi: Fatura Tutarı (€) (Y) ile PPM; PPM ²						
Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
Regression	2	1196712706	598356353	5.75	0.006	
PPM	1	966784547	966784547	9.28	0.004	
PPM ²	1	676313177	676313177	6.49	0.014	
Error	44	4582573274	104149393			
Total	46	5779285979				
Model Summary						
	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
	10205.4	20.71%	17.10%	10.92%		
Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Constant	-2932	5061	-0.58	0.565		
PPM	24.01	7.88	3.05	0.004	14.44	
PPM ²	-0.00633	0.00248	-2.55	0.014	14.44	
Regression Equation						
Fatura Tutarı (€) (Y) = -2932 + 24.01 PPM - 0.00633 PPM ²						

Şekil 21’de görüldüğü üzere Minitab 17 programında, bağımlı değişken olan fatura tutarlarına ait değerler ile PPM ve PPM² değerleri üzerinden regresyon analizi yapılmış ve ANOVA (Analysis of Variance) tablosunda görüldüğü gibi F-değerlerine (F-values) ait P-değerleri (P-Values) genel anlamlılık düzeyi olan 0.05’ten küçük olduğundan modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu yani PPM değerleri ile fatura tutarları arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür.

Şekil 22. Minitab 17 Programında Fatura Tutarları ile PPM Değerleri İçin Oluşturulan Doğrusal (Linear) Regresyon Modelinin Denklemi ve Grafiği



Şekil 23. Minitab 17 Programında Fatura Tutarları ile PPM Değerleri İçin Oluşturulan Karesel (Quadratic) Regresyon Modelinin Denklemi ve Grafiği



Minitab 17 Programında, fatura tutarları ile PPM değerleri arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi için Fitted Line Plot sayfasında doğrusal (linear) ve karesel (quadratic) regresyon modelleri seçilerek Şekil 22 ve Şekil 23'teki gibi iki ayrı regresyon denklemi ve bunlara göre grafikler elde edilmiştir. Şekil 22'de görüldüğü gibi PPM değeri 1900 seviyesine gelinceye kadar fatura tutarları buna bağlı olarak artmakta bu seviyeden sonra PPM değeri arttığı halde fatura tutarlarının azaldığı görülmektedir.

4.2. Trend Analizi ve Tahmin

Yukarıda açıklanan regresyon analizi ve geçerli regresyon modeli oluşturma aşamasında kalitesizlik maliyetleri olarak adlandırılan müşteri firmalardan gelen Euro (€) bazındaki fatura tutarları (invoice amounts) ile bağımsız değişkenler arasından yalnız çalışanlara ait deneyimleri gösteren katsayılar ile reddedilen ürün adetleri/teslim edilen ürün adetleri $\times 10^6$ şeklinde hesaplanan PPM oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır. Yukarıda açıklanan regresyon analizleri sonucunda elde edilen regresyon denklemlerine ait R-sq (belirlilik katsayısı) değerleri %40'ın altında olduğu görülmektedir. R-sq değeri bağımlı değişken olan fatura tutarlarındaki değişimlerin ne kadarının bağımsız değişkenler (çalışanlara ait deneyimleri gösteren katsayılar veya PPM oranları) tarafından belirlendiğini gösteren katsayıdır. Bu araştırmanın sonucuna göre fatura tutarlarına etki eden değerlerin en az % 60 oranında kayıt altına alınmamış diğer ölçülemeyen etkenlerden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın bundan sonraki aşamasında yalnız bağımlı değişken olan Euro (€) bazındaki fatura tutarları üzerinden trend analizi yöntemi ile trend denklemleri elde edilmiş ve sonrasında elde edilen regresyon denklemleri ile trend analizi sonucunda bulunan trend denklemleri karşılaştırılarak ileriye dönük tahmin değerlerinin elde edilmesinde hangi denklemin kullanılmasının uygun olacağı ortaya çıkarılmıştır.

Trend analizinde fatura tutarlarına ait değerler bir zaman serisi şeklinde ele alınarak, bu değerlerin zamana bağlı olarak değişimi incelenmiş ve trend modelleri üzerinden tahmin yapılmaya çalışılmıştır.

Zaman serisi analizi, zaman serisine ait değerler arasındaki anlamlı istatistiksel ilişkilerin ortaya çıkarılması için yapılan değerlendirmedir.

Bir zaman serisinde dört bileşen bulunmaktadır:

1. *Trend*: Zaman serisinin uzun dönemde gitmek istediği yön olarak da ifade edilebilir. Yani seri yukarı doğru artan şekilde, aşağıya doğru azalan bir şekilde gidebilir.

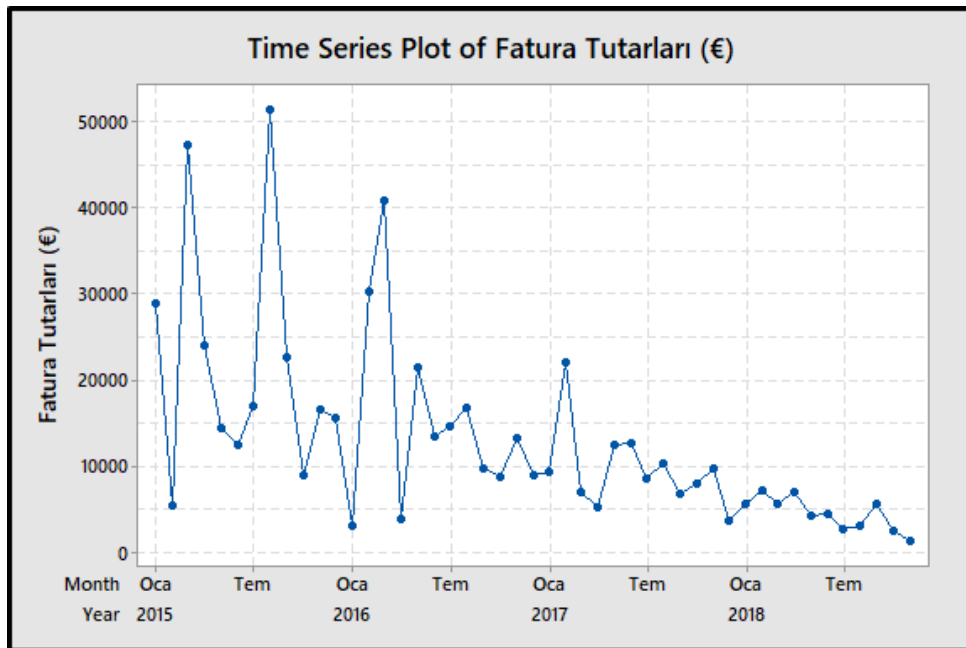
2. *Mevsimsellik*: Zaman serisinde belli bir dönem içinde dalgalanmaların olması durumudur. Örneğin serinin aylık bazdaki değerleri, yaz aylarında yükselip kış aylarında düşüyorsa bu durumda mevsimsellik söz konusudur.

3. *Döngüsellik*: Periyodik dalgalanmaların olması durumudur.

4. *Düzensizlik*: Seriyi etkileyen bir neden dolayısıyla düzensiz bir artış veya azalış olması durumudur.

Bu noktada aylık bazdaki fatura tutarları için Minitab 17 programında, Time Series Plot sayfasında Simple modeli seçilerek fatura tutarlarına ait zaman serisinin grafiği elde edilmiştir.

Şekil 24. Minitab 17 Programında Fatura Tutarlarına Ait Grafik



Şekil 24'de görüldüğü gibi fatura tutarlarına ait seri azalan bir trend göstermektedir. Bu grafiğe göre aynı zamanda serinin mevsimsel özellik göstermediği de söylenebilir.

Zaman serileri ile tahmin yapılırken serinin durağan olup olmadığının kontrol edilmesi ve durağan değilse durağan hale getirilmesi gerekmektedir. Bir zaman serisinin durağan olması sabit bir ortalama, sabit bir varyans ve gecikme seviyesine bağlı kovaryansa sahip olmasına yani zaman içerisinde belirli bir değer doğru yaklaşması demektir (Bozkurt, 2013: 6).

Araştırmanın bu kısmında Euro (€) bazındaki fatura tutarlarına ait serinin durağan olup olmadığı kontrol edilmiş ve bunun için Eviews 11 programındaki Standard Unit Root Test sayfasında Augmented Dickey Fuller (ADF) birim kök testi kullanılmıştır.

Bir zaman serisinin birim kök içermesi o serinin durağan olmadığı anlamına gelmektedir. Buna göre H_0 ve H_1 hipotezleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur;

H_0 : Fatura tutarlarına ait seri birim kök içermektedir.

H_1 : Fatura tutarlarına ait seri birim kök içermemektedir.

Augmented Dickey Fuller testinde, Eviews 11 programında level seçeneği seçilerek serinin gerçek değerleri üzerinden durağan olup olmadığı araştırılmıştır.

Şekil 25. EViews 11 Programında Augmented Dickey Fuller Testine Ait Sonuç Tablosu

Null Hypothesis: INV_A has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.761334	0.0022
Test critical values:		
1% level	-4.192337	
5% level	-3.520787	
10% level	-3.191277	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(INV_A)
Method: Least Squares
Date: 04/03/21 Time: 09:58
Sample (adjusted): 2015M06 2018M11
Included observations: 42 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
INV_A(-1)	-2.694521	0.565917	-4.761334	0.0000
D(INV_A(-1))	1.409651	0.464166	3.036951	0.0045
D(INV_A(-2))	0.795630	0.371157	2.143647	0.0391
D(INV_A(-3))	0.485625	0.245334	1.979442	0.0557
D(INV_A(-4))	0.115181	0.144624	0.796420	0.4312
C	68520.65	15129.98	4.528798	0.0001
@TREND("2015M01")	-1352.458	303.6182	-4.454469	0.0001

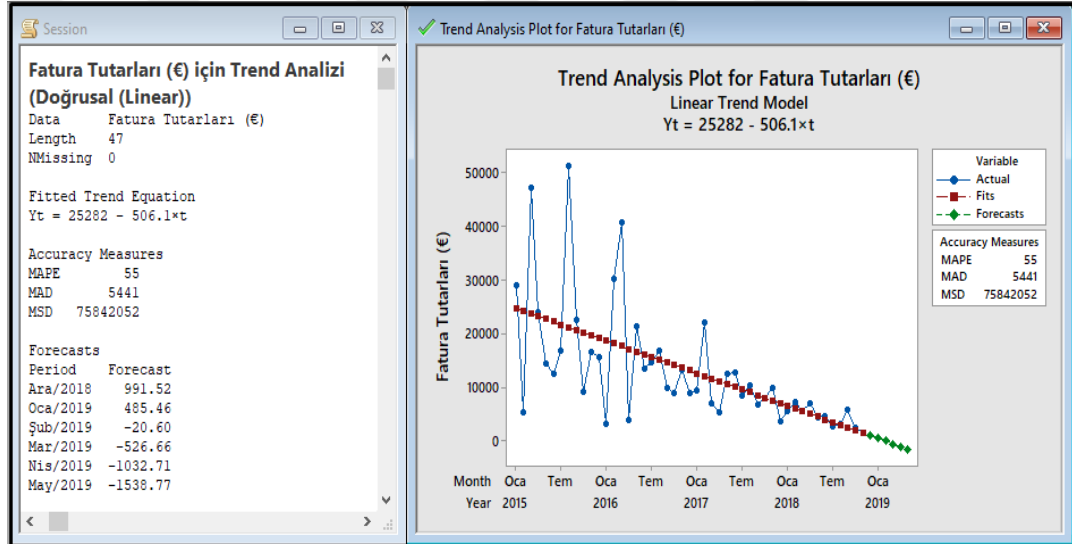
R-squared	0.685749	Mean dependent var	-310.9574
Adjusted R-squared	0.631877	S.D. dependent var	11716.12
S.E. of regression	7108.535	Akaike info criterion	20.72699
Sum squared resid	1.77E+09	Schwarz criterion	21.01660
Log likelihood	-428.2668	Hannan-Quinn criter.	20.83315
F-statistic	12.72931	Durbin-Watson stat	1.957639
Prob(F-statistic)	0.000000		

Şekil 25'deki sonuç tablosunda görüldüğü üzere Augmented Dickey Fuller (ADF) test istatistiğine bağlı olasılık (Prob.) değeri, 0.0022 olarak bulunmuş olup bu değer, genel anlamlılık düzeyi olan 0.05'ten küçüktür. Yine Şekil 25'deki sonuç tablosunda ADF testine ait t-Statistics değeri, -4.761334 olarak bulunmuş olup bu değer de 5% anlamlılık düzeyine ait -3.520787 şeklindeki t-Statistics değerinden küçüktür. Bu sonuçlara göre H_0 hipotezi (Fatura tutarlarına ait seri birim kök

içermektedir.) reddedilip H_1 hipotezi kabul edilir. Buna göre Euro (€) bazındaki fatura tutarlarına (invoice amounts) ait seri birim kök içermemekte yani durağandır.

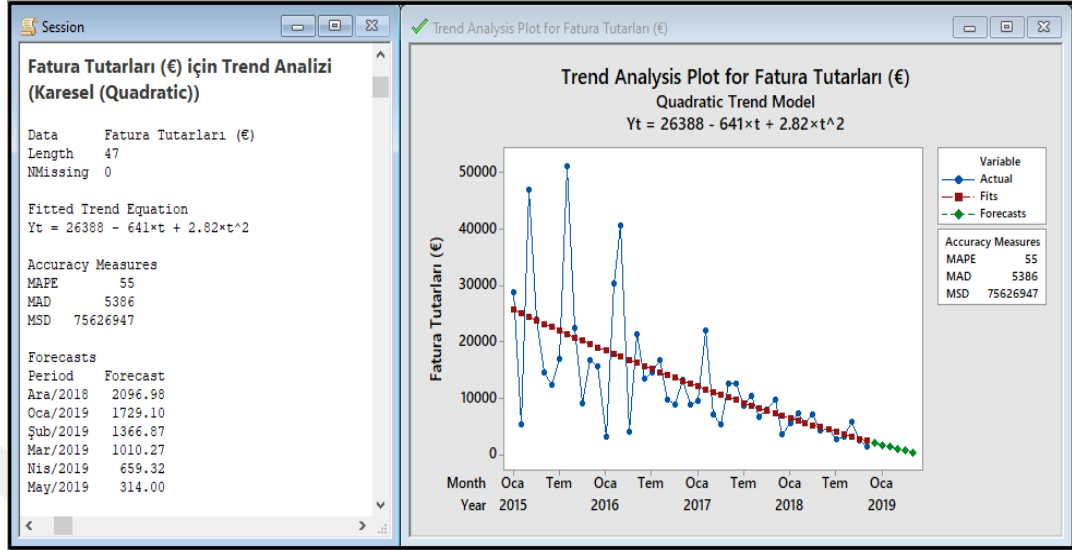
Fatura tutarlarına ait serinin durağan olduğu tespit edildikten sonra bu serideki değerler üzerinden trend analizi ile trend denklemleri elde edilmiş ve tahmin değerleri hesaplanmıştır. Minitab17 programındaki Trend Analysis sayfasında Linear, Quadratic, Exponential Growth ve S-Curve şeklinde dört farklı trend analizi modeli yer almaktadır. Bunların her biri için trend modeli oluşturularak trend denklemleri elde edilmiş ve bu modeller üzerinden tahmin yapılmıştır.

Şekil 26. Minitab 17’de Doğrusal (Linear) Trend Modeli ile Yapılan Trend Analizine Ait Grafik, Sonuç ve Tahmin Değerleri



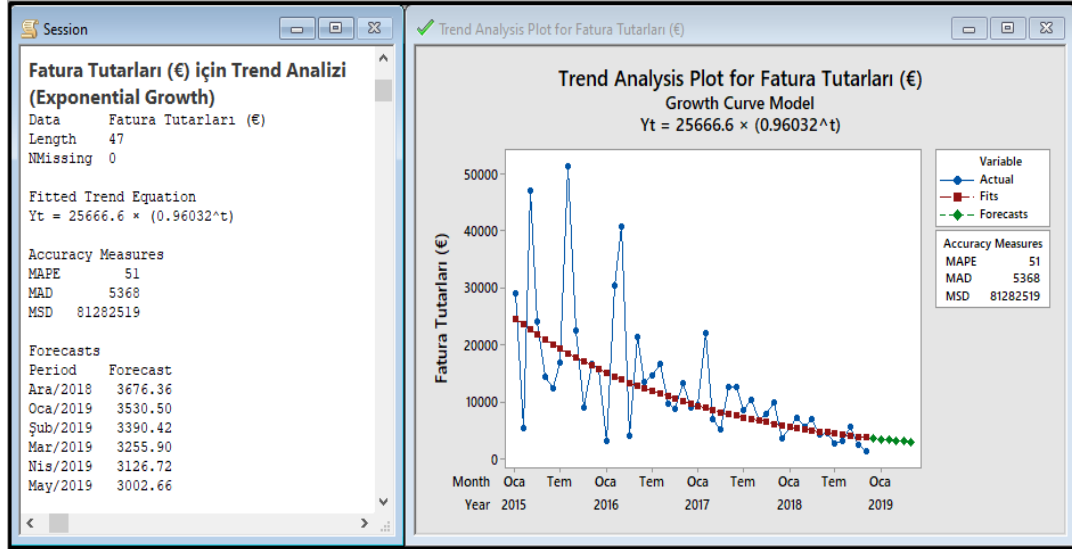
Şekil 26’da görüldüğü üzere Fatura Tutarları için Linear Trend modeline ait denklem $Tpl.FaturaTut.(€)=25282 - 506.1 \times t$ şeklinde bulunmuştur.

Şekil 27. Minitab 17’de Karesel (Quadratic) Trend Modeli ile Yapılan Trend Analizine Ait Grafik, Sonuç ve Tahmin Değerleri

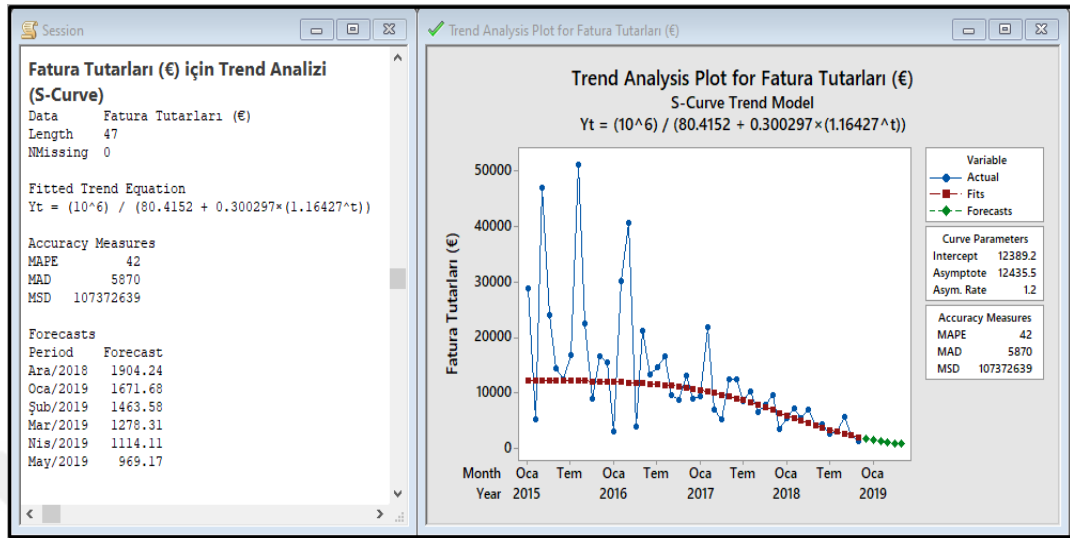


Şekil 27’de görüldüğü üzere Quadratic Trend modeline ait denklem $Tpl.FaturaTut.(€)=26388 - 641.4 \times t + 2.82 \times t^2$ şeklinde bulunmuştur.

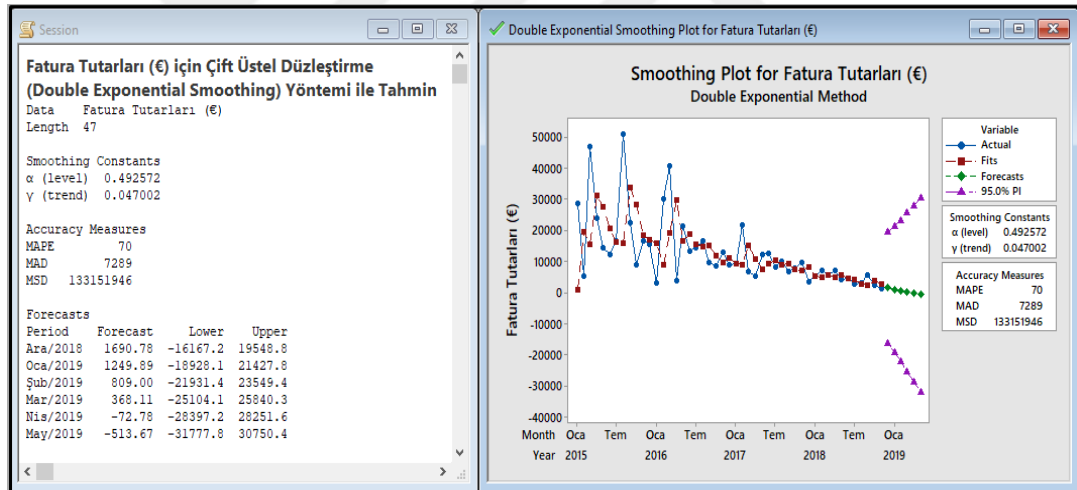
Şekil 28. Minitab 17’de Growth Curve Trend Modeli ile Yapılan Trend Analizine Ait Grafik, Sonuç ve Tahmin Değerleri



Şekil 29. Minitab 17’de S-Curve Trend Modeli ile Yapılan Trend Analizine Ait Grafik, Sonuç ve Tahmin Değerleri



Şekil 30. Minitab 17 Programında Çift Üstel Düzleştirme Yöntemi ile Elde Edilen Değerlere Ait Grafik ve Tahmin Değerleri



Açıklandığı üzere fatura tutarlarına ait zaman serisi, azalan bir trend içermekte ancak mevsimsel etkiler taşımamaktadır. Buna göre yukarıda Şekil 26, Şekil 27, Şekil 28 ve Şekil 29’daki dört farklı trend modelinin dışında Minitab 17 programındaki Double Exp Smoothing sayfasından fatura tutarları için çift üstel düzleştirme (double exponential smoothing) yöntemi ile de trend analizi yapılmış Şekil 30’deki değerler ve grafik elde edilmiştir.

Şekil 26, Şekil 27, Şekil 28, Şekil 29 ve Şekil 30’da görüldüğü gibi Doğruluk Ölçütleri (Accuracy Measures) başlıklı sonuç tablolarında ilgili trend modeline ait

programın hesapladığı MAPE, MAD ve MSD değerleri yer almaktadır. Bu değerler ilgili trend modellerinden hangisine ait tahmin değerlerinin gerçek değerlere yakın olduğu ve dikkate alınması gerektiği konusunda nicel bir bilgi vermektedir.

MAPE (Mean Absolute Percent Error), ortalama mutlak yüzde hata anlamına gelmekte olup $MAPE = \left(\frac{\sum |y_t - \hat{y}_t|}{y_t} / n \right) \times 100$ şeklindeki formüle göre hesaplanmaktadır. Formüldeki y_t gerçek değeri, \hat{y}_t öngörülen (uyan) değeri ve n gözlem sayısını göstermektedir. MAPE değeri, öngörülen zaman serisi değerlerinin doğruluğunu ölçer. Tahminin doğruluğu yüzde olarak ifade edilir. MAPE değeri yüzdelik değer olduğundan diğer doğruluk ölçüm istatistiklerinden anlaşılması daha kolaydır. Örneğin MAPE değeri 5 ise ortalama olarak tahminin doğruluğu % 5 azalır. Bununla birlikte, model verilere iyi uyuyor gibi görünse bile bazen çok büyük bir MAPE değeri görülebilmektedir. MAPE değeri farklı zaman serisi modellerinin uyumlarını karşılaştırmak için kullanılabilir. Küçük değerler daha iyi bir uyum olduğunu göstermektedir.

Ortalama mutlak sapma anlamına gelen MAD (Mean Absolute Deviation) değeri ise bulunan zaman serisi değerlerinin doğruluğunu ölçer. Doğruluğu verilerle aynı birimlerle ifade eder ve bu da hata miktarını kavramsallaştırmaya yardımcı olur. Serideki aykırı değerlerin MAD üzerinde MSD'den daha az etkisi vardır. MAD değeri $\frac{\sum |y_t - \hat{y}_t|}{n}$ şeklindeki formül ile bulunur. Buradaki y_t gerçek değeri, \hat{y}_t öngörülen (uyan) değeri ve n gözlem sayısını göstermektedir. MAPE değeri gibi MAD değeri de farklı zaman serisi modellerinin uyumlarını karşılaştırmak için kullanılır ve yine küçük değerler daha iyi bir uyumu göstermektedir.

Accuracy Measures tablosundaki üçüncü değer olan MSD değeri ortalama kare sapma (Mean Square Deviation), anlamına gelmekte olup öngörülen zaman serisi değerlerinin doğruluğunu ölçer. MSD değeri, $\frac{\sum |y_t - \hat{y}_t|^2}{n}$ şeklindeki formül ile hesaplanmakta olup buradaki y_t gerçek değeri, \hat{y}_t öngörülen (uyan) değeri ve n gözlem sayısını göstermektedir. MAPE ve MAD değerleri gibi MSD değeri de farklı zaman serisi modellerinin uyumlarını karşılaştırmak için kullanılır ve yine küçük değerler daha iyi bir uyumu göstermektedir.

(support.minitab, 2021)

Tablo 5. Farklı Regresyon Denklemleri ve Trend Modellerinin MAPE, MAD, MSD ve Tahmin Değerlerinin Karşılaştırılması

Aylar	Gerçek Değerler	Regresyon Denklemleri ile Tahminler				Trend Denklemleri ile Tahminler				
		Inv.A.(Y)- Coeff.ofEx p.(X) (Linear)	Inv.A.(Y)- Coeff.ofExp (X) (Quadratic)	Inv.A.(Y)- PPM(X) (Linear)	Inv.A.(Y)- PPM(X) (Quadratic)	Linear Trend	Quadratic Trend	Growth Curve	S Curve	Dbl. Exp. Smoothing
Oca-15	28968.42	24775.7	25749.28	20396.19	15511.85	24776.30	25749.20	24648.20	12381.60	1018.50
Şub-15	5462.42	24269.6	25116.32	12662.35	15372.13	24270.20	25116.20	23670.30	12372.80	19791.70
Mar-15	47154.47	23763.5	24489.00	16068.76	19771.96	23764.10	24488.90	22731.10	12362.60	15663.10
Nis-15	24067.88	23257.4	23867.32	16324.47	19826.65	23258.10	23867.20	21829.30	12350.70	31374.40
May-15	14529.94	22751.3	23251.28	14912.34	19044.04	22752.00	23251.20	20963.20	12336.90	27805.80
Haz-15	12492.81	22245.2	22640.88	12869.62	15834.99	22246.00	22640.80	20131.40	12320.90	20989.50
Tem-15	16929	21739.1	22036.12	16656.37	19840.24	21739.90	22036.00	19332.70	12302.20	16330.60
Ağu-15	51269.15	21233	21437.00	14916.83	19048.39	21233.90	21436.90	18565.60	12280.60	16165.50
Eyl-15	22580.43	20726.9	20843.52	16137.78	19790.52	20727.80	20843.40	17829.00	12255.60	33809.50
Eki-15	9079	20220.8	20255.68	14880.60	19012.97	20221.70	20255.60	17121.60	12226.50	28371.30
Kas-15	16689.24	19714.7	19673.48	16071.63	19772.79	19715.70	19673.40	16442.30	12192.90	18514.70
Ara-15	15723.76	19208.6	19096.92	17071.23	19766.04	19209.60	19096.80	15789.90	12153.90	17219.50
Oca-16	3233.55	18702.5	18526.00	16372.23	19832.60	18703.60	18525.90	15163.50	12108.90	16052.10
Şub-16	30306.72	18196.4	17960.72	11681.02	12837.39	18197.50	17960.60	14561.80	12056.90	9010.60
Mar-16	40777.1	17690.3	17401.08	12756.32	15585.10	17691.40	17401.00	13984.10	11996.90	19266.10
Nis-16	4000.32	17184.2	16847.08	11428.48	12093.38	17185.40	16847.00	13429.20	11927.70	30125.50
May-16	21420.85	16678.1	16298.72	11974.55	13655.00	16679.30	16298.60	12896.40	11848.30	16915.80
Haz-16	13438.63	16172	15756.00	12026.29	13793.84	16173.30	15755.90	12384.70	11757.10	18898.00
Tem-16	14705.45	15665.9	15218.92	19535.73	17236.88	15667.20	15218.80	11893.40	11652.70	15845.60
Ağu-16	16765.38	15159.8	14687.48	12451.22	14874.64	15161.20	14687.40	11421.50	11533.40	14894.30
Eyl-16	9829.32	14633.7	14161.68	12908.85	15919.76	14655.10	14161.60	10968.30	11397.60	15469.60
Eki-16	8870.4	14147.6	13641.52	13945.31	17831.01	14149.00	13641.40	10533.10	11243.50	12214.40
Kas-16	13282.09	13641.5	13127.00	14442.48	18523.40	13643.00	13126.90	10115.20	11069.20	10012.90
Ara-16	8985.77	13135.4	12618.12	14599.96	18712.38	13136.90	12618.00	9713.90	10872.90	11144.50
Oca-17	9453.99	12629.3	12114.88	10365.76	8551.18	12630.90	12114.80	9328.50	10653.00	9552.50
Şub-17	22030.93	12123.2	11617.28	11010.23	10778.63	12124.80	11617.20	8958.40	10408.00	8973.10
Mar-17	7094.07	11617.1	11125.32	10845.63	10232.98	11618.70	11125.20	8602.90	10136.50	15176.40
Nis-17	5325.41	11111	10639.00	22457.87	9605.62	11112.70	10638.90	8261.60	9837.70	10779.50
May-17	12550.22	10604.9	10158.32	9798.72	6389.15	10606.60	10158.20	7933.80	9511.40	7551.00
Haz-17	12679.28	10098.8	9683.28	9829.34	6510.74	10100.60	9683.20	7619.00	9157.60	9587.20
Tem-17	8562.94	9592.7	9213.88	21612.39	12330.34	9594.50	9213.80	7316.70	8777.60	10755.60
Ağu-17	10398.44	9086.6	8750.12	9338.92	4497.10	9088.50	8750.00	7026.40	8373.00	9270.10
Eyl-17	6779.07	8580.5	8292.00	11514.92	12352.28	8582.40	8291.90	6747.60	7946.50	9446.60
Eki-17	7964.15	8074.4	7839.52	11118.30	11128.21	8076.30	7839.40	6479.90	7501.70	7691.50
Kas-17	9850.98	7568.3	7392.68	10669.32	9630.82	7570.30	7392.60	6222.80	7042.70	7391.10
Ara-17	3672.8	7062.2	6951.48	10598.58	9384.06	7064.20	6951.40	5975.90	6574.40	8224.90
Oca-18	5621.94	6556.1	6515.92	9935.11	6926.46	6558.20	6515.90	5738.80	6102.00	5499.50
Şub-18	7285.38	6050	6086.00	10760.35	9943.98	6052.10	6085.90	5511.10	5630.90	5079.40
Mar-18	5673.42	5543.9	5661.72	9993.91	7154.75	5546.00	5661.70	5292.50	5166.50	5736.70
Nis-18	7135.66	5037.8	5243.08	9750.04	6194.73	5040.00	5243.00	5082.50	4713.80	5274.80
May-18	4361.91	4531.7	4830.08	9481.19	5095.83	4533.90	4830.00	4880.80	4277.50	5803.70
Haz-18	4602.09	4025.6	4422.72	9829.50	6511.38	4027.90	4422.70	4687.20	3861.40	4672.50
Tem-18	2828.71	3519.5	4021.00	14326.61	18375.04	3521.80	4021.00	4501.20	3468.60	4215.10
Ağu-18	3256.73	3013.4	3624.92	10384.63	8619.85	3015.80	3624.90	4322.60	3101.20	3077.40
Eyl-18	5759.36	2507.3	3234.48	10350.11	8494.04	2509.70	3234.40	4151.10	2760.80	2715.10
Eki-18	2515.81	2001.2	2849.68	11241.50	11518.35	2003.60	2849.70	3986.40	2448.00	3834.50
Kas-18	1469.73	1495.1	2470.52	9149.14	3679.86	1497.60	2470.50	3828.20	2162.60	2774.20
MAPE		55	55	94	83	55	55	51	42	70
MAD		5441	5386	7259	6976	5441	5387	5368	5870	7289
MSD		75842055	75626947	111891201	97501560	75842052	75627085	81282519	107372639	133151946

Araştırmanın regresyon analizi kısmında açıklandığı üzere kalitesizlik maliyetlerini gösteren Euro bazındaki fatura tutarları ile çalışanların deneyimlerini gösteren katsayılar arasında;

$$\text{Inv.A(€)} = 31355-506.1 \times \text{Deneyim Katsayısı} \text{ şeklinde doğrusal (linear),}$$

$\text{Inv.A(€)} = 34491-709.1 \times \text{Deneyim Katsayısı} + 2.82 \times \text{Deneyim Katsayısı}^2$ şeklinde karesel (quadratic) olmak üzere iki geçerli regresyon modeline ait denklemler elde edilmiştir. Bu aşamada bu denklemlerde yer alan Deneyim Katsayısı değişkeni için araştırma kapsamında kullanılan 2015 Ocak ve 2018 Kasım aralığı

için belirlenen çalışan deneyimi katsayıları kullanılarak bu aralıktaki tüm aylar için tahmini fatura tutarları elde edilmiştir. Bu değerler ve bu aralıktaki gerçek fatura tutarlarına ait değerler Tablo 5'te gösterilmiştir.

Yine regresyon analizi kısmında açıklandığı üzere kalitesizlik maliyetlerini gösteren Euro bazındaki fatura tutarları ile reddedilen ürün adetleri/teslim edilen ürün adetleri $\times 10^6$ şeklinde hesaplanan PPM oranları arasında da

$$\text{Inv.A(€)} = 7763 - 4.637 \times \text{PPM} \text{ şeklinde doğrusal (lineer)}$$

$\text{Inv.A(€)} = -2932 + 24.01 \times \text{PPM} - 0.006328 \times \text{PPM}^2$ şeklinde karesel (quadratic) olmak üzere iki geçerli regresyon modeline ait denklemler elde edilmiştir. Bu denklemler için de 2015 Ocak ve 2018 Kasım aralığı için belirlenen PPM değerleri formüllerde yerine konarak söz konusu aralıktaki tahmini fatura tutarları elde edilmiştir. Bu değerler de yine Tablo 5'teki 5. ve 6. sütunlarda gösterilmiştir.

Regresyon analizi sonrasında yukarıda açıklanan trend analizi ile elde edilen trend modellerine ait denklemlerde de t değişkenine, ayları gösteren sıra numaraları konmak suretiyle beş ayrı trend modeli için de yine 2015 Ocak ve 2018 Kasım aralığı için tahmini fatura tutarları elde edilmiştir. Bunlar da yine yukarıda Tablo 5'in son beş sütununda gösterilmiştir.

Tablo 5'teki fatura tutarlarına ait gerçek değerler ile regresyon denklemleri ve trend modellerine ait denklemler ile elde edilen tahmin değerleri kullanılarak her bir denklem için yukarıda açıklanan MAPE, MAD ve MSD değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler de Tablo 5'in son üç satırında gösterilmiştir. Ayrıca Tablo 5'te her bir ay için gerçek değere en yakın olan tahmin değeri koyu kırmızı renk ile işaretlenmiştir. MAPE, MAD ve MSD değerleri ve ilgili aylara ait gerçek değerlere en yakın tahmin değerlerini bulma doğrultusunda modeller incelendiğinde, Growth Curve modelinin daha başarılı bir model olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6. Growth Curve Trend Modeli ile Elde Edilen Tahmini Fatura Tutarları

Trend Analizi: Fatura Tutarları (€)	
Data	Fatura Tutarları (€)
Length	47 NMissing 0
Fitted Trend Equation	
$Y_t = 25666.6 \times (0.96032^t)$	
Accuracy Measures	
MAPE	51
MAD	5368
MSD	81282519
Tahminler	
Periyod	Tahmin
Ara/2018	3676.36
Oca/2019	3530.50
Şub/2019	3390.42
Mar/2019	3255.90
Nis/2019	3126.72
May/2019	3002.66
Haz/2019	2883.53
Tem/2019	2769.12
Ağu/2019	2659.25
Eyl/2019	2553.74
Eki/2019	2452.42
Kas/2019	2355.12
Ara/2019	2261.68
Oca/2020	2171.94
Şub/2020	2085.77
Mar/2020	2003.01
Nis/2020	1923.54
May/2020	1847.22
Haz/2020	1773.93
Tem/2020	1703.55
Ağu/2020	1635.96
Eyl/2020	1571.05
Eki/2020	1508.72
Kas/2020	1448.86
Ara/2020	1391.37

Growth Curve trend modeli, tahmin değerlerinin belirlenmesinde kullanılacak en iyi model olarak belirlendikten sonra **Inv. Amount (€) = 25666,6 x (0,96032^t)** şeklindeki Growth Curve trend modeline ait trend denklemi kullanılarak araştırma kapsamında seçilen aralığın sonrasındaki 25 aylık döneme ait tahmini fatura tutarları Tablo 6’da ifade edilmiştir.

Tablo 7. Growth Curve Trend Modeli ile Elde Edilen Tahmini Fatura Tutarları ile Gerçek Değerlerin Karşılaştırılması

Periyod	Gerçek Değerler (€)	Tahmin (€)
Ara.18	0.00	3676.36
Oca.19	3859.58	3530.50
Şub.19	1613.20	3390.42
Mar.19	15555.77	3255.90
Nis.19	1767.36	3126.72
May.19	2635.71	3002.66
Haz.19	7712.02	2883.53
Tem.19	0.00	2769.12
Ağu.19	735.21	2659.25
Eyl.19	0.00	2553.74
Eki.19	0.00	2452.42
Kas.19	0.00	2355.12
Ara.19	1372.18	2261.68
Oca.20	1690.03	2171.94
Şub.20	0.00	2085.77
Mar.20	0.00	2003.01
Nis.20	902.04	1923.54
May.20	5935.82	1847.22
Haz.20	1916.69	1773.93
Tem.20	9944.42	1703.55
Ağu.20	7316.50	1635.96
Eyl.20	0.00	1571.05
Eki.20	6460.65	1508.72
Kas.20	1811.48	1448.86
Ara.20	7731.98	1391.37

Growth Curve trend modeline ait trend denklemi kullanılarak elde edilen ileriki 25 aylık döneme ait tahmin değerleri ile gerçek değerler arasındaki farklar Tablo 7'deki gibidir. Growth Curve trend modeli istatistiksel anlamda geçerli olmakla birlikte bu dönemdeki gerçek değerlerde tutarsızlıklar olduğundan tahmin değerlerinin gerçek değerlerden oldukça farklı olduğu şeklinde bir sonuç ortaya çıkmıştır.

Tablo 7'de yer alan gerçek değerler seçilen proje için firmanın Manisa fabrikasında üretilen ürünlere ait uygunsuzluklar nedeniyle ortaya çıkmış maliyetlerlerdir. Bu 25 aylık dönemde gerçek değerlerde büyük sapmalar olmasının nedenleri aşağıda sıralanmıştır;

- 1- Üretimde yer alan deneyimli çalışanların işten ayrılıp yerine yeni çalışanların gelmesi ve buna bağlı olarak üretilen hatalı ürün sayısının artması.
- 2- Bazı aylarda fazla sipariş nedeniyle birkaç vardiyada üretim yapılması ve buna bağlı olarak üretilen hatalı ürün sayısının artması.
- 3- 2020 yılı Şubat ve Mart aylarında Covid 19 pandemisi nedeniyle fabrikada üretimin durmuş olması. Sonrasındaki aylarda ise üretimin yavaş yavaş artmış olması ve müşteri firmadan gelen siparişlerin dalgalı bir seyir izlemiş olması.
- 4- Müşteri firmanın 2-4 hafta arasında tatile girmesi nedeniyle sipariş vermemesi veya sipariş ettiği ürün adedinin azalması.
- 5- Ürünlerin üretildiği Manisa fabrikasının 2020 yılı Haziran ve Temmuz ayları arasında aynı şehirde başka bir yere taşınması ve taşınma sonrasında üretilen ürünlerdeki uygunsuzlukların artmış olması.

BÖLÜM 5

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmanın sonuçları ifade edilmiş ve araştırma sonuçlarına bağlı olarak gelecekte bu konuda çalışma yapacak araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Araştırma kapsamında kalitesizlik maliyetlerinden dış başarısızlık maliyeti olarak adlandırılabilen fatura tutarlarına etki ettiği değerlendirilen; teslim edilen aylık ürün adetleri (deliveries), uygunsuzluk nedeniyle reddedilen ürün adetleri (rejected parts), reddedilen ürün adedi/teslim edilen ürün adedi x 10^6 formülü ile hesaplanan PPM oranları, aylık olarak artan çalışan deneyimlerine ait katsayı değerleri ve garanti kapsamındaki ürün adetleri şeklindeki bağımsız değişkenlerden yalnız PPM oranları ve çalışan deneyimlerine ait katsayı değerlerinin fatura tutarları ile istatistiksel olarak anlamlı bir etkileşim içinde olduğu bunların dışında ölçülemeyen ve kayıt altına alınmamış başka etkenler de olduğu tespit edilmiştir.

PPM oranları ve çalışan deneyimlerine ait katsayı değerleri bağımsız değişkenler, fatura tutarları bağımlı değişkenler olmak üzere oluşturulan ve istatistiksel anlamda geçerli olan regresyon modelleri ile gerçeğe yakın tahminler yapılamayacağı bunun yerine trend analizi ile elde edilen Growth Curve modeli ile ileriye dönük daha gerçeğe yakın tahminler yapılabileceği hesaplarla ortaya konmuş ve bu trend modeli üzerinden yakın geleceğe dönük tahmin değerleri elde edilmiştir.

Literatürde bu çalışmaya benzer çalışmalar yapılmış olmakla birlikte ilgili çalışmalarda genellikle, üretim işletmelerinde, PAF modeli olarak bilinen kalite maliyet modelindeki önleme, ölçme-değerlendirme ve başarısızlık maliyetlerinden oluşan maliyet kalemlerinin hangi unsurlardan oluştuğu belirlenmiş yıl veya aylık bazlarda bunların tutarları hesaplandıktan sonra karşılaştırmalar yapılmak suretiyle

birbirleri ile olan etkileşimi, dönemlere göre değişimi ortaya konmuştur. Toplam satış tutarları, toplam maliyetler gibi farklı maliyet unsurlarına ait oranlar karşılaştırılarak sonuçlar elde edilmiş ve bu sonuçlar üzerinden yorumlar yapılmıştır. Bahsedilen çalışmalardan farklı olarak bu tez çalışmasında kalitesizlik maliyetlerinden dış başarısızlık maliyeti olarak adlandırılabilir fatura tutarlarına etki ettiği değerlendirilen faktörler belirlenmeye çalışılmış ve bunlardan faydalanılarak hem regresyon hem de trend analizi yöntemleri karşılaştırmalı olarak kullanılarak ileriye dönük tahminlerde bulunulmuştur. Literatürde, özellikle otomotiv yan sanayi işletmelerinde kalitesizlik maliyetlerinin regresyon analizi ve trend analizi ile tahminine yönelik bir çalışmaya rastlanmadığından bu çalışmanın literatürde önemli bir boşluğu dolduracağı ve gelecekte yapılacak benzer çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

5.2. Sektörel Öneriler

1. Araştırma kapsamında mevcut firmanın 30 farklı müşterisine ait 314 farklı projenin teslim edilen (satılan) ürün adetleri, reddedilen ürün adetleri, garanti kapsamındaki ürün adetleri ve uygunsuzluk nedeniyle kesilen fatura tutarı (Euro) verileri aylık bazlarda elde edilerek incelenmiş bunlardan yalnız bir projenin 2015 yılı Ocak ayı ile 2018 yılı Kasım ayı arasında sürekli verilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırma bu proje üzerinden gerçekleştirilmiştir. İleriki yıllarda söz konusu veriler, diğer projeler için de düzenli bir şekilde girildiği takdirde bu araştırma, başka projeler için de yapılabilmeye daha gerçekçi sonuçlara ulaşılabilir.

2. Firmanın her bir müşterisi için birden fazla projesi bulunmaktadır. İleriki dönemde söz konusu veriler bir firmanın tüm projeleri için düzenli bir şekilde girildiği takdirde araştırma, bir müşteri firmanın tüm projelerinin aylık toplam değerleri üzerinden yapılabilir. Bu şekilde söz konusu müşteri firma için kalitesizlik maliyetlerinin ne kadar olacağı tespit edilebilir.

3. Beş bağımsız değişken üzerinden yapılan regresyon analizinin sonuçlarına göre, kalitesizlik maliyetlerini etkileyen başka unsurlar da olduğu ortaya çıkmıştır. Firmanın kalitesizlik maliyetlerini etkileyen diğer unsurların neler olabileceği firmanın yetkilileri tarafından araştırılıp ortaya çıkarıldıktan sonra bu unsurlar için de

ölçümler yapılarak elde edilen veriler kayıt altına alınabilir. Bu unsurlara ait veriler de bağımsız değişkenler olarak regresyon analizine eklenip çalışma tekrarlanırsa gerçeğe daha yakın tahmin değerlerine ulaşılabilir.

4. Araştırma kapsamında kalitesizlik maliyetlerini tahmin etmek için kayıt altına alınmış nicel değerler kullanılmıştır. Ancak bu araştırmada çalışanlara ait deneyim katsayıları ölçülmüş ve kaydedilmiş değerler olmayıp yetkililerin vermiş olduğu bilgiler doğrultusunda her ay bir basamak artacağı kabul edilmek suretiyle tahmini olarak elde edilmiş değerlerdir. Çalışanların deneyimlerini ölçmek üzere bir yöntem geliştirilebilir ve kaydedilebilir. Bu şekilde elde edilen değerler regresyon analizinde bağımsız değişken olarak kullanılırsa gerçek değerlere daha yakın tahmin değerlerine ulaşılabilir.

5. Regresyon Analizi, kalitesizlik maliyetlerinin yanında pek çok farklı konuda ileriye yönelik tahmin değerlerini elde etmede kullanılacak etkili bir analiz yöntemidir. Ancak analiz sonucunda geçerli bir model üzerinden gerçeğe yakın tahmin değerlerine ulaşılması bağımsız değişken olarak değerlendirilen verilere ulaşılmasına bağlıdır. Bu nedenle firmalarda farklı alanlarda ve farklı konularda regresyon analizi yönteminin kullanılabilmesi ve gerçekçi tahmin değerleri elde edilebilmesi için yapılan her türlü çalışmaya ait bulguların, sonuçların nicel değerler olarak tespit edilip zamanında ve doğru bir biçimde kayıt altına alınması büyük önem taşımaktadır.

5.3. Akademik Öneriler

1. Çalışmanın regresyon analizi daha fazla bağımsız değişkenle yapılarak gerçeğe daha yakın tahmin değerlerine ulaşılabilir.

2. İleride yapılacak benzer çalışmalarda Minitab ve EViews programları dışında farklı istatistik programları kullanılarak da analizler gerçekleştirilebilir.

3. İleriye yönelik tahmin değerlerini bulmak için kullanılan regresyon analizi ve trend analizi yöntemleri farklı sektörlerin kalitesizlik maliyetlerini bulmak için de kullanılabilir.

4. C#, Java gibi farklı programlama dillerinde firmanın veri tabanındaki kayıtlı verilerini dönemsel bazda (aylık, üç aylık gibi) sınıflandıracak sınıflanmış veriler üzerinden durağanlık testi yapıp sonucu yorumlayacak ve regresyon hatta trend analizleri yapıp elde edilen sonuçları değerlendirecek bir program geliştirilebilir.

5. Farklı zaman serileri analizi yöntemleri kullanılarak kalitesizlik maliyeti ile ilgili geleceğe dönük tahmin analizleri gerçekleştirilebilir.

6. Durağanlığın sınanması için yapılan birim kök testi için EViews programı dışında farklı istatistik programları kullanılabilir.

7. Birim kök testi için Eviews, SPSS gibi istatistik programlarında Augmented Dickey Fuller testi dışında Phillips Peron, Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS), Elliot- Rothenberg-Stock Point-Optimal (ERS) gibi testler de kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Albez A., Korkulu A. ve Yılmaz, B., (2016). Kalite Maliyeti ve Kârlılık İlişkisi: Üniversite Yemekhanesinde Bir Uygulama, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1567-1572
- Alıcı, Ş., (2007). *Kalite Maliyetleri ve Kalite Maliyetlerinin PAF Modeli Çerçevesinde Test Edilmesine Yönelik Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Adana, 9-72
- Aydemir İ., Gürsoy D., (2003). Kalite Maliyetlerinin Analizi ve Muğla Mermer Sanayindeki Uygulamaların İncelenmesi, *Türkiye IV Mermer Sempozyumu (MERSEM'2003) Bildiriler Kitabı*, 590-593
- Bağcılar Özcan, A., (2010). *Fonksiyon Modelleme İçin Bütünleşik Tanım Yaklaşımı ile Kalite Maliyet Sorunlarının Çözümü ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, 1-42
- Bozdemir E., Ulu Ö., (2017). Kalite Maliyetlerinin Bir Otomotiv Yan Sanayi İşletmesinde PAF Modeline Göre Analizi, *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Yıl: 7, Sayı: 1, 25-30
- Bozkurt, H. Y., (2013). *Zaman Serileri Analizi*, Ekin Basın Yayın Dağıtım, Bursa, 6
- Çabuk, Y., (2005). Kalite Maliyetleri ve Kalite Maliyetlerini Ölçmede Kullanılan Yöntemler, *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 7, 2
- Çavdar, E., (2020). Kalite Yönetimi Sunumu-Yüzüncü Yıl Üniversitesi
- Demir, M., Mazman İtik, Ü., (2015). Bir Üretim İşletmesinde Kalite Maliyet Kategorileri Arasındaki İlişkinin Analizi, *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 12, 246-253
- Demircioğlu, E. N., Küçüksavaş N., (2009). Kalite Maliyetleri, Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt: 13, Sayı: 1, 32-67

- Doğan, Ö.İ., Topoyan, M., ve Tütüncü, Ö., (2004). *Süreçlerle Yönetim ve Bir Hizmet İşletmesi Uygulaması*, Selçuk Üniversitesi IV. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler, Konya, 354
- Doğan, S., Çakıcı, C., (2016). Faaliyet Tabanlı Maliyet Yöntemi ve Bir Uygulama, *Küresel İktisat ve İşletme Çalışmaları Dergisi*, Cilt: 5, Sayı: 10, 47
- Doğanay, A., Ataizi, M., Şimşek A., Balaban Salı, J., Akbulut, Y., (2018). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 7-111
- Dikmen, A.A., Dikmen, M., (2004). Her Derde Deva İksir: Toplam Kalite Yönetimi, *Toplum ve Hekim Dergisi*, Cilt: 19, Sayı: 3, 190-195
- Hamzaçebi C., Kutay, F., (2001). Kalite Maliyetlerine Genel Bir Bakış: Taguçhi Kayıp Fonksiyonu, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 2, 287-293
- İnceoğlu, Y., (2004). *Konut Yapım Sektöründe Toplam Kalite Yönetimi : Kalite Fonksiyon Yayılımı” Metodolojisinin Sektöre Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 3-10
- Karadoğan Doruk, E., *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Halkla İlişkiler ve Tanıtım Lisans Programı, Ders Notu, 33-35
- Karasar, N., (2020). *Bilimsel Araştırma Yöntemi : Kavramlar İlkeler Teknikler*, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Ankara, 42
- Kayaalp, G.T., Güney, M.Ç., Cebeci, Z., (2015). Çoklu Doğrusal Regresyon Modelinde Değişken Seçiminin Zootehniye Uygulanışı, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Sayı: 30, 1-8
- Kefe, İ. ve Tanış, V. N., (2014). Kalite Maliyetleri ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 47-49
- Kefe, İ., (2013). *Kalite Maliyetleri ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Adana, 35

- Kırcaali-İftar, G., (1999). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 3
- Özbirecikli, M., (2001). Kalite Maliyetlerinin Muhasebe Sistemindeki Yeri ve Yönetimsel Kararlara Etkileri, *Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisi*, Mayıs, 81-98
- Paşaoğlu, P., (2011). *Hizmet İşletmelerinde Toplam Kalite Yönetimi*, Tezsiz Yüksek Lisans Bitirme Projesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 3-42
- Schiffauerova, A., Thomson., V. J., (2006). A Review of Research on Cost of Quality Models and Best Practices, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 3-6
- Sönmez, F., (2005). Muhasebenin Yönetim Aracı Olarak Kullanılmasında Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Maliyetlerinin Önemi, *Mali Çözüm Dergisi*, Sayı: 74, 93-97
- Şimşek, A., (2018). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 110-111
- Tezcan, N., (2009). *Tahmine Parametrik Olmayan Regresyon Yöntemiyle Yaklaşım*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 32
- Toraman, A., (2010). *Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Maliyet Hesaplaması : SDÜ Araştırma ve Uygulama Hastanesi Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 5-54
- Top, Y., Karabınar, S., (2013). Dış Başarısızlık Maliyetleri ve Toyota Araçlarının Geri Çağırılması Örneği, *Küresel İktisat ve İşletme Çalışmaları Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 4, 58-67
- Topçu, N., (2005). Faaliyete Dayalı Maliyetleme Yöntemine Göre Kalite Maliyetlerinin Ölçülmesi -Tekstil Sektöründe Bir Uygulama, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 2, 343-356
- Unutkan, Ö., (2010). Faaliyet Tabanlı Maliyet Sistemi ve Bir Uygulama, *Mali Çözüm Dergisi*, Sayı : 97, 87-106

- Wang, M. T., Wang, S. S. C., Wang, S. W. C., & Wang, A. S. M., (2010). An Introduction of COQ Models and Their Applications. *In Proceedings of the 2010 International Conference on Engineering, Project, and Production Management*, (Vol. 14), 122
- Yıldırım, H. ve Saylık, B., (2009). Kalitesizlik Maliyetleri Üzerine Bir İnceleme, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt: XXVI, Sayı: 1, 241-249
- Yıldıztekin, İ., (2005). Kalite Maliyetleri Ölçümlerinde Belirlenen Fırsat Maliyetleri, *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 19, Sayı: 1, 402-410
- Yılmaz, M., (2003). Bilgi Merkezleri ve Toplam Kalite Yönetimi İlişkisi : Bir Uygulama, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, Cilt: 4, Sayı: 2, 257-268
- Yumuk G., Oğuzhan A., (2005). İşletmelerde Kalite Maliyet Sistemleri: Bir Uygulama, *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Aralık 2005, Cilt: 2, Sayı: 7, 2-4
- Yükçü, S., (1999). *Kalite Maliyetlerinin Muhasebeleştirilmesi*, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 90-315

İnternet Kaynakları

- <https://www.birendustrimuhendisi.com/kalite-kavrami-ve-tarihsel-gelisimi/>
(19.04.2020 tarihinde erişildi.)
- <https://www.bilkalite.com/sayfalar.274.kalitenin-tarihcesi.html>.
(19.04.2020 tarihinde erişildi.)
- <https://asq.org/quality-resources/total-quality-management/tqm-history>.
(20.04.2020 tarihinde erişildi.)
- <http://www.ozyazilim.com//ozgur/marmara/organizasyon/ky.htm>.
(20.04.2020 tarihinde erişildi.)
- <https://cndmr.wordpress.com/teknik/kalite/kalitenin-gelisim-evreleri/>
(20.05.2020 tarihinde erişildi.)
- <https://yalinplatform.wordpress.com/2011/05/29/japonya%e2%80%99da-kalitenin-gelisimi/>

- (27.06.2020 tarihinde erişildi.)
- https://en.wikipedia.org/wiki/Taguchi_loss_function
(07.05.2020 tarihinde erişildi.)
 - https://www.mindtools.com/pages/article/newCT_97.htm
(27.03.2020 tarihinde erişildi.)
 - <https://www.donusumdanismanlik.com/pareto-analizi-nedir/>
(30.04.2020 tarihinde erişildi.)
 - <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/time-series/how-to/moving-average/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/#mape>
(28.02.2021 tarihinde erişildi.)
 - <https://haldunozturk.com/nitel-ve-nicel-arastirma-nedir-aralarindaki-farklarnelerdir/>
(21.03.2021 tarihinde erişildi.)
 - Pareto Analizi örneği : <https://www.youtube.com/watch?v=LHYiqurQYa4>
(30.04.2020 tarihinde erişildi.)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=c2NFgvGYsfY> (ADF ve Birim Kök Testleri)
(24.01.2021 tarihinde erişildi.)
 - <https://www.analytichouse.com/regresyon/>
(01.04.2021 tarihinde erişildi.)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=0NuGjH3i2L8> (12-Zaman Serilerinde Trend Analizi)
(11.04.2021 tarihinde erişildi.)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=cVNHdrzRNoA> (13-Zaman Serisi Tahminleri ve ARIMA Modelleri)
(11.04.2021 tarihinde erişildi.)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=36-10VVroPk> (14-ARIMA Modelleri)
(11.04.2021 tarihinde erişildi.)
 - https://www.youtube.com/watch?v=EHXkWK1X_Fw (14-ARIMA Minitab Uygulaması)

(11.04.2021 tarihinde erişildi.)

- https://www.yyu.edu.tr/images/files/Kalite_Yonetimi_Sunumu.pdf
(17.05.2020 tarihinde erişildi.)
- <https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dstools/quality-framework/>
(19.04.2020 tarihinde erişildi.)

