

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

**ÜRETİCİ/SATICI BAKIŞ AÇISINDAN EN DÜŞÜK GARANTİ
MALİYETİ SAĞLAYAN EN UYGUN GARANTİ POLİTİKASI
VE SÜRESİNİN BELİRLENMESİ:
BİR SİMÜLASYON ÇALIŞMASI**

DOKTORA TEZİ

Hakan Tahiri MUTLU

Düzce

Haziran 2020

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

**ÜRETİCİ/SATICI BAKIŞ AÇISINDAN EN DÜŞÜK GARANTİ
MALİYETİ SAĞLAYAN EN UYGUN GARANTİ POLİTİKASI
VE SÜRESİNİN BELİRLENMESİ:
BİR SİMÜLASYON ÇALIŞMASI**

DOKTORA TEZİ

Hakan Tahiri MUTLU

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Selami YILDIZ

Düzce
Haziran 2020

Hakan Tahiri MUTLU
Düzce Üniversitesi, SBE
Doktora Tezi
Haziran 2020

ÜRETİCİ/SATICI BAKIŞI AÇISINDAN EN DÜŞÜK GARANTI MALİYETİ SAĞLAYAN
EN UYGUN GARANTI POLİTİKASI VE SÜRESİNİN BELİRLENMESİ:
BİR SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

YEMİN METNİ

Doktora tezi olarak sunduğum “**Üretici/Satıcı Bakış Açısından En Düşük Garanti Maliyeti Sağlayan En Uygun Garanti Politikası ve Süresinin Belirlenmesi: Bir Simülasyon Çalışması**” başlıklı araştırmanın proje safhasından sonuçlanmasına kadar olan bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazdığımı ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara bilimsel normlara uygun olarak atıf yaptığımı, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı belirtir ve onurumla beyan ederim.

03/06/2020

Hakan Tahiri MUTLU

ÖNSÖZ

Evde kullanılan küçük-büyük her türlü ev aletlerinden, ellerden düşmeyen cep telefonlarından, taşıtlardan tutun belirli bir ömrü olan ve hayatın bir parçası haline gelen her türlü araç-gereç-alet ve edevatın olmazsa olmaz bir parçası olan garanti ve garanti hizmetleri daha da önemli hale gelmiştir. Artık günümüzde yediden yetmişe herkes, almak istediği bir ürün için önce sunulan garanti hizmetini incelemekte, daha sonra satın alma davranışına karar vermektedir. Üstelik sadece garantinin süresi değil, artık garanti politikasının sunmuş olduğu şartlar bile teker teker incelenmektedir. Ortaya çıkan bu durum, üreticilerin/satıcıların garanti hizmetlerini ürün tercihine etki eden başlıca özellikler arasına koymalarını, ürünlerin tüketiciler tarafından tercih edilmesini sağlamanın güzel bir yolu olarak görmelerini kaçınılmaz hale getirmiştir.

Bir ürün için sunulan uzun bir garanti süresi ve kapsamlı bir garanti politikası, müşterilerin o ürünün kalitesi hakkında olumlu düşüncelerini sağlamakta, o ürünün sağlam olduğu düşünülerek satın alınmasını daha cazip hale getirmektedir. Bu yüzden uygun garanti süresi ve politikasının belirlenmesi üreticiler için önemli bir karar problemi haline gelmektedir. Çünkü bir üreticinin/satıcının esas amacı minimum maliyetle maksimum kâr elde etmek olduğu için iyi bir garanti politikasının ortaya çıkaracağı maliyetler göz ardı edilmemelidir.

Bu çalışmanın amacı, üretici/satıcı bakış açısından en düşük garanti maliyeti veren en uygun garanti süresi ve politikasının belirlenmesidir. Çalışmanın temelinde müşteri memnuniyetini sağlayacak ama aynı zamanda üretici/satıcı için yüklenilecek garanti maliyetlerini minimuma indirecek optimum garanti süresi ve politikasının belirlenmesi yatmaktadır. Çalışmanın neticesinde üreticiye/satıcıya ürün ile birlikte müşteriye sunacağı garanti hizmetini “Birleşik Garanti Politikası” kapsamında tavsiye edilen garanti süreleri ile vermesi önerilmiştir. Bu çalışma, minimum garanti maliyetli optimum garanti süresi ve politikası hakkında üreticiler/satıcılar başta olmak üzere araştırmacılara çok faydalı bilgiler sunmaktadır.

Çalışmanın hazırlanması sürecinde üstün fikir ve tecrübelerinden faydalandığım, önerileriyle ufkumu açan, çalışmanın özellikle üretim ile alakalı kısımlarında büyük katkılarını esirgemeyen ve tezimin neticelendirilmesinde büyük

emeği olan değerli danışmanım **Prof. Dr. Mehmet Selami YILDIZ** hocama, çalışmaya başlarken konu seçimi, formüllerin elde edilmesi ve kodların oluşturulması aşamasında üzerimde çok emeği ve büyük katkısı olan değerli hocam **Prof. Dr. İsmail KINACI**'ya, makalelerinden ve özellikle “**Optimal Warranty Length for a Rayleigh Distributed Product with Progressive Censoring**” çalışmasından oldukça yararlandığım ve sorduğum her soruya büyük bir titizlikle yanıt veren **Profesör Shuo-Jye WU**'ya ve makalenin diğer yazarı **Syuan-Rong HUANG**'a, tez önerisiyle başlayan ve 4 tez izleme dönemiyle devam eden bu süreçte değerli katkılarını esirgemeyen, önerileriyle ufkumu açan, özellikle tezin pazarlama ile alakalı kısmında oldukça faydalı katkılar sunan **Doç. Dr. Abdulvahap BAYDAş** hocama ve çalışmanın sayısal yöntemler ve hesaplamalarla ilgili bölümlerinde yardımlarını, fikir ve tecrübelerini esirgemeyen **Doç. Dr. Hakan Murat ARSLAN** hocama sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Hakan Tahiri MUTLU

ÖZET

ÜRETİCİ/SATICI BAKIŞ AÇISINDAN EN DÜŞÜK GARANTİ MALİYETİ SAĞLAYAN EN UYGUN GARANTİ POLİTİKASI VE SÜRESİNİN BELİRLENMESİ: BİR SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

MUTLU, Hakan Tahiri

Doktora, İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Selami YILDIZ

Haziran 2020, 176+xvi sayfa

Gelişen teknoloji ile birlikte bireysel ve toplumsal ihtiyaçlar da çeşitlilik göstererek artmakta, bunun sonucunda yoğunlaşarak artış göstermeye başlayan küresel rekabet, tüketimi daha cazip hale getirecek imkânlar sunmaktadır. Tüketicinin giderek artmaya başlamasıyla birlikte ürün tercihine etki edebilecek etmenler oldukça farklılaşmakta; üretilen/satılan ürün ile birlikte satış sonrası verilen hizmetler kapsamında sunulan garanti, bunların başında gelmektedir.

Müşterilerin almak istedikleri bir ürün için ürünün dayanıklılık süresi ve kullanım ömrü, ürün tercihine etki eden başlıca özelliklerdendir. Müşteri almış olduğu ürünün uzun süre bozulmadan kalmasını ya da belli bir süre bozulmalara karşı garanti altına alınmasını istemektedir. Bu da ürünlerle birlikte sunulan garanti hizmetinin önemli hale gelmesine ve bunun sonucu olarak da garanti hizmetlerinin çeşitlilik göstererek farklı politikaların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.

Müşteri tercihini doğrudan etkileyen garanti hizmetinin, hem müşteri memnuniyeti sağlama hem de minimum maliyetle sunulması, üreticiler/satıcılar için önemli bir karar verme problemi olmaya başlamıştır. Bu nedenle her bir üretici/satıcı kendisine en az maliyete neden olacak bir garanti politikası altında, garanti süresi belirleme çabasıdadır.

Bu çalışmanın amacı üretici/satıcı bakış açısından en düşük garanti maliyetine sahip en uygun garanti süresi ve politikasının belirlenmesidir. Ortaya konulacak garanti politikası ve bu politika altında sunulacak garanti süresi, müşteri memnuniyetini sağlarken aynı zamanda üreticiye/satıcıya minimum maliyete neden olmalıdır. Bu nedenle Değişim Garanti (DG) politikası, Orantılı Garanti (OG) politikası ve bu iki politikanın birleşiminden oluşan Birleşik Garanti Politikası kapsamında optimum garanti süresi belirlenmeye çalışılmıştır.

En uygun garanti süresini belirlemeye yönelik yapılan çalışmada ekonomik fayda, garanti maliyet ve memnuniyetsizlik maliyet fonksiyonlarından elde edilen fayda fonksiyonundan yararlanılmıştır. Gerekli formüller elde edilirken olasılık

yoğunluk fonksiyonu olarak ömür testlerinde yaygın olarak kullanılan Üstel Dağılım ve bu dağılımın Prior (Önsel) Dağılımı olarak da Gama ve Ters Gama Dağılımları kullanılmıştır.

Araştırmanın simülasyon yöntemiyle test edilmesi amacıyla Arçelik firmasının Kamuyu Aydınlatma Platformu'na (KAP) bildirmiş olduğu 2017 ve 2018 yıllık faaliyet raporundaki hasılat (satışlar) ve satışların maliyeti bilgilerinden yararlanılmış, buradaki bilgiler çerçevesinde ürün maliyetinin ortalama olarak ürün satış fiyatının yaklaşık %68'ine tekabül ettiği görülmüştür.

Çalışmada kullanılacak ürün fiyatı olarak ise Arçelik A.Ş.'nin resmi sitesinde 2019 yılı için beyaz eşya kategorisinde bulunan ve fiyatı 3000-5000 ₺ aralığında değişen 10 farklı buzdolabı fiyatı seçilmiştir. Seçilen ürünlerin maliyeti de Arçelik A.Ş.'nin yukarıda belirtilen satış-maliyet oranı temel alınarak girilmiştir (Ürün Maliyeti=Ürün Fiyatı*0.68). Ürünlerin bozulma anındaki geçen süre ise rastgele sayı üretilerek belirlenmiştir. Çalışmada belirtilen bozulma anında geçen süreler ile garanti süreleri devir sayısı olarak hesaplandığı için 0 ile 1 aralığında sınırlandırılmıştır.

Garanti sürelerinin (devir sayısı bakımından) hangi aralıkta sınırlandırılması gerektiğinin belirlenmesi amacıyla elde edilen ve optimum garanti maliyetini veren amaç fonksiyonunun farklı satış ve maliyet fiyatları altında grafikleri çizdirilmiş ve optimum sonucu veren optimum garanti değerlerinin 0 ile 0.3 aralığında olduğu görülmüştür. Bu nedenle simülasyon çalışmasında garanti sürelerinin bu aralıktaki tüm değerleri teker teker denenerek optimum sonucu veren değerler bulunmaya çalışılmıştır. Simülasyon çalışmasında rastgele üretilen sayıların 5000 döngü ile tekrarı sağlanarak elde edilen değerlerin gerçek değerlere yaklaşması amaçlanmıştır.

Tüm sonuçlar birlikte ele alındığında, elde edilen modellerin test edilmesi sonucunda Birleşik DG/OG politikasının en uygun garanti maliyetine sahip olduğu ve garanti maliyetinin ürün satış fiyatının yaklaşık olarak %3'üne denk geldiği görülmüştür.

Elde edilen bu sonuçlar çerçevesinde üreticiye/satıcıya, ürün ile birlikte müşteriye sunacağı garanti hizmeti için Birleşik DG/OG politikasını tercih etmesi tavsiye edilmiştir. Bu politika çerçevesinde garanti süresi devir sayıları da yaklaşık olarak $g_1 = 0.054..$, $g_2 = 0.120..$ civarlarında seçilirse ortaya çıkacak garanti maliyeti en düşük seviyede kalacak ve ürün satış fiyatının yaklaşık olarak %3'ünü oluşturacaktır. Üretici/satıcı hem müşteri memnuniyeti sağlamış hem de minimum maliyetli bir garanti politika ve süresini ürünü ile birlikte sunmuş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bayesçi Yaklaşım, Prior (Önsel) Dağılım, Garanti Politikası, Garanti Süresi, Garanti Maliyeti, Simülasyon

ABSTRACT

**DETERMINATION OF THE OPTIMAL WARRANTY POLICY AND PERIOD
THAT PROVIDES THE LOWEST WARRANTY COST FROM THE
MANUFACTURER'S/ SELLER'S PERSPECTIVE: A SIMULATION STUDY**

MUTLU, Hakan Tahiri

PhD, Department of Business Administration

Thesis Advisor: Prof. Dr. Mehmet Selami YILDIZ

June 2020, 176+xvi page

Together with advancing technology, individual and social needs are increasing and as a result of this, global competition, which has started to increase, offers opportunities to make consumption more attractive. As the consumption started to increase, the factors that could affect the product choice increased considerably; the warranty service offered along with the manufactured / sold product has started to be one of them.

For a product that customers want to buy, the durability and lifetime of the product are the main features that affect the product choice. The customer desires that the product he / she has bought remains intact for a long time or that it is guaranteed against deterioration for a certain period of time. This has led to the fact that the warranty service provided with the products has become important and as a result, the variety of warranty services has led to the emergence of different policies.

Providing the warranty service that directly affects customer preference with satisfaction with minimum cost has started to become an important decision-making problem for manufacturers / sellers. For this reason, each manufacturer / seller endeavors to determine the warranty period under a warranty policy that will result in minimal cost to it.

The aim of this study is to determine the most appropriate warranty period and policy with the lowest warranty cost from the manufacturer / seller point of view. The warranty policy to be introduced and the warranty period to be provided under this policy should result in minimum cost to the manufacturer / seller while ensuring customer satisfaction. For this reason, we have tried to determine the optimum warranty period within the scope of Free-Replacement Warranty (FRW) policy, Pro-Rata Warranty (PRW) policy and the combined FRW / PRW policy, which consists of a combination of these two policies.

In the study, in order to determine the optimal warranty period, the benefit function obtained from the economic benefit, warranty cost and dissatisfaction cost

functions were utilized. The exponential distribution commonly used in life tests as probability density function in obtaining the required formulas and the gamma and inverse gamma distributions were used as the prior distribution of this distribution.

In order to test the research by simulation method, the revenue (sales) and the cost of sales were used in the 2017 and 2018 annual activity report submitted to Arçelik in Public Disclosure Platform (KAP). According to the information here, it is seen that the cost of the product on average corresponds to approximately 68% of the selling price of the product.

As for the product price to be used in the study, 10 different refrigerator prices for the year 2019 in the white goods category and whose price ranges between 3000-5000 ₺ which were shown at Arçelik A.Ş.'s official website have been. The cost of the selected products is also provided by Arçelik A.Ş. is based on the above-mentioned sales-cost ratio (Product Cost = Product Price * 0.68). The elapsed time at the time of product deterioration was determined by generating random numbers. Since the specified periods and warranty periods are calculated as the number of revolutions, they are limited in the range of 0 to 1.

The objective function, which is obtained in order to determine the period in which the warranty periods (the number of revolutions) should be limited, is plotted under different sales and cost prices and the optimum warranty values giving optimum results are found to be between 0 and 0.3. For this reason, all the values of the warranty periods in this range have been tried one by one in the simulation study and tried to find the optimum results. In the simulation study, it is aimed to replicate the randomly generated numbers with 5000 cycles to get the obtained values closer to the real values.

When all the results are taken together, after testing all the models that were obtained, it is seen that the combined FRW / PRW policy has the most appropriate warranty cost and the warranty cost corresponds to approximately 3% of the product sales price.

Within the framework of these results, the manufacturer / seller was advised to prefer the combined FRW / PRW policy for the warranty service to be provided to the customer with the product. Under this policy, if the warranty period revolutions are selected around $g_1 = 0.054..$, $g_2 = 0.120..$ the warranty cost will be at the lowest level and will constitute approximately 3% of the product sales price. The manufacturer / seller will both provide customer satisfaction and offer a minimum cost warranty policy and period with the product.

Keywords: Bayesian Approach, Prior Distribution, Warranty Policy, Warranty Period, Warranty Cost, Simulation

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
KISALTMALAR	xi
SİMGELER.....	xii
TABLolar LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xv
RESİMLER LİSTESİ.....	xvi

I. BÖLÜM

1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Önemi	4
1.2. Araştırmanın Amacı.....	6
1.3. Kaynak Araştırması	8
1.4. Araştırmanın Özgün Değeri.....	39

II. BÖLÜM

2. GARANTİ.....	41
2.1. Garanti Kavramına Genel Bakış.....	41
2.2. Garanti Kavramı ve Tarihsel Gelişimi.....	42
2.3. Arızalanma (Bozulma/Başarısızlık).....	46
2.4. Garantinin Rolü	47
2.4.1. Üretici Bakış Açısından Garantinin Rolü	50
2.4.2. Tüketici Bakış Açısından Garantinin Rolü	50
2.4.3. Toplumsal Bakış Açısından Garantinin Rolü	51
2.4.4. Kanunlar Açısından Garantinin Rolü.....	52
2.4.5. Sigorta Şirketleri Açısından Garantinin Rolü	52
2.5. Garanti Vermenin Amacı.....	53
2.6. Garanti Taksonomisi.....	53
2.7. Garanti Maliyeti ve Türleri	54
2.8. Garanti Politikaları ve Sözleşmeleri	57

2.8.1. Finansal Düzenleme Türüne Göre Garanti Politikaları	59
2.8.1.1. Onarım, Ücretsiz Geri Değişim ve Para İadesi Garantileri	60
2.8.1.2. Orantılı Garanti	61
2.8.1.3. Birleşik Garanti	62
2.8.2. Boyutuna Göre Bir ve İki Boyutlu Garanti Politikaları	62
2.8.3. Bakım İşlemlerinin Türüne Göre Garanti Politikaları	63
2.8.4. Kullanılmış/İkinci El Ürünler İçin Garanti	64
2.8.5. Uzatılmış/Genişletilmiş Garanti ve Yenilenen (Uzatılan) ve Yenilenmeyen (Uzatılmayan) Garantiler	66
2.8.6. Ömür Boyu ya da Uzun Vadeli Garanti	67
2.9. Satış Sonrası Hizmetler	69

III. BÖLÜM

3. İSTATİSTİKSEL TERİMLER	71
3.1. Parametre	71
3.1.1. Yaygın Olarak Kullanılan Parametreler	71
3.1.2. Değişken ile Parametre Arasındaki Fark	72
3.1.3. İstatistikte Parametre için Kullanılan Notasyonlar	73
3.2. Bayesçi Yaklaşım ve Bayes Teoremi	73
3.3. Prior (Önsel) Olasılık	77
3.4. Posterior (Sonsal) Olasılık	77
3.5. Klasik (Frekansçı) Yaklaşım İle Bayesci Yaklaşım Arasındaki Farklar ...	78
3.6. Üstel Dağılım	79
3.7. Gamma Dağılımı	83
3.8. Ters Gamma Dağılımı	86

IV. BÖLÜM

4. MATERYAL VE YÖNTEM	87
4.1. Araştırmanın Modeli	87
4.2. Parametre Tahmini	88
4.2.1. Formül I (Prior Dağılımın Gama Olduğu)	88
4.2.2. Formül II (Prior Dağılımın Ters Gama Olduğu)	90
4.3. Garanti Politikası	91
4.4. Optimum Garanti Süresinin Belirlenmesi	92
4.4.1. Ekonomik Fayda Fonksiyonu	93
4.4.2. Garanti Maliyet Fonksiyonu	93
4.4.3. Memnuniyetsizlik Maliyet Fonksiyonu	94
4.4.4. Beklenen Fayda Fonksiyonu ve Optimum Garanti	95
4.5. Sayısal Örnekte Kullanılacak Verilerin Seçilmesi/Belirlenmesi	96
4.6. Simülasyon Çalışması	99
4.6.1. Formül I Kullanılarak Geliştirilen Model İçin Elde Edilen Sonuçlar	100
4.6.1.1. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi	100
4.6.1.2. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi	104

4.6.1.3. Birleşik DG/OG Garanti Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi	108
4.6.2. Formül II Kullanılarak Geliştirilen Model İçin Elde Edilen Sonuçlar	118
4.6.2.1. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi	118
4.6.2.2. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi	122
4.6.2.3. Birleşik DG/OG Garanti Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi	127
4.7. Simülasyonun Sonucu	135
4.8. Üreticiler/Satıcılar İçin Garanti Maliyetini Otomatik Hesaplama Aracı ..	136
4.8.1. Değişim Garanti (DG) Politikası İle Satılan Bir Ürün Örneği.....	137
4.8.2. Orantılı Garanti (OG) Politikası İle Satılan Bir Ürün Örneği.....	140
4.8.3. Birleşik DG/OG Politikası İle Satılan Bir Ürün Örneği	143

V. BÖLÜM

5. SONUÇ VE ÖNERİLER	146
5.1. Sonuç	146
5.2. Öneriler	152
5.2.1. Akademik Öneriler.....	152
5.2.2. Endüstriyel Öneriler.....	153
5.2.3. Üreticiye Öneriler	153
KAYNAKLAR.....	154
İnternet Kaynakları	173
ÖZGEÇMİŞ.....	174

KISALTMALAR

DG : Geri Değişim (Ücretsiz Değişim) Garantisi

OG : Orantılı Garanti

BG (DG/OG) : Birleşik Garanti

YDG : Kusurlu Yenilenen Ücretsiz Değişim Garantisi

KB : Koruyucu Bakım



SİMGELER

θ	: Üstel dağılımın ölçek parametresi
$f(.)$: Olasılık yoğunluk fonksiyonu
$F(.)$: Kümülatif dağılım fonksiyonu
n	: Örnek çapı
$L(.)$: Olabilirlik fonksiyonu
$\pi(.)$: θ parametrelili prior veya posterior yoğunluk fonksiyonu
a, b	: Prior dağılımın hiper parametreleri
p	: Olasılık ($0 < p < 1$)
s	: Süre
s_p	: 100 p . ci persentil
$B(.,.)$: Beta fonksiyonu
S_f	: Ürünün satış fiyatı
M	: Ürünün maliyeti
g_1, g_2	: Garanti süreleri
$M_g(s)$: s ömürlü bir birimin geri ödeme maliyeti
$f(s, g_1, g_2)$: Fayda fonksiyonu
$E_f(g_1, g_2)$: Ekonomik fayda fonksiyonu
$G_m(s, g_1, g_2)$: Garanti maliyet fonksiyonu
$M_m(s, g_1, g_2)$: Memnuniyetsizlik maliyet fonksiyonu
N	: Bir üründen potansiyel satılacak birim sayısı
K_1	: Üreticinin kârı
K_2	: Fayda artışındaki hızı kontrol etme parametresi
s_g	: DG altındaki standart piyasa garanti süresi
I	: Gösterge Fonksiyonu
o_1, o_2	: Tüketici memnuniyetsizliğinden kaynaklanan kayıp oranları (satış fiyatı üzerinden)
B	: Müşterinin bir ürün için beklediği minimum dayanma süresi

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.6.1.1.1. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.00-0.30 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (1. Aşama).....	101
Tablo 4.6.1.1.2. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.05-0.15 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (2. Aşama).....	101
Tablo 4.6.1.1.3. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.090-0.100 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (3. Aşama).....	102
Tablo 4.6.1.1.4. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.0925-0.0935 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (Son Aşama)...	103
Tablo 4.6.1.2.1. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.00-0.30 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (1. Aşama).....	105
Tablo 4.6.1.2.2. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.10-0.20 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (2. Aşama).....	105
Tablo 4.6.1.2.3. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.125-0.135 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (3. Aşama).....	106
Tablo 4.6.1.2.4. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.1315-0.1325 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (Son Aşama)..	107
Tablo 4.6.1.3.1. Birleşik DG/OG Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.00-0.30 / g2: 0.00-0.30 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (1. Aşama).....	109
Tablo 4.6.1.3.2. Birleşik DG/OG Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.03-0.07 / g2: 0.10-0.14 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (2. Aşama).....	110
Tablo 4.6.1.3.3. Birleşik DG/OG Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.050-0.058 / g2: 0.115-0.121 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (3. Aşama).....	111
Tablo 4.6.1.3.4. Birleşik DG/OG Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.0535-0.0545 / g2: 0.1170-0.1190 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (Son Aşama).....	114
Tablo 4.6.1.3.5. Formül I Kullanılarak Elde Edilen ve Minimum Garanti Maliyetine Sahip Optimum Garanti Süresi Sonuçlarının Garanti Politikalarına Göre Dağılımı	117
Tablo 4.6.2.1.1. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.00-0.30 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (1. Aşama).....	118
Tablo 4.6.2.1.2. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.05-0.15 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (2. Aşama).....	119
Tablo 4.6.2.1.3. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.090-0.100 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (3. Aşama).....	120
Tablo 4.6.2.1.4. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.0950-0.0965 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (Son Aşama)...	121
Tablo 4.6.2.2.1. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.00-0.30 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (1. Aşama).....	123

Tablo 4.6.2.2.2. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.10-0.20 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (2. Aşama).....	124
Tablo 4.6.2.2.3. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.125-0.145 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (3. Aşama).....	125
Tablo 4.6.2.2.4. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.1345-0.1365 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (Son Aşama)..	126
Tablo 4.6.2.3.1. Birleşik DG/OG Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.00-0.30 / g2: 0.00-0.30 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (1. Aşama)	128
Tablo 4.6.2.3.2. Birleşik DG/OG Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.04-0.08 / g2: 0.10-0.14 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (2. Aşama)	129
Tablo 4.6.2.3.3. Birleşik DG/OG Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.053-0.058 / g2: 0.118-0.125 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (3. Aşama)	130
Tablo 4.6.2.3.4. Birleşik DG/OG Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.0552-0.0559 / g2: 0.1208-0.1228 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (Son Aşama).....	132
Tablo 4.6.2.3.5. Formül II Kullanılarak Elde Edilen ve Minimum Garanti Maliyetine Sahip Optimum Garanti Süresi Sonuçlarının Garanti Politikalarına Göre Dağılımı	134
Tablo 4.7.1. Formül I ve Formül II Kullanılarak Elde Edilen ve Minimum Garanti Maliyetine Sahip Optimum Garanti Süresi Sonuçlarının Garanti Politikalarına Göre Dağılımı	135

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.4.1. Teklif Edilen Bir Garanti İle İlgili Taraflar Arasındaki Etkileşimler.....	49
Şekil 2.7.1. Garanti Maliyetini Etkileyen Faktörler.....	55
Şekil 2.7.2. Garanti Maliyet Analizi İçin Basitleştirilmiş Sistem Yaklaşımı	57
Şekil 3.2.1. Bayes Teoremi.....	76
Şekil 3.6.1. Üstel Dağılımının Farklı θ Parametreleri Altındaki Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	80
Şekil 3.6.2. Üstel Dağılımının Farklı θ Parametreleri Altındaki Dağılım Fonksiyonu	81
Şekil 3.7.1. Gamma Dağılımının Farklı a, b Parametreleri Altındaki Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	84
Şekil 3.7.2. Gamma Dağılımının Farklı a, b Parametreleri Altındaki Dağılım Fonksiyonu.....	85
Şekil 4.1.1. Araştırmanın Modeli.....	87
Şekil 4.5.1. Amaç Fonksiyonununun 2380 ₺ Satış ve 1618.4 ₺ Maliyet Fiyatı Üzerinden Grafiği (x ve y Eksenleri (Sırasıyla w_1 ve w_2): Garanti Süreleri (Devir Sayısı), z Eksen (Dikey Eksen): Maksimum Net Kâr (=Satış-Maliyet-Garanti Maliyeti)).....	98
Şekil 4.5.2. Amaç Fonksiyonununun 3380 ₺ Satış ve 2298.4 ₺ Maliyet Fiyatı Üzerinden Grafiği (x ve y Eksenleri (Sırasıyla w_1 ve w_2): Garanti Süreleri (Devir Sayısı), z Eksen (Dikey Eksen): Maksimum Net Kâr (=Satış-Maliyet-Garanti Maliyeti)).....	98
Şekil 4.5.3. Amaç Fonksiyonununun 4590 ₺ Satış ve 3121.2 ₺ Maliyet Fiyatı Üzerinden Grafiği (x ve y Eksenleri (Sırasıyla w_1 ve w_2): Garanti Süreleri (Devir Sayısı), z Eksen (Dikey Eksen): Maksimum Net Kâr (=Satış-Maliyet-Garanti Maliyeti)).....	99
Şekil 4.6.1. DG Politikası Kapsamında, Değişen g_1 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri.....	104
Şekil 4.6.2. OG Politikası Kapsamında, Değişen g_2 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri.....	108
Şekil 4.6.3. Birleşik DG/OG Politikası Kapsamında, Değişen g_1 ve g_2 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri	116
Şekil 4.6.4. DG Politikası Kapsamında, Değişen g_1 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri.....	122
Şekil 4.6.5. OG Politikası Kapsamında, Değişen g_2 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri.....	127
Şekil 4.6.6. Birleşik DG/OG Politikası Kapsamında, Değişen g_1 ve g_2 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri	133

RESİMLER LİSTESİ

Resim 4.8.1.1. Birinci Aşama (Ürünün Satış Fiyatını Giriniz)	137
Resim 4.8.1.2. İkinci Aşama (Ürünün Maliyetini Giriniz (Garanti Maliyeti Hariç))	137
Resim 4.8.1.3. Üçüncü Aşama (İlk Garanti Süresini Giriniz).....	138
Resim 4.8.1.4. Dördüncü Aşama (Son/İkinci Garanti Süresini Giriniz).....	138
Resim 4.8.1.5. Beşinci Aşama (Tüm Değerler Girildiği İçin Sonuç Verme Düğmesi Tıklanır).....	139
Resim 4.8.1.6. Sonuç Ekranı (Garanti Maliyeti, Maksimum Net Kâr, Garanti Maliyetinin Satış Fiyatına Oranı).....	139
Resim 4.8.2.1. Birinci Aşama (Ürünün Satış Fiyatını Giriniz)	140
Resim 4.8.2.2. İkinci Aşama (Ürünün Maliyetini Giriniz (Garanti Maliyeti Hariç))	140
Resim 4.8.2.3. Üçüncü Aşama (İlk Garanti Süresini Giriniz).....	141
Resim 4.8.2.4. Dördüncü Aşama (Son (İkinci) Garanti Süresini Giriniz).....	141
Resim 4.8.2.5. Beşinci Aşama (Tüm Değerler Girildiği İçin Sonuç Verme Düğmesi Tıklanır).....	142
Resim 4.8.2.6. Sonuç Ekranı (Garanti Maliyeti, Maksimum Net Kâr, Garanti Maliyetinin Satış Fiyatına Oranı).....	142
Resim 4.8.3.1. Birinci Aşama (Ürünün Satış Fiyatını Giriniz)	143
Resim 4.8.3.2. İkinci Aşama (Ürünün Maliyetini Giriniz (Garanti Maliyeti Hariç))	143
Resim 4.8.3.3. Üçüncü Aşama (İlk Garanti Süresini Giriniz).....	144
Resim 4.8.3.4. Dördüncü Aşamada (Son (İkinci) Garanti Süresini Giriniz).....	144
Resim 4.8.3.5. Beşinci Aşamada (Tüm Değerler Girildiği İçin Sonuç Verme Düğmesi Tıklanır).....	145
Resim 4.8.3.6. Sonuç Ekranı (Garanti Maliyeti, Maksimum Net Kâr, Garanti Maliyetinin Satış Fiyatına Oranı).....	145

I. BÖLÜM

1. GİRİŞ

Rekabetin yoğun olduğu günümüz pazarında, üreticilerin, tüketicilere ürünlerini daha kolay bir şekilde satmalarının ve ürünlerini daha cazip bir hale getirmelerinin bir yolu, ürünler üzerinde garanti sağlanmasıdır (Wu ve Huang, 2010). Garanti, bir ürünün arızalanması durumunda üretici/satıcı tarafından alıcıya verilecek tazminat türünü belirleyen bir sözleşmedir. Bu nedenle garantiler, özellikle dayanıklı tüketim malları, otomobiller veya elektronik eşyalar gibi karmaşık ürünlerde tüketicinin haklarının korunması açısından oldukça önemli rol oynamakta ve piyasada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Aslında bir garantinin başlıca rolü, bir ürün, garanti süresi boyunca beklenen performansını yerine getirmeyi başaramadığında ya da bu süre zarfında arızalandığında tüketiciler için satış sonrasında bir çözüm yolu önermektir (Chien, 2005). Çünkü birçok tüketici, yeterince teknik bilgiye sahip olmadığı için bu ürünlerin performansını değerlendiremeyebilmekte ya da farklı markaların üretmiş oldukları aynı ürüne ait özelliklerin hemen hemen aynı olması durumunda tüketici hangisinin daha iyi olduğuna karar verirken zorluk çekebilmektedir. Böyle durumlarda, garanti, servis, bakım ve parça kullanılabilirliği gibi satış sonrası hizmetler, satın alma kararlarında önem kazanmaktadır (Samatlı, 2006).

Diğer bir tanıma göre garanti, bir üreticinin ürünün satışı sonrasında ürün kalitesine ilişkin belirli sorumluluklar vermesi yönündeki resmi taahhüttür (Huang ve ark., 2007). Garantilerle, müşterilere, bir ürünün satın alınmasını müteakip belirli bir süre için arızasız, kabul edilebilir bir hizmet garantisi verilmektedir. Genel olarak, alıcılar,

uzun garanti süresine sahip bir ürünün, daha kısa bir garanti süresi olana kıyasla daha kaliteli ve daha güvenilir olduğuna inanmaktadır. Çünkü daha uzun bir garanti, ürün performansının iyi olduğuna dair bir mesaj vererek fiyat ve diğer ürün özellikleri gibi iyi bir reklam aracı olarak kullanılabilir. Bu yöntem, özellikle pazarda bulunmayan ve pazara girecek yeni bir ürün için çok etkilidir. Çünkü tüketiciler pazara yeni girmiş bir ürünün performansı konusunda belirsizlik yaşamakta ve zamanla diğer kullanıcıların da yönlendirmesiyle ürün ile ilgili performans bilgileri yavaş yavaş yayılıp tüketicinin aklındaki belirsizlik de azalmaya başlamaktadır. Ancak bu bilginin yayılması genellikle biraz zaman almakta ve pazara ilk girdiği andan itibaren satış yapmak isteyen üretici için bu zaman biraz geç olabilmektedir. Bu nedenle ürün fiyatı ve garantisi pazara girmiş yeni ürünün hızlı satışı için çok önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte tüketiciler, daha çok ürünün güvenilirliği hakkında emin olabilecekleri yüksek fiyatlı bir ürün satın almak istemektedirler. Daha uzun bir garanti süresi genellikle daha iyi güvenilirliği gösterse de sınırsız bir garanti sunmak gerçekçi değildir çünkü böyle bir politikanın sürdürülmesi çok yüksek maliyet gerektirmektedir (Wu ve Huang, 2010).

Tüketicilerin bir ürünü seçmekte güçlük çekmesi durumunda garanti, kalite ve güvenilirlik hakkında bilgi verici bir özellik olarak da kullanılabilir. Diğer bir deyişle, müşteriler genelde garanti süresi daha uzun olan bir ürünü daha güvenilir olarak algılamaktadırlar. Ayrıca garanti, bir arıza durumunda üreticinin tüketiciye yapacağı geri ödeme gibi tazminlerle tüketicinin memnuniyetsizliğini de azaltmaktadır. Geri ödeme türü ve şartları garanti sözleşmesinde belirtilmiştir. Böylece garanti, ürünleri değerlendirmeye ve rekabet ortamlarında ürünler arasında ayırım yapmaya yardımcı olan bir pazarlama aracı olarak işlev görmektedir. Bununla birlikte garanti, tüketicilerin korunmasına ek olarak, üretici için de koruma sağlamakta, kullanım koşullarını tanımlayarak ürünlerin doğru kullanımı için kuralları ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, ürün hakkındaki aşırı iddiaları ve ürünün yanlış kullanımından kaynaklanan davaların olasılığını azaltarak üreticiye maliyet tasarrufu sağlamakta ve aynı zamanda üreticinin itibarını korumaktadır (Samatlı, 2006).

Garanti, üreticinin ürününü tanıtmayı amaçlı bir pazarlama iletişimi aracı olarak önemli bir role sahiptir. Blischke ve Murthy (1994) garantiyi, üreticinin garanti

süresi boyunca satılan ürünün düzgün çalışmasını sağlaması ya da tüketicinin üründen en azından garanti süresi boyunca en iyi şekilde yararlanmasını sözleşme ile tüketiciye garanti etmesi olarak tanımlamışlardır.

Ancak unutulmamalıdır ki üretici tarafından tüketiciye sunulan garanti, herhangi bir arıza durumunda ortaya çıkan ücretsiz geri değişim, onarım ve işçilik maliyeti gibi harcamalardan dolayı garanti süresi boyunca üreticiye ek maliyetler getirebilmektedir. Fakat garanti her ne kadar üreticinin toplam maliyetini arttırsa da bir pazarlama aracı olarak kullanıldığında üreticinin satışlarını ve bunun sonucunda da kârını önemli ölçüde arttırabilmektedir. Garantinin üreticiye neden olduğu ek maliyetin büyüklüğü ürün özelliklerine, garanti koşullarına ve tüketicilerin ürünü kullanım şekillerine bağlı olarak değişmektedir. Bununla birlikte üreticinin garanti ile elde edeceği ek kâr da rakip firmaların fiyat ve performansı gibi ürün özelliklerine ve rakiplerin ürünleri için sunulan garanti koşullarına bağlıdır (Lin ve Shue, 2005).

Garantinin üreticiye faydasının olup olmadığı değerlendirilirken, ortaya çıkan ek maliyet beklenen kârla karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma yapılırken maliyet parametrelerine ve garanti kapsamında ortaya çıkan tazminatlara bakılarak ayrıntılı bir analiz yapılmakta ve yapılan analiz sonucunda sunulan garanti ile elde edilecek beklenen kâr ek maliyetten daha büyükse tüketiciye ürün ile birlikte garanti sunmak rasyonel olarak kabul edilebilmektedir. Bu nedenle yeni bir ürünün başarısı hem mühendislik kararlarına (ürün güvenilirliği) hem de pazarlama kararlarına (fiyat, garanti) bağlı olmaktadır.

Daha yüksek bir güvenilirlik, daha yüksek bir üretim maliyeti ve daha yüksek satış fiyatı ile sonuçlanmaktadır. Tüketiciler, yalnızca ürün güvenilirliği konusunda güvence altına alındıklarında daha yüksek bir fiyat ödemeye razı olmaktadır. Garanti maliyetleri, ürün güvenilirliğinde iyileştirmelerle azaltılmakta, yani güvenilirlik, fiyat ve garanti ile ortak olarak dikkate alınmaktadır (Mitra ve Patankar, 1997). Bu çalışma, para iadesi, ücretsiz değişim veya onarım, orantılı garanti ve birleşik garanti politikaları kapsamında bir üründen elde edilecek toplam fayda içinde yer alan en uygun ürün güvenilirliğini, fiyat ve garanti süresini, bunların neticesinde de ortaya çıkacak olan garanti maliyetini belirlemek için bir model geliştirmeyi amaçlamaktadır.

1.1. Araştırmanın Önemi

Üreticiler için bir garanti programı, pazarlama ürünlerinde önemli bir araçtır. Sadece satış hacmini artırmaya yönelik bir satış silahı olarak değil aynı zamanda önemli kârlar da getirmekte, bununla birlikte, ürün kalitesi düştükçe, pahalı olabilmektedir. Bunun bir gereksinimi olarak son zamanlarda, uygun bir garanti, ticari işlemlerde giderek daha önemli bir rol oynamaktadır (Wu ve Huang, 2010). Bu nedenle ürünlerin minimum düzeyde onarım garantisi ile satıldığı, kusurlu bir üretim sistemi için gerekli tamir veya iade sürecinin optimum düzeyde tutulduğu bir sistem gerekmektedir. Bu bakımdan kusurlu üretim sistemleri son yıllarda birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır (Chen ve Lo, 2006).

Garantiler, (i) tanıtım aracı ve (ii) koruyucu araç şeklinde ikna edici pazarlama araçları olarak kullanılmaktadır. Bir tanıtım aracı olarak; garantiler, daha güvenilir bir ürünü ifade eden daha uzun ve daha iyi garanti koşullarıyla bir ürünün güvenilirliğini ve kalitesini artırmaya hizmet etmektedir. Koruyucu bir araç olarak ise; garantiler, garanti süresince arızalanan kusurlu ürünlere karşı tüketicilere güvence sağlamaktadır. Bu güvence, ürünün satın alınması ile ilişkili riskleri azaltırken, üretici için kâr yönetiminde bir takım engeller getirmektedir (Aggrawal ve ark, 2014).

Birçok ürün için (dayanıklı tüketim malları, endüstriyel ve ticari ürünler gibi), bir üretici, benzer ürünleri üreten ve belirli bir tüketiciye satmaya çalışan en az birkaç rakibe sahip olacak; böylelikle pazar (ürün için) rekabet kazanacaktır. Bazı özel ürünler için (çoğunlukla endüstriyel ve ticari ürünler), üreticinin rakibi yoktur, bu nedenle pazar rekabetçi olmaktan çok monopolistiktir (tekele aittir). Piyasa sonucu, birkaç değişken arasındaki etkileşime bağlıdır. Üretici tarafındaki değişkenler arasında fiyat, tanıtım, garanti vb. yer alırken, tüketici tarafında ise ürün seçimi (hangi rakip markadan satın alma/almama), ürün özellikleri, algılanan risk, marka ve itibar yer almaktadır (Aggrawal ve ark, 2014).

Üreticiler, ürünlerini tanıtmak için birçok garanti türü sundukları için garantiler, üreticiler için önemli bir tanıtım aracı haline gelmiştir. Ayrıca garantiler, üreticinin garanti dışı ürün hatası yükümlülüğünü de sınırlamaktadır. Garantiler, üreticiler tarafından pazar payını, kârlılığını ve imajını artırmak için rekabetçi bir

strateji olarak kullanılıyor olsalar da, hiçbir şekilde ucuz değildirler. Üreticinin bakış açısıyla, bir garanti programının maliyeti tam olarak tahmin edilmeli ve firmanın kârlılığı üzerindeki etkisi araştırılmalıdır. Ja ve ark. (2001), garanti karşılığı bir fon oluşturmak için bir ürünün ömrü boyunca sebep olacağı garanti maliyetlerini tahmin etmişlerdir. Yeh ve Lo (2001), bağımsız en az onarım maliyeti olan, beklenen garanti maliyetlerini ve garanti yedeklerini türeten ve garanti süresini belirlemek için maliyet bilgisinin kullanılmasının fizibilitesini gösteren ürünler için arızasız, yenilenmeyen bir garanti politikası kabul etmişlerdir (Chien, 2005).

Üretici ve tüketici açısından oldukça öneme sahip garanti politikalarının tamamı, maliyet ve kâr gibi karar değişkenlerinin yardımıyla garanti analizine tabi tutularak en uygun yöntem, politika, fiyatlama, garanti süresi gibi durumların netleşmesini sağlamaktadır. Garanti analizinin diğer bir yönü, arızadan sonra onarımın kapsamı ile ilgilidir. Birkaç onarım türü vardır, ancak literatürde en çok kullanılanlar tam (yeni gibi iyi), minimal ve kusurlu onarımlardır (Samatlı, 2006). Mükemmel onarım tipinde, arızalı ürün onarımdan sonra yeni bir ürünle aynı kıvama getirilmektedir. Öte yandan, bir onarım arızalanma oranını değiştirmeden ürünü çalışma durumuna getirirse buna minimal onarım; minimal onarımın aksine, onarım işlemi ürünün arızalanma oranını değiştirirse buna da kusurlu onarım denilmektedir. Kusurlu bir onarım, onarım işleminden sonra ürünün arızalanma oranını düşürebilmekte veya artırabilmektedir. Arızalanma oranını düşüren bir onarım eylemi esasen, ürünü yeni bir durumdan daha iyi duruma getiren bir gelişmedir. Literatürde, onarılabilir ürünler için onarım eylemi genellikle mükemmel veya minimal onarım ile modellenmekte ancak onarım eylemlerinin çoğu bu iki kategoriye girmemektedir. Örneğin, mükemmel onarım, özellikle pahalı ürünler için pratik olmayabilmektedir (Samatlı, 2006). Onarılması gereken bir ürünün bu üç onarım türünden hangisiyle onarılacağı belirlenmelidir. Bu nedenle garanti kapsamında arızalanan bir ürünün onarım şekli de hem üretici hem de tüketici açısından ciddi önem arz etmektedir.

Kârı en üst düzeye çıkarmak için fiyatlama, üretim miktarı ve müşteri hizmetleri gibi kararları bütünleştiren optimal bir iş stratejisi, herhangi bir imalat sanayi için yaşamsal öneme sahiptir. Garanti, yedek parça kullanılabilirliği, bakım, servis ve maliyet gibi satış sonrası faktörler, bir ürünün satışında önemli bir rol

oyunmaktadır. Daha iyi garanti, müşterilere daha fazla güvence sağlayan yüksek ürün kalitesini belirttiğinden, garanti, yeni ürünlerin pazarlanmasında önemli bir faktördür. Bu çalışmada, belirlenen ürün yaşam ömrüne dayalı olarak kârı en yükseğe çıkarmak amacıyla farklı garanti politikaları altında ürün fiyatı, garanti süresi ve üretim miktarının değişken olarak kabul edildiği bir karar modeli sunulmuş, model parametrelerinin kâr üzerindeki etkisi ve önemi araştırılmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Çoğu üretici firmanın amacı, zamanla kâr akışını da içeren pazardan, kârını maksimize etmektir. Bu da, kazançları artırmak için yapılan satışlardaki artışlarla elde edilmekte ve daha yüksek fiyatlarla birim kâr artmaktadır (Murthy, 1990). Bununla birlikte, Giffen olmayan mallar için *(Fiyatı arttığında daha fazla talep gören mallara giffen malı denir. Talep kanununa göre bir malın fiyatı arttıkça talep edilen miktarın azalması gerekirken giffen mallarında bu kanun geçerliliğini yitirmektedir. Talep anomalisi (istisnası) olarak bilinen bu teoriye ise giffen paradoksu denir. Giffen paradoksuna göre giffen malının fiyatı arttıkça talebi artar, fiyatı düştükçe talebi azalır, <http://www.bireyselyatirimci.com/giffen-mali-nedir-giffen-paradoksu/>), talep edilen miktar fiyat arttıkça düşmekte ve böylece satış ve kazançlar da düşmektedir. Bu nedenle, üreticiler maksimum kâr elde edecek miktarı satabilmek için müşterileri cezbedici uygun fiyat seçmelidir (Priest, 1981). Genel olarak müşteriler, fiyatı, bir ürünün kalitesinin bir yansıması olarak görmektedir. Çoğu zaman, müşteriler bir ürünün kalitesini değerlendirmek ve fiyatın uygun olup olmadığını belirlemek için garanti bilgilerini de kullanmaktadırlar. Bu nedenle, fiyat ve garanti, bir ürünün satış ve nihai sonucuna karar veren iki önemli faktördür (Aggrawal ve ark, 2014).*

Tüketicilerin aldıkları bir ürün için dikkat ettikleri en önemli hususlardan biri kendilerine sunulan garanti hizmeti olduğu için her üretici ürün ile birlikte verdiği garanti hizmetinde farklı garanti politikaları izleyebilmektedir. Garanti politikaları, belirli özelliklerine göre bir kaç şekilde tanımlanmıştır. Örneğin, ücretlendirme türleri için ücretsiz değişim garantisi (DG) ve orantılı garanti (OG) olmak üzere iki temel politika türü vardır. Ücretsiz değişim garantisinde arızalanan ürünün onarım veya değişim maliyeti üretici tarafından ücretsiz olarak karşılanırken, orantılı garantide ortaya çıkan değişim veya onarım maliyeti üretici ve tüketici arasında

paylaşılmaktadır. Orantılı garantide üreticinin yüklendiği maliyet sorumluluğu ürün yaşının azalmayan bir fonksiyonu olarak belirlenmektedir. Ücretsiz değişim garantisi her türlü (onarılabilen/onarılamayan) ürünü kapsarken orantılı garanti genellikle performansı yaştan etkilenen (akümülatör gibi) ürünler için geçerlidir. Bunlara ek olarak hem ücretsiz değişim/onarım hem de orantılı garantinin birleşimiyle ortaya çıkan garanti politikaları da karşımıza çıkmaktadır (Samatlı, 2006).

Tüketiciler daha uzun garantiye sahip ürünleri, daha kısa olanlara kıyasla daha kaliteli ve tercih edilebilir olarak görmektedirler. Üretici açısından bakıldığında ise garanti süresinin uzunluğu ciddi maliyet gerektiren bir husus olduğundan en uygun garanti süresinin belirlenmesi hem üretici hem de tüketici açısından çok önemlidir.

Garantiler ürünlerin yapısal özellikleri bakımından ayrıca tek boyutlu ve iki boyutlu garantiler olmak üzere iki farklı şekilde ele alınabilmektedir. Tek boyutlu garanti politikalarında arıza modelleri tek bir ölçekte (ürün yaşı veya kullanım süresi gibi); iki boyutlu garanti politikalarında ise bu modelleme iki ölçek üzerinde (hem yaş hem de kullanım birlikte gibi) karakterize edilmektedir. Garanti süresi boyunca, onarılabilir bir ürünün karşılaşılan arızalarının giderilmesi ve onarılması imkânsız ürünlerin ücretsiz değişimi başlıca iki garanti politikasıdır. Bunun yanında, arızalanan bir ürünün garanti kapsamında onarımı ya da ücretsiz değişimi ile birlikte garanti süresinin de yenilenmesi (baştan başlaması) ya da yenilenmemesi (kaldığı yerden devam etmesi) de ayrıca tercih edilen politikalar. Minimum maliyete sahip politikalar üretici tercihini oluştururken, tüketiciler kendi lehlerindeki politikaları daha fazla önemsemektedirler.

Chien (2005), arızasızlık ve geri iade şeklinde yaygın olarak görülen iki tür garanti politikasından bahsetmektedir. Arızasızlık politikası, ürünün garanti süresi boyunca ücretsiz olarak muhafaza edilmesini zorunlu kılarken, geri iade politikası, garanti süresi içinde ürün arızalanırsa üreticinin satın alma fiyatının bir kısmını geri ödemesini zorunlu kılmaktadır. Arızasız poliçeler ayrıca yenilenen ve yenilenmeyen olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir (Chien, 2005):

Yenileme politikası: Bir ürün garanti süresi içinde arızalanırsa, ürün değiştirilmekte ve yeni bir garanti verilmektedir. Aslında, garanti, her bir değiştirme işlemiyle birlikte yeniden başlamaktadır.

Yenilenmeyen politika: Arızalı bir ürünün değiştirilmesi orijinal garantiyi değiştirmemektedir.

Bu çalışmada, onarım, ücretsiz geri değişim, para iadesi, orantılı garanti ve bunların birleşiminden oluşan birleşik garanti politikaları kapsamında garanti hizmetinin beklenen maliyetini en aza indirgeyen optimum tamir-değişim stratejisinin belirlenmesi; garanti sözleşmesine karşılık gelen maliyetleri en aza indirirken sırasıyla satıcı (üretici) ve alıcı (tüketici) açısından optimal garanti süresinin ve garanti dışı ürün ömür yaşının hesaplanması amaçlanmaktadır. Ayrıca, belirli bir garanti süresi için en iyi garanti fiyatını belirleyen bir garanti modeli önerilmektedir. Üretici/satıcı tarafından ürün ile birlikte müşteriye sunulacak olan garanti hizmetinin müşteri memnuniyetini sağlamak koşuluyla minimum maliyete neden olması için en uygun garanti politikası ve süresinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

1.3. Kaynak Araştırması

Glickman ve Berger (1976)'in yapmış oldukları çalışma, satış fiyatının ve satılan bir ürünün kârını en üst düzeye çıkarmak için garanti süresinin belirlenmesine yönelik yapılan ilk çalışmadır. Yapmış oldukları çalışmada dikkate aldıkları karar değişkenleri, ürünün fiyatını ve üreticinin hizmetten sorumlu olduğu süreyi kapsamakta, beklenen satış hacmi veya talebi ise bir log-lineer fonksiyon ile temsil edilmektedir.

Murthy (1990), yeni bir ürünün toplam beklenen üretim kârını en yükseğe çıkarmak için fiyat, garanti süresi ve ürün güvenilirliğinin birlikte belirlendiği bir model sunmuştur.

Menezes ve Currim (1992), ürün garantisini bir pazarlama değişkeni olarak kabul etmişlerdir. Garanti süresi üzerindeki sonuçları, garanti ve fiyat esneklikleri, maliyetler ve ürün hatası oranları gibi faktörlerle ilgili bilgilere yer veren üç genel garanti türü için ortaya koymuşlardır.

Chun ve Tang (1995), verilen bir garanti süresi için en uygun garanti fiyatının belirlendiği ücretsiz değişim ve sabit süreli garanti politikası için bir garanti modeli önermektedirler. Ürün için sabit bir arıza oranı, garanti süresi boyunca sabit onarım maliyetleri ve gelecekteki tamir masrafları için üreticinin ve müşterilerin riskten kaçınmaları varsayılmaktadır. Üstel fayda fonksiyonu ve gama arızalanma oranı dağılımı kullanılarak, üreticinin kesin kâr eşdeğerini en yüksek seviyeye çıkaran karar modeli türetilmiştir. Ayrıca (1) üreticinin ve müşterilerin risk tercihleri, (2) ürün arızalanma oranı hakkındaki algıları, (3) arızalı ürünlerin onarımında asıl üreticiye olan müşteri sadakati ve (4) müşterinin onarım fiyatı gibi faktörler dikkate alınarak en uygun garanti fiyatının duyarlılığı sayısal bir örnekle analiz edilmiştir.

Mesak (1996), monopolist satılan yeni ürünlerin optimal fiyatlandırma politikasını ve garanti süresini elde etmek için difüzyon modelleri sunmuş, talebin, ürün fiyatına ve garanti süresine bağlı olduğu varsayımına dayanarak, bir planlama dahilinde hem fiyat hem de garanti süresi için en uygun yöntemler elde etmiştir.

Teng ve Thompson (1996), bir planlama döneminde monopolist üretici bakımından yeni ürünlerin optimal fiyat ve kalite politikalarını belirlemek için genel bir çerçeve geliştirmişler, tedarikçi (üretici) tarafında öğrenme etkilerini ve talep (müşteri) tarafında difüzyon ve doygunluk etkilerini düşünmüşlerdir.

Mitra ve Patankar (1997), uzatılmış garanti sürelerine yönelik seçenekler içeren garanti programları için ürün fiyatı, toplam garanti süresi ve ilk garanti süresinin seçimini araştırmışlardır.

DeCroix (1999), üç karar değişkeni (ürün garantisi, güvenilirlik ve fiyat) için en uygun değerleri arayan bir oligopol pazarında dayanıklı tüketim malları üreticilerinin sorununu ele almış, en uygun ürün fiyatını, güvenilirliğini ve garanti süresini belirlemek için bir oyun teorisi modeli önermiş, bu oyun için Nash dengesini incelemiştir.

Yeh ve ark. (2000), ürünlerin ücretsiz minimum onarım garantisi ile satıldığı bozulan üretim sistemi için optimal üretim uzunluğunu değerlendirmişlerdir. Yapılan bu çalışmadan şimdiye kadar ise, optimum ürün fiyatının ve garanti politikasının birlikte belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalarda dikkat çekici bir artış görülmüştür.

Jack ve der Duyn Schouten (2000), Wu ve ark. (2006) ve Huang ve ark. (2007), üreticilerin kârlarını en üst düzeye çıkarmak veya toplam maliyeti en aza indirmek için mühendislik konularını (yedeklilik ve geliştirme yoluyla güvenilirlik ilerletme, bakım, test politikaları, yanma vs. gibi) bağlayan en uygun stratejiler üzerine çalışmalar yapmışlardır.

Zuo, Liu ve Murthy'nin (2000) yapmış oldukları çalışmada, çok durumlu bozulan ve onarılabilir ürün sınıfı için bir garanti hizmet politikası incelenmiştir. Üreticinin arızalı bir ürünü tamir etme veya değiştirme kararının ürünün bozulma derecesine ve kalan garanti süresinin uzunluğuna bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Satılan ürün başına üreticinin beklenen garanti servis maliyetini en aza indirmek için bu iki parametrenin optimal değerini incelemişlerdir.

Yun, Lee ve Ferreira (2002), yanma (burn-in) ve birikimli garantiye bağlı maliyet ile üretim maliyetinin toplamı olan toplam ortalama maliyeti en aza indirmek için optimum yanma süresini incelemişlerdir. Birikimli garantili ürünler erken dönemde yüksek başarısızlık oranına sahip olduğunda, erken ürün arızalarını ortadan kaldırmak için yakma prosedürünün dikkate alınması gerektiği, yanma sonrasında ise posterior ürün ömür dağılımı ve birikimli garanti ile ilgili maliyetin, yanma süresine bağlı olduğu; uzun yanma süresinin garantiyle ilgili maliyeti azalttığı, ancak üretim maliyetini arttırdığı ifade edilmiştir. Yapmış oldukları çalışmada, yanma ve birikimli garanti altında toplam ortalama maliyeti elde etmek için bir metodoloji sunmuşlardır. Optimum yanma süresinin özelliklerini analiz etmiş; çalışmada elde edilen metodolojinin uygulanabilirliğini göstermek için sayısal örnekler ve duyarlılık analizi kullanmışlardır.

Pal ve Manna (2003), pazarlama çabası seviyesinin talep ölçüsünde karar verildiği klasik tek zamanlı stokastik envanter modelinde bir pazarlama karar problemi üzerinde çalışmışlardır. Özellikle, talebin, pazarlama çabası seviyesinin giderek artan içbükey bir fonksiyonu olduğunu varsaymışlardır.

Chukova ve Hayakawa (2004), garanti taleplerinin modellenmesi ve garanti giderlerinin değerlendirilmesi üzerine çalışmışlardır. Her garanti talep maliyetinin, onarım süresinin sıfır olmayan uzunluğuna bağlı olduğunu, işletme ve onarım sürelerini modellemek için alternatif yenileme süreci uygulanarak sonlu ufukta dönüşümlü yenileme süreci için yeni sonuçlar elde edilebildiğini ifade etmişlerdir. Ürünün kullanım ömrü boyunca ve yenilenmeyen ücretsiz değişim politikası altında sunulan garanti süresi neticesinde ortaya çıkacak olan garanti maliyetlerini değerlendirmişlerdir.

Kapan (2004) yapmış olduğu çalışmada, (burn-in) yanmanın satış öncesi yapılan bir operasyonla, yüksek bebek ölüm oranına sahip kusurlu ürünlerin taranmasıyla, bir ürünün garanti maliyetini en aza indirmek için kullanılan bir test işlemi olduğunu ifade etmiştir. Yapılan bu işlemde yanma testinin bununla ilişkili bir maliyetinin olduğu ve ürün ömrünün bir kısmının kullanıldığı belirtilmiştir. Literatürde toplam beklenen maliyetin yanma oranının en aza indirilmesi ve ürünün güvenilirliğinin en üst düzeye çıkarılması, optimal yanma süresinin hesaplanmasında kullanılan iki kriter olduğu için yapmış olduğu bu çalışmada, kullanım süresi dağılımı olarak Weibull'un kullanıldığı bir ürün için en uygun yanma süresinin hesaplanmasını göstermiştir.

Noll (2004) yapmış olduğu çalışmada, firmaların, tüketiciler adına sahip oldukları bilgi eksikliğinden kaynaklanan piyasa başarısızlıklarına karşı koymak amacıyla ürün kalitesini iletmek için farklı araçlar kullandıklarını ifade etmiş; kalite sinyalinin iki ana türü hakkında kısa bir bilgi vermiştir. Daha yüksek üretim kalitesi sağlamak için daha iyi teşvikler sunan bir ekonomik model geliştirmiş; sonuçları, garanti kanunu ve yanıltıcı reklam hakkındaki mevcut mevzuata uygulamıştır.

Sheu ve Chien (2004), arızalı ünitelerin müşterilere gönderilmeden veya sahada işletmeye alınmadan önce taramak için kullanılan bir mühendislik yöntemi olan (burn-in) “yanma” üzerine çalışmışlardır. Yanma, ürünlerin kalitesini artırmak için kullanılan bir yöntemdir. Yani, müşteriye teslim edilmeden önce, üniteler saha çalışmasındaki çalışma koşullarına yakın elektrik veya termal koşullar altında yanma (burn-in) yöntemiyle test edilir. Yanma prosedürü sırasında başarısız olan birimler hurdaya çıkarılır veya onarılır ve yalnızca yanma prosedüründen sağ kurtulanlar iyi kalitede kabul edilir. Bunlar daha sonra müşterilere gönderilecek veya saha operasyonuna alınacaktır. Yanma genellikle maliyetli olduğundan, bu prosedürün uygun uzunluğunun belirlenmesi önemlidir. Belirli bir kriter için yanma işlemini durdurmak için en uygun zaman, en uygun yanma süresi olarak adlandırılmaktadır.

Wang (2004), ücretsiz onarım garanti politikası kapsamında satılan ürünler için kusurlu süreçlerin varlığında ekonomik üretim miktarı sorununu ele almıştır. Bir üretim tesisinin zamanla bozulabileceğini ve kontrol-içi durumdan kontrol-dışı duruma geçme süresinin üstel dağılım gösterdiğini, yani sürecin başarısızlık oranının sabit olduğunu varsaymaktadır. Bununla birlikte, üretim sürecinin, ürün üretiminde kümülatif yıpranmaya bağlı olarak artan bir başarısızlık oranına sahip olduğunu ifade etmiş, genel bir kayma dağılımı ile kontrol içi bir durumdan kontrol dışı bir duruma rasgele bozulmaya maruz kalan bir süreci dikkate alacak şekilde genişletmiştir. Optimum üretim politikasını belirlemek için, kalem başına beklenen toplam maliyeti temsil eden bir matematiksel model geliştirmiş, ürün başına beklenen toplam maliyetin en aza indirilmesi için optimum üretim çalışma uzunluğunu elde etmeyi amaçlamıştır.

Chien (2005), ortaya çıkan maliyet fonksiyonlarını en aza indirerek sırasıyla satıcı (üretici) ve alıcı (tüketici) açısından optimal garanti süresini ve -garanti dışı- geri değişim (yenileme) yaşını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla arızasız yenilenen bir garanti sözleşmesi altında satılan genel tamir edilebilir bir ürün üzerinde durmaktadır. Ayrıca genel bir tamir modeli kapsamında iki tip arızanın olabileceğinden bahsetmektedir. Bunları asgari onarımlarla düzeltilebilecek I. tip arıza (minör arıza) ve yalnızca geri değişim ile düzeltilebilecek II. tip arıza (büyük arıza) ile ifade etmektedir. Çalışmanın sonunda, hafif koşullar altında, maliyet fonksiyonunu asgariye

indirmenin en uygun çözümünün var olduğunu ve bunun da sonlu olduğunu kanıtlamıştır.

Chukova ve Hayakawa (2005), yarı yenilenen onarımlar arası geçen sürelerin hesaplanması özelinde garanti maliyet analizi üzerine çalışmışlardır. Yapmış oldukları çalışmada genel onarımlar sınıflandırılmış, olasılık dağılımları kullanılarak kusurlu garanti onarımları modellenmiştir. Ayrıca yenilenmeyen ücretsiz değişim garanti politikası kapsamında garanti süresi boyunca beklenen garanti maliyeti değerlendirilmiş, yarı-yenileme ve geometrik süreçlerin eşdeğer olduğu görülmüştür. Mevcut bir garanti veri tabanındaki veriler kullanılarak, onarımlar arası sürelerin bir yarı-yenileme süreci oluşturduğu gösterilmiştir.

Lin ve Shue (2005), arızalı ürünlerin ücretsiz olarak değiştirilmesinin iş politikası olması ve talebin fiyat, garanti ve kümülatif satışlara bağlı olması durumunda fiyat ve garanti uzunluğunu belirlemek için optimal politikaları araştırmışlardır. Optimum kontrol teorisini, kalem başına beklenen garanti maliyetini dikkate alan bir kâr maksimizasyon modeline uygulamışlardır. Piyasa değerlerinin en üst düzeye çıkarılması, önceden belirlenmiş bir yaşam döngüsüne dayanmakta ve pazarın hem genişleme hem de doygunluk aşamalarını kapsamakta olduğu belirtilmiştir. Yapmış oldukları çalışmada bir ürünün büyümesi pazarın farklı aşamalarına girdiğinde, optimal karar politikalarının aynı anda hem fiyat hem de garanti süresini arttırması veya azaltması ile karakterize edildiğini tespit etmişlerdir.

Sheu ve Chien (2005), yanmanın (burn-in) satış öncesi ürün kalitesini arttırmak için kullanıldığını; özellikle garanti kapsamında satılan, başlangıçta yüksek arıza oranına sahip ürünler için, garanti maliyetini düşürmek amacıyla yanmanın kullanılabilceğini ifade etmişlerdir. Yanma genellikle maliyetli olduğundan ve doğrudan ürün üretim maliyetine katkıda bulunduğundan, bu çalışmada prosedürün uzunluğunu optimize etme amaçlanmıştır. Garanti kapsamında satılan genel onarılabilir bir ürün göz önünde bulundurularak en uygun yanma süresi incelenmiştir.

Lin ve Shue (2005), Wu ve ark. (2006) ve Huang ve ark. (2007), Teng ve Thompson (1996) tarafından önerilen modeli daha sonraları genişletmişlerdir. Talebin, ürün fiyatı ve garanti süresi tarafından belirlendiğini varsayarak, kalite yerine garanti

süresini dikkate almışlardır. Ücretsiz Değişim Politikası için en uygun fiyat ve garanti süresini, ürünün önceden belirlenmiş bir yaşam döngüsünden elde etmişlerdir.

Chen ve Lo (2006), ücretsiz asgari onarım garantisi ile satılan ürünler için izin verilebilir eksikliklere sahip kusurlu üretim sistemini araştırmışlardır. Ürünün çalışma uzunluğunu ve iade siparişinin yeniden doldurulduğu zaman uzunluğunu optimum belirleyerek ürün başına toplam maliyetin en aza indirilmesini hedeflemişlerdir. Önerilen modelin optimalite koşullarından optimum çözümleri bulmak için etkili bir algoritma geliştirilmiştir. Ayrıca, modelin özelliklerini göstermek amacıyla sayısal örnekler verilmiş, karar değişkeni ve amaç fonksiyonu üzerindeki parametre değişimlerine göre duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir.

Gutierrez ve ark. (2006), üreticinin faydasını, ekonomik fayda fonksiyonunu, garanti servis maliyetini ve müşteri garantisinin başarısızlığına bağlı müşteri tatmini maliyetini en üst düzeye çıkarmak amacıyla optimum garanti süresini belirlemek için Bayesci bir yaklaşım önermişlerdir.

Murthy (2006), ürün garantisi, yeni ürün pazarlamasının ve satışlarının önemli bir parçası olması; garanti verilmesi, garanti servis maliyeti şeklinde ek maliyetler anlamına gelmesi ve ürün güvenilirliğinin, garanti servis maliyeti üzerinde ciddi bir etkisi olması nedenlerinden dolayı yapmış olduğu çalışmada, ürün güvenilirliğinin etkili yönetiminin, garanti ve güvenilirlik arasındaki bağlantıyı dikkate almaktan geçtiğini ifade etmiş ve ürün güvenilirliğinin etkin yönetimi için gerekli bir çerçeve geliştirmiştir.

Wu, Lin ve Chou (2006) yapmış oldukları çalışmada, imalat firmaları için önceden belirlenmiş yaşam döngüsüne göre kârı en üst düzeye çıkaracakları en uygun fiyat ve garanti süresini belirlemeleri için bir karar modeli sunmuşlardır. Belirtilen toplam çalışma süresi elde edilene kadar, arızalanan öğelerin ücretsiz olarak yenileneceği ücretsiz yenileme garanti politikasını dikkate almışlardır. Garanti süresine göre beklenen yenileme sayısı, normal ömür dağılımına sahip ürün ve toplam üretim ve tedarik maliyeti için elde edilmiştir. Maksimum prensibi kullanan bir çözüm yaklaşımı tanımlanmış ve iki spesifik piyasa türüne uygulanmıştır. Birinci piyasa türü, pozitif bir iskonto oranı ile statik satış oranı fonksiyonunu, ikinci piyasa ise sıfır

iskonto oranı ile ayrılabilir satış oranı fonksiyonunu dikkate almaktadır. Model parametrelerinin optimum çözüm üzerindeki etkisini değerlendirmek için bir duyarlılık analizi yapmışlar ve duyarlılık analizine dayanarak bazı sonuçlar elde etmişlerdir.

Huang ve ark. (2007), yeni bir ürünün başarısının hem mühendislik kararlarına (ürün güvenilirliği) hem de pazarlama kararlarına (fiyat, garanti) bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Bir pazardaki ücretsiz değişim-onarım garanti stratejisi altında satılan genel tamir edilebilir bir ürünün en büyük toplam getirisini sağlayan optimum ürün güvenilirliği, fiyat ve garanti stratejisini belirlemek için bir model geliştirmiş ve ürünün fiyatlandırma ve garantisi için iki senaryoyu incelemişlerdir. Kurdukları bu modele göre, garanti süresi arttıkça satış oranının arttığı, fiyat arttıkça satış oranının azaldığı varsayılmaktadır.

Jack ve Murthy (2007) yapmış oldukları çalışmada hali hazırda tüketicilere sunulan uzatılmış garantilerin seçiminin son derece sınırlı olduğunu ifade etmişlerdir. Uzatılmış garantileri satın alma kararlarının, ürün güvenilirliği, gelecekteki işletim maliyetleri ve değişim işleminden önceki kullanım süresinden emin olunamaması gibi sebeplerden dolayı ürünlerin satın alındıkları anda veya onlara çok yakın bir zamanda verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu nedenle çalışmada, daha fazla esneklik sunan bir uzatılmış garanti tartışılmış; optimum fiyatlandırma stratejileri ve tüketici için optimum bakım ve değişim stratejileri araştırılmıştır.

Ladany ve Shore (2007), talebin Cobb-Douglas tipi bir fonksiyonu izlediğini varsayarak, yanıt modelleme metodolojisini kullanarak optimum garanti uzunluğunu belirlemek için kâr maksimizasyon problemini ortaya koymuş, pazar dinamiklerini de fiyatlandırma ve garanti kararlarına dahil etmişlerdir.

Wu, Chou ve Huang (2007), garantinin ürünlerin pazarlanmasında önemli bir faktör olmasıyla birlikte her zaman satıcıya ek maliyetler içerdiğini ve bu maliyetlerin genellikle ürün güvenilirliğine bağlı olduğunu belirterek çalışmalarını yanma (burn in) üzerine yoğunlaştırmışlardır. Yanma (burn-in), üretilen ürünlerin, piyasaya sürülmeden önce kısa bir süre hızlandırılmış stres altında çalıştırıldığı ve ürün güvenilirliğini arttırmanın bir yolu olarak uygulandığı üretim sürecinin bir parçası

olarak kabul edilir. Yapmış oldukları bu çalışmada ise, tamamen yenilenmeyen birleşik ücretsiz değişim ve orantılı garanti (DG / OG) politikası kapsamında tamir edilemeyen ürünler için en uygun yanma süresini ve garanti süresini belirlemek için bir maliyet modeli geliştirmişlerdir. Ürünün garanti süresi w olmak üzere, birleşik DG/OG politikası altında satıcı, satın alma zamanından w_0 gibi ($w_0 < w$) herhangi bir zaman önce arızalanan ürünü, yeni bir ürünle ücretsiz olarak değiştirmeyi kabul eder. Bununla birlikte, w_0 'dan w 'ye kadar olan zaman aralığındaki herhangi bir arıza ise, orantılı bir değişim ile sonuçlanır, yani arızalanan ürün, alıcıya da orantılı bir maliyeti olan yeni bir ürünle değiştirilir. Ürünün arıza süresinin ya karma üstel dağılıma ya da karışık weibull dağılımına uyduğu ve dört garanti politikası kapsamında incelenerek sayısal örnekler verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, tamamen yenilenen birleşik DG/OG politikasının maliyet açısından tamamen yenilenen politikadan daima daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Chien (2008), arızalanma oranı artan bir ürün için kusurlu yenilenen bir ücretsiz değişim garantisinin (YDG) klasik yaş değişim politikasına etkilerini incelemiştir. Onarılmış bir ürünün arızalanma potansiyelinin yeni bir ürünün arızalanma potansiyelinden daha düşük olduğunu varsaymış; yani, onarılmış bir ürünün yeni bir ürüne göre daha az güvenilir olduğunu kabul etmiştir. Yaş değişim politikası için uzun vadede beklenen maliyet oranlarını önleyici değişim yaşının; (1) önceden meydana geldiği zaman ve (2) garanti süresi sona erdikten sonra meydana geldiği zaman şeklindeki iki durumu için geliştirmiştir. Maliyet oranlarını en aza indirgeyen en uygun yenileme yaşlarını belirlemiş ve optimum yenileme yaşı üzerindeki kusurlu bir YDG'nin etkisini sayısal bir örnekle göstermiştir. Yapılan bu çalışma çerçevesine zıt bakış açıları ve garanti ile alakalı literatür de incelenerek ileriye dönük yapılacak araştırmalara katkıda bulunmaya çalışmıştır.

Huang, Hsieh ve Ho (2008) yapmış oldukları çalışmada, uygun bir yaşam testi örnekleme planının seçiminin çok önemli bir karar problemi olduğunu; iyi bir planın sadece üreticilerin test süresinden tasarruf etmesine ve test maliyetini azaltmasına yardımcı olmakla kalmadığını; aynı zamanda ürünün imajını da olumlu yönde etkileyerek ürünü satın almak için daha fazla tüketici çekebileceğini ifade etmişlerdir. Bir partide reddedilmesinin değerlendirilmesinde eşik olarak kullanılması gereken bir

örnekte uygun sayıda ürün arızasını tespit ederek maliyet minimizasyonu amacıyla optimum ömür testi örnekleme planının belirlenmesinde bir karar modeli geliştirmişlerdir. İki parametrelili (yani ölçek ve şekil faktörü) bir Weibull dağılımının bir ürünün ömrünü modellemek için uygun olduğu varsayılarak prior, preposterior ve posterior analizleri yapmak için bir Bayesci karar modeli oluşturmuşlardır. Maliyet yapısı, daha iyi kararlar almak için örnek teşkil eden optimal bir örnekleme planının benimsenmesi için ret, kabul, test ve garanti maliyetlerini dikkate almışlar; son olarak, önerilen yaklaşımın etkinliğini göstermek için pratik bir sayısal uygulama kullanmışlardır.

Manna (2008), ücretsiz değişim politikası altında fiyat ve garanti süresi ile kâr maksimize etme problemlerini ele almış, üreticinin kârını en üst düzeye çıkarmak için ürün fiyatının ve garanti süresinin birlikte belirlenmesini kabul etmiş ve bir boyutlu garanti durumunda güç yasası arıza işlemi ile Glickman ve Berger'in karar modelini analiz etmiştir. Bu modeli iki boyutlu garanti için genişletmek için de ayrıca bir yöntem önerilmektedir.

Matis, Jayaraman ve Rangan (2008), üreticiler, garanti süresi içerisinde bir ürün arızası meydana geldiğinde geri değişim, minimum onarım ve genel onarım gibi kusurlu onarım seçeneğine de sahiplerse, temel garanti süresi dolduktan sonra müşterilere makul bir uzatılmış garanti sağlayabileceklerini belirtmişlerdir.

Wu ve Xie (2008), birçok servis ürününün, yalnızca tüm sistem tamamlandığında çalışan, karmaşık bir sistemde kurulduğunu belirtmişlerdir. Yapmış oldukları bu çalışmada uyku hali olarak adlandırılan, kurulumundan işletilmesine kadar geçen süre, komple binalar veya uçaklar gibi sistemler için birkaç yıl sürebileceğini ifade etmişlerdir. Ürünlere ilişkin garantiler, kurulumlarından başlayarak belirli bir zamana kadar olan süreyi kapsayabilir. Bu tür ürünlerin değiştirilmeleri için garanti maliyeti, uyumayan/hareketsiz/kullanılmayan normal ürünlerden farklıdır. Bu çalışmada, tamir edilemeyen hizmetler için değişim maliyetini üretici bakış açısından analiz etmektedirler. İki tür garanti koşulunu (yani, yenilenen ve yenilenmeyen) ve iki tür değişim (yani arızalarda koruyucu değişim veya yalnızca değişim ile) içeren dört garanti politikasını dikkate almışlardır. Uyku halinde/hareketsiz durumdaki ve işletim durumdaki arıza modelleri arasındaki

ilişkileri tartışmış, açıklanan metodolojinin uygulanabilirliğini göstermek için sayısal örnekler ve duyarlılık analizi sunmuşlardır.

Finkelstein (2009), tamir edilemeyen ürünler için sistemin bozulmasından dolayı ürünün gerçek yaşının belirlenen takvim yaşından büyük olacağını düşünmüştür.

Lin, Wang ve Chin (2009), kusurlu maddelerin serbestçe değiştirilmesi politikası kapsamında talebin fiyat, garanti ve kümülatif satışlara bağlı bir dinamik olduğu koşullar altında eş zamanlı dinamik karar değişkenleri olarak fiyat, garanti süresi ve üretim hızı kullanan bir pazarlama ve üretim problemi araştırmışlardır. İlk olarak kalem başına beklenen garanti maliyetini göz önünde bulunduran sürekli bir kâr maksimizasyon modeli oluşturulmuş, daha sonra, en uygun fiyat, garanti süresi ve üretim oranını elde eden dinamik optimizasyon adımları dikkate alınmıştır. Daha sonra, kâr maksimizasyon modeline ayırıklaştırma uygulanmış ve en uygun kontrol yollarını tanımlamak için bir dijital bilgisayar kullanılarak pratik uygulama için bir dizi gerçek sayı olan sonlu bir çözüm elde edilmiştir. Son olarak, analitik sürecin karmaşıklığının üstesinden gelmek için bir grafik kullanıcı ara yüzü sağlayan, modele dayalı bir Karar Destek Sistemi oluşturulmuştur. Daha sonra, önerilen sistem test edilmiş ve analitik çözüm, ek ömür boyu dağılımlar için çeşitli talep fonksiyonları kullanılarak doğrulanarak sistemin etkililiği gösterilmiştir.

Samatlı Paç ve Taner (2009), üreticinin beklenen garanti maliyetini en aza indirmek amacıyla bir ve iki boyutlu garantiler için farklı onarım stratejileri geliştirmiş ve araştırmışlardır. Statik, geliştirilmiş ve dinamik onarım stratejileri farklı garanti yapıları altında önerilmiş ve analiz edilmiştir. Elde ettikleri temsili maliyet fonksiyonları ile sayısal deneyler, politikaların performansının ürün güvenilirliği, maliyet fonksiyonunun yapısı ve garanti sözleşmesinin türü gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğunu göstermiştir.

Wu ve ark. (2009), statik talep piyasasındaki üreticiler için, önceden belirlenmiş bir yaşam döngüsü temel alınarak bir ürünün optimum fiyatı, garanti süresi ve üretim oranındaki kârın maksimize edilmesini hesaplamak için bir karar modeli geliştirmişlerdir. Amaç fonksiyonu, üretim maliyeti, garanti maliyeti ve stok

maliyetinin dâhil olduğu talep ve maliyet fonksiyonlarının her ikisini de içermektedir. Maksimum ilkeyi kullanan bir çözüm yaklaşımı anlatılmış ve pazarın iki belirli durumu için (ilk piyasa durumu pozitif indirim oranını, ikinci piyasa durumu ise sıfır indirim oranını göz önüne alır) uygulanmıştır. Ekonomik duyarlılık analizi, model parametrelerinin optimal çözüm üzerindeki etkisini değerlendirmek için yapılmış, bazı sonuçlar, duyarlılık analizine dayanarak ortaya konulmuştur.

Yeo ve Yuan (2009) yapmış oldukları çalışmada, temel garanti kapsamı, belirtilen garanti süresine kadar minimum onarım gerektiren bir sistemi araştırmaktadırlar. İlk hatanın tüketicilerin seçtiği onarım düzeyine kadar geri getirildiği ek bir hizmet sunmuşlardır. Sorun, garanti öncesi ve sonrası periyodik bakım olmak üzere iki değişim sistemi stratejisi altında incelenmektedir. Rinsaka ve Sandoh (2006) ile Yeh ve ark.'nın (2007) geliştirmiş oldukları modelleri genelleştirmişlerdir. Maliyet fonksiyonu ve arıza oranı fonksiyonunun yapılarına dayanarak optimum bakım süresini ve optimum onarım seviyesini elde etmişler; belirli varsayımlar altında, ek servis için en uygun onarım seviyesinin değişim süresinin artan bir fonksiyonu olduğunu sayısal veriler kullanarak göstermişlerdir.

Zhou, Li ve Tang (2009), bilinen pazara belirli bir giriş ve çıkış süreleri olan, onarılabilir bir ürün üzerine çalışmalarını yapmışlardır. Ürün satın alımında, müşterinin garanti süresi içinde arızalı bir ürünü ücretsiz olarak onarabileceği bir garanti politikası sunmuşlardır. Müşterilerin, garanti süresi dolduktan sonra ortaya çıkan belirsiz onarım maliyetlerine karşı risk tutumlarının homojen olmadığı varsayılmaktadır. Amaç, ürünün ömrü boyunca üreticinin beklenen kârını en üst düzeye çıkaran ortak bir dinamik fiyatlandırma ve garanti politikası belirlemektir. Çalışmalarının ilk bölümünde, doğrusal olarak azalan bir fiyat fonksiyonunu ve sabit bir garanti uzunluğunu dikkate almışlardır. Müşterilerin satın alma modellerini önce üretici tarafından birkaç farklı fiyatlandırma stratejisi altında incelemişler ve daha sonra en uygun fiyatlandırma ve garanti stratejisini tartışmışlardır. İkinci bölümde ise, ortak fiyatlandırma ve garanti politikası geliştirirken garanti süresinin ürün ömrü boyunca bir kez değiştirilebileceğini varsayımlardır. Çalışmada elde edilen sayısal veriler neticesinde, dinamik bir garanti politikasının, sabit uzunluklu bir garanti politikasından önemli ölçüde daha iyi performans gösterebileceğini ifade etmişlerdir.

Wu ve Huang (2010), optimum garanti uzunluklarını belirlemek için Bayesci bir yaklaşım, ürün ömrünü tanımlamak için de Rayleigh dağılımını kullanarak ücretsiz değişim ve orantılı garanti politikalarının bir kombinasyonu olan garanti kapsamında bir karar sorunu araştırmışlardır.

Jeyakumar ve Robert (2010), kârı en üst düzeye çıkarmak için fiyatlama, üretim miktarı ve müşteri hizmetleri gibi kararları bütünleştiren optimal bir iş stratejisinin, herhangi bir imalat sanayi için yaşamsal öneme sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Önceden belirlenen ürün yaşam döngüsüne dayalı olarak kârı en yükseğe çıkarmak için karar değişkenlerinin bir ürünün fiyatı, garanti süresi ve üretim miktarı olduğu bir karar modeli sunmuşlardır. Çalışma, statik satış pazarındaki üreticiler için ücretsiz yenileme garanti politikasını ele almakta, garanti süresine dayalı beklenen yenileme sayısı, log-normal dağılımlı ürünler için üretmektedir. Model parametrelerinin kâr üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Jung, Park ve Park (2010), garanti sonrası dönemde en uygun koruyucu (önleyici) bakım sayısını, periyodik koruyucu bakım programını ve geri değişim zamanını elde etmek için müşterilerin bakış açısından bir koruyucu bakım politikası üzerine çalışmışlar; geri değişim ve minimum onarım garantileri şeklinde iki aşamalı bir garanti sunmuşlardır. Ayrıca beklenen maliyet oranını araştırarak en uygun yenileme stratejisini belirlemişlerdir.

Wu, Xie ve Ng (2011), müşterilerin koruyucu bakım maliyetlerini en aza indirmek, en uygun periyodik koruyucu bakım programını ve bakım derecesini elde etmek amacıyla üretim sistemi veya bir gelir getiricinin en uygun bakım politikasının, garanti sonrası dönemde bakım maliyeti ve yaş azalmasına bağlı olarak değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir.

Chang ve Lin (2012), tamir edilebilir ürünler için bakım politikasını ve uzatılmış garantinin süresini satıcının bakış açısından incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmaya göre ürün, temelde veya uzun garanti sürelerinde arızalandığında, ortaya çıkan ürün arızaları minimum onarım kullanılarak giderilir. Ürün arızalarının sayısını azaltmak için, temel veya uzatılmış garanti süreleri içinde ürünün yaşı kontrollü bir sınıra ulaştığında satıcı, kusurlu önleyici bakım (PM) eylemlerini gerçekleştirir. Temel

garanti süresi sona erdikten sonra tüketici uzatılmış garanti satın alarak ürünlerin garanti süresini uzatmak isterse, satıcı uzatılmış garantiyi müşteriye indirimli sunar. Bu bakım şeması altında satıcı için beklenen toplam kârın maksimize edilmesi için matematiksel kâr modeli oluşturulur ve daha sonra optimum kontrol limiti, PM sayısı ve derecesi ile uzatılmış garantinin süresi elde edilir. Son olarak, uzatılmış garantinin optimum süresinin ve kâr modelinin bakım politikasının etkilerini göstermek için sayısal örnekler vermişlerdir.

Faridimehr ve Niaki (2012), Wu ve ark. (2009) tarafından önerilen statik talep piyasasında ücretsiz değişim politikası için en uygun fiyat, garanti süresi ve üretim oranı çalışmasından daha spesifik olarak, orijinal çalışmanın varsayımlarını, üretim oranının pozitif olması ve talebin ikinci türevi fiyat ve garanti uzunluğuna göre her ikisinde de bir kısıtlama olmaksızın negatif olması çerçevesinde genişletmişlerdir.

Shafiee ve Chukova (2013), 2001'den 2011'e kadarki yaklaşık 167 makaleyi içeren bir çalışma ile hem imalatçılara hem de müşterilere garanti bakım modelleri hakkında bir literatür taraması yapmışlar, beklenen garanti servis maliyetini azaltmak için ürün garantisi ve bakım stratejileri hakkında sağlıklı kararlar almaları gerektiğini önermişlerdir. Garanti ve bakım politikalarının etkin bir şekilde kullanılmasının, üreticinin garanti maliyetlerini azaltmada faydalı olacağını ve uygun uzatılmış garantilerin daha fazla müşteri çekebileceğini ve böylece üreticiler için daha fazla kar kazanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Aggrawal ve ark. (2014), ürün satış döngüsünü gösteren iki boyutlu yenilenmiş difüzyon modelini kullanarak bir ürün için optimum fiyat ve garanti uzunluğunu belirlemeye çalışmışlardır. Kullanılan bu model karar değişkenlerinin önemini ve üreticinin en üst düzeyde elde edebileceği kârın tahminini incelemektedir. Geçerliliği sağlanmış gerçek ömür veri setinin kullanıldığı modelde bir ürünün ömür dağılımının üstel dağıldığı kabul edilmiştir.

Shafiee, Chukova ve Yun (2014), optimum yanma (burn-in) ve garanti süresinin uzunluğunu araştırmak için bir optimizasyon modeli geliştirerek toplam ürün bakım maliyetinin ortalamasının en aza indirilmesini amaçlamışlardır. Ayrıca yapmış oldukları çalışmada, garanti sonrası meydana gelen arızalanma ile birlikte ortaya çıkan

müşteri memnuniyetsizliğinin ürünün kullanım ömrü boyunca üreticiye getireceği maliyetler modellenmiştir. En uygun yanma süresi ve en uygun garanti politikasının özellikleri de analiz edilerek farklı ürün kullanım ömrü dağılımları altında, model parametrelerinin değerlerine ilişkin sayısal örnekler ve duyarlılık analizi sağlanmıştır.

Tong, Liu, Men ve Cao (2014), kullanım oranını analiz ederek, asgari onarım ve spesifik bakım politikasını tasarlamada kullanılan iki boyutlu genişletilmiş garanti için bir model oluşturmuşlardır.

Cheng, Yang, Zhao, Wang ve Li (2015), garanti maliyetinin ve ürün güvenilirliğinin iki boyutlu bir garanti politikası çerçevesinde ele alınması gerektiğini düşünmüşlerdir.

Dewan ve Dijoux (2015), bir ürünün gerçek yaşında meydana gelecek değişikliklerin kusurlu koruyucu bakım faaliyetlerinin bakım verimliliği ile nitelendirilebileceğini ortaya koymuşlardır.

Huang, Gau ve Ho (2015), üretici açısından maksimum kâr elde etmek amacıyla garanti süresi veya kullanım limiti ile ilgili politikaları benimseyen müşterileri dikkate alarak iki boyutlu bir garanti politikası geliştirmiş; sabit ve birleşik tabanlı garanti ve genişletilmiş garanti bölgesi kapsamındaki bir ürün için üreticinin bakış açısından periyodik ve kusurlu bir koruyucu bakım stratejisi araştırmışlardır. Üreticinin beklenen toplam garanti hizmet maliyetini en aza indirgeyen optimum koruyucu bakım stratejisini türetmek için bir matematiksel model önermişlerdir. Önerilen modelin uygulamasını göstermek ve optimum çözümler ile ilgili garanti servis maliyetleri üzerindeki farklı model parametrelerinin etkilerini değerlendirmek için sayısal bir örnek sunmuşlardır.

Tao ve Zhang (2015), esas olarak üreticilerin ve tüketicilerin ahlaki tehlikesini engelleyen önleyici bakım davranışını göz önünde bulundurarak, üreticilerin pazar paylarını genişletmeleri için önemli bir strateji olan uzatılmış garantinin optimum süresini incelemişlerdir. Kâr fonksiyonu maksimizasyonuna bağlı olarak, farklı durumlarda optimum uzatılmış garanti süresi elde edilebileceği ifade edilmiş, garanti

süresi boyunca önleyici bakım davranışı üzerindeki etkisini optimum uzatılmış garanti uzunluğuna kadar görmek amacıyla bir simülasyon analizi yapmışlardır.

Wang, Liu ve Liu (2015), üretici bakış açısından esnek garanti politikası şeklinde adlandırılan birtakım garanti seçeneklerinin mevcut olduğu temel ve genişletilmiş garantilere sahip iki boyutlu bir garanti menüsünün müşterilere sunulduğu bir koruyucu bakım stratejisi araştırmışlardır. Böyle bir stratejinin her bir koruyucu bakım eylemi esnasında arıza (başarısızlık) oranı seviyesinin, bakım derecesi ile orantılı olarak azaltılabileceğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, önerilen modelde, koruyucu bakım eylemlerinin ürün yaşı üzerindeki etkisine değinilmemiş ve farklı müşteri türleri göz önünde bulundurulmaksızın bu strateji tasarlanmıştır.

Jeyakumar ve ark. (2016), ürün fiyatlandırması, üretim miktarı ve garanti süresinin, herhangi bir imalat sanayiinin beklenen kârının en üst düzeye çıkarılmasında önemli bir rol oynamakta olduğunu ifade etmişlerdir. Karar değişkenleri olarak fiyat, garanti süresi ve üretim miktarı belirlenerek tek bir periyot için statik satış pazarında Ücretsiz Yenileme Garanti politikası (DG) için bir kâr maksimizasyon modeli önermişlerdir.

Ye ve Murthy (2016), müşterilere, esnek garanti politikası adında bir dizi garanti seçeneği içeren, iki boyutlu bir garanti menüsünün sunulduğu bir strateji önermişler; dikdörtgensel bir bölgeye sahip olan esnek iki boyutlu garanti politikasının tasarımını araştırmışlardır. Bu garanti politikası, müşterilerin kullanım oranlarına göre çeşitli gruplara bölünmesi ve her gruba kendisine uygun bir garanti bölgesi sağlanması suretiyle elde edilmektedir. Tüketiciler, kullanım davranışlarına göre menüden kendilerine uygun olanı seçebilmektedir. Bu nedenle, ortaya konulan esnek garanti politikası farklı kullanım davranışları olan kullanıcılar için cazip bir rol oynamakta ve dolayısıyla üreticiye ürün reklamında iyi bir pozisyon vermektedir. Satın alma sonrasında kullanım oranlarının farkında olmayan tüketiciler için basamak garanti bölgesi şeklinde adlandırılan iki boyutlu sabit bir garanti politikası düşünmüşler ve esnek politikaya eşdeğer olduğunu göstermişlerdir. Böyle bir denklik, literatürde kapsamlı bir şekilde tartışılan dikdörtgensel garanti politikası, L-şekli garanti

politikası, basamak garanti politikası ve başarısızlık garanti politikası arasındaki doğal ilişkiyi ortaya koymaktadır.

Anand ve ark. (2017) garantiyi iki taraflı madeni bir paraya benzeterek; bir yandan üreticiye ek maliyetler getirdiğini, diğer yandan alıcılar için koruyucu bir araç görevi gördüğünü belirtmişlerdir. Üreticiye yüklenen bu ek maliyetle (hatalı öğelerin onarım maliyeti) ilgilenmek için, garanti süresi boyunca önleyici bakım, genellikle üreticiye yardımcı olur. Bu nedenle, sistem bozulma hızını yavaşlatmasından dolayı, önleyici bakımın rolü önemlidir. İfade ettikleri bu bilgiler çerçevesinde yapmış oldukları bu çalışmada, satış fiyatı ve garanti uzunluğunun firma tarafından sağlanan önleyici bakımın etkisi altında kilit karar değişkenleri olarak hareket ettiği, firma için optimum kârı belirlemek için analitik bir yaklaşım sunmuşlardır. Satışları tahmin etmek için iki boyutlu inovasyon difüzyon modeli; ürün ömür dağılımını temsil etmek için ise weibull dağılımı kullanılmıştır. Önerilen çerçevenin doğruluğunu göstermek için, gerçek veri setiyle yapılan analiz vasıtasıyla sayısal gösterim sağlanmıştır.

Bhakhavachalam ve ark. (2017) yapmış oldukları çalışmada, sürdürülebilirlik konusundaki farkındalığın artmasıyla, birçok mühendislik ürününün ikincil faydalı ömürler için geri kazanılmakta ve yenilenmekte olduğunu; bu ikinci el ürünlerin garanti taahhütlerini yerine getirmek için yedek ürünler olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca çalışmalarında, üretici ve tüketici bakış açısından yenilenmiş ürünlerin değişiminde optimum birleşik iade garanti politikasını belirlemek için iki matematiksel model sunmuşlardır. Çeşitli sayısal deneyler yaparak yönetim için yararlı bilgiler elde etmişlerdir.

Chen, Lo ve Weng (2017), mevcut garanti politikasıyla satılan bir ürünün satış fiyatının, kusurlu bir üretim sistemindeki garanti süresi uzunluğunun bir fonksiyonu olduğunu düşünmüşlerdir. Ücretsiz değişim/onarım garanti politikası altındaki bir ürünü ele almışlar ve ürünün ömür dağılımının üstel dağıldığını varsaymışlardır. Garanti süresi ve üretim çalışma uzunluğunu optimum belirleyerek kalem başına toplam kârı en üst düzeye çıkarmaya çalışmışlar; önerdikleri matematiksel modele dayanarak da, optimum garanti süresi ve üretim çalışma uzunluğunu belirlemede etkili bir çözüm prosedürü yürütmek için bazı lemmalar ve önermeler türetmişlerdir. Sayısal

örnekler üzerinden, önerilen maksimize edici kâr modelinin özellikleri ve çözüm prosedürünün tüm olası durumları gösterilmiştir.

Chen ve ark. (2017), ürün garantisinin ticari faaliyetlerin vazgeçilmez bir parçası haline geldiğini belirterek yanmanın (burn-in), bebek ölümlerinin giderilmesinde ve tüketiciler için operasyonel güvenilirlik seviyelerinin iyileştirilmesinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmalarında, farklı arıza durumlarının ve ürün güvenilirliği ve garanti politikalarının farklı aşamalarının, teslimat öncesi yapılan incelemeden garanti süresinin sonuna kadarki geçen süre zarfında ortaya çıkan garanti maliyetleri üzerindeki etkisini dikkate almaktadırlar. Ardından, minimal onarım ve değişim gerektiren iki tür arıza (minimum ve yıkıcı arıza) sunan onarılabilir ürünler için üç aşama olarak yanma, ücretsiz değişim garantisi ve orantılı garantiyi dikkate alan kapsamlı bir garanti maliyet modeli önermektedirler. Chen ve ark.'a göre garanti maliyetleri, iki tür arızanın ayrı ayrı veya aynı anda meydana geldiği üç fazın bir kombinasyonunun sonucudur. Ayrıca, garanti maliyetlerinin modellenmesi süreci için bir çerçeve geliştirmişler ve yanma süresi, garanti süresi ve dağılım fonksiyonu gibi çeşitli parametrelerin garanti maliyetleri üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir. Son olarak çalışmada, pratik bir örnek, garanti maliyet modeli kullanılarak incelenmiş ve satış sonrası hizmet veri analizi ile garanti politikaları geliştirilirken üreticiler için referans olabilecek ortalama garanti maliyetini en aza indiren arıza oranı dağılımı ve optimum garanti süresi elde edilmiştir.

Chien ve Chiang (2017), üretici bakış açısından garantili ürünlerin en uygun kapsama süresini ve satış fiyatını belirleme sorununa odaklanmaktadır. İlk olarak, ürünün satılabileceği veya talebin garanti politikasından bağımsız olduğu varsayılarak birim başına kârın nasıl en üst düzeye çıkarılacağını düşünmüşlerdir. Ardından, ürün talebinin garanti kapsamı süresine ve satış fiyatına bağlı olduğu durumda, bir planlama dönemi için toplam kârı en üst düzeye çıkarmaya çalışmışlardır. Garanti süresi ve satış fiyatı arasında pozitif bir korelasyon olması gerektiğinden, satış fiyatının garanti kapsama süresinin doğrusal bir fonksiyonu (garanti bazlı fiyatlandırma) kısıtlaması altında, kâr maksimizasyon problemini garantiye bağlı talep ile çözmüşler; ayrıca, böyle bir kısıtlamanın kaldırıldığı vakayı araştırmışlardır (garantiye dayalı olmayan fiyatlandırma). İki bağımsız karar değişkeni olan kapsama süresi ve satış fiyatı

üzerinde optimizasyon yapılmasının toplam kârı kesinlikle arttırdığı; optimum koşullar altında, en uygun kapsama süresi ile fiyat arasındaki pozitif ilişkinin doğrulandığı görülmüştür. Ayrıca daha kısa kapsama süresi için, garantiye dayalı olmayan fiyatlandırmanın garantiye dayalı fiyatlandırmaya göre kâr avantajının daha yüksek olduğunu; ancak, teminat süresi belirli bir eşik değerini aştığında, böyle bir kâr avantajının önemsiz hale geldiğini göstermişlerdir.

Dai ve ark. (2017), garanti verilerinin, ürün güvenilirliğini tahmin etmek, hatanın nedenlerini gidermek ve garanti politikası tasarlamak için kullanılabileceğini belirtmişler; iki boyutlu garanti verilerine dayanarak, kullanım oranının ürün bozulması üzerindeki etkisini araştırmak için hızlandırılmış bir arıza süresi modeli kullanmışlardır. Stokastik beklenti maksimizasyon algoritmasının, sansür verisi ve alan verisi dikkate alınarak güvenilirlik modelinin parametrelerini tahmin etmesi önerilmiştir. Önerilen yöntemi doğrulamak ve maksimum olabilirlik yöntemi ile karşılaştırmak için kapsamlı simülasyon çalışmaları kullanmışlar; elde edilen sonuçları da Çin'deki bir otomobil üreticisinden toplanan gerçek garanti verileriyle kıyaslamışlardır.

Darghouth, Ait-kadi ve Chelbi (2017), bakım hizmeti sözleşmesi ile satılan yeni ürünler için optimum tasarım, garanti ve fiyat için bir modelleme çerçevesi geliştirmişlerdir. Model, müşteri ile Orijinal Ekipman Üreticisi (OEM) olan tek servis sağlayıcısını göz önünde bulundurmakta; satılan her ürünle birlikte, ürün yaşam döngüsü boyunca tüm bakım işlemlerini gerçekleştirmeyi taahhüt ettiği bir hizmet sözleşmesi sunmayı amaçlamaktadır. Kapsam süresi ve yapılacak bakım faaliyetlerinin niteliğine bağlı olarak üreticiye dört sözleşme seçeneği sunulmuş, ürün garantisi ve fiyatı ile ilgili iki senaryo göz önünde bulundurulmuştur. Toplam satış hacminin ürün fiyatı üzerindeki etkisinin yanı sıra ürün bakımında kazanılan deneyimin önleyici bakım maliyeti üzerindeki etkisi de dikkate alınmıştır. Model, ürün yaşam döngüsü boyunca üreticinin ürün tasarımı (güvenilirlik), satış fiyatı ve garanti süresi için indirimli kârı en üst düzeye çıkarmasını sağlamaktadır.

Darghouth, Chelbi ve Ait-kadi (2017) yapmış oldukları diğer bir çalışmada ise, garantili ikinci el üretim ekipmanının güvenilirliğinin en iyi şekilde iyileştirilmesi için bir maliyet modeli geliştirmişlerdir. Önerilen model, satıcının ikinci el ekipmanı satmadan önce gerçekleştirilecek en uygun yükseltme seviyesini bulmasına yardımcı olmayı ve belirli bir bakım stratejisine göre garanti süresi boyunca koruyucu bakım (PM) eylemlerinin gerçekleştirilmesinin maliyet azaltma açısından faydalı olup olmadığını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Her bir PM stratejisinin gerçekleştirilecek olan iyileştirme seviyesini ve ilişkili beklenen toplam maliyeti nasıl etkilediğini araştırmak için her bir PM senaryosunu dikkate alan sayısal deneyler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, bayi tarafından beklenen toplam maliyetin, garanti servis maliyeti, güvenilirlik iyileştirmesi ile ilişkili maliyetler ve garanti süresi içinde yapılan PM ile hassas bir dengelenme ile yönetildiğini göstermiştir. Ayrıca, artan bakım verimliliği seviyesine sahip önerilen yeni periyodik çok fazlı PM politikasının daha düşük yükseltme seviyeleri sağladığı ve bayi için daha düşük maliyetlere neden olduğu bulunmuştur.

Ha ve Kim'e (2017) göre üreticiler için garanti süresi, garanti maliyetlerini içerdiği için alınması gereken önemli bir karardır. Yapmış oldukları çalışmada, genel tüketici ürünleri endüstrisinde pazarlama stratejisi dikkate alınarak karar verilebilmesine rağmen, bir G2B işlemi için yeterli bir garanti süresine karar vermenin nispeten zor olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle çalışmada G2B işlemlerinde işlem gören her bir kalem için ömür (arıza-zaman) dağılımını analiz etmişlerdir. Ayrıca, garanti sürelerine dayalı garanti maliyetlerini Garanti-Maliyet modellerini uygulayarak hesaplamışlardır. Son olarak, satış maliyet limiti oranını uygulayarak her kalem için en uygun garanti süresini belirlemişlerdir. Sonuç olarak, farklı garanti politikaları ve süreleri belirlemenin önemli olduğunu teyit etmişler ve gelecekte benzer ürünler için makul garanti şartlarını sağlamak için bir temel oluşturmuşlardır.

He ve ark. (2017), iki boyutlu bir garanti süresinin heterojen kullanım oranına sahip müşterilere çekiciliğinin kapsamını tanımlamak için mevcut garanti bölgesine dayalı bir çekicilik endeksi tanımlamaktadırlar. Ayrıca, garanti süresini uzatma talebinin artması için çekicilik endeksine dayanan bir talep fonksiyonu önermişlerdir. Üretici perspektifinden bakıldığında, alış veriş dikkate alınarak beklenen kârın

maksimize edilmesi için optimum iki boyutlu temel garanti süresini tasarlamışlardır. Önerilen yöntemin uygulamasını göstermek için hem sayısal örnekler hem de bir vaka çalışması sunmuşlardır.

Huang ve ark. (2017), temel garanti süresince, bakım kayıtlarına göre farklı işletme koşullarına sahip üç kategoride sınıflandırılan müşterilere, özelleştirilmiş iki boyutlu bir genişletilmiş garanti politikası önermişler ve ardından farklı kategorilerdeki müşterilere farklı önleyici (koruyucu) bakım (PM) programları uygulamışlardır. Periyodik ve periyodik olmayan önleyici bakım programları, ürün güvenilirliğinin kademeli olarak kabul edilemez olmasını sağlamak için farklı müşteri gereksinimlerini karşılamak üzere düşünülmüştür. Sonuçlar, müşterilerin farklı kategorilerde sınıflandırılmasının, garanti maliyetlerini azaltmak için etkili bir mekanizma olmasının yanında aynı zamanda ürün tedarikçileri için değerli bir rekabetçi pazarlama stratejisi olabileceğini göstermektedir.

Mo, Zeng ve Xu (2017), büyük ekipmanlarda, alıcının üretim kesintilerinden kaynaklanan kayıplarını azaltmak için ürün yaşam döngüsü içinde önleyici bakım (PM) maliyetine yatırım yaptığı yeni bir garanti politikası sunmuşlar; ürün yaşam döngüsü içinde farklı PM stratejilerine dayanarak hem alıcılar hem de satıcılar için düşük maliyetli karar modelleri oluşturmuşlardır. Kazan-kazan aralıkları, alıcının PM maliyetlerine yatırım yapması ve satıcının PM önlemleri alması şartıyla elde edilmiştir. Ayrıca başarısızlık oranları, çeşitli ücretler, iskonto faktörleri ve PM stratejilerinin alıcının maksimum PM yatırımı ve satıcının farklı PM stratejileri altında kabul edilebilir minimum PM yatırımı üzerindeki etkilerini teorik ve sayısal olarak değerlendirmişlerdir. Ana sonuçlar, alıcı ve satıcı arasındaki kazan-kazan gerçekleşmişse, satıcının PM çabalarını arttırması gerektiğini; ve sunulan garanti politikasının yüksek arıza oranları, yüksek bakım maliyetleri, arıza süresinden önemli kayıplar ve düşük PM maliyetleri olan ürünler için uygun olduğunu göstermiştir.

Park, Jung ve Park (2017), üretici bakış açısından belirli bir garanti süresi boyunca onarılabilir bir ürünün bakım maliyetini azaltmak için uygulanabilecek periyodik bir önleyici bakım modelini ele almışlardır. Ürünün yaşla birlikte bozulduğu varsayımıyla önerilen garanti politikası, ürün arızası meydana geldiğinde ürünün arıza süresini ve onarım süresini dikkate almaktadır. Önerilen iki faktörlü garanti

kapsamında, bir onarım süresi eşiği önceden belirlenir ve eğer onarım belirlenenden daha fazla zaman alırsa, arızalanan ürün yenilenmiş bir garanti politikası ile değiştirilir. Aksi takdirde, ürün çalışma durumuna dönmek için yalnızca minimum düzeyde onarılır. Böyle bir yenilenebilir garanti süresi boyunca, ürün çalışırken bozulma oranını periyodik olarak azaltmak için önleyici bakım yapılır. Belirli maliyet yapılarını varsayarak, bir periyodik önleyici bakım stratejisi uyarlandığında, garanti süresi boyunca beklenen garanti maliyetini üreticinin bakış açısından formüle etmektedirler. Sıkça uygulanan koruyucu bakım her ne kadar garanti maliyetini arttırsa da, ürünün arızalanma ihtimalini azaltmaktadır. Bu nedenlerden dolayı yapmış oldukları bu çalışmada garanti süresi boyunca beklenen toplam garanti maliyetini en aza indiren optimum önleyici bakım süresini belirleyerek, garanti maliyeti ile önleyici bakım süresi arasında en uygun dengeyi sağlamayı amaçlamışlardır. Ürün arızaları için güç yasası süreci varsayımı altında önerilen bakım modelini sayısal olarak göstermişler ve ilgili parametrelerin optimum önleyici bakım politikası üzerindeki etkisini incelemişlerdir.

Podolyakina (2017), üreticinin modern koşullarda rekabet gücünün birçok faktör tarafından belirlendiğini; bu faktörlerden birinin de ürün garantisi olduğunu; bununla birlikte, bu hizmetin ek üretim maliyetlerine sebep olduğunu ifade etmiştir. Çalışmasında ürünlerin erişilebilir güvenilirliğinin, garanti hizmetleri sunan üreticinin gider düzeyine olan bağımlılığını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaca ulaşmak için matematiksel istatistik ve olasılık teorisi yöntemlerini kullanmıştır. Araştırma, garanti hizmetinin içeriğini belirlemiş; garanti hizmetleri kalitesinin entegre göstergesini tanıtmış ve ürünlerin güvenilirlik düzeyini, üretim ve garanti hizmetlerinin maliyetlerine bağlı olarak göstermiştir. Çalışma sonuçları, üreticiler tarafından uygun maliyetli garanti süresi ve garanti sürelerinin belirlenmesinde kullanılabilecek faydalı bilgiler sunmaktadır.

Samansia ve Yazdekhasi (2017), uygun bir garanti politikasının, ürünün pazarlanmasında güçlü bir rekabet aracı olarak kullanılabilecek yüksek kalitede bir görüntü imajına yol açacağını, günümüz piyasasında, garantiye ek olarak, ürün arıza oranının kontrol edilmesinin müşteri memnuniyet düzeyinin artırılmasında önemli bir rol oynayacağını ifade etmişlerdir. Bu nedenle üreticilerin, önleyici bakım ve

garantinin birleşimine dayanarak müşteriler için servis stratejileri sağlamak zorunda kalacaklarını, ancak bunun maliyetli olabileceğini belirtmişlerdir. Bu bağlamda, mevcut yöntemlerin temel olarak hizmet stratejilerini, müşteri memnuniyetsizliğinin etkisini dikkate almadan üreticinin maliyetlerini azaltacak şekilde tasarımları nedeniyle, onlar, yapmış oldukları bu çalışmada, üreticinin maliyetlerini ve müşteri memnuniyet seviyesini aynı anda optimize etmek için hedef programlama ve çekicilik fonksiyonuna dayanan bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Sorunun karmaşıklığı nedeniyle, önerilen model parçacık sürüsü optimizasyonunun meta-sezgisel algoritması kullanılarak çözülmüştür. Son olarak, geliştirdikleri matematiksel programlamanın performansını değerlendirmek için, bazı sayısal örnekler üzerinde sonuçları analiz etmişlerdir.

Shang ve Cai (2017), garanti kapsamında sunulan ürün güvenilirliğinin, genellikle üretici tarafından garanti süresi boyunca korunduğunu; bununla birlikte, garantinin sona ermesinden sonra, tüketicinin ürün güvenilirliğinin nasıl sağlanacağı sorunuyla karşılaşacağını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda yaptıkları çalışmada, müşteri bakış açısından onarımın maliyet-eşik değerine bağlı olduğu, ürünün yenilenen ücretsiz değişim garanti politikası kapsamında satıldığı varsayılarak, uzatılmış garantiden sonra bir değişim politikası önermektedirler. Önerilen değişim politikası, karar değişkenleri olan onarım maliyet eşiği veya önleyici değişim yaşı bakımından uzatılmış garantinin tüketici tarafından değiştirilmesidir. Beklenen maliyet oranı modeli, tüketicinin bakış açısından elde edilmekte; birim zamanda beklenen maliyet oranını en aza indiren optimal çözümün varlığı ve tekliği sunulmaktadır. Son olarak, önerilen modeli test etmek amacıyla sayısal bir örnek sunmuşlardır.

Su ve Zhao (2017), standart ürün ve hizmetlerin kişiselleştirilme talebini karşılamanın rekabetçi avantajlar sağlamak ve müşteri kazanmak bakımından üreticiler için giderek daha popüler hale geldiğini ifade etmişlerdir. Etkili bir pazarlama aracı olarak hâlihazırda ürünlerle birlikte temel garanti sunulduğunu ancak son yıllarda uzatılmış garantinin pazarlama için rekabetçi ve kârlı bir araç haline gelmeye başladığını belirtmişlerdir. Bu çerçevede, temel garanti ile ilgili çalışmaların nispeten artık olgunlaştığını, kişiselleştirilmiş uzatılmış garantilerin ise hala geliştirilme aşamasında olduğunu ifade etmişler, garanti kavramı ve sınıflandırılmasını

kısaca tanıttıktan sonra, uzatılmış garantinin konumunu analiz etmişlerdir. Mevcut kişiselleştirilmiş uzatılmış garantilerin referanslarını sınıflandırarak, uygulama ve sınırlamalarını incelemişlerdir.

Tong, Song ve Zixian (2017), garanti kapsamında ortaya çıkan garanti maliyetini azaltmak amacı ile onarılabılır ürünler veya parçalar için yaygın olarak bakım stratejilerinin kullanıldığını belirtmiş, dinamik kullanım oranına dayalı olarak iki boyutlu uzatılmış/genişletilmiş garanti için yeni bir garanti bakım stratejisi önermişlerdir. Önceki çalışmalardan farklı olarak sabit bir kullanım oranı varsayımıyla bu çalışma, tüketici kullanım oranını iki boyutlu uzatılmış/genişletilmiş garanti kapsamında dinamik olarak görmektedir. Garanti talep noktalarının optimum bakım derecesini belirlemek ve servis sağlayıcıların garanti maliyetini doğru bir şekilde tahmin etmelerine ve azaltmalarına yardımcı olmak amacıyla bir bakım modeli oluşturmuşlar, önerilen modelin etkinliğini göstermek için ise Çin'de üretilen bir otomobilin sayısal bir örneği üzerinde durmuşlardır. Formüle edilen model, tüketici kullanım oranındaki değişiklikleri etkili bir şekilde yansıtabilme ve böylece hizmet sağlayıcıların doğru bir bakım stratejisi geliştirmelerine yardımcı olma potansiyelindedir. Son olarak, geliştirilen modelin, minimum onarım ile bakım stratejilerine kıyasla garanti maliyetini daha iyi azaltabileceğini ifade etmişlerdir.

Wang ve ark. (2017), garanti taleplerinin genellikle üreticilere önemli maliyetler getirdiğini, uygulamada, genel (ürün yaşam döngüsü içindeki) garanti maliyetinin tahminine dayalı olarak gelecekteki talepler için para ayırmanın doğru ve ekonomik olmadığını ifade etmişlerdir. Daha uygun bir alternatif olarak, toplam garanti maliyeti tahmin yönteminin likidite risklerini azaltabileceğini bununla birlikte garanti hizmet verimliliğini artırabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, bir ürün garanti süresi içinde arızalandığında, garanti talebi yalnızca müşteri arızayı üreticiye bildirdiğinde ortaya çıktığı için, ürün satış ve arıza süreçlerine, garanti sürelerine ve müşteri davranışlarına bağlı olarak, indirimli garanti maliyetinin tahmin edilmesine odaklanmışlardır. Arızalanmış ama bildirilmemiş ürünü karakterize etmek için esnek ve zamana bağlı bir fonksiyon önermişler, toplam indirimli garanti maliyetinin modelleme sürecini keyfi bir zaman aralığında belirleyerek ilgili faktörlerin matematiksel formülasyonlarını türetmişlerdir.

Wang, Zhou ve Peng (2017), periyodik koruyucu bakım ile satılan ürünler için tüketici ve üreticinin optimal stratejilerini iki boyutlu bir garanti politikası çerçevesinde incelemişler, üretici ve tüketici arasında işbirliğine dayalı olan ve olmayan etkileşimlerin, hem temel hem de uzatılmış/genişletilmiş garanti süreleri açısından ele almışlardır. Temel garanti altında, koruyucu/önleyici bakım maliyetinin her iki tarafça paylaşıldığı yeni bir yükseltme modeli önermiş; uzatılmış/genişletilmiş garanti altında ise, tüketicilerin faydasına göre, her seferinde koruyucu/önleyici bakımı kabul etme veya reddetme seçeneğine sahip olduklarını varsaymışlardır. İki yükseltme modeli oluşturarak gelir işlevlerini ve her iki taraf için kâr maksimizasyonu ve maliyet minimizasyonunu oyun teorisi yaklaşımıyla analiz etmişlerdir. Üreticinin ve tüketicinin kararlarının farklı olduğunu, dolayısıyla indüklenen tehlike oranı işlevlerinin de farklı olduğunu göstermişler, statik ve dinamik senaryolarda, koruyucu bakımın denge sayısını, kabul olasılığının denge değerini ve hem temel hem de uzatılmış/genişletilmiş garanti durumları için denge yükseltme seviyesini elde etmişlerdir. Metodolojilerin uygulanabilirliğini göstermek için sayısal örnekler kullanmışlar, tüketiciler ve üreticiler için beklenen kâr fonksiyonlarının optimum çözümlerine ilişkin sonuçlar sunmuşlardır.

Xie (2017), ticari ürünler için fiyatlandırma ve garantinin potansiyel pazar payını teşvik etmek için kullanılan iki önemli pazarlama stratejisi olduğunu, makineler ve otomobiller gibi sermaye yoğun ürünlerin çoğu tarafından benimsenen garanti politikasının da genellikle yaş ve kullanım olmak üzere iki boyutlu olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle yapmış olduğu bu çalışmada, iki boyutlu garanti kapsamında satılan yeni bir ürün için, gelir ve maliyetlerin ürün fiyatı ve garanti bölgesinden etkileneceği kâr maksimasyonu sorununu araştırmayı önermiştir. Ürün satışlarının, homojen olmayan Poisson sürecine dayanan stokastik bir Bass modeliyle elde edilebileceğini varsaymış, ürünün iki boyutlu bir arıza sürecini takip ettiğini; yaş ve kullanım limitleri ile yenilenmeyen ücretsiz minimum onarım garantisi kapsamında olduğunu belirtmiştir. Bir firmanın toplam kârını önemli ölçüde etkileyecek olan satış gelirine, garanti maliyetine ve üretim maliyetine odaklanmış, kârın, bu üç karar değişkenini ortaklaşa optimize ettiğini, yani ürün fiyatının, garanti yaş sınırı ve garanti kullanım sınırı ile maksimize edildiğini ifade etmiştir. Ürün güvenilirliği, fiyat esnekliği, garanti esnekliği ve öğrenme etkisi faktörü gibi bazı temel parametrelerin

fiyat ve garanti bölgesinin optimal ayarları üzerindeki etkilerini göstermek için sayısal deneyler yapmıştır.

Luo ve Wu (2018), gerçek dünyada bir üreticinin, ortak bileşenleri kurulu olabilecek birçok ürün üretebileceğini, sonuç olarak, bu ürünlerin garanti taleplerinin sıklıklarının istatistiksel olarak bağımlı olduğunu, bununla birlikte, mevcut araştırmalardaki garanti politikası optimizasyonlarının karar vermede yanlılığı artırabilecek bu tür istatistiksel bağımlılığı dikkate almadığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmalarının, finansal matematikten yararlanarak (yani, riske maruz değer teorisi ve kopula gibi araçları kullanarak), bir üretici tarafından üretilen ve hataları istatistiksel olarak bağımlı olan bir dizi farklı ürün için garanti politikasını toplu olarak optimize etmeye yönelik ilk girişim olduğunu belirtmişlerdir. Farklı senaryolar için en uygun çözümlerin var olduğunu iddia ederek önerilen yöntemlerin uygulanabilirliğini doğrulamak için sayısal örnekler kullanmışlardır.

Park, Jung ve Park (2018) yapmış oldukları çalışmada iki boyutlu garantinin sona ermesinden sonra uygulanacak en uygun periyodik önleyici bakım politikasını dikkate almışlardır. İki boyutlu garanti süresi boyunca, hem yenilenen hem de yenilenmeyen garanti kapsamında onarım süresi eşliğinin önceden belirlenmesi ile arızalanan sistemin en az onarımla giderilmesi veya onarım süresi uzunluğunun eşik değeri aşp aşmamasına bağlı olarak değiştirilip değiştirilmemesi gerektiğini araştırmışlardır. Garanti süresi sona erdikten sonra, sistemin ömrünü uzatmak için düzenli aralıklarla kullanıcı tarafından periyodik olarak önleyici bakıma tabi tutulur ve daha sonra sistem yenisiyle değiştirilir. Bu çalışmada, sistemin kullanım ömrü boyunca beklenen maliyet oranını en aza indirerek en uygun garanti sonrası periyodik önleyici bakım stratejisini geliştirmişlerdir. Kullanıcı açısından, garanti süresi boyunca sistem ücretsiz olarak veya arızalı sistemde orantılı bir ödeme ile korunmakta, garanti sona erdiğinde ise, sistemin bakım maliyeti tamamen kullanıcıya ait olmaktadır. Böyle bir maliyet yapısına bağlı olarak, optimumluk için objektif bir işlev olarak kullanılan beklenen maliyet oranını değerlendirmek için formül elde etmişlerdir. Garanti süresi dolduktan sonra en uygun önleyici bakım döngüsünü belirlemek ve böylece kullanıcı için en uygun garanti sonrası stratejileri sunmayı amaçlamışlardır. Bu çalışmada çeşitli parametrelerin optimal strateji üzerindeki

etkisini de sayısal olarak araştırmışlar, önerilen modelin açıklanması amacıyla, bazı sayısal örnekler sunmuşlardır.

Shang ve ark. (2018), bir pazarlama stratejisi olarak garanti politikasının on yıllar boyunca geniş çapta incelendiğini, ancak koşul bazlı bakım içeren garanti modellerinin hala nadir olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmalarında öncelikle Ters Gauss bozunma modelinin entegrasyonu yoluyla koşul bazlı yenilenen bir değişim garanti politikası önermişler, garanti süresini, satış fiyatını ve değişim eşliğini optimize ederek üreticinin kârını en üst düzeye çıkarmayı amaçlamışlardır. Rekabetçi tek el pazarda, değişim eşik değerinin arızalanma eşğine eşit olmasına izin vermenin daha kârlı olduğunu göstermişler, en uygun değişim eşğinin, arızalanma eşğinin altında olması veya arızalanmaması gerektiğini ifade etmişlerdir. İkincisi, tarihsel bozulma seviyesinin müşteri tarafından gözlemlenip gözlemlenmemesine bağlı olarak, hibrit önleyici bakım etkisini (yani hem yaş hem de bozulma seviyesinin azaltılmasını) dikkate alan optimum garanti sonrası bakım politikasını elde etmişlerdir. Sayısal deneyler, daha büyük bir değişim eşğinin üreticinin kârını artırabileceğini, satış fiyatını düşürebileceğini ve garanti süresini uzatabildiğini, ancak tüketicinin maliyetini düşürme veya değişim yaşını uzatma üzerinde daha az etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Chien (2019), ücretsiz onarım garantisi kapsamında onarılabılır ürünler için en uygun periyodik değişim politikası hakkında bir uzatma çalışması sunmaktadır. Genelleştirilmiş Polya Süreci'ne (GPP) dayalı olarak tanımlanan ve uygulamada 'minimum onarımdan' daha pratik olan 'GPP onarımı' adı verilen yeni ve daha genel bir onarım türünü uygulamaktadır. GPP onarımı varsayımı altında, geçmişte meydana gelen sistem hatası sayısı arttıkça bir ürünün gelecekteki güvenilirlik performansı kötüleşmektedir. GPP ile onarılabılır bir ürünün maliyet modellerini kullanıcı bakış açısından, hem garantisiz hem de ücretsiz onarım garantili olarak geliştirmiş ve karşılık gelen optimum değişim sürelerini, uzun vadede beklenen maliyet oranını en aza indirecek şekilde üretmiştir. Bir ürün için minimum onarım ve GPP onarımı arasındaki optimum değişim politikalarındaki farklılık ve ilişkiyi analitik olarak sunmuştur. Sayısal örnekler yardımıyla gösterim ve doğrulama yapmış; bu çalışmanın

potansiyel uygulama alanlarını açıklamak için pratik bir vaka sunmuş ve yönetimsel çıkarım ve öngörülerini ele almıştır.

Chien, Zhang ve Yin (2019), ücretsiz değişim/onarım garanti politikasının (DG) maliyet davranışını, karmaşık bir ürün için koruyucu/önleyici bakım (KB) zamanlamasıyla analiz etmeye çalışmışlardır. DG kapsamı döneminde daha genel arıza ve onarımları modellemek için Genelleştirilmiş Polya Süreci (GPP) kullanmışlar ve KB yardımıyla DG'nin beklenen maliyet fonksiyonunu elde etmişlerdir. Öncelikle, sınırlı sayıda KB'a sahip bir DG için tek bir optimum KB çizelgesinin var olduğunu kanıtlamışlar ve daha sonra belirli bir DG kapsama süresinde optimum sayıda KB ve bunların uygulama sürelerini hesaplamak için bir arama algoritması önermişlerdir. KB'lar aracılığıyla DG hakkında daha fazla bilgi edinmek için belirli miktarda sayısal analiz yapmışlardır. DG için KB'ların planlanmasının önemli maliyet tasarruf avantajı sayesinde, pazarlama yöneticileri için karmaşık ve dayanıklı ürünlerin daha rekabetçi ve uygun maliyetli garanti politikalarının tasarımında önemli bir analitik araç sunmuşlardır.

Hung (2019), ücretsiz değişim/onarım garantisi (DG) kapsamındaki bir sistem için en uygun koruyucu/önleyici bakım (KB) şemasının elde edilmesine odaklanmıştır. DG kapsam süresi boyunca daha genel arıza ve onarım sürecini modellemek, onarılabilir sistem için bir tür KB modeli önermek ve beklenen maliyet fonksiyonunu geliştirmek için Homojen Olmayan Saf Doğum Süreci'ni (NHPBP) kullanmıştır. Özel arıza yoğunluğu durumunda, ilk olarak sınırlı sayıda KB'ye sahip DG için tek bir optimum KB programı olduğunu kanıtlamış ve daha sonra belirli bir DG kapsama süresi için optimum KB sayısını ve uygulama sürelerini hesaplamıştır. KB'a sahip olan ve olmayan DG altında NHPBP onarılabilir sistemi hakkında daha fazla bilgi edinmek için sayısal hesaplama ve duyarlılık analizi yapmıştır. Daha genel bir arıza süreci ve 'minimumdan daha kötü onarım' ile dayanıklı ve karmaşık sistemlerde pazarlama yöneticilerinin daha rekabetçi ve düşük maliyetli garanti politikaları tasarlamaları için önemli bir analitik araç sunmuştur.

Cai, He ve He (2020) yapmış oldukları çalışmada, bir ürün garantisinin tedarikçi veya üretici tarafından sağlandığını; günümüzde tedarik zincirleri giderek daha fazla entegre olduğundan, garanti maliyetlerinin genellikle tedarikçi ve üretici arasında paylaşıldığını belirtmişlerdir. Hangi tarafın garantiyi sağladığına bağlı olarak üretici garantisi ve tedarikçi garantisi şeklinde iki farklı garanti politikası modellemişler, talep belirsizliği ve talep tahmini dikkate alındığında, bilgi paylaşımı stratejisini bu iki garanti politikası çerçevesinde analiz etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar, garanti sağlamada maliyet etkinliği yüksek olduğunda, tedarik zincirinde talep bilgisi paylaşımı teşviki hakkındaki mevcut literatürden farklı olarak, üreticinin talep tahmin bilgilerini her iki garanti politikası altında paylaşma teşviki olduğunu göstermektedir. Ayrıca, garanti süresini belirleyen ancak diğer tarafa fayda sağlayan tarafın zarar göreceğini ifade etmişlerdir.

Chang (2020), yenilenen ücretsiz değişim garantisi kapsamında rastgele çalışan ürünler için en uygun önleyici değişim politikasını araştırmaktadır. Ürün arızalandığında mükemmel olmayan bir bakım eylemini modellemek için, arızalanan ürünün küçük arızalarda asgari onarımlara ve büyük arızalarda düzeltici değişikliklere uğradığını belirtmiş, oldukça büyük arızalanmalardan önce, ürünün T yaşında veya çalışma süresinin sonunda (hangisi önce gerçekleşirse) koruyucu/önleyici olarak değiştirilmesini planlamıştır. Hem garantili hem de garantisiz ürünler için, müşterinin bakış açısına göre önleyici yedek modeller geliştirmiş ve ortalama maliyet oranı işlevlerini en aza indiren en uygun yaş değişim programlarını elde etmiştir. Bir ürün garantisinin optimum koruyucu/önleyici değişim modeli üzerindeki etkilerini analitik olarak inceleyip, sayısal olarak hesaplamıştır.

He ve ark. (2020) uygulamada, tüketicilerin genişletilmiş/uzatılmış garanti (EW) alıp almayacaklarına ve ne zaman satın alacaklarına karar vermeleri gerektiğini; ürün güvenilirliği ve koruyucu/önleyici bakım (KB) koşulları gibi bu kararı etkileyen birçok faktörün olduğunu belirtmişlerdir. Tüketici KB seçeneklerini, EW satın alma süresini ve tüketici kullanım oranı çeşitliliğini dikkate alarak, ilk olarak Genelleştirilmiş Polya Süreci (GPP) arıza moduna dayalı ürün arıza süreçlerini belirlemişler, EW satın alma kararının tüketicilerin garanti maliyetleri üzerindeki etkisini göz önünde bulundurarak, ürün arızalanma süreçlerine dayalı garanti maliyet

modellerini oluşturmuşlardır. Son olarak, garanti maliyet modeli göz önüne alındığında, ürün yaşam döngüsünde kazan-kazan mantığına sahip EW fiyat karar modelleri önermişler; önerilen modelin uygulamasını göstermek için de Çin'in önde gelen otomobil üreticilerinden gerçek bir durum sunmuşlardır. Kazan-kazan bölgelerinin ve kazan-kazan EW aralıklarının izolini elde ederek üreticilerin ilgili kararları vermelerine yardımcı olmak için iki yönetim önerisi sunmuşlardır.

Park, Jung ve Park (2020), bayinin bakış açısından en uygun garanti süresini belirlemek için, iki aşamalı onarım ve tam para iadesi bakım stratejilerine dayanan ikinci el ürünler için en uygun garanti politikasını göz önünde bulundurmuşlar, arızalı ikinci el ürünlerin yenisi ile değiştirilmesi yerine tam para iadesi kavramını sunmuşlardır. Satıcının asgari bir onarım süresini ve ürünün bakımı için gerekli bir bakım süresini önceden belirlemektedirler. Bu politikaya göre, garanti süresi içinde meydana gelen bir ürün arızası, belirlenen onarım süresi içinde onarılmazsa, kullanıcı tam bir geri ödeme almakta ve bakım döngüsü sona ermektedir. Aksi takdirde, kullanıcı üründe yalnızca asgari düzeyde onarım almakta ve bayi garanti süresi içinde tam bir geri ödeme yapmazsa, garanti süresi dolduğunda bakım döngüsü sona ermektedir. Bayiye yüklenen belirli bir maliyet yapısı göz önüne alındığında, bir bakım döngüsünün beklenen uzunluğunu ve döngü sırasında beklenen toplam bakım maliyetini değerlendirmek için matematiksel formüller elde etmişler, en uygun garanti politikasını önermek için ürün bakım döngüsü sırasında beklenen maliyeti kullanmışlardır. Ürün arızaları için güç yasası modeli ve onarım süreleri için iki parametrelili bir Weibull dağılımı varsayımları ile önerilen garanti politikasını sayısal olarak göstermiş ve ilgili parametrelerin optimal garanti politikası üzerindeki etkilerini incelemek için duyarlılık analizi yapmışlardır.

Salmasnia ve Baratian (2020), satış sonrası hizmetleri optimize etmek için (a) temel garanti süresi, (b) uzatılmış garanti süresi, (c) önleyici bakım seviyesi ve (d) önleyici bakım aralığı şeklinde dört faktörden oluşan bir model önermişlerdir. Ayrıca, tüketici için ürün talebi ve uzatılmış garantinin, sırasıyla temel garanti ve uzatılmış garanti sürelerinin işlevleri olarak kabul edildiğini; bir üründen kaynaklı alıcı memnuniyetsizliğinin potansiyel alıcıların kaybına ve mevcut müşterilerin rakiplere geçmesine neden olabileceğinden, modelde hem üretici hem de alıcı memnuniyetinin

dikkate alındığını ifade etmişlerdir. Modelin etkinliğini göstermek için karşılaştırmalı üç çalışma yapmışlardır. Birincisi, üretimin ve müşterinin iki perspektifinden eşzamanlı optimizasyon sonuçlarını, belirtilen bakış açılarının her birinden tek amaçlı optimizasyon sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. İkinci karşılaştırma ile önerilen modelde uzatılmış garanti sözleşmesinin sağlanmasını incelemiş ve üçüncü karşılaştırma ile de koruyucu bakım faaliyetlerinin model sonuçları üzerindeki etkisini araştırmışlardır.

Wang, Li ve Xie (2020), otomobil endüstrisi gibi işletmelerde garanti kapsamındaki ürünler için önleyici bakımın (PM) genellikle, müşterilerin ürünlerini öngörülen programlara göre yetkili bakım merkezlerine iade etmelerine dayandığını; ancak müşterilerin ürünlerini getirmede gösterdikleri gecikmelerin planlanan programlar dışında bir bakım zamanı oluşturulmasına sebep olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada, müşterinin ürünü zamanında teslim etmemesinden kaynaklı PM politikasının optimizasyonunu ve sonuçta ortaya çıkan garanti masrafları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Müşterilerin, planlanan PM faaliyetlerini tolere edilen bir aralıkta ilerletmelerini veya ertelemelerini sağlayan, gecikmeli bir PM politikasını, iki boyutlu bir garanti ile satılan onarılabılır ürünler için önermişler; gecikmeli (veya zamanında) yapılan PM politikalarının beklenen toplam garanti maliyetlerini, müşteri gecikmesinin belirli bir olasılık dağılımına tabi olduğu varsayımı altında türetmişlerdir. İki politikanın optimizasyon ve karşılaştırmasını, ürünün arızalanma oranı ile ilgili farklı senaryolarda incelemişler; tekdüze ve üçgen şeklinde iki olası gecikmeli dağılımın sonuçlarını tartışmış ve karşılaştırmışlardır. Yaptıkları sayısal çalışmanın sonuçları, dakik politikanın beklenen toplam garanti maliyetinin, müşteri davranışlarına ve başarısızlık oranı işlevinin şekline bağlı olarak dakik politikanın maliyetinden daha yüksek veya daha düşük olabileceğini göstermiştir. Buna göre, üreticiler PM politikalarını değiştirerek veya ceza / bonus mekanizmaları getirerek müşterileri dakiklik davranışlarını ayarlamaya teşvik edebilirler.

Wang ve ark. (2020), üç aşamalı bir arıza sürecinin, bir ürünün ömrünü normal, küçük kusurlu ve ciddi kusurlu aşamalar olmak üzere üç aşamaya ayırdığını; koşul esaslı yenilenen garanti politikası kapsamında, ürünün hangi aşamada olduğunu kontrol etmek için denetimler yapıldığını ifade etmişlerdir. Kısa kontrol aralıkları ile önleyici değişim ve arıza değişim gibi koşullara dayalı faaliyetlerin düzgün bir şekilde gerçekleştirildiğini; üreticinin bakış açısından, denetim aralığının, tüm garanti kapsamı boyunca birim süre başına beklenen maliyet oranını en aza indirerek optimize edildiğini belirtmişlerdir. Karşılaştırma için, denetlemesiz ve sabit aralık denetimli garanti modelleri için birim zaman başına beklenen maliyet oranını elde etmiş, sayısal örnekler ile koşul esaslı yenilenen garanti politikası değişim politikasının üreticinin garanti maliyetini önemli ölçüde azaltabileceğini göstermişlerdir.

1.4. Araştırmanın Özgün Değeri

Nisan 2020'ye kadar yazılmış olan Türkiye'deki yüksek lisans ve doktora tezleri incelendiğinde "garanti maliyeti", "garanti politikası" ve "garanti süresi" ile alakalı herhangi bir çalışmanın olmadığı görülmektedir. Yalnızca Endüstri ve Endüstri Mühendisliği alanında Gören (2019), Makina Mühendisliği alanında Demir (2016) ve İşletme alanında ise Samatlı (2006) garanti maliyet analizleri ve ürün güvenilirliği konusunda yüksek lisans tezi yazmışlardır. Bu bağlamda, yapılan bu çalışma doktora alanında garanti politikaları, süreleri ve maliyetleri konusunda yazılmış ilk tez olmasının yanında İşletme alanında uygulamalı olarak bu konuları içeren ilk tez olma hasiyeti taşımaktadır. Bununla birlikte bu çalışmada, Türkiye'de daha önce hiç çalışılmamış olan ücretsiz geri değişim/onarım garantisi (DG), orantılı garanti (OG) ve birleşik garanti (DG/OG) politikaları kapsamında garanti hizmetinin beklenen maliyetini en aza indirgeyen optimum tamir-değişim stratejisinin belirlenmesi; garanti sözleşmesine karşılık gelen maliyetleri en aza indirirken sırasıyla satıcı (üretici) ve alıcı (tüketici) açısından optimal garanti süresinin hesaplanması amaçlanmaktadır. Ayrıca, belirli bir garanti süresi için en iyi garanti fiyatını belirleyen bir garanti modeli önerilmektedir. Üretici/satıcı bakış açısından müşteriye ürün ile birlikte sunulan garanti hizmetinin hem müşteri beklentisi ve memnuniyetini karşılması hem de minimum garanti maliyetine sahip olması koşuluyla optimum garanti süresi ve politikasının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Yapılan bu çalışmada önceki çalışmalardan farklı olarak (Huang ve ark. (2017); Jeyakumar ve ark. (2016); Wang ve ark. (2015); Aggrawal ve ark. (2014); Wu ve Huang, 2010; Wu ve ark. (2009)) farklı garanti politika ve süreleri altında garanti maliyetleri ile net kârlar elde edilmiş ve model olarak daha esnek yapıya sahip olan üstel dağılımın iki farklı kullanım biçimi üzerinde ayrı ayrı kıyaslanmıştır.

Bununla birlikte simülasyon çalışması ile bu konu ilk defa dayanıklı tüketim malları üzerinde çalışılmış ve çalışma neticesinde ürün satış ve maliyet fiyatı girilerek farklı garanti politikaları ve süresi bakımından garanti maliyetleri hesaplanarak üreticiye önemli bilgiler verilmiştir.



II. BÖLÜM

2. GARANTİ

2.1. Garanti Kavramına Genel Bakış

Değişen küresel şartlar bireylerin kültürel alışkanlıklarını ve ihtiyaçlarını da değiştirmiş, tüketim ve tüketim çeşitleri zamanla artmaya başlamıştır. Alışveriş yoğunluğunun artmasıyla birlikte küresel anlamda ortaya çıkan üreticiler/satıcılar arasındaki rekabet, alıcıların tercihlerini etkilemede garantiye de rol üstlendirmiştir. Böylece garanti, ürün tercihi noktasında tüketici davranışlarını etkilemede günlük yaşamın önemli bir parçası haline gelmiştir.

Hemen hemen her alınan ürün ile birlikte verilen garantinin tanımı noktasında farklı görüşler ortaya atılmıştır. Rahman ve Chattopadhyay (2015) garantiyi, bir ürünün satışı sonrasında ortaya çıkabilecek tasarım, imalat ve kalite sorunlarından dolayı üreticinin/satıcının ürünün eksik veya hatalarını belirli bir süre içerisinde düzeltmesi için kendisine yüklenen bir sorumluluk sözleşmesi olarak tanımlamaktadırlar. Garanti sözleşmesi ile erken oluşabilecek arızalarda üretici ve tüketici için belli yükümlülükler ortaya konulmaktadır. Blischke ve Murthy (2000)'ye göre garanti, bir ürün ya da hizmetin satışında satıcının alıcıya sunduğu güvenceyi temsil eden bir sözleşmedir. Thorpe ve Middendorf (1979)'a göre garanti, ürün kalitesini ortaya koyan özellikleri temsil etmektedir. ABD Ulusal Tüketici Ajansı İdaresi Birliği (1980) garantiyi, ürün ve hizmetlerin arkasında durma istekliliğinin bir ifadesi olarak tanımlamaktadır. Bugünün şartlarında ise garanti, satış sonrası hizmet çerçevesinde bir ürünün satışı ile ilgili üreticinin / bayinin sözleşmeden doğan bir yükümlülüğüdür. Hizmet sözleşmeleri için şartlar ve koşullar garanti sözleşmelerine

benzemekle birlikte kapsam ve sınırlar değişebilmekte, alıcı ve servis sağlayıcı tarafından müzakere edilebilmektedir (Blischke ve Murthy, 2000; Akt. Rahman, 2007).

Garanti, satıcı tarafından alıcıya, belirli bir ürünün tazminat türünü, başarısızlık durumunda belirleyen bir sözleşmedir. Özellikle otomobiller veya elektronik cihazlar gibi karmaşık ürünlere tüketicilerin ilgisini çekmek için önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü birçok tüketici, yeterli teknik bilgiye sahip olmadıkları için bu ürünlerin performansını değerlendiremeyebilir. Benzer şekilde, farklı markaların ürünle ilgili özellikleri neredeyse aynıysa, tüketiciler hangisinin daha iyi olduğuna karar vermekte zorlanırlar. Dolayısıyla, satın alma kararlarında garanti, bakım, servis ve parça bulunabilirliği gibi satış sonrası özellikleri önem kazanmaktadır. Tüketiciler bir ürünü seçmekte zorlandıklarında, kalite ve güvenilirliğin bir işareti olarak garantiyi dikkate alarak karar vermeye çalışmaktadırlar. Yani, müşteriler genellikle daha uzun garanti süresine sahip bir ürünü daha güvenilir olarak algılamaktadırlar. Buna karşın herhangi bir arıza durumunda üretici tarafından türü ve şartları garanti sözleşmesinde belirtilen geri ödeme gibi tüketici lehine adımların atılmaması durumunda garanti, tüketici memnuniyetsizliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, garanti, ürünleri değerlendirmek ve rekabet ortamlarında aralarında ayırım yapmak için yardımcı olan bir pazarlama aracı olarak işlev görmektedir (Rahman ve Chattopadhyay, 2015).

2.2. Garanti Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

Garanti kelimesinin kökeni incelendiğinde çok ilginç bilgilere ulaşılmaktadır. Loomba'nın (1996) garanti (warranty veya guarantee) kavramının kökeni ve tarihi üzerine yaptığı bir araştırmada: dilbilimciler bakımından "kelime çiftleri" olarak bilinen "warranty" ve "guarantee" kelimelerinin aynı orijinal kaynaktan türetildiği, ancak bugünün İngilizcesine farklı yollar ile seyahat ettiği görülmüştür. Bununla birlikte "warranty" kelimesinin kökenlerinin, Eski Kuzey Fransa dilinde "warant" ve "warantie"ye, eski büyük Almanya dilinde ise "koruyucu" anlamına gelen "werento"ya dayandığı ifade edilmiştir.

"Garanti", kavramsal boyutuyla ele alındığında ise yeni bir kavram olmadığı ortaya çıkmaktadır. Garanti'nin tarihi MÖ 1800 yılına kadar dayanmaktadır. İlk

garanti kayıtlarına MÖ yirmi birinci yüzyılın Babil ve Asur tabletlerinde karşılaşılmaktadır (Murthy ve Blischke, 2006:2). Antik Babil kralı Hammurabi, ticaret hukuku kuralları belirleyerek esnafın herhangi bir ürününde hata veya kusur bulunması halinde suçlu bulunarak ceza almasını sağlayacak düzenlemeler (yasalar) getirmiştir. Bu yasalar ile birlikte işçilik de güvence altına alınmıştır. Benzer şekilde, Mısır uygarlığında inşaatçılardan, altındaki bütün destekler alınarak yeni inşa ettikleri yapının altında bir süre durup beklemeleri istenmekteydi. On dokuzuncu yüzyılın ortalarına kadar ise "sorumluluğun alıcıya ait olduğu" ("alıcı aldığı ürünü dikkatli kullansın") kabul edilmiş bir normdu. Ürünler basit, ürün mekanizması ve performans değerlendirmesi kullanıcıların kolaylıkla anlayabileceği düzeyde olduğu sürece belki bu anlayış kabul edilebilirdi ancak bugün durum değişti. Hızla değişen teknolojilerin, küresel pazarın, neredeyse aynı ürünlerin ve daha eğitilmiş ve daha talepkar müşterilerin artmasıyla birlikte ürünler daha karmaşık hale gelmiş ve toplumun daha büyük bir kesimine satılmaya başlanmıştır. On dokuzuncu yüzyılın sonlarında ve yirminci yüzyılın başlarında kanunlar, yukarıda belirtilen keskin kurallara istisna oluşturmaya başlamış ve haksız şartların ortadan kalkmasını sağlamıştır (Rahman ve Chattopadhyay, 2015:3).

Garanti kavramının ilk çıktığı zamandan bu yana gün geçtikçe birçok farklı toplumda da garanti ve benzeri kavramlara rastlanılmaktadır. Zamanla gelişen "garanti" kavramının en önemli kilometre taşlarından bazıları şu şekilde sıralanabilir (Murthy ve Blischke, 2006:2):

- MÖ Beşinci yüzyılın Roma yasaları,
- Hıristiyanlık dönemi başlangıcında Bavyera yasaları,
- MS İkinci yüzyılın Yahudi ticaret yasaları,
- Beşinci yüzyılın Hindu dini yasaları,
- Sekizinci yüzyılın İslami yasaları,
- Daha sonraki dönemlerde ortaya çıkan Mısır usulü formüller,
- Onuncu yüzyılın başlarında Rus yasaları,
- Osmanlı Devletinde II. Bayezid'in Kanunname-i İhtisabı Bursa fermanı
- Orta çağ döneminde İngiliz Kraliyet gelenekleri ile egemenliği elinde bulunduran Kiliselerin gelenekleri.

Osmanlı Devletinde toplumsal konulardaki en güzel örneklerden biri, dünyadaki ilk kalite standardı olarak da görülen, ürünlerin fiyatlandırılmasının yapıldığı, kaliteyi muhafaza altına almak için gerekli ceza sistemin uygulandığı Sultan II. Bayezid'in 1502 tarihinde yayınladığı Kanunname-i İhtisab-ı Bursa fermanıdır. Bu ferman ile sanayi, orman ve deri, hayvan, tarım-tahıl ve tekstil ürünleri ile her çeşit meyve-sebze ve muhtelif yiyeceklerin ayrı ayrı özellikleri belirlenmiş, fiyatları ve kalite standartları belli esaslara bağlanmıştır (Bayraktaroğlu, 2018).

Yirminci yüzyıl boyunca, tüketici hareketleri garantiyi oldukça etkilemiştir. Bu süreçte en önemli üç tüketici hareketi karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan birincisi, yirminci yüzyılın başlarında, kökleri on dokuzuncu yüzyılın sanayi devrimine kadar uzanan ve pazar fırsatçılarına tepki olarak başlayan harekettir. Gıda ve ilaçların kalitesi ve güvenliği ile ilgili başlıca tüketici sorunlarını ele alan bu hareket I. Dünya Savaşı'nın başlaması ile sona ermiştir.

İkinci tüketici hareketi, I. Dünya Savaşı'nın sona ermesinden sonra başlamış ve odak noktası, bir kısım dayanıklı tüketim mallarının pazardaki düşük performansının ele alınması ve iyileştirilmesi düşüncesi olmuştur. Bu zaman diliminde mahkemelerin tüketicilere sağladığı garanti korumasının yetersiz kalması ve zımnî garantilerin bilinmemesi, satıcıların tüketicilere yönelik aldatıcı uygulamalarını engellemek adına ürün testi yapan bağımsız kuruluşların oluşturulmasına yol açmıştır. Bu amacı güden en önemli organizasyonlardan birincisi, "Good Housekeeping" dergisi tarafından işletilen ve ev eşyalarını test eden "Good Housekeeping Enstitüsü"; ikincisi de Tüketici Raporlarının yayınlanmasını sağlayan ve tüketici lehine çalışmalar yürüten Tüketici Araştırmaları kuruluşudur. Üreticinin tüketiciye güvenilir bir garanti hizmeti sunmasını sağlayan bu tür kuruluşlardan onay alan bir ürünün kaliteli ve güvenilir olduğu kabul edilirdi. Ancak hareket, II. Dünya Savaşı'nın başlaması ile sona ermiştir.

Üçüncü tüketici hareketi, II. Dünya Savaşı'nın sona ermesinden sonra başlamış ve 1960 yıllarında ivme kazanmıştır ve daha önce belirtilen tüketici ek mevzuatının önünü açmıştır. Alıcıların/tüketicilerin korunmasına yönelik artan endişeler nedeniyle bir ürünün doğru şekilde ve normal çalışma koşullarında kullanıldığında amaçlanan işlevini yerine getirme kabiliyetine sahip olması gerektiğini belirten açık garanti kavramı, bir başka "zımnî garanti" kavramı ile artırılmıştır. 1952'ye kadar, ABD'de

Louisiana dışındaki her eyalet, Tekdüzen Ticaret Kanunu (UCC) olarak adlandırılan kanunu kabul etmiştir. Bu kanun, hem açık hem de zımni garantilerle ilgili olarak üreticilerin, distribütörlerin ve diğer satıcıların yükümlülüklerini belirtmiştir. Çeşitli ürünlerdeki garantileri düzenlemek için takip eden yıllar boyunca çeşitli yasalar yürürlüğe girmiştir (Murthy ve Blischke, 2006:4).

Sattığı bir ürün için müşterisine garanti sunan bir satıcının/üreticinin yükümlü olduğu sorumlulukların çerçevesini çizen en kapsamlı yasa, işletmelerin davranışlarını kontrol etmek amacıyla 1914 yılında ABD’de kurulan Federal Ticaret Komisyonu (FTC) tarafından çıkarılan Magnuson-Moss Garanti Yasası’dır. Magnuson-Moss Garanti Yasası (1975), garantörün garanti şartlarını ve koşullarını basit ve anlaşılır bir dille tamamen ve açık bir şekilde sözleşmede ifade etmesini önermektedir. Garanti, tam (önemli hasarlar da dâhil olmak üzere) ve sınırlı (önemli hasarlar hariç) garantileri tanımlamaktadır (Magnuson-Moss Garanti Yasası 1975, § 104 (a)). Bu kanun hükümlerine göre, hiçbir tedarikçi, herhangi bir tüketici ürününe ilişkin olarak bir tüketici için ortaya konulan herhangi bir garantiyi reddedemez veya değiştiremez. Bununla birlikte Birleşik Devletlerin Tekdüzen Ticaret Kanunu, açık garantileri (UCC, §2-313) ve satılabilirlikle ilgili ortaya çıkan garantileri (UCC, §2-315) içermektedir. (Rahman ve Chattopadhyay, 2015:3).

Garanti sürelerinin zaman seyri incelendiğinde ise garanti sürelerinin müşteri lehine sürekli arttığı görülmektedir. 1930 yılında bir otomobil için tipik garanti süresi 90 gün iken, 1970 yılında 1 yıl ve 1990 yılında ise 3 yıl olduğu görülmektedir. Böylece zamanla garanti, bir ürünün satışında en etkili pazarlama faktörlerinden biri haline gelmiştir (Darghouth, 2012:1).

Blischke ve Murthy (1994), 1950'lere kadar garanti çalışmalarının esas olarak hukuk mesleğindeki araştırmacılar tarafından yapıldığını ve bu tür makalelerin yalnızca hukuk dergilerinde yayınlandığını belirtmişlerdir. Daha sonra garanti çalışmaları, ekonomi, muhasebe, yönetim, pazarlama, mühendislik, işletme araştırması ve istatistik gibi çeşitli alanlardaki araştırmacılar tarafından da dikkatleri üzerine çekmiş ve araştırılmaya başlanmıştır. Singpurwalla ve Wilson (1993) garantiyi, arızanın dikkatsiz kullanımla ilişkilendirilmemesi ve garanti tarafından belirtilen bir süre zarfında gerçekleşmesi durumunda üreticinin hatalı bir ürünü tamir

veya değiştirme yoluyla düzeltmesini gerektiren sözleşmeye bağlı bir anlaşma olarak tanımlamaktadır. Garanti kapsamındaki bir ürün için müşteri tarafından başlatılan ürün onarımları yetkili bir servis veya onarım merkezi tarafından gerçekleştirilmektedir (Rai ve Singh, 2009:15).

rn garantisi, çeşitli konularla uğraşan birçok farklı disiplinden araştırmacılar tarafından büyük ilgi görmüştür. Bunlar arasında tarih, yasa ve yasama, ekonomik, davranışsal araştırmalar, tüketicisi ve mühendislik konuları, istatistiksel modelleme ve analiz, yöneylem araştırması, muhasebe, pazarlama, tüketicisi hakları, yönetim ve toplum bilimi gibi konularda çalışan araştırmacılar gösterilebilir. Her disiplin garantileri farklı açılardan analiz etmiştir (Rahman ve Chattopadhyay, 2015:4).

2.3. Arızalanma (Bozulma/Başarisızlık)

Blischke ve Murthy (2000) arızalanmayı, bir ürünün gerekli bir işlevi yerine getirme yeteneğinin sona ermesi olarak tanımlamaktadırlar. Her arıza ile ilişkili olarak, arıza modları, eşitleri, nedenleri ve sonuçları aşağıda kısaca açıklanmıştır:

Arıza modları: Hoyland ve Rausand (1994), arıza modunu, arızalanan üründe bir hatanın gözlemlenmesinin etkisi olarak tanımlamakta, Blischke ve Murthy (2000) ise arıza modlarını aralıklı arızalar ve uzun süreli arızalar olmak üzere ikiye ayırmaktadır.

Aralıklı arızalar, nadiren gerçekleşen, yetkili servise tamir için gönderildiğinde servis merkezinde kontrol edilirken tekrar etmesi zor olabilecek arızalardır. rn serviste kontrol edildiğinde aynı arıza tekrar görülmeyebilir ve ürün onarılmadan tekrar gönderilebilir. Uzun süreli arızalar ise düzeltilinceye kadar gözlemlenebilen arızalardır. rn servise gönderildiğinde arıza gözlemlenebilir durumda olacağından, onarılması kolay arızalardır.

Uzun süreli arızalar ayrıca tam (veya zor) arıza ve kısmi (veya basit) arıza olmak üzere iki Şekilde sınıflandırılırlar. Adından da anlaşılacağı gibi, tam bir arızada ürün bütünüyle işlev kaybına uğrarken, kısmi bir arızada ise kısmi olarak işlev kaybına uğramaktadır. Hem tam hem de kısmi arızaların ortaya çıkması ani veya aşamalı olabilmektedir.

Arıza nedenleri: Arızanın nedeni, tasarım, üretim veya kullanım sırasında arızaya neden olan herhangi bir durumdan kaynaklanabilmektedir.

Arıza nedenleri şu şekilde sıralanabilir (Blischke ve Murthy 2000):

- Tasarım hatası,
- Ürünün kalitesizliğinden kaynaklanan hatalar,
- Üretim hatası,
- Yaşlanmadan kaynaklı hatalar,
- Yanlış kullanım hatası,
- Amacı dışında/kötüye kullanım hatası.

Bu arıza nedenleri arasından, yanlış kullanım ve amacı dışında/kötüye kullanım nedenlerinden kaynaklanan arızalar garanti kapsamı dışında tutulabilmektedir.

Arıza şiddeti ve sonuçları: Blischke ve Murthy (2000) arıza şiddetini, arıza modunun bir bütün olarak sistem ve dış çevre üzerindeki etkisi olarak tanımlamaktadırlar. MIL-STD 882 (ABD Savunma Bakanlığı Sistem Güvenlik Programı Gereksinimi) (1984) arıza şiddetini “yıkıcı”, “kritik”, “sınırdaki” ve “ihmal edilebilir” şeklinde olmak üzere dörde sınıflandırmışlardır. Yıkıcı (katastrofik) bir arıza ölüm veya toplam sistemin kaybına; kritik arızalar ciddi yaralanmalara veya büyük sistem hasarına; sınırdaki bir arıza, hafif yaralanma veya sistemde küçük hasarlara neden olabilirken ihmal edilebilir bir arıza küçük yaralanma veya sistem hasarından daha azıyla sonuçlanabilmektedir (Rai ve Singh, 2009:17).

2.4. Garantinin Rolü

Müşteri gereksinimlerinin karşılanmasının zor olduğu günümüzde, pazardaki tüm rakipler müşterilerin beklentilerini karşılamak için yeni zorluklarla karşı karşıya kalmaktadırlar. Tüketicilerin ihtiyaç çeşitliliğinin sürekli artması, giderek daha karmaşık ürünlerin piyasaya sürülmesine ve performanslarıyla ilgili daha fazla

belirsizliğe yol açmaktadır. Bu noktada bir ürünün satım veya alımı sırasında iki önemli pazarlama değişkeni vardır: Bunlar, (1) satış fiyatı ve (2) sunulan garanti koşullarıdır. Önerilen garanti koşullarındaki en kritik faktör ise garanti süresidir. Daha uzun bir garanti süresi tüketici haklarının korunmasını sağlaması yanı sıra, daha kaliteli bir ürünü de ima etmekte, garanti süresi uzadıkça, satış fiyatı da o kadar yüksek olmaktadır. Ayrıca, daha uzun bir garanti süresi daha yüksek bir garanti maliyeti ile sonuçlanmaktadır. Çoğu mevcut literatürde, garanti maliyetinin formülasyonu, garanti süresince beklenen arıza sayısı ile ilişkilidir ve üretim sisteminin karakteristikleriyle hiçbir ilgisi bulunmamaktadır. Yani, mevcut analitik garanti modelleri, tüketicinin ürünü satın aldığı zaman noktasından sonra oluşturulmuştur (Chen, Lo ve Weng, 2017). Mevcut literatürden farklı olarak, yalnızca pazarlama değişkeni (yani satış fiyatı) düşünülerek kalınmayıp, aynı zamanda üretim değişkeni de (yani, üretim uzunluğu) göz önüne alınarak bu çalışma yapılmıştır.

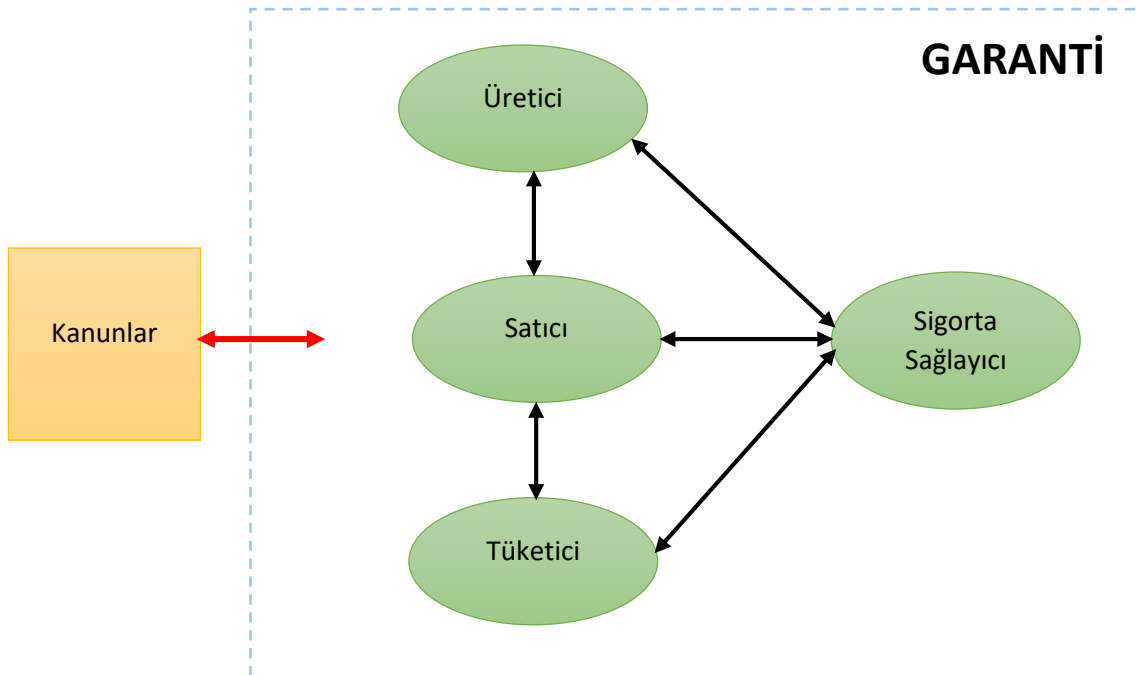
Garanti, müşterileri ürünlerin performansı konusunda rahatlatmanın en iyi yollarından biri olarak kabul edilebilir. Garanti sözleşmesinin hüküm ve koşullarına göre, ekipman belirli bir süre içinde değiştirilmekte veya onarılmakta; ortaya çıkan maliyetler ise ya üretici tarafından üstlenilmekte ya da her iki tarafın da onayladığı bir sözleşmeye dayalı olarak üretici ile müşteri arasında paylaşımlı olarak karşılanmaktadır (Darghouth, 2012).

Blischke ve Murthy (2000) garantilerin üretici ve tüketici için farklı amaçlara hizmet ettiğini belirtmektedir. Garanti, bir ürünün erken arızalanması durumunda hem üreticinin hem de tüketicinin yükümlülüklerini sınırlayarak etkin bir rol oynamaktadır. Üreticinin, ürün arızası konusundaki sorumluluğunu sınırlayarak üreticiyi korurken, aynı zamanda ürün kalitesi ve güvenilirliği konusunda tanıtım vazifesi görmektedir. Tüketicilere, ürün güvenilirliği ve kalitesi hakkında bilgi vermekte ve ürünün erken bozulmasına karşı bir sigorta görevi görmektedir (Rahman, 2007:20).

Garantiler, müşteri, üretici / satıcı ve sigortacı ile kanunlar için aynı derecede önemlidir. Bununla birlikte garantinin rolü, müşteri / kullanıcı, üretici / satıcı, imzalanmış sigorta poliçesi (varsa) ve kanunlar için farklı etkinliğe sahiptir.

- Üretici için; ürünün müşteri tarafından yanlış, dikkatsiz veya kötü kullanılmasından kaynaklanan arızalar durumunda sorumluluğunu sınırlandırarak koruyucu rol oynamaktadır. Ayrıca, ürünlerin kalitesini tüketicilere bildirerek promosyon rolünü oynamakta ve nihayetinde, üreticilerin / satıcıların pazarda etkili bir şekilde rekabet edebilmesi için güçlü bir reklam aracı görevi görmektedir.
- Müşteri için; koruyucu (bir ürünün garanti süresi boyunca tasarım, imalat veya kalite güvencesi problemleri nedeniyle erken arızalarına karşı sigorta sağlayarak) ve bilgilendirici rol oynamaktadır (müşterinin bilgi, uzmanlık veya deneyim eksikliğinden dolayı ürün performansını değerlendiremediği karmaşık ve / veya yenilikçi ürünler bağlamında ürünün kalitesinin ve güvenilirliğinin göstergesi olarak hareket ederek).
- Kanunlar için ise; garanti koşullarının hukuka uygun olduğunu görmek ve kuralları uygulamak için yasal bir rol üstlenmekte ve garanti taleplerinden kaynaklanan çatışmaları çözecek mekanizmaları bulunmaktadır (Rahman ve Chattopadhyay, 2015). Şekil 2.4.1’de teklif edilen garanti ile ilişkili olarak taraflar arasındaki etkileşimler gösterilmiştir.

Şekil 2.4.1. Teklif Edilen Bir Garanti İle İlgili Taraflar Arasındaki Etkileşimler



(Kaynak: Rahman ve Chattopadhyay, 2015)

Garantinin müşteri / kullanıcı, üretici / satıcı, imzalanmış sigorta poliçesi (varsa) ve kanunlar bakımından rolü aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

2.4.1. Üretici Bakış Açısından Garantinin Rolü

Üretici bakış açısından garantinin ana rollerinden biri koruma sağlamasıdır. Garantinin hüküm ve koşulları tüketicinin her türlü hatalı veya kötüye kullanma (garanti şartlarında belirtilen sınırın ötesinde kullanmak, yüksek voltajlı bir hat üzerinden cep telefonu şarj etmek, mikrodalga fırında uygun olmayan bir ürünü/kabı/eşyayı ısıtmak vb.) gibi durumlarına karşı üreticiyi korumaktadır. Garantinin bir diğer önemli rolü de tanıtımdır. Müşteriler genellikle daha uzun garanti kapsamına sahip ürünleri daha sağlam ve güvenilir olarak gördüğünden, garantiler, ürünlerin kalitesini ve standardını potansiyel müşteriye bildirmek için pazarlama iletişimi rolü üstlenerek bir reklam aracı olarak kullanılmaktadır. Bu nedenlerden dolayı rekabet ortamı, şirketleri müşterilerin güvenini kazanmak için daha fazla garanti kapsamı sağlamaya zorlayabilmektedir. Bir pazarlama aracı olarak doğru kullanıldığında, garantiler satışları artırmakta ve ek gelir sağlamaktadır (Rahman, 2007:28; Rai ve Singh 2009:17).

2.4.2. Tüketici Bakış Açısından Garantinin Rolü

Tüketici bakış açısından, garantinin rolü esas olarak ürünün arızalanması durumunda kendisine koruma sağlamaktır. Uygun şekilde kullanılsa bile beklendiği gibi çalışmayan veya arızalanan bir ürünün tüketiciye ücretsiz veya asgari maliyetle onarılmasını veya değiştirilmesini temin etmektedir. Garantinin tüketici bakış açısından bir diğer önemli rolü bilgilendirici olmasıdır. Bazen müşteriler daha yüksek garanti kapsamına sahip bir ürünün daha güvenilir ve sağlam olduğunu düşünebilmektedirler (Rai ve Singh 2009:17).

Bir tüketici bir ürünü satın aldığı anda, garanti belgesi, ürün özellikleri hakkında bilgi kaynağı olarak hareket etmekte ve aynı zamanda müşterinin bulunduğu karmaşık veya yenilikçi ürünler bağlamında ürünün kalite ve güvenilirliğinin bir göstergesi olarak da hareket etmektedir (Akerlof, 1970; Spence, 1977).

Garanti süresi içerisinde tasarım, üretim veya kalite güvencesi problemi nedeniyle bir ürünün erken arızalarına karşı sigorta görevi görerek müşteriye koruyucu

rol oynamaktadır. Garanti isteğe bağlıysa (uzatılmış bir garanti gibi), tüketici garantinin ek maliyete değip değmediğine karar vermek zorundadır. Ticari ürünler için, garanti kapsamında olmayan onarımların maliyeti, arıza süreleri nedeniyle kârı önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Rahman, 2007:28).

2.4.3. Toplumsal Bakış Açısından Garantinin Rolü

Toplumsal vicdan, her hangi bir ferdin ya da faaliyetin neden olduğu zararların ve suçların engellenmesini; gerçekleşmiş bir eylem varsa da cezalandırılmasını talep etmektedir. Bunun gibi tüketim alanında da üreticilerin satmış oldukları ürünlerin arızalanmasından kaynaklanan hasarlar için müşterilerine tazminat sağlamaları gerekmektedir. Özellikle mühendislik ürünlerinin üreticileri için bunun ciddi etkileri bulunmaktadır. Ürün sorumluluk yasaları ve garanti mevzuatı, toplumsal açıdan ürünlerin kullanım amaçlarına uygunluğunu belirlemeyi ve meydana gelebilecek arızaların giderilmesini/tanzim edilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu konuyla alakalı olarak ABD'de Kongre'nin Magnuson-Moss Garanti Yasasını geçirme amaçları şu şekilde sıralanabilir (Murthy ve Blischke, 2006:41):

1. Kongre, tüketicilerin garanti şartları ve koşulları hakkında eksiksiz bilgi alabilmelerini istemektedir. Yasa ile birlikte tüketiciler, bir ürünü satın almadan önce ürünün hangi garanti kapsamı ile sunulduğunu kolaylıkla öğrenebilecek; herhangi bir sorun veya arıza ile karşılaşması durumunda ise nasıl bir yol izleyeceği konusunda bilgilendirilerek müşteri memnuniyetini artırmaya yardımcı olunacaktır.

2. Kongre, tüketicilerin bir ürünü satın almadan önce birlikte sunulan garanti kapsamının diğerleri ile karşılaştırılabilmelerini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu sayede tüketiciler, daha sonra bireysel ihtiyaçlarını karşılamak için en iyi fiyat, özellik ve garanti kapsamı kombinasyonuna sahip bir ürün seçebilme imkânı bulmuş olacaklardır.

3. Kongre, garanti kapsamı temelinde rekabeti teşvik etmeyi amaçlamıştır. Yasa, tüketicilerin garanti bilgisi alabilmesini sağlayarak, garanti kapsamı ve şirketler arasında tüketici tercihlerini karşılamak için rekabet temelinde satış promosyonunu teşvik etmektedir.

4. Kongre, şirketlerin, garanti yükümlülüklerini zamanında ve eksiksiz bir şekilde yerine getirmeleri için mevcut teşvikleri güçlendirmek ve anlaşmazlıkları

tüketicilere en az gecikme ve masraf yansıyacak şekilde çözmek istemiştir. Bu nedenle kanun, tüketicilerin garanti ihlali ile karşılaşması durumunda mahkeme yoluyla bir çözüm aramasını kolaylaştırmakla birlikte, aynı zamanda şirketlerin uyuşmazlıkları dava açmadan ucuz ve gayri resmi olarak çözüme prosedürleri oluşturmaları için bir çerçeve oluşturmaktadır.

2.4.4. Kanunlar Açısından Garantinin Rolü

Hükümetler ve düzenleyici organlar, pazarın tüm taraflarını adil garanti koşulları altında daha rekabetçi olmaları ama aynı zamanda her türlü sorun karşısında müşterilere karşı adaletli davranmaları konusunda denetlemek amacıyla ürün pazarına müdahale etmektedirler. Bu müdahaleler, tüketicileri kusurlu ürünlere karşı koruyan araçlar olarak hareket etmektedir. Garanti şartlarında, üreticilerin ve tüketicilerin yüklenmesi gereken maliyetlerini ve yükümlülüklerini ortaya koymak amacıyla yasalar çıkarılmaktadır. Herhangi bir üretici / satıcı geçerli bir garanti talebini reddederse, yasal organlarca kurulan idari mekanizmalar, ihtilafları ve anlaşmazlıkları çözmek için uygun önlemleri almaktadır (Rahman, 2007:29).

Türkiye’de tüketicinin korunması ile ilgili 4077 sayılı Tüketicinin Korunması Hakkında Kanun ile üreticinin korunmasına yönelik 556 sayılı Markaların Korunmasına Yönelik Kanun Hükmünde Kararname, üretici ve tüketicinin haklarını belirli esaslar çerçevesinde koruma altına almaktadır.

2.4.5. Sigorta Şirketleri Açısından Garantinin Rolü

Sigorta şirketi sözleşmesi altında yazılı üçüncü şahıs: Günümüzde üreticilerin veya bayilerin çoğu, müşteriler tarafından yapılan garanti hizmeti talepleri nedeniyle oluşan masrafları üstlenmek için sigorta şirketlerini kullanmaktadır. Üreticiler / bayiler sigortacılar için prim ödemektedir. Tüm iddiaları kontrol etmek ve poliçenin şartlarına göre hareket etmek sigortacının sorumluluğundadır (Rahman ve Chattopadhyay, 2015).

2.5. Garanti Vermenin Amacı

Bir ürünün beklenen performansı göstermediği ya da arızalandığı durumlarda alıcıyı korumak adına üreticiye/satıcıya yüklediği yasal sorumluluklar son yıllarda önemli bir odak noktası haline gelmiştir. Üretici veya satıcı müşterisine sunduğu garantiyle, garanti süresi ve kapsamı çerçevesinde ürünüyle alakalı müşteriye güvence vermeyi amaçlamaktadır. Ürün arızası durumunda ise üretici / satıcı sunduğu garanti politikasına göre tamir ya da geri değişim maliyetinin hiç birini alıcıya yansıtamamakta veya bir kısmını yansıtmakta ya da garanti şartlarına göre satış fiyatının tamamını veya bir kısmını alıcıya iade etmektedir.

McGuire (1980) müşteriye sunulan garantinin üreticiye/satıcıya net satışın yaklaşık yüzde 1'i ila 15'i arasında ek bir maliyet getirdiğini ifade etmiştir. Ortaya çıkan bu ek maliyete rağmen garanti sunan bir üretici/satıcı rakiplerinden bir adım öne geçmektedir. Çünkü daha uzun bir garanti süresinin promosyon değeri bulunmakta, böylelikle üreticiye/satıcıya rekabet avantajı sağlanmaktadır. Aynı zamanda garanti, satışları artırmak için bir pazarlama aracı olarak hareket etmektedir ve aslında tüketiciye sunulan daha uzun garanti şartları onlara "içiniz rahat olsun" demeyi amaçlamaktadır. Sonuç olarak, üretici veya bayilerin son yıllarda sunduğu garanti süresi zaman içinde giderek artmaktadır (Murthy ve Jack 2003).

2.6. Garanti Taksonomisi

Taksonomi terimi Yunanca taksis (düzenleme) ve nomos (yasa) sözcüklerinden türetilmiştir (<https://tr.wikipedia.org/wiki/Taksonomi>).

Blischke ve Murthy (1992), satın alınan yeni ürünlerin garanti politikaları için bir taksonomi önermiş ve bu politikaları; Tip A (tek ürün satışı, ürün geliştirme dâhil değil ve ayrıca bir ve iki boyutlu politikalara bölünebilir), Tip B (ürün grubu, ürün geliştirme dâhil değil) ve Tip C (ürün geliştirme dâhil) şeklinde üç kategoriye ayırmışlardır.

Murthy ve Chattopadhyay (1999), ikinci el ürünler için politikalar ve taksonomi geliştirmişlerdir. Garanti politikalarını, Grup A (Yenilenmeyen politikalar), Grup B (Yenilenen politikalar) ve Grup C (geri ödeme politikaları - ürün garanti süresi

içinde herhangi bir zaman arızalanırsa, bayiler alıcıya paralarını geri ödemek zorundadır) olmak üzere üç grup altında sınıflandırmışlardır. Benzer şekilde, Chattopadhyay ve Rahman (2008), ömür boyu garanti politikaları için bir taksonomi önermişlerdir.

2.7. Garanti Maliyeti ve Türleri

Garanti maliyeti, gerçekte garanti taleplerini işleme koymanın her alanında yer alan tüm giderlerdir. Talep işlemleri asgari olarak, garanti taleplerinin girişi, gözden geçirilmesi, kabul edilmesi veya reddedilmesi; talep sorunlarının onarım veya değiştirme faaliyetlerinin yanı sıra paketleme ve nakliye işlemlerini içermektedir.

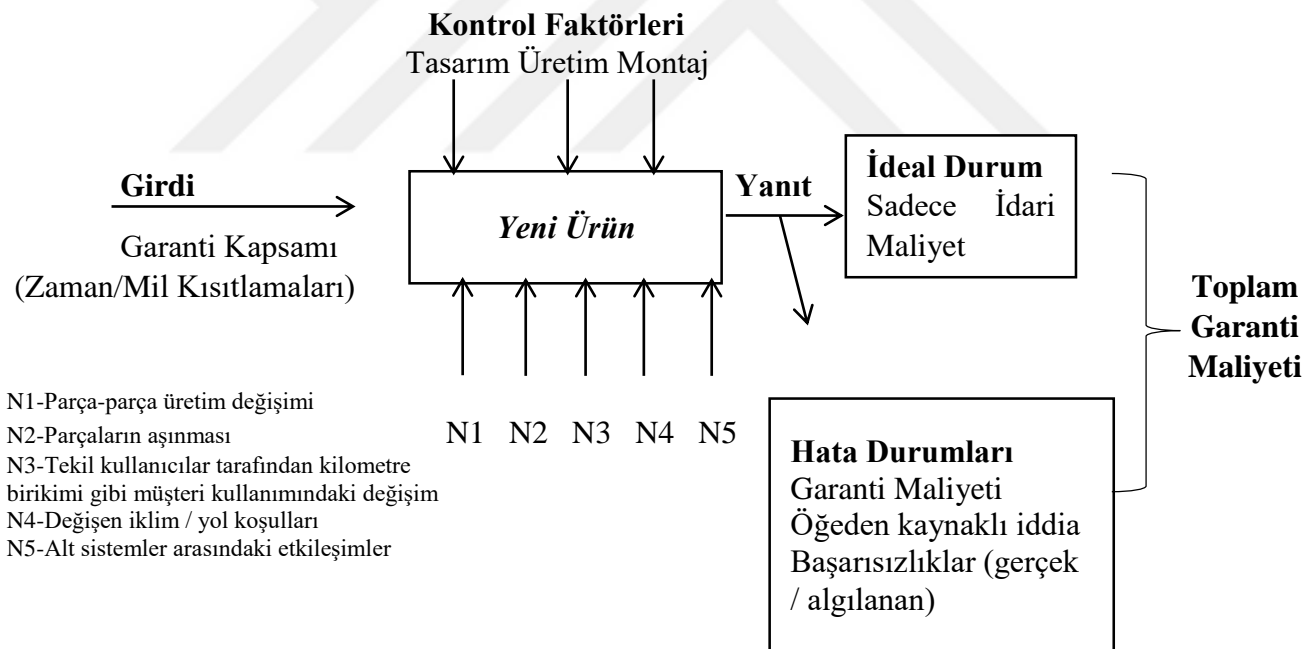
Garanti hizmetinden kaynaklanan ek maliyet, satış fiyatını ve kârı doğrudan etkileyeceğinden üretici için çok önemlidir ve bu maliyetler ürün güvenilirliğine bağlıdır (Chukova, Arnold ve Wang, 2004). Üreticinin görüşüne göre, garanti servisinden kaynaklanan ek maliyet dâhil olmak üzere toplam maliyet dikkate alındığında kâr marjı, satışları artırma ve / veya garanti servis maliyetlerini azaltma yoluyla geliştirilirse, verilen garanti teklifi faydalı olmaktadır (Rahman ve Chattopadhyay, 2015). Satıcı, ürün ile alakalı arızalar meydana geldiğinde ürünleri yenilemeyi veya onarmayı vaat ederse, garanti süresi taahhüdü ve arıza süresi dağılımı ile ilgili ürün güvenilirliği, ürünün toplam maliyetinin belirlenmesinde kilit rol oynamaktadır (Wu, Chou ve Huang, 2007).

Garanti maliyetleri sadece üreticiye yüklenen bir maliyet olarak görülmemelidir. Ortaya çıkan garanti maliyetleri, ürünün fiyatını artırabilmekte ve satış hacmini potansiyel olarak azaltabilmektedir. Üreticiye ek maliyet çıkaran garanti maliyetlerinin fiyatlara olan yansıması dolaylı olarak tüketiciye de bir ek maliyet olarak yansımaktadır. Bununla birlikte garanti süresinin ötesinde güvenceye ihtiyacı olan müşteriler ek ücret karşılığında uzatılmış bir garanti de satın alabilmektedirler. Örneğin, askeri tesisler, demiryolu sistemleri, uçak motorları, enerji üretim tesisleri, tıbbi ekipman gibi daha uzun ömürlü karmaşık ekipmanlar için bakım faaliyetleri ve teknik destek (ekipmanın kullanım ömrü boyunca yedek parçalar, vasıflı işçiler, teşhis aletleri vb) dahil olmak üzere lojistik destek açısından bu ekipmanlar için tanımlanan garanti süreleri müşterilerin gereksinimlerini karşılamak için yeterli değildir. Bu gibi

durumlarda, bir servis sözleşmesi yoluyla bakımın dış kaynak kullanımı bir zorunluluk haline gelmektedir (Darghouth, 2012:1).

Bu durum otomotiv sektörü için de aynıdır. Otomotiv şirketlerinde, saha verilerine erişim elde edilmesi temel olarak garanti verileri ile sağlanmaktadır. Bu nedenle, mevcut ve ileri model araçlarda çalışan tasarımcı ve mühendisler, tasarım ve donanım hakkında beledikleri geri bildirim daha doğru olması için garanti verilerini beklemektedirler. Mühendisler ve Altı Sigma siyah kuşakları, üretim, uygun tasarım veya servis onarımı yoluyla garanti maliyetlerini düşürme fırsatlarını belirlemek için garanti verilerini kullanmaktadırlar (Phadke 1989, Akt.: Rai ve Singh, 2009:5). Yeni bir aracın genel garanti maliyetini etkileyen ana faktörlerden bazıları bir parametre şeması kullanılarak Şekil 2.7.1’de gösterilmiştir.

Şekil 2.7.1. Garanti Maliyetini Etkileyen Faktörler



(Kaynak: Rai ve Singh, 2009:5)

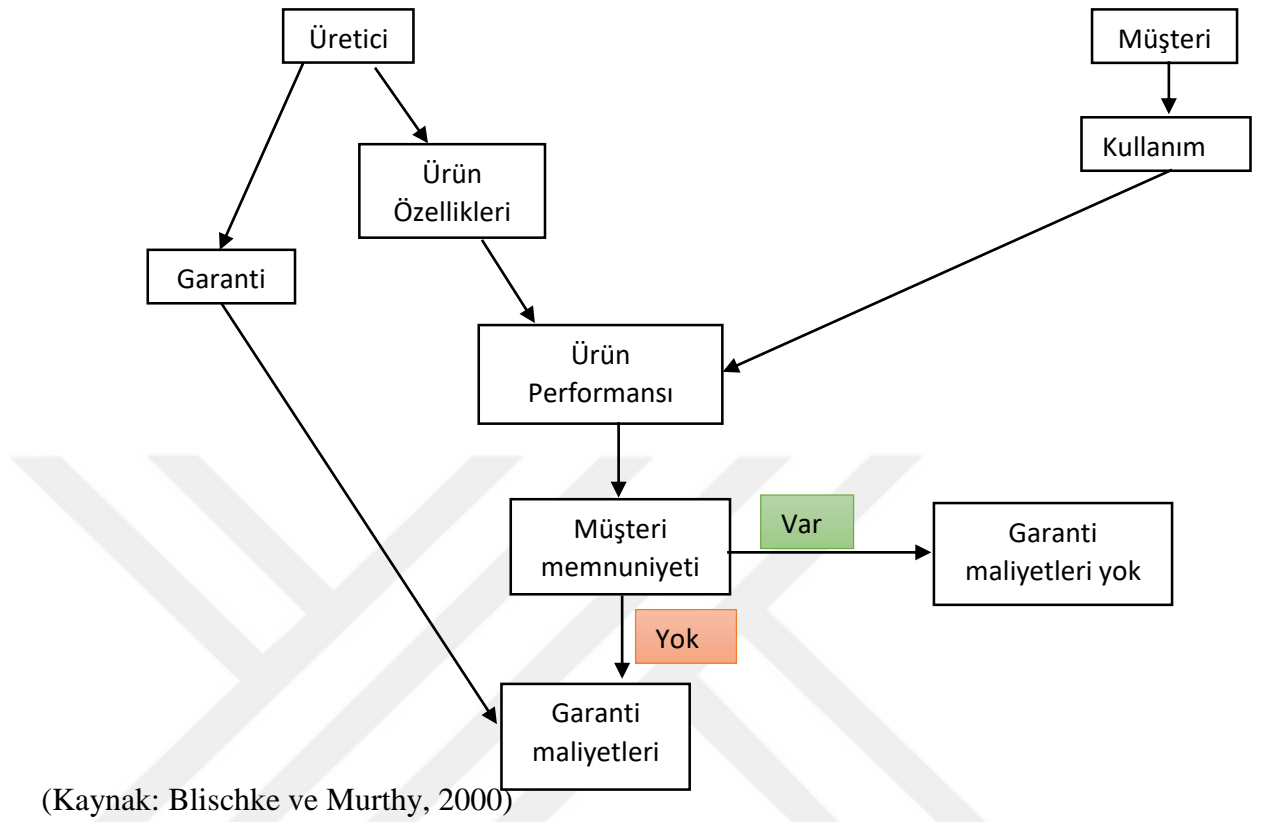
•**Birim satış başına garanti maliyetleri:** Bir garanti talebi oluştuğunda, bu durum üreticiye/satıcıya ek maliyetler getirmektedir. Garanti hizmet maliyeti rastgele bir değişkendir çünkü garanti talepleri ve her bir talebin gerçekleştirilmesi kesin değildir. Birim satış başına garanti maliyeti, toplam garanti maliyetinden ve satılan

birimlerin sayısından tahmin edilebilmektedir. Toplam maliyet, onarım veya değiştirme maliyetlerini, kesinti maliyetini ve idari maliyetler ile birlikte ürün geliştirme maliyetini içermektedir (Blischke ve Murthy, 1994).

•**Yaşam döngüsü maliyetleri:** Bu maliyet hem alıcı hem de üretici için karmaşık ve pahalı ürünler için önemlidir ve ürünün yaşam döngüsüne bağlıdır. Yaşam döngüsü, bir ürünün piyasaya sürülmesiyle başlamakta ve üretici, ürünün üretimini durdurduğunda veya yeni bir ürünün piyasaya sürülmesinden dolayı piyasadan çekildiğinde sona ermektedir. Ürün ömrü boyunca bu maliyet rastgele bir değişkendir (Blischke ve Murthy, 1994).

Üretici, üretim sürecinde tasarım ve üretim kararlarıyla belirlenmiş ve belirli ürün özelliklerine sahip ürün / mal üretmektedir. Ürün daha sonra müşteriye garanti ile satılmakta ve garanti şartları, ürün özelliklerine ve rekabet gibi pazarlama faktörlerine bağlı olmaktadır. Müşterilerin / alıcıların ürünü satın alma kararları, markaların kalitesi, garanti ve satış sonrası hizmet şartları gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Ürün performansı, ürün özellikleriyle ürünün kullanımı arasındaki etkileşim (tüketicinin belirlediği) ile belirlenmekte, müşteri garanti süresi boyunca ürün performansından memnun değilse, garanti kapsamında üreticiden/satıcıdan bununla ilgili talepte bulunmakta ve hasarın yerine getirilmesi için üretici garanti koşullarına bağlı olarak bunu yerine getirmekle yükümlü olmaktadır. Ortaya çıkacak garanti maliyetinin büyüklüğü ise garanti koşullarına bağlıdır (Rahman ve Chattopadhyay, 2015).

Şekil 2.7.2. Garanti Maliyet Analizi İçin Basitleştirilmiş Sistem Yaklaşımı



2.8. Garanti Politikaları ve Sözleşmeleri

Garanti, satılan bir ürün bakımından üreticinin (satıcının) tüketiciye (alıcıya) sunmuş olduğu güvenceyi temsil etmektedir. Çoğu üretici ürünlerindeki satışları arttırmak amacıyla ürün için bir garanti sunmaktadır. Garanti, ürünün satışı üzerine üretici ve alıcı arasında yapılan bir sözleşme anlaşması olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, bir üründe bazı kriterlere göre optimal bir garantinin belirlenmesi sorunu ilgi konusu haline gelmiştir. Çalışmanın bu kısmında, öncelikle garanti kapsamı, farklı garanti koşulları, onarım ve geri değişim gibi çeşitli garanti ölçütleri değerlendirilmiştir.

Üreticilerin satışlarını ve itibarlarını teşvik etmek, hedefe ulaşmanın etkili bir yoludur. Üreticilerin satın alma iradesini teşvik etmek için tüketicileri ürün kalitesi ve güvenilirliği konusunda ikna etmeleri gerekmektedir. İyi bir garanti politikası, yüksek

kaliteli bir ürünün imajından yararlanmaya yardımcı olmakta ve dolayısıyla gittikçe yoğunlaşan küresel rekabette yararlı bir araç haline gelmektedir (Wu ve Huang, 2010).

Bir garantinin başlıca işlevi, satılan ürünlerin satın alım sonrası ortaya çıkabilecek sorunlarına karşı ürünün onarımı veya değişimi gibi seçeneklerle tüketiciler için çözüm sağlamasıdır. Günümüzde üreticiler arasında giderek artan küresel rekabet ile birlikte, göz alıcı bir tasarıma sahip kaliteli bir ürüne sahip olmak, tüketicilerin o ürünü satın alması için yeterli değildir. Garanti politikası, satış sonrası hizmetler ve marka gibi diğer maddi olmayan özellikler de tüketici davranışında önemli etmenler haline gelmiştir. Ayrıca, ekonomi daraldıkça, tüketiciler maliyeti azaltmak için bozulan parçaları tamir ederek veya değiştirerek ürünün kullanım süresini uzatmak istemektedirler. Sonuç olarak, tüketicinin daha ayrıntılı bir garanti politikası talebi gün geçtikçe artmaktadır. Şirketler garanti politikasını tüketicilere hitap etmek için stratejik bir promosyon aracı olarak kullanabildikleri için, garanti politikaları daha önemli hale gelmektedir (Park, 2010: 141).

Bir garanti sözleşmesi, garanti süresinin uzunluğunu, garanti koşullarının geçerli olduğu koşulları ve garanti süresi içerisinde ürünün arızalanması durumunda üreticinin/satıcının alıcıya sunduğu telafi yöntemlerini belirtmektedir.

Garanti politikasını ayrı ayrı kategorize eden çeşitli özellikler vardır. Bu özellikler, garanti boyutlarının sayısını, bir garantinin yenilenebilirliğini ve garanti tazminat yöntemlerini içermektedir (Park, 2010:4).

Uygulamalarda farklı türde garanti politikaları bulunmaktadır. Bu garanti politikaları tazminat türüne göre sınıflandırılırsa iki temel politika ile karşılaşılmaktadır. İlki ücretsiz değişim/onarım garantisi (DG) ve ikincisi orantılı (geçici) garanti (OG)'dir. Ücretsiz değişim/onarım garanti politikası gereğince, üretici, arızalanan ürün için garanti süresi devam ediyorsa ücretsiz değişim/onarım hizmeti sunmayı kabul etmekte ve arızalı ürünlerin onarım masraflarını garanti süresi içinde alıcıya bedelsiz olarak karşılamaktadır. Bu garanti türü hem ev aletleri gibi ucuz ürünler, hem de otomobiller ve diğer dayanıklı tüketim malları gibi pahalı ürünler için geçerlidir. Orantılı garanti politikası gereğince, satılan ürün garanti süresi içinde arızalanırsa, üretici ürünün ilk satın alma fiyatının bir kısmını iade etmeyi veya tamir

veya değişim maliyetinin bir kısmını karşılamayı kabul etmektedir. Yani tüketici arızalanan ürünün değiştirilmesi ile sınırlandırılmamış olmakta, isterse parasının bir kısmını alabilmektedir. OG'deki tazminat miktarı, ürün yaşının artmayan bazı fonksiyonlarına dayanarak belirlenmektedir. Bu tür garanti genellikle, performansı yaşına göre değişen otomobil pilleri gibi ürünler için geçerlidir. Diğer bir garanti politikası ise, ücretsiz değişim/onarım politikası ile orantılı garanti politikasının birleşimidir. Bu politika gereğince, üretici garanti süresinin belirli bir noktasına kadar tüketicilere ücretsiz değişim/onarım hizmeti vermeyi kabul etmektedir. Bu süreden sonraki garanti süresinin bitimine kadarki zaman dilimi içerisinde meydana gelecek arızalarda ise orantılı bir şekilde geri ödeme yapılmaktadır (Chen, Lo ve Weng, 2017).

Ayrıca garantiler boyutlarına (yaş veya kullanımdan yalnızca birini içeren tek boyutlu garantiler; hem yaşı hem de kullanımı birlikte içeren iki boyutlu garantiler) ve yenilenip yenilmemesi durumuna göre farklı alt gruplara ayrılabilir. Yenilenen bir garantide, onarılan veya değiştirilen ürün ilk garanti ile aynı olacak şekilde yeni bir garanti ile birlikte gelmektedir. Kullanılmış ürünler için, garanti kapsamı birçok açıdan sınırlı olabilmekte, örneğin, bazı arızalar veya belirli parçalar kapsama alanından özel olarak hariç tutulabilmektedir (Wu ve Huang, 2010).

Son yüzyılın ilk günlerinde yeni bir ürünün garanti süresi üç/altı ay iken yüzyılın sonunda iki ila üç yıla kadar çıkmıştır. řu anda, Daewoo, Hyundai gibi otomobil sektöründe faaliyet gösteren firmalar, tüm otomobiller için beř yıl, gövde çerçevesi gibi sečilmiř parçalar için altı yıl veya daha uzun süre garanti vermektedirler (http://www.hyundai.com.au/company_warranty.asp). Bununla birlikte ömür boyu garanti politikaları ve servis sözleşmeleri şeklinde uzun vadeli garanti politikalarıyla çok sayıda ürün satılmaktadır (Rahman, 2007:20).

2.8.1. Finansal Düzenleme Türüne Göre Garanti Politikaları

Erken arızalarda garanti sözleşmesinde belirtilen tazminat yöntemlerine göre; ücretsiz değişim/onarım garantisi (DG), orantılı garanti (OG) ve bu ikisinin kombinasyonu olan birleşik garanti (DG/OG) şeklinde üç temel garanti türü vardır. DG altında, garanti süresi içinde arıza meydana gelirse, arızalanan ürün alıcıya ücretsiz olarak değiştirilmekte/onarılmaktadır. Öte yandan, OG kapsamında, garanti hizmetleri

müşteriye tamamen ücretsiz olarak sunulmamaktadır, ancak ürünün arızalanmasından önce kullanım miktarına veya hizmet süresine bağlı olarak orantılı bir maliyetle sunulmaktadır (Blischke, 1994). Bunlarla birlikte alternatif değişim garantisi (ADG) de göze çarpan bir diğer garanti politikasıdır. Alternatif DG’de müşteriler arıza süresine bağlı olarak kısmi tamir hizmet bedelini ödemek zorunda kalmaktadırlar. Değiştirme maliyetleri onarım maliyetlerinden daha pahalıysa, üreticiler arızalı parçaları / ürünleri değiştirme yerine tamir etmeyi veya tam tersini yapmaktadır. Buna göre, ürün her arızalandığında, imalatçılar genellikle değiştirme hizmetlerinden daha çok onarım hizmetleri sağlamaktadırlar. Bu nedenle, alternatif DG orijinal DG'den daha kolay uygulanabilmektedir. Çünkü alternatif DG yedek parça servisi değil, bir onarım servisini idare etmektedir. Birleşik garanti (DG/OG) ise genellikle ücretsiz değiştirme/onarma süresi ve ardından orantılı bir dönem içeren, DG ve OG politika özelliklerinin her ikisini de barındıran iki ayrı garanti süresinden oluşmaktadır. Bunlarla birlikte önleyici bakım garantisi olarak da bilinen tam servis garantisi, otomobiller gibi pahalı bozulan karmaşık ürünler için teklif edilebilecek bir politikadır. Bu tür politikalara göre, tüketiciler sadece erken arızalarda ücretsiz onarım yapmakla kalmamakta, aynı zamanda ücretsiz önleyici bakım da almaktadırlar (Park, 2010: 6).

2.8.1.1. Onarım, Ücretsiz Geri Değişim ve Para İadesi Garantileri

Bir ürün garanti süresi içinde arızalandığı zaman, müşteri tarafından gelecek talep doğrultusunda, üretici/satıcı, garanti politikası kapsamında ürünün onarılmasını, değişimini ya da para iadesini gerçekleştirebilmektedir. Buna uygun olarak, garanti politikası para iadesi, değişim veya onarım garantisi olarak adlandırılmaktadır. Garanti şartları, hizmet sözleşmesinde ayrıntılı olarak belirtilerek, müşterinin ürünle ilgili yaşamış olduğu sorunun giderilmesinde üreticiye farklı alternatifler sunmaktadır. Arızalanan ürün öncelikle onarım yoluyla düzeltilmeye çalışılmakta, onarımın imkânsız ya da daha maliyetli olması durumunda sağlam olan başka bir ürünle değişimi gerçekleştirilmektedir. Ancak bu noktada garanti sözleşme maddeleri çerçevesinde müşteri para iadesi de isteyebilmekte, sunulan tüm alternatif seçeneklerle müşterinin sorunu giderilmiş olmaktadır.

Belirtilen seçenekler arasından müşteriler için en cazip olan politika para iade garantisidir. Her ne kadar üreticiler için en maliyetli garanti politikası olsa da,

müşterilerin ürün tercihinde çok etkin rol oynadığı şüphesizdir. Koşulsuz para iade garantisi verilen ürünlerin tercih edilebilirliği diğer garanti politikaları ile satılan ürünlere göre daha yüksektir (Şahin ve Polatoğlu, 1998).

Garanti analizinin diğer bir yönü, arıza sonrası onarımın kapsamı ile ilgilidir. Bu konuda birkaç onarım türü bulunmaktadır, ancak literatürde en çok kullanılan onarım türleri mükemmel (ya da yeni gibi iyi), minimal ve kusurlu onarımlardır. Mükemmel onarımda, arızalı ürün onarımdan sonra yeni bir ürünle aynı kıvama getirilmektedir. Yani, onarım sonrası ürünün arızalanma olasılığı yeni bir kalem ile aynı olmaktadır. Orijinal ürünün ve onarılmış ürünün, arızalanma oranları $r_1(x)$ ve $r_2(x)$, ortalama arızalanma süreleri ise $E_1(x)$ ve $E_2(x)$ olmak üzere “yeni gibi iyi bir onarım” için $r_1(x)=r_2(x)$ ve $E_1(x)=E_2(x)$ şeklindedir. Bir onarım, ürün performansını etkilemezse, bu onarımın minimum düzeyde (minimal onarım) olduğu söylenmektedir. Minimal onarımda, onarım sonrasında ortaya çıkabilecek arızalanma oranı, arıza meydana gelmeden önceki oran ile hemen hemen aynı olmaktadır. Matematiksel olarak, ilk arıza süresinin gerçekleşmesi x_1 olmak üzere arızalanma oranı ve ortalama arızalanma süresi, $r_2(x)=r_1(x_1+x)$ ve $E_2(x)=E_1(x_1+x)$ şeklinde elde edilmektedir. Minimal onarımın aksine, onarım işlemi ürünün arızalanma oranını değiştirirse buna kusurlu tamir denilmektedir. Kusurlu tamir, onarım işleminden sonra ürünün arızalanma oranını artırabilmekte (bozabilir) veya azaltabilmektedir (iyileştirebilir) $r_2(x) < (>) r_1(x)$, $E_2(x) < (>) E_1(x)$ (Samatlı, 2006).

2.8.1.2. Orantılı Garanti

Bir ürünün arızalanması durumunda ortaya çıkan maliyetlerin üretici ve tüketici arasında müşterek olarak orantılı bir şekilde paylaşıldığı garanti türüdür. Orantılı garanti politikasında üretici ve tüketicinin yükümlülükleri ayrıntılı olarak belirtilmekte; arıza durumunda paylaşılacak olan maliyet oranları açıkça ifade edilmektedir. Bu politika ile satılan bir ürün garanti süresi içinde bozulursa yine sözleşme maddeleri çerçevesinde maliyet, iki eşit parçaya bölünerek ya da

$$M_m = \frac{S_k}{S_t} * M_o$$

[M_m : Müşterinin yükleneceği maliyet, S_k : Ürünün kullanılma süresi, S_t : Toplam garanti süresi, M_o : Onarım/değişim maliyeti] oranına göre üretici ve tüketici arasında paylaşılabilir.

2.8.1.3. Birleşik Garanti

Hem ücretsiz değişim/onarım garantisi hem de orantılı garantiyi içeren, her iki politikanın birleşmesinden oluşan garanti politikasıdır. Birleşik garanti politikasında iki farklı garanti süresi tanımlanmaktadır. Ürün, birinci garanti süresi boyunca ücretsiz değişim/onarım garanti politikası kapsamında; birinci garanti süresinin sona ermesi ile birlikte ikinci garanti süresi boyunca da orantılı garanti politikası kapsamında değerlendirilmektedir.

Kısaca, g_1, g_2 pozitif değerli ve $g_1 \leq g_2$ olmak üzere; DG, $[0, g_1)$ süresince, OG'de $[g_1, g_2)$ süresince kullanılmaktadır. DG ve OG politikalarının her ikisinin de birleşik DG / OG politikasının özel durumları olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Eğer $g_2 = 0$ olursa birleşik politika DG politikası, diğer yandan, $g_1 = 0$ olduğunda ise birleşik politika OG politikası olmaktadır (Wu ve Huang, 2010).

2.8.2. Boyutuna Göre Bir ve İki Boyutlu Garanti Politikaları

Garanti politikaları boyutlarına ve boyut sayılarına göre incelendiğinde uygulamadaki garantilerin çoğu, garanti koşullarının ürün yaşına veya ürün kullanımına dayalı olduğu, her ikisini birden içermediği tek boyutlu garantilerdir. Bir boyutlu garantiye kıyasla, iki boyutlu garantiler daha karmaşıktır, çünkü garanti yükümlülüğü hem ürün yaşına hem de ürün kullanımına ve bunlar arasındaki potansiyel etkileşime bağlıdır. Örnek verilecek olursa otomobil endüstrisinde genellikle iki boyutlu garantiler görülmektedir (Park, 2010:4).

Bazı araştırmacılar bir üreticinin performansını ölçmenin en etkili yolunun arızalanan ürünlerini geri çağırma sıklığı değil, üreticilerin gelirlerine göre garanti maliyetlerinde ödediği miktar olduğu konusunda ısrar etmektedir (Wang ve Pham, 2006). Örneğin Toyota büyük rakiplerinin çoğunu geride bırakmış olsa da, zaman zaman birçok popüler modelinde çıkan arızalardan dolayı araçlarını geri çağırarak zorunda kalabilmektedir. Endüstri analistleri, Şubat 2010'da Toyotanın Amerika Birleşik Devletleri'ndeki iki geri çağırmadan sadece birisinin bile firmaya tek başına 250 milyon \$ garanti maliyetine mal olduğunu tahmin etmektedirler (Crawley ve Kubo, 2010). Reuters, Toyota'nın tarihteki bu en büyük geri çağırmasından dolayı, en azından Pazar liderlerinden olan Hyundai'nin müşterilerine sunduğu 10 yıl veya

100.000 mil güç aktarma garantisine benzer yeni bir garanti programı üzerine çalıştıklarını ifade etmiştir (Kim ve Woodall, 2010).

Otomobil benzeri motorlu araçlarda garanti kapsamı genellikle bir boyutlu ve iki boyutlu olmak üzere iki tiptir. Tek boyutlu garanti kapsamı neredeyse tamamen zamana veya yaşa dayanmaktadır. Buna karşılık, iki boyutlu garanti kapsamı hem zamanı hem de kullanımı içermektedir. Blischke ve Murthy (1994), 1930 yılında üretilen yeni araçların 90 günlük tek boyutlu garanti politikası ile birlikte sunulduğunu; bununla birlikte, her türlü onarım veya değişim için, tüketicinin o zamanlarda üreticilerle doğrudan irtibat kurması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bugün, Avrupa pazarındaki birçok araç bir yıllık sınırsız kilometre ile garanti edilmektedir. Kuzey Amerika'da, hangisi önce gelirse, 3 yıl veya 36.000 mil (3/36.000 mil) içeren iki boyutlu garanti kapsamı daha yaygındır. Bazı üreticiler ise araçlarında 5 / 100.000 mil veya 7 / 70.000 mil garanti kapsamı sağlamaktadır. Görüldüğü gibi, garanti yalnızca bir üreticinin performansı için önemli bir ölçüm değil, aynı zamanda müşteriye cezbetmek için büyük promosyonlar olarak da kullanılabilir (Park, 2010:143).

2.8.3. Bakım İşlemlerinin Türüne Göre Garanti Politikaları

Genellikle, bir üretim sistemi kontrol içi durumdadır. Zaman geçtikçe üretim sistemi, yaş, kullanım, yorgunluk, korozyon ve / veya aşınma gibi durumların birikimi nedeniyle sürekli bozulabilmekte, sonunda herhangi bir bakım işlemi yapılmadıysa, üretim sistemi kontrol dışı durumuna geçebilmektedir. Kontrol dışı durumdayken, kusurlu üretim sistemi tarafından daha uygun olmayan ürünler üretilmektedir. Ürün bir garanti ile satıldığında, uygun olmayan bir ürünün arızalanma olasılığı daha yüksektir ve dolayısıyla daha fazla garanti maliyeti oluşmaktadır. Garanti maliyetini düşürmek için üretici, üretim sisteminin kontrol içi durumda kalma olasılığını artırmak amacıyla üretim süresini kısaltmaya çalışabilmektedir. Bununla birlikte, daha kısa bir üretim süresince daha fazla restorasyon maliyeti ve kurulum maliyeti ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla, optimum üretim süresinin nasıl belirleneceği üretici için kritik bir konudur (Chen, Lo ve Weng, 2017).

2.8.4. Kullanılmış/İkinci El Ürünler İçin Garanti

Yeni ürünler için garantiler büyük ilgi görmekte, çeşitli disiplinlerden araştırmacılar, garantilerin farklı yönleri ile birlikte çeşitli garanti politikaları üzerine çalışmalar yapmaktadırlar. Buna karşılık, ikinci el ürünler için garantiler çok az ilgi görmüştür. İkinci el ürünler için verilen garantiler, maliyet sınırları, hariç tutma, satış öncesi yükseltme ve benzeri özellikler içerebilmektedir. Bu, ürüne ve satıcının kararına bağlıdır. Garanti koşulları (örn. süre, özellikler vs.) üründen ürüne değişebilmekte ve ilgili ürünün durumuna bağlı olabilmektedir. Ayrıca alıcının bilgi ve pazarlık becerilerinden de etkilenebilmektedir.

Chattopadhyay ve Murthy'nin (2000) yapmış oldukları çalışma, ikinci el ürünler için uygulanacak bir garanti politikasının ortaya çıkaracağı maliyet analizi için bir model geliştiren ilk çalışmadır.

Kayıt defterlerinin ve kullanım kılavuzunun bulunması, ikinci el ürünlerin satışı ile ilgili sorunlardan bazılarıdır. Wogalter ve ark. (1998) kullanılmış (ikinci el veya yeniden satılmış) tüketici ürünleri (örn. araba, bilgisayar, çim biçme makinesi, bisiklet vb.) için kullanım kılavuzlarının bulunup bulunmadığını araştırmış; kullanılmış ürünlerle alakalı 39 profesyonel satıcıya (bayi) anket uygulayarak görüşlerine başvurmuşlardır. Sonuçlar, tüketicilerin ürün kullanım kılavuzunu ellerinde tutup daha sonraki alıcılara aktarma ihtimallerini artıracak yolların üreticiler tarafından ele alınması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, güvenlikle ilgili önemli bilgilerin son kullanıcılara ulaşmasını sağlamak için yedek kopyalar edinmenin uygun yollarının bulunması gerektiği ifade edilmiştir.

Murthy ve Chattopadhyay (1999) ikinci el ürünlerin garanti politikaları için taksonomi önermişler; bir sonraki çalışmalarında (Chattopadhyay ve Murthy, 2000) ikinci el ürünler için ücretsiz değişim garanti politikası (DG) ile satılan, tamir edilebilen ve edilemeyen ürünler için sistem ve bileşen düzeyinde modeller geliştirmişlerdir. Daha sonraki çalışmalarında ise (Chattopadhyay ve Murthy, 2001) belirli parçaların garanti harici tutulması, bireysel maliyet sınırı ve bireysel ve toplam maliyet sınırı ile alakalı modellemeler yapmışlar ve maliyet paylaşımı için garanti politikalarını incelemişlerdir.

Yeh ve Lo (2001) ise onarılabılır ürünler için optimum koruyucu bakım garanti politikasını modellemiş; Zuo ve ark. (2000) garanti kapsamındaki çok durumlu

bozulan ürünler için değişim-onarım politikası önermişlerdir. Chattopadhyay (2002), ikinci el ürünlerin satışıyla ilgili olarak garanti maliyeti için parametre tahmini üzerine çalışmalar yapmıştır (Rahman ve Chattopadhyay, 2015:43).

İkinci el ürünlerin farklı türdeki tek boyutlu garanti politikaları için Chattopadhyay (1999) bir sınıflandırma yapmıştır. İkinci el garanti politikaları, poliçelerin geri alım seçeneği sunup sunmadığına bağlı olarak iki gruba ayrılabilir. Geri alım seçeneklerinin bulunmadığı politikalar, satıcının satılan bir ürünü geri alma zorunluluğu olmadığını göstermektedir. Sonuç olarak, ikinci el ürünler için sunulan garantinin süresi, garanti politikasında belirtilen süreden sonra sona ermektedir. Ortaya çıkacak herhangi bir arıza, garanti süresi içinde garanti politikası şartlarına göre düzeltilmektedir.

Bu politikalar ayrıca iki alt gruba ayrılabilir:

A Grubu: Yenilenmeyen politikalar ve

B Grubu: Yenilenen politikalar.

Yenilenmeyen bir garanti kapsamında, garanti şartları garanti süresi boyunca değişmemektedir. Sonuç olarak, bir ürün garanti süresi içinde arızalanırsa, satıcı tarafından onarılmakta ve orijinal garanti koşullarında herhangi bir değişiklik yapılmadan alıcıya iade edilmektedir. Yenilenen garanti kapsamında ise, garanti koşulları değişebilmektedir. Örneğin arızadan sonra, ürün orijinal garanti koşullarıyla aynı veya onlardan farklı yeni bir garanti ile iade edilebilir.

Bunların her biri ayrıca iki alt gruba ayrılabilir:

Grup A1 (B1): Basit politikalar ve

Grup A2 (B2): Birleşik politikalar.

Satın alma seçeneği kapsamında, alıcı satın alınan ürünü garanti süresi içinde herhangi bir zamanda iade ederek parasal bir geri ödeme alabilmekte (satış fiyatının tamamını veya bir kısmını) ve bu durumda garanti sona ermektedir. Bu politikalar C Grubu altında gruplandırılabilir. Garantinin sona ermesinden önceki tüm arızalar garanti koşullarına göre giderilmektedir (Rahman ve Chattopadhyay, 2015:45).

İkinci el ürünlerin garantisi ile alakalı Türkiye’de 2014 yılında Tüketici Koruma Kanununda bazı değişiklikler yapılarak satıcılara yeni yükümlülükler getirilmiştir. Belirtilen değişiklik çerçevesinde satılan her çeşit ikinci el ürünlere bir (1) yıl garanti verme şartı getirilmiştir.

2.8.5. Uzatılmış/Genişletilmiş Garanti ve Yenilenen (Uzatılan) ve Yenilenmeyen (Uzatılmayan) Garantiler

Normal garanti kapsamı, bir üretici tarafından sağlanan orijinal garanti kapsamıdır ve bu süreçte ortaya çıkacak maliyetler ürünün satış fiyatına dâhil edildiğinden, bu kapsam dâhilinde tüketiciden hiçbir ek ücret alınmamaktadır. Ancak üreticiler müşterilere, normal garanti kapsamının sona ermesinden sonra yürürlüğe giren uzatılmış garanti satın alma seçeneği de sunabilmektedir. Uzatılmış garanti isteğe bağlı bir garantidir ve satış sürecine bağlı değildir. Bu nedenle alıcıların uzatılmış/genişletilmiş garantiyi satın alabilmeleri için ekstra bir ücret ödemeleri gerekmektedir. Normal veya uzatılmış garanti kapsamından hangisi olursa olsun, bazı bölgelerde üreticilerin belirli bir takım ürünler için alt sistemler veya bazı parçalar üzerinde belirlenmiş asgari bir garanti sağlamaları zorunlu kılınabilmektedir. Örneğin, California'da satılan otomobiller için bir araçtaki emisyon kontrol sistemlerinin bazı parçaları 7 / 70.000 mil garantiyle satılmak zorundadır (Rai ve Singh, 2009).

Garanti politikaları, kapsama dönemlerine göre yenilenen ve yenilenmeyen olarak ikiye ayrılabilir. Belli bir garanti süresine sahip olan düzenli yenilenebilir bir politika için, bir ürün garanti süresi içinde arızalandığında, müşteri garanti sözleşmesinin koşullarına göre tazmin edilmekte (sorun karşılanarak telafi edilir) ve garanti politikası başka bir süre için yenilenmektedir. Yenilenen garantide, garanti süresi w sabit değildir. Arıza olması durumunda, ürün onarıldıktan sonra yeni bir garanti ile iade edilmekte, bu yeni garantinin şartları orijinaliyle aynı veya farklı olabilmektedir. Yenilenen garanti politikasının aksine, garanti süresi yenilenmeyen garantide, ürün garanti süresi genellikle satın alma tarihinden başlamak üzere sabitlenmektedir. Ürün bu süre zarfında arızalanırsa üretici tarafından değiştirilmekte veya onarılmaktadır ancak bu düzeltme işlemi garanti süresini değiştirmemektedir. Yani, ürün t yaşındayken arızalanırsa, kalan garanti süresi $w-t$ zaman birimi şeklinde olmaktadır (Samatlı, 2006).

Piyasadaki garantilerin çoğu, garanti süresi ile aynı olan ve rastgele olmayan garanti döngüsü bakımından yenilenmeyen (uzatılmayan) garantiye sahiptir ancak satış sonrası garanti süresi geçer geçmez garanti yükümlülüğü sona erdirileceği için önceden belirlenmektedir (Park, 2010:5). Sonuç olarak, satış noktasından başlayan ve

garanti son kullanma tarihiyle biten bir garanti döngüsü, değeri garanti süresine, garanti kapsamındaki toplam arıza sayısına ve gerçek arızanın meydana gelme zamanına bağlı olan rastgele bir değişkendir.

2.8.6. Ömür Boyu ya da Uzun Vadeli Garanti

Uzun vadeli garanti politikaları ve hizmet sözleşmeleri, arızaların modellenmesi ve analizi, bu tür politikaların beklenen servis maliyetleri ve bu politikalar ile üreticilere ve alıcılara yönelik risklerin araştırılması üretici ve tüketici açısından önemli bir husustur.

Gün geçtikçe artan yeni teknolojilerle ilgili yüksek servis maliyetleri ve müşterilerin daha uzun güvenli çalışma süresi talep etmeleri nedeniyle ortaya çıkan pazar rekabetinde ürün / mal güvenilirliği giderek daha da önem kazanmaktadır (Rahman ve Chattopadhyay, 2015). Ürün güvenilirliği, başarılı çalışma, güvenilebilirlik veya başarısızlık olmaması anlamına gelen performans kavramlarını karşılamaktadır (Blischke ve Murthy 2000). Bir ürün veya sistem çevredeki çevresel ve çalışma koşullarına bağlı olarak belirli nominal gerilmeleri giderecek şekilde tasarlanmıştır. Ancak başarısızlık ya da arıza, bir sistemin ömrü boyunca karşı karşıya kalması muhtemel bir gerçektir.

Müşterilere ömür boyu garanti veya daha uzun vadeli bir hizmet sözleşmesi sunularak garanti süresi boyunca ürün ile alakalı taleplerin yerine getirilmesi, üreticilere ek maliyetler getirmektedir. Bu maliyetler ister istemez daha sonra ürünün satış fiyatına veya satış sonrası hizmet fiyatlarına yansıtılmaktadır. Üretici veya servis sağlayıcısının bakış açısından, ömür boyu garanti / uzun vadeli hizmet sözleşmesinin yönetimi, kârlılığı büyük ölçüde etkileyebileceği için önemlidir. Bu tür politikaları sunarken, üretici veya servis sağlayıcı üç ana problemle karşı karşıya kalmaktadır (Rahman, 2007:22):

1) Garantinin gerçek anlamda korunma amaçlı mı yoksa promosyon amaçlı mı sunulduğuna, ürünün türüne ve garantinin amacına bağlı olarak garanti süresi hakkındaki kararları,

2) Garanti süresine, teminat süresine, ürün güvenilirliğine ve düzeltme faaliyetlerinin türüne (yeni ya da kullanılmış ikinci el ürünler için geri değişim, kapsamlı onarım ya da minimum onarım gibi) ya da geri ödeme politikalarına bağlı olarak garanti / hizmet talepleri nedeniyle harcamaların tahmini (tam veya parça olarak geri ödeme/para iadesi) ve ilgili maliyetlerin tespiti,

3) Daha iyi hizmet stratejileri kullanarak veya tasarım, üretim ve işletme aşamalarında ürün güvenilirliğini artırarak bu maliyetlerin azaltılması.

Garanti çalışması hem üreticiler hem de tüketiciler için önemlidir. Bu nedenle kısa vadeli veya sabit dönemli politikalarla ilgili garanti politikaları ve maliyet modelleri analizi hem üretici hem de tüketiciler açısından çok dikkat çekmektedir. Buna karşın, uzun vadeli garanti politikaları ve hizmet sözleşmeleri hakkında çok çalışma olmadığı görülmektedir. Kapsam periyodunun belirsizlikleri, daha uzun vadede başarısızlıklar, kalite verisinin uzun vadede edinilmesi ve bu süre boyunca maliyet belirsizliği gibi nedenlerden dolayı bu politikalar için maliyet modelleri geliştirmede karmaşıklıklar bulunmaktadır. Aynı zamanda, alıcılar / mal sahipleri, ömür boyu garanti politikalarıyla satılan ürünlerin satın alınması ile fayda sağlayacakları konusunda tam emin olamamaktadırlar (Rahman ve Chattopadhyay, 2015).

Ömür boyu garanti ve uzun vadeli hizmet sözleşmesi kavramları araştırmacıların dikkatini çekmesine rağmen, modelleme politikaları, arıza tahminleri ve ömür boyu garanti sunumu için beklenen maliyetlerin tahmini ve uzun vadeli hizmet sözleşmeleri konusunda araştırmalar çok sınırlıdır. Literatür çalışmaları, şu ana kadar ürün hataları, garanti ve güvenilirlik ile ilgili çeşitli konularda önemli miktarda araştırma yapıldığını göstermektedir. Halen ömür boyu garanti politikaları ve uzun vadeli servis sözleşmeleri, elden geçirme veya büyük/kapsamlı onarım gibi çeşitli servis stratejilerinin garanti maliyeti, çok boyutlu servis sözleşmeleri ve üreticinin ve alıcının risk tercihleri üzerindeki etkisi hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır.

Ürünün kullanım ömrünü (ürünlerin teknik, teknolojik ve ticari ömrü) ölçmedeki belirsizlikler nedeniyle, ömür boyu garanti politikaları ve uzun vadeli hizmet sözleşmeleri ve bu politikalar için maliyet modelleri geliştirmede

karmaşıklıklar bulunmaktadır. Daha uzun sözleşme sürelerinde kullanım ve bakım kararlarındaki belirsizlikler, daha uzun vadede maliyetlerin tahmin edilmesi, modelleme ve analiz için kalite verilerinin gerekliliği gibi nedenler bu karmaşıklığı daha da ileri boyuta taşımaktadır. Bu nedenle, “ömür boyu garantiler”i tanımlamaya; ömür boyu garanti ve uzun vadeli hizmet sözleşmeleri için yeni politikaları formüle etmeye ve bu politikalarla ilişkili arızaları ve beklenen maliyetleri tahmin etmeye yönelik modeller geliştirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu modeller hem üretici / servis sağlayıcı hem de alıcı / kullanıcı bakımından ürünün ömür seyriindeki belirsizlik, maliyet belirsizliği, ürünün ömür seyriindeki veya kapsama süresindeki hataları gidermek için düzeltici bakımı içeren servis stratejileri, özellikle hizmet sözleşmeleri için planlı veya önleyici bakım ve bu tür politikalarla ilgili riskler... gibi ilgili hususları dikkate almalıdır. (Rahman, 2007:22).

2.9. Satış Sonrası Hizmetler

Ürün pazarındaki zorlu rekabet nedeniyle ürünlerin güvenilirliği gittikçe önem kazanmaktadır. Güvenilirliği sağlamanın etkili yolları, tasarım, imalat ve satış sonrası hizmetleri göz önünde bulundurmadır. Ürünün satış sonrası hizmeti yoluyla güvenilirliği bildirmenin bir yolu daha iyi garanti koşulları sunmaktır. Üretici / satıcı tarafından verilen garanti süresi, 20. yüzyılın başından bu yana gittikçe artmaktadır. Halen, ömür boyu garanti, genişletilmiş garanti, kullanılmış 2. el ürünler için garanti ve hizmet sözleşmeleri ile performansa dayalı bakım sözleşmeleri politikaları şeklinde uzun vadeli garanti politikaları ile çok sayıda ürün satılmaktadır. Bu tür garantiler, daha güvenilir bir hizmet ömrü, müşterilerin kalitesizliğe karşı korunması ve ürünlerin ömrü boyunca oluşabilecek yüksek başarısızlık maliyetleri için güvence sağladığı için giderek daha popüler hale gelmektedir. Bu garantiler için cazip politikaların ve maliyet modellerinin oluşturulması, üretici / servis acenteleri için satış / sözleşme fiyatına gelecek maliyetleri tahmin etmeleri açısından önemlidir (Rahman ve Chattopadhyay, 2015).

Hatalı tasarım, kötü işçilik, kullanım biçimi, zamanla artan ürün yaşı veya operasyonel ve çevresel etkilerin tasarlanan seviyenin üzerine çıkması nedeniyle arızalar veya bozulmalar meydana gelebilmektedir. Tüm başarısızlıklardan tamamen kaçınmak imkânsız olduğundan dolayı üretici / servis acenteleri, garanti ve servis

sözleşmesi yoluyla satış sonrası servis hizmeti sağlayarak bu tür arızaların etkilerini önleyebilmekte veya en aza indirebilmektedirler (Rahman, 2007:19).

Hızlı teknolojik ilerleme ve müşteri talepleri nedeniyle, endüstriyel / ticari ürünler ve dayanıklı tüketim malları giderek artan bir hızla pazarda ortaya çıkmaktadır. Teknolojik gelişmelere ek olarak, ürünlerdeki sürekli yenilik ve daha fazla karmaşıklık, müşterinin bilgi, uzmanlık veya deneyim eksikliği nedeniyle ürün performansını değerlendirme yeteneğini azaltmaktadır. Sonuç olarak, üreticiler satış sonrası hizmet süresinin uzatılması noktasında baskı altındadırlar. Bu nedenle, genişletilmiş garantiler, kullanılmış ikinci el ürünler için verilen garantiler, uzun vadeli servis sözleşmeleri veya ömür boyu garanti politikaları olarak bilinen farklı formatlardaki uzun vadeli garanti politikalarıyla artık çok sayıda ürün satılmaktadır. Ömür boyu garanti ve uzun vadeli hizmet sözleşmeleri, tüketicilere güvenilir hizmet sundukları ve ürün / malın ömrü boyunca müşteri rahatlığı için daha fazla güvence sağladıkları için popüler hale gelmektedir. Ömür boyu garanti pazarı son beş yılda büyümüş olsa da, bu garantilerin gerçek değeri konusunda endişeler vardır. İngiltere hükümeti tarafından kurulan bir soruşturma komisyonu, ömür boyu garanti fiyatlarının genellikle beklenen maliyetlerden çok daha yüksek olduğunu bildirmektedir (Kumar ve Chattopadhyay, 2004).

III. BÖLÜM

3. İSTATİSTİKSEL TERİMLER

3.1. Parametre

Parametre kelimesi ilk olarak 1914’de E. Czuber tarafından ve daha sonra da İngiliz bir istatistikçi, biyolog ve genetikçi olan Ronald A. Fisherin, 1922’de yayınladığı “Teorik İstatistiğin Matematiksel Temelleri” isimli kitabında kullanılmıştır (<https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/>).

İstatistiklerdeki parametreler, herhangi bir istatistiksel analizin önemli bir bileşenidir. Basit bir deyişle, bir parametre verilen bir popülasyonu veya bunun bir kısmını karakterize eden herhangi bir sayısal miktardır. Bu, parametrenin tüm popülasyon hakkında bir şeyler söylediği, önemli bilgiler verdiği anlamına gelmektedir (Kalla, 2011).

3.1.1. Yaygın Olarak Kullanılan Parametreler

En yaygın istatistik parametreleri, merkezi eğilim ölçüleridir. Bunlar verilerin ortalama olarak nasıl davrandığını anlatmaktadır. Örneğin, ortalama, medyan ve mod verilerin nerede yoğunlaştığı hakkında fikir veren merkezi eğilim ölçüleridir. Standart sapma, verinin merkezi eğilimden nasıl yayıldığını, yani dağılımın geniş mi yoksa dar mı olduğunu gösterir. Bu tür parametreler analizlerde genellikle çok faydalıdır.

Aynı parametre üzerine inşa edilmiş birçok farklı istatistiksel veri ve modeller olabilmektedir. Çok basit bir örnek verilecek olunursa, aynı ortalamaya sahip veri kümeleri göz önünde bulundurulursa bu şekilde aynı ortalamaya sahip sonsuz sayıda veri dağıtımı oluşturulabilmektedir. Örneğin, 35, 37, 39, 41, 43 veri setinin ortalaması

39; 1, 39, 77 veri setinininki de 39'dur. Aynı ortalama, parametresi farklı dağılımlara yol açabilmektedir.

Yukarıdakiler çok basit bir örnektir, ancak istatistikte bir parametre kavramı, doğada meydana gelen farklı dağılımları incelerken daha fazla önem kazanmaktadır. En iyi bilinen örnek, insan davranışından evrenle ilgili çalışmalara kadar her türlü analizde meydana gelen normal dağılımdır. Bu dikkat çekici çeşitlilik çok sayıda istatistiksel analiz için bir köşe taşı oluşturmaktadır.

Mesela normal dağılımda, bir dağılımı karakterize edebilen ortalama ve standart sapma şeklinde iki parametre vardır. Bu iki parametrenin değiştirilmesiyle farklı türde normal dağılımlar elde edilebilmektedir (Kalla, 2011).

3.1.2. Değişken ile Parametre Arasındaki Fark

Değişkenler parametre değildir. Bir araştırmacı olarak, istatistikteki değişkenleri ve parametreleri ayırt etmek önemlidir. Adından da anlaşılacağı gibi değişkenler, deneyci tarafından değiştirilebilecek miktarlardır.

Örneğin, belirli bir problem için çalışılacak vaka sayısı değişkendir. Bu nedenle, bir araştırmacı çeşitli istatistiksel gereksinimlere bağlı olarak 100 veya 150 kişilik bir popülasyon seçebilmekte ve bu bir değişken olarak sayılmaktadır.

Bir parametre ise hiçbir zaman değişmemektedir, çünkü herkes (veya her şey) bu parametrenin bulunması için araştırılmaktadır. Konuya bir örnek verilecek olursa, bir sınıftaki herkesin ortalama yaşlarının ne olduğuyla ilgilenilsin. Bu amaçla herkese yaş sorulsun ve yaş ortalamalarının 15 olduğu görülsün. Sınıftaki herkese sorulduğu için bu bir parametredir. Ancak sınıfın tamamına değil de bir kısmına yaşları sorulup ortalamaları 15 elde edilmiş olsaydı bu bir istatistik olurdu. Parametrede sınıfın tamamına sorulduğu için sınıf ortalaması sabittir değişmez ancak istatistikte sınıftaki bazı öğrencilere sorulduğu için sabit değildir sınıftan seçilecek başka örneklem için ortalama değişebilmektedir. Mesela sınıfın tamamına sorularak elde edilen yaş ortalaması baz alınarak aynı seviyedeki diğer sınıfların veya tüm okulun veya ülke genelindeki aynı sınıf seviyesinde okuyan öğrencilerin yaş ortalaması tahmin edilmeye çalışılırsa, yapılan bu işlem de yine istatistiktir. Çünkü herkese sorulmadığı için

yapılan tahminin doğruluğundan her ne olursa olsun, tahmin gerçek değere çok yakın da olsa emin olunamayacaktır.

Öte yandan, bir parametre değişkenden ve araştırmaya alınan vaka sayısından bağımsız olmaktadır. Aslında, parametreler çalışılan toplam vaka sayısına bakılmaksızın dağılımı sabitlemektedir.

Farklı istatistiksel çalışmalar, verilerin karakterizasyonu için farklı parametreler gerektirmektedir. Birçok basit durumda, araştırma için ortalama ya da medyanın kullanılması verilerin çok iyi bir göstergesi olabilmektedir. Örneğin, bir profesör öğrencilerin sınavdaki performansını belirlemek isterse, medyan puan bunun çok iyi bir göstergesidir (<https://explorable.com/parameters-and-statistics>).

3.1.3. İstatistikte Parametre için Kullanılan Notasyonlar

İstatistiksel analiz, yorum ve her türlü işlemlerde parametreler genellikle Yunan harfleri (örneğin σ) veya büyük harfler (örneğin P) kullanılarak temsil edilmekte, istatistikler ise küçük harfler kullanılarak (örneğin p) ifade edilmektedir. Çoğu durumda eğer küçük harf görülürse bunun bir istatistik olduğu parametre olmadığı ifade edilirse yanlış olmaz. Aynı harfler kullanılıyorsa da harflerin büyük ya da küçük kullanımıyla ayırım yapılabilmektedir.

3.2. Bayesçi Yaklaşım ve Bayes Teoremi

İstatistikler, sayısal bilgilerin toplanması, sınıflandırılması, özetlenmesi, düzenlenmesi, analiz edilmesi ve yorumlanmasını içeren bir veri bilimidir (McClave ve Sincich, 2000). Frekansçı ve Bayesçi istatistiksel yaklaşımlar arasındaki farklılıkları ve zamanla nasıl geliştiklerini daha iyi anlamak için, istatistiklerin gelişiminin kısa bir geçmişine göz atmakta fayda vardır. İstatistiksel metodolojilerin en eski kullanımları 17. yüzyılın ortalarında Petty ve Graunt tarafından gerçekleştirilen demografik çalışmaları içermektedir. Pascal, 17. yüzyılın ortalarında olasılık matematiğini tanıtırken, Bernoulli ve DeMoivre 1700'lerin başında, hata kanunu gibi bileşenleri de içeren istatistik bilimine katkıda bulunmuştur (DeMoivre). Daha sonra 1763 te Thomas Bayes, karar vermeyi geliştirmek ve varsayılan Bayes Teoremini iyileştirmek için mümkün olduğunca çok veriyi bir araya getirme görüşünü içeren bir

makale yazmıştır. Ölümünden 20 yıl sonra yayımlanan Bayes'in orijinal makalesi ve meslektaşlarının daha sonraki çalışmaları, şimdi “Bayes İstatistikleri” olarak adlandırılan çalışmaların temelini oluşturmaktadır. Bayes Teoremi, uygulamada kullanılırken ortaya çıkan hesaplama güçlükleri nedeniyle, temel olarak gelişmemiş ve yakın zamana kadar kullanılmamıştır. Bayes metodolojilerinin geliştirilme ve benimsenme eksikliğinin bir diğer temel nedeni, Bayes teoreminin gerektirdiği şekilde, önceki verilerin analize dâhil edilmesidir. Ancak daha hızlı işlem yapma imkânı sunan bilgisayarların ve daha sonraki yazılım programlarının ortaya çıkışı, Bayes Teoreminin rahat kullanımını mümkün kılmıştır. Bununla birlikte, Bayesçi yöntemler, analizleri gerçekleştirmek için yeterli hız ve depolama kapasitesine sahip bilgisayarlardaki ilerleme nedeniyle son zamanlarda daha da geliştirilmiştir (Blizzard, 2005).

Bayesçi yaklaşım ve Bayes istatistiğinin temelinde Bayes olasılığı bulunmaktadır. Önceki bir takım bilgilere dayanarak (önsel olasılık bilgileri) belirlenen olasılıklarla kuramsal olarak ortaya konulan bir nicelik şeklinde tanımlanabilmektedir. Bu anlamda Bayesçi yaklaşım, istatistiksel çıkarım sürecini yönlendirmek için bir popülasyon parametresi hakkında önceki bilgileri (önsel bilgi) bir örnekte yer alan bilgilerle birleştirmeyi sağlayan alternatifler sunmaktadır. Öncelikle ilgilenilen bir parametre için önsel (prior) bir olasılık dağılımı belirtilmektedir. Örnek bilgiler daha sonra, parametre için Bayes teoreminin bir uygulamasıyla geliştirilen sonsal (posterior) olasılık dağılımı yardımıyla elde edilmekte ve birleştirilmektedir. Posterior dağılım, parametreye ilişkin istatistiksel çıkarımlar için temel sağlamaktadır.

Bayes yöntemlerinin biraz tartışmalı anahtar bir özelliği, bir popülasyon parametresi için olasılık dağılımı kavramıdır. Klasik istatistiklere göre, parametreler sabittir ve rastgele değişkenler olarak gösterilememektedir. Bayes yaklaşımı savunucuları, eğer bir parametrenin değeri bilinmiyorsa, parametre için muhtemel değerleri ve olasılıklarını açıklayan bir olasılık dağılımının belirtilmesinin mantıklı olduğunu savunmaktadırlar. Bayesçi yaklaşım, önsel bir dağılımın belirlenmesinde nesnel verilerin veya öznel görüşlerin kullanılmasına izin vermekte, farklı bireyler farklı önsel dağılımları belirtebilmektedirler. Klasik istatistikçiler bu nedenle Bayesian

yöntemlerinin nesnellik eksikliğinden muzdarip olduklarını ifade etmektedirler. Bayes yöntemi savunucuları, klasik istatistiksel çıkarım yöntemlerinin yerleşik öznellik (örnekleme planı seçimi yoluyla) bir özelliğe sahip olduğunu ve Bayesci yaklaşımın avantajının özniteliğin açık olduğunu öne sürmektedirler (<https://www.britannica.com/science/Bayesian-analysis>).

Bayesian yöntemleri, istatistiksel karar teorisinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda, Bayes teoremi, doğa durumları hakkında gözden geçirilmiş (sonsal) bir olasılık dağılımı elde etmek amacıyla oluşturulan doğa durumlarına ilişkin önsel bir olasılık dağılımını, örnekleme bilgileriyle birleştirmek için bir mekanizma sağlamaktadır. Elde edilen bu sonsal (posterior) olasılıklar daha iyi kararlar vermek için kullanılmaktadır (<https://www.britannica.com/science/Bayesian-analysis>).

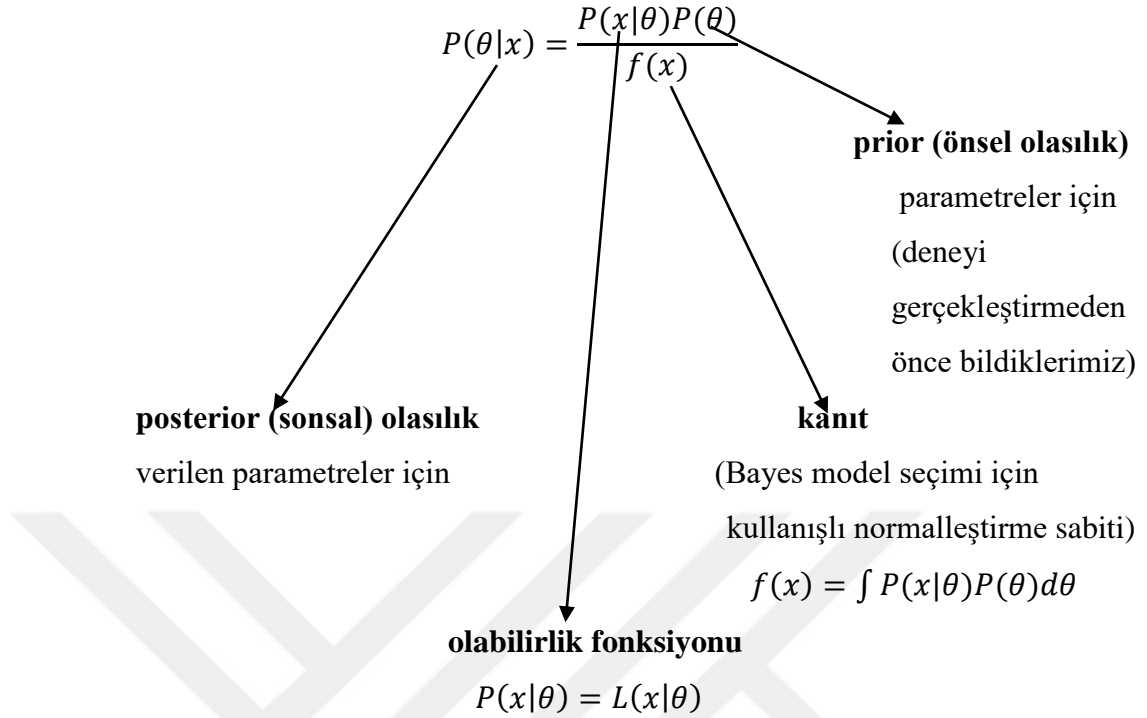
Herhangi bir istatistiksel analiz için, tahmin yöntemleri, güvenilir bölgelerin nasıl oluşturulacağı ve hipotezlerin nasıl değerlendirileceği belirlenmelidir. Bayes çerçevesinde, ilgili parametreye ilişkin tüm olasılıklar, arka plana dayanmaktadır. İstatistiksel çıkarım işlemlerinde, Bayesçi yaklaşım yardımıyla θ gibi bir parametre hakkında ön bilgi verilerek parametre tahmini, koşullu olasılık ilkesiyle bilinmeyen parametreler hakkında olasılık hesaplamaları yapılabilmektedir (Cao, 2010).

Eğer gözlenen değişken x , prior (önsel) dağılım parametresi de θ ise örneklemin yoğunluk fonksiyonu $P(x|\theta)$ şeklinde ve prior (önsel) dağılımın yoğunluk fonksiyonu da $P(\theta)$ veya $\pi(\theta)$ şeklinde ifade edilir. Gözlenen örneklemin ortak dağılımı için yoğunluk fonksiyonu

$f(x, \theta) = P(x|\theta)P(\theta)$ şeklinde ve x 'in marjinal olasılık yoğunluk fonksiyonu da $f(x) = \int P(x|\theta)P(\theta)d\theta$ şeklinde hesaplanır. Bayesçi prensib temelinde ise, θ parametrelili posterior (sonsal) dağılım

$$P(\theta|x) = f(x, \theta)/f(x) \text{ şeklinde ifade edilir (Cheng ve ark. 2019:622).}$$

Şekil 3.2.1. Bayes Teoremi



Koşullu olasılık ilkesi, sonsal (posterior) dağılım $p(\theta|x)$ 'in θ ile ilgili mevcut bilgi durumunu özetlemektedir. Burada;

$P(\theta)$: Prior (önsel) olasılık.

$P(x|\theta)$: Eski ismi “doğrudan olasılık”: Verilmiş bir hipotez için koşullu olayların (yani, gözlemlenen verinin) olasılığını verir (yani bilinen θ parametreleri olan bir model).

$L(\theta)=P(x|\theta)$: Modern ismi “olabilirlik fonksiyonu” veya basitçe “olabilirlik”: Gözlemlenen verilerin, bilinmeyen model parametrelerinin bir fonksiyonu olarak gözlemlenebilme ihtimalini nicelendirir (model parametrelerinin olasılığını sıralamak için kullanılabilir ancak θ için bir olasılık yoğunluğu değildir).

$P(\theta|x)$: Eski ismi “ters olasılık”; modern ismi “posterior (sonsal) olasılık”: Gözlemlenen olaylardan ve bir modelden başlayarak, gözlemlenen verileri (yani bilinmeyen model parametrelerini) açıklayabilecek hipotezlerin olasılığını verir (Porciani, 2010).

3.3. Prior (Önsel) Olasılık

Bir problemin çözümünde bayesçi yaklaşım kullanılacaksa bayes yönteminde prior (önsel) dağılımın belirlenmesi oldukça önemlidir. Prior (önsel) dağılım Bayes çıkarımının kilit bir parçasıdır ve bilinmeyen bir θ parametresini içeren; yeni verilerin olasılık dağılımı ile birleştirilerek elde edilen ve ileriki çıkarımlarda kullanılan posterior (sonsal) dağılım için θ parametresi hakkındaki bilgiyi temsil etmektedir.

Prior (önsel) dağılımın kurulmasında kilit konular şunlardır (Gelman, 2002:1634):

- Prior (önsel) dağılımda hangi bilgilerin yer alacağı,
- Elde edilen posterior (sonsal) dağılımın özellikleri.

Eğer örneklem büyüklüğü küçükse veya mevcut veriler ilgilenilen parametreler hakkında sadece dolaylı bilgi sağlıyorsa, prior (önsel) dağılım daha önemli hale gelmektedir. Bununla birlikte, çoğu durumda, modeller hiyerarşik olarak kurulabilmekte, böylece parametre kümeleri prior (önsel) dağılımları paylaşmaktadır, bu da verilerden tahmin edilebilmektedir (Gelman, 2002:1634).

3.4. Posterior (Sonsal) Olasılık

Saha araştırması yapılırken beklenenden daha az bilgiye sahip olduğunda, geçmişe dayalı bilgileri kullandığı için posterior (sonsal) dağılımın kullanılması güvenilir ve yüksek doğrulukta sonuçların elde edilmesini sağlayabilmektedir. Posterior (sonsal) dağılım kayda geçmiş (daha önce kullanılmış) bir θ bilgisini, popülasyonu ve prior (önsel) bilgileri içerdiği için işe yaramayan alakasız bilgileri ortadan kaldırmaktadır.

Klasik istatistiksel yöntemlerle posterior dağılım elde edilememektedir. Bu nedenle, bilgi teorisinden, θ parametresinin istatistiksel çıkarımı için Bayesian prensibine dayalı posterior (sonsal) dağılımın kullanılması daha makul ve etkilidir (Cheng ve ark. 2019:623).

İyi tanımlanmış parametreler ve geniş örneklem büyüklükleriyle, uygun bir prior (önsel) dağılımın seçilmesi, posterior (sonsal) çıkarımlar üzerinde küçük etkilere

neden olmaktadır. “İyi tanımlanmış” ve “büyük” örneklem boyutunun bu tanımı aykırı görünebilir, ancak pratikte prior (önsel) dağılımlara bağımlılığı duyarlılık analizi ile kontrol edilebilmektedir: farklı türlerde uygun prior (önsel) dağılımlarının seçilmesiyle (aynı şekilde veriler için farklı türlerde uygun olasılık modellerinin seçilmesiyle) posterior çıkarımları kıyaslanabilmektedir.

3.5. Klasik (Frekansçı) Yaklaşım İle Bayesci Yaklaşım Arasındaki Farklar

Son yıllarda Bayesci yaklaşım, klinik deneylerde, eğitim ve psikolojideki araştırmalarda ve karar analizlerinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bununla birlikte, bazı istatistikçiler bunu göreceli frekansa dayalı klasik teoriye hala ilginç bir alternatif olarak görmektedirler. Bu frekansçılar (klasikçiler), prior (önsel) dağılımların kullanımının geleneksel istatistik hesaplamalarının nesnel bakış açısını ihlal ettiğini savunmaktadırlar. İlginç bir şekilde, prior (önsel) uygulamanın özelliği, Bayesci yaklaşımın frekansçı (klasik) yaklaşımdan üstün olmasının ayrıca bir nedenidir (Lin, 2013).

Bayes yöntemlerinin benimsenmesiyle ilgili temel sınırlamalardan biri algılanan öznelliğidir. Frekansçılar (klasikçiler) uzun yıllar boyunca kendi yöntemlerinin nesnel (objektif) olduğunu ve Bayes yöntemlerinin öznel (sübjektif) olduğunu tartışmışlardır. Frekansçıların Bayesci yaklaşımı eleştirdikleri bu öznellikler iki düzeyde gerçekleşmektedir. Birincisi, Bayes yaklaşımı, ilgili konuyu araştıran bir gözlemcinin kişisel inanç derecesi açısından olasılığı tanımlamakta ve sonuçlara bu çerçevede yaklaşmaktadır. Dolayısıyla, birden fazla gözlemcinin olduğu örnek için, her gözlemci, aynı olay için farklı bir sayı veya oluşma olasılığı atayabilmektedir. Ortaya çıkan bu olasılık farklılıkları, gözlemsel ilgi, felsefe, eğitim, öğretim ve perspektif gibi farklılıklardan kaynaklanmakta ve farklı deneyim düzeylerine bağlı olabilmektedir. Bu durum, nispeten az sayıda gözlemci olduğunda veya analizde kullanılan gözlemci sayısı aykırı değer ise ya da diğer gözlemcilerden ortalama olarak önemli derecede değişiklik gösterirse, bir analizde potansiyel olarak önemli farklılıklara neden olabilir. İkincisi, analist seviyesinde farklılıklar olabilir. Bir analist önsel (prior) dağılımları kullandığında veya önsel (prior) dağılımlara ağırlık verdiğinde ortaya sorunlar çıkabilir (Blizzard, 2005).

Frekansçı (klasikçi) yaklaşımda, istatistiksel modeldeki bilinmeyen parametrelerin sabit olduğu ancak niceliklerinin/miktarlarının/büyükliklerinin bilinmediği kabul edilmekte iken Bayes yaklaşımında ise bilinmeyen parametreler, rastgele değişkenler olarak görülmektedir. Farklı bir şekilde ifade edilecek olursa, frekansçı yaklaşımda anlamlılık testi yapılırken, parametreler θ değerine sabitlenmekte ve X verilerinin gözlemlenme olasılığı belirlenmektedir. Oysaki Bayesçi yaklaşımda, gözlemlenen X verileri göz önüne alınarak, θ değerine sahip parametrelerin olasılığı belirlenir. Özetle, bilinmeyen parametreler frekansçı yaklaşımda sabit kabul edilirken, bayesçi yaklaşımda rassal değişken olarak kabul edilir (Blizzard, 2005).

3.6. Üstel Dağılım

Üstel dağılım, yaygın olarak kullanılan sürekli dağılımlardan biridir. Weibull dağılımının özel bir durumudur ve genellikle olaylar arasında geçen süreyi modellemek amacıyla ömür testlerinde kullanılır (Johnson ve ark., 1994).

Weibull Dağılımı (Deaves ve Lines, 1997):

(k, θ) , 2 parametrelili weibull dağılımının o.y.f.'nu:

$$f(x|k, \theta) = \frac{k}{\theta} \left(\frac{x}{\theta}\right)^{k-1} \exp\left\{-\left(\frac{x}{\theta}\right)^k\right\}, \quad x, k, \theta > 0$$

(k, θ) ; θ ise ölçek parametresidir

$(k = 3,4$ ve $\theta = \theta)$ olduğunda weibull \rightarrow normal dağılım

$(k = 1$ ve $\theta = \theta)$ olduğunda weibull \rightarrow θ parametrelili üstel dağılım

$(k = 2$ ve $\theta = \sqrt{2}\theta)$ olduğunda weibull \rightarrow θ parametrelili rayleigh dağılımı olur.

Üstel dağılım sabit ortalama değişme haddinde ortaya çıkan bağımsız olaylar arasındaki zaman aralığını modelleştirirken doğal olarak ortaya çıkar (http://www.wikiwand.com/tr/Üstel_dağılım). Üstel dağılım tek parametrelili olduğu

için Weibull'a göre daha az esnektir; ancak parametrelerin hesaplanması daha kolaydır.

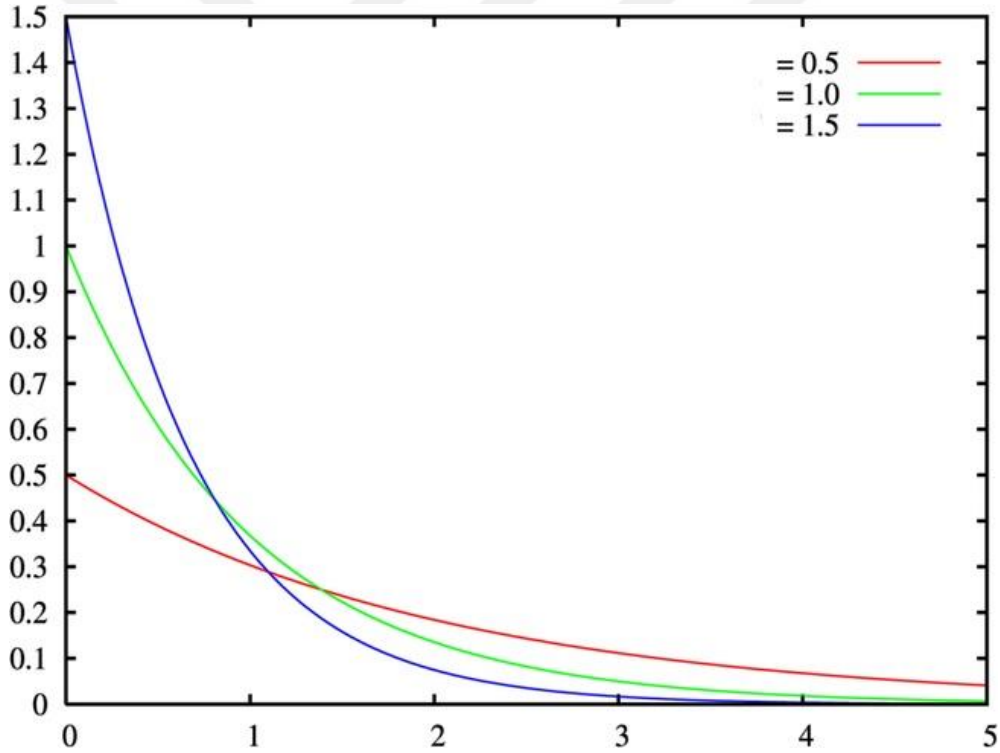
X , sürekli bir rasgele değişken olmak üzere θ parametrelili ($\theta > 0$) bir üstel dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu (o.y.f.);

$$f(x|\theta) = \theta \exp\{-x\theta\}, \quad x > 0 \text{ şeklinde,}$$

kümülatif olasılık dağılım fonksiyonu ise;

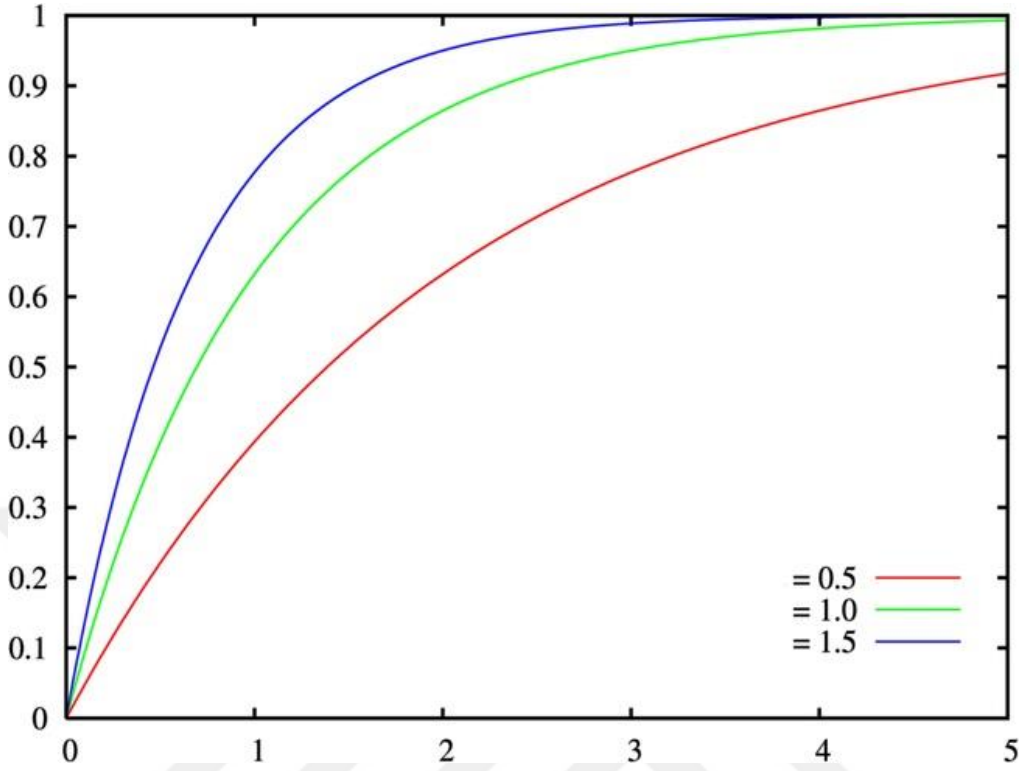
$$F(x|\theta) = \int_0^x \theta \exp\{-x\theta\} = 1 - \exp\{-x\theta\} \text{ şeklindedir.}$$

Şekil 3.6.1. Üstel Dağılımının Farklı θ Parametreleri Altındaki Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



(Kaynak: http://www.wikiwand.com/tr/Üstel_dağılımı)

Şekil 3.6.2. Üstel Dağılımının Farklı θ Parametreleri Altındaki Dağılım Fonksiyonu



(Kaynak: http://www.wikiwand.com/tr/Üstel_dağılımı)

Beklenen değeri ve varyansı;

$$E(X) = \int_0^{\infty} x\theta \exp\{-x\theta\} dx = \frac{1}{\theta}$$

$$E(X^2) = \int_0^{\infty} x^2\theta \exp\{-x\theta\} dx = \frac{2}{\theta^2}$$

$$\text{Var}(X) = E(X^2) - [E(X)]^2$$

$\text{Var}(X) = \frac{1}{\theta^2}$ şeklindedir.

Özetle X rassal değişkeni θ parametrelili bir üstel dağılıma sahip ise $[X \sim \text{Üstel}(\theta)]$, $E(X) = \frac{1}{\theta}$ ve $Var(X) = \frac{1}{\theta^2}$ 'dir.

Üstel dağılımın önemli bir özelliği, arızalanma oranının zamanın artan doğrusal bir fonksiyonu olmasıdır. Arızalanma süreleri Üstel dağılıma göre dağıtıldığında, ekipmanın yoğun yaşlanması gerçekleşir. Daha sonra, zaman arttıkça güvenilirlik fonksiyonu üstel dağılım durumundan çok daha yüksek bir oranda azalır (Polovko,1968).

Diğer bir tanımına göre Üstel dağılım (negatif üstel dağılım olarak da adlandırılır), Poisson sürecindeki olaylar arasındaki süreyi tanımlayan bir olasılık dağılımıdır. Poisson dağılımı ile Üstel dağılım arasında güçlü bir ilişki vardır. Örneğin, bir Poisson dağılımı modeli, belirli bir zaman diliminde meydana gelen doğum sayısı olarak ifade edilirse her doğum arasındaki zaman, üstel dağılımla modellenenir. Bununla birlikte Üstel dağılım, çoğunlukla ürün güvenilirliğini test etmek ve sürekli zamanlı Markov zincirleri oluşturmak için de kullanılan önemli bir dağılımdır (Young ve Young, 1998).

Üstel dağılım sıklıkla bekleme sürelerini modeller ve aşağıda verilen örneklere benzer sorulara cevap bulmaya yardımcı olur:

- “Bir iş yerine gelen müşterilerin gelişleri arasında geçen süre”,
- “Bir makine motorunun bozulana kadarki dayanma süresi”,
- “Bir kavşakta meydana gelen kazalar arasında geçen ortalama süre”,
- “Belirli bir yerde kanser hastalığından ölenlerin arasında geçen ortalama süre”.

Bu soruların cevabının bilinmediği varsayılırsa, sürelerin (zamanın) sürekli ve bağımsız bir şekilde sabit bir hızda meydana geldiği varsayımı altında, geçen sürenin bir üstel dağılımla rastgele bir değişken olarak dağıldığı düşünülebilir (<https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/exponential-distribution/#expo>).

3.7. Gamma Dağılımı

Gamma dağılımı Lebesgue ölçüsüne göre gerçek çizgide üstel dağılımlar sınıfına aittir. Üstel aile dağılımı, geniş bir dağılım kategorisinin ele alınmasını sağlayan büyük bir sınıftır ve özelliklerinin çoğu normal dağılıma benzemektedir. Bu aile, normal, üstel, gamma, poisson, binom dağılımları ve diğer pek çok olasılık ve istatistik alanında önemli bir rol oynamaktadır. Lehmann (1986) bu dağılım sınıfı için bazı sonuçlar vermekte, McCullagh ve Nelder (1989) ise genelleştirilmiş doğrusal model varsayımı altında gamma dağılımının regresyon yapısında kullanıldığı bazı model örnekleri sunmaktadır (Diawara, 2006).

Orta derecede çarpıklığı nedeniyle, gamma dağılımı birçok istatistik alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Gamma dağılımı, birçok ömür veri setine iyi bir uyum sağlar ve kuyruk sistemlerinde, genellikle bekleme süreleri ve servis süreleri dağılımı olarak kullanılır. Ayrıca gamma dağılımı günlük yağış miktarı ve hidrolojik verilerin modellenmesi gibi çevre biliminde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Piao, 2017).

Ayrıca uygulamalar çok farklı olmasına rağmen, gamma dağılımı hayatta kalma (sağkalım) ve güvenilirlik analizinin her ikisinde de kullanılmaktadır. Hayatta kalma analizinde, tedavi, yaş, eğitim gibi faktörlere dayanan tıbbi veya biyolojik ortamlarda hastaların hayatta kalma sürelerini, ölüm zamanını veya belirli olayların zamanını tahmin etmekte yaygın olarak kullanılmaktadır. Endüstri mühendisliği alanında da bir sistemdeki cihazların, makinelerin veya bileşenlerin arızalanmasına dair yapılan çalışmalarda -ki güvenilirlik analizi olarak adlandırılır- gamma dağılımından faydalanılır. Bununla birlikte gamma dağılımı depremler arasındaki zamanların istatistiksel çalışmalarında da kullanılmaktadır (Diawara, 2006).

θ , sürekli bir rasgele değişken olmak üzere a ve b parametrelili (a şekil, b ise ölçek parametresidir) bir gamma dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu (o.y.f.) (Akdeniz, 2009);

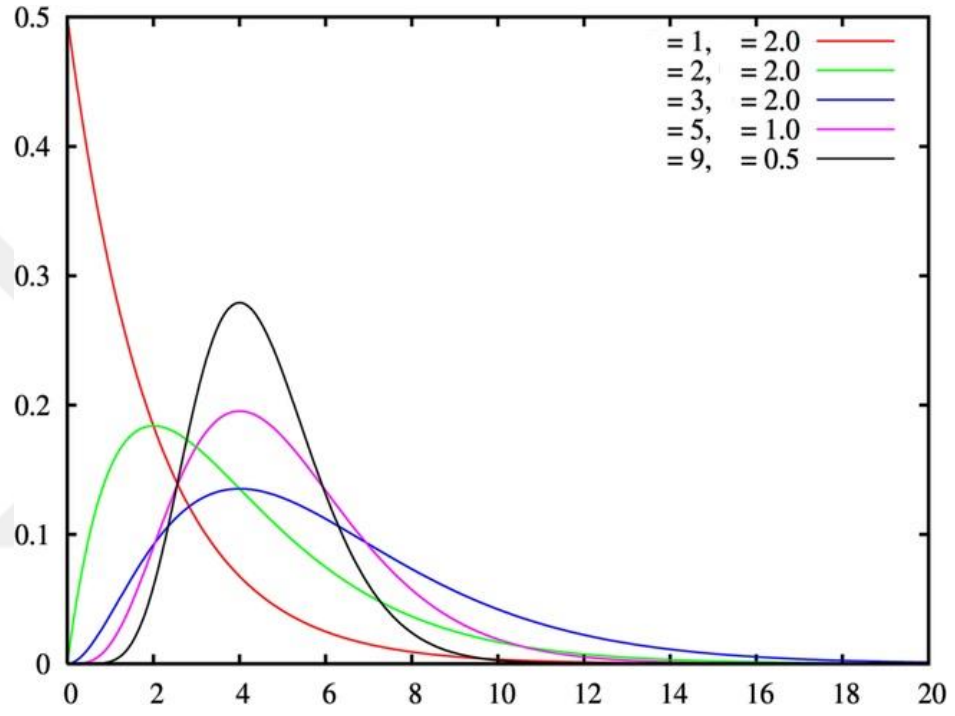
$$f(\theta|a, b) = \frac{\theta^{a-1} \exp\left\{-\frac{\theta}{b}\right\}}{\Gamma(a)b^a}, \quad \theta > 0, a > 0 \text{ ve } b > 0 \text{ şeklindedir.}$$

Burada $\Gamma(a)$ gamma fonksiyonudur ve

$\Gamma(a) = \int_0^{\infty} \theta^{a-1} e^{-\theta} d\theta = (a-1)!$ şeklinde ifade edilir.

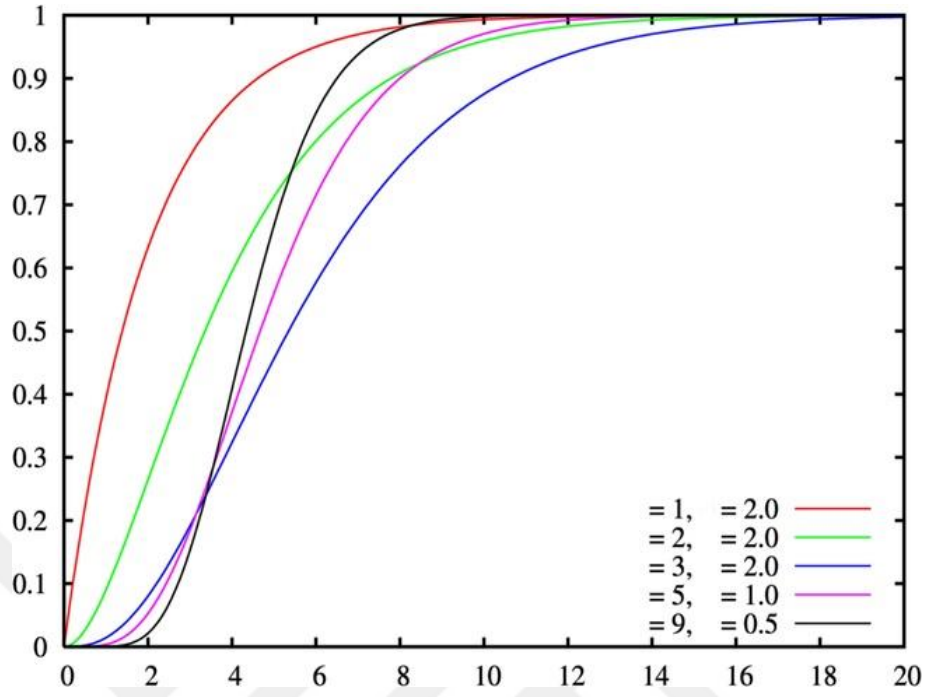
Özel olarak $a = \frac{1}{2}$ seçilirse, $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$ olarak elde edilir.

Şekil 3.7.1. Gamma Dağılımının Farklı a, b Parametreleri Altındaki Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



(Kaynak: http://www.wikiwand.com/tr/Gamma_dağılımı)

Şekil 3.7.2. Gamma Dağılımının Farklı a, b Parametreleri Altındaki Dağılım Fonksiyonu



(Kaynak: http://www.wikiwand.com/tr/Gamma_dağılımı)

Beklenen değeri ve varyansı ise;

$$E(\theta) = ab$$

$$Var(\theta) = ab^2$$

şeklindedir.

Ayrıca a ve b parametrelili bir gamma dağılımında $a = 1$ seçildiğinde ortaya b parametrelili üstel dağılım çıkar. Dolayısıyla üstel dağılım ayrıca gamma dağılımının da özel bir halidir denilebilir (Akdeniz, 2009).

3.8. Ters Gamma Dağılımı

Ters gamma dağılımı uygulamada gamma dağılımı ile aynı dağılım biçimi gösterir. θ , sürekli bir rasgele değişken olmak üzere a ve b parametrelili (a şekil, b ise ölçek parametresidir) bir gamma dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu (o.y.f.) (https://www.johndcook.com/inverse_gamma.pdf)

$$f(\theta|a, b) = \frac{b^a \theta^{-a-1} \exp\left\{-\frac{b}{\theta}\right\}}{\Gamma(a)}, \quad \theta > 0, a > 0 \text{ ve } b > 0 \text{ şeklindedir. Burada } \Gamma(a)$$

gamma fonksiyonudur ve

$$\Gamma(a) = \int_0^{\infty} \theta^{a-1} e^{-\theta} d\theta = (a-1)! \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Beklenen değeri ve varyansı ise;

$$E(\theta) = \frac{b}{a-1}$$

$$Var(\theta) = \frac{b^2}{(a-1)^2(a-2)}$$

şeklindedir.

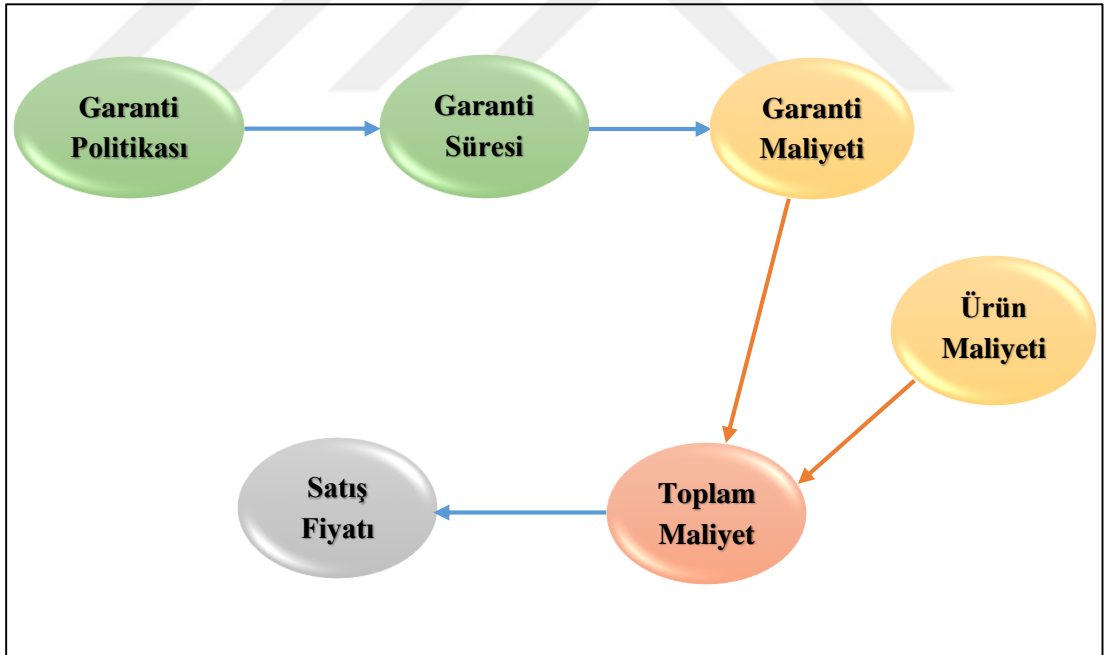
IV. BÖLÜM

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Araştırmanın Modeli

Üretici/satıcı bakış açısından bir ürün için belirlenmesi gereken ama aynı zamanda en düşük garanti maliyetini veren, en uygun garanti süresi ve politikası için yapılan bu çalışma aşağıda Şekil 4.1.1’de belirtilen model çerçevesinde ele alınmıştır.

Şekil 4.1.1. Araştırmanın Modeli



Şekil 4.1.1’de belirtilen modelde de görüldüğü gibi bir ürün ile birlikte sunulacak olan garanti hizmeti için ilk olarak bir garanti politikası ve bu politika çerçevesinde uygun bir garanti süresi belirlenir. Belirlenen garanti politikası ve süresi üreticiye bir garanti maliyeti yükü getirmektedir. Garanti maliyetinden bağımsız olarak ürünün

kendi maliyeti de eklenerek toplam maliyet ortaya çıkmakta ve nihayetinde satış fiyatı belirlenmektedir.

Dolayısıyla bir ürünün satış fiyatı toplam maliyete; toplam maliyet ise ürün maliyeti ve garanti maliyetine bağımlı olarak şekillenmektedir. Garanti maliyeti de belirlenen garanti politikası ve maliyetine bağımlı olarak ortaya çıkmaktadır. Garanti süresi ve politikası üreticinin her ne kadar bağımsız olarak belirleyebileceği değişkenler olarak görünse de maliyetleri ve dolayısıyla satış fiyatını doğrudan etkilediğinden dolayı bağımlı değişken oldukları söylenebilir.

4.2. Parametre Tahmini

En uygun garanti politikası, süresi ve maliyetinin hesaplanması amacıyla Wu ve Huang (2010)'ın yapmış oldukları çalışmada kullandıkları yöntem ve formülasyonlardan yararlanılmıştır. Üstel dağılımın iki farklı biçiminden kaynaklı, prior dağılım olarak gama ve ters gama dağılımları kullanılmış ve iki ayrı formül elde edilmiştir. Bu iki ayrı formül neticesinde elde edilen iki model üzerinden hesaplamalar yapılmış ve garanti politika ve sürelerine bağılı olarak ortaya çıkan garanti maliyetleri bu iki farklı model çerçevesinde birbiriyle kıyaslanmıştır.

4.2.1. Formül I (Prior Dağılımın Gama Olduğu)

θ parametrelili bir üstel dağılım $f(x|\theta) = \theta e^{-x\theta}$, $x > 0$ olmak üzere birbirinden bağımsız n birimin, Üstel dağılımı gösteren bir ömür testine tabi tutulduğu varsayalım. X_1, \dots, X_n , Üstel bir dağılımdan seçilen n örneklem olsun. Olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\theta) \propto \theta^n \exp\{-\theta \sum_{i=1}^n x_i\} \quad x > 0 \text{ şeklinde elde edilir.}$$

Bayes yaklaşımında, θ parametresi, belirtilen yoğunluk dağılımı ile rasgele bir değişkendir.

Koşullu ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(\underline{x}|\theta) = \theta^n \exp\{-\theta \sum_{i=1}^n x_i\} \quad x > 0 \text{ şeklindedir.}$$

Prior dağılımı olarak gama dağılımı seçilmiştir;

$$\pi(\theta) = \frac{\theta^{a-1} \exp\{-\frac{\theta}{b}\}}{\Gamma(a)b^a} \quad \theta > 0. \quad (a \text{ şekil}, b \text{ ise ölçek parametresidir.})$$

Ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(\underline{x}, \theta) = f(\underline{x}|\theta) \cdot \pi(\theta) = \frac{\theta^{a+n-1} \exp\{-\theta(\frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i)\}}{\Gamma(a)b^a}$$

marjinal olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(\underline{x}) = \int_0^{\infty} f(\underline{x}, \theta) d\theta = \frac{\Gamma(a+n)}{\Gamma(a)b^a (\frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n}}$$

θ parametresinin posterior dağılımı,

$$\pi(\theta|\underline{x}) = \frac{f(\underline{x}, \theta)}{f(\underline{x})} = \frac{(\frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n} \theta^{a+n-1} \exp\{-\theta(\frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i)\}}{\Gamma(a+n)}$$

posterior öngörü (tahmin) olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(s|\underline{x}) = \int_0^{\infty} f(s|\theta) \pi(\theta|\underline{x}) d\theta = \frac{(a+n)(\frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n}}{(s + \frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n+1}}$$

posterior öngörü (tahmin) olasılık dağılım fonksiyonu,

$$F(s|\underline{x}) = \int_0^s \frac{(a+n)(\frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n}}{(s + \frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n+1}} ds = 1 - \left(\frac{\frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i}{s + \frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i}\right)^{a+n}$$

şeklinde elde edilir. Posterior öngörü (tahmin) olasılık dağılım fonksiyonu $F(s|\underline{x})$, p 'ye eşitlenip s çekilerek $s_p|\underline{x}$ elde edilir.

$$F(s|\underline{x}) = p$$

$$1 - \left(\frac{\frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i}{s + \frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i} \right)^{a+n} = p$$

$$s_p | x = \left(\frac{1}{b} + \sum_{i=1}^n x_i \right) \left((1-p)^{-\frac{1}{a+n}} - 1 \right)$$

4.2.2. Formül II (Prior Dağılımın Ters Gama Olduğu)

θ parametrelili bir üstel dağılım $f(x|\theta) = \frac{1}{\theta} e^{-\frac{x}{\theta}}$, $x > 0$ olmak üzere birbirinden bağımsız n birimin, Üstel dağılımı gösteren bir ömür testine tabi tutulduğu varsayalım. X_1, \dots, X_n , Üstel bir dağılımdan seçilen n örneklem olsun. Olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\theta) \propto \frac{1}{\theta^n} \exp \left\{ -\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^n x_i \right\} \quad x > 0 \text{ şeklinde elde edilir.}$$

Bayes yaklaşımında, θ parametresi, belirtilen yoğunluk dağılımı ile rasgele bir değişkendir.

Koşullu ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(\underline{x}|\theta) = \frac{1}{\theta^n} \exp \left\{ -\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^n x_i \right\} \quad x > 0 \text{ şeklindedir.}$$

Prior dağılımı olarak ters gama dağılımı seçilmiştir;

$$\pi(\theta) = \frac{b^a \theta^{-a-1} \exp \left\{ -\frac{b}{\theta} \right\}}{\Gamma(a)} \quad \theta > 0. \text{ (} a \text{ şekil, } b \text{ ise ölçek parametresidir.)}$$

Ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(\underline{x}, \theta) = f(\underline{x}|\theta) \cdot \pi(\theta) = \frac{b^a \theta^{-a-n-1} \exp \left\{ -\frac{1}{\theta} (b + \sum_{i=1}^n x_i) \right\}}{\Gamma(a)}$$

marjinal olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(\underline{x}) = \int_0^{\infty} f(\underline{x}, \theta) d\theta = \frac{b^a \Gamma(a+n)}{\Gamma(a) (b + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n}}$$

θ parametresinin posterior dağılımı,

$$\pi(\theta|\underline{x}) = \frac{f(\underline{x}, \theta)}{f(\underline{x})} = \frac{(b + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n} \theta^{-a-n-1} \exp\left\{-\frac{1}{\theta}(b + \sum_{i=1}^n x_i)\right\}}{\Gamma(a+n)}$$

posterior öngörü (tahmin) olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(s|x) = \int_0^{\infty} f(s|\theta)\pi(\theta|x)d\theta = \frac{(a+n)(b + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n}}{(s+b + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n+1}}$$

posterior öngörü (tahmin) olasılık dağılım fonksiyonu,

$$F(s|x) = \int_0^s \frac{(a+n)(b + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n}}{(s+b + \sum_{i=1}^n x_i)^{a+n+1}} ds = 1 - \left(\frac{b + \sum_{i=1}^n x_i}{s+b + \sum_{i=1}^n x_i}\right)^{a+n}$$

şeklinde elde edilir. Posterior öngörü (tahmin) olasılık dağılım fonksiyonu $F(s|x)$, p 'ye eşitlenip s çekilerek $s_p|x$ elde edilir.

$$F(s|x) = p$$

$$1 - \left(\frac{b + \sum_{i=1}^n x_i}{s+b + \sum_{i=1}^n x_i}\right)^{a+n} = p$$

$$s_p|x = (b + \sum_{i=1}^n x_i) \left((1-p)^{-\frac{1}{a+n}} - 1 \right)$$

Elde edilen formüller, optimum garanti süresini belirlemede kullanılan ve fayda fonksiyonunu oluşturan ekonomik fayda fonksiyonu, garanti maliyet fonksiyonu ve memnuniyetsizlik maliyet fonksiyonunun çözümlenmesinde kullanılmıştır.

4.3. Garanti Politikası

Bir garanti politikasının önemli bir özelliği, bir ürünün önerilen garanti süresi boyunca arızalanması nedeniyle bir alıcıya tazminat biçimi oluşturmasıdır. Geri değişim garantisi (DG) ve orantılı garanti (OG) yaygın bir şekilde kullanılan iki garanti politikasıdır. DG politikasına göre, bir ürün, garanti süresi içerisinde arızalanırsa,

aynısından yeni bir ürün ile değiştirilir. Üretici, tam satın alma fiyatını iade etmeyi kabul ederse, bu tür politikaya para iadeli DG de denir. Her iki durumda da, alıcı, garanti süresi boyunca meydana gelen tüm arızalar için tam tazminat almaktadır. OG politikasına göre ise, bir ürün garanti süresi içerisinde arızalanırsa üretici alıcıya orantılı bir tazminat verir. Alıcıya yapılan en basit tazminat, toplam garanti süresinden kalan sürenin doğrusal bir fonksiyonudur. DG ve OG nin birleşimiyle ortaya çıkan politikaya ise DG/OG politikası adı verilir. g_1, g_2 pozitif değerli ve $g_1 \leq g_2$ olmak üzere DG $[0, g_1)$ süresince, OG'de $[g_1, g_2)$ süresince kullanılıyor olsun. DG ve OG politikalarının her ikisinin de birleşik DG / OG politikasının özel durumları olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Eğer $g_2 = 0$ olursa birleşik politika DG politikası, diğer yandan, $g_1 = 0$ olduğunda ise birleşik politika OG politikası olmaktadır (Wu ve Huang, 2010).

S_f , bir ürünün satış fiyatı olsun. Birleşik DG/OG politikasına göre, s ömürlü bir ürünün geri ödeme maliyeti aşağıdaki gibidir (Wu ve Huang, 2010).

$$M_g(s) = \begin{cases} S_f, & 0 \leq s < g_1 \\ S_f \left(\frac{g_2 - s}{g_2 - g_1} \right), & g_1 \leq s < g_2 \\ 0, & s \geq g_2 \end{cases}$$

Bu, bir garanti oluştururken ortaya çıkan üretici kaybıdır.

4.4. Optimum Garanti Süresinin Belirlenmesi

Birleşik DG / OG politikasında, bir ürünün g_1 ve g_2 şeklinde iki garanti uzunluğu belirtilmelidir: g_1 ve g_2 değerlerini belirlemeden önce, ürün s zamanında başarısız olduğunda parasal faydayı ölçen bir garanti politikası fonksiyonunun belirlenmesine ihtiyaç vardır.

Yapılan bu çalışmada tanımlanan $f(s, g_1, g_2)$ fayda fonksiyonu üç bölümden oluşmaktadır. Bunlar, $E_f(g_1, g_2)$ ekonomik fayda fonksiyonu, $G_m(s, g_1, g_2)$ garanti maliyet fonksiyonu ve $M_m(s, g_1, g_2)$ memnuniyetsizlik maliyet fonksiyonudur. Önerilen fayda fonksiyonu aşağıda verilmiştir (Wu ve Huang, 2010).

$$f(s, g_1, g_2) = E_f(g_1, g_2) - G_m(s, g_1, g_2) - M_m(s, g_1, g_2)$$

Fayda fonksiyonunu oluşturan bu üç fonksiyon ayrıntılı olarak aşağıda anlatılmıştır.

4.4.1. Ekonomik Fayda Fonksiyonu

Garanti, hatalı bir ürün için alıcıya belli bir seviyede tazminat sağladığı için ürün satışlarını teşvik eder. Üretici, ürün için sunduğu garanti sayesinde pazar payında bir artış bekleyebilir ve bunun sonucunda da parasal kazanç elde edebilir. “Fayda”ın özel bir fonksiyon olarak nicelleştirilmesi her ne kadar zor olsa da garanti süresinin artan bir fonksiyonu olduğunu varsaymak gerçekçi olmaz. Birleşik DG / OG politikasında iki aşamalı garanti uzunluğu olduğundan bu iki aşamalı garanti uzunluklarının ortalaması bakımından “fayda”nın arttığı varsayılmaktadır. Ayrıca garanti uzunluklarının sonsuzluk eğiliminde olmasından dolayı fayda fonksiyonunun sınırlandırılması gerektiği de varsayılmaktadır.

Önerilen fonksiyon (Wu ve Huang, 2010);

$$E_f(g_1, g_2) = K_1 N(1 - e^{-K_2(\frac{g_1+g_2}{2})}) \quad \text{şeklindedir.}$$

K_2 parametresi, birleşik DG / OG politikasındaki iki özel durumun oranından türetilebilir. Üretici, garanti ilkesini DG'den OG'ye değiştirdiğinde fayda yüzdesi

$$h(K_2) = \frac{B(0, s_g)}{B(s_g, s_g)} = \frac{1 - e^{-\frac{K_2 s_g}{2}}}{1 - e^{-K_2 s_g}} \quad \text{oranında kalır (} s_g \text{: standart piyasa garanti süresi).}$$

$h(0^+) = 1/2$ ve $h(\infty) = 1$ ile h fonksiyonunun monoton artan bir fonksiyon olduğunu göstermek kolaydır. Bu nedenle, bir DG politikası altında verilen bir s_g standart piyasa garantisi için $1/2$ ile 1 arasındaki bir yüzdelerde K_2 'nin çözümü tektir (K_2 : Fayda artışındaki hızı kontrol etme parametresi)

4.4.2. Garanti Maliyet Fonksiyonu

Garanti maliyet fonksiyonu, garanti süresi içerisinde başarısız olan birimlerin beklenen sayısı $M_g(s)$ defa olan bir birimin geri iade maliyetine eşittir.

$$M_g(s) = \begin{cases} S_f, & 0 \leq s < g_1 \\ S_f \left(\frac{g_2 - s}{g_2 - g_1} \right), & g_1 \leq s < g_2 \\ 0, & s \geq g_2 \end{cases} \quad \text{şeklinde tanımlanmıştır.}$$

Beklenen başarısızlık sayısı için, başarısızlık olasılıkları $F(g_1|x)$, $F(g_2|x) - F(g_1|x)$ ve $1 - F(g_2|x)$ 'e eşit olan çok terimli bir dağılım düşünülmektedir. Burada $F(.|x)$, posterior öngörücü (tahmini) kümülatif dağılım fonksiyonudur. Bu nedenle garanti maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir (Wu ve Huang, 2010).

$$G_m(s, g_1, g_2) = NF(g_1|x)S_f I_{[0, g_1)}(s) + N[F(g_2|x) - F(g_1|x)]S_f \left(\frac{g_2 - s}{g_2 - g_1} \right) I_{[g_1, g_2)}(s).$$

4.4.3. Memnuniyetsizlik Maliyet Fonksiyonu

Memnuniyetsizlik maliyeti, ürün garanti süresi içinde ya da garanti tarihinden hemen sonra arızalandığında üreticinin dolaylı olarak yüklendiği maliyettir. Patankar ve Mitra (1996), garanti kapsamındaki bir ürünün arızalanması durumunda bazı müşterilerde memnuniyetsizlik oluşacağını belirtmişlerdir. Örneğin, 1995 yılında ABD'de, 17.8 milyon araç geri çağırılmıştır (Inman ve Gonsalvez, 1998). Bu tür sıkıntılar kesinlikle araba sahiplerinin gelecekteki satış kayıplarına neden olmuştur. Kelly (1996) ayrıca, müşterilerin ürün ömrünün sonsuza dek sürmesini beklemediklerini, ancak ürünün belirli bir ömür süresine sahip olduğu beklentisine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Arıza, garanti süresinin bitiminden sonra biraz erken ortaya çıkarsa, tüketicinin memnuniyetsizliği ortaya çıkabilir. Birleşik DG / OG politikası altında ve tüketicinin ürünün ömrü ile ilgili beklentisi de göz önünde bulundurularak, üç bileşenden oluşan bir memnuniyetsizlik maliyet fonksiyonu önerilebilir. İlk bileşen, $[0, g_1)$ süresinde bir ürünün arızalanmasıdır. DG bu dönemde kullanıldığından, memnuniyetsizlik maliyetinin, satış fiyatının beklenen başarısızlık sayısı ile çarpımının bir o_1 ($0 < o_1 < 1$) oranı olduğu önerilmektedir. Bu

$M_{m1}(s, g_1) = NF(g_1|x)S_f o_1 I_{[0, g_1)}(s)$ şeklinde ifade edilebilir (Wu ve Huang, 2010).

İkinci bileşen, $[g_1, g_2)$ süresinde bir arızanın oluşmasıdır. Bu sürede bir ürün arızalanırsa, bir ürünün memnuniyetsizlik maliyetinin maksimum $S_f o_1$ ve minimum $S_f o_2$ ile doğrusal olarak azalan bir fonksiyon olduğu varsayılmaktadır ($0 < o_2 < o_1 < 1$).

Bu nedenle memnuniyetsizlik maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibidir (Wu ve Huang, 2010).

$$M_{m2}(s, g_1, g_2) = N[F(g_2|x) - F(g_1|x)] \times [S_f o_1 - (S_f o_1 - S_f o_2) \left(\frac{s-g_1}{g_2-g_1}\right)] I_{[g_1, g_2)}(s).$$

Son bileşen, ürünün garanti süresi dolduktan sonra arızalanmasıdır. Ancak müşteri, ürün ömrü belirli bir B ($B > g_2$) değerini aşmadığı sürece yine ürünle ilgili memnuniyetsizlik gösterebilir. Memnuniyetsizlik maliyetinin ürün ömrüne paralel olarak doğrusal olarak düştüğü ve ürün ömrü B olduğunda ise sifıra ineceği kabul edilmektedir. Bu ise

$$M_{m3}(s, g_2) = N[F(B|x) - F(g_2|x)] S_f o_2 \left(\frac{B-s}{B-g_2}\right) I_{[g_2, B)}(s) \text{ şeklinde ifade edilebilir (Wu ve Huang, 2010).}$$

B değerinin, posterior kestirim (tahmini) dağılımının ortalaması, medyanı yada yüzdesi olabileceği göz ardı edilmemelidir. B değeri ayrıca tarihsel bilgilere veya piyasa araştırmalarına dayalı olarak da seçilebilir.

Sonuç olarak memnuniyetsizlik maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Wu ve Huang, 2010).

$$M_m(s, g_1, g_2) = M_{m1}(s, g_1) + M_{m2}(s, g_1, g_2) + M_{m3}(s, g_2).$$

4.4.4. Beklenen Fayda Fonksiyonu ve Optimum Garanti

Optimum garanti (g_1^*, g_2^*) , posterior kestirim dağılımı üzerinde beklenti ile fayda fonksiyonunun beklenen değerini en yüksek düzeye getiren değerdir (Wu ve Huang, 2010).

$$\begin{aligned}
E(f(s, g_1, g_2)) &= \int_0^\infty f(s, g_1, g_2) f(s|x) ds \\
&\propto K_1 \left(1 - e^{-K_2 \left(\frac{g_1 + g_2}{2} \right)} \right) - F(g_1|x) S_f (1 + o_1) \int_0^{g_1} f(s|x) ds \\
&\quad - [F(g_2|x) - F(g_1|x)] \\
&\quad \times S_f \int_{g_1}^{g_2} \left[\left(\frac{g_2 - s}{g_2 - g_1} \right) + o_1 - (o_1 - o_2) \left(\frac{s - g_1}{g_2 - g_1} \right) \right] f(s|x) ds \\
&\quad - [F(B|x) - F(g_2|x)] S_f o_2 \int_{g_2}^B \left(\frac{B - s}{B - g_2} \right) f(s|x) ds
\end{aligned}$$

4.5. Sayısal Örnekte Kullanılacak Verilerin Seçilmesi/Belirlenmesi

Oluşturulan formülün test edilmesi amacıyla Arçelik A.Ş.’nin Kamuyu Aydınlatma Platformu’na (KAP) bildirmiş olduğu 2017 ve 2018 yıllık faaliyet raporundaki hasılat (satışlar) ve satışların maliyeti bilgilerinden yararlanılmıştır.

Arçelik A.Ş.’nin 2017 yılı yıllık faaliyet raporunda toplam “Satış” tutarı 26 904 384 ₺ ve “Satışların Maliyeti” de 18 358 622 ₺ olarak beyan edilmiştir (beyan edilen maliyet içerisinde garanti maliyetleri yoktur). Beyan edilen bu rakamlar çerçevesinde maliyetlerin, satışların yaklaşık olarak %68.24’üne tekabül ettiği anlaşılmaktadır. Yine aynı firmanın 2018 yılı yıllık faaliyet raporu incelendiğinde toplam “Satış” tutarı 20 840 613 ₺ ve “Satışların Maliyeti” de 14 334 414 ₺ olarak beyan edilmiştir (beyan edilen maliyet içerisinde garanti maliyetleri yoktur). Yine beyan edilen bu rakamlar çerçevesinde maliyetlerin, satışların yaklaşık olarak %68.78’ine tekabül ettiği görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre Arçelik A.Ş.’nin ürün maliyetinin ortalama olarak ürün satış fiyatının yaklaşık %68’ine tekabül ettiği ifade edilebilir.

Geliştirilen formül ve modellerin aracılığıyla farklı garanti politika ve süreleri altında ortaya çıkan garanti maliyetlerinin hesaplanmasında MATLAB paket programı aracılığıyla her iki formül için ayrı ayrı geliştirilen modellerin kodları yazılarak simülasyon çalışması yapılmış ve birbirleriyle kıyaslanmıştır.

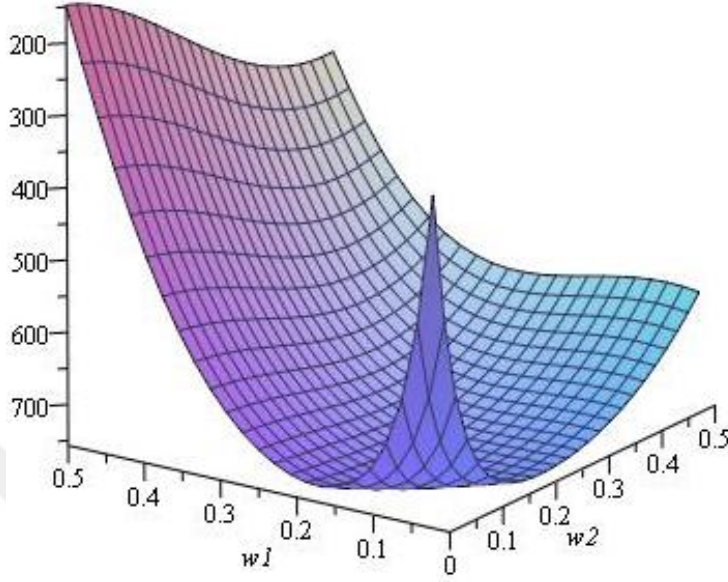
Yapılan simülasyon çalışmasında öncelikle ürün fiyatı olarak Arçelik A.Ş.’nin resmi sitesinde 2019 yılı için beyaz eşya kategorisinde bulunan ve fiyatı 3000-5000 ₺ aralığında değişen 10 farklı buzdolabı fiyatı seçilmiştir. Seçilen ürünlerin maliyeti de

Arçelik A.Ş.'nin yukarıda belirtilen satış-maliyet oranı temel alınarak girilmiştir (Ürün Maliyeti=Ürün Fiyatı*0.68). Ürünlerin bozulma anındaki geçen süre ise rastgele sayı üretilerek belirlenmiştir. Çalışmada belirtilen bozulma anında geçen süreler ile garanti süreleri devir sayısı olarak hesaplandığı için 0 ile 1 aralığında sınırlandırılmıştır.

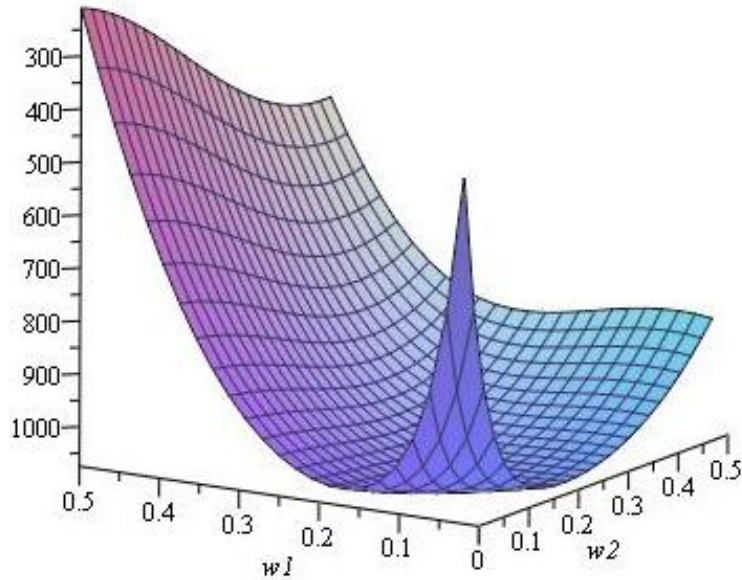
Geliştirilen modelin simülasyon yardımıyla test edilmesinde kullanılacak sayısal örnek için veriler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Ürün satış fiyatları;
 $S_f = [2380 \text{ ₺}, 2650 \text{ ₺}, 2920 \text{ ₺}, 3085 \text{ ₺}, 3380 \text{ ₺}, 3550 \text{ ₺}, 3810 \text{ ₺}, 4295 \text{ ₺}, 4590 \text{ ₺}, 4950 \text{ ₺}]$ (<https://www.arcelik.com.tr/buzdolabi>)
- Ürün maliyetleri (sırasıyla);
 $M = [S_f * 0.68] = [1618.4 \text{ ₺}, 1802 \text{ ₺}, 1985.6 \text{ ₺}, 2097.8 \text{ ₺}, 2298.4 \text{ ₺}, 2414 \text{ ₺}, 2590.8 \text{ ₺}, 2920.6 \text{ ₺}, 3121.2 \text{ ₺}, 3366 \text{ ₺}]$
- Örnek çapı $n = 100$ (Her bir üründen 100 tane)
- Prior dağılımın (Gamma ve Ters Gamma) hiper parametreleri $a, b = 2$ (Ragab ve Madi, 2002)
- Bozulma anında geçen süre (devir sayısı) $x = (0,1)$ aralığından rastgele 100 sayı seçilmiştir.
- Tüketici memnuniyetsizliğinden kaynaklanan kayıp oranları (satış fiyatı üzerinden) $o_1 = 0.1$ ve $o_2 = 0.05$ (Wu ve Huang, 2010).
- Garanti politikaları;
 g_1, g_2 pozitif değerli ve $g_1 \leq g_2$ olmak üzere; DG, $[0, g_1)$ süresince, OG'de $[g_1, g_2)$ süresince kullanılıyor olsun. DG ve OG politikalarının her ikisinin de birleşik DG / OG politikasının özel durumları olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Eğer $g_2 = 0$ olursa birleşik politika DG politikasına indirgenmiş olur. Diğer yandan, $g_1 = 0$ olduğunda ise birleşik politika OG politikası olmuş olur (Wu ve Huang, 2010).
- Garanti sürelerinin (devir sayısı bakımından) hangi aralıkta sınırlandırılması gerektiğinin belirlenmesi amacıyla elde edilen ve optimum garanti maliyetini veren amaç fonksiyonun MAPLE paket programı aracılığıyla farklı satış ve maliyet fiyatları altında grafikleri çizdirilmiş ve optimum sonucu veren optimum garanti değerlerinin 0 ile 0.3 aralığında olduğu görülmüştür.

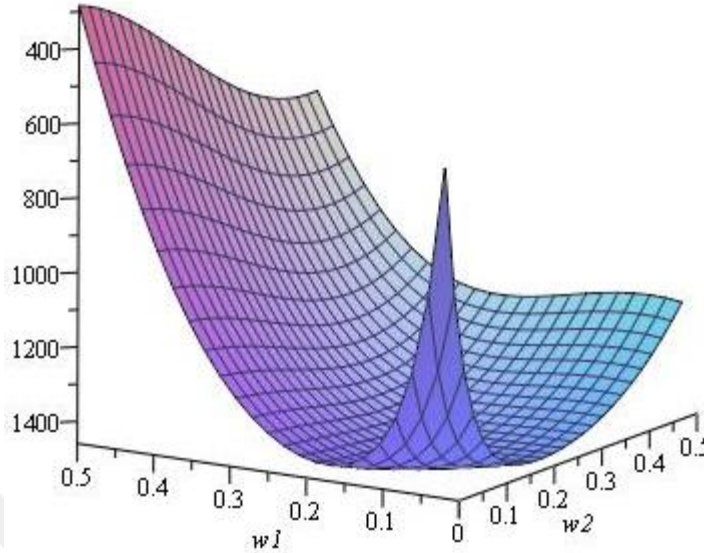
Şekil 4.5.1. Amaç Fonksiyonunun 2380 ₺ Satış ve 1618.4 ₺ Maliyet Fiyatı Üzerinden Grafiği (x ve y Eksenleri (Sırasıyla w_1 ve w_2): Garanti Süreleri (Devir Sayısı), z Eksenini (Dikey Eksen): Maksimum Net Kâr (=Satış-Maliyet-Garanti Maliyeti)).



Şekil 4.5.2. Amaç Fonksiyonunun 3380 ₺ Satış ve 2298.4 ₺ Maliyet Fiyatı Üzerinden Grafiği (x ve y Eksenleri (Sırasıyla w_1 ve w_2): Garanti Süreleri (Devir Sayısı), z Eksenini (Dikey Eksen): Maksimum Net Kâr (=Satış-Maliyet-Garanti Maliyeti)).



Şekil 4.5.3. Amaç Fonksiyonunun 4590 ₺ Satış ve 3121.2 ₺ Maliyet Fiyatı Üzerinden Grafiği (x ve y Eksenleri (Sırasıyla w1 ve w2): Garanti Süreleri (Devir Sayısı), z Eksenini (Dikey Eksen): Maksimum Net Kâr (=Satış-Maliyet-Garanti Maliyeti)).



- Her üç grafik de incelendiğinde maksimum net kâr elde edilecek garanti sürelerinin devir sayıları 0.00 ile 0.30 aralığı olarak görülmektedir. Bu nedenle simülasyon çalışmasında garanti sürelerinin bu aralıktaki tüm değerleri teker teker denenerek optimum sonucu veren değerler bulunmaya çalışılmıştır.
- Simülasyon çalışmasında rastgele üretilen sayıların 5000 döngü ile tekrarı sağlanarak elde edilen değerlerin gerçek değerlere yaklaşması amaçlanmıştır.

4.6. Simülasyon Çalışması

Bir ürün için üretici/satıcı ekseninde belirlenmesi gereken en uygun garanti süresinin elde edilmesi amacıyla farklı garanti politikaları (DG, OG, DG/OG) altında en düşük garanti maliyetleri/en yüksek net kârlar incelenerek aşama aşama garanti süresi devir sayılarına bakılmıştır. Her aşamada devir sayılarının onda birler basamağı küçültülerek gerçek değere yaklaşılması amaçlanmıştır. Yapılan simülasyon çalışmasında garanti süresi devir sayılarının virgülden sonraki dördüncü basamağında (onbinde birler basamağı) artık değerlerin çok değişmediği görülmüş ve garanti süresi devir sayısı bulma aşaması bu noktada sonlandırılmıştır. Elde edilen son değerler, üretici/satıcı bakış açısından minimum garanti maliyetini/maksimum net kârı veren

optimum garanti sürelerinin devir sayılarıdır. Her bir garanti politikası için ayrı ayrı elde edilen optimum garanti süreleri maksimum net kârlara göre kendi aralarında da ayrıca kıyaslanarak en uygun garanti politikası belirlenmiştir. Kısacası yapılan işlemler sonucunda *üretici/satıcı bakış açısından minimum garanti maliyetini/maksimum net kârı veren en uygun garanti süresi ve politikası* elde edilmiştir.

4.6.1. Formül I Kullanılarak Geliştirilen Model İçin Elde Edilen Sonuçlar

En düşük garanti maliyetini/en yüksek net kârı veren optimum garanti süresi ve politikasının belirlenmesi amacıyla ilk olarak I. formül (prior dağılımın gama olduğu) kullanılarak elde edilen model üzerinden simülasyon çalışması yapılmıştır. Üç ayrı garanti politikası altında elde edilen sonuçlar arasından minimum garanti maliyetini veren değerler tablo şeklinde not edilmiş ve birbirleriyle kıyaslanmıştır.

4.6.1.1. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi

Daha önce (bkz. Şekil 4.5.(1,2,3)) maksimum net kâr elde edilecek garanti süresi devir sayılarının 0.00 ile 0.30 aralığında olduğu belirtilmişti. Değişim Garanti (DG) politikası altında garanti süresi devir sayısının onda birler basamağından başlanarak değerler aşama aşama küçültülmüş, gerçek değere en yakın olan devir sayısı elde edilmeye çalışılmıştır. Maksimum net kârın/minimum garanti maliyetinin artık çok değişmediği, aynı seviyede kaldığı noktada garanti süresinin devir sayısını bulma işlemi sonlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.6.1.1.1'den Tablo 4.6.1.1.4'e kadar aşama aşama gösterilmiştir.

Tablo 4.6.1.1.2 incelendiğinde, DG politikası altında g1 değeri 0.05-0.15 aralığında 0.01 birim arttırılarak maksimum net kâra bakılmış, g1: 0.09 değerinin en yüksek net kârı veren devir sayısı olduğu görülmüştür. Ayrıca g1: 0.10 değeri g1: 0.08 değerinden daha iyi sonuca sahip olduğu için bir sonraki aşamada Tablo 4.6.1.1.3'de g1 için 0.090-0.100 arasındaki değerler 0.001 birim arttırılarak maksimum net kâr incelenmiştir.

Tablo 4.6.1.1.3. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.090-0.100 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (3. Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0.090 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,93	268,26	295,59	312,29	342,16	359,37	385,69	434,78	464,65	501,09
	Net Kâr:	520,67	579,74	638,81	674,91	739,44	776,63	833,51	939,62	1004,15	1082,91
g1: 0.091 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,78	268,10	295,41	312,10	341,95	359,15	385,45	434,58	464,36	500,78
	Net Kâr:	520,82	579,90	638,99	675,10	739,65	776,85	833,75	939,88	1004,44	1083,22
g1: 0.092 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,69	267,09	295,30	311,99	341,82	359,01	385,30	434,35	464,19	500,59
	Net Kâr:	520,91	580,01	639,10	675,21	739,78	776,99	833,90	940,05	1004,61	1083,41
g1: 0.093 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,64	267,94	295,24	311,92	341,75	358,94	385,22	434,26	464,09	500,49
	Net Kâr:	520,96	580,06	639,16	675,28	739,85	777,06	833,98	940,14	1004,71	1083,51
g1: 0.094 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,67	267,98	295,28	311,97	341,80	358,99	385,28	434,33	464,16	500,56
	Net Kâr:	520,93	580,02	639,12	675,23	739,80	777,01	833,92	940,07	1004,64	1083,44
g1: 0.095 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,78	268,10	295,42	312,11	341,95	359,15	385,46	434,52	464,37	500,79
	Net Kâr:	520,82	579,90	638,98	675,09	739,65	776,85	833,74	939,88	1004,43	1083,21
g1: 0.096 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,95	268,28	295,62	312,32	342,19	359,40	385,72	434,82	464,69	501,13
	Net Kâr:	520,65	579,72	638,78	674,88	739,41	776,60	833,48	939,58	1004,11	1082,87

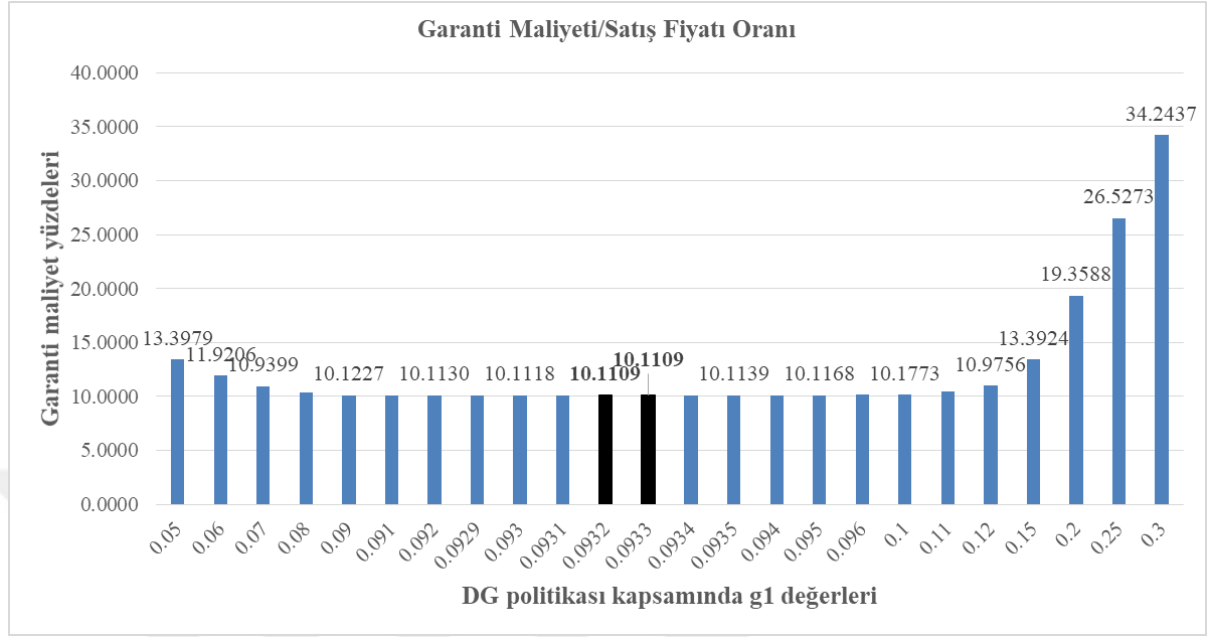
Elde edilen sonuçlar Tablo 4.6.1.1.3'de incelendiğinde, DG politikası altında g1 değeri 0.090-0.100 aralığında 0.001 birim arttırılarak maksimum net kâra bakılmış ve g1:0.093 değerinin en yüksek net kârı veren değer olduğu görülmüştür. Bir sonraki aşamada Tablo 4.6.1.1.4'de g1 için 0.0925-0.0935 arasındaki değerler 0.0001 birim arttırılarak maksimum net kâr incelenmiştir.

Tablo 4.6.1.1.4. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.0925-0.0935 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (Son Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0.0929 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,67	267,97	295,27	311,96	341,79	358,98	385,27	434,31	464,14	500,55
	Net Kâr:	520,93	580,03	639,13	675,24	739,81	777,02	833,93	940,09	1004,66	1083,45
g1: 0.0930 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,66	267,96	295,26	311,95	341,77	358,96	385,25	434,30	464,13	500,53
	Net Kâr:	520,94	580,04	639,14	675,25	739,83	777,04	833,95	940,10	1004,67	1083,47
g1: 0.0931 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,65	267,95	295,25	311,94	341,77	358,96	385,25	434,29	464,12	500,52
	Net Kâr:	520,95	580,05	639,15	675,26	739,83	777,04	833,95	940,11	1004,68	1083,48
g1: 0.0932 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,64	267,94	295,24	311,92	341,75	358,94	385,23	434,26	464,09	500,49
	Net Kâr:	520,96	580,06	639,16	675,28	739,85	777,06	833,97	940,14	1004,71	1083,51
g1: 0.0933 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,64	267,94	295,24	311,93	341,75	358,94	385,23	434,27	464,10	500,50
	Net Kâr:	520,96	580,06	639,16	675,27	739,85	777,06	833,97	940,13	1004,70	1083,50
g1: 0.0934 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,65	267,95	295,25	311,94	341,77	358,96	385,24	434,29	464,11	500,51
	Net Kâr:	520,95	580,05	639,15	675,26	739,83	777,04	833,96	940,11	1004,69	1083,49
g1: 0.0935 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,71	268,02	295,33	312,01	341,85	359,04	385,34	434,39	464,23	500,64
	Net Kâr:	520,89	579,98	639,07	675,19	739,75	776,96	833,86	940,01	1004,57	1083,36

Tablo 4.6.1.1.4 incelendiğinde DG politikası altında g1: 0.0932 değerinin minimum garanti maliyetini/maksimum net kârı veren değer olduğu görülmüştür. Bu aşamadan sonra değerlerin önemli seviyede değişmediği görüldüğü için en uygun garanti süresinin devir sayısı bulma işlemi bu aşamada sonlandırılmıştır. Böylece nihai olarak *Değişim Garanti (DG) politikası altında en düşük garanti maliyetini veren en uygun garanti süresi devir sayısının 0.0932 olduğu; bu garanti süresi ile elde edilen minimum garanti maliyetinin satış fiyatının yaklaşık %10'u (%10.1109) olduğu sonucuna varılmıştır.* DG politikası kapsamında, değişen g1 değerlerine karşılık ortaya çıkan garanti maliyet yüzdeleri Şekil 4.6.1'de gösterilmiştir.

Şekil 4.6.1. DG Politikası Kapsamında, Değişen g1 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri



4.6.1.2. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi

Orantılı Garanti (DG) politikası altında garanti süresi devir sayısının onda birler basamağından başlayarak aşama aşama küçültülmüş, gerçek değere en yakın olan devir sayısı elde edilmeye çalışılmıştır. Maksimum net kârın/minimum garanti maliyetinin artık çok değişmediği, aynı seviyede kaldığı noktada garanti süresinin devir sayısını bulma işlemi sonlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.6.1.2.1'den Tablo 4.6.1.2.4'e kadar aşama aşama gösterilmiştir.

Tablo 4.6.1.2.2 incelendiğinde OG politikası altında g2: 0.13 değerinin en yüksek net kârı veren değer olduğu görülmüştür. Üçüncü aşama olarak 0.125-0.135 aralığı 0.001 birim arttırılarak yeni değerler Tablo 4.6.1.2.3'de incelenmiştir.

Tablo 4.6.1.2.3. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.125-0.135 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (3. Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0 g2: 0.128 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,65	145,47	160,29	169,35	185,54	194,87	209,14	235,77	251,96	271,72
	Net Kâr:	630,95	702,53	774,11	817,85	896,06	941,13	1010,06	1138,63	1216,84	1312,28
g1: 0 g2: 0.129 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,58	145,39	160,20	169,26	185,44	194,77	209,03	235,64	251,83	271,58
	Net Kâr:	631,02	702,61	774,20	817,94	896,16	941,23	1010,17	1138,76	1216,97	1312,42
g1: 0 g2: 0.130 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,49	145,29	160,09	169,14	185,31	194,63	208,89	235,48	251,65	271,39
	Net Kâr:	631,11	702,71	774,31	818,06	896,29	941,37	1010,31	1138,92	1217,15	1312,61
g1: 0 g2: 0.131 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,48	145,29	160,09	169,14	185,31	194,63	208,89	235,48	251,65	271,39
	Net Kâr:	631,12	702,71	774,31	818,06	896,29	941,37	1010,31	1138,92	1217,15	1312,61
g1: 0 g2: 0.132 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,45	145,26	160,06	169,10	185,27	194,59	208,84	235,43	251,60	271,33
	Net Kâr:	631,15	702,74	774,34	818,10	896,33	941,41	1010,36	1138,97	1217,20	1312,67
g1: 0 g2: 0.133 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,52	145,33	160,13	169,18	185,36	194,68	208,94	235,54	251,72	271,46
	Net Kâr:	631,08	702,67	774,27	818,02	896,24	941,32	1010,26	1138,86	1217,08	1312,54
g1: 0 g2: 0.134 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,57	145,39	160,20	169,25	185,44	194,76	209,03	235,64	251,82	271,57
	Net Kâr:	631,03	702,61	774,20	817,95	896,16	941,24	1010,17	1138,76	1216,98	1312,43
g1: 0 g2: 0.135 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,62	145,44	160,26	169,31	185,50	194,83	209,10	235,72	251,91	271,67
	Net Kâr:	630,98	702,56	774,14	817,89	896,10	941,17	1010,10	1138,68	1216,89	1312,33

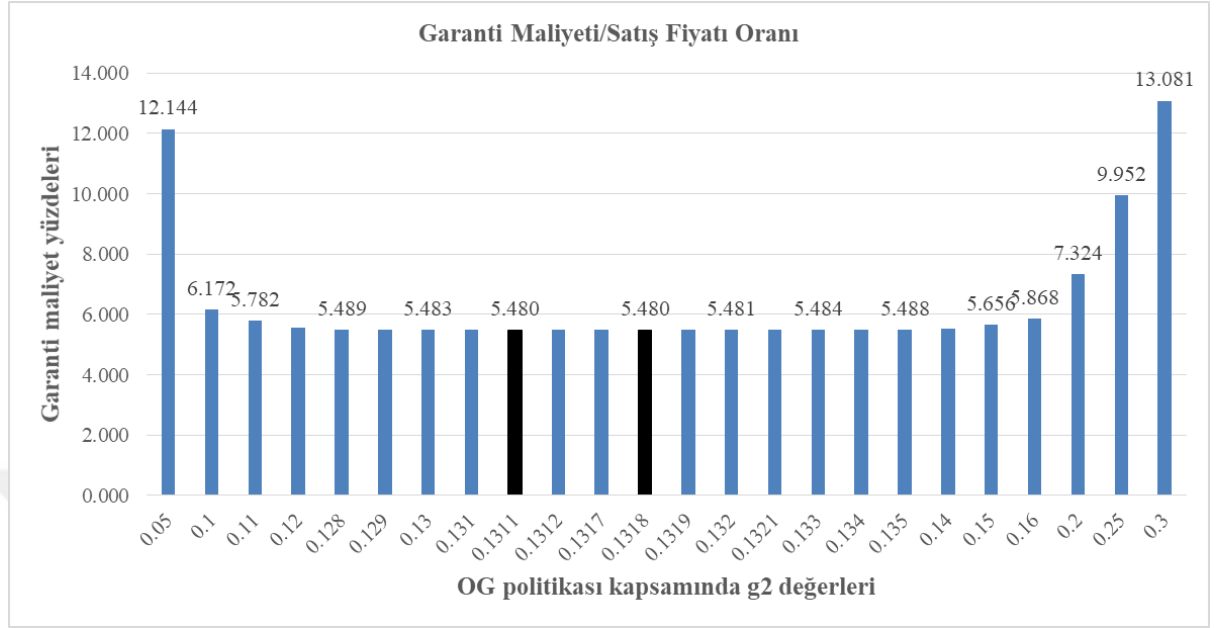
Üçüncü aşamada elde edilen net kâr ve garanti maliyeti incelendiğinde g2: 0.132 değerinin optimum değerlere sahip olduğu görülmüştür. Reel değere yaklaşmak amacıyla net kârın maksimum/garanti maliyetinin minimum olduğu aralık olarak öne çıkan 0.1310-0.1330 aralığında değerler 0.0001 birim arttırılarak elde edilen sonuçların optimum olanları Tablo 4.6.1.2.4'de görülmüştür. Bu aşamadan sonra değerlerin anlamlı olarak değişmediği görülmüş ve en uygun garanti süresi devir sayısı bulma işlemi bu aşamada sonlandırılmıştır.

Tablo 4.6.1.2.4. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.1315-0.1325 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (Son Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0 g2: 0.1310 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,46	145,26	160,06	169,10	185,27	194,59	208,84	235,42	251,59	271,33
	Net Kâr:	631,14	702,74	774,34	818,10	896,33	941,41	1010,36	1138,98	1217,21	1312,67
g1: 0 g2: 0.1311 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,43	145,23	160,03	169,07	185,24	194,56	208,80	235,38	251,55	271,28
	Net Kâr:	631,17	702,77	774,37	818,13	896,36	941,44	1010,40	1139,02	1217,25	1312,72
g1: 0 g2: 0.1312 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,48	145,28	160,09	169,13	185,31	194,63	208,88	235,47	251,64	271,38
	Net Kâr:	631,12	702,72	774,31	818,07	896,29	941,37	1010,32	1138,93	1217,16	1312,62
g1: 0 g2: 0.1317 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,49	145,30	160,10	169,15	185,32	194,64	208,90	235,49	251,66	271,40
	Net Kâr:	631,11	702,70	774,30	818,05	896,28	941,36	1010,30	1138,91	1217,14	1312,60
g1: 0 g2: 0.1318 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,43	145,23	160,03	169,07	185,24	194,55	208,80	235,38	251,55	271,28
	Net Kâr:	631,17	702,77	774,37	818,13	896,36	941,45	1010,40	1139,02	1217,25	1312,72
g1: 0 g2: 0.1319 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,49	145,29	160,10	169,14	185,32	194,64	208,89	235,48	251,66	271,40
	Net Kâr:	631,11	702,71	774,30	818,06	896,28	941,36	1010,31	1138,92	1217,14	1312,60
g1: 0 g2: 0.1320 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,44	145,23	160,03	169,07	185,24	194,56	208,81	235,39	251,55	271,28
	Net Kâr:	631,16	702,77	774,37	818,13	896,36	941,44	1010,39	1139,01	1217,25	1312,72
g1: 0 g2: 0.1321 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,47	145,27	160,07	169,11	185,29	194,61	208,86	235,44	251,62	271,35
	Net Kâr:	631,13	702,73	774,33	818,09	896,31	941,39	1010,34	1138,96	1217,18	1312,65

Orantılı Garanti (OG) politikası altında g2 için 0.1315-0.1325 arasındaki değerler 0.0001 birim arttırılarak Tablo 4.6.1.2.4'de incelendiğinde g2: 0.1318 değerinin optimum sonuçları oluşturan en uygun garanti süresi devir sayısı olduğu belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra değerler anlamlı ölçüde değişmediğinden garanti süresi devir sayısı bulma işlemi bu aşamada sonlandırılmıştır. Böylece *Orantılı Garanti (OG) politikası altında minimum garanti maliyetini/maksimum net kârı veren en uygun garanti süresi devir sayısının g2: 0.1318 olduğu ve bu garanti süresi ile elde edilen minimum garanti maliyetinin de satış fiyatının yaklaşık olarak %5.5'ini (%5.480) oluşturduğu sonucuna varılmıştır.* OG politikası kapsamında, değişen g2 değerlerine karşılık ortaya çıkan garanti maliyet yüzdeleri Şekil 4.6.2'de gösterilmiştir.

Şekil 4.6.2. OG Politikası Kapsamında, Değişen g2 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri



Elde edilen bu sonuca göre; Orantılı Garanti politikası çerçevesinde yapılacak garantinin ortaya çıkaracağı maliyet (%5.5), Değişim Garanti politikasından (%10) daha az olacaktır.

4.6.1.3. Birleşik DG/OG Garanti Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi

Birleşik DG/OG garanti politikası altında hem g1 için hem de g2 için garanti süresi devir sayısının onda birler basamağından başlayarak değerler aşama aşama küçültülmüş, optimum devir sayısı elde edilmeye çalışılmıştır. Maksimum net kârın/minimum garanti maliyetinin artık çok değişmediği, aynı seviyede kaldığı noktada garanti süresinin devir sayısını bulma işlemi sonlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.6.1.3.1'den Tablo 4.6.1.3.4'e kadar aşama aşama ifade edilmiştir.

Tablo 4.6.1.3.1. Birleşik DG/OG Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.00-0.30 / g2: 0.00-0.30 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (1. Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0.05 g2: 0.10 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	74,02	82,42	90,82	95,95	105,12	110,41	118,50	133,58	142,75	153,95
	Net Kâr:	687,58	765,58	843,58	891,25	976,48	1025,59	1100,70	1240,82	1326,05	1430,05
g1: 0.05 g2: 0.15 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	78,20	87,07	95,94	101,36	111,06	116,64	125,18	141,12	150,81	162,64
	Net Kâr:	683,40	760,93	838,46	885,84	970,54	1019,36	1094,02	1233,28	1317,99	1421,36
g1: 0.05 g2: 0.20 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	110,03	122,52	135,00	142,63	156,27	164,13	176,15	198,57	212,21	228,85
	Net Kâr:	651,57	725,48	799,40	844,57	925,33	971,87	1043,05	1175,83	1256,59	1355,15
g1: 0.05 g2: 0.25 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	157,48	175,35	193,21	204,13	223,65	234,90	252,10	284,20	303,72	327,54
	Net Kâr:	604,12	672,65	741,19	783,07	857,95	901,10	967,10	1090,20	1165,08	1256,46
g1: 0.05 g2: 0.30 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	214,51	238,85	263,18	278,05	304,64	319,97	343,40	387,11	413,70	446,15
	Net Kâr:	547,09	609,15	671,22	709,15	776,96	816,03	875,80	987,29	1055,10	1137,85
g1: 0.10 g2: 0.15 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	104,25	116,08	127,90	135,13	148,05	155,50	166,90	188,14	201,06	216,84
	Net Kâr:	657,35	731,92	806,50	852,07	933,55	980,50	1052,30	1186,26	1267,74	1367,16
g1: 0.10 g2: 0.20 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	122,68	136,60	150,52	159,02	174,22	182,98	196,38	221,38	236,60	255,15
	Net Kâr:	638,92	711,40	783,88	828,18	907,38	953,02	1022,82	1153,02	1232,20	1328,85
g1: 0.10 g2: 0.25 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	154,55	172,08	189,62	200,34	219,50	230,54	247,42	278,92	298,06	321,45
	Net Kâr:	607,05	675,92	744,78	786,86	862,10	905,46	971,78	1095,48	1170,74	1262,55
g1: 0.10 g2: 0.30 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	195,74	217,93	240,14	253,72	277,97	291,95	313,34	353,22	377,48	407,09
	Net Kâr:	565,86	630,07	694,26	733,48	803,63	844,05	905,86	1021,13	1091,32	1176,91
g1: 0.15 g2: 0.20 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	188,88	210,30	231,72	244,82	268,24	281,72	302,35	340,85	364,25	392,82
	Net Kâr:	572,72	637,70	702,68	742,38	813,36	854,28	916,85	1033,55	1104,55	1191,18
g1: 0.15 g2: 0.25 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	206,35	229,76	253,18	267,48	293,05	307,80	330,34	372,38	397,96	429,18
	Net Kâr:	555,25	618,24	681,22	719,72	788,55	828,20	888,86	1002,02	1070,84	1154,82
g1: 0.15 g2: 0.30 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	233,46	259,95	286,44	302,62	331,55	348,24	373,74	421,32	450,25	485,56
	Net Kâr:	528,14	588,05	647,96	684,58	750,05	787,76	845,46	953,08	1018,55	1098,44
g1: 0.20 g2: 0.25 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	296,98	330,66	364,35	384,95	421,75	442,96	475,40	535,92	572,74	617,65
	Net Kâr:	464,62	517,34	570,05	602,25	659,85	693,04	743,80	838,48	896,06	966,35
g1: 0.20 g2: 0.30 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	310,45	345,66	380,88	402,40	440,88	463,06	496,97	560,23	598,72	645,67
	Net Kâr:	451,15	502,34	553,52	584,80	640,72	672,94	722,23	814,17	870,08	938,33
g1: 0.25 g2: 0.30 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	418,24	465,68	513,14	542,12	593,96	623,85	669,54	754,76	806,60	869,86
	Net Kâr:	343,36	382,32	421,26	445,08	487,64	512,15	549,66	619,64	662,20	714,14

Tablo 4.6.1.3.1 incelendiğinde ilk aşamada elde edilen sonuçlara göre Birleşik DG/OG politikası altında maksimum net kârı veren garanti süresinin (devir sayısı bakımından) g1: 0.05 g2: 0.10 değerleri olduğu görülmüştür. İkinci aşamada g1: 0.00-0.10, g2: 0.05-0.15 aralıkları 0.01 birim arttırılarak incelenmiş ve optimum sonuçları veren değerler Tablo 4.6.1.3.2’de belirtilmiştir.

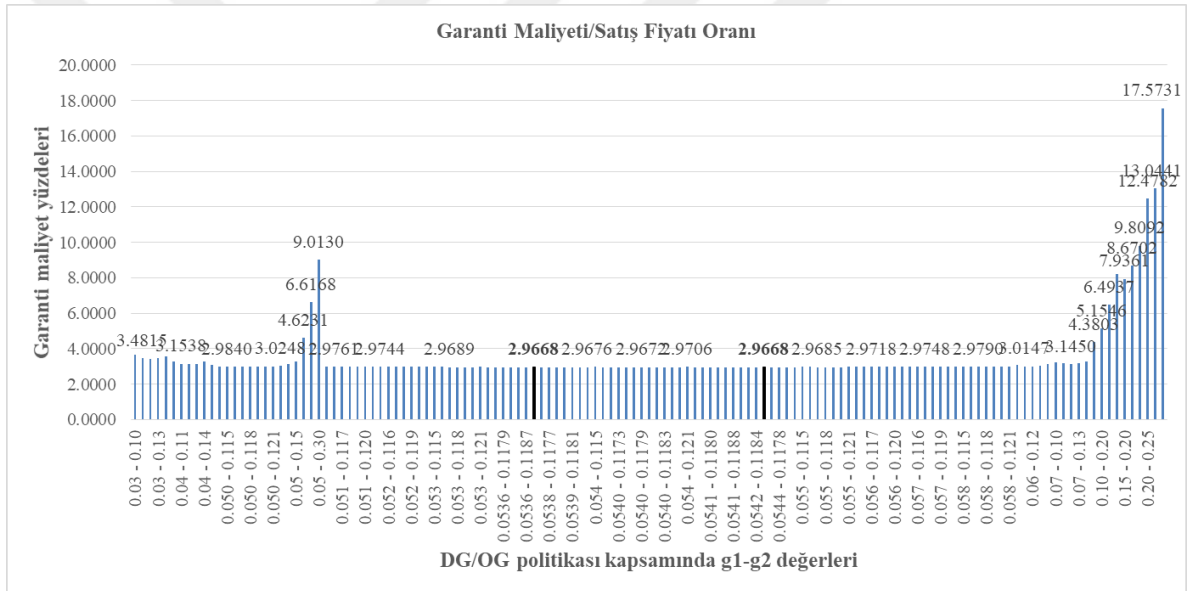
görülmüştür. Son aşamada en yüksek net kârı veren g1: 0.0535-0.0545 g2: 0.1170-0.1190 aralıkları 0.0001 birim arttırılarak elde edilen optimum sonuçlar incelenmiş ve Tablo 4.6.1.3.4’de belirtilmiştir.

Tablo 4.6.1.3.4. Birleşik DG/OG Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.0535-0.0545 / g2: 0.1170-0.1190 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (Son Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0.0536 g2: 0.1173 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,63	78,64	86,65	91,55	100,30	105,35	113,07	127,46	136,21	146,90
	Net Kâr:	690,97	769,36	847,75	895,65	981,30	1030,65	1106,13	1246,94	1332,59	1437,10
g1: 0.0536 g2: 0.1178 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,63	78,64	86,65	91,55	100,30	105,35	113,06	127,46	136,21	146,89
	Net Kâr:	690,97	769,36	847,75	895,65	981,30	1030,65	1106,14	1246,94	1332,59	1437,11
g1: 0.0536 g2: 0.1179 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,63	78,64	86,65	91,55	100,30	105,35	113,07	127,46	136,21	146,90
	Net Kâr:	690,97	769,36	847,75	895,65	981,30	1030,65	1106,13	1246,94	1332,59	1437,10
g1: 0.0536 g2: 0.1180 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,63	78,64	86,65	91,55	100,31	105,35	113,07	127,46	136,21	146,90
	Net Kâr:	690,97	769,36	847,75	895,65	981,29	1030,65	1106,13	1246,94	1332,59	1437,10
g1: 0.0536 g2: 0.1184 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,62	78,63	86,64	91,54	100,29	105,34	113,05	127,44	136,20	146,88
	Net Kâr:	690,98	769,37	847,76	895,66	981,31	1030,66	1106,15	1246,96	1332,60	1437,12
g1: 0.0536 g2: 0.1187 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,63	78,64	86,65	91,55	100,30	105,35	113,06	127,46	136,21	146,89
	Net Kâr:	690,97	769,36	847,75	895,65	981,30	1030,65	1106,14	1246,94	1332,59	1437,11
g1: 0.0537 g2: 0.1177 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,61	78,62	86,63	91,53	100,28	105,33	113,04	127,43	136,18	146,86
	Net Kâr:	690,99	769,38	847,77	895,67	981,32	1030,67	1106,16	1246,97	1332,62	1437,14
g1: 0.0537 g2: 0.1183 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,63	78,64	86,65	91,55	100,30	105,35	113,06	127,46	136,21	146,89
	Net Kâr:	690,97	769,36	847,75	895,65	981,30	1030,65	1106,14	1246,94	1332,59	1437,11
g1: 0.0538 g2: 0.1177 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,62	78,63	86,64	91,53	100,29	105,33	113,04	127,43	136,19	146,87
	Net Kâr:	690,98	769,37	847,76	895,67	981,31	1030,67	1106,16	1246,97	1332,61	1437,13
g1: 0.0538 g2: 0.1186 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,63	78,64	86,65	91,55	100,30	105,35	113,06	127,45	136,21	146,89
	Net Kâr:	690,97	769,36	847,75	895,65	981,30	1030,65	1106,14	1246,95	1332,59	1437,11
g1: 0.0539 g2: 0.1178 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,63	78,64	86,65	91,55	100,30	105,35	113,06	127,45	136,21	146,89
	Net Kâr:	690,97	769,36	847,75	895,65	981,30	1030,65	1106,14	1246,95	1332,59	1437,11
g1: 0.0539 g2: 0.1181 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,62	78,64	86,65	91,54	100,30	105,34	113,06	127,45	136,20	146,89
	Net Kâr:	690,98	769,36	847,75	895,66	981,30	1030,66	1106,14	1246,95	1332,60	1437,11
g1: 0.0539 g2: 0.1182 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,63	78,64	86,65	91,55	100,31	105,35	113,07	127,46	136,21	146,90
	Net Kâr:	690,97	769,36	847,75	895,65	981,29	1030,65	1106,13	1246,94	1332,59	1437,10
g1: 0.0539 g2: 0.1183 (DG/OG)	Garanti Maliyeti:	70,63	78,64	86,65	91,55	100,30	105,35	113,06	127,46	136,21	146,89
	Net Kâr:	690,97	769,36	847,75	895,65	981,30	1030,65	1106,14	1246,94	1332,59	1437,11

ifade eden g1 ve g2 değerleri için g1: 0.0535-0.0545 ve g2: 0.1170-0.1190 arasındaki değerler 0.0001 birim arttırılarak elde edilen sonuçlar incelenmiş ve optimum sonuç veren değerlerin g1: 0.0537 g2: 0.1177 / g1: 0.0543 g2: 0.1177 olduğu belirlenmiştir. Kısaca, *Birleşik DG/OG politikası altında minimum garanti maliyetini/maksimum net kârı veren en uygun garanti süresi devir sayılarının g1: 0.0537 g2: 0.1177 ve g1: 0.0543 g2: 0.1177 olduğu; bu garanti süreleri ile elde edilen minimum garanti maliyetinin de satış fiyatının yaklaşık olarak %3'ünü (%2.9668) oluşturduğu söylenebilir.* Birleşik DG/OG politikası kapsamında, değişen g1 ve g2 değerlerine karşılık ortaya çıkan garanti maliyet yüzdeleri Şekil 4.6.3'de gösterilmiştir.

Şekil 4.6.3. Birleşik DG/OG Politikası Kapsamında, Değişen g1 ve g2 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri



Elde edilen bu sonuçlara göre bir üreticinin/satıcının belirli bir ürün için Birleşik DG/OG politikası altında belirleyeceği optimum garanti süresinin ortaya çıkaracağı maliyet, Değişim Garanti (DG) ve Orantılı Garanti (OG) politikalarının ortaya çıkaracağı maliyetten çok daha düşük olacaktır.

Tablo 4.6.1.3.5. Formül I Kullanılarak Elde Edilen ve Minimum Garanti Maliyetine Sahip Optimum Garanti Süresi Sonuçlarının Garanti Politikalarına Göre Dağılımı

Garanti Politikası	Garanti Süresi Devir Sayısı	Garanti Maliyeti/Satış Fiyatı Oranı
Değişim Garantisi (DG)	$g1: 0.0932 / g2:0$	$\cong \%10$
Orantılı Garanti (OG)	$g1: 0 / g2: 0.1318$	$\cong \%5.5$
Birleşik DG/OG	$g1: 0.0537 / g2: 0.1177$ ve $g1: 0.0543 / g2: 0.1177$	$\cong \%3$

Formül I kullanılarak elde edilen ve Tablo 4.6.1.3.5’de gösterilen sonuçlar çerçevesinde her üç garanti politikası birlikte ele alındığında; en düşük garanti maliyetine sahip politikanın Birleşik DG/OG politikası ve optimum sonuçlar veren garanti süresi devir sayılarının da $g1: 0.0537$ ile $g2: 0.1177$ veya $g1: 0.0543$ ile $g2: 0.1177$ olduğu tespit edilmiştir. Böylece bir üretici/satıcı satmak istediği bir ürün için vermek istediği garantinin süresi ve politikasını en düşük garanti maliyetine göre seçmek isterse Birleşik DG/OG garanti politikasını ve $g1: 0.0537$ $g2: 0.1177$ veya $g1: 0.0543$ $g2: 0.1177$ sürelerinden birini seçmesi yeterli olacaktır.

4.6.2. Formül II Kullanılarak Geliştirilen Model İçin Elde Edilen Sonuçlar

En düşük garanti maliyetini/en yüksek net kârı veren optimum garanti süresi ve politikasının belirlenmesi amacıyla ilk olarak I. formül kullanılarak elde edilen model üzerinden simülasyon çalışması yapılmıştır. Benzer şekilde II. formül kullanılarak elde edilen model üzerinden de simülasyon çalışması yapılmıştır. Üç ayrı garanti politikası altında elde edilen sonuçlar arasından minimum garanti maliyetini veren değerler tablo şeklinde kaydedilmiş ve birbirleriyle kıyaslanmıştır.

4.6.2.1. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi

Formül I kullanılarak yapılan en uygun garanti süresi ve politikasının belirlenmesi aşamasında maksimum net kâr elde edilecek garanti süresi devir sayılarının 0.00 ile 0.30 aralığında olduğu belirtilmişti. Çalışmanın bu kısmında da Değişim Garanti (DG) politikası altında garanti süresi devir sayısının bu aralıktaki değerinin onda birler basamağından başlanarak değerler aşama aşama küçültülmüş, optimum devir sayısı elde edilmeye çalışılmıştır. Maksimum net kârın/minimum garanti maliyetinin artık çok değişmediği, aynı seviyede kaldığı aşamada garanti süresinin devir sayısını bulma işlemi sonlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.6.2.1.1'den Tablo 4.6.2.1.4'e kadar aşama aşama ifade edilmiştir.

Tablo 4.6.2.1.1. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.00-0.30 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (1. Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0.05 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	325,40	362,32	399,23	421,79	462,13	485,37	520,92	587,23	627,56	676,78
	Net Kâr:	436,20	485,68	535,17	565,41	619,47	650,63	698,28	787,17	841,24	907,22
g1: 0.10 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	241,12	268,48	295,83	312,55	342,43	359,66	386,00	435,13	465,02	501,49
	Net Kâr:	520,48	579,52	638,57	674,65	739,17	776,34	833,20	939,27	1003,78	1082,51
g1: 0.15 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	308,26	343,23	378,20	399,57	437,78	459,80	493,47	556,29	594,50	641,12
	Net Kâr:	453,34	504,77	556,20	587,63	643,82	676,20	725,73	818,11	874,30	942,88
g1: 0.20 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	442,05	492,20	542,35	573,00	627,79	659,37	707,66	797,74	852,53	919,40
	Net Kâr:	319,55	355,80	392,05	414,20	453,81	476,63	511,54	576,66	616,27	664,60
g1: 0.25 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	606,38	675,17	743,97	786,00	861,17	904,48	970,72	1094,29	1169,45	1261,17
	Net Kâr:	155,22	172,83	190,43	201,20	220,43	231,52	248,48	280,11	299,35	322,83
g1: 0.30 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	783,56	872,45	961,34	1015,67	1112,79	1168,76	1254,36	1414,03	1511,15	1629,67
	Net Kâr:	-21,96	-24,45	-26,94	-28,47	-31,19	-32,76	-35,16	-39,63	-42,35	-45,67

Daha önce (bkz. Şekil 4.5.(1,2,3)) en uygun garanti süresi devir sayısının 0.00-0.30 aralığında olduğu belirtilmişti. Bu nedenle Tablo 4.6.2.1.1’de değerler bu aralıkta 0.05 birim arttırılarak garanti süresi devir sayılarına yüzeysel olarak bakılmıştır. Değişim Garanti (DG) politikası altında ilk aşamada Tablo 4.6.2.1.1’de $g1=0.10$ $g2=0$ değerinin maksimum net kârı veren en uygun garanti süresi devir sayısı olduğu görülmüştür. Bu değerden ($g1=0.10$ $g2=0$) önceki devir sayılarında maksimum net kâr artan bir seyir izleyerek bu noktada maksimum değerini almış ve bu noktadan sonra tekrar azalan bir seyir izlemiştir. Bir sonraki aşamada Tablo 4.6.2.1.2’de maksimum net kârın en yüksek olduğu 0.05-0.15 aralığı incelenmiştir.

Tablo 4.6.2.1.2. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri ($g1$: 0.05-0.15 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (2. Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0.06 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	289,03	321,82	354,60	374,64	410,47	431,11	462,69	521,58	557,41	601,13
	Net Kâr:	472,57	526,18	579,80	612,56	671,13	704,89	756,51	852,82	911,39	982,87
g1: 0.07 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	264,09	294,04	324,00	342,31	375,05	393,91	422,76	476,57	509,31	549,25
	Net Kâr:	497,51	553,96	610,40	644,89	706,55	742,09	796,44	897,83	959,49	1034,75
g1: 0.08 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	248,84	277,07	305,30	322,55	353,39	371,16	398,35	449,06	479,90	517,54
	Net Kâr:	512,76	570,93	629,10	664,65	728,21	764,84	820,85	925,34	988,90	1066,46
g1: 0.09 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	241,55	268,95	296,35	313,10	343,04	360,29	386,68	435,90	465,84	502,38
	Net Kâr:	520,05	579,05	638,05	674,10	738,56	775,71	832,52	938,50	1002,96	1081,62
g1: 0.10 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	241,14	268,49	295,85	312,57	342,46	359,68	386,02	435,16	465,05	501,53
	Net Kâr:	520,46	579,51	638,55	674,63	739,14	776,32	833,18	939,24	1003,75	1082,47
g1: 0.11 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	246,41	274,36	302,32	319,40	349,94	367,54	394,46	444,67	475,22	512,49
	Net Kâr:	515,19	573,64	632,08	667,80	731,66	768,46	824,74	929,73	993,58	1071,51
g1: 0.12 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	256,35	285,43	314,51	332,28	364,06	382,37	410,37	462,61	494,38	533,16
	Net Kâr:	505,25	562,57	619,89	654,92	717,54	753,63	808,83	911,79	974,42	1050,84
g1: 0.13 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	270,32	300,98	331,65	350,39	383,90	403,21	432,74	487,82	521,33	562,22
	Net Kâr:	491,28	547,02	602,75	636,81	697,70	732,79	786,46	886,58	947,47	1021,78
g1: 0.14 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	287,69	320,33	352,96	372,91	408,57	429,12	460,54	519,17	554,83	598,35
	Net Kâr:	473,91	527,67	581,44	614,29	673,03	706,88	758,66	855,23	913,97	985,65

Tablo 4.6.2.1.2 incelendiğinde, DG politikası altında $g1$ değeri 0.05-0.15 aralığında 0.01 birim arttırılarak maksimum net kârlara bakılmış, $g1$: 0.10 değerinin en yüksek net kârı veren devir sayısı olduğu görülmüştür. Ayrıca $g1$: 0.09 değeri $g1$: 0.11 değerinden daha iyi sonuca sahip olduğu için bir sonraki aşamada Tablo 4.6.2.1.3’de $g1$ için 0.090-0.100 arasındaki değerler 0.001 birim arttırılarak maksimum net kâr belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 4.6.2.1.3. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.090-0.100 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (3. Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0.091 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	241,28	268,65	296,03	312,75	342,66	359,89	386,25	435,42	465,33	501,82
	Net Kâr:	520,32	579,35	638,37	674,45	738,94	776,11	832,95	938,98	1003,47	1082,18
g1: 0.092 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	241,00	268,34	295,69	312,39	342,27	359,48	385,81	434,92	464,79	501,25
	Net Kâr:	520,60	579,66	638,71	674,81	739,33	776,52	833,39	939,48	1004,01	1082,75
g1: 0.093 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,86	268,18	295,51	312,21	342,06	359,26	385,58	434,66	464,51	500,95
	Net Kâr:	520,74	579,82	638,89	674,99	739,54	776,74	833,62	939,74	1004,29	1083,05
g1: 0.094 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,68	267,98	295,29	311,97	341,81	359,00	385,29	434,34	464,17	500,57
	Net Kâr:	520,92	580,02	639,11	675,23	739,79	777,00	833,91	940,06	1004,63	1083,43
g1: 0.095 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,58	267,88	295,17	311,85	341,67	358,85	385,13	434,16	463,98	500,37
	Net Kâr:	521,02	580,12	639,23	675,35	739,93	777,15	834,07	940,24	1004,82	1083,63
g1: 0.096 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,60	267,89	295,19	311,87	341,69	358,87	385,16	434,19	464,01	500,40
	Net Kâr:	521,00	580,11	639,21	675,33	739,91	777,13	834,04	940,21	1004,79	1083,60
g1: 0.097 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,66	267,96	295,26	311,94	341,77	358,96	385,25	434,29	464,12	500,53
	Net Kâr:	520,94	580,04	639,14	675,26	739,83	777,04	833,95	940,11	1004,68	1083,47
g1: 0.098 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,78	268,10	295,41	312,11	341,95	359,15	385,45	434,52	464,37	500,79
	Net Kâr:	520,82	579,90	638,99	675,09	739,65	776,85	833,75	939,88	1004,43	1083,21
g1: 0.099 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,91	268,24	295,57	312,27	342,13	359,34	385,65	434,75	464,61	501,05
	Net Kâr:	520,69	579,76	638,83	674,93	739,47	776,66	833,55	939,65	1004,19	1082,95

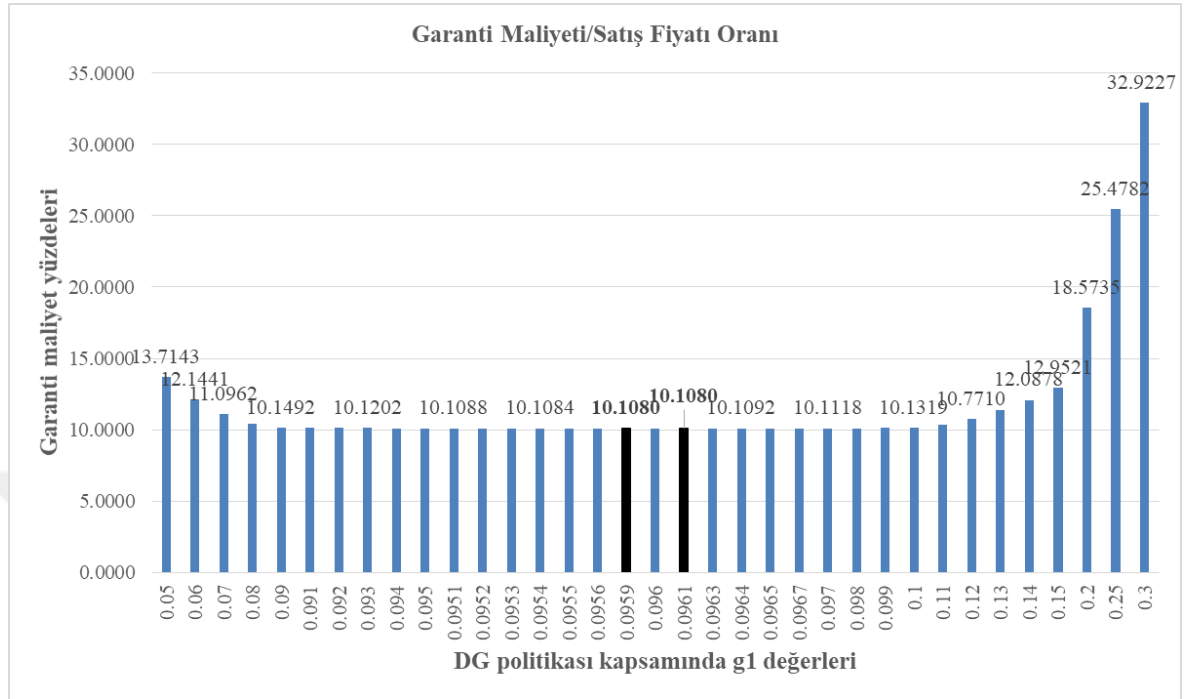
Elde edilen sonuçlar Tablo 4.6.2.1.3’de incelendiğinde, DG politikası altında g1 değeri 0.090-0.100 aralığında 0.001 birim arttırılarak maksimum net kârlara bakılmış ve g1: 0.095 değerinin en yüksek net kârı veren değer olduğu görülmüştür. Bir sonraki aşamada Tablo 4.6.2.1.4’de g1 için 0.0950-0.0965 arasındaki değerler 0.0001 birim arttırılarak maksimum net kâr belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 4.6.2.1.4. Değişim Garanti (DG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g1: 0.0950-0.0965 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (Son Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0.0951 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,59	267,89	295,18	311,86	341,68	358,87	385,15	434,18	464,00	500,39
	Net Kâr:	521,01	580,11	639,22	675,34	739,92	777,13	834,05	940,22	1004,80	1083,61
g1: 0.0952 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,60	267,90	295,20	311,88	341,70	358,88	385,17	434,20	464,02	500,42
	Net Kâr:	521,00	580,10	639,20	675,32	739,90	777,12	834,03	940,20	1004,78	1083,58
g1: 0.0953 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,60	267,90	295,19	311,87	341,69	358,88	385,16	434,19	464,02	500,41
	Net Kâr:	521,00	580,10	639,21	675,33	739,91	777,12	834,04	940,21	1004,78	1083,59
g1: 0.0954 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,58	267,87	295,17	311,85	341,67	358,85	385,13	434,16	463,98	500,37
	Net Kâr:	521,02	580,13	639,23	675,35	739,93	777,15	834,07	940,24	1004,82	1083,63
g1: 0.0955 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,59	267,88	295,18	311,86	341,68	358,86	385,15	434,17	464,00	500,39
	Net Kâr:	521,01	580,12	639,22	675,34	739,92	777,14	834,05	940,23	1004,80	1083,61
g1: 0.0956 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,57	267,86	295,15	311,83	341,65	358,83	385,12	434,14	463,96	500,35
	Net Kâr:	521,03	580,14	639,25	675,37	739,95	777,17	834,08	940,26	1004,84	1083,65
g1: 0.0959 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,57	267,86	295,15	311,83	341,65	358,83	385,12	434,14	463,96	500,35
	Net Kâr:	521,03	580,14	639,25	675,37	739,95	777,17	834,08	940,26	1004,84	1083,65
g1: 0.0961 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,57	267,86	295,15	311,83	341,65	358,83	385,12	434,14	463,96	500,35
	Net Kâr:	521,03	580,14	639,25	675,37	739,95	777,17	834,08	940,26	1004,84	1083,65
g1: 0.0963 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,59	267,89	295,18	311,86	341,68	358,87	385,15	434,18	464,00	500,40
	Net Kâr:	521,01	580,11	639,22	675,34	739,92	777,13	834,05	940,22	1004,80	1083,60
g1: 0.0964 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,60	267,90	295,19	311,87	341,70	358,88	385,17	434,20	464,02	500,42
	Net Kâr:	521,00	580,10	639,21	675,33	739,90	777,12	834,03	940,20	1004,78	1083,58
g1: 0.0965 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,60	267,89	295,19	311,87	341,69	358,88	385,16	434,19	464,01	500,41
	Net Kâr:	521,00	580,11	639,21	675,33	739,91	777,12	834,04	940,21	1004,79	1083,59
g1: 0.0967 g2: 0 (DG)	Garanti Maliyeti:	240,61	267,90	295,20	311,88	341,70	358,89	385,17	434,20	464,03	500,42
	Net Kâr:	520,99	580,10	639,20	675,32	739,90	777,11	834,03	940,20	1004,77	1083,58

Tablo 4.6.2.1.4 incelendiğinde DG politikası altında g1: 0.0956, g1: 0.0959 ve g1: 0.0961 değerlerinin minimum garanti maliyetini/maksimum net kârı veren optimum değerler olduğu görülmüştür. Bu aşamadan sonra değerlerin anlamlı ölçüde değişmediği görüldüğünden en uygun garanti süresinin devir sayısını bulma işlemi bu aşamada sonlandırılmıştır. Böylece nihai olarak *Değişim Garanti (DG) politikası altında en düşük garanti maliyetini veren en uygun garanti süresi devir sayılarının g1: 0.0956, g1: 0.0959 ve g1: 0.0961 olduğu; bu garanti süresi ile elde edilen minimum garanti maliyetinin satış fiyatının yaklaşık olarak %10'unu (%10.1080) oluşturduğu tespit edilmiştir.* DG politikası kapsamında, değişen g1 değerlerine karşılık ortaya çıkan garanti maliyet yüzdeleri Şekil 4.6.4'de gösterilmiştir.

Şekil 4.6.4. DG Politikası Kapsamında, Değişen g1 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri



Benzer şekilde formül I kullanılarak oluşturulan modelde de DG politikası altında elde edilen optimum garanti süresi $g1:0.0932$; garanti maliyeti/satış fiyatı oranı da yaklaşık olarak %10 (%10.1109) olarak bulunmuştu. Her iki formül yardımıyla oluşturulan modellerin DG politikası kapsamında benzer sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılabilir.

4.6.2.2. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi

Orantılı Garanti (DG) politikası altında garanti süresi devir sayısının onda birler basamağından başlayarak aşama aşama küçültülmüş, optimum değere en yakın olan devir sayısı elde edilmeye çalışılmıştır. Maksimum net kârın/minimum garanti maliyetinin artık çok değişmediği, aynı seviyede kaldığı aşamada garanti süresinin devir sayısını bulma işlemi sonlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.6.2.2.1'den Tablo 4.6.2.2.4'e kadar aşama aşama gösterilmiştir.

İlk aşama olarak OG politikası kapsamında g2'nin değerlerine 0.00-0.30 aralığında her bir değer 0.05'er arttırılarak yüzeysel bakılmış ve Tablo 4.6.2.2.1'de ifade edilmiştir.

Tablo 4.6.2.2.1. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.00-0.30 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (1. Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0 g2: 0.05 (OG)	Garanti Maliyeti:	297,02	330,71	364,41	385,00	421,81	443,03	475,47	536,00	572,82	617,74
	Net Kâr:	464,58	517,29	569,99	602,20	659,79	692,97	743,73	838,40	895,98	966,26
g1: 0 g2: 0.10 (OG)	Garanti Maliyeti:	150,40	167,47	184,53	194,96	213,60	224,34	240,77	271,42	290,06	312,81
	Net Kâr:	611,20	680,53	749,87	792,24	868,00	911,66	978,43	1102,98	1178,74	1271,19
g1: 0 g2: 0.15 (OG)	Garanti Maliyeti:	132,74	147,80	162,86	172,06	188,51	198,00	212,50	239,55	256,00	276,08
	Net Kâr:	628,86	700,20	771,54	815,14	893,09	938,00	1006,70	1134,85	1212,80	1307,92
g1: 0 g2: 0.20 (OG)	Garanti Maliyeti:	168,32	187,41	206,51	218,18	239,04	251,06	269,45	303,75	324,62	350,08
	Net Kâr:	593,28	660,59	727,89	769,02	842,56	884,94	949,75	1070,65	1144,18	1233,92
g1: 0 g2: 0.25 (OG)	Garanti Maliyeti:	226,83	252,56	278,30	294,02	322,14	338,34	363,12	409,35	437,46	471,77
	Net Kâr:	534,77	595,44	656,10	693,18	759,46	797,66	856,08	965,05	1031,34	1112,23
g1: 0 g2: 0.30 (OG)	Garanti Maliyeti:	297,25	330,97	364,69	385,30	422,14	443,37	475,85	536,42	573,26	618,23
	Net Kâr:	464,35	517,03	569,71	601,90	659,46	692,63	743,35	837,98	895,54	965,77

Elde edilen sonuçlar Tablo 4.6.2.2.1'de incelendiğinde OG politikası altında g2: 0.15 değerinin en düşük garanti maliyetini/en yüksek net kârı veren değer olduğu görülmüştür. Optimum değere yaklaşmak amacıyla bir sonraki aşamada g2 değeri maksimum net kârın görüldüğü 0.10-0.20 aralığında 0.01 birim arttırılarak elde edilen optimum değerler Tablo 4.6.2.2.2'de incelenmiştir.

Tablo 4.6.2.2.2. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.10-0.20 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (2. Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0 g2: 0.10	Garanti Maliyeti:	150,48	167,56	184,63	195,06	213,71	224,46	240,90	271,57	290,22	312,98
(OG)	Net Kâr:	611,12	680,44	749,77	792,14	867,89	911,54	978,30	1102,83	1178,58	1271,02
g1: 0 g2: 0.11	Garanti Maliyeti:	140,03	155,92	171,80	181,51	198,87	208,87	224,17	252,71	270,06	291,24
(OG)	Net Kâr:	621,57	692,08	762,60	805,69	882,73	927,13	995,03	1121,69	1198,74	1292,76
g1: 0 g2: 0.12	Garanti Maliyeti:	133,83	149,01	164,20	173,48	190,06	199,62	214,24	241,52	258,10	278,35
(OG)	Net Kâr:	627,77	698,99	770,20	813,72	891,54	936,38	1004,96	1132,88	1210,70	1305,65
g1: 0 g2: 0.13	Garanti Maliyeti:	130,82	145,66	160,50	169,57	185,79	195,13	209,42	236,08	252,30	272,09
(OG)	Net Kâr:	630,78	702,34	773,90	817,63	895,81	940,87	1009,78	1138,32	1216,50	1311,91
g1: 0 g2: 0.14	Garanti Maliyeti:	130,66	145,48	160,30	169,36	185,56	194,89	209,16	235,79	251,98	271,75
(OG)	Net Kâr:	630,94	702,52	774,10	817,84	896,04	941,11	1010,04	1138,61	1216,82	1312,25
g1: 0 g2: 0.15	Garanti Maliyeti:	132,84	147,91	162,98	172,18	188,65	198,14	212,65	239,72	256,18	276,28
(OG)	Net Kâr:	628,76	700,09	771,42	815,02	892,95	937,86	1006,55	1134,68	1212,62	1307,72
g1: 0 g2: 0.16	Garanti Maliyeti:	136,97	152,51	168,05	177,55	194,52	204,31	219,27	247,18	264,16	284,88
(OG)	Net Kâr:	624,63	695,49	766,35	809,65	887,08	931,69	999,93	1127,22	1204,64	1299,12
g1: 0 g2: 0.17	Garanti Maliyeti:	142,96	159,18	175,40	185,31	203,03	213,24	228,85	257,99	275,71	297,33
(OG)	Net Kâr:	618,64	688,82	759,00	801,89	878,57	922,76	990,35	1116,41	1193,09	1286,67
g1: 0 g2: 0.18	Garanti Maliyeti:	150,10	167,13	184,16	194,56	213,17	223,89	240,29	270,87	289,48	312,18
(OG)	Net Kâr:	611,50	680,87	750,24	792,64	868,43	912,11	978,91	1103,53	1179,32	1271,82
g1: 0 g2: 0.19	Garanti Maliyeti:	158,50	176,48	194,46	205,45	225,10	236,42	253,73	286,03	305,68	329,65
(OG)	Net Kâr:	603,10	671,52	739,94	781,75	856,50	899,58	965,47	1088,37	1163,12	1254,35
g1: 0 g2: 0.20	Garanti Maliyeti:	168,47	187,58	206,69	218,37	239,25	251,29	269,69	304,02	324,90	350,39
(OG)	Net Kâr:	593,13	660,42	727,71	768,83	842,35	884,71	949,51	1070,38	1143,90	1233,61

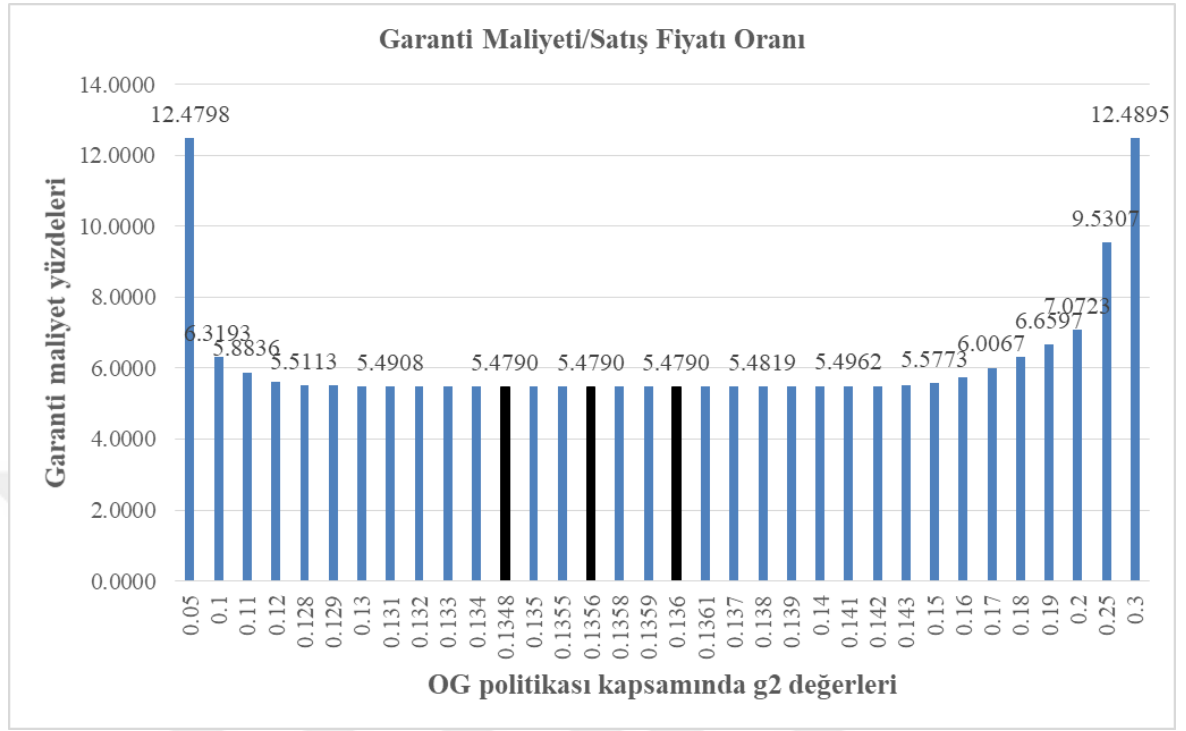
Tablo 4.6.2.2.2 incelendiğinde OG politikası altında g2: 0.14 değerinin en yüksek net kârı veren değer olduğu görülmüştür. g2 değerlerine genel itibariyle göz atıldığında 0.10'dan başlayarak 0.14'e kadar maksimum net kârın artış gösterdiği ve bu noktada en yüksek değere ulaştığı; bu noktadan sonra ise azalış gösteren bir seyir izlediği görülmektedir. Bu nedenle üçüncü aşamada net kârın en yüksek olduğu 0.125-0.145 aralığı 0.001 birim arttırılarak incelenmiş ve elde edilen yeni değerler Tablo 4.6.2.2.3'de gösterilmiştir.

Tablo 4.6.2.2.4. Orantılı Garanti (OG) Politikası Altında Farklı Garanti Süreleri (g2: 0.1345-0.1365 Arası) Bakımından Garanti Maliyetleri ve Net Kâr (Son Aşama)

	Satış Fiyatı:	2380	2650	2920	3085	3380	3550	3810	4295	4590	4950
	Maliyet:	1618,4	1802	1985,6	2097,8	2298,4	2414	2590,8	2920,6	3121,2	3366
g1: 0 g2: 0.1348 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,40	145,19	159,99	169,03	185,19	194,50	208,75	235,32	251,48	271,21
	Net Kâr:	631,20	702,81	774,41	818,17	896,41	941,50	1010,45	1139,08	1217,32	1312,79
g1: 0 g2: 0.1355 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,41	145,21	160,00	169,05	185,21	194,53	208,77	235,35	251,51	271,24
	Net Kâr:	631,19	702,79	774,40	818,15	896,39	941,47	1010,43	1139,05	1217,29	1312,76
g1: 0 g2: 0.1356 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,40	145,20	159,99	169,03	185,20	194,51	208,76	235,33	251,49	271,22
	Net Kâr:	631,20	702,80	774,41	818,17	896,40	941,49	1010,44	1139,07	1217,31	1312,78
g1: 0 g2: 0.1358 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,41	145,20	160,00	169,04	185,20	194,52	208,76	235,34	251,50	271,23
	Net Kâr:	631,19	702,80	774,40	818,16	896,40	941,48	1010,44	1139,06	1217,30	1312,77
g1: 0 g2: 0.1359 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,41	145,20	160,00	169,04	185,20	194,52	208,76	235,34	251,50	271,23
	Net Kâr:	631,19	702,80	774,40	818,16	896,40	941,48	1010,44	1139,06	1217,30	1312,77
g1: 0 g2: 0.1361 (OG)	Garanti Maliyeti:	130,41	145,20	159,99	169,04	185,20	194,51	208,76	235,33	251,50	271,22
	Net Kâr:	631,19	702,80	774,41	818,16	896,40	941,49	1010,44	1139,07	1217,30	1312,78

Orantılı Garanti (OG) politikası altında g2 için 0.1345-0.1365 arasındaki değerler 0.0001 birim arttırılarak Tablo 4.6.2.2.4'de incelendiğinde g2: 0.1348 ve g2: 0.1356 değerlerinin optimum sonuçlar veren en uygun garanti süresi devir sayıları olduğu görülmüştür. Bu aşamadan sonra değerler önemli ölçüde değişmediğinden garanti süresi devir sayısı bulma işlemi bu aşamada sonlandırılmıştır. Böylece *Orantılı Garanti (OG) politikası altında minimum garanti maliyetini/maksimum net kârı veren en uygun garanti süresi devir sayılarının g2: 0.1348 ve g2: 0.1356 olduğu; bu garanti süreleri ile elde edilen minimum garanti maliyetinin de satış fiyatının yaklaşık olarak %5.5'ini (%5.4790) oluşturduğu* söylenebilir. OG politikası kapsamında, değişen g2 değerlerine karşılık ortaya çıkan garanti maliyet yüzdeleri Şekil 4.6.5'de gösterilmiştir.

Şekil 4.6.5. OG Politikası Kapsamında, Değişen g2 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri



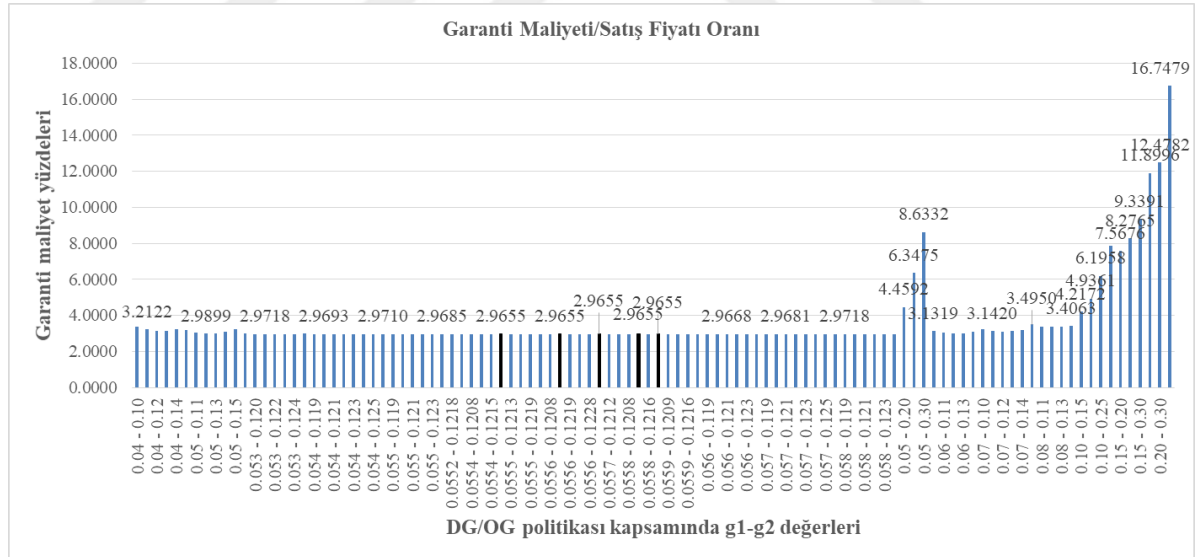
Benzer şekilde formül I kullanılarak oluşturulan modelde de OG politikası altında elde edilen optimum garanti süresi g2: 0.1318; garanti maliyeti/satış fiyatı: %5.5 (%5.480) olarak bulunmuştu. Her iki formül yardımıyla oluşturulan modellerin OG politikası kapsamında birbirine yakın sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılabılır.

4.6.2.3. Birleşik DG/OG Garanti Politikası Altında En Uygun Garanti Süresinin Elde Edilmesi

Birleşik DG/OG garanti politikası altında hem g1 için hem de g2 için garanti süresi devir sayısının onda birler basamağından başlayarak değerler aşama aşama küçültülmüş, gerçek değere en yakın olan devir sayısı elde edilmeye çalışılmıştır. Maksimum net kârın/minimum garanti maliyetinin artık çok değişmediği, aynı seviyede kaldığı noktada garanti süresinin devir sayısını bulma işlemi sonlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.6.2.3.1'den Tablo 4.6.2.3.4'e kadar aşama aşama ifade edilmiştir.

Son aşama olarak, en yüksek net kârı veren g1: 0.0550-0.0560 g2: 0.1200-0.1230 aralıkları 0.0001 birim arttırılarak elde edilen sonuçlar incelenmiş ve optimum sonuçlar Tablo 4.6.2.3.4’de belirtilmiştir. Birleşik DG/OG politikası altında formül II kullanılarak elde edilen ve minimum garanti maliyetini veren optimum garanti süresi devir sayılarının g1: 0.0554 g2: 0.1216, g1: 0.0556 g2: 0.1210, g1: 0.0557 g2: 0.1209 ve g1: 0.0558 g2: 0.1210 olduğu görülmüş ve bu aşamadan sonra değerlerde anlamlı bir değişim gözlenmediği için garanti süresi devir sayısı bulma işlemi bu aşamada sonlandırılmıştır. Böylece, *Birleşik DG/OG politikası altında minimum garanti maliyetini/maksimum net kârı veren en uygun garanti süresi devir sayılarının g1: 0.0554 g2: 0.1216, g1: 0.0556 g2: 0.1210, g1: 0.0557 g2: 0.1209 ve g1: 0.0558 g2: 0.1210 olduğu; bu garanti süreleri ile elde edilen minimum garanti maliyetinin de satış fiyatının yaklaşık olarak %3’ünü (%2.9655) oluşturduğu* söylenebilir. Birleşik DG/OG politikası kapsamında, değişen g1 ve g2 değerlerine karşılık ortaya çıkan garanti maliyet yüzdeleri Şekil 4.6.6’da gösterilmiştir.

Şekil 4.6.6. Birleşik DG/OG Politikası Kapsamında, Değişen g1 ve g2 Değerlerine Karşılık Ortaya Çıkan Garanti Maliyet Yüzdeleri



Daha önce formül I kullanılarak oluşturulan modelde Birleşik DG/OG politikası altında elde edilen optimum garanti süreleri g1: 0.0537 g2: 0.1177 / g1: 0.0543 g2: 0.1177; garanti maliyeti/satış fiyatı oranı ise %3 (%2.9668) olarak hesaplanmıştır. Her iki formül yardımıyla oluşturulan modellerin Birleşik DG/OG

politikası kapsamında birbirine yakın sonuçlar verdiği, garanti maliyetinin satış fiyatındaki payının ise değişmediği görülmüştür.

Tablo 4.6.2.3.5. Formül II Kullanılarak Elde Edilen ve Minimum Garanti Maliyetine Sahip Optimum Garanti Süresi Sonuçlarının Garanti Politikalarına Göre Dağılımı

Garanti Politikası	Garanti Süresi Devir Sayısı	Garanti Maliyeti/Satış Fiyatı
Değişim Garantisi (DG)	g1: 0.0956 / g2: 0 g1: 0.0959 / g2: 0 ve g1: 0.0961 / g2: 0	\cong %10
Orantılı Garanti (OG)	g1: 0 / g2: 0.1348 ve g1: 0 / g2: 0.1356	\cong %5.5
Birleşik DG/OG	g1: 0.0554 g2: 0.1216 g1: 0.0556 g2: 0.1210 g1: 0.0557 g2: 0.1209 ve g1: 0.0558 g2: 0.1210	\cong %3

Formül II kullanılarak elde edilen ve Tablo 4.6.2.3.5’de gösterilen sonuçlar çerçevesinde her üç garanti politikası birlikte ele alındığında, en düşük garanti maliyetine sahip politikanın Birleşik DG/OG politikası olduğu; optimum sonuçlar veren garanti süresi devir sayılarının da g1: 0.0554 g2: 0.1216, g1: 0.0556 g2: 0.1210, g1: 0.0557 g2: 0.1209 veya g1: 0.0558 g2: 0.1210 olduğu ortaya çıkmıştır. Böylece bir üretici/satıcı satmak istediği bir ürün için vermek istediği garantinin süresi ve politikasını en düşük garanti maliyetine göre seçmek isterse Birleşik DG/OG garanti politikasını ve g1: 0.0554 g2: 0.1216, g1: 0.0556 g2: 0.1210, g1: 0.0557 g2: 0.1209 veya g1: 0.0558 g2: 0.1210 sürelerinden birini seçmesi yeterli olacaktır.

4.7. Simülasyonun Sonucu

Formül I ve formül II kullanılarak elde edilen modeller yardımıyla önerilen üç garanti politikası altında yapılan simülasyon sonucu ortaya çıkan optimum garanti süre ve maliyetleri Tablo 4.7.1’de özetlenmiştir.

Tablo 4.7.1. Formül I ve Formül II Kullanılarak Elde Edilen ve Minimum Garanti Maliyetine Sahip Optimum Garanti Süresi Sonuçlarının Garanti Politikalarına Göre Dağılımı

Garanti Politikası	Kullanılan Formül	Garanti Süresi Devir Sayısı	Garanti Maliyeti/Satış Fiyatı Oranı
Değişim Garantisi (DG)	Formül I	g1: 0.0932 / g2: 0	≈ %10
	Formül II	g1: 0.0956 / g2: 0 g1: 0.0959 / g2: 0 ve g1: 0.0961 / g2: 0	
Orantılı Garanti (OG)	Formül I	g1: 0 / g2: 0.1318	≈ %5.5
	Formül II	g1: 0 / g2: 0.1348 ve g1: 0 / g2: 0.1356	
Birleşik DG/OG	Formül I	g1: 0.0537 / g2: 0.1177 ve g1: 0.0543 / g2: 0.1177	≈ %3
	Formül II	g1: 0.0554 g2: 0.1216 g1: 0.0556 g2: 0.1210 g1: 0.0557 g2: 0.1209 ve g1: 0.0558 g2: 0.1210	

Yapılan simülasyon neticesinde elde edilen ve Tablo 4.7.1’de belirtilen sonuçlarda da görüleceği üzere önerilen üç farklı garanti politikası arasından en düşük garanti maliyetine sahip politika Birleşik DG/OG politikasıdır. Bu garanti politikası altında satılan bir ürün için ortaya çıkacak garanti maliyeti ise ürün satış fiyatının yaklaşık olarak %3’üdür. Bir üretici/satıcı müşteriye sattığı ürünü için Birleşik DG/OG politikası altında bir garanti sunmak istediğinde minimum garanti maliyeti ile karşılaşmak için g1 ve g2 garanti sürelerini formül I çerçevesinde g1: 0.0537 g2: 0.1177 veya g1: 0.0543 g2: 0.1177 değerleri ile veya formül II çerçevesinde g1: 0.0554 g2: 0.1216, g1: 0.0556 g2: 0.1210, g1: 0.0557 g2: 0.1209 veya g1: 0.0558 g2: 0.1210 değerleri ile seçmelidir.

4.8. Üreticiler/Satıcılar İçin Garanti Maliyetini Otomatik Hesaplama Aracı

Bir üreticinin veya satıcının satmış olduğu bir ürün için müşteriye sunacağı garanti süresinin kendisine ne kadar bir maliyet getireceğini hemen görebilmesi amacıyla faydalı bir hesaplama aracı geliştirilmiştir. Hesaplama aracına ikinci garanti süresi $g_2=0$ olarak girildiğinde Değişim Garanti (DG) politikası, birinci garanti süresi $g_1=0$ olarak girildiğinde Orantılı Garanti (OG) politikası ve hem birinci hemde ikinci garanti süresi sıfırdan farklı ($g_1, g_2 \neq 0$) ve $g_1 > g_2$ şeklinde girilirse de Birleşik DG/OG politikası altında garanti hizmeti sunulmuş olacaktır. Ancak hatırlanacak olursa yukarıdaki simülasyon neticesinde görülmüştür ki üreticinin ürünle birlikte müşteriye vereceği garanti hizmetini Birleşik DG/OG politikası altında sunması, garanti maliyetini minimuma çekecektir.

Aşağıda, ürün ile birlikte sunulan garantinin üreticiye ne kadar maliyet getireceğine ilişkin hesaplama aracı her üç politika için ayrı ayrı gösterilmiştir. Hesaplama aracını kullanan bir üretici/satıcı müşteriye sunacağı garanti hizmeti için hangi politikanın ve hangi garanti süresinin kendisine ne kadarlık bir garanti maliyeti getireceğini, bunun sonucunda elde edeceği net kârı ve garanti maliyetinin ürün satış fiyatının ne kadarına denk geldiğini toplu olarak görme imkânı bulmaktadır.

4.8.1. Değişim Garanti (DG) Politikası İle Satılan Bir Ürün Örneği

İlk olarak bir üretici/satıcı satmış olduğu ürünü DG politikası altındaki bir garanti hizmetiyle satmak istiyor ise hesaplama aracında aşama aşama istenilen bilgilerden ikinci garanti süresi olan g_2 'yi sıfır (0) olarak girmelidir.

Hesaplama aracı çalıştırıldığında ilk olarak ekrana satılan ürünün “Satış Fiyatı”nın girilmesi istenecektir.

Resim 4.8.1.1. Birinci Aşama (Ürünün Satış Fiyatını Giriniz)



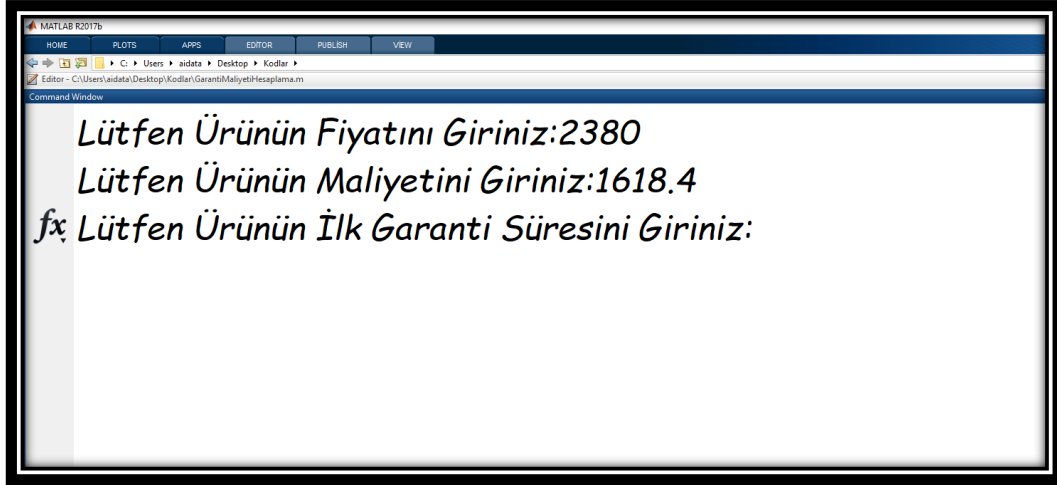
Resim 4.8.1.1’de ürünün “Satış Fiyatı” olarak çalışmada kullanılan ilk ürünün satış fiyatı (2380 TL) girilmiştir.

Resim 4.8.1.2. İkinci Aşama (Ürünün Maliyetini Giriniz (Garanti Maliyeti Hariç))



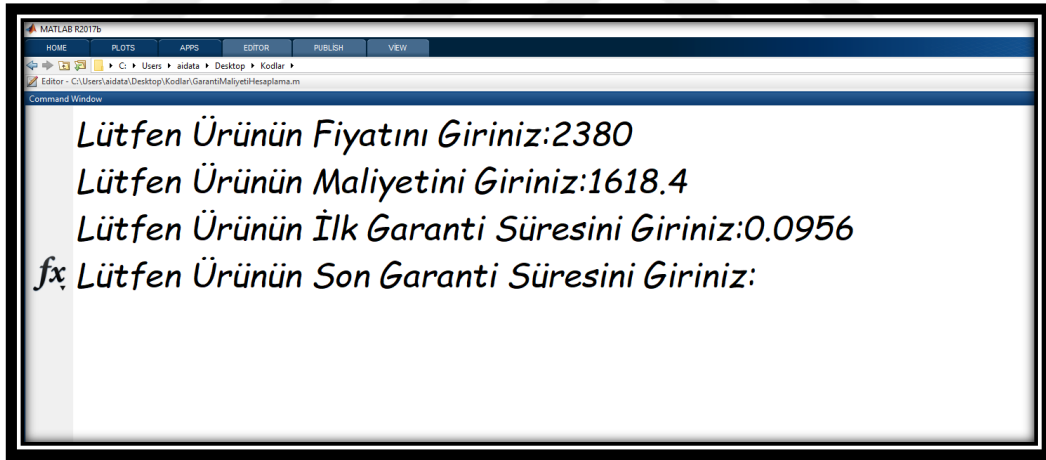
Resim 4.8.1.2’de ikinci aşamada sorulan “Ürün Maliyeti” için de ilk ürünün maliyeti (1618.4 TL) girilmiştir.

Resim 4.8.1.3. Üçüncü Aşama (İlk Garanti Süresini Giriniz)



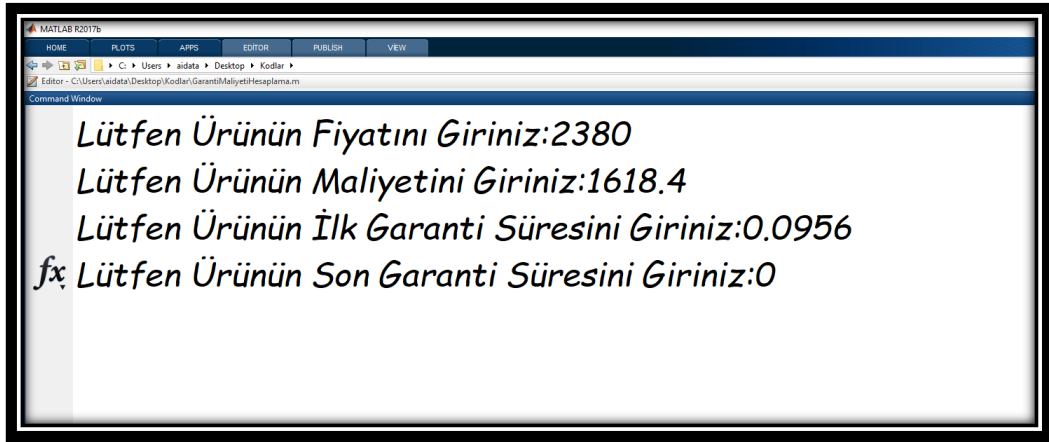
Resim 4.8.1.3’de üçüncü aşamada sorulan “İlk Garanti Süresi g_1 ” için çalışmanın nihayetinde II. formül kullanılarak elde edilen DG politikası altındaki optimum garanti sürelerinden biri olan $g_1=0.0956$ değeri girilmiştir.

Resim 4.8.1.4. Dördüncü Aşama (Son/İkinci Garanti Süresini Giriniz)



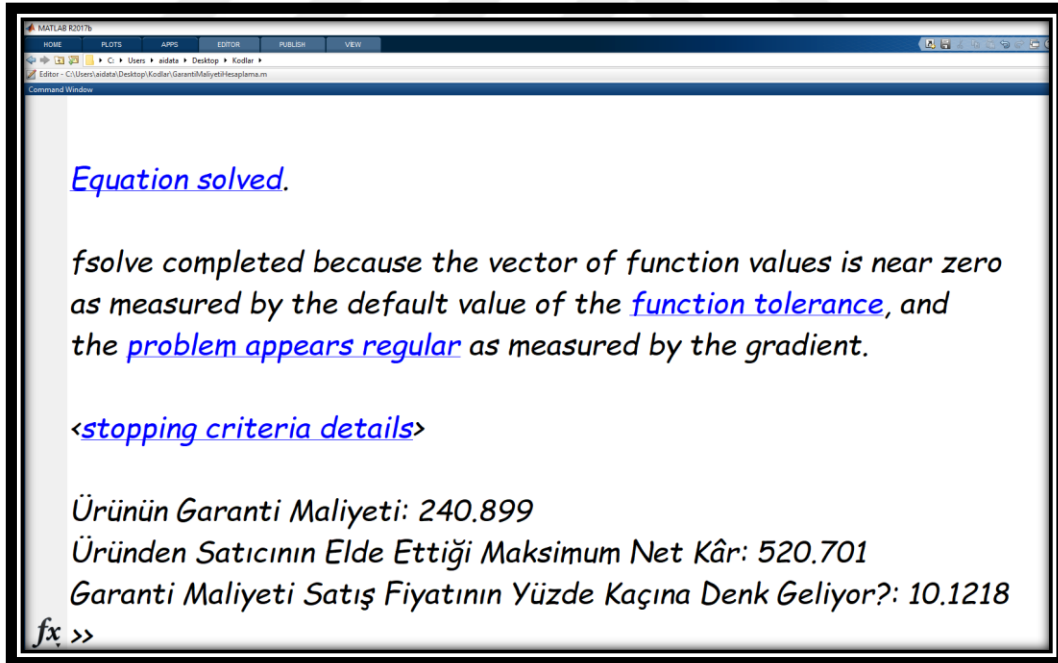
Resim 4.8.1.4’de dördüncü aşamada sorulan “Son Garanti Süresi g_2 ” için DG politikası kapsamında $g_2=0$ değeri girilmiştir.

Resim 4.8.1.5. Beşinci Aşama (Tüm Değerler Girildiği İçin Sonuç Verme Düğmesi Tıklanır)



Resim 4.8.1.5’de beşinci aşamada artık tüm değerler girilmiştir ve hesaplama aracı son kez çalıştırılarak sonuçların gelmesi beklenir.

Resim 4.8.1.6. Sonuç Ekranı (Garanti Maliyeti, Maksimum Net Kâr, Garanti Maliyetinin Satış Fiyatına Oranı)



Resim 4.8.1.6’da son aşamada sonuçların geldiği ekranda “Garanti Maliyeti”, “Net Kâr” ve “Garanti Maliyetinin Satış Fiyatındaki payı” bilgileri görünür ve üretici/satıcı satmış olduğu ürün ile birlikte sunacağı garanti hizmetinin kendisine ne kadar bir maliyet getirdiğini, satmış olduğu üründen elde edeceği net kârı ve garanti

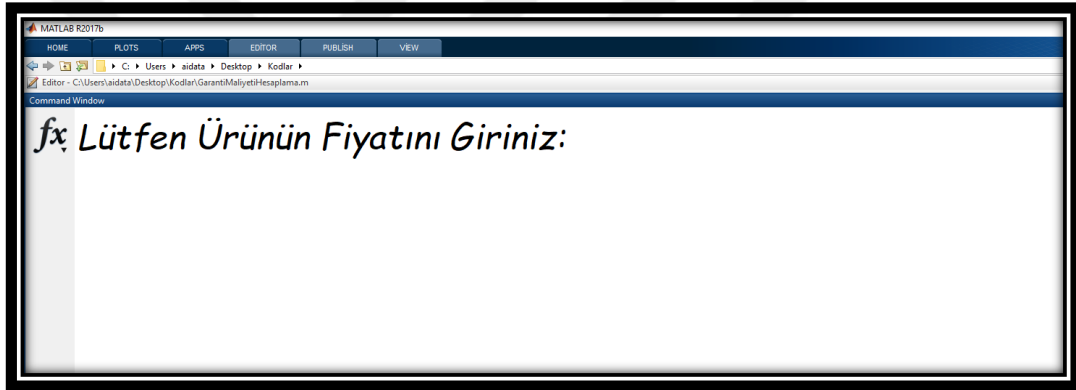
maliyetinin satış fiyatının yüzde kaçına denk geldiğini rahat bir şekilde toplu olarak görme imkânı bulur.

4.8.2. Orantılı Garanti (OG) Politikası İle Satılan Bir Ürün Örneği

İkinci bir örnek olarak bir üretici/satıcı satmış olduğu ürünü OG politikası altındaki bir garanti hizmetiyle satmak istiyor ise hesaplama aracında aşama aşama istenilen bilgilerden birinci garanti süresi olan g_1 'i sıfır (0) olarak girmelidir.

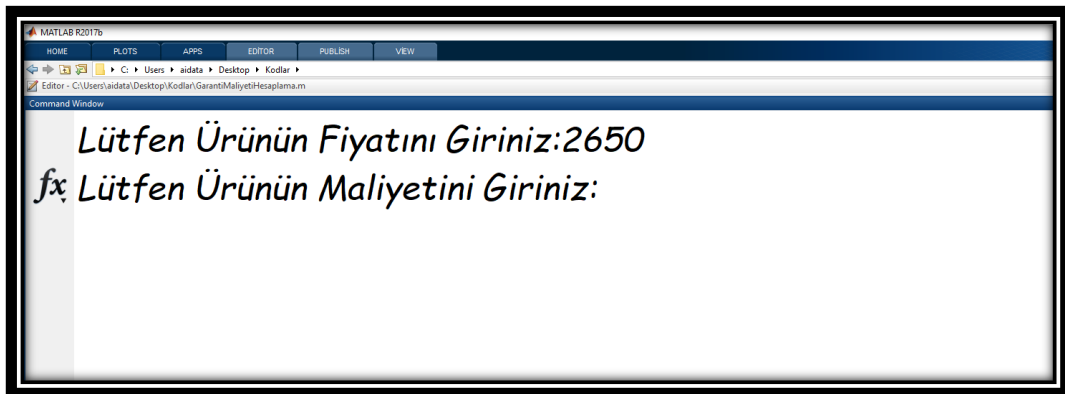
Hesaplama aracı çalıştırıldığında ilk olarak ekrana satılan ürünün “Satış Fiyatı”nın girilmesi istenecektir.

Resim 4.8.2.1. Birinci Aşama (Ürünün Satış Fiyatını Giriniz)



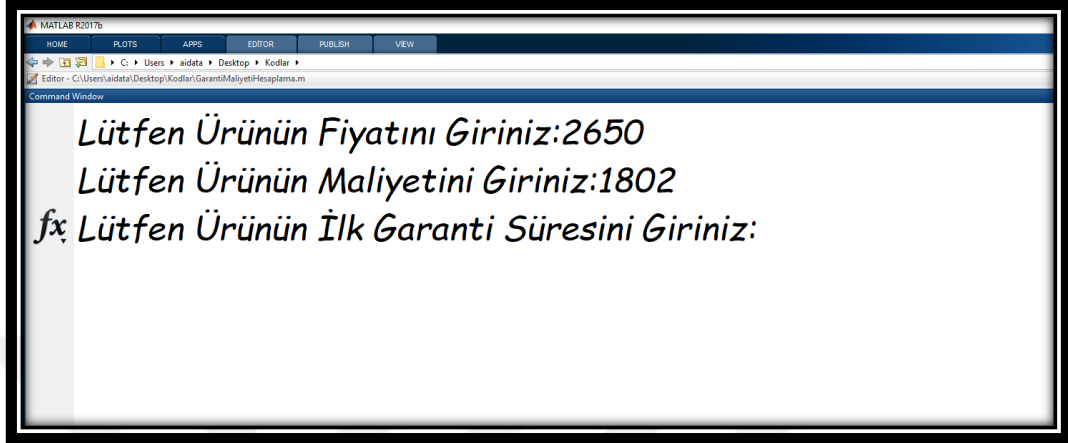
Resim 4.8.2.1’de ürünün “Satış Fiyatı” olarak çalışmada kullanılan ikinci ürünün satış fiyatı (2650 TL) girilmiştir.

Resim 4.8.2.2. İkinci Aşama (Ürünün Maliyetini Giriniz (Garanti Maliyeti Hariç))



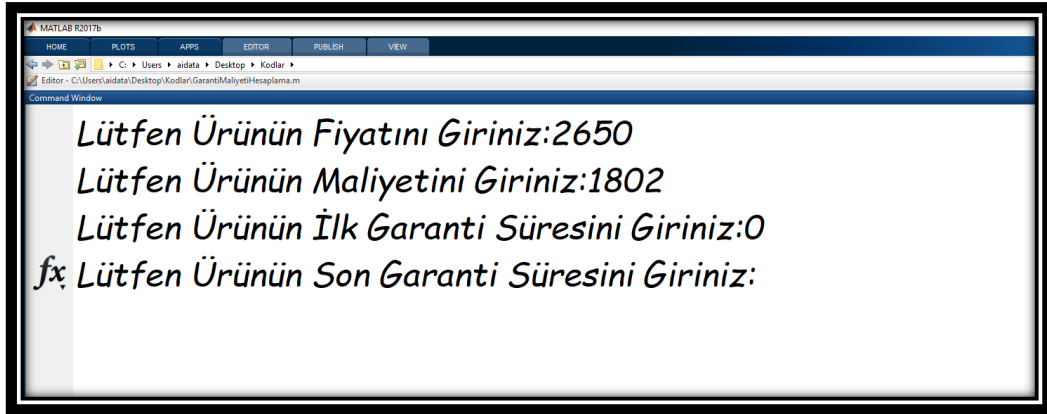
Resim 4.8.2.2’de ikinci aşamada sorulan “Ürün Maliyeti” için de ikinci ürünün maliyeti (1802 TL) girilmiştir.

Resim 4.8.2.3. Üçüncü Aşama (İlk Garanti Süresini Giriniz)



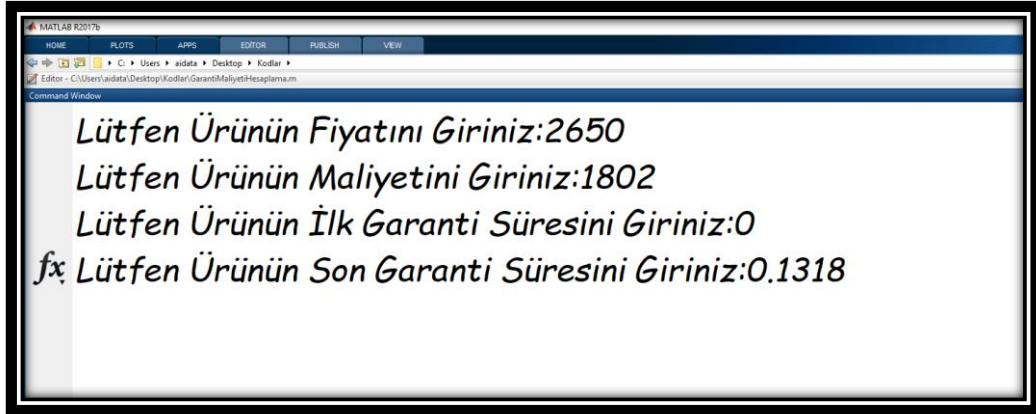
Resim 4.8.2.3’de üçüncü aşamada sorulan “İlk Garanti Süresi g_1 ” için OG politikası çerçevesinde $g_1=0$ değeri girilmiştir.

Resim 4.8.2.4. Dördüncü Aşama (Son (İkinci) Garanti Süresini Giriniz)



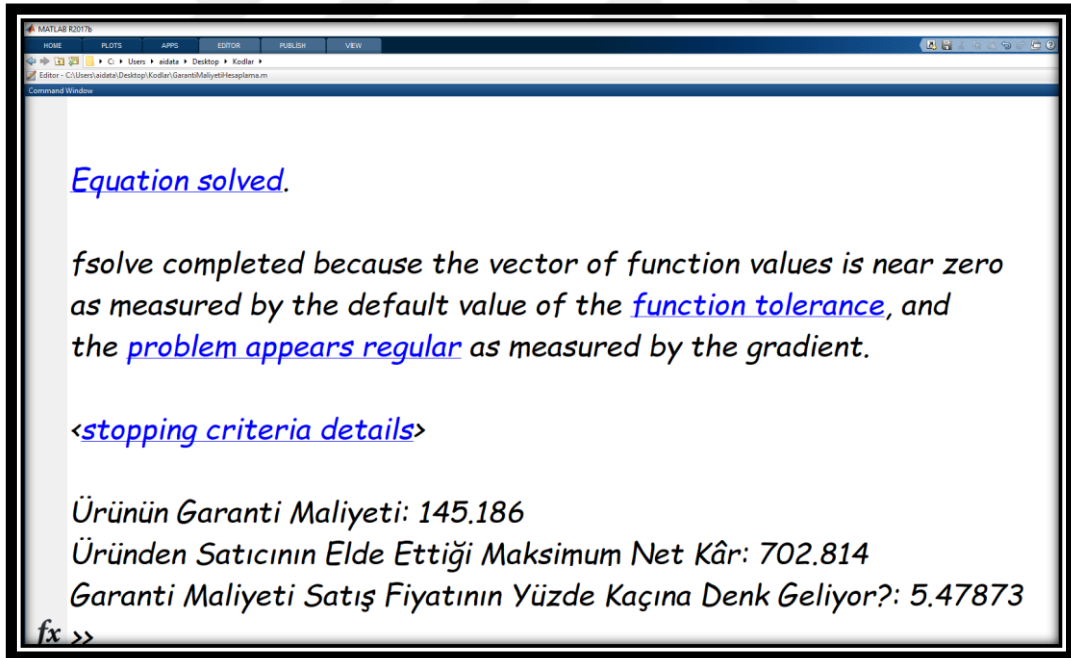
Resim 4.8.2.4’de dördüncü aşamada sorulan “Son Garanti Süresi g_2 ” için çalışmanın nihayetinde I. formül kullanılarak elde edilen OG politikası altındaki optimum garanti sürelerinden biri olan $g_2=0.1318$ değeri girilmiştir.

Resim 4.8.2.5. Beşinci Aşama (Tüm Değerler Girildiği İçin Sonuç Verme Düğmesi Tıklanır)



Resim 4.8.2.5’de beşinci aşamada artık tüm değerler girilmiştir ve hesaplama aracı son kez çalıştırılarak sonuçların gelmesi beklenir.

Resim 4.8.2.6. Sonuç Ekranı (Garanti Maliyeti, Maksimum Net Kâr, Garanti Maliyetinin Satış Fiyatına Oranı)



Resim 4.8.2.6’da son aşamada sonuçların geldiği ekranda “Garanti Maliyeti”, “Net Kâr” ve “Garanti Maliyetinin Satış Fiyatındaki payı” bilgileri görünür ve üretici/satıcı satmış olduğu ürün ile birlikte sunacağı garanti hizmetinin kendisine ne kadar bir maliyet getirdiğini, satmış olduğu üründen elde edeceği net kârı ve garanti

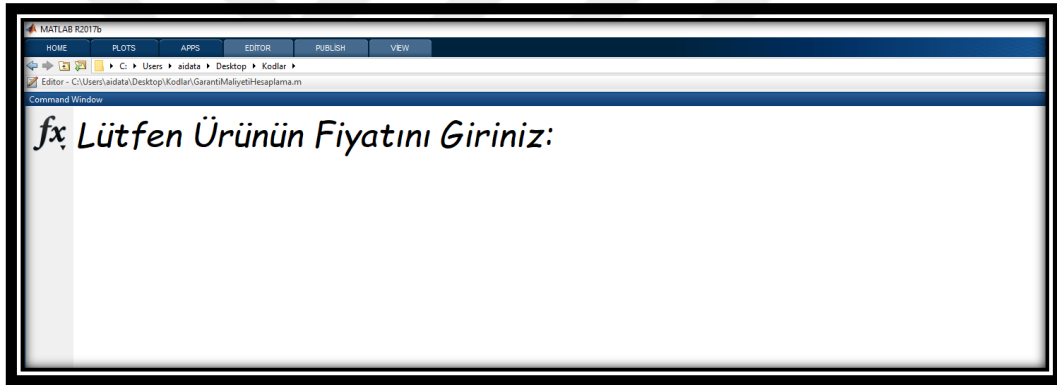
maliyetinin satış fiyatının yüzde kaçına denk geldiğini rahat bir şekilde toplu olarak görme imkânı bulur.

4.8.3. Birleşik DG/OG Politikası İle Satılan Bir Ürün Örneği

Son örnek olarak bir üretici/satıcı satmış olduğu ürünü Birleşik DG/OG politikası altındaki bir garanti hizmetiyle satmak istiyor ise hesaplama aracında aşama aşama istenilen bilgilerden birinci ve ikinci garanti sürelerini birbirinden ve sıfırdan farklı olarak $g_1 > g_2$ şeklinde girmelidir.

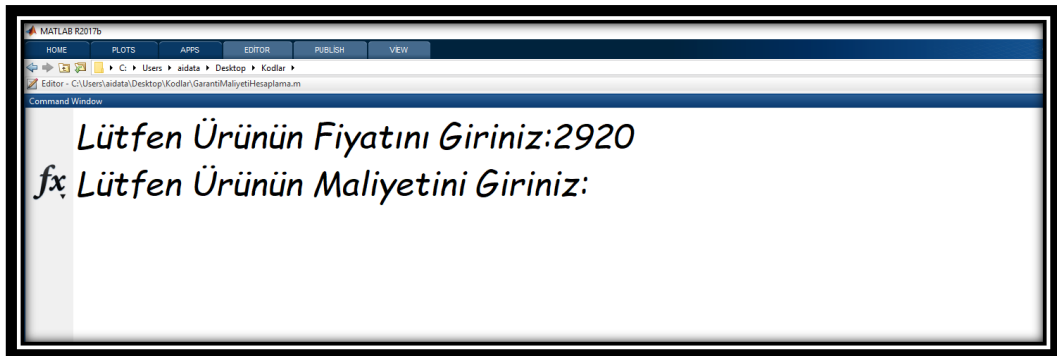
Hesaplama aracı çalıştırıldığında ilk olarak ekrana satılan ürünün “Satış Fiyatı”nın girilmesi istenecektir.

Resim 4.8.3.1. Birinci Aşama (Ürünün Satış Fiyatını Giriniz)



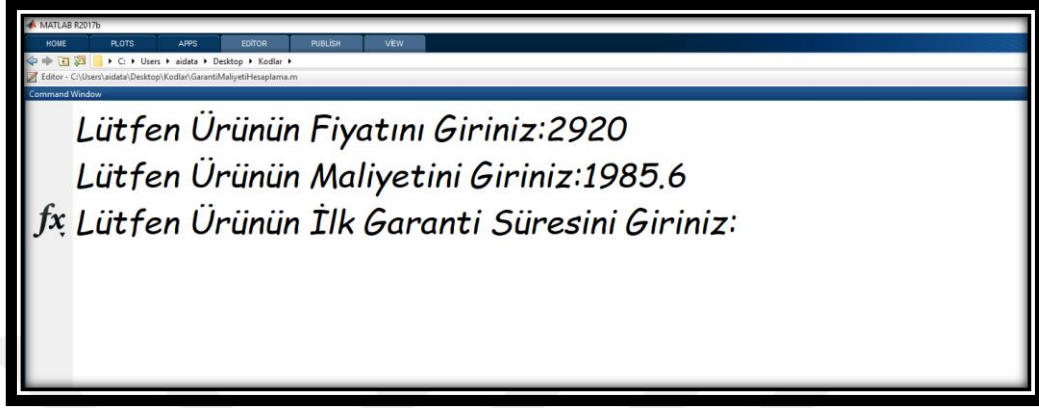
Resim 4.8.3.1’de ürünün “Satış Fiyatı” olarak çalışmada kullanılan üçüncü ürünün satış fiyatı (2920 TL) girilmiştir.

Resim 4.8.3.2. İkinci Aşama (Ürünün Maliyetini Giriniz (Garanti Maliyeti Hariç))



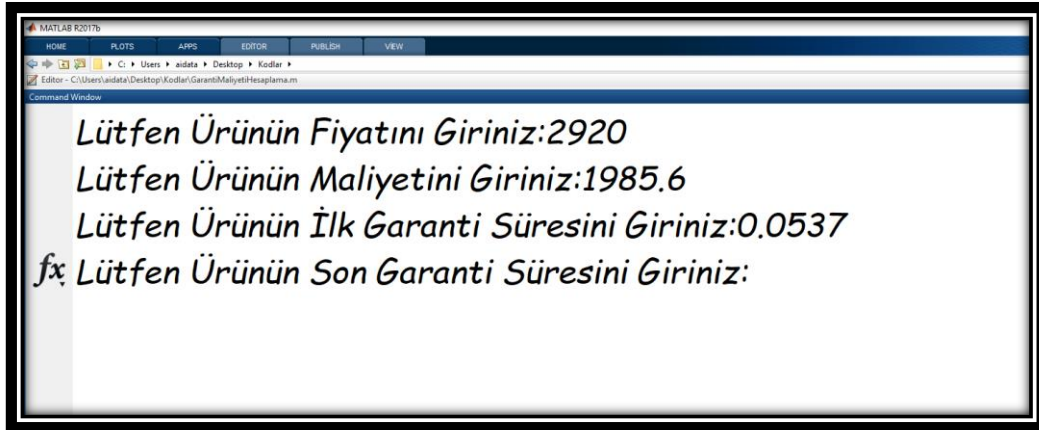
Resim 4.8.3.2’de ikinci aşamada sorulan “Ürün Maliyeti” için de üçüncü ürünün maliyeti (1985.6 TL) girilmiştir.

Resim 4.8.3.3. Üçüncü Aşama (İlk Garanti Süresini Giriniz)



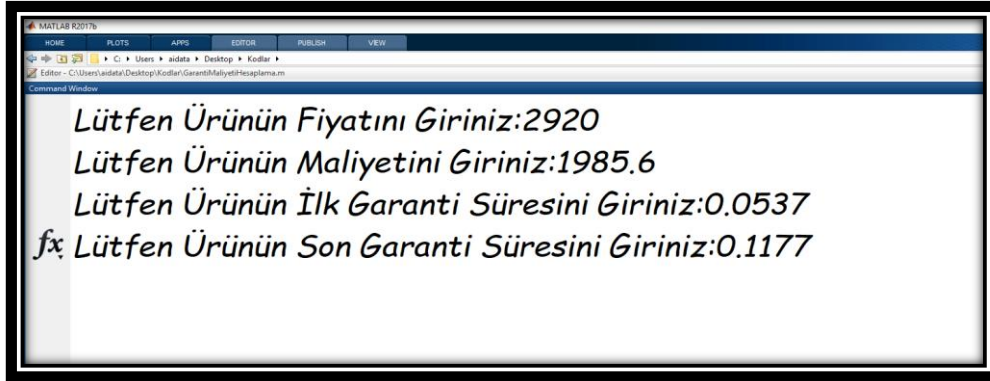
Resim 4.8.3.3’de üçüncü adımda sorulan “İlk Garanti Süresi g_1 ” için çalışmanın nihayetinde II. formül kullanılarak elde edilen Birleşik DG/OG politikası altındaki optimum garanti sürelerinden biri seçilmiş ve $g_1=0.0537$ değeri girilmiştir.

Resim 4.8.3.4. Dördüncü Aşamada (Son (İkinci) Garanti Süresini Giriniz)



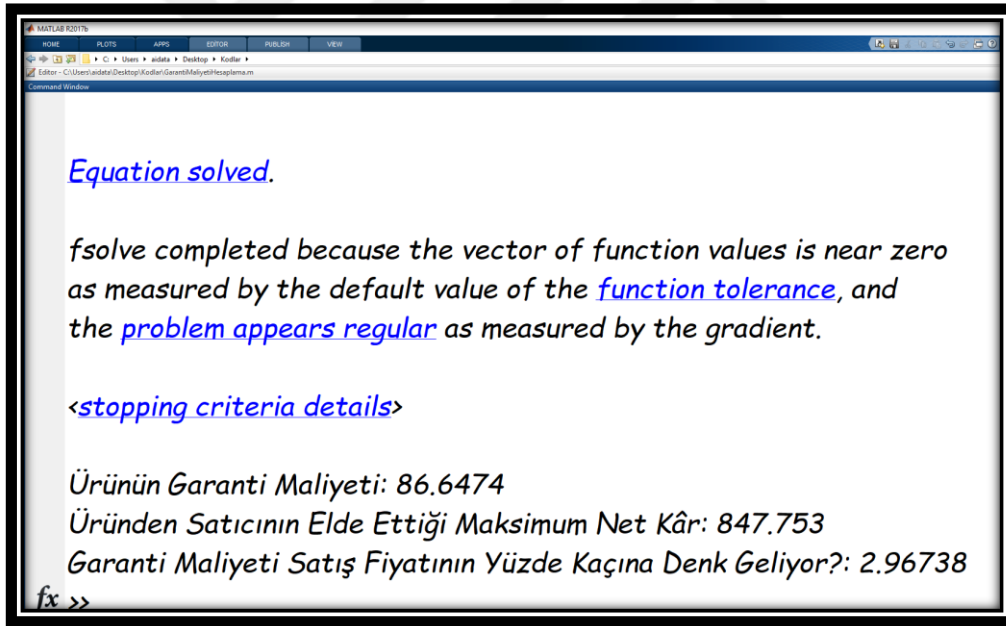
Resim 4.8.3.4’de dördüncü aşamada sorulan “Son Garanti Süresi g_2 ” için çalışmanın nihayetinde II. formül kullanılarak elde edilen Birleşik DG/OG politikası altındaki optimum garanti sürelerinden seçilen değer için ikinci garanti süresi seçilerek $g_2=0.1177$ değeri girilmiştir.

Resim 4.8.3.5. Beşinci Aşamada (Tüm Değerler Girildiği İçin Sonuç Verme Düğmesi Tıklanır)



Resim 4.8.3.5’de beşinci aşamada artık tüm değerler girilmiştir ve hesaplama aracı son kez çalıştırılarak sonuçların gelmesi beklenir.

Resim 4.8.3.6. Sonuç Ekranı (Garanti Maliyeti, Maksimum Net Kâr, Garanti Maliyetinin Satış Fiyatına Oranı)



Resim 4.8.3.6’da son aşamada sonuçların geldiği ekranda “Garanti Maliyeti”, “Net Kâr” ve “Garanti Maliyetinin Satış Fiyatındaki Payı” bilgileri görünür ve üretici/satıcı satmış olduğu ürün ile birlikte sunacağı garanti hizmetinin kendisine ne kadar bir maliyet getirdiğini, satmış olduğu üründen elde edeceği net kârı ve garanti maliyetinin satış fiyatının yüzde kaç olduğunu kolaylıkla toplu olarak görme imkânı bulabilir.

V. BÖLÜM

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Üreticiler günümüz yüksek teknolojisi ile gittikçe yoğunlaşan küresel rekabet karşısında piyasada tutunabilmek için, son derece güvenilir ürünler tasarlamak, geliştirmek ve üretmek; bunun yanı sıra ürün ile birlikte kapsamlı garanti hizmetleri sunmakla yükümlüdürler. Üreticiler/satıcılar tüketicileri ürünlerine çekmek için genellikle ürün ömrü konusunda garanti vermekte, bu nedenle, uygun garanti süresinin belirlenmesi üreticiler için önemli bir karar problemi haline gelmektedir.

Garanti hizmetine sadece müşteri gözlüğüyle bakıldığı zaman müşteri, garanti süresinin olabildiğince uzun, garanti politikası ve şartlarının da sadece kendi lehinde olmasını arzu etmektedir. Ancak bu durum üreticinin/satıcının zarar edeceği, belki de altından kalkamayacağı maliyetleri ortaya çıkarabilir. Bununla birlikte, sunulan garanti hizmeti ile sadece üretici/satıcı kârı ve faydası gözetilerek garanti süresi oldukça kısa ve garanti politika şartları da yalnızca üretici/satıcı lehine olursa ortaya çıkan bu durum, ürünün müşteriler tarafından tercihini olumsuz etkileyerek üreticinin/satıcının ürünlerini satamamasından kaynaklı yine zarar edeceği sonucunu doğuracaktır. Bu nedenle ürün ile birlikte sunulan garanti hizmeti, müşteri memnuniyetini sağlayacak niteliklere sahip olmakla birlikte üretici maliyetini de zorlamamalı, her iki tarafın memnun olup fayda sağlayacağı seviyede tutulmalıdır.

Üreticinin/satıcının ürünü ile birlikte müşteriye sunacağı garanti hizmetinin kendisine minimum maliyet getirmesi için öncelikle uygun bir garanti politikası belirlenmeli ve bu politika altında sunulacak garantinin süresi de optimum seçmelidir.

Böylece hem müşteri memnuniyeti elde edilerek ürünün tercih edilmesi, ama aynı zamanda garanti maliyeti de minimum seviyeye indirilerek üreticinin/satıcının ürün satışından maksimum net kâr elde etmesi sağlanmış olacaktır. Çünkü bir üretici/satıcı sadece garanti maliyetini en aza indirmek için bir garanti hizmeti arayışına girerse müşterinin ürün satın alırken karar verme davranışında önemli bir role sahip olan garanti süresini göz ardı etmiş olur. Bu da ürün satışında sıkıntı yaşanmasına, dolayısıyla üreticinin/satıcının kâr beklerken daha çok zarar etmesine neden olacaktır. Bu nedenle ürün ile birlikte sunulan garanti hizmetinde minimum garanti maliyetini maksimum kârlılık ile birlikte değerlendirmek için üreticinin/satıcının öncelikle garanti politikasına, daha sonra da optimum garanti süresine karar vermesi gerekmektedir.

Piyasada bulunan garanti hizmetleri incelendiğinde birçok garanti politikası ile karşılaşılmaktadır. Her bir politika temelinde müşteri memnuniyeti ile birlikte hem müşterinin hem de üreticinin/tüketicinin korunmasını esas amaç edinse de ortaya çıkardıkları garanti maliyeti oldukça farklılık arz edebilmektedir.

Yapılan bu çalışmanın esas amacı üretici/satıcı perspektifinden en düşük garanti maliyetini, bunun sonucunda da en yüksek net kârlılığı veren optimum garanti süresi ve politikasının belirlenmesidir. Bu amaçla öncelikle garanti hizmetlerinde en yaygın kullanılan politikalardan ikisi olan Değişim Garanti (DG) politikası ve Orantılı Garanti (OG) politikası ile bu ikisinin birleşimiyle oluşturulan Birleşik DG / OG politikası ele alınmış ve bu üç politika çerçevesinde minimum garanti maliyetini veren optimum garanti süreleri bulunarak birbirleriyle kıyaslanmış; sunulan politikalar arasında en uygun sonucu veren politika da not edilmiştir. Bu yaklaşım Bayes yöntemine ve bir fayda fonksiyonunun formülasyonuna dayanmaktadır. Bu yaklaşım sezgiseldir ve üreticiler için yararlı bir karar verme aracı olabilecek potansiyelindedir.

Fayda fonksiyonunu oluşturan ekonomik fayda, garanti maliyet ve memnuniyetsizlik maliyet fonksiyonlarının belirlenmesi aşamasında, garanti süresi belirleme süreci ömür testine ait bir işlem olduğundan, elde edilen modellerin formülasyonu oluşturulurken uygun olasılık yoğunluk fonksiyonları ve parametreleri kullanılmıştır. Yapılan bu işlemlerin temelinde Bayes yaklaşımı vardır.

Ömür testlerinde yaygın olarak kullanılan üstel dağılımın iki farklı gösteriminden (üstel dağılımın parametresinin θ veya $\frac{1}{\theta}$ şeklinde seçimi); ve bu iki gösterime uygun iki farklı piror (önsel) dağılım olan Gama ve Ters Gama fonksiyonlarının kullanımından kaynaklı olarak iki ayrı formül üzerinden modelleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Üstel dağılımın parametresinin θ , ve prior dağılım olarak da gama dağılımının seçilmesiyle formül I; üstel dağılımın parametresinin $\frac{1}{\theta}$, ve prior dağılım olarak da ters gama dağılımının seçilmesiyle de formül II oluşturulmuştur. Yapılan tüm işlemler formül I ve formül II şeklinde adlandırılan bu iki formül altında ayrı ayrı değerlendirilmiş ve en son elde edilen sonuçlar birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Beklenen fayda fonksiyonu ve optimum garanti süresinin belirlenmesi amacıyla, çalışmanın amaç ve hedeflerine uygun şekilde formüle edilen modeller örnekte kullanılan verilerin seçilmesi/belirlenmesi işlemi gerçekleştirildikten sonra simülasyon yöntemiyle test edilmiştir.

Oluşturulan formülün test edilmesi amacıyla Arçelik A.Ş.'nin Kamuyu Aydınlatma Platformu'na (KAP) bildirmiş olduğu 2017 ve 2018 yıllık faaliyet raporundaki hasılat (satışlar) ve satışların maliyeti bilgilerinden yararlanılmıştır.

Geliştirilen formül ve modellerin aracılığıyla farklı garanti politika ve süreleri altında ortaya çıkan garanti maliyetlerinin hesaplanmasında MATLAB paket programı aracılığıyla her iki formül için ayrı ayrı geliştirilen modellerin kodları yazılarak simülasyon çalışması yapılmış ve birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Yapılan simülasyon çalışmasında öncelikle ürün fiyatı olarak Arçelik A.Ş.'nin resmi sitesinde 2019 yılı için beyaz eşya kategorisinde bulunan ve fiyatı 3000-5000 ₺ aralığında değişen 10 farklı buzdolabı fiyatı seçilmiştir. Seçilen ürünlerin maliyeti de Arçelik A.Ş.'nin yukarıda belirtilen satış-maliyet oranı temel alınarak girilmiştir (Ürün Maliyeti=Ürün Fiyatı*0.68). Ürünlerin bozulma anındaki geçen süre ise rastgele sayı üretilerek belirlenmiştir. Çalışmada belirtilen bozulma anında geçen süreler ile garanti süreleri devir sayısı olarak hesaplandığı için 0 ile 1 aralığında sınırlandırılmıştır. (0,1) aralığında sınırlandırılan bu verilerin hangi değerler arasında yoğunlaştığının belirlenmesi amacıyla ise elde edilen ve optimum garanti maliyetini veren amaç

fonksiyonun MAPLE paket programı aracılığıyla farklı satış ve maliyet fiyatları altında grafikleri çizdirilmiş ve optimum sonucu veren optimum garanti değerlerinin 0 ile 0.3 aralığında olduğu görülmüştür. Bu nedenle simülasyon çalışmasında garanti sürelerinin bu aralıktaki tüm değerleri teker teker denenerek optimum sonucu veren değerler bulunmaya çalışılmıştır. Simülasyon çalışmasında rastgele üretilen sayıların 5000 döngü ile tekrarı sağlanarak elde edilen değerlerin gerçek değerlere yaklaşması amaçlanmıştır.

Öncelikle formül I kullanılarak elde edilen model yardımıyla simülasyon çalışması yapılmış her bir garanti politikası için ayrı ayrı garanti süreleri incelenmiştir.

Değişim Garanti (DG) politikası altında minimum garanti maliyetine sahip maksimum net kârı veren garanti süreleri incelendiğinde devir sayısı bakımından $g_1 = 0.0932$, $g_2 = 0$ değerlerinin optimum değerler olduğu görülmüştür. DG politikası altında sunulan bir garanti hizmetinde en düşük garanti maliyeti için bu değerlerin kullanılması gerekmektedir. Bu şekilde sunulan bir garanti hizmetinin üreticiye/satıcıya getireceği garanti maliyetinin ise ürün satış fiyatının yaklaşık %10'u olduğu belirlenmiştir.

Orantılı Garanti (OG) politikası altında minimum garanti maliyetine sahip maksimum net kârı veren garanti süreleri incelendiğinde devir sayısı bakımından $g_1 = 0$, $g_2 = 0.1318$ değerlerinin optimum değerler olduğu görülmüştür. OG politikası altında sunulan bir garanti hizmetinde en düşük garanti maliyeti için bu değerler kullanıldığında, sunulan garanti hizmetinin üreticiye/satıcıya getireceği garanti maliyetinin ürün satış fiyatının yaklaşık %5.5'i olduğu belirlenmiştir.

Birleşik DG/OG politikası altında minimum garanti maliyetine sahip maksimum net kârı veren garanti süreleri incelendiğinde ise devir sayısı bakımından $g_1 = 0.0537$, $g_2 = 0.1177$ ile $g_1 = 0.0543$, $g_2 = 0.1177$ değerlerinin optimum değerler olduğu görülmüştür. Birleşik DG/OG politikası altında sunulan bir garanti hizmetinde en düşük garanti maliyeti için bu değerlerden birisinin kullanılması gerekmektedir. Bu şekilde sunulan bir garanti hizmetinin üreticiye/satıcıya getireceği garanti maliyetinin ise ürün satış fiyatının yaklaşık %3'ü olduğu ortaya çıkmıştır.

Her üç politika kapsamında elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise en düşük garanti maliyetine sahip politikanın Birleşik DG/OG politikası; optimum garanti sürelerinin ise $g_1 = 0.0537$, $g_2 = 0.1177$ veya $g_1 = 0.0543$, $g_2 = 0.1177$ değerleri olduğu görülmüştür. Bu politika ve garanti süreleriyle satılan 100 ₺ lik bir malın yaklaşık olarak 3 ₺ lik bir garanti maliyetine sahip olduğu tahmini yapılabilir ve bu sonuç üreticiler/satıcılar için oldukça yönlendirici ve fikir verici bir sonuç olacak potansiyelindedir.

Çalışmanın ikinci aşamasında formül II kullanılarak elde edilen model yardımıyla simülasyon çalışması yapılmış her bir garanti politikası için ayrı ayrı garanti süreleri incelenmiştir.

Değişim Garanti (DG) politikası altında minimum garanti maliyetine sahip maksimum net kârı veren garanti süreleri incelendiğinde devir sayısı bakımından $g_1 = 0.0956$, $g_2 = 0$; $g_1 = 0.0959$, $g_2 = 0$ ve $g_1 = 0.0961$, $g_2 = 0$ değerlerinin optimum değerler olduğu görülmüştür. DG politikası altında sunulan bir garanti hizmetinde en düşük garanti maliyeti için bu değerlerden herhangi birinin kullanılması gerekmektedir. Bu şekilde sunulan bir garanti hizmetinin üreticiye/satıcıya getireceği garanti maliyetinin ise ürün satış fiyatının yaklaşık %10'u olduğu görülmüştür.

Orantılı Garanti (OG) politikası altında minimum garanti maliyetine sahip maksimum net kârı veren garanti süreleri incelendiğinde devir sayısı bakımından $g_1 = 0$, $g_2 = 0.1348$ ve $g_1 = 0$, $g_2 = 0.1356$ değerlerinin optimum değerler olduğu görülmüştür. OG politikası altında sunulan bir garanti hizmetinde en düşük garanti maliyeti için bu değerlerden herhangi birinin kullanılması gerekmektedir. Bu şekilde sunulan bir garanti hizmetinin üreticiye/satıcıya getireceği garanti maliyetinin ise ürün satış fiyatının yaklaşık %5.5'i olduğu görülmüştür.

Birleşik DG/OG politikası altında minimum garanti maliyetine sahip maksimum net kârı veren garanti süreleri incelendiğinde ise devir sayısı bakımından $g_1 = 0.0554$, $g_2 = 0.1216$; $g_1 = 0.0556$, $g_2 = 0.1210$; $g_1 = 0.0557$, $g_2 = 0.1209$ ve $g_1 = 0.0558$, $g_2 = 0.1210$ değerlerinin optimum değerler olduğu görülmüştür. Birleşik DG/OG politikası altında sunulan bir garanti hizmetinde en düşük garanti maliyeti için bu değerlerden herhangi birisinin kullanılması gerekmektedir. Bu şekilde

sunulan bir garanti hizmetinin üreticiye/satıcıya getireceği garanti maliyetinin ise ürün satış fiyatının yaklaşık %3'ü olduğu ortaya çıkmıştır.

Her üç politika kapsamında elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise en düşük garanti maliyetine sahip politikanın Birleşik DG/OG politikası; optimum garanti sürelerinin ise $g_1 = 0.0554$, $g_2 = 0.1216$; $g_1 = 0.0556$, $g_2 = 0.1210$; $g_1 = 0.0557$, $g_2 = 0.1209$ veya $g_1 = 0.0558$, $g_2 = 0.1210$ değerleri olduğu görülmüştür. Bu politika ve garanti süreleriyle satılan 100 ₺'lik bir malın yaklaşık olarak 3 ₺'lik bir garanti maliyetine sahip olduğu tahmini yapılabilir ve bu sonuç üreticiler/satıcılar için oldukça yönlendirici ve fikir verici bir sonuçtur.

Tüm sonuçlar birlikte ele alındığında her iki formül yardımıyla elde edilen modelin test edilmesi ile her ikisinde de Birleşik DG/OG politikasının en uygun garanti maliyetine sahip olduğu ve garanti maliyetinin ürün satış fiyatının yaklaşık olarak %3'ü olduğu tespit edilmiştir.

Ürünün garanti haricindeki maliyetinin, satış fiyatının yaklaşık olarak %68'ini oluşturduğu daha önce belirtilmişti. Bulunan %3'lük garanti maliyeti/satış fiyatı oranı da bu orana eklenirse bir ürünün toplam maliyetinin satış fiyatının yaklaşık olarak %71'i olduğu, geriye kalan %29'lük kısmın ise üreticinin/satıcının ürün satışından elde edeceği net kâr olduğu söylenebilir. Bu sonuçlar çerçevesinde Arçelik A.Ş.'nin 1000 ₺'ye satmış olduğu bir buzdolabının yaklaşık 710 ₺'si (%71) ürünün tüm maliyet giderlerini oluşturmakta; kalan 290 ₺'si (%29) ise ürün satışından elde edilen net kârı ifade etmektedir.

Elde edilen bu sonuçlar çerçevesinde üreticiye/satıcıya, ürün ile birlikte müşteriye sunacağı garanti hizmeti için Birleşik DG/OG politikasını tercih etmesi tavsiye edilmektedir. Bu politika çerçevesinde garanti süresi devir sayıları da yaklaşık olarak $g_1 = 0.054..$, $g_2 = 0.120..$ civarlarında seçilirse ortaya çıkacak garanti maliyeti en düşük seviyede kalacak ve ürün satış fiyatının yaklaşık olarak %3'ünü oluşturacaktır. Daha önce de belirtildiği gibi McGuire (1980) müşteriye sunulan garantinin üreticiye/satıcıya ürün satış fiyatının yaklaşık %1 ile %15'i arasında ek bir maliyet getirdiğini ifade etmiştir. Elde edilen sonuçlar da bu aralığa uygun bir şekilde çıkmıştır. Bununla birlikte Wu ve Huang (2010) yapmış oldukları çalışmada garanti

politikası olarak Birleşik DG/OG politikasını kullanmışlar ancak dağılım olarak weibull dağılımının özel bir durumu olan rayleigh dağılımını kullanmışlardır. Çalışma neticesinde satış fiyatı 150 birim olan bir ürünün Birleşik DG/OG politikası altında garanti maliyetini 8,7961 birim olarak bulmuşlardır. Bu da satış fiyatının yaklaşık olarak %5.86'sını oluşturmaktadır.

Son olarak bir üreticinin veya satıcının satmış olduğu bir ürün için müşteriye sunacağı garanti süresinin kendisine ne kadar bir maliyet getireceğini hemen görebilmesi amacı ile faydalı bir hesaplama aracı geliştirilmiştir. Hesaplama aracına ikinci garanti süresi $g_2=0$ olarak girildiğinde Değişim Garanti (DG) politikası, birinci garanti süresi $g_1=0$ olarak girildiğinde Orantılı Garanti (OG) politikası ve hem birinci hem de ikinci garanti süresi sıfırdan farklı ($g_1, g_2 \neq 0$) ve $g_1 > g_2$ şeklinde girilirse de Birleşik DG/OG politikası altında garanti hizmeti sunulmuş olacaktır.

Hesaplama aracını kullanan bir üretici/satıcı müşteriye sunacağı garanti hizmeti için hangi politikanın ve hangi garanti süresinin kendisine ne kadarlık bir garanti maliyeti getireceğini, bunun sonucunda elde edeceği net kârı ve garanti maliyetinin ürün satış fiyatının ne kadarı olduğunu görme imkânı bulmaktadır.

5.2. Öneriler

5.2.1. Akademik Öneriler

- Bu çalışma üç garanti politikası ile sınırlandırılmıştır. Farklı garanti politikaları altında da incelenmesi üreticiler/satıcılar açısından faydalı olacaktır.
- Çalışmada üstel dağılımdan yararlanılmıştır. Weibull dağılımının özel bir durumu olan üstel dağılım yerine weibull dağılımının diğer özel durumları veya ömür testine uygun dağılım gösteren başka dağılımlar kullanılarak farklı sonuçlar elde edilebilir.
- En uygun garanti süresini bulma aşaması deneme yöntemi ile değil, gerekli formül ve yöntemlerin sağlanması durumunda optimizasyon teknikleri kullanılarak da kısa ve kolay hesaplamalarla doğrudan bulunabilir.

5.2.2. Endüstriyel Öneriler

- Araştırmada kullanılan politika ve modellerin test edilmesinde beyaz eşya sektörü baz alınmıştır. Farklı sektörler için de araştırmalar yapılarak çalışma zenginleştirilebilir.
- Piyasadaki ürünlerde geleneksel olarak sunulan 2 veya 3 yıllık garantiler yerine, bu çalışmadaki sonuçlar doğrultusunda ürün satış fiyatı ile ilişkili bir şekilde her ürüne özel bir garanti politikası sunulabilir.

Çalışmanın tüm bu sınırlılıkları dikkate alınarak yapılacak yeni araştırmalarda yukarıda önerilen farklı durumların her birinin çalışılması planlanmaktadır.

5.2.3. Üreticiye Öneriler

Yapılan bu çalışma üreticilere/satıcılara garanti hizmeti konusunda oldukça faydalı bilgiler sunmaktadır. Elde edilen sonuçlar neticesinde görülmektedir ki; müşteriye sunulan garantinin kısa olması her ne kadar garanti maliyeti kapsamında üreticiye düşük maliyete neden olsa da kapsamlı düşünüldüğünde müşteri memnuniyetsizliği neticesinde ortaya çıkacak olan satışlardaki düşüş vb. nedenlerden kaynaklı, dolaylı olarak üreticiye zarar ettirecektir. Buna karşın müşterinin memnun kalacağı bir garanti süresi -kısa olana kıyasla- üreticiye daha yüksek maliyetler getiriyormuş gibi görünse de müşteri memnuniyeti ile birlikte ürünün tavsiye/tercih edilir olması, satışların artması vb. sonuçların ortaya çıkmasını; bunun neticesinde de üreticinin dolaylı olarak kâr elde etmesini sağlayacaktır.

Kârlılığın sadece tek bir ölçüt düşünülerek ele alınmaması gerektiği, maliyeti yükselten bir çok hizmetin aslında kârlılığı doğrudan veya dolaylı olarak etkilediği yapılan bu çalışma ile üreticiye gösterilmiştir. Ortaya çıkan bu sonuçlar göz önünde bulundurularak üreticinin müşteriye sunacağı garanti hizmetini kapsamlı bir şekilde ele alarak tüm ölçütler çerçevesinde karar vermesi gerektiği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Aggrawal, D., Anand, A., Singh, O. ve Singh, J. (2014). Profit maximization by virtue of price & warranty length optimization, *Journal of High Technology Management Research*,25, 1-8.

Akdeniz, F. (2009). *Olasılık ve İstatistik* (Genişletilmiş 14. Baskı). Nobel Kitabevi. Adana.

Anand, A., Singhal, S., Panwar, S. ve Singh, O. (2017). Optimal Price and Warranty Length for Profit Determination: An Evaluation Based on Preventive Maintenance. *Quality, IT and Business Operations* pp 265-277.

Bhaktavachalam, S., Diallo, C., Venkatadri, U. ve Khatab. A. (2017). Optimal Combination Rebate Warranty Policy with Second-hand Products. *In Proceedings of the 6th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES 2017)*, pages 491-498 ISBN: 978-989-758-218-9.

Blank, R. (2014). *Warranty claims reduction: a modern approach with continuous improvement techniques*. Taylor & Francis Group. LLC. Boca Raton.

Blischke, W.R. ve Murthy D.N.P. (1992). Product warranty management-I: taxonomy for warranty policies. *Eur J Oper Res*, 62:127–148.

Blischke, W.R. (1994). *Warranty Cost Analysis*. CRC Press.

Blischke, W.R. ve Murthy, D.N.P. (1994). *Warranty Cost Analysis*. NY: Marcel Dekker. New York.

- Blischke W.R. ve Murthy D.N.P. (2000). *Warranty and service contracts. In: Reliability modeling, predicting and optimization*. Willey. New York.
- Blizzard, J.C. (2005). *Cost-Benefit Analysis of Palmetto Poison Control Center: A Comparison of Frequentist and Bayesian Statistical Approaches*. Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in the Department of Pharmacy Practice and Outcomes Sciences, College of Pharmacy, University of South Carolina.
- Cai, K., He, S. ve He, Z. (2020). Information sharing under different warranty policies with cost sharing in supply chains. *Intl. Trans. in Op. Res.* 27 1550–1572 DOI: 10.1111/itor.12597.
- Cao, Y. (2010). *A Bayesian Approach to Factor Analysis via Comparing Posterior and Prior Concentration*. A thesis submitted in conformity with the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, Department of Statistics, University of Toronto.
- Chang, C.C. (2020). Optimal preventive replacement policy for operating products with renewing freereplacement warranty. *Communications in Statistics - Theory and Methods*. ISSN: 0361-0926 (Print) 1532-415X (Online). DOI: 10.1080/03610926.2020.1713371.
- Chattopadhyay, G.N. (1999). *Modelling and analysis of warranty costs for second-hand products*. Unpublished Ph.D. thesis, The University of Queensland, Brisbane, Australia.
- Chattopadhyay, G.N. (2002). Analysis of warranty claims data for estimation of parameter for warranty cost models. *In: 3rd Asia pacific conference on system integration and maintenance, Cairns*, 25–27.
- Chattopadhyay, G.N. ve Murthy, D.N.P. (2000) Warranty cost analysis for second-hand products. *J Math Comput Model.* 31:81–88.

- Chattopadhyay, G.N. ve Murthy, D.N.P. (2001). Cost sharing warranty policies for second-hand products. *Int Trans Oper Res* 8.1:47–60.
- Chattopadhyay, G.N. ve Rahman, A. (2008). Development of lifetime warranty policies and cost models for free replacement lifetime warranty (FRLTW) policy. *Reliab Eng Syst*, 93:522–529.
- Chang, W.L. ve Lin, H.L., (2012). Optimal Maintenance Policy and Length of Extended Warranty Eithin The life Cycle of Products. *Computers and Mathematics with Applications*, 63, 144-150.
- Chen, C.K. ve Lo, C.C. (2006). Optimal production run length for products sold with warranty in an imperfect production system with allowable shortages, *Mathematical and Computer Modelling*, 44, 319–331.
- Chen, C.K., Lo, C.C. ve Weng, T.C. (2017). Optimal production run length and warranty period for an imperfect production system under selling price dependent on warranty period. *European Journal of Operational Research*, 259, 401-412.
- Cheng L., Yang, Y., Mu, H., Yang X., Li, L. ve Wen, Y. (2019). Reliability Evaluation Method Based on Double Beta Prior Distribution for the Pyrotechnic Device. *Shanghai Jiao Tong University and Springer-Verlag GmbH Germany*. 24(5): 622-627.
- Chen, Z., Zhao T., Luo, S. ve Sun, A.Y. (2017). Warranty Cost Modeling and Warranty Length Optimization Under Two Types of Failure and Combination Free Replacement and Pro-Rata Warranty. *Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2017.2715840*.

- Cheng, Z.H. , Yang, Z.Y. , Zhao, J.M., Wang, Y.B. , ve Li, Z.W. (2015). Preventive maintenance strategy optimizing model under two-dimensional warranty policy. *Ek- sploatacja I Niezawodnosc-Maintenance and Reliability*, 17 (3), 365–373.
- Chien, Y.H. (2005). Determining optimal warranty periods from the seller's perspective and optimal out-of-warranty replacement age from the buyer's perspective, *International Journal of Systems Science*, 36(10), 631–637.
- Chien, Y.H. (2008). Optimal age-replacement policy under an imperfect renewing free-replacement warranty, *IEEE Transactions On Reliability*, 57(1), 125-133.
- Chien, Y.H. (2019). Optimal periodic replacement policy for a GPP repairable product under the free-repair warranty. *Quality Technology & Quantitative Management*.16:3,347-354,DOI:10.1080/16843703.2017.1422218
- Chien, Y.H. ve Chiang, C.P. (2017). Optimal Warranty Length and Selling Price to Maximize the Profit. *Advances in Technology Innovation*, vol. 2, no. 1, pp. 18 – 21.
- Chien, Y.H., Zhang, Z.G. ve Yin, X. (2019). On optimal preventive-maintenance policy for generalized Polya process repairable products under free-repair warranty. *European Journal of Operational Research*. Volume 279, Issue 1, Pages 68-78.
- Chun, Y.H. ve Tang, K. (1995). Determining the optimal warranty price based on the producer's and customers' risk preferences, *European Journal of Operational Research: Theory and Methodology*, 85, 97-110.
- Chukova, S., Arnold,R. ve Wang, D.Q. (2004). Warranty analysis: an approach to modeling imperfect repairs. *Int J Prod Econ*. 89: 57–68.

- Chukova, S. ve Hayakawa, Y., (2004). Warranty cost analysis: non-renewing warranty with repair time. *Appl. Stochastic Models Bus. Ind.*, 20:59–71 (DOI: 10.1002/asmb.515)
- Chukova, S. ve Hayakawa, Y., (2005). Warranty cost analysis: quasi-renewal inter-repair times. *International Journal of Quality & Reliability Management* Vol. 22 No. 7, pp. 687-698.
- Cobb, C. W. ve Douglas, P. H. (1928). A theory of production. *The American Economic Review*, 18, 139–165 (Supplement).
- Crawley, J. ve Kubo, N. (2010). Congress Probes Toyota Recalls as Impact Spreads. *REUTERS*, 01-29-2010.
- Darghouth, M.N. (2012). *Decision models for new products sold with warranty and maintenance support under stable and dynamic market*, Doctorate thesis, Faculte des sciences et de genie université laval québec.
- Dai, A., He, Z., Liu, Z., Yang, D. ve He, S. (2017). Field reliability modeling based on twodimensional warranty data with censoring times. *Quality Engineering*, 29:3, 468-483, DOI: 10.1080/08982112.2017.1319955.
- Darghouth, M.N., Ait-kadi, D. ve Chelbi, A. (2017). Joint optimization of design, warranty and price for products sold with maintenance service contracts. *Reliability Engineering and System Safety*, 165: 197–208.
- Darghouth, M.N., Chelbi, A. ve Ait-kadi, D. (2017). Investigating reliability improvement of second-hand production equipment considering warranty and preventive maintenance strategies, *International Journal of Production Research*, 55:16, 4643-4661, DOI: 10.1080/00207543.2016.1277277.

- Deaves, D.M. ve Lines, I.G. (1997). On the fitting of low mean wind speed data to the weibull distribution, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 66, 169-78.
- DeCroix, G.A. (1999). Optimal warranties, reliabilities and prices for durable goods in an oligopoly, *European Journal of Operational Research: Theory and Methodology*, 112, 554-569.
- Demir, A. (2016). *Reliability Analysis of Heavy Duty Vehicle Components Based on Long Term Warranty Data*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Dewan, I. ve Dijoux, Y. (2015). Modelling repairable systems with an early life under competing risks and asymmetric virtual age. *Reliability Engineering & System Safety*, 144, 215–224.
- Diawara, N. D. (2006). *New Classes of Multivariate Gamma Survival and Reliability Models*, A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of Auburn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy Auburn, Alabama.
- Faridimehr, S. ve Niaki, S.T.A. (2012). A note on optimal price, warranty length and production rate for free, replacement policy in static demand markets, *Omega*, 40, 805-806.
- Finkelstein, M. (2009). Virtual age of non-repairable objects. *Reliability Engineering & System Safety*, 94 (2), 666–669.
- Gelman, A. (2002). Prior Distribution. *Encyclopedia of Environmetrics*. Volume 3, pp 1634–1637.
- Glickman, T.S. ve Berger, P.D. (1976). Optimal price and protection period for a product under warranty. *Management Science*, 22: 1381–1390.

- Gören, M. (2019). *Güvenilirlik ve Garanti Maliyeti Analizleri: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Gutierrez, P.H., Aguirre-Torres, V. ve Christen, J.A. (2006). A Bayesian approach for the determination of warranty length. *Journal of Quality Technology*, 38, 180–189.
- Ha, J.S. ve Kim, K.M. (2017). A Study on Optimal Warranty Period for Repairable Weapon Systems. *Advances in Computer Science and Ubiquitous Computing*. pp 944-950.
- He, S., Zhang, Z., Zhang, G. ve He, Z. (2017). Two-dimensional base warranty design based on a new demand function considering heterogeneous usage rate, *International Journal of Production Research*, 55:23, 7058-7072, DOI: 10.1080/00207543.2017.1346837.
- He, Z., Wang, D., He, S., Zhang, Y. ve Dai, A. (2020). Two-dimensional extended warranty strategy including maintenance level and purchase time: A win-win perspective. *Computers & Industrial Engineering*, Volume 141, 106294.
- Huang, C.Y. (2019). The optimal preventive-maintenance policy for a NHPBP repairable system under free-repair warranty. *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 188, Pages 444-453.
- Huang, H. Z., Liu, Z. J. ve Murthy, D.N.P. (2007). Optimal reliability, warranty and price for new products, *IIE Transactions*, 39, 819–827.
- Huang, Y.S., Gau, W.Y. ve Ho, J.W. (2015). Cost analysis of two-dimensional warranty for products with periodic preventive maintenance. *Reliability Engineering and System Safety*, 134, 51–58.

- Huang, Y.S., Hsieh, C.H. ve Ho, J.W. (2008). Decisions on an optimal life test sampling plan with warranty considerations, *IEEE Transactions On Reliability*, 57(4), 643-649.
- Huang, Y.S., Huang, C.D. ve Ho, J.W. (2017). A customized two-dimensional extended warranty with preventive maintenance, *European Journal of Operational Research*, 257, 971-978.
- Ja, S.S., Kulkarni, V.G., Mitra, A. ve Patankar, J.G. (2001). A nonrenewable minimal-repair warranty policy with time-dependent costs, *IEEE Transactions on Reliability*, R50, pp. 346–352.
- Jack, N. ve der Duyn Schouten, F.V. (2000). Optimal repair-replace strategies for a warranted product, *Int. J. Production Economics*, 67, 95-100.
- Jack, N. ve Murthy, D.N.P. (2007). A flexible extended warranty and related optimal strategies, *Journal of the Operational Research Society*, 58, 1612-1620.
- Jeyakumar, K. ve Robert, T.P. (2010). Joint determination of price, warranty length and production quantity for new products under free renewal warranty policy, *International Journal for Quality research*, 4(1), 51-58.
- Jeyakumar, K., Krishnaveni, A., Robert, T.P. ve Jebakani, D. (2016). Investigation of price, warranty length and production quantity on profit under free replacement warranty policy, *Quality Technology & Quantitative Management*, 13(4), 403–415.
- Johnson, N.L., Kotz, S. ve Balakrishnan, N. (1994). Continuous Univariate Distributions-2, *John- Wiley and Sons*, 410, ABD.

- Jung, K.M., Park, M. ve Park, D.H. (2010). System maintenance cost dependent on life cycle under renewing warranty policy. *Reliability Engineering and System Safety*, 95 (7), 816–821.
- Kapan, S. (2004). Calculation of the optimal burn-in time using diferent criteria, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (1-2), 37-45.
- Kim, S. ve Woodall, B. (2010). Toyota Weighs Increased Incentives, Warranties. *REUTERS*, <http://www.reuters.com/article/idUSTRE61D1H120100214>, 02-14.
- Kleinbaum, D.G. (1996). *Survival analysis a self learning text*. Springer. New York.
- Kumar, U.D. ve Chattopadhyay, G. (2004), Mathematical models for analysis of extended warranty. *The Fifth Asia- Pacific Industrial Engineering And Management Systems Conference*, Gold Coast, Australia, 249: 12-15 December
- Ladany, S.P. ve Shore, H. (2007). Profit maximizing warranty period with sales expressed by a demand function. *Quality and Reliability Engineering International*, 23, 291–301.
- Lawlees, J.F. (2003). *Statistical models and methods for lifetime data*. John Wiley. New York. USA.
- Lehmann, E.L. (1986). *Testing Statistical Hypotheses* (2nd edition). New York. Chapman & Hall.
- Li, K., Wang, L., Chhajed, D. ve Mallik, S. (2019). The Impact of Quality Perception and Consumer Valuation Change on Manufacturer’s Optimal Warranty, Pricing, and Market Coverage Strategies. *Decision Sciences*, Volume 50 Number 2, 311-339.

- Lin, M.Y. (2013). *Bayesian Statistics*. Technical Report No.2. Department of Health Policy & Management. Boston University School of Public Health.
- Lin, P.C., Wang, J. ve Chin, S.S. (2009). Dynamic optimisation of price, warranty length and production rate, *International Journal of Systems Science*, 40(4), 411–420.
- Lin, P.C. ve Shue, L.Y. (2005). Application of optimal control theory to product pricing and warranty with free replacement under the influence of basic lifetime distributions, *Computers & Industrial Engineering*, 48, 69–82.
- Loomba, A. P. S. (1996). *Historical Perspective on Warranty*, Chapter 2 in Product Warranty Handbook, W.R. Blischke and D.N.P. Murthy (eds), Marcel Dekker, Inc., New York.
- Luo, M. ve Wu, S. (2018). A value-at-risk approach to optimisation of warranty policy. *European Journal of Operational Research*, Volume 267, Issue 2, Pages 513-522.
- Luo, M. ve Wu, S. (2019). A comprehensive analysis of warranty claims and optimal policies. *European Journal of Operational Research*, Volume 276, Issue 1, Pages 144-159.
- Manna, D. K. (2008). Price – Warranty length decision with Glickman–Berger model. *International Journal of Reliability and Safety*, 2, 221–233.
- Matis, T. I. , Jayaraman, R. ve Rangan, A. (2008). Optimal price and pro rata decisions for combined warranty policies with different repair options. *IIE Transactions*, 40 (10), 984–991
- McClave, J.T. ve Sincich, T. (2000). *Statistics. 9 edition. Upper Saddle River, NJ. Prentice-Hall, Inc., pp 56- 289.*

- McCullagh, P. ve Nelder, J.A. (1989). *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall: London.
- McGuire, E.P. (1980). *Industrial product warranties: policies and practices*. The Conference Board Inc., New York.
- Menezes, M. A. J. ve Currim, I. S. (1992) An approach for determination of warranty length. *International Journal of Research in Marketing*, 9, 117–195.
- Mesak, H.I. (1996). Modeling monopolist pricing and protection period decisions for new products under warranty. *Optimal Control Applications and Methods*, 17, 231–252.
- Mitra, A. ve Patankar, J.G. (1997) Market share and warranty costs programs for renewable warranty programs, *Int. J. Production Economics*, 50, 155-168.
- Mo, S., Zeng, J. ve Xu, W. (2017). A new warranty policy based on a buyer's preventive maintenance investment. *Computers & Industrial Engineering*, Volume 111, 433-444.
- Murthy, D.N.P. ve Chattopadhyay, G.N. (1999). Warranties for second-hand products. In: Proceedings of the ninth international conference of flexible automation and intelligent manufacturing (FAIM), *Tilburg*, Netherlands, 1145–1159.
- Murthy, D.N.P. (1990). A new warranty costing model, *Math. And Comp. Modelling*, 13, 59-69.
- Murthy, D.N.P. (2006) Product warranty and reliability, *Ann Oper Res*, 143, 133–146.
- Murthy, D.N.P. ve Blischke, W.R. (2006). *Warranty management and product manufacture*. Springer Series in Reliability Engineering. Springer-Verlag London Limited.

- Murthy, D.N.P. ve Jack, N. (2003). Warranty and maintenance. In: Handbook of reliability engineering. Springer, *New Jersey, USA*, pp 305–314.
- Nelson, W. (1982). *Applied life data analysis*. John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- Nik, H.P. (2014). *Introduction to Probability, Statistics, and Random Processes*. Paperback (24 August).
- Noll, J. (2004). Comparing quality signals as tools of consumer protection: are warranties always better than advertisements to promote higher product quality?, *International Review of Law and Economics*, 24, 227–239.
- Pal, S. ve Manna, D.K. (2003). A Marketing Decision problem in single – Period stochastic inventory model. *Opsearch*, 40, 230–240.
- Park, M. (2010). *Cost Analyses on Warranty Policies for Systems Subject to Two Types of Warranty Periods*, Doctorate Thesis, Graduate School-New Brunswick Rutgers, the State University of New Jersey, Industrial and Systems Engineering.
- Park, M., Jung, K.M. ve Park, D.H. (2017). Optimal maintenance strategy under renewable warranty with repair time threshold. *Applied Mathematical Modelling*, Volume 43, Pages 498-508.
- Park, M., Jung, K.M. ve Park, D.H. (2018). Optimization of periodic preventive maintenance policy following the expiration of two-dimensional warranty. *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 170, Pages 1-9.
- Park, M., Jung, K.M. ve Park, D.H. (2020). Warranty cost analysis for second-hand products under a two-stage repair-or-full refund policy. *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 193, 106596.

- Piao, C. (2017). *Generalized Inference For The Gamma Distribution and Its Applications*. Doctorate Thesis, Department of Industrial and Systems Engineering and Management, National University of Singapore.
- Podolyakina, N. (2017). Estimation of the Relationship between the Products Reliability, Period of Their Warranty Service and the Value of the Enterprise Cost. *Procedia Engineering*, 178, 558 – 568.
- Porciani, C. (2010). *Parameter estimation and forecasting*. AIFA, Uni-Bonn.
- Rahman, A. (2007). *Modelling and Analysis of Reliability and Costs for Lifetime Warranty and Service Contract Policies*. Doctorate Thesis, School of Engineering Systems Queensland University of Technology.
- Rahman, A. ve Chattopadhyay, G. (2015). *Long term warranty and after sales service: concept, policies and cost models*. Springer Briefs in Applied Sciences and Technology. Springer Cham Heidelberg. New York. Dordrecht. London.
- Ragab, M.Z. ve Madi, M.T. (2002). Bayesian prediction of the total time on test using doubly censored Rayleigh data, *Journal of Statistical Computation and Simulation*, vol. 72, pp. 781-789.
- Rai, B.K. ve Singh, N. (2009). *Reliability analysis and prediction with warranty data issues: strategies and methods*. Taylor & Francis Group. LLC. Boca Raton.
- Priest, G.L. (1981). A theory of the consumer product warranty. *The Yale Law Journal*, 90(6), 1297–1352.
- Salmasnia, A. ve Baratian, M. (2020). Optimization of maintenance policy under warranty length-based demand with consideration of both manufacturer and buyer satisfaction. *Appl Stochastic Models Bus Ind.*;1–18.

- Salmasnia, A. ve Yazdekhasti, A. (2017). A bi-objective model to optimize periodic preventive maintenance strategy during warranty period by considering customer satisfaction. *Int J Syst Assur Eng Manag*, 8(4):770–781.
- Samatlı, G. (2006). *Warranty Cost Analysis Under Imperfect Repair*, Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-85.
- Samatlı Paç, G. ve Taner, M.R. (2009). The role of repair strategy in warranty cost minimization: An investigation via quasi-renewal processes, *European Journal of Operational Research*, 197, 632–641.
- Shafiee, M. ve Chukova, S. (2013). Maintenance models in warranty: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 229, 561–572.
- Shafiee, M., Chukova, S. ve Yun, W.Y. (2014). Optimal burn-in and warranty for a product with post-warranty failure penalty, *Int J Adv Manuf Technol*, 70, 297–307.
- Shang, L. ve Cai, Z. (2017). Optimal replacement policy of products with repair-cost threshold after the extended warranty. *Journal of Systems Engineering and Electronics*, Vol. 28, No. 4, pp.725 – 731.
- Shang, L., Si, S., Sun, S. ve Jin, T. (2018). Optimal warranty design and post-warranty maintenance for products subject to stochastic degradation, *IISE Transactions*, 50:10, 913-927, DOI: 10.1080/24725854.2018.1448490.
- Sheu, S.H. ve Chien, Y.H. (2004). Minimizing Cost-Functions Related to Both Burn-In and Field-Operation Under a Generalized Model. *IEEE Transactions on Reliability*, Vol. 53, No. 3.

- Sheu, S.H. ve Chien, Y.H. (2005). Optimal burn-in time to minimize the cost for general repairable products sold under warranty, *European Journal of Operational Research*, 163, 445–461.
- Siddharth Kalla (2011). *Parameters and Statistics*. 6 May. Retrieved Nov 07, 2019 from Snakk Om Mobbing: <https://explorable.com/parameters-and-statistics>
- Singpurwalla, N. D. and Wilson, S. (1993). The warranty problem: its statistical and game theoretic aspects. *SIAM Review*, 35, 17-42.
- Su, C. ve Zhao, J. (2017). A review for customized extended warranty policies. *The Second International Conference on Reliability Systems Engineering*, 978-1-5386-0918-7/17/\$31.00.
- Şahin, İ. ve Polatoğlu, H. (1998). *Quality, warranty and preventive maintenance*. Springer Science and Business Media. LLC. New York.
- Taleizadeh, A.A., Khaligh, P.P. ve Moon, I. (2019). Hybrid NSGA-II for an imperfect production system considering product quality and returns under two warranty policies. *Applied Soft Computing*, Volume 75, 333-348.
- Tamam, D. (2008). *Tam ve sansürlü örneklem durumlarında weibull dağılımı için bazı istatistiki sonuç çıkarımları*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, 55s, Ankara.
- Tao, N. ve Zhang, S. (2015). The optimal extended warranty length of durable-goods-based preventive maintenance behaviour, *Systems Science & Control Engineering: An Open Access Journal*, 3, 472–477.
- The Magnuson-Moss Warranty Act. (1975). United States federal law of warranties on consumer products, (15 U.S.C. § 2301 et seq. / Enacted in 1975).

- Thrope, J.F. ve Middendorf, W.H. (1979). *What Every Engineer Should Know About Product Liability*, Marcel Dekker Inc., New York.
- Teng, J.T. ve Thompson, G.L. (1996). Optimal strategies for general price – Quality decision models of new products with learning production costs. *European Journal of Operational Research*, 93, 476–489.
- Tong, P., Liu, Z., Men, F. ve Cao, L. (2014). Designing and pricing of two-dimensional extended warranty contracts based on usage rate. *International Journal of Production Research*, 52 (21), 6362–6380.
- Tong, P., Song, X. ve Zixian, L. (2017). A maintenance strategy for twodimensional extended warranty based on dynamic usage rate, *International Journal of Production Research*, 55:19, 5743-5759, DOI:10.1080/00207543.2017.1330573
- Topçu, Ç. (2007). *Greenwood ve Kaplan-Meier metodu yardımı ile varyans tahmini*, Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, 48s, Ankara.
- Wang, C.H. (2004). The impact of a free-repair warranty policy on EMQ model for imperfect production systems, *Computers & Operations Research*, 31, 2021–2035.
- Wang, H. ve Pham, H. (2006). *Reliability and Optimal Maintenance*. Springer.
- Wang, J., Zhou, Z. ve Peng, H. (2017). Flexible decision models for a two-dimensional warranty policy with periodic preventive maintenance. *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 162, 14-27.
- Wang, L., Yang, Y., Zhu, H. ve Liu, G. (2020). Optimal conditionbased renewable warranty policy for products with three-stage failure process, *Quality Technology & Quantitative Management*, 17:2, 216-233, DOI: 10.1080/16843703.2019.1584956.

- Wang, Y., Liu, Z. ve Liu, Y. (2015). Optimal preventive maintenance strategy for repairable items under two-dimensional warranty, *Reliability Engineering and System Safety*, 142, 326-333.
- Wang, X., Li, L. ve Xie, M. (2020). An unpunctual preventive maintenance policy under two-dimensional warranty. *European Journal of Operational Research*, Volume 282, Issue 1, 304-318.
- Wang, X., Xie, W., Ye, Z.S. ve Tang, L.C. (2017). Aggregate discounted warranty cost forecasting considering the failed-but-not-reported events. *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 168, 355-364.
- Wogalter, M.S., Vigilante, W.J. ve Baneth, R.C. (1998). Availability of operator manuals for used consumer products. *Appl Ergon* 29(3):193–200.
- Wu, C.C., Chou, C.Y. ve Huang, C. (2007). Optimal burn-in time and warranty length under fully renewing combination free replacement and pro-rata warranty, *Reliability Engineering and System Safety*, 92, 914–920.
- Wu, C.C., Chou, C.Y. ve Huang, C. (2009). Optimal price, warranty length and production rate for free replacement policy in the static demand market, *Omega* 37, 29 – 39.
- Wu, C.C., Lin, P.C. ve Chou, C.Y. (2006). Determination of price and warranty length for a normal lifetime distributed product, *Int. J. Production Economics*, 102, 95–107.
- Wu, S. ve Xie, M. (2008). Warranty cost analysis for nonrepairable services products, *International Journal of Systems Science*, 39(3), 279–288.

- Wu, S.J., ve Huang, S.R. (2010). Optimal warranty length for a rayleigh distributed product with progressive censoring, *IEEE Transactions On Reliability*, 59(4), 661-666.
- Wu, J. , Xie, M. ve Ng, T. S. A. (2011). On a general periodic preventive maintenance policy incorporating warranty contracts and system ageing losses. *International Journal of Production Economics*, 129 (1), 102–110.
- Xie, W. (2017). Optimal pricing and two-dimensional warranty policies for a new product, *International Journal of Production Research*, 55:22, 6857-6870, DOI: 10.1080/00207543.2017.1355578.
- Ye, Z.S. ve Murthy, D.N.P. (2016). Warranty menu design for a two-dimensional warranty, *Reliability Engineering and System Safety*, 155, 21-29.
- Yeh, R.H., Ho, W.T. ve Tseng, S.T. (2000). Optimal production run length for products sold with warranty, *European Journal of Operational Research*, 120, 575-582.
- Yeh, R.H. ve Lo, H.C. (2001). Optimal preventive-maintenance warranty policy for repairable products, *European Journal of Operational Research*, 134, pp. 59–69.
- Yeo, W.M. ve Yuan, X.M. (2009). Optimal warranty policies for systems with imperfect repair, *European Journal of Operational Research*, 199, 187–197.
- Young L.J. ve Young J., (1998). Statistical Ecology. *Springer Science and Business Media. New York*. XIV, 566.
- Yun, W.Y., Lee, Y.W. ve Ferreira, L. (2002). Optimal burn-in time under cumulative free replacement warranty, *Reliability Engineering and System Safety*, 78, 93–100.

Zhu, X., Yu, L. ve Li, W. (2019). Warranty Period Decision and Coordination in Closed-Loop Supply Chains Considering Remanufacturing and Consumer Behavior. *Sustainability*, 11, 4237; doi:10.3390/su11154237.

Zhou, Z., Li, Y. ve Tang, K. (2009). Dynamic pricing and warranty policies for products with fixed lifetime, *European Journal of Operational Research*, 196, 940–948.

Zuo, M.J., Liu, B. ve Murthy, D.N.P. (2000). Replacement-repair policy for multi-state deteriorating products under warranty, *European Journal of Operational Research*, 123, 519-530.

İnternet Kaynakları

<https://www.arcelik.com.tr/buzdolabi>

<http://www.bireyselyatirimci.com/giffen-mali-nedir-giffen-paradoksu/>

<https://www.britannica.com/science/Bayesian-analysis>

http://www.hyundai.com.au/company_warranty.asp

https://www.johndcook.com/inverse_gamma.pdf

<https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/exponential-distribution/#expo>

<https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/what-is-a-parameter-statisticshowto/>

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Taksonomi>

http://www.wikiwand.com/tr/Üstel_dağılım

http://www.wikiwand.com/tr/Gamma_dağılımı

<https://www.kirmizilar.com/tr/index.php/guncel-yazilar3/3217-turklerde-standart-ve-kaliteye-verilen-onem-ve-sultan-ii-bayezid-in-kanunname-i-ihtisabi-bursa-fermani>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Hakan Tahiri MUTLU

Doğum Tarihi-Yeri: 05.10.1987-Besni/ADIYAMAN

Ünvanı: Araştırma Görevlisi

Telefon: 0553 470 32 10 – 0374 254 10 00 / 2292



Adres: BAİBÜ-İİBF-İşletme Bölümü 316 Nolu Oda Gököy Kampüsü
Merkez/BOLU

Öğrenim Durumu:

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Matematik (İngilizce)	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi (FEF)	2005-2010
Yüksek Lisans	İşletme	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi (SBE)	2010-2013
Doktora	İşletme	Düzce Üniversitesi (SBE)	2014-2020

Akademik Görevler:

Araştırma Görevlisi, BAİBÜ-İİBF-İşletme Bölümü-Sayısal Yöntemler ABD 2011-2020

ALES: 94,35 (Sayısal) – 93,54 (Eşit Ağırlık)

Yabancı Dil: İngilizce (81,25)

Uzmanlık Alanları:

İleri (Uzmanlık) Seviyede: Matematik-Geometri-Analitik Geometri-Olasılık-İstatistik-SPSS Paket Programı

Yüksek Seviyede: MATLAB Paket Programı- LISREL Paket Programı

Orta Seviyede: MAPLE Paket Programı

Doktora Sürecinde Yapılan Akademik Yayınlar:

Yazılan ulusal/uluslararası kitaplar veya kitaplarda bölümler:

1. **Mutlu, H.T.** (2019). Etiğe İlişkin Örgütsel Yapılar, (Ed. Karagöz, Y. ve Mesci, M.), Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği, *Akademisyen Kitabevi*.

Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler:

1. **Mutlu, H.T.**, Gökpınar, F., Gökpınar, E., Gül, H.H. ve Güven, G., (2017). A New Computational Approach Test for One-Way ANOVA under Heteroscedasticity, *Communications in Statistics - Theory and Methods*, (0), 1-10. DOI: 10.1080/03610926.2016.117708, ISSN: 0361-0926. (**SCI-Expanded**)
2. **Mutlu, H.T.** ve Yıldız, M.S., (2020). Determination of The Optimal Warranty Policy And Period From The Manufacturer's/ Seller's Perspective, *Reliability Engineering and System Safety*, (Under Review) (**SCI-Expanded**)
3. **Mutlu, H.T.**, Nazlı, S. R. ve Sarı, G., (2020). A Field Study for Determining the Social Media Addiction Levels of Academicians (With Editor).
4. Eş, A. ve **Mutlu, H.T.**, (2016). Corporate Sustainability Performance Measuring With Entropy Based Topsis Method : A Case Study, *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 7-14, 427-446.
5. Coşkun, A. ve **Mutlu, H.T.**, (2017). Investigating High School Students' Use of Extramural English: A Scale Development Study, *Journal of the Human and Social Science Researches*,6-1, 571-590.
6. Karagöz, Y., **Mutlu, H.T.**, Sağır, S. ve Celil, M., (2019). Kargo Şirketi Seçimini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesine Yönelik Ölçek Geliştirilmesi: Sivas Örneği, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt (15),Yıl (15),Sayı 2.
7. Zencirci, N., Ulukan, H., Ordu B., Aslan D., **Mutlu H. T.** ve Öргеç M., (2019). Salt, Cold and Drought Stresses on Einkorn and Bread Wheats during Germination, *International Journal of Secondary Metabolite*, Vol(6), No.1.

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler:

1. **Mutlu, H. T.**, (2016). "Formatif Ölçüm Modelleri İle Reflektif Ölçüm Modelleri Arasındaki Farkın İncelenmesi" "*International Congress of Management Economy and Policy (ICOMEPE)*".
2. **Mutlu, H. T.**, Gökpınar, . . F. , Gökpınar, . E. , Gül, . H. , (2015). "Homojen Olmayan Varyans Varsayımı Altında Varyans Analizi İçin Yeni Bir Hesaplamalı Yaklaşım Testi" "*9. Uluslararası İstatistik Kongresi*"
3. **Mutlu, H. T.**, Eş, . A. , (2015). "Reflective and Formative Measurement Models in Structural Equation Modeling: An E-Commerce Application" "*16TH International Sempoziyum On Econometrics, Operations Research And Statistics, Trakya University*"
4. **Mutlu, H. T.**, Gökpınar, . F. , Gökpınar, . E. , Gül, . H. , (2015). "A New Computational Approach Test For One Way Anova Under Heteroscedasticity" "*16TH International Sempoziyum On Econometrics, Operations Research And Statistics, Trakya University*"

5. **Mutlu, H. T.**, Ordu, B., ve Eş, A., (2017). "Kanal İstanbul'dan Gececek Gemilere Rehberlik Edecek Sahil Güvenlik Ekibinin Toplamda Harcayacakları Sürenin Hesaplanmasına Yönelik Bir Simülasyon Çalışması" "*II. International Symposium On Social Science, Asoscongress, Alaaddin Keykubat University*"
6. **Mutlu, H. T.**, Eş, A., ve Taş, A., (2017). "Öğrencilerin Kişilik Özelliklerinin Girişimcilik Eğilimine Etkisinin İncelenmesi: Bir Örnek Olay Çalışması" "*II. International Symposium On Social Science, Asoscongress, Alaaddin Keykubat University*"
7. Eş, A. , **Mutlu, H. T.**, (2015). "Measuring and Comparing Industries Economic Performances of Turkish Economy eith Multiple Criteria Decision Making Techniques" "*16TH International Sempoziyum On Econometrics, Operations Research And Statistics, Trakya University*"
8. Öcel, Y., **Mutlu, H. T.**, Çatı, K. ve Eş, A., (2017). "Gsm Operatörlerinde Marka Algılama Haritaları: Düzce İlinde Bir Uygulama" "*II. International Symposium On Social Science, Asoscongress, Alaaddin Keykubat University*"
9. Coşkun, A., **Mutlu, H. T.**, (2017). "Ortaokul Öğrencilerinin İngilizce Dersine Yönelik Algılarının Resim Çizme Tekniğiyle Araştırılması" "*II. International Symposium On Social Science, Asoscongress, Alaaddin Keykubat University*"
10. Öncü, M. A., **Mutlu, H.T.**, Cabar, H., (2018). "Değerlemede Entelektüel Sermayenin Rolü" "*VI. International Multidisciplinary Congress of Eurasia (IMCOFE), Rome/ITALY*".
11. Öncü, M. A., Cabar, H., **Mutlu, H.T.**, (2018). "Bilgi Ekonomisinde Entelektüel Sermayenin Uluslararası Finansal Raporlama Standartlarına Göre Finansal Tablolarda Raporlanabilmesine Çoklu Bakış" "*VI. International Multidisciplinary Congress of Eurasia (IMCOFE), Rome/ITALY*".
12. Yeniay, N. , Gül, . H. , **Mutlu, H. T.**, Özdemir, . Y. A. , (2015). "Investigation of Ratio Estimator for The Population Meanusing Different Ranked Set Sampling Designs" "*16TH International Sempoziyum On Econometrics, Operations Research And Statistics, Trakya University*"
13. Yeniay, N. , Gül, . H. , **Mutlu, H. T.**, Özdemir, . Y. A. , (2015). "Yığın Ortalaması İçin Farklı Oransal Tahmin Edicilerin Sıralı Küme Örneklemesi Tasarımları Altında İncelenmesi" "*9. Uluslararası İstatistik Kongresi*"
14. Eş, A., Çobanoğlu, C., **Mutlu, H. T.**, ve Ordu, B., (2017). "Finansal Firma Performanslarının Farklı Ağırlıklı Topsis Yöntemiyle Karşılaştırılması: Demir Çelik Sektöründe Bir Uygulama" "*II. International Symposium On Social Science, Asoscongress, Alaaddin Keykubat University*"
15. Gül, H. , Gökpınar, . F. , Gökpınar, . E. , **Mutlu, H. T.**, (2015). "Hesaplamalı Yaklaşım Metoduyla İnverse Gaussian Dağılımının Ölçek Parametrelerinin Homojenliği İçin Bir Test" "*9. Uluslararası İstatistik Kongresi*"
16. Karanfil, S. , Gökpınar, . F. , Gökpınar, . E. , **Mutlu, H. T.**, (2015). "Heterojenlik Altında Çok Değişkenli İki Grup Ortalama Vektörleri Farkı İçin Yeni Test" "*9. Uluslararası İstatistik Kongresi*"
17. Gül, H. , Gökpınar, . F. , Gökpınar, . E. , **Mutlu, H. T.**, (2015). "Testing Homogeneity of Inverse Gaussian Scale Parameters Based on Cat" "*16TH International Sempoziyum On Econometrics, Operations Research And Statistics, Trakya University*"