

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜRÜN TASARIM ÖZELLİKLERİNİN OPTİMİZASYONU
İÇİN MÜŞTERİ BEKLENTİLERİNE DAYALI BÜTÜNLEŞİK
BİR YAKLAŞIM ÖNERİSİ

Mustafa ERDEM

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Endüstri Mühendisliği Programı

Danışman
Prof. Dr. Selçuk ÇEBİ

Haziran, 2019

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜRÜN TASARIM ÖZELLİKLERİNİN OPTİMİZASYONU İÇİN
MÜŞTERİ BEKLENTİLERİNE DAYALI BÜTÜNLEŞİK BİR YAKLAŞIM
ÖNERİSİ

Mustafa ERDEM tarafından hazırlanan tez çalışması 18.06.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Selçuk ÇEBİ
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Selçuk ÇEBİ, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Alev TAŞKIN GÜMÜŞ, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Başar ÖZTAYŞI, Üye
İstanbul Teknik Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Selçuk ÇEBİ sorumluluğunda tarafımda hazırlanan Ürün Tasarım Özelliklerinin Optimizasyonu için Müşteri Beklentilerine Dayalı Bütünleşik Bir Yaklaşım Önerisi başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Mustafa ERDEM

İmza

Anneme,



TEŞEKKÜR

Bu tez konusunda bana çalışma fırsatı veren ve tüm aşamalarında desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Selçuk ÇEBİ'ye teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu çalışmam sırasında hep yanımda olan çok değerli aileme teşekkür ederim.

Mustafa ERDEM

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	x
ÖZET	xiv
ABSTRACT	xv
1 Giriş	1
1.1 Literatür Özeti	3
1.2 Tezin Amacı	15
1.3 Hipotez	15
2 Yöntem	16
2.1 Buckley'in Bulanık AHP Yöntemi	16
2.2 Ara Değerli Sezgisel Bulanık AHP	18
2.3 Kano Modeli	21
2.4 Bulanık Kano Modeli	23
3 Önerilen Yöntem	26
3.1 Model Önerisi 1	28
3.2 Model Önerisi 2	32
3.3 Model Önerisi 3	34
3.4 Model Önerisi 4	34
4 Uygulama	37
4.1 Önerilen 1. Modelin Uygulanması	37
4.2 Önerilen 2. Modelin Uygulanması	48
4.3 Önerilen 3. Modelin Uygulanması	54
4.4 Önerilen 4. Modelin Uygulanması	59

5	Bulgular ve Tartışma	64
6	Sonuç ve Öneriler	73
A	Fiyatlar	75
B	Uygulama Tabloları	77
	Referanslar	92
	Tezden Üretilmiş Yayınlar	96



SİMGE LİSTESİ

A	Heyecan verici özellikler
AgM	Ağırlık merkezi
CS _i	Müşteri memnuniyet katsayısı
DS _i	Müşteri memnuniyetsizlik katsayısı
I	Sıradan özellikler
M	Temel özellikler
NS _i	Özelliğin bulunmaması durumunda oluşan toplam skor
O	Beklenen özellikler
PS _i	Özelliğin bulunması durumunda oluşan toplam skor
Q	Şüpheli özellikler
R	Zıt özellikler
S _{kj}	Herhangi bir özelliğin Kano kategorisine bağlı olarak etkisi
μ	Üyelik derecesi
ϑ	Üye olmama derecesi

KISALTMA LİSTESİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
DEMATEL	Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
TOPSIS	Technique for Order and Preference by Similarity to Ideal Solution
VIKOR	VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Müşteri memnuniyet derecesi ve ürün özellikleri arasındaki ilişki [27]	22
Şekil 3.1	Önerilen 1. modelin şematik gösterimi	31
Şekil 3.2	Önerilen 2. modelin şematik gösterimi	33
Şekil 3.3	Önerilen 3. modelin şematik gösterimi	35
Şekil 3.4	Önerilen 4. modelin şematik gösterimi	36
Şekil 4.1	Opsiyonel özelliklerin bulunma ve bulunmama durumuna ilişkin skor değerleri	40
Şekil 4.2	Temel özelliklerin bulunma ve bulunmama durumuna ilişkin skor değerleri	50

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1	İncelenen çalışmalarda ele alınan yöntemler	11
Tablo 1.2	İncelenen çalışmalarda kullanılan yöntemlerin sınıflandırılması . . .	12
Tablo 1.3	İncelenen çalışmalarda kullanılan tasarım özellikleri	13
Tablo 2.1	Buckley'in bulanık AHP yönteminde ikili karşılaştırma matrisi için kullanılan ölçek [44]	17
Tablo 2.2	Dilsel ikili karşılaştırma matrisi	18
Tablo 2.3	Ara değerli sezgisel bulanık AHP yönteminde ikili karşılaştırma matrisi için kullanılan ölçek [47]	19
Tablo 2.4	Kano anketi değerlendirme tablosu [55]	23
Tablo 2.5	Herhangi bir özelliğin Kano kategorisine bağlı olarak etkisi [57] . .	25
Tablo 3.1	Herhangi bir özelliğin Kano kategorisine bağlı olarak etkisi	29
Tablo 4.1	Kano anketi sonuçları	38
Tablo 4.2	Opsiyonel özelliklere ait memnuniyet katsayısı ve Kano kategorilerine göre üyelik dereceleri	39
Tablo 4.3	Opsiyonel özelliklerin bulunma durumuna ilişkin skor değerleri . .	41
Tablo 4.4	Opsiyonel özelliklerin bulunmama durumuna ilişkin skor değerleri	42
Tablo 4.5	Temel özelliklerin önem ağırlıkları	44
Tablo 4.6	Buckley'in bulanık AHP yöntemine göre temel özelliklerin önem ağırlıkları	45
Tablo 4.7	Önerilen model 1 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri	47
Tablo 4.8	Önerilen model 1 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri	48
Tablo 4.9	Temel özelliklere ilişkin klasik Kano anketi sonuçları	49
Tablo 4.10	Her bir temel özelliğin memnuniyet katsayıları ve Kano kategorilerine göre üyelik dereceleri	49
Tablo 4.11	Temel özelliklerin bulunma durumuna ilişkin skor değerleri	50
Tablo 4.12	Temel özelliklerin bulunmama durumuna ilişkin skor değerleri . . .	51
Tablo 4.13	Alt özelliklerinin önem ağırlıkları ve nihai ağırlıkları	52
Tablo 4.14	Önerilen model 2 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri	53

Tablo 4.15 Önerilen model 2 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri	54
Tablo 4.16 Ara değerli sezgisel bulanık AHP yöntemine göre temel özelliklerin önem ağırlıkları ve nihai ağırlıkları	57
Tablo 4.17 Önerilen model 3 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri	58
Tablo 4.18 Önerilen model 3 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri	59
Tablo 4.19 Temel özelliklerin alt özelliklerinin önem ağırlıkları ve nihai ağırlıkları	61
Tablo 4.20 Önerilen model 4 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri	62
Tablo 4.21 Önerilen model 4 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri	63
Tablo 5.1 Önerilen dört modelin karşılaştırılması	64
Tablo 5.2 Hafif ticari araç 1. versiyonunda farklı olan özellikler	65
Tablo 5.3 Hafif ticari araç 2. versiyonunda farklı olan özellikler	65
Tablo 5.4 Hafif ticari araç 3. versiyonunda farklı olan özellikler	66
Tablo 5.5 Hafif ticari araç 4. versiyonunda farklı olan özellikler	66
Tablo 5.6 Pazar araştırması ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri	67
Tablo 5.7 Pazar araştırması ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri	68
Tablo 5.8 Wang ve Wang [27] çalışmasında önerdiği yaklaşımın ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri	69
Tablo 5.9 Wang ve Wang [27] çalışmasında önerdiği yaklaşımın ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri	70
Tablo 5.10 İlbarhar ve Çebi [57] çalışmasında önerdiği yöntemin ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri	71
Tablo 5.11 İlbarhar ve Çebi [57] çalışmasında önerdiği yöntemin ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri	72
Tablo A.1 Çalışma kapsamına alınan ürün özellikleri ve dönüştürülmüş ürün fiyatları	75
Tablo B.1 Karar vericilerin yan koruma çitalarını değerlendirmelerine ait bulanık sayılar	77
Tablo B.2 Karar vericilerin kapı kollarını değerlendirmelerine ait bulanık sayılar	77
Tablo B.3 Karar vericilerin jant değerlendirmelerine ait bulanık sayılar	77
Tablo B.4 Karar vericilerin lastik değerlendirmelerine ait bulanık sayılar	77

Tablo B.5	Karar vericilerin hava yastığı değerlendirmelerine ait bulanık sayılar	77
Tablo B.6	Karar vericilerin müzik sistemi değerlendirmelerine ait bulanık sayılar	77
Tablo B.7	Karar vericilerin sürgülü yan kapı değerlendirmelerine ait bulanık sayılar	78
Tablo B.8	Karar vericilerin arka kapı değerlendirmelerine ait bulanık sayılar .	78
Tablo B.9	Karar vericilerin bagaj örtüsü değerlendirmelerine ait bulanık sayılar	78
Tablo B.10	Karar vericilerin temel özelliklere ilişkin değerlendirmelerine ait bulanık sayılar	78
Tablo B.11	Temel özelliklerin bulanık ağırlık değerleri	79
Tablo B.12	Yan koruma çıtalarının bulanık ağırlık değerleri	79
Tablo B.13	Kapı kollarının bulanık ağırlık değerleri	79
Tablo B.14	Jant bulanık ağırlık değerleri	79
Tablo B.15	Lastik bulanık ağırlık değerleri	79
Tablo B.16	Hava yastığı bulanık ağırlık değerleri	79
Tablo B.17	Müzik sistemi bulanık ağırlık değerleri	80
Tablo B.18	Sürgülü yan kapı bulanık ağırlık değerleri	80
Tablo B.19	Arka kapı bulanık ağırlık değerleri	80
Tablo B.20	Bagaj örtüsü bulanık ağırlık değerleri	80
Tablo B.21	Karar vericilerin temel özelliklere ilişkin değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar	81
Tablo B.22	Yan koruma çıtaları değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar	82
Tablo B.23	Kapı kolları değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar	82
Tablo B.24	Jant değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar . .	82
Tablo B.25	Lastik değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar .	82
Tablo B.26	Hava yastığı değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar	82
Tablo B.27	Müzik sistemi değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar	82
Tablo B.28	Sürgülü yan kapı değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar	83
Tablo B.29	Arka kapı değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar	83
Tablo B.30	Bagaj örtüsü değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar	83
Tablo B.31	Temel özelliklere ilişkin skor değerlendirme matrisi	84
Tablo B.32	Yan koruma çıtalarına ilişkin skor değerlendirme matrisi	84
Tablo B.33	Kapı kollarına ilişkin skor değerlendirme matrisi	84
Tablo B.34	Jant skor değerlendirme matrisi	85
Tablo B.35	Lastik skor değerlendirme matrisi	85

Tablo B.36 Hava yastığı skor değerlendirme matrisi	85
Tablo B.37 Müzik sistemi skor değerlendirme matrisi	85
Tablo B.38 Sürgülü yan kapı skor değerlendirme matrisi	85
Tablo B.39 Arka kapı skor değerlendirme matrisi	85
Tablo B.40 Bagaj örtüsü skor değerlendirme matrisi	85
Tablo B.41 Temel özelliklere ilişkin aralık çarpım matrisi	86
Tablo B.42 Yan koruma çıtalarına ilişkin aralık çarpım matrisi	86
Tablo B.43 Kapı kollarına ilişkin aralık çarpım matrisi	86
Tablo B.44 Jant aralık çarpım matrisi	87
Tablo B.45 Lastik aralık çarpım matrisi	87
Tablo B.46 Hava yastığı aralık çarpım matrisi	87
Tablo B.47 Müzik sistemi aralık çarpım matrisi	87
Tablo B.48 Sürgülü yan kapı aralık çarpım matrisi	87
Tablo B.49 Arka kapı aralık çarpım matrisi	87
Tablo B.50 Bagaj örtüsü aralık çarpım matrisi	87
Tablo B.51 Temel özelliklere ilişkin öncelik vektörü	88
Tablo B.52 Yan koruma çıtalarına ilişkin öncelik vektörü	88
Tablo B.53 Kapı kollarına ilişkin öncelik vektörü	88
Tablo B.54 Jant öncelik vektörü	88
Tablo B.55 Lastik öncelik vektörü	88
Tablo B.56 Hava yastığı öncelik vektörü	88
Tablo B.57 Müzik sistemi öncelik vektörü	89
Tablo B.58 Sürgülü yan kapı öncelik vektörü	89
Tablo B.59 Arka kapı öncelik vektörü	89
Tablo B.60 Bagaj örtüsü öncelik vektörü	89
Tablo B.61 Olabilirlik derece matrisi ve temel özelliklerin ağırlıkları	90
Tablo B.62 Olabilirlik derece matrisi ve yan koruma çıtalarının ağırlıkları	90
Tablo B.63 Olabilirlik derece matrisi ve kapı kollarının ağırlıkları	90
Tablo B.64 Olabilirlik derece matrisi ve jant ağırlıkları	91
Tablo B.65 Olabilirlik derece matrisi ve lastik ağırlıkları	91
Tablo B.66 Olabilirlik derece matrisi ve hava yastığı ağırlıkları	91
Tablo B.67 Olabilirlik derece matrisi ve müzik sistemi ağırlıkları	91
Tablo B.68 Olabilirlik derece matrisi ve sürgülü yan kapı ağırlıkları	91
Tablo B.69 Olabilirlik derece matrisi ve arka kapı ağırlıkları	91
Tablo B.70 Olabilirlik derece matrisi ve bagaj örtüsü ağırlıkları	91

Ürün Tasarım Özelliklerinin Optimizasyonu için Müşteri Beklentilerine Dayalı Bütünleşik Bir Yaklaşım Önerisi

Mustafa ERDEM

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Selçuk ÇEBİ

Günümüzde, otomotiv pazarında hafif ticari araçların giderek daha fazla yer tutmasıyla piyasaya sunulan motorlu araç çeşitliliği günden güne artmaktadır. Rekabet koşullarının ağırlaşması ve teknolojiye hızlı gelişmeler nedeniyle, firmalar pazara sunacakları ürünlerde müşteri beklentilerini tam olarak karşılayacak özellikleri bulundurarak farklılaşmaya çalışmaktadır. Firmaların ürün özelliklerini farklılaştırdığı bu pazar ortamında ürüne ilave edilen her bir özellik maliyet olarak ürüne yansırken bunun ne oranda beklentiye karşılayacağı tam olarak tahmin edilememektedir veya belirsizlik içermektedir. Bu tez çalışmasında, ürün özelliklerinin müşteri beklentisi ve satın alma gücüne bağlı olarak tanımlanması amaçlanarak dört yeni model önerilmiştir. Önerilen modeller hafif ticari araç versiyonlarının tanımlanmasında uygulanmıştır. Uygulamada elde edilen sonuçlar hem pazara sunulan endüstriyel uygulamalarla hem de benzer amaçlarla literatüre önerilen modellerden elde edilen çıktılarla kıyaslanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar, bir hafif ticari aracın piyasaya sunulacak versiyonlarına ait özelliklerin tanımlanmasında müşteri beklentisini ve satın alma gücünü dikkate alan modellerin karar destek aracı olarak başarıyla uygulanabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ticari Araç, Bulanık Kano Modeli, Bulanık AHP, Sezgisel Bulanık AHP, Matematiksel Modelleme

ABSTRACT

An Integrated Approach for Optimization of Product Design Features Based on Customer Expectations

Mustafa ERDEM

Department of Industrial Engineering
Master of Science Thesis

Advisor: Prof. Dr. Selçuk ÇEBİ

Today, the variety of automobile has been increasing day by day as a result of the growing presence of light commercial vehicles in the automotive market. Due to the fierce competition conditions and the rapid developments in technology, companies try to differentiate their products at the market by providing the attributes that fulfill customer expectations. Under these circumstances, although each additional attribute increases the total product costs, the effects of these attributes on customer satisfaction are exactly unpredictable or uncertain. In the scope of this thesis, four new models have been proposed to the literature in order to determine optimum product attributes based on customer expectations and purchasing power. The proposed models have been applied to define the version specifications of light commercial vehicles. The obtained results have been compared with both existing industrial applications in the market and the findings obtained from models introduced to the literature for similar purposes. When customer expectations and purchasing power are considered, the obtained results show that each of the proposed models as a decision support tool is applied successfully to determine the version specifications of light commercial vehicles.

Keywords: Commercial Vehicle, Fuzzy Kano Model, Fuzzy AHP, Intuitionistic Fuzzy AHP, Mathematical Modeling

1

Giriş

Günümüzde, küresel pazarda firmaların rekabet edebilmesinin önkoşulu müşteri beklentilerini en üst düzeyde karşılamaktır [1]. Özellikle aşırı rekabetçi iş dünyasında, rakip işletmelerin ürünlerinden farklılaşarak yeni tasarımlarla müşteri beklentilerini karşılayabilmek kritik bir öneme sahiptir [2]. Bu noktada müşterinin sesini anlayabilme ve müşteri ihtiyaçlarını ürün karakteristiklerine dahil etme ürün geliştirme için en kritik adımlardan biridir.

Ürün geliştirme, ürün fikrinin ilk ortaya çıkışından nihai ürünün pazara sunuluşuna kadar olan ve ürün tasarımını içeren adımları kapsayan bir süreçtir [3]. En genel bakış açısıyla ürün geliştirme süreci aşağıda da belirtilen yedi aşamalı faaliyetler dizisi olarak tanımlanabilir [4], [5].

- Fikir üretme; ürün geliştirme süreci iç veya dış kaynaklardan bir ürün fikrinin ortaya atılması ile başlar. Bu aşamada, fırsat ve tehditlerin analizine bağlı olarak ürün geliştirme sürecinde uygulanacak stratejiler belirlenir. Teknolojik gelişmelerin ve piyasa hedeflerinin değerlendirilmesini de içerir.
- Konsept geliştirme; pazarın ihtiyaçlarına bağlı olarak ürün konseptleri geliştirmesi, değerlendirmesi ve seçimini içermektedir.
- Sistem tasarımı; ürünün tanımlanması ve ana parçalarının ön tasarımını içermektedir.
- Ayrıntılı tasarım; ürünün her bir parçasının geometrik detayını, malzeme seçimini, tolerans değerlerini, imalat bilgisini ve satın alınacak olanların tanımlanmasını içermektedir.
- Prototip üretimi ve geçerlilik testleri; bu aşamada, seri üretim öncesi prototip oluşturulması ve iyileştirilmesi amaçlanır. Alpha prototiplerinde, ürünün işlevselliğinin ve kilit müşteri ihtiyaçlarının tasarım aşamasında belirlenen şekilde olup olmadığını test etmek amacıyla yapılır. Beta prototipleri, nihai üründeki teknik değişiklikleri belirlemek amacıyla

performans ve güvenilirliği dikkate alır. Bu aşamada ürün en küçük ayrıntısına kadar tasarlanmış olur.

- Seri üretim; ürünün nihai halinin üretim sistemi kullanılarak üretildiği aşamadır.
- Ürünün piyasaya sürülmesi.

Ürün geliştirme süreci, firmanın tüm fonksiyonlarının etkileşimini gerektiren bir faaliyet olsa da pazarlama, tasarım ve üretim faaliyetleri her zaman ürün geliştirmenin merkezindedir [4], [5].

- Pazarlama; müşteri ile firma arasındaki her türlü etkileşime aracılık eder.
- Tasarım; müşterinin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde ürünün mühendislik ve endüstriyel gerekliliklerini yansıtır biçimidir.
- Üretim; ürün için gerekli üretim sisteminin koordine edilmesidir.

Yukarıda tanımlanan ürün geliştirme sürecinin her bir aşaması kritik öneme sahip olmasına rağmen tasarım süreci pazarı anlama ve pazara aktarma noktasında bir köprü vazifesi görür. Bir diğerk ifadeyle, ürün tasarım süreci hayal ve arzuları maddeye dönüştürme, soyut beklentileri somut varlıklara dönüştürme sürecidir. Literatürde her ne kadar ürün tasarımı ile ürün geliştirme terimleri birbirleriyle eş anlamlı olarak kullanılsa da [6], ürün tasarımı, ürün geliştirme sürecinin sadece bir alt parçasıdır [3]. Ürün tasarımı, ürün geliştirme sürecinden ayıran literatürde çeşitli tanımlarına yer verilmiştir. Örneğinin bu tanımlamalardan bazıları şunlardır; Ürün tasarımı; işlev, dayanım, hizmet, estetik ve ergonomiye bağılı olarak müşterileri beklentilerini karşılayacak ürünü tanımlama sürecidir [7].

Ürün tasarımı; firmanın üretilecek ürünün fiziksel özelliklerini ve işlevlerini net bir şekilde tanımlamayı amaçlayan süreçtir [8].

Ürün tasarımının başlangıcı ürün tanımının yapılmasıdır. Bu tanımın kilit noktası ürün işlevlerini net bir şekilde belirlemede gizlidir. Ürünün pazardaki yeri, rakiplerinin incelenmesi ve müşteri beklentisi elde edilen bilgiler doğrultusunda ürünün işlevleri tanımlanmış olur. Ürün yapısına bağılı olarak tasarım üzerinde değişiklikler yapılabilir veya baştan yeni bir versiyonu tasarlanabilir [9].

Ürün tasarım sürecinde başarıya ulaşmanın püf noktalarından biri, net görünmeyen veya ölçülemeyen faktörlerin en iyi bir biçimde dikkate alınması gerekliliğidir. Ürün tasarımını etkileyen faktörler birbirleri ile ilişkili olup beş ana grupta ele alınır. Bunlar [8],

- Firma yönetiminin rekabet ve üretim politikaları,
- Ürün karakteristiği,
- Üretim kapasitesi,
- Ekonomik analizler,
- Pazarlama olanaklarıdır.

Bu beş faktöre ek olarak, müşteri beklenti ve ihtiyaç analizi de ürün tasarımını etkileyen altıncı faktör olarak listeye eklenebilir.

Ürün tasarımı, müşteri beklenti ve ihtiyaçlarını ürün karakteristiklerine yansıtmada noktasında farklı etkiye sahip olan form, işlevsellik ve ergonomi olmak üzere üç boyuta sahiptir. İşlevsellik boyutu, müşterinin ihtiyacı olan fonksiyonları sağlayan ürün oluşturmayı amaçlamaktadır. Ürünün estetik olarak tasarlanması form boyutunda dikkate alınır. Müşterinin konforu ve kullanım kolaylığı ise ergonomi boyutunda ele alınır. İşlevsellik ve form kritik boyutlar olmasına rağmen ergonomi boyutu ile beraber ürünün müşteri gözünde gerçek değeri ortaya çıkar [10].

Pazara sunulan ürünler çeşitli aksesuar veya türevlerini içerebilir. Eğer ürün yalnız bir şekilde tasarlanmışsa aksesuar veya türevlerinin gerekliliği artmaktadır. Küçük görülen bu parçalar müşterilere kişiselleştirme olanağı sunarak çeşitlilik yaratsa da ürüne ilave edilen her bir özellik ürün maliyetini artırmaktadır. Bu nedenle, iyi tasarlanmış ürün müşterinin beklentilerini en üst düzeyde karşılayan işlevleri sunmalıdır [9].

1.1 Literatür Özeti

Bu adımda, literatürde ürün tasarımında kullanılan bilimsel yöntemlerin ve ürün tasarımında söz sahibi olan tasarım özelliklerinin tanımlanması için son on beş yılda yapılmış ve uluslararası indeksli dergilerde yayımlanmış çalışmalar sunulmuştur.

Liu ve Hsiao [11] çalışmalarında müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak optimum ürün tasarımına yönelik algoritma geliştirmeyi hedeflemiştir. Müşteri ihtiyaçları ve bütçe kısıtlarının dikkate aldığı çalışmada analitik ağ süreci ve hedef programlama yöntemleri kullanılmıştır. Ürün tasarımıındaki hiyerarşik ve birbirine bağlı yapı analitik ağ süreciyle tanımlanmıştır. Hedef programlama modeli, ürünün her bir parçasının maliyeti ve analitik ağ sürecinden elde edilen önem ağırlıkları dikkate alarak oluşturulmuştur. Çalışmada, geliştirilen yaklaşım kullanılarak kahve makinası tasarlanmıştır.

Lin vd. [12] çalışmalarında cep telefonu tasarımıında en iyi tasarım değişkenlerinin seçimine dayanan bir bulanık yaklaşım önermiştir. Ürünün en önemli tasarım değişkenleri gri ilişki analizi yardımıyla tanımlanmıştır. Cep telefonu, müşteri algısına bağlı olarak bulanık kurallar içeren deneysel yaklaşımla tasarlanmıştır. Geliştirilen modelin performansının önceki çalışmalarla kıyaslandığında daha iyi olduğu görülmüştür.

Chen ve Chuang [1] ürün estetiği ve müşteri beklentilerini dikkate aldığı çalışmada optimal ürün tasarımıına ulaşmayı amaçlamışlardır. Taguchi yöntemi kullanılarak, müşteri değerlendirmelerindeki değişimler azaltılmış ve tasarım özelliklerinin uygun seviyeleri belirlenmiştir. Ardından, Kano modeli yardımıyla ürün özelliğinin performans derecesini ilgili memnuniyet derecesine dönüştürmüştür. Son olarak, gri ilişki analizi ve istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak, ürün özelliklerinin optimal seviyeleri belirlenmiştir. Önerilen yaklaşım cep telefonu tasarımıına uygulanmıştır.

Lin vd. [13] müşteri odaklı ürün tasarımı üzerine yaptığı çalışmada bulanık analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ve TOPSIS (Technique for Order and Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemlerini birleştiren bütünleşik bir yaklaşım önermiştir. Çalışmada, müşteri gereksinimleri ve tasarım özelliklerine ilişkin önem ağırlıkları AHP yardımıyla belirlenmiştir. Ardından, en iyi tasarım alternatifi TOPSIS kullanılarak seçilmiştir. Önerilen yaklaşım cep bilgisayar tasarımıında örneklendirilmiştir.

Chaudhuri ve Bhattacharyya [2] ürün özelliklerinin uygun seviyelerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada kalite fonksiyon yayılımı, Konjoint Analizi ve matematiksel

modelleme yöntemlerini içeren bir yaklaşım önermişlerdir. Kalite fonksiyon yayılımı ile belirlenen özelliklerin uygun seviyeleri matematiksel model yardımıyla tanımlanmıştır. Ardından, özellikler Konjoint Analizinde kullanılarak ürün profilleri oluşturulmuştur. Önerilen yaklaşım, varsayıma dayanan veriler kullanılarak ticari araç tasarımı için örneklendirilmiştir.

Ostrosi ve Bi [14] çalışmalarında optimal ürün konfigürasyonu üzerine üç aşamalı yaklaşım önermiştir. Çalışmada, ürün konfigürasyonu için bulanık modeller oluşturulmuştur. Bir sonraki aşamada ise, ürün müşteri gereksinimleri ve farklı süreçlere göre özelleştirilmiştir. Son aşamada, optimal ürün konfigürasyonu p medyan problemi formülasyonu yardımıyla oluşturulmuştur. Önerilen yaklaşım sandalye tasarımına uygulanmıştır.

Wang vd. [15] çalışmalarında çok fonksiyonlu ürünlerin tasarlanması için Hiyerarşik Bayes Modelinin kullanılmasını önermişlerdir. Çalışmada, Hiyerarşik Bayes Modeli yardımıyla çalışmaya katılan 92 müşterinin davranışları dikkate alınarak tablet tasarlanmıştır. Çalışmada müşteri farklılığı ve gelecekte pazara girip girmeme stratejisi değerlendirilerek optimal ürün tasarımının nasıl farklılaştığı üç senaryoya bağlı olarak incelenmiştir.

Kwong vd. [16] yeni ürünlerin tasarım özelliklerinin tanımlanmasında pazarlama ve mühendisliği birleştiren bir yaklaşım önermiştir. Çalışmada, müşteri gereksinimleri ve tasarım özellikleri arasındaki ilişki bulanık regresyon modelleri kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel modelin amaç fonksiyonu Kano modeli yardımıyla formüle edilmiştir. Doğrusal olmayan model genetik algoritma ile çözülerek müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkaracak tasarım özellikleri tanımlanmıştır. Geliştirilen model paketleme makinası tasarımına uygulanmıştır.

Chan vd. [17] çalışmada müşterilerin duygusal yanıtları ve tasarım değişkenleri arasında oluşan doğrusal olmayan ilişkiyi akıllı bulanık regresyon yaklaşımı yardımıyla tanımlanmıştır. Cep telefonu tasarım değişkenlerinden en iyi tasarımın elde edilmesi amaçlanan çalışmada dört duygusal yanıt maksimize eden çok amaçlı bir model oluşturulmuş ve genetik algoritma kullanılarak kurulan model çözülmüştür.

Wang ve Chen [18] çalışmalarında bulanık Delphi, bulanık DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) ve tamsayılı programlama yöntemlerini içeren bulanık çok ölçütlü karar vermeye dayalı kalite fonksiyon yayılımı yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, ürün tasarımı ve ürün çeşitlerini optimize etmek için maliyet kısıtlarını dikkate alan optimal ürün seçimi amaçlanmıştır. Pazar düşük, orta ve yüksek fiyatlandırma politikasına göre üç segmente ayrılmıştır. Uzman görüşlerini alarak pazar gereksinimlerinin başlangıç ağırlıkları bulanık Delphi yöntemi ile belirlenmiştir. Pazarlama gereksinimlerinin ve teknik özelliklerin arasındaki korelasyon ve son ağırlıklarının oluşturulmasında bulanık DEMATEL yöntemine dayanan kalite fonksiyon yayılımı kullanılmıştır. Fiyat politikalarına göre belirlenen pazar segmentlerine bağlı olarak, dijital fotoğraf makinesinin tasarım özellikleri tamsayılı programlama yönteminden faydalanılarak oluşturulmuştur.

Du vd. [19] tarafından sunulan çalışmada, müşterilerin tercih belirsizliğini yansıtan bir yaklaşım kullanılarak optimal ürün tasarımının elde edilmesi amaçlanmıştır. Müşteri tercihlerinin dinamik yapısı bayes yaklaşımıyla tanımlanmıştır. Ardından, tercih bağımlılığının etkisini genelleştirilmiş fayda teorisi ile formüle edilmiştir. Önerilen yaklaşım dizüstü bilgisayar tasarımına uygulanmıştır. Matematiksel model çözülerek, dizüstü bilgisayarlara yönelik tasarım özellikleri belirlenmiştir.

Wang [20] çalışmasında, ürün özelliklerini temel, genel ve opsiyonel olarak üçe ayırmıştır. Müşterilerin ürün özelliklerine ilişkin algılarını tanımlayarak, bulanık Kano modeli yardımıyla ürün özelliğinin performans derecesini ilgili memnuniyet derecesine dönüştürmüştür. Ardından, bilgi entropisi yardımıyla ürün özelliklerine ağırlık vermiştir. Çalışmada, TOPSIS yöntemi kullanılarak müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkaracak farklı fiyatlandırma politikalarına sahip segment alternatifleri oluşturulmuştur.

Gangurde ve Akarte [21] müşteri beklentilerine bağlı olarak tasarım alternatiflerinin oluşturulması ve en iyi ürün tasarımının seçimini içeren sistematik bir yaklaşım önermiştir. Sistematik yaklaşımda, ürünün bağımlı ve bağımsız özellikleri arasındaki ilişki, regresyon analizi kullanılarak belirlenmiştir. Ardından, bu ilişki yardımıyla farklı ürün konfigürasyonları belirlenmiştir. AHP ile değiştirilmiş TOPSIS, müşterinin beklentilerine uygun ürün konfigürasyon

seçiminde kullanılmıştır. Çalışmada, müşteri memnuniyetini minimum maliyetle sağlayacak en iyi ürün konfigürasyonunun oluşturulması hedeflenmiştir.

Wang ve Hsueh [22] ürün geliştirme sürecinde müşteri tercih ve algılarına odaklanan bütünleşik bir yaklaşım önermiştir. Çalışmada ev, iş ve eğlence olmak üzere üç farklı grup tanımlanmıştır. Belirlenmiş gruplar için, AHP yöntemiyle ürün özelliklerine ilişkin ağırlıklar belirlenmiştir. Ardından, Kano modeli yardımıyla müşteri algısına bağlı olarak pazarın gereksinimleri tanımlanmıştır. Pazar gereksinimleri ve tasarım özellikleri arasındaki nedensel ilişkiler DEMATEL yöntemiyle tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda, yeni geliştirilecek ürünler için tasarım fikirleri oluşturulmuştur.

Wang ve Shih [23] pazar odaklı ürün tasarımı ve prototip değerlendirmesi üzerine yaptığı çalışmada, Konjoint Analizi, DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerini kalite fonksiyon yayılımına entegre etmiştir. Kalite fonksiyon yayılımı, ürün özelliklerini müşteri gereksinimleri ve fonksiyonel özellikler olarak ayırmıştır. Pazar, farklı fiyatlandırma politikalarına bağlı olarak iş ve ev olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Ardından, fonksiyonel özelliklere ilişkin ağırlıklar Konjoint Analizi yardımıyla belirlenmiştir. Fonksiyonel özellikler ve müşterin istekleri arasındaki ilişki DEMATEL yöntemi yardımıyla tanımlanmıştır. Çalışmada, müşteri isteklerine bağlı olarak pazar odaklı tasarlanan prototiplere, TOPSIS ile öncelik verilmiştir.

Wang ve Tseng [24] ürün konfigürasyonunda Gini indeksi temelli özellik seçme yaklaşımı önermiştir. Gini indeksi, sıralı soru cevap sürecine bağlı olarak müşteri ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlayan özelliklerin seçimi yapılmaktadır. Çalışma, müşteri ihtiyaç ve tercihlerinin hızlı biçimde belirlenmesini sağlamıştır ve bilgisayar konfigürasyonunda örneklendirilmiştir.

Wang ve Wu [25] çalışmalarında müşteri tercih ve algısına bağlı olarak ürün konfigürasyonu oluşturmayı amaçlamıştır. Konjoint Analizi kullanılarak müşteri tercihleri temel özellikler için belirlenmiştir. Ardından, K-means kümeleme algoritması yardımıyla müşteri tercihlerine bağlı olarak pazar bölümlere ayrılmıştır. Çalışmada, Kano modeli kullanılarak müşteri algısı opsiyonlu özellikler için ortaya çıkarılmıştır. Her bir bölüm için, beş ürün çeşidine VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno) yöntemi yardımıyla öncelik

verilerek tasarım alternatifleri oluşturulmuştur. Çalışmada, akıllı telefon kilit özellikleri belirlenmiş ve tasarımı yapılmıştır.

Ji vd. [26] tarafından yapılan çalışmada müşteri odaklı ürün tasarımı için Kano modeli, kalite fonksiyon yayılımı ve doğrusal olmayan karma tamsayılı programlama yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada, müşteri ihtiyaçları ve müşteri beklentileri arasındaki ilişki Kano modeli yardımıyla tanımlanmıştır. Ardından, Kano modelinden elde edilen sonuçlar kalite fonksiyon yayılımına entegre edilmiştir. Maliyet ve performans kısıtları altında müşteri beklentilerini maksimize eden matematiksel bir model yardımıyla ürün özellikleri belirlenmiştir. Önerilen yaklaşım dizüstü bilgisayar tasarımına uygulanmıştır.

Wang ve Wang [27] çalışmalarında ürün özelliklerini temel ve opsiyonel olarak ikiye ayırmıştır. Bulanık Kano modeli yardımıyla müşteri algısı ve beklentileri dikkate alınarak ürün özellikleri sınıflandırılmıştır. Müşterilerin opsiyonel ürün özelliklerine ilişkin algılarını tanımlayarak, bulanık Kano modeli yardımıyla opsiyonel özelliğin performans derecesini ilgili memnuniyet derecesine dönüştürmüştür. Bulanık AHP yöntemi kullanılarak müşteri tercihleri temel özellikler için belirlenmiştir. Ürün özelliklerine bulanık Kano modeli ve bulanık AHP yöntemleriyle ağırlık verilmiş ve matematiksel model yardımıyla gelir gruplarına bağlı olarak optimal ürün özellikleri belirlenmiştir. Önerilen yaklaşım kamera tasarımı için örneklendirilmiştir.

Fahma vd. [28] çalışmalarında sürücü koltuğu tasarımında müşteri ihtiyaçlarını belirlemeyi ve konforlu sürücü koltuğu tasarlamayı hedeflemiştir. Çalışmada müşteri gereksinimlerine öncelik vermede kullanılan kalite fonksiyon yayılımı yöntemi yardımıyla müşterinin sesi ve teknik özellikleri birleştirmiştir. Çalışma sonucunda, altı sürücü koltuğu konsepti tasarlanmış ve uygun bir tasarım seçimi yapılmıştır.

Wang [29] çalışmasında pazar bölünmesi ve ürün özelleştirmesini sağlayan iki aşamalı model önermiştir. Çalışmada, dijital fotoğraf makinesi özellikleri temel, duygusal ve opsiyonel olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Kansei mühendisliği, duygusal özelliklere karşı müşteri algıları tespit edilmesinde kullanılmıştır. Pazar, karar kuralları yardımıyla iki bölüme ayrılmıştır. Ardından, Konjoint Analizi

yardımıyla ürünün temel ve opsiyonel özelliklerine ilişkin müşteri tercihleri belirlenmiştir. Optimal ürün özellikleri pazar bölümlerine bağlı olarak gri ilişkisel analiz yöntemiyle tanımlanmıştır.

Gangurde ve Akarte [30] ürün maliyetinin minimize edilmesi ve müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkarılması amaçlanarak müşteri segmentleri oluşturan yeni bir algoritma önermiştir. Çalışmada, otomobil satın alma kararında etkili olduğu düşünülen yedi önemli özelliğe bağlı olarak, dört farklı segmente göre ürün konfigürasyonları oluşturulup maliyetleri çıkartılmıştır.

Lin vd. [31] ürün tasarımında Taguchi yöntemi, yapay sinir ağları ve genetik algoritma simülasyonunu birleştiren bütünsel bir yaklaşım önermiştir. Taguchi yöntemini kullanılarak tasarım parametreleri ve değerleri belirlenmiştir. Ardından, parametreler ve değerleri yapay sinir ağlarının öğrenmesinde kullanılmıştır. Tasarım parametrelerinin optimum kombinasyonu ise genetik algoritma yardımıyla belirlenmiştir. Geliştirilen yaklaşımla tasarlanan vantilatörün verimliliğinde %7,8 artış görülmüştür.

Wang ve Nien [32] ürün farklılaştırması ve ürün seçimi üzerine yaptığı çalışmada müşteri profilleri ile algılarını dikkate alan yöntemi bileklik, akıllı saat ve spor saati olmak üzere üç farklı ürüne uygulamıştır. Çalışmada, müşteri profilleri ve tasarım özelliklerine ilişkin müşteri algıları arasındaki ilişki uyum analizi yardımıyla belirlenmiştir. Ardından, kilit tasarım özellikleri birliktelik kuralı kullanılarak tanımlanmıştır. K-means algoritması, bileklik, akıllı saat ve spor saati olmak üzere üç farklı ürüne ilişkin özelliklerin tanımlanmasında kullanılmıştır.

Wang ve Chin [33] ürün farklılaştırması ve pazar paylaşımı üzerine yaptığı çalışmada Kansei mühendisliği, karar ağacı, uyum analizi ve VIKOR yöntemlerini birleştiren bütünsel bir yaklaşım önermiştir. Bütünsel yaklaşımda, duygusal özelliklere karşı müşteri tutumu, Kansei mühendisliği ile belirlenmiştir. Uyum analizi, mühendislik özelliklerinden müşteri algısını en iyi karakterize eden temel özelliklerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Çalışmada, karar ağacı yardımıyla spor, ev ve profesyonel kullanım olmak üzere üç farklı segment tanımlanmıştır. Ürün portföylerine VIKOR yöntemi yardımıyla öncelik verilerek ürün farklılaştırılması yapılmıştır.

Lin ve Wei [34] çalışmalarında müşterinin duygusal tercihlerini görsel açıdan dikkate alarak yeni bir ürün tasarlamayı amaçlamıştır. Üründe görsel olarak en belirleyici faktörler gri ilişki analizi kullanılarak tanımlanmıştır. Ardından, gri tahmin yöntemi kullanılarak ürün kombinasyonları oluşturulmuştur. Müşterilerin duygusal tercihlerini yansıtan tasarım alternatifleri TOPSIS yöntemi yardımıyla öncelik verilmiştir. Çalışmada önerilen müşteri odaklı model yeni bir parfüm şişesi tasarımına uygulanmıştır.

Shieh vd. [35] duygusal yanıtlara bağlı olarak optimal ürün tasarımını amaçladığı çalışmada hedef programlama ve bulanık AHP yöntemlerini birleştiren bütünlük bir yaklaşım önermiştir. Bütünlük yaklaşımda, duygusal yanıtlar ve tasarım değişkenleri dikkate alınarak ürün form tasarımı için çok amaçlı model oluşturulmuştur. Ardından, genetik algoritma kullanarak yerel optimum çözümler elde edilmiştir. Uygun çözümlerden en uygun tasarım bulanık analitik hiyerarşi prosesi yardımıyla belirlenmiştir.

Wu ve Cheng [36] ürün tasarımında heyecan verici faktörlere öncelik vermeyi amaçladığı çalışmada bulanık temelli değerlendirme yöntemi önermiştir. Bulanık Kano modeli ve bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemleriyle heyecan verici faktörlere öncelik verilmiştir. Nicel analiz yöntemleri kullanılarak, ürünün çekiciliğini etkileyen özellikler belirlenmiştir. Önerilen yaklaşım elektrikli bisiklet tasarımında örneklendirilmiştir.

Kumar ve Tandon [37] çalışmasında analitik hiyerarşi prosesi, aksiyomlarla tasarım ve TOPSIS yöntemlerini birleştirerek saç kurutma makinesi tasarlamıştır. Çalışmada, fonksiyonel gereksinimler ve tasarım parametreleri arasındaki ilişki aksiyomlarla tasarım yöntemi yardımıyla oluşturulmuştur. Ardından, analitik hiyerarşi prosesi ağırlıklarına bağlı olarak tasarım alternatifleri belirlenmiştir. Çalışmada oluşturulan tasarım alternatiflerine, TOPSIS ile öncelik verilmiştir.

İncelenen çalışmalarda kullanılan bilimsel yöntemler ve yöntemlere ilişkin numaralandırma Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1 İncelenen çalışmalarda ele alınan yöntemler

Yöntem No	Yöntemler
1	Veri Madenciliği
2	Çok Ölçütlü Karar Verme
3	Deneyssel
4	Matematiksel Modelleme
5	Kalite Fonksiyon Yayılımı
6	Kano Modeli
7	Konjoint Analizi
8	Kansei Mühendisliği
9	Tahmin Yöntemleri
10	Sezgisel Yöntemler
11	Uyum Analizi
12	Diğer

Tez kapsamında incelenen çalışmalarda kullanılan bilimsel yöntemlere ilişkin bir tablo hazırlanmış ve Tablo 1.2’de sunulmuştur. Ayrıca, Tablo 1.3’de çalışmalarda kullanılan tasarım özellikleri sunulmaktadır.

Tablo 1.2 İncelenen çalışmalarda kullanılan yöntemlerin sınıflandırılması

Yazarı	Uygulama Alanı	Yöntemler											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Liu ve Hsiao [11]	Kahve Makinesi		✓		✓								
Lin vd. [12]	Cep Telefonu		✓	✓									✓
Chen ve Chuang [1]	Cep Telefonu		✓	✓			✓						✓
Lin vd. [13]	Cep Bilgisayarı		✓										
Chaudhuri ve Bhattacharyya [2]	Ticari araç				✓	✓		✓					
Ostrosi ve Bi [14]	Sandalye				✓					✓			
Wang vd. [15]	Tablet												✓
Kwong vd. [16]	Paketleme Makinesi												
Chan vd. [17]	Cep telefonu									✓	✓		
Wang ve Chen [18]	Dijital Fotoğraf Makinesi		✓		✓	✓							
Du vd. [19]	Dizüstü Bilgisayar				✓								✓
Wang [20]	Tablet		✓				✓		✓				✓
Gangurde ve Akarte [21]	Cep Telefonu		✓							✓			
Wang ve Hsueh [22]	Tablet		✓				✓						
Wang ve Shih [23]	Dizüstü Bilgisayar												
Wang ve Tseng [24]	Bilgisayar												✓
Wang ve Wu [25]	Akıllı Telefon	✓	✓				✓	✓					
Ji vd. [26]	Dizüstü Bilgisayar				✓	✓	✓						
Wang ve Wang [27]	Kamera		✓		✓		✓						
Fahma vd. [28]	Otomobil Sürücü Koltuğu					✓							
Wang [29]	Dijital Fotoğraf Makinesi		✓					✓	✓				
Gangurde ve Akarte [30]	Otomobil				✓								
Lin vd. [31]	Vantilatör	✓		✓							✓		
Wang ve Nien [32]	Giyilebilir Cihazlar	✓										✓	
Wang ve Chin [33]	Dijital Fotoğraf Makinesi	✓	✓						✓			✓	
Lin ve Wei [34]	Parfüm Şişesi		✓	✓						✓			
Shieh vd. [35]	Otomobil		✓		✓						✓		
Wu ve Cheng [36]	Elektrikli Bisiklet		✓				✓						✓
Kumar ve Tandon [37]	Saç Kurutma Makinesi		✓		✓		✓						

Tablo 1.3 İncelenen çalışmalarda kullanılan tasarım özellikleri

Yazarı	Uygulama Alanı	Tasarım Özellikleri
Liu ve Hsiao [11]	Kahve Makinesi	Üst kapak seti, musluk seti, üst kapak altı, su haznesi seti, temel set, vana ve boru seti, ısıtma elemanı, düğmesi, iç hazne seti, gövde, filtre taşıyıcı
Lin vd. [12]	Cep Telefonu	Üst şekil, gövde şekli, genişlik/uzunluk oranı, işlev tuşlarının şekli, sayı tuşlarının yerleşimi, işlev tuşlarının ekran üzerindeki yerleşimi, alt şekil, ekran boyutu, dış şekil
Chen ve Chuang [1]	Cep Telefonu	Gövde şekli, yan şekil, üst şekil, uzunluğun genişliğe oranı, kenar tipi, bölme şekli, nümerik tuşların şekli, nümerik tuşların yerleşimi, nümerik tuş bölgesinin şekli, nümerik tuşların sırası
Lin vd. [13]	Cep Bilgisayarı	Şekil, renk, ekran kullanma yöntemi, boyut, işlev tuşu yerleşimi, dış bağlantı arayüz yerleşimi, ekran çözünürlüğü, kapatma yöntemi, ek özellikler
Chaudhuri ve Bhattacharyya [2]	Ticari araç	Yakıt tüketimi, taşıma kapasitesi, güç-ağırlık oranı, maksimum hız, tırmanma kapasitesi, sürücü bölümü
Ostrosi ve Bi [14]	Sandalye	Oturma yeri, sırt yeri, kol dayama yeri, ayak tipi
Wang vd. [15]	Tablet	E-mail, web tarayıcısı, medya oynatıcı, e-kitap okuyucu, boyut, derinlik, ağırlık, batarya süresi, girdi modülü, wifi, ekran boyutu, hafıza, fiyat
Kwong vd. [16]	Paketleme Makinesi	Paketleme hassasiyeti, paketleme kolaylığı, paketleme verimliliği, kalıplama hassasiyeti, presleme, makine gövdesinin yüksekliği, paketleme sesi
Chan vd. [17]	Cep telefonu	Üst şekil, alt şekil, yan şekil, tuş şekli, nümerik tuşların şekli, uzunluğun genişliğe oranı, kalınlık, yerleşim, çerçeve
Wang ve Chen [18]	Dijital Fotoğraf Makinesi	Fotoğraf pikseli, sensör, optik yakınlaştırma, geniş açı, diyafram açıklığı, dinamik video çözünürlüğü, deklanşör, GPS, wifi, su geçirmezlik, darbelere dayanıklılık, soğuğa dayanıklılık, ekran boyutu, ekran çözünürlüğü
Du vd. [19]	Dizüstü Bilgisayar	İşlemci, ekran boyutu, RAM, hard disk, ekran kartı, ağırlık, batarya süresi, yazılım
Wang [20]	Tablet	İşlemci, hafıza kapasitesi, ekran boyutu, batarya kapasitesi, kamera pikseli, klavye takılabilmesi, GPS, DVB, çizilmeye dayanıklı olması, dijital pusula, wifi, yerçekimi sensörü
Gangurde ve Akarte [21]	Cep Telefonu	Radyo, el feneri, kamera, mp3, video, arttırılabilir hafıza, bluetooth, GPRS, çift sim, 3G, mobil takip, su geçirmezlik, ekran rengi, java, dokunmatik ekran, TV bağlantısı
Wang ve Hsueh [22]	Tablet	İşlemci, ROM, işletim sistemi, ekran boyutu, fotoğraf pikseli, batarya süresi
Wang ve Shih [23]	Dizüstü Bilgisayar	İşlemci, RAM, hard disk tipi, gövde malzemesi, ekran boyutu, batarya süresi, üst şekil, alt şekil, yan şekil, tuş şekli, nümerik tuşların şekli, uzunluğun genişliğe oranı, kalınlık, yerleşim, çerçeve

Tablo 1.3 İncelenen çalışmalarda kullanılan tasarım özellikleri(devam)

Yazarı	Uygulama Alanı	Tasarım Özellikleri
Wang ve Tseng [24]	Bilgisayar	İşlemci, RAM, monitör boyutu, hard disk kapasitesi, disk sürücüsü, ekran kartı
Wang ve Wu [25]	Akıllı Telefon	İşlemci hızı, işlemci çekirdeği, fotoğraf pikseli, ekran boyutu, dinamik video, dahili hafıza, flaş, beats audio, dijital pusula, çözünürlük, dijital video yayını, elektronik cüzdan, GPS, wifi
Ji vd. [26]	Dizüstü Bilgisayar	İşlemci, RAM, hard disk, ses kartı, ekran kartı, LCD ekran, batarya süresi
Wang ve Wang [27]	Kamera	Piksel, optik yakınlaştırma, geniş açı, dinamik video çözünürlüğü, ekran boyutu, objektif kapağı, dokunmatik panel, su geçirmezlik, soğuğa dayanıklılık, GPS, wifi, dijital pusula, barometre
Fahma vd. [28]	Otomobil Sürücü Koltuğu	Koltuğun ayarlanması, temizlenebilme ve dayanıklılık, canlı renklerde kaplama, renk uyumu, döşeme tasarımı, koltuk işlevselliği
Wang [29]	Dijital Fotoğraf Makinesi	Renk, kullanılan malzeme, ekran ayarı, flaş ışığı, optik yakınlaştırma, geniş açılı mercek, ekran boyutu, diyafram açıklığı, wifi, GPS, dokunmatik ekran, Full-HD kayıt
Gangurde ve Akarte [30]	Otomobil	Hava yastığı, hidrolik direksiyon kiti, elektrikli camlar, entegre ses sistemi, klima ünitesi kiti, güvenlik sistemi, kemer montajı
Lin vd. [31]	Vantilatör	Fan yapraklarının şekli, motor dönme hızı, fan yapraklarının ağırlığı, ön koruma tipi, koruma plakasının motor kapağına oranı
Wang ve Nien [32]	Giyilebilir Cihazlar	Uyku modu, nabız ölçer, kalori ölçer, vücut sıcaklığı sensörü, ses kaydı, video kaydı, adımsayar, kilometre sayacı, hız ölçer, barometre, GPS, telefon cevaplama, mesaj hatırlatma, müzik çalar, dokunmatik ekran, ses kontrolü
Wang ve Chin [33]	Dijital Fotoğraf Makinesi	Yakınlaştırma lensi, ekran tipi, flaş ışığı, görüntü algılayıcı, geniş açı, optik yakınlaştırma, deklanşör, maksimum diyafram, su geçirmezlik, toz geçirmezlik, dijital pusula, GPS, wifi, dokunmatik ekran, elektronik bakaç
Lin ve Wei [34]	Parfüm Şişesi	Şişe kapağının şeffaflığı, şişe kapağının şekli, şişenin şekli, şişenin dokusu, şişenin şeffaflığı, şişenin genişliği, şişe boğazı
Shieh vd. [35]	Otomobil	Ön tampon, ön kısım, üst kısım, arka kısım, arka tampon, yükseklik/uzunluk, üst kısım/yükseklik, tekerlek yüksekliği/otomobil yüksekliği, şasi yüksekliği/tekerlek yüksekliği, ön kısım/otomobil uzunluğu, arka kısım/otomobil uzunluğu, ön çıkıntı/otomobil uzunluğu, arka çıkıntı/otomobil uzunluğu
Wu ve Cheng [36]	Elektrikli Bisiklet	Ön panel, yan eğilim çizgisi, far, arka kısım
Kumar ve Tandon [37]	Saç Kurutma Makinesi	Fan, ısıtma elemanı, katlanma mekanizması, hava akış hızı kontrolü, ısı yoğunluğu kontrolü, hava püskürtme yeri

1.2 Tezin Amacı

Küresel pazarda artan firma sayısı ve teknolojideki hızlı ilerlemeler beraberinde piyasaya sunulan ürün çeşitliliğini arttırmıştır. Aşırı rekabetin yaşandığı bu pazar ortamı firmaları ürünlerini farklılaştırmaya zorlamaktadır. Özellikle rekabetin çetin yaşandığı ve ürün çeşitliliğinin giderek arttığı otomotiv sektöründe, günümüz teknolojisi ile hafif ticari araç üretimi neredeyse aynı olmasına rağmen bazı hafif ticari araçlar pazarda daha çok yer bulmaktadır. Firmaların hafif ticari araç özelliklerini farklılaştırdığı bu pazar ortamında ürüne ilave edilen her bir özellik maliyet olarak yansırken bunun ne oranda beklentiyi karşılayacağı tahmin edilememektedir. Bu nedenle, firmaların müşteri beklentilerini tam olarak karşılayacak özelliklere sahip hafif ticari araç versiyonlarını pazara sunması, pazar payını belirlemede büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, müşteri beklentisi ve satın alma gücü dikkate alınarak ticari araç versiyonlarının özelliklerinin tanımlanmasında yardımcı olacak bir modelin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Müşteri beklentisini ve ürün maliyetini dikkate alarak ürün özelliklerinin belirlenmesinde karar desteği sunan bir yöntemin geliştirilmesi, müşteri memnuniyetini arttıran ürünün ortaya konmasında etkindir.

2 Yöntem

Bu bölümde Buckley'in bulanık AHP yöntemi, ara değerli sezgisel bulanık AHP, Kano modeli ve bulanık Kano modeli üzerinde durulacaktır. Bu bölümde, önce tez çalışmasında kullanılan yöntemlerle ilgili temel bilgiler sunulacak ve ardından tez çalışması kapsamında ele alınan problemin çözümü için önerilen yönteme yer verilecektir.

2.1 Buckley'in Bulanık AHP Yöntemi

Literatürde Bulanık AHP yöntemi ile ilgili birbirinden farklı çeşitli yaklaşımlar görülmektedir [38]–[41]. Literatürdeki uygulamalardan da anlaşılacağı üzere, her yöntemin kendine özgü özelliği mevcuttur [42]. Buckley [39] karşılaştırma oranları üzerine çalışmalar yapmış ve bulanık ağırlıkları hesaplamak amacıyla geometrik ortalama kullanmıştır. Buckley'in bulanık AHP yöntemi, ikili karşılaştırma değerlendirmelerinden bir ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmasına olanak tanınması ve bulanık durumlarda kolaylıkla genelleştirilebilmesi yöntemin sunduğu en büyük avantajdır [43]. Buckley [39] tarafından önerilen bulanık analitik hiyerarşi prosesinin ana adımları şu şekildedir [42], [44], [45];

Adım 1. Belirlenen kriterler ile karar vericiler tarafından ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur ve şu şekilde gösterilir;

$$\tilde{C}_k = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{c}_{12} & \cdots & \tilde{c}_{1n} \\ \tilde{c}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{c}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{c}_{n1} & \tilde{c}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (2.1)$$

$\tilde{C}_k$ k . karar vericinin ikili karşılaştırma matrisidir. $\tilde{C}_{ij}$ i 'inci kriterin j 'inci kriter üzerindeki karşılaştırma değerinin dilsel ifadesini göstermektedir ve i 'inci kriterin j 'inci kritere göre göreceli önemini ifade eden bulanık sayılar Eşitlik 2.2'de verilmiştir.

$$\tilde{c}_{ij} = \begin{cases} i > j, & (1,1,3), (1,3,5), (3,5,7), (5,7,9), (7,9,9) \\ i = j, & (1,1,1) \\ i < j, & (1,1,3)^{-1}, (1,3,5)^{-1}, (3,5,7)^{-1}, (5,7,9)^{-1}, (7,9,9)^{-1} \end{cases} \quad (2.2)$$

Değerlendirmede Tablo 2.1’de yer alan dilsel ölçek kullanılmaktadır.

Tablo 2.1 Buckley’in bulanık AHP yönteminde ikili karşılaştırma matrisi için kullanılan ölçek [44]

Bulanık Sayı	Dilsel İfade	Kısaltma
(1,1,3)	Eşit Önemli	(EÖ)
(1,3,5)	Biraz Önemli	(BÖ)
(3,5,7)	Fazla Önemli	(FÖ)
(5,7,9)	Çok Fazla Önemli	(ÇFÖ)
(7,9,9)	Kesinlikle Önemli	(KÖ)

Adım 2. Her bir karar verici tarafından ayrı ayrı oluşturulan değerlendirme matrisi geometrik ortalama kullanılarak Eşitlik (2.3) yardımıyla birleştirilir.

$$\tilde{r}_i = (\tilde{c}_{i1} \otimes \tilde{c}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{c}_{in})^{1/n} \quad (2.3)$$

Burada $\tilde{r}_i$ i ’inci kriterin ikili karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalamasıdır.

Adım 3. Her bir kriterin bulanık ağırlık değeri Eşitlik (2.4) yardımıyla hesaplanır.

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 + \tilde{r}_2 + \dots + \tilde{r}_n)^{-1} \quad (2.4)$$

(L_i, M_i, U_i) şeklinde üçgen bulanık sayılar ile gösterilen $\tilde{w}_i$, i ’inci kriterin bulanık ağırlık değeridir.

Adım 4. Kriterlerin bulanık ağırlık değerleri Eşitlik (2.5) yardımıyla durulaştırılır.

$$w_i = \frac{\tilde{w}_i}{\sum_{i=1}^n \tilde{w}_i} = \frac{L_i + M_i + U_i}{\sum_{i=1}^n (L_i + M_i + U_i)} \quad (2.5)$$

2.2 Ara Değerli Sezgisel Bulanık AHP

Atanassov [46], üye olma ve üye olmama derecesinin toplamının 1'den az veya eşit olacağını gösteren ($0 \leq \mu_A + \vartheta_A \leq 1$) sezgisel bulanık kümeleri tanımlamıştır [47]. Bu çalışma sezgisel bulanık kümelerin yanı sıra, ara değerli sezgisel bulanık kümeleri de içermektedir [48]. Sezgisel bulanık AHP yöntemi, sezgisel bulanık kümeler kullanarak belirsizliğin analitik hiyerarşi prosesine daha fazla yansıtılmasına olanak tanımaktadır [49]. Wu vd. [50] tarafından önerilen ara değerli sezgisel bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemi çok sayıda karar vericinin değerlendirmelerinin birleştirmesine olanak tanıyan bir yaklaşımla genişletilmiştir [47]. Onar vd. [47] tarafından genişletilen ara değerli sezgisel bulanık analitik hiyerarşi prosesinin ana adımları aşağıdaki gibidir;

Adım 1. Belirlenen kriterler ile her bir uzman tarafından dilsel ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. İkili karşılaştırma matrisi oluşturulurken Tablo 2.2 kullanılır.

Tablo 2.2 Dilsel ikili karşılaştırma matrisi

Uzman i	C1	C2	...	Cn
C1	EE			
C2		EE		
...			EE	
Cn				EE

Adım 2. Her bir uzman tarafından oluşturulan dilsel ikili karşılaştırma matrisi Tablo 2.3 yardımıyla karşılık gelen ara değerli sezgisel bulanık sayılara çevrilir. Örneğin EE dilsel ifadesi ($[0,5; 0,5]$, $[0,5; 0,5]$) sayısal değerine çevrilir.

Tablo 2.3 Ara değerli sezgisel bulanık AHP yönteminde ikili karşılaştırma matrisi için kullanılan ölçek [47]

Ara Değerli Sezgisel Bulanık Sayı	Dilsel İfade	Kısaltma
$[[0; 0,2], [0,5; 0,8]]$	Kesinlikle Düşük	(KD)
$[[0,1; 0,3], [0,4; 0,7]]$	Çok Düşük	(ÇD)
$[[0,2; 0,4], [0,3; 0,6]]$	Düşük	(D)
$[[0,3; 0,5], [0,2; 0,5]]$	Biraz Düşük	(BD)
$[[0,4; 0,6], [0,2; 0,4]]$	Eşit	(E)
$[[0,5; 0,7], [0,1; 0,3]]$	Biraz Yüksek	(BY)
$[[0,6; 0,8], [0; 0,2]]$	Yüksek	(Y)
$[[0,7; 0,9], [0; 0,1]]$	Çok Yüksek	(ÇY)
$[[0,8; 1,0], [0; 0]]$	Kesinlikle Yüksek	(KY)

Ara değerli sezgisel bulanık ikili karşılaştırma matrisi Eşitlik (2.6) ile gösterilebilir.

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} [\mu_{11}^-, \mu_{11}^+], [v_{11}^-, v_{11}^+] & \dots & [\mu_{1n}^-, \mu_{1n}^+], [v_{1n}^-, v_{1n}^+] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [\mu_{n1}^-, \mu_{n1}^+], [v_{n1}^-, v_{n1}^+] & \dots & [\mu_{nn}^-, \mu_{nn}^+], [v_{nn}^-, v_{nn}^+] \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Adım 3. Birden fazla uzman olması durumunda; ara değerli sezgisel bulanık ikili karşılaştırma matrisleri Eşitlik (2.7) yardımıyla birleştirilir.

$$IIFA(\tilde{\alpha}_1, \tilde{\alpha}_2, \dots, \tilde{\alpha}_n) = \left(\left[1 - (\prod_{i=1}^n (1 - a_i))^{1/n}, 1 - (\prod_{i=1}^n (1 - b_i))^{1/n} \right], x \left[(\prod_{i=1}^n c_i)^{1/n}, (\prod_{i=1}^n d_i)^{1/n} \right] \right) \quad (2.7)$$

Çok sayıda uzmanın ikili karşılaştırma değerlendirmelerinin birleştirilmesiyle $\tilde{R}_g$ elde edilir.

$$\tilde{R}_g = \begin{bmatrix} [\mu_{g11}^-, \mu_{g11}^+], [v_{g11}^-, v_{g11}^+] & \dots & [\mu_{g1n}^-, \mu_{g1n}^+], [v_{g1n}^-, v_{g1n}^+] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [\mu_{gn1}^-, \mu_{gn1}^+], [v_{gn1}^-, v_{gn1}^+] & \dots & [\mu_{gnn}^-, \mu_{gnn}^+], [v_{gnn}^-, v_{gnn}^+] \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Adım 4. Skor değerlendirme matrisi $\tilde{S} = (\tilde{s}_{ij})_{n \times n} = [\mu_{gij}^- - v_{gij}^+, \mu_{gij}^+ - v_{gij}^-]$ aşağıdaki Eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\tilde{S} = \begin{bmatrix} [\mu_{g_{11}}^- - v_{g_{11}}^+, \mu_{g_{11}}^+ - v_{g_{11}}^-] & \dots & [\mu_{g_{1n}}^- - v_{g_{1n}}^+, \mu_{g_{1n}}^+ - v_{g_{1n}}^-] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [\mu_{g_{n1}}^- - v_{g_{n1}}^+, \mu_{g_{n1}}^+ - v_{g_{n1}}^-] & \dots & [\mu_{g_{nn}}^- - v_{g_{nn}}^+, \mu_{g_{nn}}^+ - v_{g_{nn}}^-] \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Adım 5. Adım 4’de elde edilen skor değerlendirme matrisinden Eşitlik (2.10)’u kullanarak $\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times n} = [10^{\mu_{g_{ij}}^- - v_{g_{ij}}^+}, 10^{\mu_{g_{ij}}^+ - v_{g_{ij}}^-}]$ aralık çarpım matrisi elde edilir.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} [10^{\mu_{g_{11}}^- - v_{g_{11}}^+}, 10^{\mu_{g_{11}}^+ - v_{g_{11}}^-}] & \dots & [10^{\mu_{g_{1n}}^- - v_{g_{1n}}^+}, 10^{\mu_{g_{1n}}^+ - v_{g_{1n}}^-}] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [10^{\mu_{g_{n1}}^- - v_{g_{n1}}^+}, 10^{\mu_{g_{n1}}^+ - v_{g_{n1}}^-}] & \dots & [10^{\mu_{g_{nn}}^- - v_{g_{nn}}^+}, 10^{\mu_{g_{nn}}^+ - v_{g_{nn}}^-}] \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

Adım 6. $\tilde{w}_i$ aralıkları Eşitlik (2.11) yardımıyla hesaplanarak $\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times n}$ aralık çarpım matrisinin öncelik vektörü elde edilir.

$$\tilde{w}_i = \left[\frac{\sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^-}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^+}, \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^+}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^-} \right] = [w_i^-, w_i^+], i = 1, \dots, n \quad (2.11)$$

Adım 7. Adım 6’da elde edilen ağırlıklar karşılaştırılır ve $P = (p_{ij})_{n \times n}$ vektörü olabilirlik derecesi matrisi Eşitlik (2.12) yardımıyla hesaplanır. Burada, $p_{ij} \geq 0$, $p_{ij} + p_{ji} = 1$ ve $p_{ii} = 1/2$ sağlanmalıdır.

$$(w_i \geq w_j) = p_{ij} = \frac{\text{minimum} \{L_{w_i} + L_{w_j}, \text{maksimum}(w_i^+ - w_j^-, 0)\}}{L_{w_i} + L_{w_j}} \quad (2.12)$$

Bu eşitlikte, $L_{w_i} = w_i^+ - w_i^-$ ve $L_{w_j} = w_j^+ - w_j^-$ ile gösterilmektedir.

Adım 8. $P = (p_{ij})_{n \times n}$ matrisine Eşitlik (2.13) yardımıyla öncelik verilir.

$$w_i = \frac{1}{n} \left[\sum_{j=1}^n p_{ij} + \frac{n}{2} - 1 \right] \quad (2.13)$$

Adım 9. Normalize edilmiş ağırlıklar Eşitlik (2.14) kullanılarak elde edilir.

$$w_i^T = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2.14)$$

Adım 10. Adım (1-9) arası her bir alternatif için uygulanır. Burada, alternatif j ($j = 1, 2, \dots, m$) ve kriter i ($i = 1, 2, \dots, n$) için skor değerleri bulunur.

Adım 11. Her bir alternatifin öncelik değerleri Eşitlik (2.15) yardımıyla elde edilir ve en yüksek öncelik değerine sahip olan seçilir.

$$P_j = \sum_{i=1}^n w_i * \phi_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2.15)$$

2.3 Kano Modeli

Kano [51] tarafından geliştirilen yöntemin amacı, ürün veya hizmetin belirlenen özelliklerini müşteri ihtiyaçları doğrultusunda sınıflandırmaktır [52]. Bu sınıflandırma, müşteri memnuniyet derecesi ve ürün kalite özellikleri arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi ortaya koymaktadır [53]. Bu doğrusal olmayan ilişki Şekil 2.1’de sunulmuştur. Ürün veya hizmet özellikleri Kano modeli yardımıyla aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

Temel özellikler (M): Bu özellikler, üründe zaten olması gerektiğinden müşteri memnuniyetini arttırmazken karşılanmaması durumunda aşırı memnuniyetsizliğe sebep olur [27].

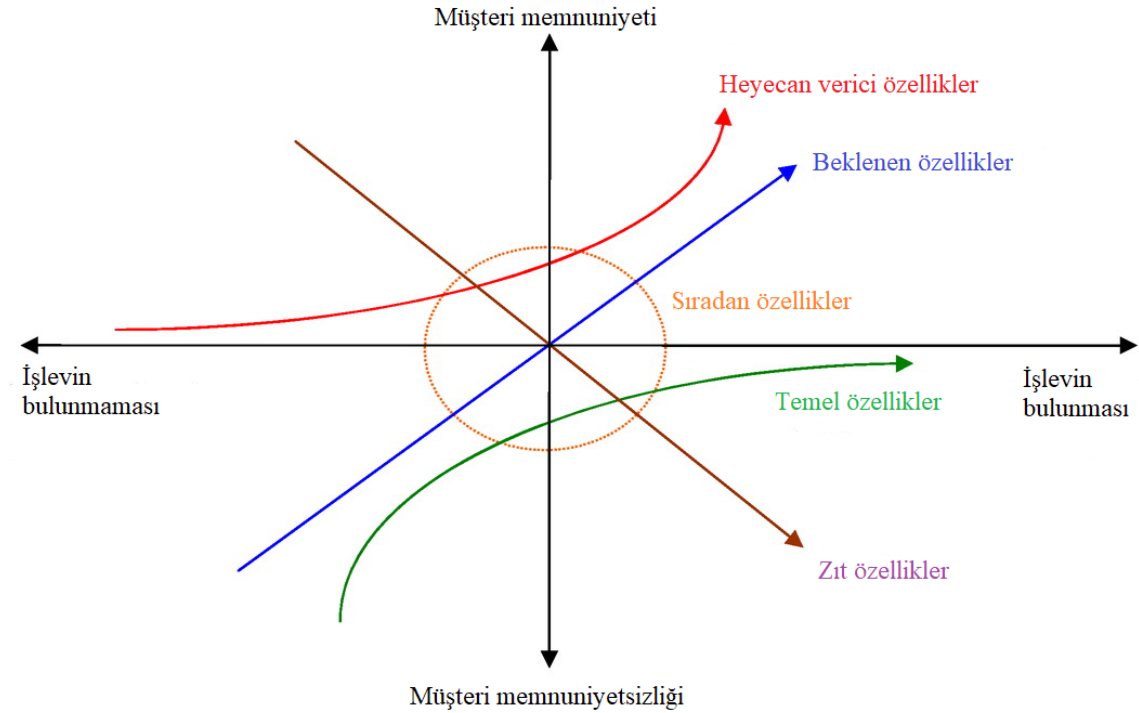
Beklenen özellikler (O): Özelliğin bulunması durumunda müşteri memnuniyeti sağlanırken, bulunmaması durumunda aynı oranda memnuniyetsizliğe neden olmaktadır [27].

Heyecan verici özellikler (A): Müşterinin hayal ettiğinin üzerinde olan bu özelliklerin bulunması son derece memnuniyet sağlarken, bulunmaması herhangi bir memnuniyetsizliğe sebep olmamaktadır [54].

Sıradan özellikler (I): Bu özelliklerin olması veya olmaması müşteri memnuniyeti açısından kayda değer bir etkiye sahip değildir [27].

Zıt özellikler (R): Bu özellikler, müşteri memnuniyet düzeyini ters yönde etkilemektedir [27].

Şüpheli özellikler (Q): Katılımcının soruyu yanlış algıladığını, mantıksız bir cevap verdiğini veya sorunun yanlış aktarıldığını göstermektedir [54].



Şekil 2.1 Müşteri memnuniyet derecesi ve ürün özellikleri arasındaki ilişki [27]

Kano [51] tarafından önerilen yöntemin ana adımları şu şekilde özetlenebilir;

Adım 1. Kapsamlı bir araştırma neticesinde çalışma da esas alınacak ürün veya hizmetin özellikleri belirlenir [55].

Adım 2. Belirlenen her bir özellik için, olumlu ve olumsuz olmak üzere iki sorudan oluşan anket hazırlanır ve uygulanır. Bu ankette, duyguları ifade etme noktasında "Çok hoşuma gider", "Öyle olmasını beklerim", "Fark etmez", "Katlanabilirim" ve "Hiç hoşuma gitmez" cevaplarından sadece biri seçilir [27].

Adım 3. Kano anketine verilen cevaplardan ürün özelliklerinin Kano kategorisi Tablo 2.4 yardımıyla değerlendirilir. Her bir özellik için, *A*, *O*, *M*, *I*, *R* ve *Q* değerleri hesaplanır [55].

Tablo 2.4 Kano anketi değerlendirme tablosu [55]

Katılımcı Yanıtları		İşlevsel olmayan sorular				
		Hoşuma gider	Zaten öyle olmalı	Fark etmez	Katlanabilirim	Hoşlanmam
İşlevsel sorular	Hoşuma gider	Q	A	A	A	O
	Zaten öyle olmalı	R	I	I	I	M
	Fark etmez	R	I	I	I	M
	Katlanabilirim	R	I	I	I	M
	Hoşlanmam	R	R	R	R	Q

Adım 4. $(A + O + M) > (I + R + Q)$ olduğu durumda, "A-O-M" grubundan cevap sıklığı en çok olan Kano kategorisi olarak belirlenir aksi halde, "I-R-Q" grubundan cevap sıklığı en yüksek olan Kano kategorisi olarak belirlenir [55].

Adım 5. Her bir özellik için, A, O, M, I, R ve Q değerleri kullanılarak özelliğin olması ve olmaması durumunda oluşan katsayılar hesaplanır. Özelliğin karşılanması durumunda oluşan müşteri memnuniyet katsayısı hesaplanırken Eşitlik (2.16) kullanılırken, aksi halde özelliğin karşılanmamasında oluşacak müşteri memnuniyetsizliği katsayısı Eşitlik (2.17) kullanılarak hesaplanır [54].

$$CS_j = (A_j + O_j) / (A_j + O_j + M_j + I_j) \quad (2.16)$$

$$DS_j = -(M_j + O_j) / (A_j + O_j + M_j + I_j) \quad (2.17)$$

Burada, CS_j j'inci özelliğin müşteri memnuniyet katsayısını ve DS_j ise j'inci özelliğin müşteri memnuniyetsizliği katsayısını göstermektedir.

2.4 Bulanık Kano Modeli

Kano Modeli ile ilgili literatür incelendiğinde, bulanık yaklaşımla birlikte kullanıldığı sınırlı sayıda çalışmanın olmasına rağmen giderek arttığı görülmektedir. Bazı çalışmalarda Kano modeline, katılımcıların duygularını yüzdelik değerlendirmeyle ifade etmelerini sağlayan bir yapı kazandırılmıştır [20], [27], [56]. Kano yönteminin en dikkat çekici dezavantajlarından biri; belirlenen özelliğin kategorisi cevapların çoğunluğuna göre tanımlandığından dolayı sadece 1 kişinin cevabı sonucu değiştirebilmektedir. Bu nedenle, literatürdeki çalışmalardan farklı olarak Kano kategorisini belirleme noktasında bulanık kümelerin kullanılması gerektiği

vurgulanmış ve her bir özelliğin esasında farklı üyelik dereceleriyle birden fazla kategoriye ait olabileceği tezi ortaya atılmıştır [55], [57]. Bu yöntemin hesaplama adımları şu şekildedir [55], [57];

Adım 1. Kapsamlı bir araştırma yapılarak çalışmada esas alınacak özellikler belirlenir.

Adım 2. Kano modeline uygun şartlarda bir anket araştırma sırasında belirlenen özellikler ile hazırlanır ve uygulanır.

Adım 3. A, O, M, I, R ve Q değerleri anket sonuçlarına göre belirlenir. $(A + O + M) > (I + R + Q)$ olduğunda, özelliğin M, O, A kategorilerine ait ağırlıklarını hesaplamak amacıyla Eşitlik (2.18) kullanılırken, aksi halde özelliğin I ve R kategorilerine ait ağırlıklarını hesaplamak için sırasıyla Eşitlik (2.19) ve Eşitlik (2.20) kullanılır.

$$W_i = \frac{A + O}{A + 2O + M}, \quad i \in \{A, O, M\} \text{ için} \quad (2.18)$$

$$W_i = 0, \quad i \in \{I\} \text{ için} \quad (2.19)$$

$$W_i = \frac{-R}{I + R + Q}, \quad i \in \{R\} \text{ için} \quad (2.20)$$

Adım 4. İlgili kategoriye ait cevapların toplam cevap sayısına bölünmesiyle normalleştirilmiş A, O, M, I, R, Q değerleri hesaplanır.

Adım 5. Her bir özelliğin normalize edilmiş değerleri " $A-O-M$ " veya " $I-R-Q$ " grubuna bağlı olarak grafik üzerine yerleştirilir. Ardından, her bir özellik için ait olduğu gruba bağlı olarak ağırlık merkezi (AgM) aşağıda verilen Eşitlik (2.21) ile hesaplanır.

$$AgM = \frac{\int x f(x) dx}{\int f(x) dx} \quad (2.21)$$

Adım 6. Ağırlık merkezinden kategorilere karşılık gelen sayılara olan uzaklıklar esas alınarak kategorilere ait üyelik dereceleri hesaplanır. $(A + O + M) > (I + R + Q)$ olduğunda, özelliğin M, O, A kategorilerine üyelik derecelerini hesaplarken Eşitlik (2.22-2.24) kullanılırken, aksi halde özelliğin R ve I kategorilerine üyelik dereceleri Eşitlik (2.25) ve Eşitlik (2.26) kullanılarak hesaplanır.

$$\mu_{ij} = maks((1 - |AgM - 1|), 0), \quad j \in \{M\} \quad (2.22)$$

$$\mu_{ij} = maks((1 - |AgM - 2|), 0), \quad j \in \{O\} \quad (2.23)$$

$$\mu_{ij} = maks((1 - |3 - AgM|), 0), \quad j \in \{A\} \quad (2.24)$$

$$\mu_{ij} = maks((1 - |AgM - 1|), 0), \quad j \in \{R\} \quad (2.25)$$

$$\mu_{ij} = maks((1 - |AgM - 2|), 0), \quad j \in \{I\} \quad (2.26)$$

Adım 7. Her bir özellik için, bulunma ve bulunmama durumunda oluşan skorlar Eşitlik (2.27) ile hesaplanır. Bu denklemden, S_{kj} her bir özelliğin Kano kategorisine bağlı olarak kabul edilen değer Tablo 2.5’de verilmiştir ve μ_{ij} i ’inci özelliğin j ’inci kategorisi üyelik derecesini göstermektedir.

$$P_{ik} = \sum_{j \in J} W_i \times S_{kj} \times \mu_{(ij)} \quad (2.27)$$

Tablo 2.5 Herhangi bir özelliğin Kano kategorisine bağlı olarak etkisi (S_{kj}) [57]

Durum	Kano Kategorileri				
	R	I	M	O	A
Bulunma	-50	0	0	50	100
Bulunmama	0	0	-100	-50	0

Adım 8. Bulunma ve bulunmama durumunda oluşan toplam skor Eşitlik (2.28) yardımıyla hesaplanır. Burada, X_{ik} i ’inci özelliğin durumuna bağlı olarak 0 veya 1 değerini alır.

$$Skor = \sum_{\forall k, i} X_{ik} \times P_{ik} \quad (2.28)$$

Bu çalışmada müşteri beklentilerine bağlı olarak ürüne ait özelliklerin tanımlanmasında karar desteği sunan bir yöntem önerilmektedir. Önerilen yöntem; Bulanık Kano modeli, bulanık analitik hiyerarşi prosesi ve matematiksel model olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Çalışmada önerilen yöntemin temelinde Wang ve Wang [27] tarafından geliştirilen yöntem referans alınmış ve yöntem, ele alınan problemin yapısına göre iyileştirilmiştir.

Wang ve Wang [27] tarafından uygulanan yöntemde ilk olarak bulanık Kano modeli kullanılmaktadır. Klasik Kano modelinde, katılımcılar duygularını ifade etmek için ankette sunulan yanıtlardan sadece birini seçmesi gerekmektedir [27]. Bulanık Kano modelinde ise değerlendirmelere, veri setine bağlı olarak katılımcıların duygularını yüzdesel bir şekilde ifade edebildikleri (%20 çok hoşuma gider, %50 öyle olmasını beklerim, %30 fark etmez gibi) çözüm sunan esnek bir yapı kazandırılmıştır [20], [27], [56]. Ancak, bulanık Kano modelinde, katılımcıların sorunun olumlu ve olumsuz biçimlerine verdikleri yanıtların uğraştırıcı olmasının yanında duygularını ayrıca bir yüzdeyle ifade etmesi işleri daha da zorlaştırmaktadır [55]. Kano modelin en önemli dezavantajlarından biri; yöntemde özelliğin kategorisi belirlenirken katılımcı tarafından sunulan cevapların çoğunluğunu referans alınmaktadır. Örneğin, 50 müşteri ile yapılan Kano anketine verilen cevaplarda bir ürün özelliğinin *A*, *O*, *M*, *I*, *R* ve *Q* değerlerinin sırasıyla 16, 17, 10, 6, 0 ve 1 olduğunu düşünelim. Salt çoğunluğu oluşturan 17 kişi ilgili özelliği daha fazla sayıda seçtiği için ilgili özellik için Kano kategorisi beklenen özellikler (*O*) olarak belirlenmektedir. Ancak aynı özellik 16 kişi tarafından Kano kategorisi heyecan verici özellikler (*A*) olarak seçilmesine rağmen sadece 1 kişinin cevabı, ilgili özelliğin kategorisini belirlemiştir. Bu nedenle, literatürdeki çalışmalardan farklı olarak Kano kategorisini belirleme noktasında bulanık küme yaklaşımının kullanılması gerekmektedir [55], [57]. Wang ve Wang [27] tarafından sunulan yöntemin bulanık Kano aşamasının iyileştirilmesi amacıyla çalışmamızda İlbar ve Çebi [57] tarafından önerilen *A*, *O*, *M*, *I*, *R* ve *Q* bulanık kategorileri kullanılacaktır.

İlbahar ve Çebi [57] çalışmasında önerdikleri bulanık Kano modelinde heyecan verici özellikleri diğer özelliklerden öne çıkaran ağırlık formülleri kullanılmıştır. Çalışmamızda, en temel seviyede olmazsa olmaz özellikler yer alması sağlanırken en üst düzey seviyede ise rakiplere fark atacak heyecan verici özelliklerin olması amaçlanmaktadır. Bu nedenle, ürün özelliklerine ilişkin skorları elde etmede kullanılan ağırlıklar, klasik Kano modeline uygun olarak yeniden yorumlanmıştır.

Wang ve Wang [27] tarafından önerilen metodolojinin bir diğer eksik yönü; AHP yönteminden gelen temel özelliklerin ağırlıkları toplamı 1,0 değerini almasına rağmen bulanık Kano modelinden gelen her bir opsiyonel özelliğe ait skor 1,0 değerinin üzerine çıkmaktadır. Bu nedenle, matematiksel model ürün özelliklerini atama sırasında opsiyonel özelliklere öncelik vererek hatalı bir sınıflandırma yapmaktadır. Matematiksel modelin çalışmasında yaşanan bu sorun giderilmesi amacıyla bulanık AHP ve bulanık Kano modeli yöntemlerinden elde edilecek ağırlıkların eşitlenmesi gerekmektedir. Bu problemi giderebilmek amacıyla bulanık Kano modeli ile elde edilen değerler tez çalışması kapsamında normalleştirilmiştir. Böylece, bulanık AHP ve bulanık Kano Modeli ile elde edilen ağırlıklar aynı değerlerde buluşarak modelin zayıflığı ortadan kaldırılmıştır. Tespit edilen problemin giderilmesine yönelik olarak ürün özelliklerinin tamamı bulanık Kano modeli kullanılarak da ağırlık verilebilir. Ardından, birden çok seviyesi olan özelliklerin alt seviyelerine bulanık AHP yöntemi yardımıyla dağıtılarak ağırlıkların eşitlenmesi de sağlanabilir. Ayrıca, literatürde son zamanlarda ara değerli sezgisel bulanık kümeler kullanılmaktadır. Literatürde yaygın olarak kullanılmaya başlayan ara değerli sezgisel bulanık sayılar yardımıyla da bu modeller geliştirilebilir. Çalışma kapsamında geliştirilen iki yöntem, sezgisel bulanık kümeler ile birlikte geliştirilerek literatüre dört yeni model önerilmiştir. Aşağıda önerilen yöntemler için uygulanması gereken aşamalar adım adım anlatılmaktadır. Bu amaçla sunulan aşamalardan “ön aşama”, önerilen tüm yaklaşımlarda ortak olarak gerçekleştirilen bir süreç olduğu için her bir yöntemin anlatımından önce sunulmuştur.

Ön Aşama: Bu aşama geliştirilecek tasarıma ilişkin tasarımcının yaptığı ön araştırmayı kapsamaktadır. Bu amaçla, müşterilerin üründen beklentileri ve ürün

tasarım özelliklerinin neler olabileceği literatür ve pazar araştırmalarıyla karşılaştırılarak Kano model anketi hazırlanmasına yönelik veri üretilir.

3.1 Model Önerisi 1

Önerilen ilk modelimiz, İbazar ve Çebi [57] tarafından sunulan çalışmada bulanık Kano modeli için önerilen A , O , M , I , R ve Q bulanık kategorilerinin ele alınan probleme uyarlanması ve Buckley'in bulanık AHP yöntemini içermektedir. Önerilen ilk modelin uygulama aşamaları şu şekildedir;

Aşama 1: Ürün Özelliklerinin Sınıflandırılması (Bulanık Kano Modelinin Uygulanması). Çalışmanın ana tasarım özelliklerini belirlemek üzere kapsamlı bir araştırma yapıldıktan sonra, kullanılan metodolojilerin hesaplama adımlarına geçilir. Bulanık Kano yönteminin kullanılmasındaki ana amaç, ürüne ilişkin müşteri algısını ve beklentilerini ürün özelliklerin sınıflandırması için kullanmaktır. Bu aşamada, İbazar ve Çebi [57] tarafından önerilen bulanık Kano modeli referans alınmış ve modelde, ele alınan probleme özgü iyileştirme yapılmıştır.

Adım 1. Ön aşamada belirlenen özellikler ile Kano modeline uygun şekilde bir anket hazırlanır ve uygulanır.

Adım 2. A , O , M , I , R ve Q değerleri anket sonuçlarına göre belirlenir. Özelliğin bulunması durumunda, müşteri memnuniyet katsayısını hesaplamak amacıyla Eşitlik (3.1) kullanılırken, aksi halde özelliğin bulunmaması durumunda oluşacak müşteri memnuniyetsizliği katsayısı Eşitlik (3.2) kullanılarak hesaplanır [54].

$$CS_i = (A_i + O_i) / (A_i + O_i + M_i + I_i) \quad (3.1)$$

$$DS_i = -(M_i + O_i) / (A_i + O_i + M_i + I_i) \quad (3.2)$$

Adım 3. İlgili kategoriye ait cevapların toplam cevap sayısına bölünmesiyle normalleştirilmiş A , O , M , I , R , Q değerleri hesaplanır. Bu değerler esas alınarak kategorilere ait üyelik dereceleri belirlenir.

Adım 4. Her bir özellik için, üyelik derecesine bağlı skor Eşitlik (3.3) ile hesaplanır. Burada, μ_{ij} i 'inci özelliğin j 'inci kategoriye üyelik derecesini göstermektedir. Bu

denklemden, S_{kj} herhangi bir özelliğin Kano kategorisine bağlı olarak kabul edilen değerdir ve Tablo 3.1’de verilmiştir. İlbahar ve Çebi [57] çalışmasında kullanılan tablodan farklı olarak zıt özelliklerin bulunmama durumundaki etkisi 50 olarak kabul edilmiştir.

$$P_{ik} = \sum_j S_{kj} \times \mu_{(ij)} \quad \forall k \quad (3.3)$$

Tablo 3.1 Herhangi bir özelliğin Kano kategorisine bağlı olarak etkisi (S_{kj})

Durum	Kano Kategorileri				
	R	I	M	O	A
Bulunma	-50	0	0	50	100
Bulunmama	50	0	-100	-50	0

Adım 5. Her bir özellik için, bulunma ve bulunmama durumunda oluşan toplam skor Eşitlik (3.4) ve Eşitlik (3.5) yardımıyla hesaplanır. Burada, CS_i i ’inci özelliğin karşılandığı durumda müşteri memnuniyet katsayısı ve DS_i i ’inci özelliğin karşılanmadığında oluşan müşteri memnuniyetsizlik katsayısını göstermektedir.

$$PS_i = CS_i \times P_{i1} \quad \forall i \quad (3.4)$$

$$NS_i = DS_i \times P_{i2} \quad \forall i \quad (3.5)$$

Adım 6. Her bir özellik için, bulunma ve bulunmama durumunda oluşan toplam skor değerleri Eşitlik (3.6) ve Eşitlik (3.7) yardımıyla normalleştirilir.

$$D_i^+ = \frac{PS_i}{\sum_i PS_i - \sum_i NS_i} \quad (3.6)$$

$$D_i^- = \frac{NS_i}{\sum_i PS_i - \sum_i NS_i} \quad (3.7)$$

Aşama 2. Temel Özelliklere İlişkin Müşteri Algısının Ölçülmesi (Buckley’in Bulanık AHP Yönteminin Uygulanması). Buckley [39] tarafından önerilen bulanık AHP yönteminin Bölüm 2.1’de verilen ana adımları temel özellikler için uygulanır.

Aşama 3. Ürün Versiyonlarının Tanımlanması (Tamsayılı Matematiksel Modelin Uygulanması). Bu aşamada ürün özellikleri müşteri talep ve ihtiyaçlarına bağlı olarak gruplandırılarak ürün versiyonları tanımlanacaktır. Bu aşamada tamsayılı matematiksel bir model kullanılacaktır [27]. Kullanılan matematiksel model Eşitlik (3.8-3.12)'de verilmiştir;

$$Maks Z = \sum_i w_{ik} * x_{ik} + \sum_j (d_j^+ * y_j + d_j^- * (1 - y_j)) \quad (3.8)$$

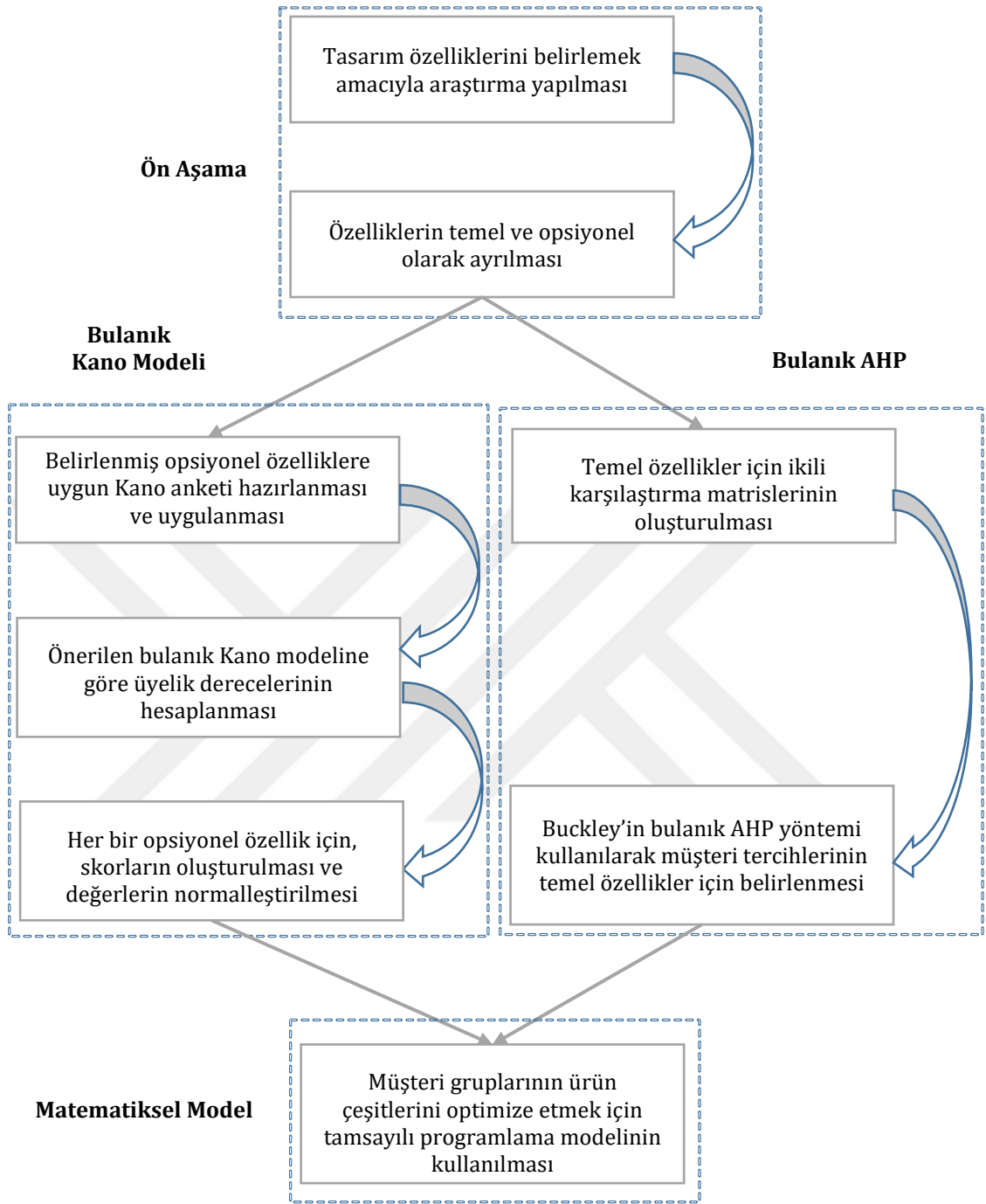
$$x_{ik} \in (0,1) \sum_k x_{ik} = 1, i \in (temel \ özellikler) \quad (3.9)$$

$$y_j \in (0,1), j \in (opsiyonel \ özellikler) \quad (3.10)$$

$$x_{lk} + x_{mk} \leq 1, l, m \in (temel \ özellikler) \quad (3.11)$$

$$\sum_i c_{ik} * x_{ik} + \sum_j c_j * y_j \leq B_s \quad s \in (düşük, orta, yüksek) \quad (3.12)$$

Müşteri beklentilerini maksimize eden amaç fonksiyonu Eşitlik (3.8)'de ifade edilmiştir. Burada; w_{ik} , temel özelliklerin önem ağırlığını göstermektedir. d_j^+ , önerilen bulanık Kano modeli yardımıyla özelliğin bulunması durumundaki nihai skor değerini ve d_j^- ise bulunmama durumundaki nihai skor değerini göstermektedir. Eşitlik (3.9)'da verilen kısıt, her bir temel özelliğin bir seviyesinin seçilmesini garanti etmektedir. Eşitlik (3.10), opsiyonel özelliklerin ikili değişken olduğunu göstermektedir. Eşitlik (3.11) ise, temel özellikler arasında uyumsuzluk olması durumunda atanmasını engellemektedir. Son olarak; Eşitlik (3.12) ile ürün versiyonlarında olan her bir özelliğin maliyeti modele dahil edilmekte ve müşteri bütçesi tanımlamaktadır. Önerilen 1. modelin akış diyagramı Şekil 3.1'de sunulmuştur.



Şekil 3.1 Önerilen 1. modelin şematik gösterimi

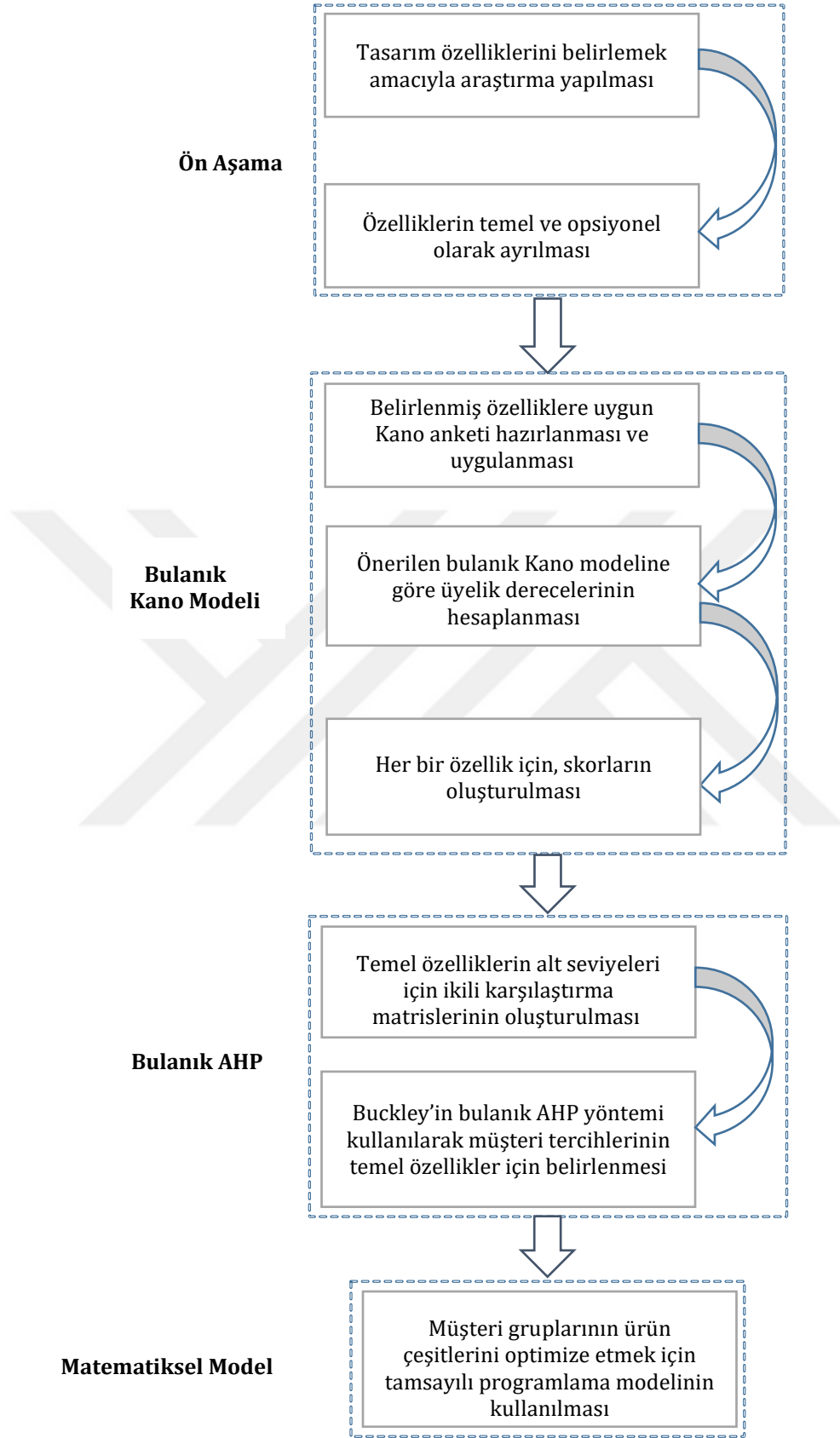
3.2 Model Önerisi 2

Burada sunulan ikinci öneride ilk öneriden farklı olarak ürün özelliklerine ilişkin ağırlıklar bulanık Kano model yardımıyla hesaplanırken alt özelliklere ilişkin ağırlıklar ise Buckley AHP ile hesaplanmaktadır. Çalışmada önerilen 2. modelin adımları aşağıdaki şekildedir;

Aşama 1. Ürün Özelliklerinin Sınıflandırılması (Bulanık Kano Modelinin Uygulanması). Çalışmanın ana tasarım özelliklerini belirlemek üzere ön aşamada kapsamlı bir araştırma yapılmasından sonra, ürün özelliklerinin temel veya opsiyonel olduğuna bakılmaksızın hepsine bulanık Kano modeli kullanılarak ağırlık verilir. Bu aşamada, Bölüm 3.1 Aşama 1’de verilen Adım (1-5) takip edilerek uygulanır.

Aşama 2. Çok Seviyeli Özelliklere İlişkin Müşteri Algısının Ölçülmesi (Buckley’in Bulanık AHP Yönteminin Uygulanması). Bulanık Kano modeli yardımıyla özelliklere ağırlık verildikten sonra, temel özelliklerden çok seviyesi olanlar alt özelliklerine Buckley’in bulanık AHP yöntemi kullanılarak dağıtılır. Buckley [39] tarafından önerilen bulanık analitik hiyerarşi prosesi ana adımları Bölüm 2.1’de verilmiştir.

Aşama 3. Bölüm 3.1 Aşama 4’de ürün versiyonlarının tanımlanmasında kullanılan tamsayıli matematiksel model kullanılır. Önerilen 2. modelin akış diyagramı Şekil 3.2’de sunulmuştur.



Şekil 3.2 Önerilen 2. modelin şematik gösterimi

3.3 Model Önerisi 3

Çalışmada önerilen 1. modelin son zamanlarda literatürde geniş yer tutan ara değerli sezgisel bulanık analitik hiyerarşi prosesi kullanılarak geliştirilmiş adımları şu şekildedir;

Aşama 1. Çalışmanın ana tasarım özelliklerini belirlemek üzere ön aşamada kapsamlı bir araştırma yapılmasından sonra, Bölüm 3.1 Aşama 1’de verilen ana adımlar uygulanır.

Aşama 2. Temel Özelliklere İlişkin Müşteri Algısının Ölçülmesi (Ara Değerli Sezgisel Bulanık AHP Yönteminin Uygulanması). Wu vd. [50] tarafından önerilen Onar vd. [47] tarafından geliştirilen ara değerli sezgisel bulanık analitik hiyerarşi prosesi yönteminin Bölüm 2.2’de verilen adımlar (Adım 1-9) takip edilerek uygulanır.

Aşama 3. Ara değerli sezgisel bulanık AHP yöntemi ile temel özelliklere ilişkin müşteri algısının ölçülmesinden sonra, Bölüm 3.1 Aşama 4’de verilen tamsayılı matematiksel model yardımıyla ürün versiyonları belirlenir. Önerilen 3. modelin akış diyagramı Şekil 3.3’de sunulmuştur.

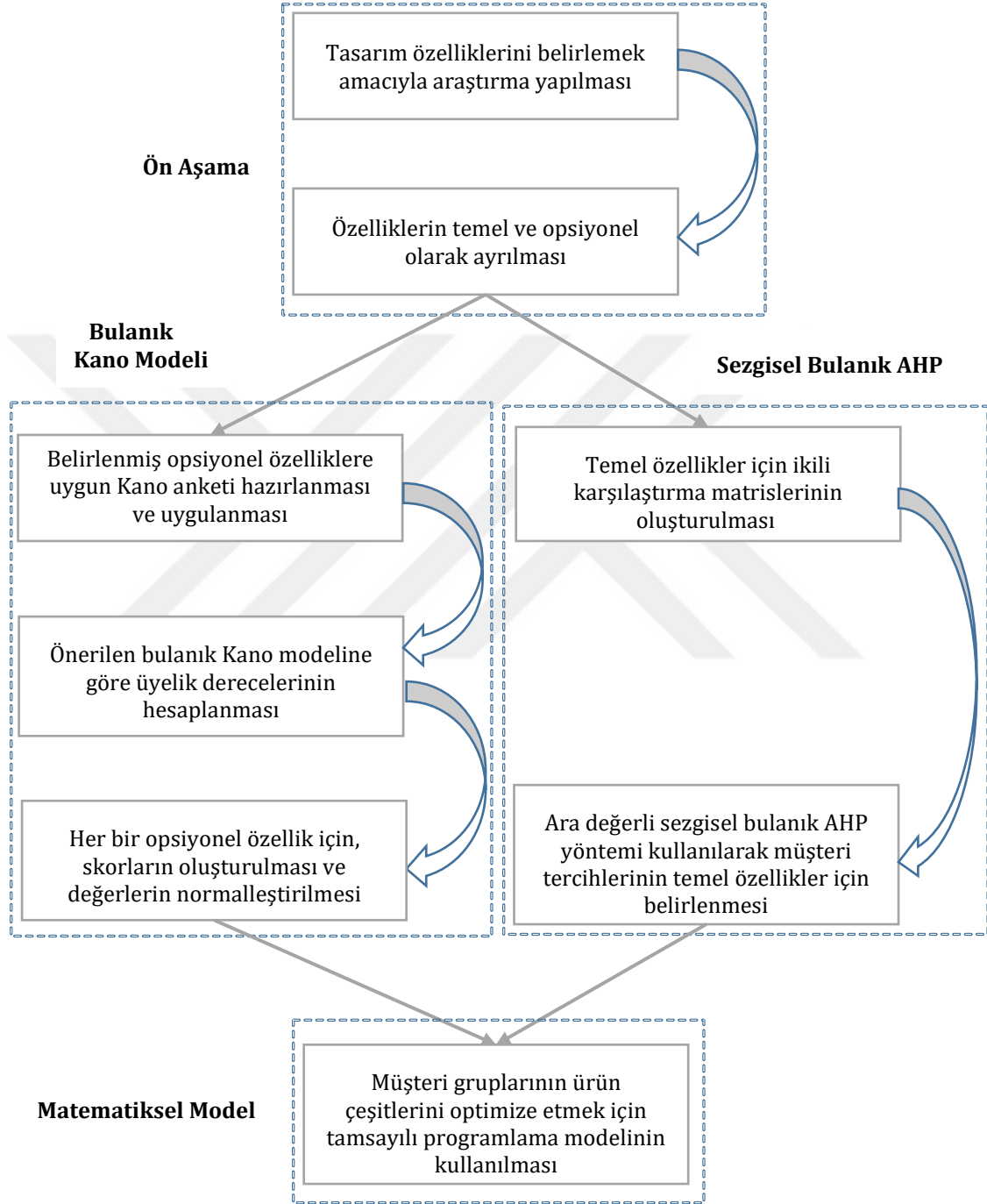
3.4 Model Önerisi 4

Çalışmada önerilen 2. modelin ara değerli sezgisel bulanık analitik hiyerarşi prosesi kullanılarak düzenlenmiş adımları şu şekildedir;

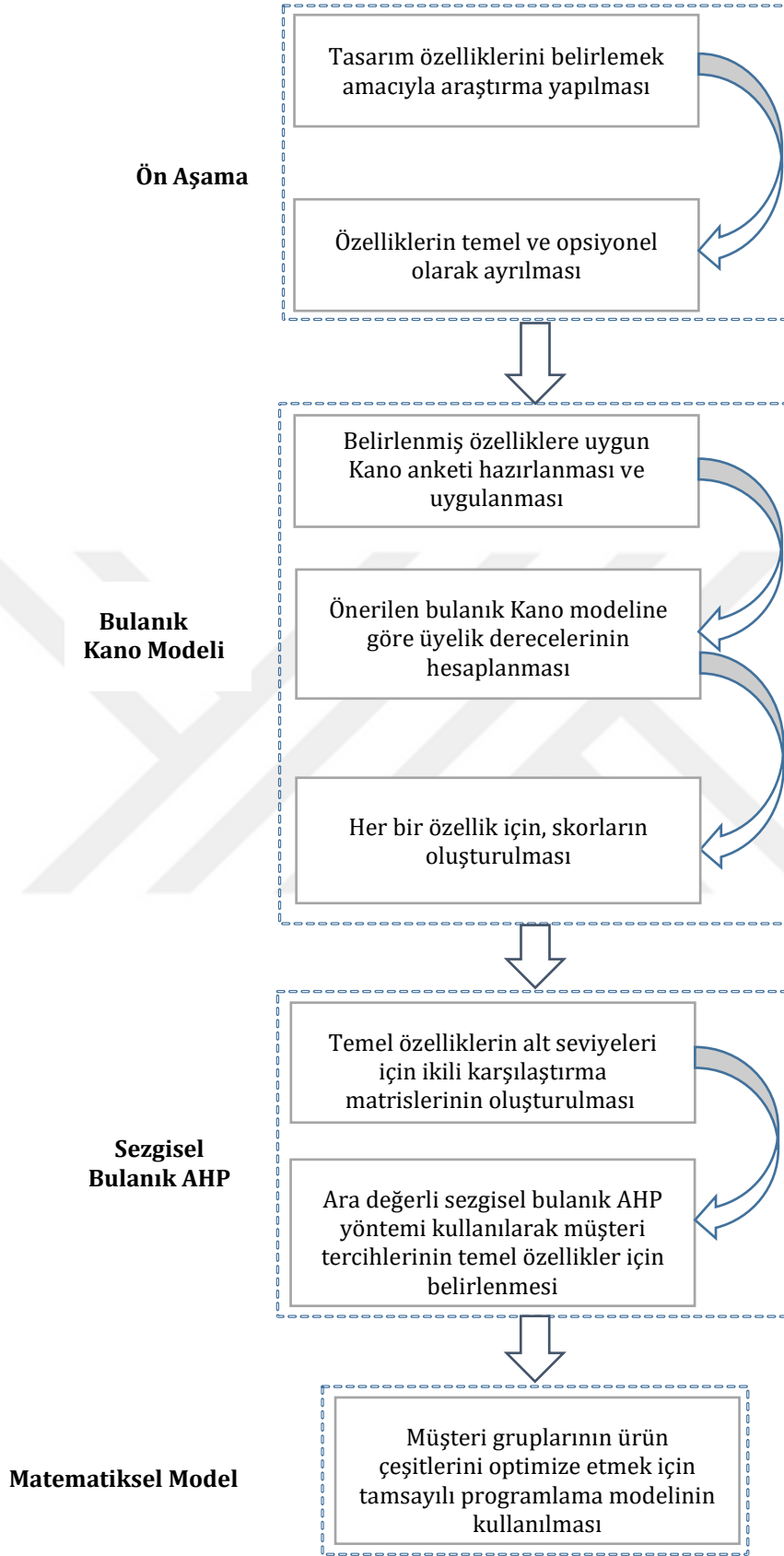
Ön aşama ve Adım 1. Ana tasarım özelliklerini belirlemek üzere yapılan ön aşama ve Bölüm 3.1’de Aşama 1’de verilen Adım (1-5) takip edilerek uygulanır.

Aşama 2. Çok Seviyeli Özelliklere İlişkin Müşteri Algısının Ölçülmesi (Ara Değerli Sezgisel Bulanık AHP Yönteminin Uygulanması). Bulanık Kano modeli yardımıyla özelliklere ağırlık verildikten sonra, temel özelliklerden çok seviyesi olanlar alt özelliklerine Wu vd. [50] tarafından önerilen ara değerli sezgisel bulanık analitik hiyerarşi prosesi yönteminin Onar vd. [47] tarafından geliştirilen versiyonu Bölüm 2.2’de verilen adımlar (Adım 1-9) takip edilerek uygulanır.

Aşama 3. Özelliklere ilişkin müşteri algısının ölçülmesinden sonra, Bölüm 3.1 Aşama 4'de verilen tamsayılı matematiksel model yardımıyla gelir gruplarına göre ürün versiyonları belirlenir. Önerilen 4. modelin akış diyagramı Şekil 3.4'de sunulmuştur.



Şekil 3.3 Önerilen 3. modelin şematik gösterimi



Şekil 3.4 Önerilen 4. modelin şematik gösterimi

Bu bölümde, ürün versiyonlarının müşteri beklentisi ve satın alma gücüne bağlı olarak tasarlanması için geliştirilen modellerin uygulanabilirliği Türkiye’de faaliyet gösteren hafif ticari araç firması verileri kullanılarak gerçekleştirilen uygulama ile sunulmuştur.

Ön aşama, Türkiye’de faaliyet gösteren ve Türkiye pazarında önemli bir paya sahip olan otomobil fabrikasında sorumlu yetkililerle çeşitli toplantılar yapılarak ürün karakteristiğine ve ihtiyaca yönelik tanımlamalar yapılmıştır. Yapılan toplantılar neticesinde hafif ticari araç grubunda yer alan bir modelde sunulan özelliklerin müşteri beklentilerine göre analiz edilmesine karar verilmiştir. Ardından, proje ekibi kurularak çalışmalara hız verilmiştir. Çalışma ekibi, üniversite ve sanayi olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Üniversite ekibi, yüksek lisans öğrencisi ve öğretim üyesi olmak üzere iki kişiden oluşmaktadır. Sanayi ekibi ise, hafif ticari araç departman müdürü, hafif ticari araç pazar araştırmalarından sorumlu mühendis ve iş geliştirme müdürü olmak üzere üç firma yetkilisinden oluşmaktadır. Uygulamada ele alınacak modelin ürün özellikleri, rakip araç ürün özellikleri de araştırılarak çalışma ekibi tarafından tanımlanmıştır. Ele alınan özelliklerin 23 adeti opsiyonel özellik olmak üzere toplamda 32 adet ürün özelliği çalışma kapsamına dahil edilmiştir. Çalışma kapsamına alınan ürün özellikleri ve dönüştürülmüş ürün fiyatları Ek Tablo A’da verilmiştir.

4.1 Önerilen 1. Modelin Uygulanması

Aşama 1: Ürün Özelliklerinin Sınıflandırılması (Önerilen Bulanık Kano Modelinin Uygulanması). Bu aşamada, İlbahar ve Çebi [57] tarafından önerilen bulanık Kano modeli referans alınmış ve model, ele alınan problem yapısına göre değiştirilmiştir. Bu aşamada kullanılması önerilen bulanık Kano yönteminin hesaplama adımları aşağıdaki gibi uygulanmıştır;

Adım 1. Uygulamada ele alınacak ürün özellikleri belirlendikten sonra, opsiyonel özellikler ile Kano modeline uygun şekilde anket hazırlanmıştır ve hafif ticari araç kullanan 46 katılımcıya uygulanmıştır. Kano anketinde belirlenen 23 opsiyonel özelliğin her biri için katılımcılara olumlu ve olumsuz olmak üzere 2 soru sorulmuştur. Kano anketine verilen cevaplar Tablo 2.4 yardımıyla değerlendirilmiş ve özelliklere ait sınıflandırmalar Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1 Kano anketi sonuçları

Opsiyonel Özellikler	A	O	M	I	R	Q	A+O+M	I+R+Q	Toplam	Kategorisi
Tavan rayları	11	14	3	17	1	0	28	18	46	O
Ön ve arka tampon koruma	10	17	2	11	6	0	29	17	46	O
Karartılmış arka camlar+ tavan barı	12	21	4	2	7	0	37	9	46	O
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü	27	10	2	6	1	0	39	7	46	A
Metalik boya	11	5	0	27	3	0	16	30	46	I
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	13	20	7	5	1	0	40	6	46	O
Isıtmalı sürücü koltuğu	28	4	0	11	3	0	32	14	46	A
Elektrikli arka camlar	6	18	14	8	0	0	38	8	46	O
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları	9	26	7	4	0	0	42	4	46	O
Çocuk aynası	6	6	0	32	2	0	12	34	46	I
Far yıkama	17	9	0	20	0	0	26	20	46	A
Hız sabitleme sistemi	17	14	3	12	0	0	34	12	46	A
Ön eşya tavan rafı	15	10	11	10	0	0	36	10	46	A
Bagaj bölümünde 12V priz	22	14	2	8	0	0	38	8	46	A
Motor alt muhafaza	1	32	13	0	0	0	46	0	46	O
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	10	27	5	4	0	0	42	4	46	O
Ön koltuklarda aktif kafalık sistemi	4	29	7	6	0	0	40	6	46	O
Ön sis farları	9	26	6	5	0	0	41	5	46	O
Lastik basınç sensörü	6	9	5	26	0	0	20	26	46	I
Direksiyon simidinde ses sistemi kumanda düğmeleri	23	7	4	11	1	0	34	12	46	A
Navigasyon	21	13	1	11	0	0	35	11	46	A
Geri görüş kamerası	20	23	1	2	0	0	44	2	46	O
Türkçe yol bilgisayarı	21	18	2	5	0	0	41	5	46	A

Adım 2. 46 katılımcının anketinin değerlendirilmesi sonucunda A, O, M, I, R ve Q değerleri elde edilmiştir. Her bir opsiyonel özelliğin bulunması durumunda oluşan müşteri memnuniyet katsayısı (CS_i) Eşitlik (3.1) ve bulunmamasında oluşan

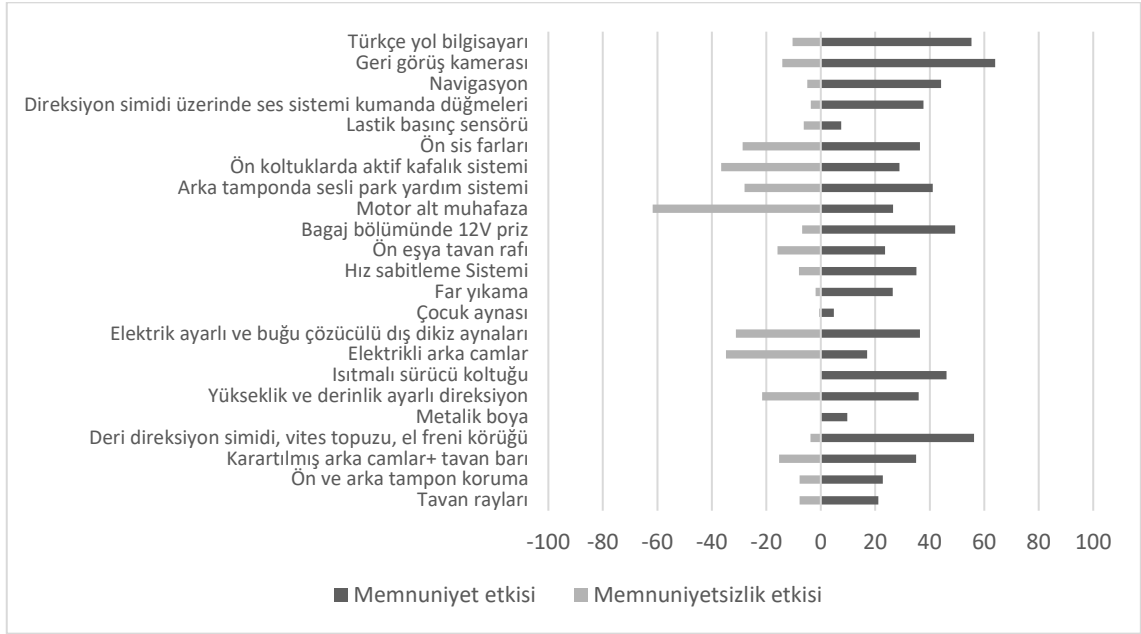
müşteri memnuniyetsizlik katsayısı, (DS_i) Eşitlik (3.2) kullanılarak hesaplanmıştır ve sonuçlar Tablo 4.2’de verilmiştir.

Adım 3. Sınıflandırmalara ilişkin A , O , M , I , R , Q değerleri için normalleştirme işlemi uygulanmış ve hesaplanan normalleştirilmiş değerler esas alınarak kategorilere ait üyelik dereceleri bulunmuştur. Her bir özelliğin kategorilere aidiyetlik derecelerini gösteren hesaplama sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2 Opsiyonel özelliklere ait memnuniyet katsayısı ve Kano kategorilerine göre üyelik dereceleri

Opsiyonel Özellikler	CS_i	DS_i	$\mu(A)$	$\mu(O)$	$\mu(M)$	$\mu(I)$	$\mu(R)$	$\mu(Q)$
Tavan rayları	0,56	0,38	0,24	0,30	0,07	0,37	0,02	0,00
Ön ve arka tampon koruma	0,68	0,48	0,22	0,37	0,04	0,24	0,13	0,00
Karartılmış arka camlar+ tavan barı	0,85	0,64	0,26	0,46	0,09	0,04	0,15	0,00
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü	0,82	0,27	0,59	0,22	0,04	0,13	0,02	0,00
Metalik boya	0,37	0,12	0,24	0,11	0,00	0,59	0,07	0,00
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	0,73	0,60	0,28	0,43	0,15	0,11	0,02	0,00
Isıtmalı sürücü koltuğu	0,74	0,09	0,61	0,09	0,00	0,24	0,07	0,00
Elektrikli arka camlar	0,52	0,70	0,13	0,39	0,30	0,17	0,00	0,00
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları	0,76	0,72	0,20	0,57	0,15	0,09	0,00	0,00
Çocuk aynası	0,27	0,14	0,13	0,13	0,00	0,70	0,04	0,00
Far yıkama	0,57	0,20	0,37	0,20	0,00	0,43	0,00	0,00
Hız sabitleme sistemi	0,67	0,37	0,37	0,30	0,07	0,26	0,00	0,00
Ön eşya tavan rafı	0,54	0,46	0,33	0,22	0,24	0,22	0,00	0,00
Bagaj bölümünde 12V priz	0,78	0,35	0,48	0,30	0,04	0,17	0,00	0,00
Motor alt muhafaza	0,72	0,98	0,02	0,70	0,28	0,00	0,00	0,00
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	0,80	0,70	0,22	0,59	0,11	0,09	0,00	0,00
Ön koltuklarda aktif kafalık sistemi	0,72	0,78	0,09	0,63	0,15	0,13	0,00	0,00
Ön sis farları	0,76	0,70	0,20	0,57	0,13	0,11	0,00	0,00
Lastik basınç sensörü	0,33	0,30	0,13	0,20	0,11	0,57	0,00	0,00
Direksiyon simidinde ses sistemi kumanda düğmeleri	0,67	0,24	0,50	0,15	0,09	0,24	0,02	0,00
Navigasyon	0,74	0,30	0,46	0,28	0,02	0,24	0,00	0,00
Geri görüş kamerası	0,93	0,52	0,43	0,50	0,02	0,04	0,00	0,00
Türkçe yol bilgisayarı	0,85	0,43	0,46	0,39	0,04	0,11	0,00	0,00

Adım 4. ve 5. Her bir opsiyonel özellik için, bulunma ve bulunmama durumunda oluşan nihai skor değeri Eşitlik (3.3-3.5) sırasıyla takip edilerek hesaplanmıştır. Şekil 4.1’de opsiyonel özelliklerin bulunma ve bulunmama durumuna bağlı olarak müşteri memnuniyet derecesini gösteren skor değerleri verilmiştir.



Şekil 4.1 Opsiyonel özelliklerin bulunma ve bulunmama durumuna ilişkin skor değerleri

Her bir opsiyonel özelliğin bulunması durumunda oluşan skor değeri ve normalleştirilmiş değeri Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3 Opsiyonel özelliklerin bulunma durumuna ilişkin skor değerleri

Opsiyonel Özellikler	M	O	I	R	A	PS	D_i^+
Tavan rayları	0	8,45	0	-0,60	13,29	21,1353	0,0190
Ön ve arka tampon koruma	0	12,47	0	-4,40	14,67	22,7446	0,0205
Karartılmış arka camlar+ tavan barı	0	19,31	0	-6,44	22,07	34,9498	0,0315
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü	0	8,94	0	-0,89	48,26	56,3043	0,0507
Metalik boya	0	2,02	0	-1,21	8,90	9,7068	0,0087
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	0	15,94	0	-0,80	20,72	35,8696	0,0323
Isıtmalı sürücü koltuğu	0	3,24	0	-2,43	45,30	46,1072	0,0415
Elektrikli arka camlar	0	10,21	0	0,00	6,81	17,0132	0,0153
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları	0	21,50	0	0,00	14,89	36,3894	0,0327
Çocuk aynası	0	1,78	0	-0,59	3,56	4,7431	0,0043
Far yıkama	0	5,53	0	0,00	20,89	26,4178	0,0238
Hız sabitleme sistemi	0	10,26	0	0,00	24,91	35,1607	0,0316
Ön eşya tavan rafı	0	5,91	0	0,00	17,72	23,6295	0,0213
Bagaj bölümünde 12V priz	0	11,91	0	0,00	37,43	49,3384	0,0444
Motor alt muhafaza	0	24,95	0	0,00	1,56	26,5123	0,0239
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	0	23,61	0	0,00	17,49	41,0917	0,0370
Ön koltuklarda aktif kafa sistem	0	22,61	0	0,00	6,24	28,8516	0,0260
Ön sis farları	0	21,50	0	0,00	14,89	36,3894	0,0327
Lastik basınç sensörü	0	3,19	0	0,00	4,25	7,4433	0,0067
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi kumanda düğmeleri	0	5,07	0	-0,72	33,33	37,6812	0,0339
Navigasyon	0	10,44	0	0,00	33,74	44,1871	0,0398
Geri görüş kamerası	0	23,37	0	0,00	40,64	64,0123	0,0576
Türkçe yol bilgisayarı	0	16,59	0	0,00	38,71	55,2930	0,0498

Her bir opsiyonel özelliğin bulunmaması durumunda oluşan skor değeri ve normalleştirilmiş değeri Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4 Opsiyonel özelliklerin bulunmama durumuna ilişkin skor değerleri

Opsiyonel Özellikler	M	O	R	I	A	NS	D_i^-
Tavan rayları	-2,46	-5,75	0,41	0	0	-7,8019	-0,0070
Ön ve arka tampon koruma	-2,07	-8,78	3,10	0	0	-7,7446	-0,0070
Karartılmış arka camlar+ tavan barı	-5,57	-14,63	4,88	0	0	-15,3289	-0,0138
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü	-1,16	-2,90	0,29	0	0	-3,7681	-0,0034
Metalik boya	0,00	-0,63	0,38	0	0	-0,2528	-0,0002
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	-9,13	-13,04	0,65	0	0	-21,5217	-0,0194
Isıtmalı sürücü koltuğu	0,00	-0,40	0,30	0	0	-0,1011	-0,0001
Elektrikli arka camlar	-21,17	-13,61	0,00	0	0	-34,7826	-0,0313
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları	-10,92	-20,27	0,00	0	0	-31,1909	-0,0281
Çocuk aynası	0,00	-0,89	0,30	0	0	-0,5929	-0,0005
Far yıkama	0,00	-1,91	0,00	0	0	-1,9140	-0,0017
Hız sabitleme sistemi	-2,41	-5,62	0,00	0	0	-8,0340	-0,0072
Ön eşya tavan rafı	-10,92	-4,96	0,00	0	0	-15,8790	-0,0143
Bagaj bölümünde 12V priz	-1,51	-5,29	0,00	0	0	-6,8053	-0,0061
Motor alt muhafaza	-27,65	-34,03	0,00	0	0	-61,6730	-0,0555
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	-7,56	-20,42	0,00	0	0	-27,9773	-0,0252
Ön koltuklarda aktif kafa kısıtlama sistemi	-11,91	-24,67	0,00	0	0	-36,5784	-0,0329
Ön sis farları	-9,07	-19,66	0,00	0	0	-28,7335	-0,0259
Lastik basınç sensörü	-3,31	-2,98	0,00	0	0	-6,2854	-0,0057
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi kumanda düğmeleri	-2,13	-1,86	0,27	0	0	-3,7198	-0,0033
Navigasyon	-0,66	-4,30	0,00	0	0	-4,9622	-0,0045
Geri görüş kamerası	-1,13	-13,04	0,00	0	0	-14,1777	-0,0128
Türkçe yol bilgisayarı	-1,89	-8,51	0,00	0	0	-10,3970	-0,0094

Aşama 2: Temel Özelliklere İlişkin Müşteri Algısının Ölçülmesi (Buckley'in Bulanık AHP Yönteminin Uygulanması). Bu aşama sırasında uygulanan hesaplamalar aşağıdaki gibidir:

Adım 1. Çalışma kapsamında belirlenen temel özellikler ile ilgili 17 karar vericinin görüşleri dikkate alınmıştır. Karar vericiler seçilirken şu kriterler dikkate alınmıştır;

- Aktif olarak hafif ticari araç kullanıyor olmak,
- En az 5 yıldır hafif ticari araç kullanım tecrübesine sahip olmak,
- Günde en az 2 saat hafif ticari araç kullanmak.

Çalışmada Tablo 2.1’de verilen ölçek kullanılmış ve her bir karar vericinin tercihinine bağlı olarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

Adım 2. 17 karar vericinin ikili karşılaştırma matrisleri Eşitlik (2.3) yardımıyla birleştirilerek ortak karar matrisi elde edilmiştir. Ek Tablo B.10’da temel özelliklere ilişkin birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir. Bu hesaplamalara göre Ek Tablo B.10’da temel özellik ikili karşılaştırma matrisinin 4. satır 3. sütunda bulunan değerlere ilişkin hesaplamalar aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.

$$\begin{aligned}
\tilde{c}_{43} &= ((0,33; 1; 1) \otimes (0,33; 1; 1) \otimes (0,33; 1; 1) \otimes (1; 3; 5) \otimes (1; 3; 5) \otimes (5; 7; 9) \otimes \\
&(3; 5; 7) \otimes (1; 3; 5) \otimes (3; 5; 7) \otimes (1; 3; 5) \otimes (3; 5; 7) \otimes (3; 5; 7) \otimes (3; 5; 7) \otimes \\
&(1; 3; 5) \otimes (3; 5; 7) \otimes (0,33; 1; 1) \otimes (5; 7; 9))^{1/17} \\
&= ((0,33x0,33x0,33x1x1x5x3x1x3x1x3x3x3x1x3x0,33x5)^{1/17}, \\
&(1x1x1x3x3x7x5x3x5x3x5x5x5x3x5x1x7)^{1/17}, \\
&(1x1x1x5x5x9x7x5x7x5x7x7x7x5x7x1x9)^{1/17}) \\
&= (1,38; 3,07; 4,13)
\end{aligned}$$

Alt özelliklerinin birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisleri Ek Tablo B.1-B.9 arasında verilmiştir. Bunlardan, altısı 3x3 ve üçü 2x2 alt temel özellik matrisidir.

Adım 3. Her bir temel özelliğin bulanık ağırlık değeri Eşitlik (2.4) yardımıyla hesaplanmıştır ve Ek Tablo B.11’de verilmiştir. Ek Tablo B.12-B.20 arasında her bir alt özelliğin bulanık ağırlık değerleri verilmiştir. Bu hesaplamalara göre Ek Tablo B.11’de 4. satır ’da yer alan değerler aşağıdaki işlemler sonucunda elde edilmiştir.

$$\begin{aligned}
\tilde{r}_4 &= (\tilde{c}_{41} \otimes \tilde{c}_{42} \otimes \tilde{c}_{43} \otimes \tilde{c}_{44} \otimes \tilde{c}_{45} \otimes \tilde{c}_{46} \otimes \tilde{c}_{47} \otimes \tilde{c}_{48} \otimes \tilde{c}_{49})^{1/9} \\
&= ((6,86x5,97x1,38x1x1,56x6,03x2,80x2,72x7)^{1/9}, \\
&(8,87x8x3,07x1x2,89x8,07x4,59x4,5x9)^{1/9}, \\
&(9x9x4,13x1x5,14x8,87x6,73x6,63x9)^{1/9}) \\
&= (3,12; 4,61; 5,68) \\
\tilde{w}_4 &= \tilde{r}_4 \otimes (\tilde{r}_1 + \tilde{r}_2 + \tilde{r}_3 + \tilde{r}_4 + \tilde{r}_5 + \tilde{r}_6 + \tilde{r}_7 + \tilde{r}_8 + \tilde{r}_9)^{-1} = (3,12; 4,61; 5,68) \otimes \\
&((0,52 + 0,75 + 2,96 + 5,68 + 3,69 + 0,72 + 2,54 + 2,38 + 0,35)^{-1}, (0,31 + 0,47 +
\end{aligned}$$

$$1,86 + 4,61 + 2,63 + 0,45 + 1,69 + 1,67 + 0,24)^{-1}, (0,24 + 0,31 + 1,26 + 3,12 + 1,63 + 0,30 + 1,05 + 0,99 + 0,18)^{-1})$$

$$= (0,16; 0,33; 0,62)$$

Adım 4. Her bir temel özelliğin bulanık ağırlık değerleri Eşitlik (2.5) kullanılarak durulaştırılmıştır ve önem ağırlıkları Tablo 4.5’de verilmiştir. Tablo 4.5’de 4. satırda bulunan önem ağırlığı aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$w_4 = \frac{\tilde{w}_4}{\sum_{i=1}^9 \tilde{w}_i} = \frac{L_4 + M_4 + U_4}{\sum_{j=1}^9 \tilde{w}_i} = \frac{0,16 + 0,33 + 0,62}{3,62} = 0,308$$

Tablo 4.5 Temel özelliklerin önem ağırlıkları

Temel Özellikler	w_i
Yan koruma çıtaları	0,0255
Kapı kolları	0,0367
Jant	0,1446
Lastik	0,3080
Hava yastığı	0,1873
Multimedya sistemi	0,0350
Sürgülü yan kapı	0,1255
Arka kapı	0,1193
Bagaj örtüsü	0,0181

Alt özelliklerin bulanık ağırlık değerleri de yine Eşitlik (2.5) kullanılarak durulaştırılmıştır. Alt özelliklerin önem ağırlıkları ve temel özelliklerin önem ağırlıkları ile çarpılması sonucu oluşan nihai ağırlıklar Tablo 4.6’da verilmiştir. Bu hesaplamalara göre Tablo 4.6’da yer alan 4. temel özelliğin 3. alt özelliğine ilişkin nihai ağırlığı aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$w_{43} = 0,30801 \times 0,6019 = 0,1854$$

Tablo 4.6 Buckley'in bulanık AHP yöntemine göre temel özelliklerin önem ağırlıkları

Temel Özellikler	Özellğin alt seviyesi	w_i	w_{ik}
Yan koruma çıtaları (0,0255)	Siyah	0,1548	0,0040
	Titanyum gri	0,3122	0,0080
	Piano black	0,5331	0,0136
Kapı kolları (0,0367)	Siyah	0,1697	0,0062
	Titanyum gri	0,3377	0,0124
	Piano black	0,4926	0,0181
Jant (0,1446)	Jant kapağı	0,1110	0,0161
	Alaşım jant	0,3378	0,0488
	Elmas kesim alaşım jant	0,5511	0,0797
Lastik (0,3080)	15"	0,0791	0,0244
	16"	0,3190	0,0983
	16" 4 mevsim	0,6019	0,1854
Hava yastığı (0,1873)	Tip 1	0,0755	0,0141
	Tip 2	0,3255	0,0610
	Tip 3	0,5990	0,1122
Müzik sistemi (0,0350)	Tip 1	0,1110	0,0039
	Tip 2	0,3117	0,0109
	Tip 3	0,5774	0,0202
Sürgülü yan kapı (0,1255)	Yolcu tarafı	0,1692	0,0212
	Yolcu ve sürücü tarafı	0,8308	0,1043
Arka kapı (0,1193)	Yukarı açılır	0,3722	0,0444
	Çift kanatlı	0,6278	0,0749
Bagaj örtüsü (0,0181)	Perde tipi	0,4206	0,0076
	İki kademeli kullanılabilen sert	0,5794	0,0105

Aşama 3. Bu aşamada ürün özellikleri müşteri talep ve ihtiyaçlarına bağlı olarak gruplandırılarak hafif ticari araç versiyonları tanımlanmıştır. Hafif ticari araç versiyonlarının gelir gruplarına bağlı olarak oluşturulmasında kullanılan tamsayıli matematiksel model aşağıda verilmiştir;

$$\begin{aligned}
Maks Z = & \sum_{i=1}^6 \sum_{k=1}^3 w_{ik} * x_{ik} + \sum_{i=7}^9 \sum_{k=1}^2 w_{ik} * x_{ik} \\
& + \sum_{j=1}^{23} (d_j^+ * y_j + d_j^- * (1 - y_j))
\end{aligned} \tag{4.1}$$

$$\sum_{k=1}^3 x_{ik} = 1, \quad i \in \{1,2,3,4,5,6\} \tag{4.2}$$

$$\sum_{k=1}^2 x_{ik} = 1, \quad i \in \{7,8,9\} \quad (4.3)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^6 \sum_{k=1}^3 c_{ik} * x_{ik} + \sum_{i=7}^9 \sum_{k=1}^2 c_{ik} * x_{ik} \\ & + \sum_{j=1}^{23} c_j * y_j \leq B_s, s \in (\text{tip 1, tip 2, tip 3, tip 4}) \end{aligned} \quad (4.4)$$

$$X_{ik} \in (0,1) \quad (4.5)$$

$$y_j \in (0,1) \quad (4.6)$$

Firmalar arası yoğun rekabet, temel özelliklerin en alt seviyesinden en üst seviyesine geçişinde versiyonlara göre çeşitli zorunluluklar oluşturmaktadır. Bu nedenle, tip 2 ve üzeri versiyonların oluşturulmasında Eşitlik (4.7)'de tanımlanan kısıt eklenmiştir ve ürün versiyonlarının uygun tanımlanması sağlanmıştır. Bu kısıt, ürün özelliklerinin en temel seviyesinden en üst seviyesine geçişte maliyet farkının yüksek olduğu durumlarda geçişin istenilen şekilde yapılmasını sağlamaktadır.

$$\sum_{k=2}^3 x_{ik} = 1, \quad i \in \{3,4,5,6\} \quad (4.7)$$

Matematiksel modelin GAMS programı kullanılarak çözümü sonucunda gelir düzeylerine göre oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının donanım özellikleri Tablo 4.7 ve Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.7 Önerilen model 1 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri

Temel Özellikler		Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Yan koruma çıtaları	Siyah	✓	✓	✓	
	Titanyum gri				
	Piano black				✓
Kapı kolları	Siyah	✓	✓		
	Titanyum gri				
	Piano black			✓	✓
Jant	Tam boy jant kapağı	✓			
	Alaşım jant				
	Elmas kesim alaşım jant		✓	✓	✓
Lastik	15"				
	16"				
	16" 4 mevsim	✓	✓	✓	✓
Hava yastığı	Sürücü ön	✓			
	Sürücü ön ve yolcu ön		✓	✓	✓
	Sürücü ön, yolcu ön, sürücü ve yolcu yan				
Müzik sistemi	Radyo MP3, USB/AUX ve Bluetooth®	✓			
	5" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi		✓	✓	✓
	7" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi				
Sürgülü yan kapı	Yolcu tarafı	✓			
	Yolcu ve sürücü tarafı		✓	✓	✓
Arka kapı	Yukarı açılır	✓	✓		
	Çift kanatlı			✓	✓
Bagaj örtüsü	Perde tipi				
	İki kademeli kullanılabilen sert bagaj örtüsü	✓	✓	✓	✓

Tablo 4.8 Önerilen model 1 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri

Özellikler	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Tavan rayları			✓	✓
Ön ve arka tampon koruma				✓
Karartılmış arka camlar+ tavan barı			✓	✓
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü			✓	✓
Metalik boya				
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	✓	✓	✓	✓
Isıtmalı sürücü koltuğu				✓
Elektrikli arka camlar			✓	✓
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları		✓	✓	✓
Çocuk aynası			✓	
Far yıkama				✓
Hız sabitleme sistemi				
Ön eşya tavan rafı	✓	✓	✓	✓
Bagaj bölümünde 12V priz	✓	✓	✓	✓
Motor alt muhafaza	✓	✓	✓	✓
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	✓	✓	✓	✓
Ön koltuklarda aktif kafalık sistemi			✓	✓
Ön sis farları	✓	✓	✓	✓
Lastik basınç sensörü				✓
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi			✓	✓
kumanda düğmeleri				
Multimedya Sistemi'ne entegre Türkiye haritalı navigasyon			✓	✓
Geri görüş kamerası	✓	✓	✓	✓
Türkçe yol bilgisayarı			✓	✓

4.2 Önerilen 2. Modelin Uygulanması

Aşama 1: Çalışmada önerilen bulanık Kano modeli aşağıdaki adımları izleyerek uygulanmıştır.

Adım 1. Ön aşamada ele alınacak ürün özellikleri belirlendikten sonra, özelliklerin tamamı ile Kano modeline uygun olarak anket hazırlanmıştır ve hafif ticari araç kullanan katılımcılara uygulanmıştır. Kano anketinde belirlenen 32 özelliğin her biri için katılımcılara işlevsel ve işlevsiz olmak üzere 2 soru sorulmuştur. Her bir opsiyonel özellik için, Kano anketine verilen cevaplar Tablo 2.4 yardımıyla değerlendirilmiş ve Tablo 4.1'de sunulmuştur. Her bir temel özellik için, Kano anketi değerlendirilmesinin sonuçları Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9 Temel özelliklere ilişkin klasik Kano anketi sonuçları

Temel Özellikler	A	O	M	I	R	Q	A+O+M	I+R+Q	Toplam	Kategorisi
Yan koruma çıtaları	12	6	19	8	1	0	37	9	46	M
Kapı kolları	0	7	39	0	0	0	46	0	46	M
Jant	0	8	38	0	0	0	46	0	46	M
Lastik	0	4	42	0	0	0	46	0	46	M
Hava yastığı	3	7	36	0	0	0	46	0	46	M
Müzik sistemi	3	5	35	3	0	0	43	3	46	M
Sürgülü yan kapı	1	8	36	1	0	0	45	1	46	M
Arka kapı	0	7	39	0	0	0	46	0	46	M
Bagaj örtüsü	2	4	22	17	1	0	28	18	46	M

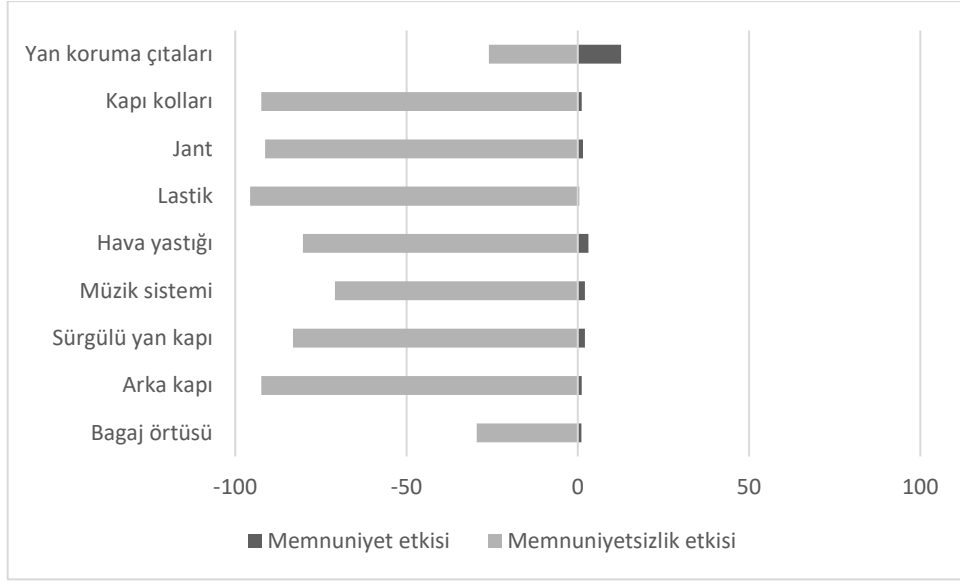
Adım 2. A , O , M , I , R ve Q değerleri 46 katılımcının anket sonuçlarının değerlendirilmesine göre belirlenmiştir. Her bir özelliğin bulunması durumunda oluşan müşteri memnuniyet katsayısı Eşitlik (3.1) ve bulunmaması durumunda oluşan müşteri memnuniyetsizlik katsayısı Eşitlik (3.2) kullanılarak hesaplanmıştır. Tablo 4.2’de opsiyonel özelliklere ve Tablo 4.10’da temel özelliklere ilişkin değerler verilmiştir.

Adım 3. Normalleştirilmiş A , O , M , I , R , Q değerleri esas alınarak kategorilere ait üyelik dereceleri elde edilmiştir. Her bir opsiyonel özellikler için Tablo 4.2’de verilen değerler temel özellikler için Tablo 4.10’da sunulmuştur.

Tablo 4.10 Her bir temel özelliğin memnuniyet katsayıları ve Kano kategorilerine göre üyelik dereceleri

Temel Özellikleri	CS_i	DS_i	$\mu(A)$	$\mu(O)$	$\mu(M)$	$\mu(I)$	$\mu(R)$	$\mu(Q)$
Yan koruma çıtaları	0,40	0,56	0,26	0,13	0,41	0,17	0,02	0,00
Kapı kolları	0,15	1,00	0,00	0,15	0,85	0,00	0,00	0,00
Jant	0,17	1,00	0,00	0,17	0,83	0,00	0,00	0,00
Lastik	0,09	1,00	0,00	0,09	0,91	0,00	0,00	0,00
Hava yastığı	0,22	0,93	0,07	0,15	0,78	0,00	0,00	0,00
Müzik sistemi	0,17	0,87	0,07	0,11	0,76	0,07	0,00	0,00
Sürgülü yan kapı	0,20	0,96	0,02	0,17	0,78	0,02	0,00	0,00
Arka kapı	0,15	1,00	0,00	0,15	0,85	0,00	0,00	0,00
Bagaj örtüsü	0,13	0,58	0,04	0,09	0,48	0,37	0,02	0,00

Adım 4. ve 5. Her bir özellik için, bulunma ve bulunmama durumunda oluşan toplam skor Eşitlik (3.3-3.5) sırasıyla takip edilerek hesaplanmıştır. Şekil 4.2’de temel özelliklerin bulunması durumunda müşteri memnuniyet derecesini ve bulunmaması durumunda müşteri memnuniyetsizlik derecesini gösteren skor değerleri verilmiştir.



Şekil 4.2 Temel özelliklerin bulunma ve bulunmama durumuna ilişkin skor değerleri

Her bir opsiyonel özelliğin bulunması durumunda oluşan skor değerleri Tablo 4.3’de verilmiş olup, karşılanmadığı durumda oluşan skor değerleri Tablo 4.4’de sunulmuştur. Temel özelliklere ait skor değerleri de Tablo 4.11 ve Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.11 Temel özelliklerin bulunma durumuna ilişkin skor değerleri

Temel Özellikler	M	O	I	R	A	PS
Yan koruma çıtaları	0	2,61	0,00	-0,43	10,43	12,6087
Kapı kolları	0	1,16	0,00	0,00	0,00	1,1578
Jant	0	1,51	0,00	0,00	0,00	1,5123
Lastik	0	0,38	0,00	0,00	0,00	0,3781
Hava yastığı	0	1,65	0,00	0,00	1,42	3,0718
Müzik sistemi	0	0,95	0,00	0,00	1,13	2,0794
Sürgülü yan kapı	0	1,70	0,00	0,00	0,43	2,1267
Arka kapı	0	1,16	0,00	0,00	0,00	1,1578
Bagaj örtüsü	0	0,58	0,00	-0,14	0,58	1,0145

Tablo 4.12 Temel özelliklerin bulunmama durumuna ilişkin skor değerleri

Temel Özellikler	M	O	R	I	A	NS
Yan koruma çıtaları	-22,95	-3,62	0,60	0	0	-25,9662
Kapı kolları	-84,78	-7,61	0,00	0	0	-92,3913
Jant	-82,61	-8,70	0,00	0	0	-91,3043
Lastik	-91,30	-4,35	0,00	0	0	-95,6522
Hava yastığı	-73,16	-7,11	0,00	0	0	-80,2694
Müzik sistemi	-66,16	-4,73	0,00	0	0	-70,8885
Sürgülü yan kapı	-74,86	-8,32	0,00	0	0	-83,1758
Arka kapı	-84,78	-7,61	0,00	0	0	-92,3913
Bagaj örtüsü	-27,63	-2,51	0,63	0	0	-29,5169

Aşama 2: Buckley'in bulanık AHP yönteminin alt özelliklere dair müşteri algısının ölçülmesinde uygulanmıştır. Bölüm 4.1 Aşama 2'de elde edilen sonuçlar bu aşamanın sonuçlarını da içermektedir ve uygulanan adımların özeti aşağıdaki gibidir:

Adım 1. Çalışma kapsamında belirlenen temel özelliklerin alt özellikleri ile ilgili Bölüm 4.1'de Aşama 2'de belirtilen seçim kriterlerine göre karar vericilerin görüşleri dikkate alınmıştır. Tablo 2.1'de verilen ölçek göz önüne alınarak her bir karar verici tarafından ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

Adım 2. 17 karar vericinin alt temel özelliklere ilişkin ikili karşılaştırma matrisleri Eşitlik (2.3) yardımıyla birleştirilerek ortak karar matrisi elde edilmiştir. Altısı 3x3 ve üçü 2x2 olan alt özelliklerinin birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisleri Ek Tablo B.1-B.9 arasında verilmiştir.

Adım 3. Alt temel özelliklerin bulanık ağırlık değerleri Eşitlik (2.4) yardımıyla hesaplanmıştır ve Ek Tablo B.12-B.20 arasında verilmiştir.

Adım 4. Her bir alt temel özelliğin bulanık ağırlık değerleri Eşitlik (2.5) kullanılarak durulaştırılmıştır. Kano modelinden gelen skorların alt temel özellik önem ağırlıkları ile çarpılması sonucu oluşan nihai ağırlıklar Tablo 4.13'de verilmiştir. Bu hesaplamalara göre Tablo 4.13'de yer alan 4. temel özelliğin 3. alt özelliğinin nihai ağırlığı aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$w_{4,3} = 96,0302 \times 0,6019 = 57,8032$$

Tablo 4.13 Alt özelliklerinin önem ağırlıkları ve nihai ağırlıkları

Temel Özellikler	Özellğin alt seviyesi	w_i	w_{ik}
Yan koruma çıtaları (38,5749)	Siyah	0,1548	5,9699
	Titanyum gri	0,3122	12,0424
	Piano black	0,5331	20,5626
Kapı kolları (93,5491)	Siyah	0,1697	15,8740
	Titanyum gri	0,3377	31,5904
	Piano black	0,4926	46,0847
Jant (92,8166)	Jant kapağı	0,1110	10,3071
	Alaşım jant	0,3378	31,3552
	Elmas kesim alaşım jant	0,5511	51,1543
Lastik (96,0302)	15"	0,0791	7,5933
	16"	0,3190	30,6337
	16" 4 mevsim	0,6019	57,8032
Hava yastığı (83,3412)	Tip 1	0,0755	6,2889
	Tip 2	0,3255	27,1294
	Tip 3	0,5990	49,9230
Müzik sistemi (72,9679)	Tip 1	0,1110	8,0968
	Tip 2	0,3117	22,7425
	Tip 3	0,5774	42,1286
Sürgülü yan kapı (85,3025)	Yolcu tarafı	0,1692	14,4304
	Yolcu ve sürücü tarafı	0,8308	70,8721
Arka kapı (93,5491)	Yukarı açılır	0,3722	34,8186
	Çift kanatlı	0,6278	58,7305
Bagaj örtüsü (30,5314)	Perde tipi	0,4206	12,8413
	İki kademeli kullanılabilen sert	0,5794	17,6901

Aşama 3. Bu aşamada ürün özellikleri müşteri talep ve ihtiyaçlarına bağlı olarak gruplandırılarak hafif ticari araç versiyonları tanımlanmıştır. Hafif ticari araç versiyonlarının gelir gruplarına bağlı olarak oluşturulmasında Bölüm 4.1 Aşama 3'de yer alan tamsayılı matematiksel model aynı şekilde kullanıldığından tekrar verilmemiştir. Matematiksel model GAMS programı kullanılarak çözülmüştür ve gelir düzeylerine göre oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının donanım özellikleri Tablo 4. 14 ve Tablo 4.15'de sunulmuştur.

Tablo 4.14 Önerilen model 2 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri

Özellikler		Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Yan koruma çıtaları	Siyah	✓	✓		
	Titanyum gri				
	Piano black			✓	✓
Kapı kolları	Siyah	✓			
	Titanyum gri				
	Piano black		✓	✓	✓
Jant	Tam boy jant kapağı	✓			
	Alaşım jant				
	Elmas kesim alaşım jant		✓	✓	✓
Lastik	15"	✓			
	16"		✓		
	16" 4 mevsim			✓	✓
Hava yastığı	Sürücü ön	✓			
	Sürücü ön ve yolcu ön		✓	✓	✓
	Sürücü ön, yolcu ön, sürücü ve yolcu yan				
Müzik sistemi	Radyo MP3, USB/AUX ve Bluetooth®	✓			
	5" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi		✓	✓	✓
	7" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi				
Sürgülü yan kapı	Yolcu tarafı	✓	✓		
	Yolcu ve sürücü tarafı			✓	✓
Arka kapı	Yukarı açılır	✓	✓	✓	
	Çift kanatlı				✓
Bagaj örtüsü	Perde tipi				
	İki kademeli kullanılabilen sert bagaj örtüsü	✓	✓	✓	✓

Tablo 4.15 Önerilen model 2 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri

Özellikler	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Tavan rayları				✓
Ön ve arka tampon koruma				✓
Karartılmış arka camlar+ tavan barı			✓	✓
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü			✓	✓
Metalik boya				
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	✓	✓	✓	✓
Isıtmalı sürücü koltuğu			✓	✓
Elektrikli arka camlar		✓	✓	✓
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları	✓	✓	✓	✓
Çocuk aynası				
Far yıkama				✓
Hız sabitleme sistemi				
Ön eşya tavan rafı	✓	✓	✓	✓
Bagaj bölümünde 12V priz	✓	✓	✓	✓
Motor alt muhafaza	✓	✓	✓	✓
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	✓	✓	✓	✓
Ön koltuklarda aktif kafalık sistemi			✓	✓
Ön sis farları	✓	✓	✓	✓
Lastik basınç sensörü				✓
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi kumanda düğmeleri	✓	✓	✓	✓
Multimedya Sistemi'ne entegre Türkiye haritalı navigasyon			✓	✓
Geri görüş kamerası	✓	✓	✓	✓
Türkçe yol bilgisayarı			✓	✓

4.3 Önerilen 3. Modelin Uygulanması

Çalışmada önerilen 1. modelin ara değerli sezgisel bulanık analitik hiyerarşi prosesi kullanılarak geliştirilmiş versiyonudur ve aşağıdaki aşamaları izleyerek uygulanmıştır:

Aşama 1: Bu aşamanın uygulanması sırasındaki hesaplamalar Bölüm 4.1 Aşama 1 ile aynı olduğundan tekrar verilmemiştir.

Aşama 2. Ara değerli sezgisel bulanık AHP yöntemi uygulanarak temel özelliklere ilişkin müşteri algıları ölçülmüştür ve uygulanan adımlar aşağıdaki gibidir:

Adım 1. Çalışma kapsamında belirlenen temel özellikler ile ilgili Bölüm 4.1'de Aşama 2'de belirtilen seçim kriterlerine göre 17 karar vericinin görüşleri dikkate alınmıştır.

Adım 2. Her bir karar verici tarafından oluşturulan dilsel ikili karşılaştırma matrisi Tablo 2.3'de verilen ölçek göz önüne alınarak karşılık gelen ara değerli sezgisel bulanık sayılara çevrilmiştir.

Adım 3. Birden fazla karar verici olduğundan; ara değerli sezgisel bulanık ikili karşılaştırma matrisleri Eşitlik (2.7) yardımıyla birleştirilmiştir. Temel özelliklere ait ortak ikili karşılaştırma matrisleri Ek Tablo B.21'de verilmiştir. Bu hesaplamalara göre Ek Tablo B.21'de temel özellik ikili karşılaştırma matrisinin 4. satır 3. sütunda bulunan değerlere ilişkin hesaplama aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$\begin{aligned}
& IIFA(\tilde{\alpha}_1, \tilde{\alpha}_2, \tilde{\alpha}_3, \tilde{\alpha}_4, \tilde{\alpha}_5, \tilde{\alpha}_6, \tilde{\alpha}_7, \tilde{\alpha}_8, \tilde{\alpha}_9, \tilde{\alpha}_{10}, \tilde{\alpha}_{11}, \tilde{\alpha}_{12}, \tilde{\alpha}_{13}, \tilde{\alpha}_{14}, \tilde{\alpha}_{15}, \tilde{\alpha}_{16}, \tilde{\alpha}_{17}) \\
&= [(1 - ((1 - 0,2)^{1/17}x(1 - 0,2)^{1/17}x(1 - 0,2)^{1/17}x(1 - 0,5)^{1/17}x(1 - 0,5)^{1/17}x \\
&(1 - 0,7)^{1/17}x(1 - 0,6)^{1/17}x(1 - 0,5)^{1/17}x(1 - 0,6)^{1/17}x(1 - 0,5)^{1/17}x \\
&(1 - 0,6)^{1/17}x(1 - 0,6)^{1/17}x(1 - 0,6)^{1/17}x(1 - 0,5)^{1/17}x(1 - 0,6)^{1/17}x \\
&(1 - 0,2)^{1/17}x(1 - 0,7)^{1/17}), x 1 - ((1 - 0,4)^{1/17}x(1 - 0,4)^{1/17}x(1 - 0,4)^{1/17}x \\
&(1 - 0,7)^{1/17}x(1 - 0,7)^{1/17}x(1 - 0,9)^{1/17}x(1 - 0,8)^{1/17}x(1 - 0,7)^{1/17}x \\
&(1 - 0,8)^{1/17}x(1 - 0,7)^{1/17}x(1 - 0,8)^{1/17}x(1 - 0,8)^{1/17}x(1 - 0,8)^{1/17}x \\
&(1 - 0,7)^{1/17}x(1 - 0,8)^{1/17}x(1 - 0,4)^{1/17}x(1 - 0,9)^{1/17})], \\
& [((0,4)^{1/17}x(0,4)^{1/17}x(0,4)^{1/17}x(0,1)^{1/17}x(0,1)^{1/17}x(0)^{1/17}x(0)^{1/17}x(0,1)^{1/17}x(0)^{1/17}x \\
&(0,1)^{1/17}x(0)^{1/17}x(0)^{1/17}x(0)^{1/17}x(0,1)^{1/17}x(0)^{1/17}x(0,4)^{1/17}x(0)^{1/17}), x ((0,6)^{1/17}x \\
&(0,6)^{1/17}x(0,6)^{1/17}x(0,3)^{1/17}x(0,3)^{1/17}x(0,1)^{1/17}x(0,2)^{1/17}x(0,3)^{1/17}x(0,2)^{1/17}x \\
&(0,3)^{1/17}x(0,2)^{1/17}x(0,2)^{1/17}x(0,2)^{1/17}x(0,3)^{1/17}x(0,2)^{1/17}x(0,6)^{1/17}x(0,1)^{1/17})]) \\
&= [(0,51; 0,73), (0; 0,27)]
\end{aligned}$$

Alt temel özelliklerinin birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisleri Ek Tablo B.22-B.30 arasında verilmiştir. Bunlardan, altısı 3x3 ve üçü 2x2 alt temel özellik matrisidir.

Adım 4. Temel özellik ve alt özelliklerin skor değerlendirme matrisi Eşitlik (2.9) yardımıyla hesaplanmıştır ve Ek Tablo B.31-B.40'da verilmiştir. Bu hesaplamalara göre Ek Tablo B.31'de verilen temel özellik skor değerlendirme matrisinin 4. satır 3. sütun değerinin hesabı aşağıda verilmiştir.

$$\tilde{S}_{43} = [0,51 - 0,27; 0,73 - 0] = [0,24; 0,73]$$

Adım 5. Adım 4'de elde edilen skor değerlendirme matrislerinden Eşitlik (2.10)'u kullanarak temel özellik ve alt özelliklerin aralık çarpım matrisleri elde edilmiş ve Ek Tablo B.41-B.50'de verilmiştir. Ek Tablo B.41'de verilen temel özellik aralık çarpım matrisinin 4. satır 3. sütun değeri aşağıda hesaplanmıştır.

$$\tilde{\alpha}_{43} = [10^{0,24}; 10^{0,73}] = [1,76; 5,38]$$

Adım 6. $\tilde{w}_i$ aralıkları Eşitlik (2.11) yardımıyla hesaplanarak temel özellik ve alt özelliklerin aralık çarpım matrislerinin öncelik vektörü elde edilmiş Ek Tablo B.51-B.60'da sunulmuştur.

Adım 7. Adım 6'da elde edilen ağırlıklar karşılaştırılmıştır ve olabilirlik derecesi matrisi hesaplanmıştır (Ek Tablo B.61-B.70). Olabilirlik derecesi matrisinin hesaplanmasına ilişkin 4. satır 3. sütun değeri aşağıda şekilde hesaplanır.

$$\begin{aligned} P(w_4 \geq w_3) &= \frac{\text{minimum}\{(0,421 - 0,098) + (0,349 - 0,073), \text{maksimum}(0,421 - 0,073; 0)\}}{(0,421 - 0,098) + (0,349 - 0,073)} \\ &= 0,581 \end{aligned}$$

Adım 8. ve Adım 9. Temel özellik ve alt özelliklerine Eşitlik (2.13) yardımıyla öncelik verilmiş ve ağırlıklar Eşitlik (2.14) kullanılarak normalize edilmiştir (Ek Tablo B.61-B.70).

$$\begin{aligned} w_4 &= \frac{1}{9} \left[(1 + 0,851 + 0,581 + 0,5 + 0,559 + 0,945 + 0,603 + 0,612 + 1) + \frac{9}{2} - 1 \right] \\ &= 1,128 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_4^T &= \frac{1,128}{0,598 + 0,801 + 1,062 + 1,128 + 1,081 + 0,704 + 1,041 + 1,037 + 0,549} \\ &= 0,141 \end{aligned}$$

Alt özellik ağırlıkları, bağlı olduğu özelliğin ağırlığı ile çarpılarak hesaplanmıştır ve Tablo 4.16'da verilmiştir. Bu hesaplamalara göre Tablo 4.16'da yer alan 4. temel özelliğin 3. alt özelliğinin nihai ağırlığı aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$w_{4,3} = 0,141 \times 0,4483 = 0,0632$$

Tablo 4.16 Ara değerli sezgisel bulanık AHP yöntemine göre temel özelliklerin önem ağırlıkları ve nihai ağırlıkları

Temel Özellikler	Özelliğin alt seviyesi	w_i	w_{ik}
Yan koruma çıtaları (0,0748)	Siyah	0,2538	0,0190
	Titanyum gri	0,3415	0,0255
	Piano black	0,4048	0,0303
Kapı kolları (0,1001)	Siyah	0,2618	0,0262
	Titanyum gri	0,3509	0,0351
	Piano black	0,3873	0,0388
Jant (0,1328)	Jant kapağı	0,2294	0,0305
	Alaşım jant	0,3626	0,0482
	Elmas kesim alaşım jant	0,4080	0,0542
Lastik (0,1410)	15"	0,1865	0,0263
	16"	0,3652	0,0515
	16" 4 mevsim	0,4483	0,0632
Hava yastığı (0,1351)	Tip 1	0,1676	0,0226
	Tip 2	0,4021	0,0543
	Tip 3	0,4303	0,0581
Müzik sistemi (0,0880)	Tip 1	0,2304	0,0203
	Tip 2	0,3560	0,0313
	Tip 3	0,4136	0,0364
Sürgülü yan kapı (0,1301)	Yolcu tarafı	0,2500	0,0325
	Yolcu ve sürücü tarafı	0,7500	0,0976
Arka kapı (0,1296)	Yukarı açılır	0,4566	0,0592
	Çift kanatlı	0,5434	0,0704
Bagaj örtüsü (0,0686)	Perde tipi	0,4199	0,0288
	İki kademeli kullanılabilen sert	0,5801	0,0398

Aşama 3. Ara değerli sezgisel bulanık AHP yöntemi ile temel özelliklere ilişkin müşteri algısının ölçülmesinden sonra, Bölüm 4.1 Aşama 3'de yer alan tamsayı matematiksel model aynı şekilde kullanıldığından tekrar verilmemiştir. Matematiksel model GAMS programı kullanılarak çözülmüştür ve gelir düzeylerine göre oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının donanım özellikleri Tablo 4.17 ve Tablo 4.18'de sunulmuştur.

Tablo 4.17 Önerilen model 3 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri

Özellikler		Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Yan koruma çıtaları	Siyah	✓			
	Titanyum gri				
	Piano black		✓	✓	✓
Kapı kolları	Siyah	✓	✓	✓	
	Titanyum gri				
	Piano black				✓
Jant	Tam boy jant kapağı	✓			
	Alaşım jant		✓	✓	
	Elmas kesim alaşım jant				✓
Lastik	15"	✓			
	16"		✓	✓	
	16" 4 mevsim				✓
Hava yastığı	Sürücü ön	✓			
	Sürücü ön ve yolcu ön		✓	✓	✓
	Sürücü ön, yolcu ön, sürücü ve yolcu yan				
Müzik sistemi	Radyo MP3, USB/AUX ve Bluetooth®	✓			
	5" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi		✓	✓	✓
	7" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi				
Sürgülü yan kapı	Yolcu tarafı	✓	✓		
	Yolcu ve sürücü tarafı			✓	✓
Arka kapı	Yukarı açılır	✓	✓	✓	
	Çift kanatlı				✓
Bagaj örtüsü	Perde tipi				
	İki kademeli kullanılabilen sert bagaj örtüsü	✓	✓	✓	✓

Tablo 4.18 Önerilen model 3 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri

Özellikler	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Tavan rayları				✓
Ön ve arka tampon koruma			✓	✓
Karartılmış arka camlar+ tavan barı			✓	✓
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü			✓	✓
Metalik boya				
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	✓	✓	✓	✓
Isıtmalı sürücü koltuğu			✓	✓
Elektrikli arka camlar		✓	✓	✓
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları	✓	✓	✓	✓
Çocuk aynası			✓	
Far yıkama				✓
Hız sabitleme Sistemi				
Ön eşya tavan rafı	✓	✓	✓	✓
Bagaj bölümünde 12V priz	✓	✓	✓	✓
Motor alt muhafaza	✓	✓	✓	✓
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	✓	✓	✓	✓
Ön koltuklarda aktif kafalık sistemi		✓	✓	✓
Ön sis farları	✓	✓	✓	✓
Lastik basınç sensörü				✓
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi	✓		✓	✓
kumanda düğmeleri				
Multimedya Sistemi'ne entegre Türkiye haritalı navigasyon			✓	✓
Geri görüş kamerası	✓	✓	✓	✓
Türkçe yol bilgisayarı			✓	✓

4.4 Önerilen 4. Modelin Uygulanması

Çalışmada önerilen 2. modelin ara değerli sezgisel bulanık analitik hiyerarşi prosesi kullanılarak geliştirilmiş versiyonudur ve aşağıdaki aşamaları izleyerek uygulanmıştır:

Aşama 1. Ön aşamada ele alınacak ürün özellikleri belirlendikten sonra, önerilen bulanık Kano modeliyle Bölüm 4.2 Aşama 1'de elde edilen sonuçlar benzer şekilde bu aşamada da elde edildiğinden hesaplamalar burada tekrar verilmemiştir.

Aşama 2. Ara değerli sezgisel bulanık AHP yönteminin temel özelliklerin alt özelliklerine dair müşteri algısının ölçülmesinde uygulanması. Bölüm 4.3 Aşama 2'de elde edilen sonuçlar bu aşamanın sonuçlarını da içermektedir ve uygulanan adımların özeti aşağıdaki gibidir:

Adım 1. Çalışma kapsamında belirlenen alt temel özellikler Bölüm 4.1’de Aşama 2’de belirtilen seçim kriterlerine göre 17 karar verici tarafından değerlendirilmiştir.

Adım 2. Karar vericiler tarafından oluşturulan dilsel ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 2.3’de verilen ölçek göz önüne alınarak karşılık gelen ara değerli sezgisel bulanık sayılara çevrilmiştir.

Adım 3. Birden fazla karar verici olduğundan; ara değerli sezgisel bulanık ikili karşılaştırma matrisleri Eşitlik (2.7) yardımıyla birleştirilmiştir. Altısı 3x3 ve üçü 2x2 olan alt temel özelliklerin birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisleri Ek Tablo B.22-B.30 arasında verilmiştir.

Adım 4. Alt temel özelliklerin skor değerlendirme matrisi Eşitlik (2.9) yardımıyla hesaplanmıştır ve Ek Tablo B.32-B.40’da verilmiştir.

Adım 5. Adım 4’de temel özelliklerin alt özellikleri için elde edilen skor değerlendirme matrislerinden aralık çarpım matrisleri hesaplanmış ve hesaplamalara ilişkin sonuçlar Ek Tablo B.42-B.50’de sunulmuştur.

Adım 6. Bu adımda ise $\tilde{w}_i$ aralıkları hesaplanarak alt temel özelliklerin aralık çarpım matrislerinin öncelik vektörü elde edilmiş ve Ek Tablo B.52-B.60 arasında sunulmuştur.

Adım 7. Adım 6’da alt temel özelliklere ilişkin elde edilen ağırlıklar karşılaştırılmış ve olabilirlik derecesi matrisi hesaplanmıştır (Ek Tablo B.62-B.70).

Adım 8. ve Adım 9. Alt temel özelliklere Eşitlik (2.13) yardımıyla öncelik verilmiş ve ağırlıklar Eşitlik (2.14) kullanılarak normalize edilmiştir (Ek Tablo B.62-B.70).

Nihai ağırlıklar, Kano modelinden gelen skorların alt temel özelliğin ağırlığı ile çarpılarak hesaplanmıştır ve Tablo 4.19’da verilmiştir. Bu hesaplamalara göre Tablo 4.19’da yer alan 4. temel özelliğin 3. alt özelliğinin nihai ağırlığı aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$w_{4,3} = 96,0302 \times 0,4483 = 43,0500$$

Tablo 4.19 Temel özelliklerin alt özelliklerinin önem ağırlıkları ve nihai ağırlıkları

Temel Özellikler	Özellğin alt seviyesi	w_i	w_{ik}
Yan koruma çitaları (38,5749)	Siyah	0,2538	9,7893
	Titanyum gri	0,3415	13,1722
	Piano black	0,4048	15,6134
Kapı kolları (93,5491)	Siyah	0,2618	24,4884
	Titanyum gri	0,3509	32,8277
	Piano black	0,3873	36,2331
Jant (92,8166)	Jant kapağı	0,2294	21,2918
	Alaşım jant	0,3626	33,6574
	Elmas kesim alaşım jant	0,4080	37,8673
Lastik (96,0302)	15"	0,1865	17,9082
	16"	0,3652	35,0720
	16" 4 mevsim	0,4483	43,0500
Hava yastığı (83,3412)	Tip 1	0,1676	13,9713
	Tip 2	0,4021	33,5090
	Tip 3	0,4303	35,8609
Müzik sistemi (72,9679)	Tip 1	0,2304	16,8082
	Tip 2	0,3560	25,9790
	Tip 3	0,4136	30,1807
Sürgülü yan kapı (85,3025)	Yolcu tarafı	0,2500	21,3256
	Yolcu ve sürücü tarafı	0,7500	63,9768
Arka kapı (93,5491)	Yukarı açılır	0,4566	42,7167
	Çift kanatlı	0,5434	50,8324
Bagaj örtüsü (30,5314)	Perde tipi	0,4199	12,8209
	İki kademeli kullanılabilen sert	0,5801	17,7105

Aşama 3. Ara değerli sezgisel bulanık AHP yöntemi kullanılarak alt temel özelliklere ilişkin müşteri algısının ölçülmesinden sonra, Bölüm 4.1 Aşama 3'de yer alan tamsayıli matematiksel model aynı şekilde kullanıldığından tekrar verilmemiştir. Matematiksel model GAMS programı kullanılarak çözülmüştür ve gelir düzeylerine göre oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının donanım özellikleri Tablo 4.20 ve Tablo 4.21'de sunulmuştur.

Tablo 4.20 Önerilen model 4 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri

Özellikler		Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Yan koruma çıtaları	Siyah	✓	✓	✓	
	Titanyum gri				
	Piano black				✓
Kapı kolları	Siyah	✓			
	Titanyum gri				
	Piano black		✓	✓	✓
Jant	Tam boy jant kapağı	✓			
	Alaşım jant		✓	✓	✓
	Elmas kesim alaşım jant				
Lastik	15"	✓			
	16"		✓	✓	
	16" 4 mevsim				✓
Hava yastığı	Sürücü ön	✓			
	Sürücü ön ve yolcu ön		✓	✓	✓
	Sürücü ön, yolcu ön, sürücü ve yolcu yan				
Müzik sistemi	Radyo MP3, USB/AUX ve Bluetooth®	✓			
	5" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi		✓	✓	✓
	7" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi				
Sürgülü yan kapı	Yolcu tarafı	✓	✓		
	Yolcu ve sürücü tarafı			✓	✓
Arka kapı	Yukarı açılır	✓	✓	✓	
	Çift kanatlı				✓
Bagaj örtüsü	Perde tipi				
	İki kademeli kullanılabilen sert bagaj örtüsü	✓	✓	✓	✓

Tablo 4.21 Önerilen model 4 sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri

Özellikler	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Tavan rayları			✓	✓
Ön ve arka tampon koruma				✓
Karartılmış arka camlar+ tavan barı			✓	✓
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü			✓	✓
Metalik boya				
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	✓	✓	✓	✓
Isıtmalı sürücü koltuğu			✓	✓
Elektrikli arka camlar			✓	✓
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları	✓	✓	✓	✓
Çocuk aynası		✓	✓	✓
Far yıkama				✓
Hız sabitleme Sistemi				
Ön eşya tavan rafı	✓	✓	✓	✓
Bagaj bölümünde 12V priz	✓	✓	✓	✓
Motor alt muhafaza	✓	✓	✓	✓
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	✓	✓	✓	✓
Ön koltuklarda aktif kafalık sistemi		✓	✓	✓
Ön sis farları	✓	✓	✓	✓
Lastik basınç sensörü				✓
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi	✓	✓	✓	✓
kumanda düğmeleri				
Multimedya Sistemi'ne entegre Türkiye haritalı navigasyon			✓	✓
Geri görüş kamerası	✓	✓	✓	✓
Türkçe yol bilgisayarı			✓	✓

Bu çalışmada hafif ticari araç versiyon özelliklerinin tanımlanması için önerilen dört bütünleşik modelin karşılaştırması Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1 Önerilen dört modelin karşılaştırılması

Uygulama Adımı	1. Modelde Kullanılan Teknikler	2. Modelde Kullanılan Teknikler
Müşteri tercihlerinin temel özellikler için belirlenmesi	Buckley’in Bulanık AHP Yöntemi	Bulanık Kano Modeli
Müşteri tercihlerinin alt özellikler için belirlenmesi	Buckley’in Bulanık AHP Yöntemi	Buckley’in Bulanık AHP Yöntemi
Müşteri algılarının opsiyonel özellikler için ortaya çıkarılması	Bulanık Kano Modeli	Bulanık Kano Modeli
Müşteri gruplarının ürün çeşitlerinin optimize edilmesi	Tamsayılı Programlama	Tamsayılı Programlama
Uygulama Adımı	3. Modelde Kullanılan Teknikler	4. Modelde Kullanılan Teknikler
Müşteri tercihlerinin temel özellikler için belirlenmesi	Ara Değerli Sezgisel Bulanık AHP	Bulanık Kano Modeli
Müşteri tercihlerinin alt özellikler için belirlenmesi	Ara Değerli Sezgisel Bulanık AHP	Ara Değerli Sezgisel Bulanık AHP
Müşteri algılarının opsiyonel özellikler için ortaya çıkarılması	Bulanık Kano Modeli	Bulanık Kano Modeli
Müşteri gruplarının ürün çeşitlerinin optimize edilmesi	Tamsayılı Programlama	Tamsayılı Programlama

Her bir model için, hafif ticari araç versiyonlarında tanımlanan temel ve opsiyonel özellikler Bölüm 4’de Tablo 4.7, Tablo 4.8, Tablo 4.14, Tablo 4.15, Tablo 4.17, Tablo 4.18, Tablo 4.20 ve Tablo 4.21’de verilmiştir. Çalışma kapsamında hafif ticari araç versiyonlarının müşteri beklentisi ve bütçesine bağlı olarak tanımlanması için önerilen modellerin birbiriyle tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Her bir versiyon için, önerilen dört modelin sunduğu atama sonucunda donanım özelliklerinde oluşan farklılıklar Tablo 5.2-5.5 arasında verilmiştir. Tablo 5.2, Tablo 5.3, Tablo 5.4 ve Tablo 5.5 karşılaştırıldığında, versiyonlar arası geçişte bazı donanım özelliklerinin değişiklik gösterdiği görülmektedir. Örneğin, 16” 4 mevsim lastik 1.

modelde en alt versiyonda tanımlanırken, diğer modellerde 15" lastikten 16" 4 mevsim lastiğe kademeli bir artış görülmektedir. Elmas kesim alaşım jant özelliği model 4'de oluşturulan hiçbir versiyonlarda sunulmazken, 3. modelin sunduğu çözümde versiyonlar arasında jant kapağından elmas kesim alaşım janta kademeli bir geçiş görülmektedir. Pazara sunulan mevcut versiyonlarda hafif ticari araç donanım özellikleri için kademeli bir geçiş yapısı vardır. Pazarın donanım özelliklerini versiyonlara ekleme mantığına en uygun kademelendirmeyi model 3 gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu nedenle, model 3'ün sonucu pazara araştırması ve diğer yaklaşımlarla kıyaslanacaktır.

Tablo 5.2 Hafif ticari araç 1. versiyonunda farklı olan özellikler

Özellikler	Tip 1			
	1. Model	2. Model	3. Model	4. Model
15" lastik		✓	✓	✓
16" 4 mevsim lastik	✓			
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları		✓	✓	✓
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi kumanda düğmeleri		✓	✓	✓

Tablo 5.3 Hafif ticari araç 2. versiyonunda farklı olan özellikler

Özellikler	Tip 2			
	1. Model	2. Model	3. Model	4. Model
Siyah yan koruma çıtaları	✓	✓		✓
Piano black yan koruma çıtaları			✓	
Siyah kapı kolları	✓		✓	
Piano black kapı kolları		✓		✓
Alaşım jant			✓	✓
Elmas kesim alaşım jant	✓	✓		
16" lastik		✓	✓	✓
16" 4 mevsim lastik	✓			
Yolcu tarafı sürgülü yan kapı		✓	✓	✓
Yolcu ve sürücü tarafı sürgülü yan kapı	✓			
Elektrikli arka camlar		✓	✓	
Çocuk aynası				✓
Ön koltuklarda aktif kafalık sistemi			✓	✓
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi kumanda düğmeleri		✓		✓

Tablo 5.4 Hafif ticari araç 3. versiyonunda farklı olan özellikler

Özellikler	Tip 3			
	1. Model	2. Model	3. Model	4. Model
Siyah yan koruma çıtaları	✓			✓
Piano black yan koruma çıtaları		✓	✓	
Siyah kapı kolları			✓	
Piano black kapı kolları	✓	✓		✓
Alaşım jant			✓	✓
Elmas kesim alaşım jant	✓	✓		
16" lastik			✓	✓
16" 4 mevsim lastik	✓	✓		
Yukarı açılır		✓	✓	✓
Çift kanatlı arka kapı	✓			
Tavan rayları	✓			✓
Ön ve arka tampon koruma			✓	
Isıtmalı sürücü koltuğu		✓	✓	✓
Çocuk aynası	✓		✓	✓

Tablo 5.5 Hafif ticari araç 4. versiyonunda farklı olan özellikler

Özellikler	Tip 4			
	1. Model	2. Model	3. Model	4. Model
Alaşım jant				✓
Elmas kesim alaşım jant	✓	✓	✓	
Çocuk aynası				✓

Pazar araştırması ve önerilen yöntem sonucunda tanımlanan hafif ticari araç versiyonlarının donanım özellikleri Tablo 5.6 ve Tablo 5.7’de verilmiştir. Müşteri beklentilerini dikkate aldığımız çalışmamızda pazar araştırmasına göre bazı farklılıklar görülmüştür. Örneğin, navigasyon, far yıkama, 16" 4 mevsim lastik ve lastik basınç sensörü pazar araştırmasına göre hafif ticari araç versiyonlarının içermediği veya ekstra sunulan özellikken, önerilen yöntem sonucunda üst versiyonlarda beklendiği görülmüştür. Dahası, motor alt muhafaza ve geri görüş kamerası önerilen yöntemde tüm versiyonlarda beklenmesine rağmen pazar araştırmasına göre bulunmamakta veya ekstra paket ile sunulmaktadır. Ayrıca, hız sabitleme sistemi ve yan hava yastıkları pazar araştırmasına göre hafif ticari araç versiyonlarında sunulmasına karşın müşteri beklentileri ve maliyeti dikkate alındığında bir anlam ifade etmemektedir. Pazar araştırmasına göre en alt versiyonda perde tipi olarak sunulan bagaj örtüsü diğer versiyonlarda olduğu gibi iki kademeli kullanılabilen sert örtü olarak beklenmektedir. Tüm versiyonlarda

yukarı açılır olarak sunulan arka kapı önerilen yöntem sonucunda en üst versiyonda çift kanatlı olması tercih edildiği görülmüştür. Pazar araştırmasının aksine hafif ticari sürücüsü tarafından piano black yan koruma çıtaları en alt versiyon dışında tercih edilmektedir.

Tablo 5.6 Pazar araştırması ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri

Temel özellikler	Önerilen Yöntem				Pazar Araştırması			
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Siyah yan koruma çıtaları	✓				✓	✓	✓	
Titanyum gri koruma çıtaları								✓
Piano black koruma çıtaları		✓	✓	✓				
Siyah kapı kolları	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
Titanyum gri kapı kolları								✓
Piano black kapı kolları				✓				
Tam boy jant kapağı	✓				✓			
Alaşım jant		✓	✓			✓		✓
Elmas kesim alaşım jant				✓			✓	
15" lastik	✓				✓			
16" lastik		✓	✓			✓	✓	✓
16" 4 mevsim lastik				✓				
Sürücü ön hava yastığı	✓				✓			
Sürücü ve yolcu ön hava yastığı		✓	✓	✓		✓	✓	
Sürücü ön, yolcu ön, sürücü ve yolcu yan hava yastığı								✓
Radyo MP3, USB/AUX ve Bluetooth®	✓				✓	✓		
5" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi		✓	✓	✓			✓	✓
7" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi								
Yolcu tarafı sürgülü yan kapı	✓	✓						
Yolcu ve sürücü tarafı sürgülü yan kapı			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yukarı açılır arka kapı	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Çift kanatlı arka kapı				✓				
Perde tipi bagaj örtüsü					✓			
İki kademeli kullanılabilen sert örtüsü	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓

Tablo 5.7 Pazar araştırması ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri

Opsiyonel özellikler	Önerilen Yöntem				Pazar Araştırması			
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Tavan rayları				✓			✓	✓
Ön ve arka tampon koruma			✓	✓		✓	✓	✓
Karartılmış arka camlar+ tavan barı			✓	✓			✓	✓
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü			✓	✓			✓	✓
Metalik boya								
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Isıtmalı sürücü koltuğu			✓	✓				✓
Elektrikli arka camlar		✓	✓	✓		✓	✓	✓
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Çocuk aynası			✓					✓
Far yıkama				✓				
Hız sabitleme Sistemi							✓	✓
Ön eşya tavan rafı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bagaj bölümünde 12V priz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Motor alt muhafaza	✓	✓	✓	✓				
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	✓	✓	✓	✓			✓	✓
Ön koltuklarda aktif kafalık sistemi		✓	✓	✓			✓	✓
Ön sis farları	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Lastik basınç sensörü				✓				
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi kumanda düğmeleri	✓		✓	✓		✓	✓	✓
Multimedya Sistemi'ne entegre			✓	✓				
Türkiye haritalı navigasyon								
Geri görüş kamerası	✓	✓	✓	✓				
Türkçe yol bilgisayarı			✓	✓	✓	✓	✓	✓

Wang ve Wang [27] tarafından önerilen yöntemin ve geliştirilen yöntemin sonuçları Tablo 5.8 ve Tablo 5.9 'da verilmiştir. Wang ve Wang [27] çalışmasında bulanık Kano modeli ile elde edilen değerleri normalleştirmedeğinden atama sırasında opsiyonel özelliklere öncelik vermekte ve hatalı bir sonuç elde edilmektedir. Tablo 5.8 ve Tablo 5.9 incelendiğinde yöntemin zayıflığı net bir şekilde görülmektedir. Hafif ticari aracın üst versiyonlarında opsiyonel özelliklerin neredeyse tamamı bulunurken temel özellikler açısından en alt versiyon özellikleri taşıdığı görülmüştür. Örneğin, Wang ve Wang [27] yönteminde opsiyonel özelliklere öncelik verildiğinden üst versiyonlarda en alt seviye temel donanım özellikleri olan radyo ve jant kapağı bulunması sorunuyla karşılaşmıştır. Dahası, hafif ticari araç

sürücüsü tarafından neredeyse bir anlam ifade etmeyen metalik boya ve çocuk aynasının temel özelliklere ilişkin ağırlığın önemsizliğinden dolayı versiyonlarda tanımlanmıştır.

Tablo 5.8 Wang ve Wang [27] çalışmasında önerdiği yaklaşımın ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri

Temel özellikler	Önerilen Yöntem				Wang ve Wang			
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Siyah yan koruma çıtaları	✓				✓	✓	✓	
Titanyum gri koruma çıtaları								
Piano black koruma çıtaları		✓	✓	✓				✓
Siyah kapı kolları	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Titanyum gri kapı kolları								
Piano black kapı kolları				✓				
Tam boy jant kapağı	✓				✓	✓	✓	✓
Alaşım jant		✓	✓					
Elmas kesim alaşım jant				✓				
15" lastik	✓				✓	✓	✓	
16" lastik		✓	✓					
16" 4 mevsim lastik				✓				✓
Sürücü ön hava yastığı	✓				✓	✓	✓	
Sürücü ve yolcu ön hava yastığı		✓	✓	✓				✓
Sürücü ön, yolcu ön, sürücü ve yolcu yan hava yastığı								
Radyo MP3, USB/AUX ve Bluetooth®	✓				✓	✓	✓	✓
5" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi		✓	✓	✓				
7" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi								
Yolcu tarafı sürgülü yan kapı	✓	✓			✓	✓	✓	
Yolcu ve sürücü tarafı sürgülü yan kapı			✓	✓				✓
Yukarı açılır arka kapı	✓	✓	✓		✓	✓		
Çift kanatlı arka kapı				✓			✓	✓
Perde tipi bagaj örtüsü								
İki kademeli kullanılabilen sert örtüsü	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tablo 5.9 Wang ve Wang [27] çalışmasında önerdiği yaklaşımın ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri

Opsiyonel özellikler	Önerilen Yöntem				Wang ve Wang			
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Tavan rayları				✓		✓	✓	✓
Ön ve arka tampon koruma			✓	✓		✓	✓	✓
Karartılmış arka camlar+ tavan barı			✓	✓		✓	✓	✓
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü			✓	✓			✓	✓
Metalik boya							✓	✓
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Isıtmalı sürücü koltuğu			✓	✓			✓	✓
Elektrikli arka camlar		✓	✓	✓		✓	✓	✓
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Çocuk aynası			✓		✓		✓	✓
Far yıkama				✓			✓	✓
Hız sabitleme Sistemi							✓	✓
Ön eşya tavan rafı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bagaj bölümünde 12V priz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Motor alt muhafaza	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ön koltuklarda aktif kafalık sistemi		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ön sis farları	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lastik basınç sensörü				✓		✓	✓	✓
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi kumanda düğmeleri	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Multimedya Sistemi'ne entegre Türkiye haritalı navigasyon			✓	✓		✓	✓	✓
Geri görüş kamerası	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Türkçe yol bilgisayarı			✓	✓		✓	✓	✓

Wang ve Wang [27] çalışmasında bulanıklaştırmayı veri öncesinde duyguları yüzde ile ifade ederek yapmıştır. Bu durum uygulamayı zorlaştırmakta ve bulanıklaştırmının aslında karar aşamasında olması gerekmektedir. Bu nedenle, literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, İlbahar ve Çebi [57] e-ticaret sitesi tasarım parametrelerinin sınıflandırılmasında *A*, *O*, *M*, *I*, *R* ve *Q* bulanık kategorilerini uygulamıştır. İlbahar ve Çebi [57] çalışmasında önerdikleri bulanık Kano modelinde heyecan verici özellikleri diğer özelliklerden öne çıkaran ağırlık formülleri kullanılmıştır. Bu yöntem çalışmamıza uyguladığımızda durulaştırma adımı ve kullanılan ağırlık formülünden dolayı hatalı sonuç vermektedir. Örneğin, elektrikli arka cam, ön koltuklarda aktif kafalık sistemi ve buğu çözücülü dış dikiz aynalarının

bulunmadığı versiyonlarda navigasyon ve ısıtılmalı sürücü koltuğu bulunmaktadır. İlbarhar ve Çebi [57] çalışmasında kullanılan yöntemin ve yapılan öneriyle elde edilen sonuçlar Tablo 5.10 ve Tablo 5.11’de verilmiştir.

Tablo 5.10 İlbarhar ve Çebi [57] çalışmasında önerdiği yöntemin ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının temel özellikleri

Temel özellikler	Önerilen Yöntem				İlbarhar ve Çebi			
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Siyah yan koruma çıtaları	✓				✓	✓	✓	
Titanyum gri koruma çıtaları								
Piano black koruma çıtaları		✓	✓	✓				✓
Siyah kapı kolları	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
Titanyum gri kapı kolları								
Piano black kapı kolları				✓				✓
Tam boy jant kapağı	✓				✓			
Alaşım jant		✓	✓					
Elmas kesim alaşım jant				✓		✓	✓	✓
15" lastik	✓							
16" lastik		✓	✓					
16" 4 mevsim lastik				✓	✓	✓	✓	✓
Sürücü ön hava yastığı	✓				✓			
Sürücü ve yolcu ön hava yastığı		✓	✓	✓		✓	✓	✓
Sürücü ön, yolcu ön, sürücü ve yolcu yan hava yastığı								
Radyo MP3, USB/AUX ve Bluetooth®	✓				✓			
5" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi		✓	✓	✓		✓	✓	✓
7" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi								
Yolcu tarafı sürgülü yan kapı	✓	✓						
Yolcu ve sürücü tarafı sürgülü yan kapı			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yukarı açılır arka kapı	✓	✓	✓		✓	✓		
Çift kanatlı arka kapı				✓			✓	✓
Perde tipi bagaj örtüsü								
İki kademeli kullanılabilen sert örtüsü	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tablo 5.11 İlbarhar ve Çebi [57] çalışmasında önerdiği yöntemin ve 3. modelin sonucunda oluşturulan hafif ticari araç versiyonlarının opsiyonel özellikleri

Opsiyonel özellikler	Önerilen Yöntem				İlbarhar ve Çebi			
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Tavan rayları				✓			✓	✓
Ön ve arka tampon koruma			✓	✓			✓	✓
Karartılmış arka camlar+ tavan barı			✓	✓			✓	✓
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü			✓	✓				✓
Metalik boya								
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Isıtmalı sürücü koltuğu			✓	✓		✓	✓	✓
Elektrikli arka camlar		✓	✓	✓			✓	✓
Elektrik ayarlı ve buğu çözücü dış dikiz aynaları	✓	✓	✓	✓			✓	✓
Çocuk aynası			✓					
Far yıkama				✓			✓	✓
Hız sabitleme Sistemi								
Ön eşya tavan rafı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bagaj bölümünde 12V priz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Motor alt muhafaza	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	✓	✓	✓	✓			✓	✓
Ön koltuklarda aktif kafalık sistemi		✓	✓	✓			✓	✓
Ön sis farları	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lastik basınç sensörü				✓				✓
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi kumanda düğmeleri	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Multimedya Sistemi'ne entegre Türkiye haritalı navigasyon			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Geri görüş kamerası	✓	✓	✓	✓			✓	✓
Türkçe yol bilgisayarı			✓	✓				✓

Çalışma kapsamında önerilen dört farklı yöntemin sunduğu sonuçlar öncelikle kendi aralarında kıyaslanmış ardından pazara sunulan ürünlerin mevcut özellikleriyle kıyaslaması yapılmıştır. Daha sonra geliştirilen yöntemin verdiği sonuç benzer amaçla literatüre sunulmuş yöntemlerin çıktılarıyla kıyaslanmış ve önerilen yöntemin sunduğu çözümün mevcutlara kıyasla daha tutarlı olduğu anlaşılmıştır.

Günümüz küresel rekabetinde firmaların varlığını sürdürebilmesinin ön koşulu ürünlerde müşteri beklentilerini tam olarak karşılayacak özellikleri pazara sunmaktan geçmektedir. Özellikle rekabetin çetin yaşandığı otomotiv sektöründe, giderek artan firma sayısı ve teknolojiye hızlı gelişmeler neticesinde piyasaya sunulan ürün çeşitliliği artmaktadır. Otomobil ve ticari araç pazarı her geçen gün büyürken pazardaki rakipler de birbirinden müşteri alarak pazar paylarını arttırmaya çalışmaktadırlar. Bu nedenle firmalar artan rekabet ortamında ürün versiyonlarını farklılaştırma yoluna giderler. Arzu edilen amaca ulaşmak için, müşteri beklenti ve algısının iyi ölçülmesi ve müşteri beklentilerini tam olarak karşılayacak ürün versiyonlarının uygun maliyetlerde pazara sunulması oldukça önemlidir. Bu tez çalışmasında, müşteri beklentisi ve bütçesine bağlı olarak hafif ticari araç versiyonlarının özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışmada öncelikle Türkiye’de otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın hafif ticari aracı ve pazarda bulunan rakipleri araştırılarak çalışma kapsamına alınan donanım özellikleri tanımlanmıştır. Ardından tasarım özelliklerine ilişkin müşteri algısının ölçülmesi amacıyla anketler hazırlanarak sahada uygulanmıştır. Eş zamanlı olarak ürün özelliklerine ilişkin maliyetler işletmeden temin edilmiştir. Müşteri beklentisi ve maliyet gibi çelişen ölçütleri dikkate alan dört farklı model literatüre önerilmiştir. Önerilen ilk modelde, temel özelliklere ilişkin ağırlıklar Buckley’in bulanık AHP yöntemiyle hesaplanırken opsiyonel özelliklere ilişkin ağırlıklar bulanık Kano modeli yardımıyla hesaplanmıştır. Ardından, matematiksel model yardımıyla gelir gruplarına bağlı olarak hafif ticari araç versiyonları tanımlanmıştır. Böylece, müşterinin önem verdiği özellikler müşteri bütçesi dahilinde hafif ticari araç versiyonlarına eklenmiştir. İkinci modelde ilk modelden farklı olarak ürün özelliklerine ilişkin ağırlıklar bulanık Kano model yardımıyla hesaplanırken alt özelliklere ilişkin ağırlıklar ise Buckley’in bulanık AHP yöntemiyle hesaplanmıştır. Bu tez kapsamında

geliştirilen iki modelde, Buckley'in bulanık AHP yöntemi yerine ara değerli sezgisel bulanık AHP kullanılarak toplamda dört yeni model oluşturulmuştur. Bu modellerin karşılaştırmalı analizi sonucunda, önerilen dört modelde küçük farklılıklar olsa da birbiriyle tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Pazarın ürün özelliklerini versiyonlara ekleme mantığına en uygun kademelendirmeyi gerçekleştiren 3. model seçilerek pazar araştırması ve diğer yaklaşımlarla tartışılmıştır. Böylece, müşteri beklentisi ve satın alma gücü dikkate alınarak bir hafif ticari aracın piyasaya sunulacak versiyonlarına ait özelliklerin tanımlanmasında karar desteği sunan modelin geçerliliği gösterilmiştir.

Çalışmada kurulan model, her bir versiyona özgü ürün özelliklerini bir alt versiyondan bağımsız tanımlamaktadır. Bu nedenle, herhangi bir versiyonda olan donanım özellikleri bir sonraki versiyonda olmayabilir. Burada sabit bir değer olarak girilen maliyet ve özelliğin sağladığı katkı dikkate alındığından versiyonlar birbirinden bağımsız belirlenmektedir. Çalışmanın amacına bağlı olarak elde edilen sonuç doğru ve eksiksizdir. Ancak gelecek çalışmalarda, sabit bir maliyet yerine yaklaşık bir maliyet değeri tanımlanabilir ve tüm maliyet limitlerini dikkate alarak versiyonları birbirini tamamlayacak şekilde oluşturacak bir model geliştirilebilir.

Tablo A.1 Çalışma kapsamına alınan ürün özellikleri ve dönüştürülmüş ürün fiyatları

Özellikler	Fiyatlar
Yan koruma çıtaları (Siyah/Titanyum gri/Piano black)	(5,48/7,70/7,70)
Kapı kolları (Siyah/Titanyum gri/Piano black)	(7,85/11,41/11,41)
Jant (Tam boy jant kapağı/Alaşım jant/Elmas kesim alaşım jant)	(2,96/21,48/23,70)
Lastik (15" /16" /16" 4 mevsim)	(13,33/20,74/25,19)
Hava yastığı Sürücü ön/Sürücü ön ve yolcu ön/Sürücü ön, yolcu ön, sürücü ve yolcu yan	(11,57/27,77/50,21)
Müzik sistemi (Radyo MP3, USB/AUX ve Bluetooth® / 5" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi /7" dokunmatik ekranlı multimedya sistemi)	(19,04/27,82/34,09)
Sürgülü yan kapı (Yolcu tarafı/Yolcu ve sürücü tarafı)	(23,49/33,49)
Arka kapı (Yukarı açılır/Çift kanatlı)	(23,46/28,64)
Bagaj örtüsü (Perde tipi/İki kademeli kullanılabilen sert bagaj örtüsü)	(9,78/7,41)
Tavan rayları	7,41
Ön ve arka tampon koruma	8,75
Karartılmış arka camlar+ tavan barı	7,41
Deri direksiyon simidi, vites topuzu, el freni körüğü	15,08
Metalik boya	8,00
Yükseklik ve derinlik ayarlı direksiyon	6,30
Isıtmalı sürücü koltuğu	11,43
Elektrikli arka camlar	6,87
Elektrik ayarlı ve buğu çözücülü dış dikiz aynaları	6,67
Çocuk aynası	1,37
Far yıkama	13,33
Hız sabitleme sistemi	23,33
Ön eşya tavan rafı	3,04
Bagaj bölümünde 12V priz	1,00
Motor alt muhafaza	1,51
Arka tamponda sesli park yardım sistemi	6,64

Tablo A.1 Çalışma kapsamına alınan ürün özellikleri ve dönüştürülmüş ürün fiyatları(devam)

Özellikler	Fiyatlar
Ön koltuklarda aktif kafalık sistemi	8,15
Ön sis farları	3,36
Lastik basınç sensörü	4,65
Direksiyon simidi üzerinde ses sistemi kumanda düğmeleri	4,33
Multimedya Sistemi'ne entegre Türkiye haritalı navigasyon	6,81
Geri görüş kamerası	8,37
Türkçe yol bilgisayarı	13,66

B

Uygulama Tabloları

Tablo B.1 Karar vericilerin yan koruma çıtalarını değerlendirmelerine ait bulanık sayılar

Yan koruma çıtaları	Siyah	Titanyum gri	Piano black
Siyah	(1;1;1)	(0,26;0,39;1,14)	(0,2;0,26;0,49)
Titanyum gri	(0,88;2,55;3,84)	(1;1;1)	(0,29;0,42;1,21)
Piano black	(2,03;3,8;5,01)	(0,82;2,39;3,49)	(1;1;1)

Tablo B.2 Karar vericilerin kapı kollarını değerlendirmelerine ait bulanık sayılar

Kapı kolları	Siyah	Titanyum gri	Piano black
Siyah	(1;1;1)	(0,28;0,42;1,10)	(0,22;0,31;0,60)
Titanyum gri	(0,91;2,38;3,63)	(1;1;1)	(0,35;0,49;1,47)
Piano black	(1,67;3,21;4,45)	(0,68;2,04;2,83)	(1;1;1)

Tablo B.3 Karar vericilerin jant değerlendirmelerine ait bulanık sayılar

Jant	Jant kapağı	Alaşım jant	Elmas kesim alaşım jant
Jant kapağı	(1;1;1)	(0,18;0,28;0,68)	(0,14;0,20;0,35)
Alaşım jant	(1,47;3,59;5,63)	(1;1;1)	(0,29;0,43;1,29)
Elmas kesim alaşım jant	(2,87;5,04;7,10)	(0,77;2,32;3,42)	(1;1;1)

Tablo B.4 Karar vericilerin lastik değerlendirmelerine ait bulanık sayılar

Lastik	15"	16"	16" 4 mevsim
15"	(1;1;1)	(0,15;0,21;0,38)	(0,12;0,15;0,22)
16"	(2,62;4,75;6,79)	(1;1;1)	(0,22;0,36;1,07)
16" 4 mevsim	(4,46;6,59;8,44)	(0,94;2,81;4,55)	(1;1;1)

Tablo B.5 Karar vericilerin hava yastığı değerlendirmelerine ait bulanık sayılar

Hava yastığı	Tip 1	Tip 2	Tip 3
Tip 1	(1;1;1)	(0,14;0,20;0,36)	(0,12;0,14;0,20)
Tip 2	(2,79;5,09;7,03)	(1;1;1)	(0,24;0,37;1,07)
Tip 3	(4,99;7,07;8,48)	(0,94;2,72;4,22)	(1;1;1)

Tablo B.6 Karar vericilerin müzik sistemi değerlendirmelerine ait bulanık sayılar

Müzik sistemi	Tip 1	Tip 2	Tip 3
Tip 1	(1;1;1)	(0,18;0,30;0,77)	(0,14;0,19;0,33)
Tip 2	(1,29;3,38;5,41)	(1;1;1)	(0,24;0,38;1,14)
Tip 3	(3,06;5,20;7,24)	(0,88;2,64;4,14)	(1;1;1)

Tablo B.7 Karar vericilerin sürgülü yan kapı değerlendirmelerine ait bulanık sayılar

Sürgülü yan kapı	Yolcu tarafı	Yolcu ve sürücü tarafı
Yolcu tarafı	(1;1;1)	(0,14;0,19;0,32)
Yolcu ve sürücü tarafı	(3,12;5,28;7,24)	(1;1;1)

Tablo B.8 Karar vericilerin arka kapı değerlendirmelerine ait bulanık sayılar

Arka kapı	Yukarı açılır	Çift kanatlı
Yukarı açılır	(1;1;1)	(0,32;0,52;1,23)
Çift kanatlı	(0,81;1,94;3,14)	(1;1;1)

Tablo B.9 Karar vericilerin bagaj örtüsü değerlendirmelerine ait bulanık sayılar

Bagaj örtüsü	Perde tipi	İki kademeli kullanılabilen sert
Perde tipi	(1;1;1)	(0,44;0,57;1,47)
İki kademeli kullanılabilen sert	(0,68;1,75;2,30)	(1;1;1)

Tablo B.10 Karar vericilerin temel özelliklere ilişkin değerlendirmelerine ait bulanık sayılar

	Yan koruma çıtaları	Kapı kolları	Jant	Lastik	Hava yastığı	Multimedya sistemi	Sürgülü yan kapı	Arka kapı	Bagaj örtüsü
Yan koruma çıtaları	(1;1;1)	(0,3;0,41;1,08)	(0,12;0,15;0,21)	(0,11;0,11;0,15)	(0,12;0,15;0,22)	(0,38;0,62;1,61)	(0,13;0,18;0,28)	(0,13;0,17;0,26)	(0,88;1,6;3,35)
Kapı kolları	(0,92;2,46;3,35)	(1;1;1)	(0,13;0,16;0,25)	(0,11;0,13;0,17)	(0,14;0,18;0,30)	(0,50;0,97;2,25)	(0,16;0,22;0,41)	(0,15;0,21;0,4)	(1,33;2,84;5,02)
Jant	(4,66;6,73;8,36)	(4,01;6,09;7,76)	(1;1;1)	(0,25;0,33;0,75)	(0,37;0,55;1,42)	(3,06;5,38;7,07)	(0,49;0,87;1,99)	(0,52;0,95;2,09)	(5,91;7,99;8,61)
Lastik	(6,86;8,87;9)	(5,97;8;9)	(1,38;3,07;4,13)	(1;1;1)	(1,56;2,89;5,14)	(6,03;8,07;8,87)	(2,8;4,59;6,73)	(2,72;4,5;6,63)	(7;9;9)
Hava yastığı	(4,50;6,69;8,07)	(3,35;5,54;7,35)	(0,7;1,82;2,72)	(0,21;0,39;0,7)	(1;1;1)	(4,75;6,83;8,36)	(1,07;2,02;3,97)	(1;1,84;3,78)	(6,86;8,87;9)
Multimedya sistemi	(0,62;1,62;2,63)	(0,44;1,04;2)	(0,14;0,19;0,33)	(0,11;0,12;0,17)	(0,13;0,17;0,24)	(1;1;1)	(0,15;0,21;0,39)	(0,14;0,2;0,36)	(1,78;3,07;5,35)
Sürgülü yan kapı	(3,57;5,71;7,5)	(2,42;4,48;6,15)	(0,5;1,15;2,04)	(0,15;0,22;0,36)	(0,24;0,46;0,83)	(2,41;4,68;6,69)	(1;1;1)	(0,91;1,38;3,37)	(4,45;5,96;6,95)
Arka kapı	(4,01;6,09;7,76)	(2,52;4,77;6,63)	(0,48;1,05;1,91)	(0,15;0,22;0,37)	(0,26;0,51;1)	(2,8;5,04;6,96)	(0,3;0,72;1,1)	(1;1;1)	(5,8;7,84;8,87)
Bagaj örtüsü	(0,30;0,63;1,14)	(0,20;0,36;0,80)	(0,12;0,13;0,17)	(0,11;0,11;0,14)	(0,12;0,13;0,18)	(0,19;0,33;0,56)	(0,12;0,15;0,2)	(0,11;0,13;0,19)	(1;1;1)

Tablo B.11 Temel özelliklerin bulanık ağırlık değerleri

Temel özellikler	L	M	U
Yan koruma çıtaları	0,01	0,02	0,06
Kapı kolları	0,02	0,03	0,08
Jant	0,06	0,13	0,33
Lastik	0,16	0,33	0,62
Hava yastığı	0,08	0,19	0,41
Multimedya sistemi	0,02	0,03	0,08
Sürgülü yan kapı	0,05	0,12	0,28
Arka kapı	0,05	0,12	0,26
Bagaj örtüsü	0,01	0,02	0,04

Tablo B.12 Yan koruma çıtalarının bulanık ağırlık değerleri

Yan koruma çıtaları	L	M	U
Siyah	0,07	0,13	0,38
Titanyum gri	0,12	0,29	0,76
Piano black	0,23	0,58	1,19

Tablo B.13 Kapı kollarının bulanık ağırlık değerleri

Kapı kolları	L	M	U
Siyah	0,08	0,15	0,41
Titanyum gri	0,14	0,31	0,82
Piano black	0,21	0,54	1,10

Tablo B.14 Jant bulanık ağırlık değerleri

Jant	L	M	U
Jant kapağı	0,05	0,10	0,26
Alaşım jant	0,14	0,30	0,82
Elmas kesim alaşım jant	0,24	0,60	1,23

Tablo B.15 Lastik bulanık ağırlık değerleri

Lastik	L	M	U
15"	0,05	0,08	0,16
16"	0,14	0,29	0,72
16" 4 mevsim	0,28	0,64	1,25

Tablo B.16 Hava yastığı bulanık ağırlık değerleri

Hava yastığı	L	M	U
Tip 1	0,05	0,07	0,15
Tip 2	0,15	0,29	0,70
Tip 3	0,30	0,64	1,18

Tablo B.17 Müzik sistemi bulanık ağırlık değerleri

Müzik sistemi	L	M	U
Tip 1	0,05	0,10	0,27
Tip 2	0,12	0,28	0,78
Tip 3	0,25	0,62	1,31

Tablo B.18 Sürgülü yan kapı bulanık ağırlık değerleri

Sürgülü yan kapı	L	M	U
Yolcu tarafı	0,11	0,16	0,26
Yolcu ve sürücü tarafı	0,54	0,84	1,26

Tablo B.19 Arka kapı bulanık ağırlık değerleri

Arka kapı	L	M	U
Yukarı açılır	0,2	0,34	0,76
Çift kanatlı	0,31	0,66	1,21

Tablo B.20 Bagaj örtüsü bulanık ağırlık değerleri

Bagaj örtüsü	L	M	U
Perde tipi	0,24	0,36	0,82
İki kademeli kullanılabilen sert	0,3	0,64	1,02

Tablo B.21 Karar vericilerin temel özelliklere ilişkin değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar

	Yan koruma çıtaları				Kapı kolları				Jant				Lastik				Hava yastığı			
Yan koruma çıtaları	0,50	0,50	0,50	0,50	0,31	0,51	0,22	0,49	0,11	0,31	0,39	0,69	0,01	0,21	0,49	0,79	0,11	0,31	0,39	0,69
Kapı kolları	0,47	1,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,14	0,34	0,36	0,66	0,05	0,25	0,45	0,75	0,16	0,37	0,33	0,63
Jant	0,70	1,00	0,00	0,00	0,68	1,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,28	0,48	0,25	0,52	0,34	0,55	0,20	0,45
Lastik	0,80	1,00	0,00	0,00	0,76	1,00	0,00	0,00	0,51	0,73	0,00	0,27	0,50	0,50	0,50	0,50	0,53	0,74	0,00	0,26
Hava yastığı	0,72	1,00	0,00	0,00	0,65	1,00	0,00	0,00	0,43	0,64	0,00	0,36	0,25	0,45	0,27	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50
Multimedya sistemi	0,42	0,62	0,00	0,38	0,39	0,59	0,16	0,41	0,17	0,37	0,32	0,63	0,04	0,24	0,45	0,76	0,11	0,32	0,39	0,68
Sürgülü yan kapı	0,66	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	0,40	0,61	0,00	0,39	0,20	0,40	0,31	0,60	0,27	0,47	0,25	0,53
Arka kapı	0,68	1,00	0,00	0,00	0,62	1,00	0,00	0,00	0,40	0,61	0,00	0,39	0,20	0,40	0,30	0,60	0,29	0,49	0,23	0,51
Bagaj örtüsü	0,30	0,51	0,00	0,49	0,26	0,46	0,25	0,54	0,04	0,25	0,45	0,75	0,00	0,20	0,50	0,80	0,02	0,22	0,49	0,78
	Multimedya sistemi				Sürgülü yan kapı				Arka kapı				Bagaj örtüsü							
Yan koruma çıtaları	0,36	0,56	0,18	0,44	0,16	0,36	0,34	0,64	0,15	0,35	0,35	0,65	0,44	0,65	0,14	0,35				
Kapı kolları	0,41	0,61	0,00	0,39	0,21	0,41	0,29	0,59	0,20	0,40	0,29	0,60	0,52	0,72	0,00	0,28				
Jant	0,66	1,00	0,00	0,00	0,41	0,62	0,00	0,38	0,42	0,64	0,00	0,36	0,77	1,00	0,00	0,00				
Lastik	0,77	1,00	0,00	0,00	0,60	0,80	0,00	0,20	0,59	0,80	0,00	0,20	0,80	1,00	0,00	0,00				
Hava yastığı	0,71	1,00	0,00	0,00	0,48	0,69	0,00	0,31	0,47	0,68	0,00	0,32	0,80	1,00	0,00	0,00				
Multimedya sistemi	0,50	0,50	0,50	0,50	0,20	0,40	0,29	0,60	0,19	0,39	0,30	0,61	0,55	0,76	0,00	0,24				
Sürgülü yan kapı	0,61	1,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,43	0,63	0,16	0,37	0,72	1,00	0,00	0,00				
Arka kapı	0,63	1,00	0,00	0,00	0,26	0,46	0,29	0,54	0,50	0,50	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00				
Bagaj örtüsü	0,22	0,42	0,29	0,58	0,08	0,28	0,43	0,72	0,05	0,26	0,44	0,74	0,50	0,50	0,50	0,50				

Tablo B.22 Yan koruma çıtaları değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar

Yan koruma çıtaları	Siyah				Titanyum gri				Piano black			
Siyah	0,50	0,50	0,50	0,50	0,31	0,51	0,20	0,49	0,24	0,44	0,28	0,56
Titanyum gri	0,46	0,67	0,00	0,33	0,50	0,50	0,50	0,50	0,32	0,52	0,20	0,48
Piano black	0,56	0,77	0,00	0,23	0,45	0,66	0,00	0,34	0,50	0,50	0,50	0,50

Tablo B.23 Kapı kolları değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar

Kapı kolları	Siyah				Titanyum gri				Piano black			
Siyah	0,50	0,50	0,50	0,50	0,32	0,52	0,21	0,48	0,26	0,46	0,26	0,54
Titanyum gri	0,47	0,67	0,00	0,33	0,50	0,50	0,50	0,50	0,34	0,54	0,20	0,46
Piano black	0,54	0,76	0,00	0,24	0,41	0,62	0,16	0,38	0,50	0,50	0,50	0,50

Tablo B.24 Jant değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar

Jant	Jant kapağı				Alaşım jant				Elmas kesim alaşım jant			
Jant kapağı	0,50	0,50	0,50	0,50	0,27	0,47	0,23	0,53	0,19	0,39	0,30	0,61
Alaşım jant	0,54	0,74	0,00	0,26	0,50	0,50	0,50	0,50	0,32	0,53	0,20	0,47
Elmas kesim alaşım jant	0,62	0,82	0,00	0,18	0,44	0,65	0,14	0,35	0,50	0,50	0,50	0,50

Tablo B.25 Lastik değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar

Lastik	15"				16"				16" 4 mevsim			
15"	0,50	0,50	0,50	0,50	0,21	0,41	0,29	0,59	0,11	0,32	0,38	0,68
16"	0,60	0,80	0,00	0,20	0,50	0,50	0,50	0,50	0,31	0,51	0,20	0,49
16" 4 mevsim	0,70	1,00	0,00	0,00	0,49	0,69	0,11	0,31	0,50	0,50	0,50	0,50

Tablo B.26 Hava yastığı değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar

Hava yastığı	Tip 1				Tip 2				Tip 3			
Tip 1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,18	0,38	0,31	0,62	0,09	0,29	0,40	0,71
Tip 2	0,64	1,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,31	0,51	0,20	0,49
Tip 3	0,72	1,00	0,00	0,00	0,48	0,68	0,00	0,32	0,50	0,50	0,50	0,50

Tablo B.27 Müzik sistemi değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar

Müzik sistemi	Tip 1				Tip 2				Tip 3			
Tip 1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,28	0,48	0,22	0,52	0,18	0,39	0,31	0,61
Tip 2	0,53	0,73	0,00	0,27	0,50	0,50	0,50	0,50	0,31	0,51	0,20	0,49
Tip 3	0,62	0,83	0,00	0,17	0,47	0,67	0,12	0,33	0,50	0,50	0,50	0,50

Tablo B.28 Sürgülü yan kapı değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar

Sürgülü yan kapı	Yolcu tarafı				Yolcu ve sürücü tarafı			
Yolcu tarafı	0,50	0,50	0,50	0,50	0,18	0,38	0,32	0,62
Yolcu ve sürücü tarafı	0,63	1,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50

Tablo B.29 Arka kapı değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar

Arka kapı	Yukarı açılır				Çift kanatlı			
Yukarı açılır	0,50	0,50	0,50	0,50	0,34	0,55	0,00	0,45
Çift kanatlı	0,47	0,68	0,00	0,32	0,50	0,50	0,50	0,50

Tablo B.30 Bagaj örtüsü değerlendirmelerine ait ara değerli sezgisel bulanık sayılar

Bagaj örtüsü	Perde tipi				İki kademeli kullanılabilen sert			
Perde tipi	0,50	0,50	0,50	0,50	0,34	0,54	0,21	0,46
İki kademeli kullanılabilen sert	0,40	0,62	0,00	0,38	0,50	0,50	0,50	0,50

Tablo B.31 Temel özelliklere ilişkin skor değerlendirme matrisi

	Yan koruma çıtaları	Kapı kolları	Jant	Lastik	Hava yastığı	Multimedya sistemi	Sürgülü yan kapı	Arka kapı	Bagaj örtüsü
Yan koruma çıtaları	[0;0]	[-0,19;0,29]	[-0,58;-0,08]	[-0,79;-0,29]	[-0,59;-0,08]	[-0,08;0,38]	[-0,48;0,02]	[-0,51;0]	[0,09;0,5]
Kapı kolları	[0,47;1]	[0;0]	[-0,52;-0,02]	[-0,7;-0,2]	[-0,47;0,04]	[0,02;0,61]	[-0,38;0,12]	[-0,4;0,11]	[0,24;0,72]
Jant	[0,7;1]	[0,68;1]	[0;0]	[-0,25;0,23]	[-0,11;0,35]	[0,66;1]	[0,03;0,62]	[0,06;0,64]	[0,77;1]
Lastik	[0,8;1]	[0,76;1]	[0,24;0,73]	[0;0]	[0,26;0,74]	[0,77;1]	[0,4;0,8]	[0,39;0,8]	[0,8;1]
Hava yastığı	[0,72;1]	[0,65;1]	[0,07;0,64]	[-0,3;0,18]	[0;0]	[0,71;1]	[0,17;0,69]	[0,15;0,68]	[0,8;1]
Multimedya sistemi	[0,04;0,62]	[-0,02;0,43]	[-0,46;0,05]	[-0,71;-0,21]	[-0,57;-0,07]	[0;0]	[-0,4;0,11]	[-0,42;0,08]	[0,3;0,76]
Sürgülü yan kapı	[0,66;1]	[0,6;1]	[0,01;0,61]	[-0,41;0,09]	[-0,26;0,22]	[0,61;1]	[0;0]	[0,07;0,48]	[0,72;1]
Arka kapı	[0,68;1]	[0,62;1]	[0,01;0,61]	[-0,40;0,10]	[-0,22;0,26]	[0,63;1]	[-0,28;0,17]	[0;0]	[0,75;1]
Bagaj örtüsü	[-0,19;0,51]	[-0,28;0,21]	[-0,71;-0,21]	[-0,80;-0,30]	[-0,76;-0,27]	[-0,36;0,13]	[-0,64;-0,15]	[-0,69;-0,19]	[0;0]

Tablo B.32 Yan koruma çıtalarına ilişkin skor değerlendirme matrisi

Yan koruma çıtaları	Siyah	Titanyum gri	Piano black
Siyah	[0;0]	[-0,17;0,31]	[-0,33;0,16]
Titanyum gri	[0,13;0,67]	[0;0]	[-0,16;0,32]
Piano black	[0,33;0,77]	[0,10;0,66]	[0;0]

Tablo B.33 Kapı kollarına ilişkin skor değerlendirme matrisi

Kapı kolları	Siyah	Titanyum gri	Piano black
Siyah	[0;0]	[-0,17;0,31]	[-0,28;0,20]
Titanyum gri	[0,14;0,67]	[0;0]	[-0,13;0,34]
Piano black	[0,31;0,76]	[0,03;0,45]	[0;0]

Tablo B.34 Jant skor değerlendirme matrisi

Jant	Jant kapağı	Alaşım jant	Elmas kesim alaşım jant
Jant kapağı	[0;0]	[-0,27;0,24]	[-0,42;0,09]
Alaşım jant	[0,28;0,74]	[0;0]	[-0,15;0,33]
Elmas kesim alaşım jant	[0,44;0,82]	[0,09;0,51]	[0;0]

Tablo B.35 Lastik skor değerlendirme matrisi

Lastik	15"	16"	16" 4 mevsim
15"	[0;0]	[-0,38;0,12]	[-0,57;-0,07]
16"	[0,4;0,8]	[0;0]	[-0,19;0,31]
16" 4 mevsim	[0,7;1]	[0,17;0,58]	[0;0]

Tablo B.36 Hava yastığı skor değerlendirme matrisi

Hava yastığı	Tip 1	Tip 2	Tip 3
Tip 1	[0;0]	[-0,43;0,08]	[-0,62;-0,11]
Tip 2	[0,64;1]	[0;0]	[-0,19;0,30]
Tip 3	[0,72;1]	[0,16;0,68]	[0;0]

Tablo B.37 Müzik sistemi skor değerlendirme matrisi

Müzik sistemi	Tip 1	Tip 2	Tip 3
Tip 1	[0;0]	[-0,24;0,26]	[-0,43;0,07]
Tip 2	[0,25;0,73]	[0;0]	[-0,17;0,31]
Tip 3	[0,45;0,83]	[0,15;0,56]	[0;0]

Tablo B.38 Sürgülü yan kapı skor değerlendirme matrisi

Sürgülü yan kapı	Yolcu tarafı	Yolcu ve sürücü tarafı
Yolcu tarafı	[0;0]	[-0,44;0,07]
Yolcu ve sürücü tarafı	[0,63;1]	[0;0]

Tablo B.39 Arka kapı skor değerlendirme matrisi

Arka kapı	Yukarı açılır	Çift kanatlı
Yukarı açılır	[0;0]	[-0,11;0,55]
Çift kanatlı	[0,14;0,68]	[0;0]

Tablo B.40 Bagaj örtüsü skor değerlendirme matrisi

Bagaj örtüsü	Perde tipi	İki kademeli kullanılabilen sert
Perde tipi	[0;0]	[-0,11;0,34]
İki kademeli kullanılabilen sert	[0,02;0,62]	[0;0]

Tablo B.41 Temel özelliklere ilişkin aralık çarpım matrisi

	Yan koruma çıtaları	Kapı kolları	Jant	Lastik	Hava yastığı	Multimedya sistemi	Sürgülü yan kapı	Arka kapı	Bagaj örtüsü
Yan koruma çıtaları	[1;1]	[0,65;1,94]	[0,26;0,84]	[0,16;0,52]	[0,26;0,83]	[0,83;2,4]	[0,33;1,05]	[0,31;0,99]	[1,22;3,17]
Kapı kolları	[2,95;10]	[1;1]	[0,3;0,96]	[0,2;0,63]	[0,34;1,09]	[1,06;4,12]	[0,42;1,32]	[0,4;1,29]	[1,75;5,3]
Jant	[5,05;10]	[4,75;10]	[1;1]	[0,57;1,71]	[0,77;2,23]	[4,59;10]	[1,08;4,2]	[1,16;4,35]	[5,87;10]
Lastik	[6,24;10]	[5,73;10]	[1,76;5,38]	[1;1]	[1,83;5,46]	[5,82;10]	[2,52;6,36]	[2,44;6,24]	[6,31;10]
Hava yastığı	[5,19;10]	[4,51;10]	[1,18;4,39]	[0,5;1,51]	[1;1]	[5,13;10]	[1,5;4,9]	[1,41;4,76]	[6,24;10]
Multimedya sistemi	[1,09;4,19]	[0,96;2,71]	[0,34;1,11]	[0,19;0,62]	[0,27;0,85]	[1;1]	[0,4;1,28]	[0,38;1,21]	[2;5,7]
Sürgülü yan kapı	[4,56;10]	[3,96;10]	[1,02;4,05]	[0,39;1,22]	[0,55;1,66]	[4,09;10]	[1;1]	[1,16;3]	[5,28;10]
Arka kapı	[4,75;10]	[4,19;10]	[1,02;4,05]	[0,4;1,25]	[0,6;1,82]	[4,27;10]	[0,52;1,48]	[1;1]	[5,67;10]
Bagaj örtüsü	[0,64;3,23]	[0,53;1,64]	[0,2;0,62]	[0,16;0,5]	[0,17;0,54]	[0,44;1,34]	[0,23;0,71]	[0,2;0,65]	[1;1]

Tablo B.42 Yan koruma çıtalarına ilişkin aralık çarpım matrisi

Yan koruma çıtaları	Siyah	Titanyum gri	Piano black
Siyah	[1;1]	[0,67;2,04]	[0,47;1,43]
Titanyum gri	[1,36;4,67]	[1;1]	[0,69;2,07]
Piano black	[2,13;5,9]	[1,27;4,52]	[1;1]

Tablo B.43 Kapı kollarına ilişkin aralık çarpım matrisi

Kapı kolları	Siyah	Titanyum gri	Piano black
Siyah	[1;1]	[0,68;2,05]	[0,52;1,58]
Titanyum gri	[1,39;4,73]	[1;1]	[0,75;2,18]
Piano black	[2,02;5,78]	[1,06;2,84]	[1;1]

Tablo B.44 Jant aralık çarpım matrisi

Jant	Jant kapağı	Alaşım jant	Elmas kesim alaşım jant
Jant kapağı	[1;1]	[0,54;1,72]	[0,38;1,22]
Alaşım jant	[1,9;5,5]	[1;1]	[0,71;2,12]
Elmas kesim alaşım jant	[2,77;6,68]	[1,23;3,22]	[1;1]

Tablo B.45 Lastik aralık çarpım matrisi

Lastik	15"	16"	16" 4 mevsim
15"	[1;1]	[0,41;1,32]	[0,27;0,86]
16"	[2,51;6,34]	[1;1]	[0,65;2,03]
16" 4 mevsim	[4,96;10]	[1,49;3,79]	[1;1]

Tablo B.46 Hava yastığı aralık çarpım matrisi

Hava yastığı	Tip 1	Tip 2	Tip 3
Tip 1	[1;1]	[0,37;1,19]	[0,24;0,77]
Tip 2	[4,35;10]	[1;1]	[0,65;2,01]
Tip 3	[5,27;10]	[1,45;4,81]	[1;1]

Tablo B.47 Müzik sistemi aralık çarpım matrisi

Müzik sistemi	Tip 1	Tip 2	Tip 3
Tip 1	[1;1]	[0,57;1,81]	[0,37;1,19]
Tip 2	[1,79;5,34]	[1;1]	[0,67;2,06]
Tip 3	[2,83;6,74]	[1,4;3,6]	[1;1]

Tablo B.48 Sürgülü yan kapı aralık çarpım matrisi

Sürgülü yan kapı	Yolcu tarafı	Yolcu ve sürücü tarafı
Yolcu tarafı	[1;1]	[0,36;1,16]
Yolcu ve sürücü tarafı	[4,28;10]	[1;1]

Tablo B.49 Arka kapı aralık çarpım matrisi

Arka kapı	Yukarı açılır	Çift kanatlı
Yukarı açılır	[1;1]	[0,77;3,52]
Çift kanatlı	[1,39;4,77]	[1;1]

Tablo B.50 Bagaj örtüsü aralık çarpım matrisi

Bagaj örtüsü	Perde tipi	İki kademeli kullanılabilen sert
Perde tipi	[1;1]	[0,77;2,16]
İki kademeli kullanılabilen sert	[1,04;4,14]	[1;1]

Tablo B.51 Temel özelliklere ilişkin öncelik vektörü

Temel Özellikler	Öncelik
Yan koruma çıtaları	[0,015;0,083]
Kapı kolları	[0,025;0,168]
Jant	[0,073;0,349]
Lastik	[0,098;0,421]
Hava yastığı	[0,078;0,369]
Multimedya sistemi	[0,019;0,122]
Sürgülü yan kapı	[0,064;0,332]
Arka kapı	[0,066;0,324]
Bagaj örtüsü	[0,010;0,067]

Tablo B.52 Yan koruma çıtalarına ilişkin öncelik vektörü

Yan koruma çıtaları	Öncelik
Siyah	[0,091;0,466]
Titanyum gri	[0,129;0,806]
Piano black	[0,186;1,191]

Tablo B.53 Kapı kollarına ilişkin öncelik vektörü

Kapı kolları	Öncelik
Siyah	[0,099;0,491]
Titanyum gri	[0,142;0,838]
Piano black	[0,184;1,021]

Tablo B.54 Jant öncelik vektörü

Jant	Öncelik
Jant kapağı	[0,082;0,375]
Alaşım jant	[0,154;0,818]
Elmas kesim alaşım jant	[0,213;1,036]

Tablo B.55 Lastik öncelik vektörü

Lastik	Öncelik
15"	[0,062;0,239]
16"	[0,152;0,705]
16" 4 mevsim	[0,272;1,113]

Tablo B.56 Hava yastığı öncelik vektörü

Hava yastığı	Öncelik
Tip 1	[0,051;0,193]
Tip 2	[0,189;0,849]
Tip 3	[0,243;1,031]

Tablo B.57 Müzik sistemi öncelik vektörü

Müzik sistemi	Öncelik
Tip 1	[0,082;0,376]
Tip 2	[0,146;0,790]
Tip 3	[0,220;1,068]

Tablo B.58 Sürgülü yan kapı öncelik vektörü

Sürgülü yan kapı	Öncelik
Yolcu tarafı	[0,104;0,325]
Yolcu ve sürücü tarafı	[0,401;1,655]

Tablo B.59 Arka kapı öncelik vektörü

Arka kapı	Öncelik
Yukarı açılır	[0,172;1,086]
Çift kanatlı	[0,233;1,384]

Tablo B.60 Bagaj örtüsü öncelik vektörü

Bagaj örtüsü	Öncelik
Perde tipi	[0,213;0,831]
İki kademeli kullanılabilen sert	[0,245;1,350]

Tablo B.61 Olabilirlik derece matrisi ve temel özelliklerin ağırlıkları

	Yan koruma çıtaları	Kapı kolları	Jant	Lastik	Hava yastığı	Multimedya sistemi	Sürgülü yan kapı	Arka kapı	Bagaj örtüsü	w_i	w_i^T
Yan koruma çıtaları	0,500	0,276	0,030	0,000	0,015	0,373	0,056	0,054	0,582	0,598	0,075
Kapı kolları	0,724	0,500	0,227	0,149	0,207	0,604	0,252	0,255	0,788	0,801	0,100
Jant	0,970	0,773	0,500	0,419	0,478	0,870	0,523	0,530	1,000	1,062	0,133
Lastik	1,000	0,851	0,581	0,500	0,559	0,945	0,603	0,612	1,000	1,128	0,141
Hava yastığı	0,985	0,793	0,522	0,441	0,500	0,888	0,545	0,553	1,000	1,081	0,135
Multimedya sistemi	0,627	0,396	0,130	0,055	0,112	0,500	0,155	0,156	0,701	0,704	0,088
Sürgülü yan kapı	0,944	0,748	0,477	0,397	0,455	0,845	0,500	0,507	0,992	1,041	0,130
Arka kapı	0,946	0,745	0,470	0,388	0,447	0,844	0,493	0,500	0,996	1,037	0,130
Bagaj örtüsü	0,418	0,212	0,000	0,000	0,000	0,299	0,008	0,004	0,500	0,549	0,069

Tablo B.62 Olabilirlik derece matrisi ve yan koruma çıtalarının ağırlıkları

Yan koruma çıtaları	Siyah	Titanyum gri	Piano black	w_i	w_i^T
Siyah	0,500	0,320	0,203	0,508	0,254
Titanyum gri	0,680	0,500	0,369	0,683	0,341
Piano black	0,797	0,631	0,500	0,810	0,405

Tablo B.63 Olabilirlik derece matrisi ve kapı kollarının ağırlıkları

Kapı kolları	Siyah	Titanyum gri	Piano black	w_i	w_i^T
Siyah	0,500	0,321	0,250	0,524	0,262
Titanyum gri	0,679	0,500	0,427	0,702	0,351
Piano black	0,750	0,573	0,500	0,775	0,387

Tablo B.64 Olabilirlik derece matrisi ve jant ağırlıkları

Jant	Jant kapağı	Alaşım jant	Elmas kesim alaşım jant	w_i	w_i^T
Jant kapağı	0,500	0,231	0,145	0,459	0,229
Alaşım jant	0,769	0,500	0,407	0,725	0,363
Elmas kesim alaşım jant	0,855	0,593	0,500	0,816	0,408

Tablo B.65 Olabilirlik derece matrisi ve lastik ağırlıkları

Lastik	15"	16"	16" 4 mevsim	w_i	w_i^T
15"	0,500	0,119	0,000	0,373	0,186
16"	0,881	0,500	0,310	0,730	0,365
16" 4 mevsim	1,000	0,690	0,500	0,897	0,448

Tablo B.66 Olabilirlik derece matrisi ve hava yastığı ağırlıkları

Hava yastığı	Tip 1	Tip 2	Tip 3	w_i	w_i^T
Tip 1	0,500	0,006	0,000	0,335	0,168
Tip 2	0,994	0,500	0,418	0,804	0,402
Tip 3	1,000	0,582	0,500	0,861	0,430

Tablo B.67 Olabilirlik derece matrisi ve müzik sistemi ağırlıkları

Müzik sistemi	Tip 1	Tip 2	Tip 3	w_i	w_i^T
Tip 1	0,500	0,246	0,137	0,461	0,230
Tip 2	0,754	0,500	0,382	0,712	0,356
Tip 3	0,863	0,618	0,500	0,827	0,414

Tablo B.68 Olabilirlik derece matrisi ve sürgülü yan kapı ağırlıkları

Sürgülü yan kapı	Yolcu tarafı	Yolcu ve sürücü tarafı	w_i	w_i^T
Yolcu tarafı	0,500	0,000	0,250	0,250
Yolcu ve sürücü tarafı	1,000	0,500	0,750	0,750

Tablo B.69 Olabilirlik derece matrisi ve arka kapı ağırlıkları

Arka kapı	Yukarı açılır	Çift kanatlı	w_i	w_i^T
Yukarı açılır	0,500	0,413	0,457	0,457
Çift kanatlı	0,587	0,500	0,543	0,543

Tablo B.70 Olabilirlik derece matrisi ve bagaj örtüsü ağırlıkları

Bagaj örtüsü	Perde tipi	İki kademeli kullanılabilen sert	w_i	w_i^T
Perde tipi	0,500	0,340	0,420	0,420
İki kademeli kullanılabilen sert	0,660	0,500	0,580	0,580

Referanslar

- [1] C. C. Chen ve M. C. Chuang, "Integrating the Kano model into a robust design approach to enhance customer satisfaction with product design," *Int. J. Prod. Econ.*, c. 114, sayı 2, ss. 667–681, 2008.
- [2] A. Chaudhuri ve M. Bhattacharyya, "A combined QFD and integer programming framework to determine attribute levels for conjoint study," *Int. J. Prod. Res.*, c. 47, sayı 23, ss. 6633–6649, 2009.
- [3] E. Koç, "Kansei mühendisliği kullanılarak müşteri odaklı ürün tasarımı: web sayfası tasarımında uygulanması," Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 2009.
- [4] P. D. Rufe, "Product development and design," in *Fundamentals of Manufacturing*, 3th ed. Society of Manufacturing Engineers, ss. 173-189, 2013.
- [5] K. T. Ulrich ve S. D. Eppinger, *Product Design and Development*, 5th ed. Philadelphia: McGraw-Hill/Irwin, 2012.
- [6] B. D. Mutlu, "New user-centered methods for design innovation: a study on the role of emerging methods in innovative product design and development," Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul, 2003.
- [7] S. Çebi, "Aksiyomlarla tasarım esaslı bulanık karar destek sistemi geliştirme ve bir uygulama," Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2010.
- [8] B. Kobu, *Üretim Yönetimi*, Genişletilmiş ve Güncellenmiş 16. Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 2013.
- [9] Ö. Küçükerman, *100 Adımda Endüstri için Ürün Tasarlamak*, 1. Baskı, Elma Basım, İstanbul, 2014.
- [10] R. P. Jindal, K. R. Sarangee, R. Echambadi, ve S. Lee, "Designed to succeed: Dimensions of product design and their impact on market share," *J. Mark.*, c. 80, sayı 4, ss. 72–89, 2016.
- [11] E. Liu ve S. W. Hsiao, "ANP-GP approach for product variety design," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, c. 29, sayı 3–4, ss. 216–225, 2006.
- [12] Y. C. Lin, H. H. Lai, ve C. H. Yeh, "Consumer-oriented product form design based on fuzzy logic: A case study of mobile phones," *Int. J. Ind. Ergon.*, c. 37, sayı 6, ss. 531–543, 2007.
- [13] M. C. Lin, C. C. Wang, M. S. Chen, ve C. A. Chang, "Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process," *Comput. Ind.*, c. 59, sayı 1, ss. 17–31, 2008.
- [14] E. Ostrosi ve S. T. Bi, "Generalised design for optimal product configuration,"

Int. J. Adv. Manuf. Technol., c. 49, sayı 1–4, ss. 13–25, 2010.

- [15] Z. Wang, P. K. Kannan, ve S. Azarm, "Customer-driven optimal design for convergence products," *J. Mech. Des.*, c. 133, sayı 10, 2011, Art. no. 101010.
- [16] C. K. Kwong, Y. Chen, ve K. Y. Chanc, "A methodology of integrating marketing with engineering for defining design specifications of new products," *J. Eng. Des.*, c. 22, sayı 3, ss. 201–213, 2011.
- [17] K. Y. Chan, C. K. Kwong, T. S. Dillon, ve K. Y. Fung, "An intelligent fuzzy regression approach for affective product design that captures nonlinearity and fuzziness," *J. Eng. Des.*, c. 22, sayı 8, ss. 523–542, 2011.
- [18] C. H. Wang ve J. N. Chen, "Using quality function deployment for collaborative product design and optimal selection of module mix," *Comput. Ind. Eng.*, c. 63, sayı 4, ss. 1030–1037, 2012.
- [19] J. Du, X. Hu, Q. Lu, ve S. Xu, "An optimization approach of product design with consumer preference uncertainty," in *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2012*, ss. 197–201.
- [20] C. H. Wang, "Incorporating customer satisfaction into the decision-making process of product configuration: A fuzzy kano perspective," *Int. J. Prod. Res.*, c. 51, sayı 22, ss. 6651–6662, 2013.
- [21] S. R. Gangurde ve M. M. Akarte, "Customer preference oriented product design using AHP-modified TOPSIS approach," *Benchmarking An Int. J.*, c. 20, sayı 4, ss. 549–564, 2013.
- [22] C. H. Wang ve O. Z. Hsueh, "A novel approach to incorporate customer preference and perception into product configuration: A case study on smart pads," *Comput. Stand. Interfaces*, c. 35, sayı 5, ss. 549–556, 2013.
- [23] C. H. Wang ve C. W. Shih, "Integrating conjoint analysis with quality function deployment to carry out customer-driven concept development for ultrabooks," *Comput. Stand. Interfaces*, c. 36, sayı 1, ss. 89–96, 2013.
- [24] Y. Wang ve M. Tseng, "Attribute selection for product configurator design based on Gini index," *Int. J. Prod. Res.*, c. 52, sayı 20, ss. 6136–6145, 2014.
- [25] C. H. Wang ve C. W. Wu, "Combining conjoint analysis with Kano model to optimize product varieties of smart phones: A VIKOR perspective," *J. Ind. Prod. Eng.*, c. 31, sayı 4, ss. 177–186, 2014.
- [26] P. Ji, J. Jin, T. Wang, ve Y. Chen, "Quantification and integration of Kano's model into QFD for optimising product design," *Int. J. Prod. Res.*, c. 52, sayı 21, ss. 6335–6348, 2014.
- [27] C. H. Wang ve J. Wang, "Combining fuzzy AHP and fuzzy Kano to optimize product varieties for smart cameras: A zero-one integer programming perspective," *Appl. Soft Comput.*, c. 22, ss. 410–416, 2014.
- [28] F. Fahma, I. Iftadi, ve N. A. Putri, "Customer requirement analysis of driver 's seat design using quality function deployment (QFD) case study : City car," in *Joint International Conference on Electric Vehicular Technology and Industrial, Mechanical, Electrical and Chemical Engineering, 2015*, ss. 173–177.

- [29] C. H. Wang, "Integrating Kansei engineering with conjoint analysis to fulfil market segmentation and product customisation for digital cameras," *Int. J. Prod. Res.*, c. 53, sayı 8, ss. 2427–2438, 2015.
- [30] S. R. Gangurde ve M. M. Akarte, "Segmentation based product design using preferred features," *Benchmarking An Int. J.*, c. 22, sayı 6, ss. 1096–1114, 2015.
- [31] M. C. Lin, Y. H. Lin, C. C. Lin, M. S. Chen, ve Y. C. Hung, "An integrated neuro-genetic approach incorporating the Taguchi method for product design," *Adv. Eng. Informatics*, c. 29, sayı 1, ss. 47–58, 2015.
- [32] C. H. Wang ve S. H. Nien, "Combining multiple correspondence analysis with association rule mining to conduct user-driven product design of wearable devices," *Comput. Stand. Interfaces*, c. 45, ss. 37–44, 2016.
- [33] C. H. Wang ve H. T. Chin, "Integrating affective features with engineering features to seek the optimal product varieties with respect to the niche segments," *Adv. Eng. Informatics*, c. 33, ss. 350–359, 2017.
- [34] Y. C. Lin ve C. C. Wei, "A hybrid consumer-oriented model for product affective design: An aspect of visual ergonomics," *Hum. Factors Ergon. Manuf.*, c. 27, sayı 1, ss. 17–29, 2017.
- [35] M. D. Shieh, Y. Li, ve C. C. Yang, "Product form design model based on multiobjective optimization and multicriteria decision-making," *Math. Probl. Eng.*, c. 2017, 2017, Art. no. 5187521.
- [36] Y. Wu ve J. Cheng, "Continuous fuzzy Kano model and fuzzy AHP model for aesthetic product design: Case study of an electric scooter," *Math. Probl. Eng.*, c. 2018, 2018, Art. no. 4162539.
- [37] P. Kumar ve P. Tandon, "A paradigm for customer-driven product design approach using extended axiomatic design," *J. Intell. Manuf.*, c. 30, sayı 30, ss. 589–603, 2019.
- [38] P. J. M. Van Laarhoven ve W. Pedrycz, "A fuzzy extension of Saaty's priority theory," *Fuzzy Sets Syst.*, c. 11, sayı 1–3, ss. 229–241, 1983.
- [39] J. J. Buckley, "Fuzzy hierarchical analysis," *Fuzzy Sets Syst.*, c. 17, sayı 3, ss. 233–247, 1985.
- [40] C. G. E. Boender, J. G. De Graan, ve F. A. Lootsma, "Multi-criteria decision analysis with fuzzy pairwise comparisons," *Fuzzy Sets Syst.*, c. 29, sayı 2, ss. 133–143, 1989.
- [41] D. Y. Chang, "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP," *Eur. J. Oper. Res.*, c. 95, sayı 3, ss. 649–655, 1996.
- [42] T. Özcan, "Havacılık endüstrisinde yeni destinasyon seçimi için hibrit bir çok kriterli karar verme yaklaşımı," *Alphanumeric J.*, c. 6, sayı 1, ss. 1–12, 2018.
- [43] Y. Topkarcı, "Alternatif pazarlama stratejilerinin değerlendirilmesinde bulanık çok ölçütlü bir yaklaşım," Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2013.
- [44] T. Y. Hsieh, S. T. Lu, ve G. H. Tzeng, "Fuzzy MCDM approach for planning and

- design tenders selection in public office buildings," *Int. J. Proj. Manag.*, c. 22, sayı 7, ss. 573–584, 2004.
- [45] C. Kahraman, A. Süder, ve İ. Kaya, "Fuzzy multicriteria evaluation of health research investments," *Technol. Econ. Dev. Econ.*, c. 20, sayı 2, ss. 210–226, 2014.
- [46] K. T. Atanassov, "Intuitionistic fuzzy sets," *Fuzzy Sets Syst.*, c. 20, sayı 1, ss. 87–96, 1986.
- [47] S. C. Onar, B. Oztaysi, İ. Otay, ve C. Kahraman, "Multi-expert wind energy technology selection using interval-valued intuitionistic fuzzy sets," *Energy*, c. 90, ss. 274–285, 2015.
- [48] Ö. F. Yılmaz, "Sanal hücreli üretim sistemi için üretim kontrol sisteminin belirlenmesi," *Gazi Üniversitesi Fen Bilim. Derg.*, c. 6, sayı 3, ss. 644–658, 2018.
- [49] İ. Yazıcı, "Bulanık çok ölçütlü yatırım analizleri ve bir işletme filosu için araç teknolojisi seçimi," Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2015.
- [50] J. Wu, H. Huang, ve Q. Cao, "Research on AHP with interval-valued intuitionistic fuzzy sets and its application in multi-criteria decision making problems," *Appl. Math. Model.*, c. 37, sayı 24, ss. 9898–9906, 2013.
- [51] N. Kano, "Attractive quality and must-be quality," *J. Japanese Soc. Qual. Control*, c. 14, sayı 2, ss. 39–48, 1984.
- [52] J. Mikulić ve D. Prebežac, "A critical review of techniques for classifying quality attributes in the Kano model," *Manag. Serv. Qual.*, c. 21, sayı 1, ss. 46–66, 2011.
- [53] M. A. Shafia ve S. Abdollahzadeh, "Integrating fuzzy Kano and fuzzy TOPSIS for classification of functional requirements in national standardization system," *Arab. J. Sci. Eng.*, c. 39, sayı 8, ss. 6555–6565, 2014.
- [54] E. K. Delice, "Havayolu firmaları seçimi için bulanık çok kriterli bir model," *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Derg.*, c. 31, sayı 2, 2016.
- [55] S. Çebi ve E. İlbarhar, "Akıllı telefon tasarımına etki eden parametrelerin bulanık Kano modeli ile analizi," *Alphanumeric J.*, c. 6, sayı 1, 2018.
- [56] Y. C. Lee ve S. Y. Huang, "A new fuzzy concept approach for Kano's model," *Expert Syst. Appl.*, c. 36, sayı 3, ss. 4479–4484, 2009.
- [57] E. İlbarhar ve S. Çebi, "Classification of design parameters for E-commerce websites: A novel fuzzy Kano approach," *Telemat. Informatics*, c. 34, sayı 8, ss. 1814–1825, 2017.

Tezden Üretilmiş Yayınlar

İletişim Bilgisi: mustafaerdem3@gmail.com

Konferans Bildirileri

1. M. Erdem ve S. Çebi, “Ürün tasarımı için bütünleşik yaklaşım ve otomotiv sektöründe uygulanması,” 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Yalova, 14-17 Şubat, 2019.

