

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BULANIK AKSİYOMATİK TASARIM İLE ÜRÜN
PORTFÖYÜNÜN BELİRLENMESİ: ENDÜSTRİYEL
MUTFAK SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nergis KAHRAMAN

Ana Bilim Dalı

: ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı

: Dr. Öğr. Üyesi Merve CENGİZ TOKLU

Haziran 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BULANIK AKSİYOMATİK TASARIM İLE ÜRÜN
PORTFÖYÜNÜN BELİRLENMESİ: ENDÜSTRİYEL
MUTFAK SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

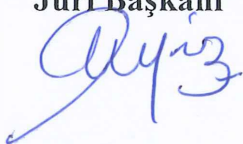
Nergis KAHRAMAN

Ana Bilim Dalı

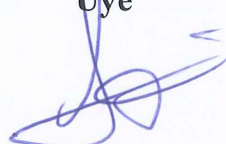
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 10/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

**Dr. Öğr. Üyesi
Merve CENGİZ TOKLU
Jüri Başkanı**



**Dr. Öğr. Üyesi
Alper KIRAZ
Üye**



**Dr. Öğr. Üyesi
Çağatay TEKE
Üye**



BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Nergis KAHRAMAN

06.05.2019

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca her konuda bilgi ve tecrübelerinden yararlanmaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasına ışık tutan, tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, çalışmamın her sürecinde bilgi ve deneyimlerini titizlikle paylaşan değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Merve CENGİZ TOKLU' ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma kapsamında araştırmaya konu olan ürünler ile ilgili bilgi ve tecrübelerini paylaşan değerli firma çalışanlarına, bana olan güven ve inançlarını her daim hissettiğim ailem, annem Nevriye KAHRAMAN ile sevgili babam Mehmet KAHRAMAN' a ve motivasyon kaynaklarım sevgili yeğenlerim Nisa RODOPLU ve Umut Ege DOĞRU' ya, bu süreçte desteklerini esirgemeyen ve yanımda olan kıymetli arkadaşlarım Tuğçe DURGUT, Kübra KÖSE ve Merve VARDAR' a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY	xii
 BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
 BÖLÜM 2.	
KARAR DESTEK SİSTEMLERİ	4
2.1. Karar Destek Sistemi Tanımı	4
2.2. Karar Verme Süreci Aşamaları.....	6
2.3. Karar Destek Sisteminin Faydaları	6
2.4. Karar Destek Sisteminin Bileşenleri.....	7
2.4.1. Veri yönetimi.....	7
2.4.2. Model yönetim sistemi	7
2.4.3. Bilgi tabanlı yönetim sistemi.....	7
2.5. Karar Destek Sisteminin Türleri	7
2.6. İşletmelerdeki Karar Destek Sistemleri ile Uygulama Alanları	8
 BÖLÜM 3.	
ÇOK KRİTERLİ KARAR ANALİZİ.....	9
3.1. Çok Kriterli Karar Verme	9

3.2. Çok Kriterli Karar Verme Problemleri	10
3.2.1. Seçim problemleri	10
3.2.2. Sınıflama problemleri	11
3.2.3. Sıralama problemleri	11
 BÖLÜM 4.	
AKSİYOMLARLA TASARIM.....	13
4.1. Tasarım, Tasarımcı ve Aksiyom Tanımları	13
4.2. Aksiyomlarla Tasarımın Amacı.....	15
 BÖLÜM 5.	
AKSİYOMATİK TASARIMIN YAPISI VE PRENSİPLERİ	17
5.1. Bilgi Sahaları ve Haritalandırma	17
5.2. Fonksiyonel İhtiyaçlar	18
5.3. Tasarım Aksiyomları	19
5.3.1. Bağımsızlık aksiyomu	19
5.3.2. Bilgi aksiyomu.....	19
5.4. Bulanık Aksiyomatik Tasarım.....	23
 BÖLÜM 6.	
ÜRÜN DEĞERLENDİRME	25
 BÖLÜM 7.	
BULANIK AKSİYOMATİK TASARIM YÖNTEMİ İLE HİYERARŞİK ÜRÜN PORTFÖYÜ DEĞERLENDİRME MODELİ	27
7.1. Uygulama Kriterleri.....	27
7.1.1. Satış	27
7.1.2. Estetiklik.....	28
7.1.3. Maliyet.....	28
7.1.4. Üretim ve planlama	28
7.1.5. Ürün güvenilirliği	28
7.1.6. Satılma	29

7.1.7. Satış sonrası servis.....	29
7.1.8. Teknik yeterlilik	29
7.2. Ürünlere Ait Bilgi İçeriklerinin Hesaplanması.....	31
7.2.1. X ürünü için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması.....	53
7.2.2. Y ürününe ait toplam bilgi içeriğinin hesaplanması.....	53
7.2.3. Z ürününe ait toplam bilgi içeriğinin hesaplanması	54
7.3. Ürünlerin Aksiyomatik Tasarım Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi.....	55
7.4. Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Ürünlerin Değerlendirilmesi	55
7.5. Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yöntemi ile Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yöntemi Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	59
 BÖLÜM 8.	
SONUÇ	61
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	65

SİMGELER VE KISALTMALAR

Acr	:	Ortak Alanı Bölgesi
AHP	:	Analitik Hiyerarşi Prosesi
Asr	:	Sistem Alanı Bölgesi
AT	:	Aksiyomatik Tasarım
ÇKKV	:	Çok Kriterli Karar Verme
DP	:	Tasarım Parametreleri
FR	:	Fonksiyonel İhtiyaçlar
I	:	Bilgi İçeriği
KDS	:	Karar Destek Sistemleri
Log	:	Logaritma
MIT	:	Massachussets Technology Institute
p	:	Fonksiyonel İhtiyaçları Sağlama Başarı Olasılığı
PPM	:	Ürün Portföy Yönetimi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Karar verme hiyerarşisi.....	4
Şekil 2.2. Karar verme süreci.....	6
Şekil 2.3. Karar destek sistemleri uygulama alanları.....	8
Şekil 3.1. Karar verme süreci.....	11
Şekil 4.1. Haritalama ile tasarım tanımı (Suh, 2001).....	14
Şekil 5.1. Aksiyomlarla tasarımda bilgi sahaları	18
Şekil 5.2. Tasarımın zigzaglar ile ayrılması (Yavuz, 2010).....	18
Şekil 5.3. Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve FR'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu	21
Şekil 5.4. Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve FR'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu (Aksakal,2009)	22
Şekil 5.5. Fiziksel olmayan kriterler için fiziksel gösterim (Aksakal, 2009).....	24
Şekil 7.1. X ürününün grup içi satış yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	31
Şekil 7.2. Y ürününün grup içi satış yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	32
Şekil 7.3. Z ürününün grup içi satış yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	32
Şekil 7.4. X ürününün grup içi ihracat yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	33
Şekil 7.5.Y ürününün grup içi ihracat yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	33
Şekil 7.6.Z ürününün grup içi ihracat yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	34
Şekil 7.7.X ürününün yıllık ciro yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	34

Şekil 7.8.Y ürününün yıllık ciro yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	35
Şekil 7.9.Z ürününün yıllık ciro yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	35
Şekil 7.10.X,Y,Z ürünlerinin estetiklik ana kriteri için tasarım, sistem ve ortak alan gösterimleri.....	36
Şekil 7.11.X ürününün birim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	37
Şekil 7.12.Y ürününün birim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	37
Şekil 7.13.Z Ürününün Birim Maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	37
Şekil 7.14.X ürününün işçilik maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	38
Şekil 7.15.Y ürününün işçilik maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	38
Şekil 7.16.Z Ürününün İşçilik Maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	39
Şekil 7.17.X ürününün günlük montaj kapasitesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	39
Şekil 7.18.Y ürününün günlük montaj kapasitesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	40
Şekil 7.19.Z ürününün günlük montaj kapasitesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	40
Şekil 7.20.X ürününün alt parça en uzun üretim çevrim süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	41
Şekil 7.21.Y Ürününün Alt Parça En Uzun Üretim Çevrim Süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	41
Şekil 7.22.Z ürününün alt parça en uzun üretim çevrim süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	42
Şekil 7.23.X,Y,Z ürünlerinin ürün güvenilirliği kriteri için tasarım, sistem ve ortak alan gösterimleri	42

Şekil 7.24.X ürününün alt parça en uzun tedarik süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	43
Şekil 7.25.Y ürününün alt parça en uzun tedarik süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	44
Şekil 7.26.Z ürününün alt parça en uzun tedarik süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	44
Şekil 7.27.X ürününün fason birim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	45
Şekil 7.28.Y ürününün fason birim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	45
Şekil 7.29.Z Ürününün Fason Birim Maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	46
Şekil 7.30.X ürününün garanti süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	46
Şekil 7.31.Y ürününün garanti süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	47
Şekil 7.32.Z ürününün garanti süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	47
Şekil 7.33.X ürününün satış sonrası servis talebi yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	48
Şekil 7.34.Y ürününün satış sonrası servis talebi yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	48
Şekil 7.35.Z ürününün satış sonrası servis talebi yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	48
Şekil 7.36.X ürününün bölgelerdeki servis bayisi dağılım yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	49
Şekil 7.37.Y ürününün bölgelerdeki servis bayisi dağılım yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	50
Şekil 7.38.Z ürününün bölgelerdeki servis bayisi dağılım yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	50
Şekil 7.39.X ürününün ortalama garanti kapsamı parça değişim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	51

Şekil 7.40.Y ürününün ortalama garanti kapsamı parça değişim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	51
Şekil 7.41.Z ürününün ortalama garanti kapsamı parça değişim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri.....	52
Şekil 7.42.X,Y,Z ürünlerinin teknik yeterlilik kriteri için tasarım, sistem ve ortak alan gösterimleri	52
Şekil 7.43.İki yöntemin karşılaştırma grafiği.....	60



TABLolar LİSTESİ

Tablo 7.1. Firmanın belirlediği tasarım aralığı ve ürün sistem aralık verileri	30
Tablo 7.2. Ağırlıklandırılmış kriterler tablosu	56
Tablo 7.3. X ürünü için ağırlıklandırılmış bilgi içerikleri.....	57
Tablo 7.4. Y ürünü için ağırlıklandırılmış bilgi içerikleri.....	58
Tablo 7.5. Z ürünü için ağırlıklandırılmış bilgi içerikleri	59

ÖZET

Anahtar kelimeler: Aksiyomatik tasarım, karar destek sistemleri, analitik hiyerarşi prosesi, ürün portföyü belirleme.

Şirketlerin bulunduğu piyasalarda rekabetin yüksek olması ve firmaların pazar paylarında hedeflerine ulaşmak istemeleri, onları ürün portföyü belirleme ve ürün portföy yönetimi süreçlerinde doğru ürünlerin saptanması, üretilmesi ve iyileştirilmesi konusunda arayışlara yöneltmiştir. Bu çalışma kapsamına dahil edilen ürün portföyü belirleme sürecinde, müşteri ve firma talepleri, çalışmanın değerlendirme kriterleri olarak alınmıştır. Değerlendirme kriterleri hem sayısal hem de dilsel ifadelerden oluşmaktadır. Bu çalışmada müşteri memnuniyetini ve firma taleplerini sağlamaya yönelik olarak, Sakarya’da endüstriyel mutfak sektöründe çalışma gösteren bir firmada aynı ürün grubuna dahil olan üç ürün arasında değerlendirme yapılmıştır. Ürünlerin değerlendirilmesinde firma tarafından belirlenen sekiz ana kriter kullanılmıştır. Kriter değerlendirmesinde, sayısal ve de dilsel tanımlamalar bir arada kullanılabildiği için “Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yönteminden” yararlanılmıştır. Ağırlıklandırma yapılmadan önceki toplam bilgi içeriğine göre; X,Y ve Z ürünlerinden en küçük bilgi içeriği değerine sahip olan ürün Z ürünü olarak belirlenmiştir. İkinci ürün Y ve son olarak X olarak bilgi içerikleri hesaplanmıştır. Firmadaki belirlenen alt ve ana kriterler, AHP yöntemi ile önceliklendirilmiş olup, ağırlıklı olarak hesaplandığında bilgi içeriği sıralamasında en optimum değere sahip ürün “Z”, ikinci “X” ürünü olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda şirket, müşteri ve firma beklentilerine en uygun olan iki seçenek ile ürün portföyünde değişiklik gerçekleştirmiştir. Hem müşteri hem de firma değerlendirme kriterlerine en uygun olan “Z” ve “X” ürünleri ürün gurubunun alt seçeneklerini oluşturmuştur. Değerlendirme de müşteri ve firma beklentilerine olumsuz sonuç veren “Y” ürünü, ürün grubundan çıkarılmıştır.

DETERMINATION OF PRODUCT PORTFOLIO WITH FUZZY AXIOMATIC DESIGN: APPLICATION IN INDUSTRIAL KITCHEN SECTOR

SUMMARY

Keywords: Axiomatic design, decision support systems, analytical hierarchy process, product portfolio determination.

In the markets where the companies are located, the competition is high and the firms want to reach their targets in the market shares, they have led them to search for product portfolio and product portfolio management processes in order to determine, produce and improve the right products. In the process of determining the product portfolio included in this study, customer and company demands were taken as evaluation criteria of the study. The evaluation criteria consist of both numerical and linguistic expressions. In this study, in order to provide customer satisfaction and firm demands, an evaluation was made between three products included in the same product group in a company that works in industrial kitchen sector in Sakarya. Eight main criteria were determined by the company. "Weighted Fuzzy Axiomatic Design Method was used in the criterion evaluation since numerical and linguistic definitions could be used together. According to the total information content before weighting; The product with the smallest value of information content from "X", "Y" and "Z" products is designated as Z product. The second product, the "Y" and finally the "X", the information contents were calculated. The main and sub-criteria defined in the company are prioritized by the AHP method. When calculated predominantly, the information content is calculated as the most optimal value product, "Z" optimum, the second "X", product. As a result of this study, the product portfolio has changed with two options which are the most suitable product for the company, customer and company expectations. The criteriers "Z "and "X"products, which are the most suitable for both customer and firm evaluation criteria, are the sub-options of the product group. "Y" products, which give negative results to the customer and company expectations, were removed from the product group.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde her geçen gün önemini ve kendini daha da fazla hissettiren rekabet piyasasında, güçlü kalabilmek için müşteri tatminini en üst seviyede tutmak artık zorunlu hale gelmiştir. Şirketlerin varlıklarını sürdürebilmesi ve amaçlarına ulaşabilmeleri için ellerinde var olan ve kısıtlarla sınırlı kaynakları en verimli şekilde kullanarak müşteri talebini en üst seviyede karşılayan ürün veya hizmetleri sunmak en büyük hedeflerden biri sayılmaktadır. Bir şirketin varlık amacı olan kar etmek; müşteri memnuniyeti; doğru fiyat politikası, doğru ürün sunumu, kalite ve yenilikçilik gibi faaliyetlerin sonucunda güçlü bir pazar payı olarak ancak mümkün olabilir. Firmaların müşteri taleplerini mümkün olan en optimum düzeyde karşılayan bir ürünü piyasaya sürmesi veya müşteri memnuniyetini sağlamayan, prestij kaybetmesine ve doğrudan piyasadaki reklamını kötü etkileyen bir ürünü piyasadan kaldırması, güçlü bir pazar payını doğrudan etkilemektedir.

Günümüzde mutfak sektörü önemli bir yere gelmiş, gelişen dünya ve insanların zaman kısıtlarının oluşması piyasada hızı gerekli kılmıştır. Bu nedenledir ki; sektörde, gerek büyük mutfaklar, gerek restoran zincirleri, gerekse ana sanayiler pratik, hijyenik ve hızlı makineleri kullanmaya yönelmişlerdir. Amaca uygun olarak üretilen endüstriyel mutfak ürünleri; hem uzun ömürlü, hem daha kısa sürede iş yapma kolaylığı, hem hijyen hem de iş güvenliği açısından büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Çalışma kapsamında endüstriyel mutfak ekipmanları sektörü içerisinde yer bulan ve restoranlarda, büfelerde veya ana sanayilerde iş kolaylığı sağlayan, hizmette hızı arttırmaya yönelik olarak üretilmiş bir ürün grubunun içerisindeki üç ürün pazarda seçilebilirlik ve firmanın beklentilerine göre değerlendirilmiştir.

Literatüre bakıldığında, Suh (1990) tarafından geliştirilen ve de günümüze değin gelişimini hızla devam ettiren AT tekniği ve prensipleri; sistemlerin,

organizasyonların ve birçok farklı konunun tasarımının yapımında kullanılmıştır. AT Tekniğinde iki önemli kavram üzerinde durulmaktadır. Biri Bağımsızlık Aksiyomu, diğeri de Bilgi Aksiyomudur. Bağımsızlık aksiyomu, birçok faaliyet alanında sistemlerin tasarımında bir metot olarak uygulanırken, diğ aksiyomu olan Bilgi aksiyomu tasarlanmış sistemlerin arasından en uygun olanın seçimin yapılması aşamasında karşımıza çıkmaktadır. Gunasekera ve Ali (1995), ele aldıkları çalışmalarında; metal şekillendirme faaliyeti için kavramsal seviye, ilk seviye ve son seviyeden meydana gelmiş üç basamaklı bir yaklaşım gerçekleştirmişlerdir. Cochran ve Reynal (1996), imalat sistemleri tasarlamak için aksiyomatik tasarım yöntemini kullanmışlar ve böylece sistemin performans analizini bu yöntem ile gerçekleştirmişlerdir. Suh (1997), AT yöntemini kullanarak sistemleri, tanımlama, sınıflandırma ve tasarlama kavramları üzerine bir yaklaşım oluşturmuştur. Suh ve ark. (1998), müşteri arzularına göre ideal olacak bir üretim sistemi tasarımını AT yaklaşımı kullanarak geliştirmişlerdir. Bröte ve diğerleri (1999), hücresele üretim konulu çalışmalarında AT prensiplerini kullanmışlardır. Cochran ve ark. (2000), kompleks bir üretim sistemini esnek ve daha küçük birimlere ayrıştırarak, bölümlendirme aşamasında AT ilkelerinden yararlanmaktadırlar. Houshmand ve Jamshidnezhad (2002), bir yalın imalat sistemi tasarımında organizasyona bağlı yetenekler ve değer akış analizi üzerinde durarak AT yaklaşımını benimsemişlerdir. Kulak ve ark.(2005) sistemin performans kriterlerine uygun olarak hücresele bir tasarımı değerlendirmek ve gelişimini sürekli kılmak için bir kontrol mekanizması oluşturmuşlardır. Houshmand and Jamshidnezhad (2006), çalışmalarında yalın yaklaşımlı bir üretim sistemi tasarımında proses değişkenlerini araç olarak kullanarak aksiyomatik bir model sunarlar. Özel ve Özyörük (2007), ise hiyerarşik bir tedarikçi seçim modeli oluşturmak için AT'nin bilgi aksiyomunu kullanarak minimum bilgi içeriğine sahip olan bir tedarikçi seçim problemi çözümü üzerinde durmuşlardır. Urbanic ve ark.(2009), tersine mühendislik çalışmasında aksiyomatik tasarımı kullanmışlardır. Çağatay (2012), bir robot kolu seçiminde karar verme analizi için AT yaklaşımından yararlanmıştır. Vardarlier ve ark.(2014), çalışmalarında; işletmelerin işe alım süreçlerini etkin bir halde yürütebilmelerine rehberlik sağlamak adına AT ilkeleri kullanılarak sürecin kavramsal modeli oluşturulmuş ve sunulan modelin diğ işletmelere de katkı sağlanması amaçlanmıştır. Arcidiacono ve ark. (2017), hasta

akışlarının ve buna bağlı olan faaliyetlerin, kaynakların optimizasyonuna uygulanan yalın prensiplerin etkinliğini, AT yöntemine dayanan teorik bir çerçeve ile tartışmaktadır. Batur ve ark.(2018),gıda üretimlerinin insan sağlığı için büyük önem taşıdığı üzerinde durarak bebek maması üretiminde hammadde kaynağı sağlanan tedarikçilerin hem nitel olan kriterlerini, hem de nicel olan tüm faktörlerini birlikte değerlendirilmesini sağlayan Bulanık Aksiyomatik tasarım kullanılmıştır.

Bu çalışma da yer bulan, bir ürün değerlendirme sürecinde sayısal ve de sayısal olamayan kriterlerin bir arada kullanılabilmesine yardımcı olan çok kriterli karar verme yöntemi olan AT'nin ikinci aksiyomu olarak ele alınan “Bulanık Bilgi Aksiyomu” yaklaşımı kullanılmıştır. Bulanık Bilgi Aksiyomu yöntemi literatürdeki diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre hem bulanık hem net olan sayısal verileri bir arada değerlendirebilmesi açısından daha avantajlıdır. Bu çalışmada, karar verici yönünden önemli kriterler, tasarlanan bir hiyerarşik ürün değerlendirme modeli ile bir ürün grubu içerisindeki üç üründen en düşük bilgi içeriği değerine sahip ürünün seçimine yönelik bir uygulama yapılmıştır. Bu uygulama içerisinde, gerçek hayatta olduğu gibi değerlendirme kriterlerinin firma ve müşteri gözünde eşit olmadığı göz önünde bulundurularak Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmış ve çözüm bu şekilde değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 2. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

2.1. Karar Destek Sistemi Tanımı

Karar verme, karar vericilerin, mevcutta bulunan tüm seçenekler arasından amaçları karşılayan en optimal bir ya da birkaç seçeneğin seçilmesi olarak tanımlanmaktadır. Süreç, karar vericinin mevcuttaki seçenekleri arasından sıralama veya sınıflandırma yapması şeklinde de bitebilir (Kutlu ve ark., 2012).

Karar destek sistemleri (KDS)' de, karar vericilere yol göstermek amacıyla problemleri tanımlamayı, çözüm üretmeyi ve karar vermeyi amaçlar. Karar destek sistemleri genellikle, yarı yapılandırılmış veya yapılandırılmamış durumlarda ya da hangi yönde bir karar verilmesi tam anlamda kestirilemediği durumlarda, karar vericiye modeller, bilgi veya veri yönetme araçları sağlayan interaktif bilgi sistemleri olup karar verme aşamasının yeterliliğini geliştirmekten fazla, etkinliğinin gelişimini hedeflerler (Özata ve ark., 2004).



Şekil 2.1. Karar verme hiyerarşisi

Günümüz koşullarında hayatımızda yer edinen Karar deste sistemlerinin önemini kavramak gerekir. Özellikle firmalarda, karar destek sistemlerinin uygulamalarını ön plana çıkartıp sistemdeki problemlere alternatif çözümler üretilebilmektedir.

Son dönemde karar vericilerin karar verme sürecinde, karar destek sistemlerinin kullanılması oldukça yaygınlaşmıştır. Karar vericilerin daha da geliştirilerek uygulamalarına sunulan karar destek sistemleri işletmelerin iç ve dış verilerine son kullanıcıların kolaylıkla ulaşabilmelerini sağlamaktadır. Bu doğrultuda, ulaşılmak istenen bilgiye hızlı ve tam zamanında erişim, firmalarda kararların doğru ve zamanında alınmasını sağlayarak verimlilik ile birlikte alınan kararların kalitesini yükseltmektedir (Uyanık, 2016).

Karar verme analizi, 1950'lerin sonlarında ve 1960'ların başında "Carnegie Institute Of Technology" tarafından gerçekleştirilmiştir. MIT (Massachusetts Technology Institute), bilgisayar tabanlı karar verme teoresini 1960'lı yıllarda kullanmaya başlamıştır. 1980'li yıllarda karar destek sistemlerine olan yoğun ilgi neticesinde, "Organizasyonel Karar Destek Sistemi", "Grup Karar Destek Sistemi" ve "Yönetim Bilgi Sistemi" dahil olmak üzere üç başlık altında toplanmıştır. 1990 yıllarda ise veri depoları ve analitik çözümleri kapsayacak kadar da genişlemiştir (Uyanık, 2016).

Karar Destek Sistemlerini maddeler halinde açıklamak gerekirse,

- KDS, kullanıcının belirttiği problemleri en uygun ve etkin biçimde çözümlemeye eğilimlidir.
- KDS, insan üzerinde verileri doğru yorumlamak için etkili bir şekilde bilgisayar tabanlı sistemlerin kullanılmasını sağlar.
- KDS çevre ve kullanıcılar arasındaki karar verme yaklaşımına uyarlanabilir ve bu yaklaşıma esneklikle uyum sağlar.

Karar destek sistemlerinde yazılım ve donanım kullanımının amacı, karar verme aşamasında yardımcı olacak verilerin toplanmasında süreçlerin daha karmaşık hale gelmesi, insan türünün sınırlarının göz önünde bulundurulması veri için yazılım kullanım zorunluluğunu getirir. KDS' lerde yazılım, verileri içeren bir veritabanı ve verilerin çalıştırılmasını sağlayan algoritmalar ve formülleri çalıştıran bileşenlerden oluşmaktadır. Sürecin yoğunluğu ve karmaşıklığı da beraberinde donanımsal kullanımı da getirmektedir (Uyanık, 2016).

2.2. Karar Verme Süreci Aşamaları

Karar verme süreci aşamaları aşağıdaki Şekil 2.2. de gösterildiği gibidir. “Verileri toplama”, “Tasarım” ve “Seçim” işlemi “Karar Verme” sürecini oluştururken, “Uygulama” ve “Uygulamayı İzleme-Takip Etme” aşamaları dahil olduğunda “Problem Çözüm Süreci”ni oluşturmaktadır (Uyanık, 2016).



Şekil 2.2. Karar verme süreci

2.3. Karar Destek Sisteminin Faydaları

- Karar sürecinde kişisel etkinliği artırır.
- Kişiler arasındaki etkin iletişimi kolaylaştırır.
- Karar vericinin süreçteki araştırma ve keşif yapma yetisini güçlendirir.
- Karar verme sürecinin geliştirilmesini ve hızlandırılmasını sağlar.
- Kurumsal ve genel kontrolü artırır.
- Organizasyonun içinde problem çözüm sürecini hızlandırır.
- Öğrenmeyi ve eğitime olan ihtiyacı destekler.
- Karar verme süreci için yeni kanıtlar oluşturur.
- Rekabet üstünlüğü sağlar.
- Karar vermeyi gerektiren yönetsel süreçlerin otomatikleştirilmesine yardımcı olur.

2.4. Karar Destek Sisteminin Bileşenleri

2.4.1. Veri yönetimi

Alt sistemi veri tabanına dayanır ve alınan kararlar için tek alanda depolanır. Bu alan, veri tabanı ve veri ambarıyla ilişkilendirilebilir. Genellikle erişim, Web sunucu üzerinden olur. Problemlerin çözümü için gereksinim duyulan veriler iç ve dış sunuculardan gelebilir. İlgili veriler bir veritabanı yönetim aracıyla yönetilmelidir (Uyanık, 2016).

2.4.2. Model yönetim sistemi

Alt sisteminde finans, istatistik ve yönetim bilimi ya da sistemin analitik çözümlemesi için uygun yazılım yönetimi imkânı sağlayan farklı modellemeleri içeren yazılım paketidir. Karar verme ufkuyla kullanılan modelleri içine dahil eden ve erişimini yöneten araçlardır (Asemi ve ark., 2011).

2.4.3. Bilgi tabanlı yönetim sistemi

Alt sistemi bağımsız olarak mevcuttaki diğer alt birimleri destekler. Sistemin karar verme özelliğini artırıcı rol oynar. Organizasyonel bilgi tabanı ve bilgi tabanı yönetimi birbiriyle ilişki kurar. Veriler, Web sunucu üzerinden sağlanır. Birçok yapay zekâ yöntemleri (Java vb.) Web geliştirme amaçlı uygulamalar da KDS bileşenlerinden yararlanmaktadır (Asemi ve ark., 2011).

2.5. Karar Destek Sisteminin Türleri

Karar destek sisteminin türlerinden bahsetmek gerekirse aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Veri Tabanlı KDS
- Belge Tabanlı KDS
- WEB Tabanlı KDS

- İletişim KDS
- Bilgi Tabanlı KDS

2.6. İşletmelerdeki Karar Destek Sistemleri ile Uygulama Alanları

İşletmelerde karar destek sistemleri rekabet üstünlüğü elde etmek amacı ile ciddi anlamda kullanılabilir.



Şekil 2.3. Karar destek sistemleri uygulama alanları

Yukarıdaki şemada yer bulan işletmelerde karar destek sistemi mevcut olmak ile birlikte, uygulamadaki isimleri aşağıdaki maddeler halinde bazıları verilmiştir (Uyanık, 2016).

- Analytica – (Lumina Decision Systems)
- TreePlan - Decision Support Services
- Judgment Maker – (Fuzzy Logic Inc)
- Data – (Tree Age Software Inc)
- BestChoice3 – (Logic Technologies)
- Ergo – (Arlington Software)
- Determinator – (Dalton Dialogic, Inc.)
- DPL – (Applied Decision Analysis, Inc)
- Ethos System – (Taknosys Software Corporation)
- Matrix Cognition TM - (Frenster Associates)

BÖLÜM 3. ÇOK KRİTERLİ KARAR ANALİZİ

3.1. Çok Kriterli Karar Verme

Çoğunlukla günlük - rutin kararlar vermek zorunda kalan bireyler, bu durumda çoğu kez sezgisel yaklaşımları benimserken; işletme veya bir grubu ilgilendiren konularda sezgisel yaklaşımların yerini bilimsel yaklaşımlara bırakması zorunluluk haline gelmektedir. Ölçütlerin belirlenmesi ve çözüme yönelik uygun yöntemin seçilmesi olarak iki temel aşamayla tanımlanabilecek bilimsel bir karar verme süreci; rasyonellik ve etkinlik amaçlı mantığa uygun hareket edebilmeyi gerekli kılmaktadır. Bu sebeple, karar ile mantık arasındaki ilişki geçmiş zamanlardan beridir ki ilgi duyulan konular arasında yer almıştır (Uyanık, 2016).

Mantığı sistematik bir şekilde ele ilke alan Aristodur. Mantık kavramı, klasik, sembolik, bulanık olmak üzere de üçe ayrılmaktadır. Aristo mantığının temelinde sınıf/ üye ilişkisi şeklinde ifade bulan bir çıkarsama çeşidi yer almakla beraber klasik mantıkta özdeşlik, çelişmezlik ve de üçüncü halin imkânsızlığı gibi üç temel prensip bulunmaktadır. Ek olarak, üç ilkeye Leibniz ise yeter-sebep ilkesini katmış, daha da ötesinde mantığın temel ilkelerinde çelişmezlik ve bununla beraber yeter-sebep ilkeleri olduğunu ileri sürmüştür (Uludağ ve ark., 2016).

Rönesans ile başlayan doğa bilimlerine yönelimler ve yeni icatlar Aristoteles'in birçok bilimsel yöntem mantığı için yetersiz kaldığını ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, Aristoteles'in mantığı, kanıtlama yöntemi olarak uygulanan kıyasların gerçekte yeni bilgi sağlamadığı, sadece geçmişte gizli ve de saklı olanın tekrarlamasından başka bir şey olmadığı sunulmuştur. Aristo mantığının üyelik ilişkilerinin belirlenmesi noktasında da ara değerleri göz önüne almaması beraberinde araştırmacıların gerçek

hayatta karşılaşılmaması muhtemel problemlere daha uygun yeni yöntemlerin geliştirilmesi yönündeki arayışlara yönlendirilmiştir (Öz, 2002).

Bu eksikliğin giderilmesi konusunda büyük katkı sağlayan bulanık mantık, ilk kez Lotfi A. Zadeh'in 1965 yılındaki bir makalesinde ortaya atılmıştır. Lotfi A. Zadeh, makalesinde bulanık mantık ile alakalı tanımlamalarını ifade etmiştir. Genel olarak bu tanımlamalar, kesinlik barındıran net değerlere oran ile bulanık mantığın netliğe yakın yaklaşımlar olduğunu belirtmiştir. Literatürde ÇKKV olarak yer bulan, problemlerin çözümü amacıyla araştırmacılar, klasik ya da bulanık mantık odaklı birçok yöntem kullanmaktadır (Öz, 2002).

ÇKKV; birçok ölçütü bir arada değerlendirerek mevcuttaki alternatiflere değer atama işlemi olarak ifade edilmektedir. Karar destek sistemi uygulamalarının temel yaklaşımlarından biri olarak tanımlanabilir. Temelinde ise problemleri daha küçük parçalara ayırarak çözümlemek yatar. ÇKKV; “Çok Nitelikli Karar Verme” ve de Çok “Amaçlı Karar Verme” olarak ikiye ayrılmaktadır. Öyle ki, problem belirli özelliklere puanlar verilip, alternatiflerin değerlendirilmesi ve de en optimalin seçilmesi temeline dayandırılıyor ise bu tarz problemlere “ Çok Nitelikli Karar Verme Problemi” denmektedir. “Çok amaçlı karar verme problemleri” ise, birbirleri ile çelişen amaçlara dayanan en iyi alternatifin seçimiyle ilgilidir. Her iki problem şekli de bir veya birden fazla karar vericiyi barındırmaktadır (Karaatlı ve ark., 2015).

3.2. Çok Kriterli Karar Verme Problemleri

ÇKKV problemlerini, üç ana başlık altında incelenebilmesi mümkündür. Bu üç başlık, seçim, sınıflama ve de sıralamadır.

3.2.1. Seçim problemleri

Seçim problemlerindeki hedef, alternatifler kümesi içerisinde en olurluyu belirlemek ya da birçok seçeneğin bulunduğu, seçenekler arasında kıyaslamanın güç veya eşit ağırlığa sahip kümenin içerisinde doğru seçim işleminin yapılmasıdır. Kısaca en

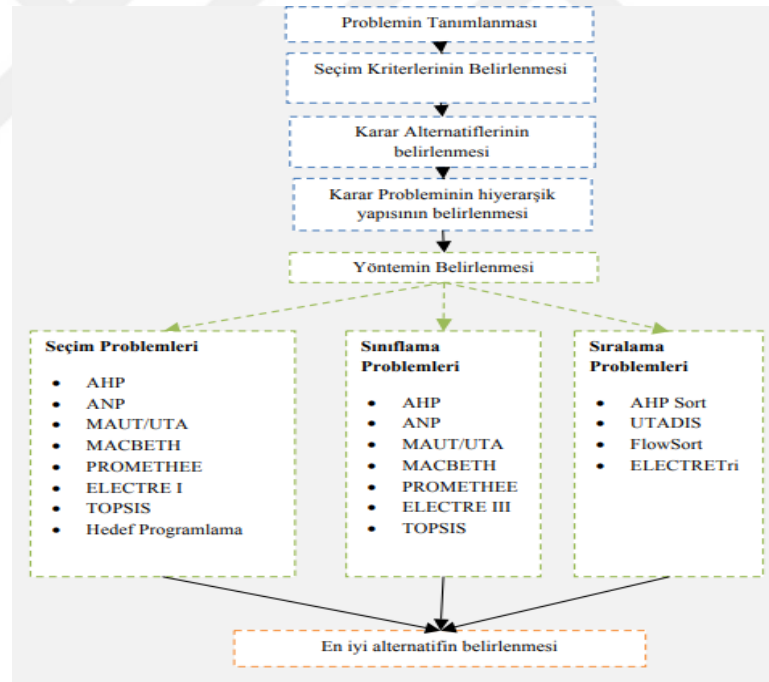
doğru alternatifin alternatif kümesinin içinden seçiminin yapılmasından ibarettir (Karabıçak ve ark., 2016).

3.2.2. Sınıflama problemleri

Bu tarz problemlerde alternatifler, daha önceden belirlenen kriter ya da tercihlere uygun sınıflandırılırlar. Buradaki hedef ise, benzer davranışlar ve özelliklere sahip alternatiflerin yeniden bir araya getirilmesidir (Karabıçak ve ark., 2016).

3.2.3. Sıralama problemleri

Sıralama problemlerinde ise alternatifler, en iyiden en kötüye doğru tanımlanabilir veya ölçülebilir (Karabıçak ve ark., 2016).



Şekil 3.1. Karar verme süreci (Uyanık, 2016)

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin geliştirilmesi, 1960'lı yıllarda karar verme araçlarına duyulan ihtiyaçla birlikte başlamıştır. Seçim sonucunda ulaşılmak istenilen hedefin bağlı bulunduğu kısıtlar ve ölçütler ile birlikte, seçeneklerin her birinin kendine özgü avantajları, seçim işlemini ve seçim sürecinin aşamalarını daha da

zorlaştırmaktadır. Bu durumda kararı talep eden, ya seçenekleri sağlıklı bir analiz sürecinden geçirmeden bir karar almaya gidecek ya da uzun analizler yaparak sayısal verilere dayandırmadan şüpheli bir sonuca varacaktır. İşte bu aşamada ÇKKV yöntemleri, karar verme sürecine dâhil olan seçeneklerin ve ölçütlerin çok daha fazla olduğu durumlarda seçim mekanizmasının kontrollü olmasını ve seçime daha kolay ve doğru ulaşılmasına olanak sağlar (Herişçakar, 1999).



BÖLÜM 4. AKSİYOMLARLA TASARIM

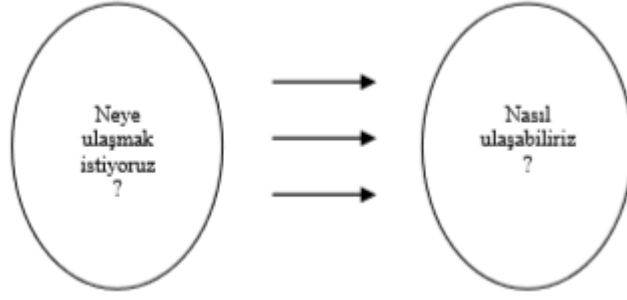
4.1. Tasarım, Tasarımcı ve Aksiyom Tanımları

Tasarım, konuların karmaşıklığına ve bağlı bulunduğu ilginç alanlara göre birçok farklı şekilde tanımlanmıştır. Tasarımda ele alınan konuya ve kişiye göre tanımlanması, bambaşka anlamlar taşıyabilmektedir. Makina mühendisleri çalışma alanlarına göre sık sık ürünler ve parçalar tasarlarlar, bu nedenle tasarım denildiğinde onlarda çağrıştırılan şey genellikle ürün tasarımıdır ya da başka bir yönden imalat mühendisleri tasarımı, yeni imalat veya sistem prosesleri içerisinde düşünürler. Elektrik mühendisleri için ise, tasarım; dijital, analog elektrik devreleri, yeni sistemler veya donanımlar anlamına gelebilmektedir. Görüldüğü gibi gerçekleştirilen aktiviteler veya ulaşılmak istenilen tasarım hedefleri farklılık gösterse de hepsi birer tasarım aktivitesidir (Suh, 2001).

Süreçlerindeki verilere ve uygulamalarındaki farklılıklarına rağmen birçok tasarım karakteristiği bakımı ile ortaktır. Ortak olan ve tasarımcının uygulaması gerekenler şunlardır;

- Talep edenin ihtiyaçlarını bil ve de anla.
- İhtiyaçları karşılama amacıyla çözümlenmesi gerekli problemleri tanımla.
- Sentez yöntemiyle çözümün kavramsallaştırılmasını sağla.
- Tavsiye edilen çözümün optimizasyonu için analiz yap.
- Müşteri ihtiyaçlarının karşılayıp karşılamayacağını görmek amacıyla tasarım çözümlerinin sonuçlarını karşılaştır.

Dr. Suh Nam Pyo; tasarımın tanımlanmasını "neyi gerçekleştirmeyi amaçlıyoruz" ve "nasıl gerçekleştirebiliriz" sorularının etkileşimi ile yapar.



Şekil 4.1. Haritalama ile tasarım tanımı (Suh, 2001)

Aksiyomlar genel olarak, doğruluğu kanıtlanamayan fakat zıt örnekleri bulunmayan belirgin gerçekliği var olan genel ilkelere. Bir aksiyom, kanunlardan ya da doğanın prensiplerinden çıkarılamaz (Danacı, 2011).

Tasarım aksiyomları, sunulan tasarımların kalitesini ölçmek için akla dayalı bir araçtır ve kullanılan tasarım süreçleri, tasarlayıcıları her ayrıntı düzeyindeki diğer alternatifleri düşünmeye ve alternatifler arasında seçimleri daha belirgin hale getirmeye yönlendirir. Aksiyomlar, haritalama sürecinin temel kavramları olan ve yoğun kabul gören ilkelere (Danacı, 2011).

AT; adını sistem tasarımlarının veya yüksek kaliteli ürün geliştirilmesindeki karar verme ve analiz sürecini yöneten tasarım ilkelerinin veya tasarım aksiyomlarının kullanımından alır. Aksiyomatik tasarım, Tahuchi yöntemleri arasında temel problemleri gideren bir yöntem olarak sayılmaktadır. Bu yöntemi, MIT makine mühendisliği bölümü; Dr. Suh Nam Pyo tarafından geliştirilmiştir (Aksakal, 2009).

Aksiyomatik tasarım yöntemi, tasarımcıların problem için geliştirilen çözümleri inceleme ve değerlendirme yararını sağlamaktadır. Aksiyomatik tasarım yöntemi, tasarımcılara tasarımlarının sürekli iyileştirebilmelerine, hatalı ve olumsuz sayılan süreçleri azaltabilmelerine ve seçenekler arasından en iyi olanı seçebilmelerine olanak sağlayan sistematik bir yaklaşımdır (Gönen ve ark., 2014).

4.2. Aksiyomlarla Tasarımın Amacı

AT' nin temel amacı, tasarımları için bilimsel bir yapı oluşturarak tasarlayıcı, mantıklı düşünce aşamaları ve araçları ile destekleyip tasarım faaliyetlerini geliştirmektir. Aksiyomlarla tasarım faaliyetlerinin içerisinde en önemli olan kavram tasarım aksiyomlarının varlığıdır. Mühendisler genellikle ele aldıkları karmaşık problemlerin çözümünde basitleştirebilmek için problemi parçalayarak ayrı ayrı ele alırlar (Suh, 1990).

Bu yöntem, sistemlerin ve ürünlerin tasarımlarında sezgisel ve deneysel yaklaşımları ile birlikte geleneksel tasarım yönteminden önemli bir farktır. Bilimsel yaklaşımlar olmadan tasarım alanın sistematik hale getirilmesi mümkün değildir. Sistematik yaklaşımlar; tasarımın anlamlandırılması, öğrenilmesi, kodlanması ve uygulamaya geçirilmesinde kolaylaştıran bir etki göstermektedir (Kulak, 2003).

Aksiyomatik tasarımın nihai hedefi, tasarımcı yönünden mantıksal ve rasyonel düşünce aşamaları ve araçları üzerinde, teorik bir odak oluşturarak, tasarım aktivitelerinin geliştirilmesini ve tasarımın bilimsel bir ana temel üzerine kurulmasını sağlamaktır. Aksiyomatik tasarımın pek çok hedefi olabilir. Tasarımcıları daha yaratıcı kılmak, rasgele araştırma aşamalarını ve süreçlerini azaltmak, hatalı deney sayısını en aza indirmek, sunulan tasarımlar arasından, en doğrusunu seçmek ve tasarım alanını bilimsel bir temel üzerine inşa ederek, yaratıcı bir güç ile bilgisayarları bağdaştırmak bunlardan en önemlileridir (Kulak, 2003).

Aksiyomlarla tasarımın temel amacı ise, tasarımları için bilimsel bir yapı oluşturarak tasarlayıcı, mantıklı düşünce aşamaları ve araçları ile destekleyip tasarım faaliyetlerini geliştirmektir. Donanımların, yazılımların ve de sistemlerin, sonuca yönelik, kontrol edilebilir, doğru, güvenilir ve üretilebilir bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Aksi bir durum halinde ise amaçlanana ulaşamaz (Suh, 2001).

Tasarımın iki ana yolu bulunmaktadır. Bu iki yoldan biri aksiyomatik diğeri de algoritmiktir. En optimum şekilde bilimin gelişmesi, ilerlemesi; aksiyomlara bağlı

algoritmalarla ve yöntemlerle ilerlemektedir. Buna karşın, son zamanlarda birçok algoritma, ana prensiplerden faydalanmadan ilerlemektedir (Suh, 2001).

Algoritmik tasarımlar, bilimselliğin bir göstergesidir. Mesela, montaj edilebilirlik amaçlı tasarım ve de imal edilebilirlik amaçlı tasarım teknikleri birer algoritmik metotlardır. Her alanda tasarım algoritmalarına yer vermek, özellikle de kavramsallığın en üst seviyede olduğu konumda çok zordur ve belki de ulaşılamazdır (Suh, 2001).



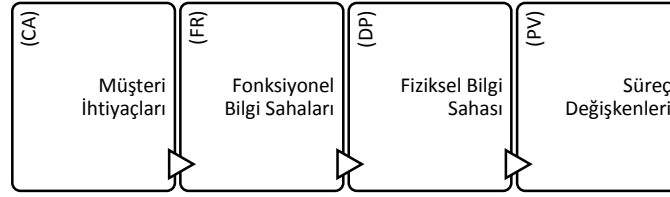
BÖLÜM 5. AKSİYOMATİK TASARIMIN YAPISI VE PRENSİPLERİ

5.1. Bilgi Sahaları ve Haritalandırma

Aksiyomlarla Tasarım, sistematik bir yaklaşım ortaya atar. Belirtilen sistematik çalışma neticesinde daha az kaynak harcanır ve tasarım sonucunda ortaya çıkabileceği öngörülen hatalı veya eksik durumlar sürecin başından bitimine kadar en aza indirgenerek uygun tasarım elde edilmiş ya da uygun tasarıma yaklaşılmış olunur.

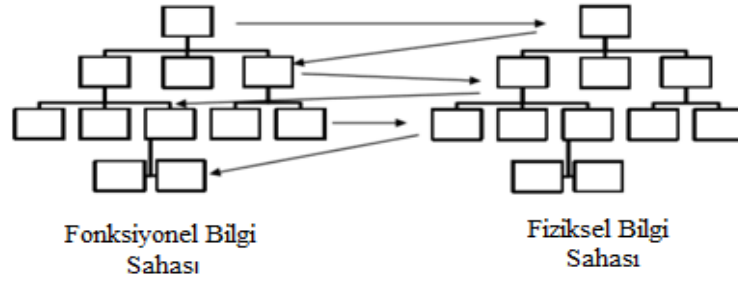
AT 'ye göre, tüm tasarımlar, dört birbirinden farklı bilgi alanından meydana gelmiştir. Bu alanlar; “Fonksiyonel” alan (-FR-), “Müşteri” alanı (-CA-), “Fiziksel” alan (-DP-) ve “Süreç” alanı (-PV-) olarak tanımlanmaktadır. Bu alanlar kendilerinde ve diğer alanlar arasındaki bilgilerin sürekli olarak işlenmesini sağlar (Suh, 2001).

Müşteri ihtiyaçları müşteri alanında tanımlanır, sonrasında ise fonksiyonel alanda formüle edilir. Fonksiyonel alanda, sonuç için gerekli olan ve önlenmesi gereken birbirlerinden bağımsız durumdaki fonksiyonel ihtiyaçlar (FRs) seti tanımlanır. Tasarımda “ne yapmak istiyoruz” sorusuna cevap veren fonksiyonel alan ve “nasıl başarabiliriz” sorusunu yönlendiren ve tasarımın parametrelerinden (DPs) meydana gelen fiziksel alan arasındaki ilişkilerin planlama sürecinden oluşmaktadır. Parametreler ise süreç sahasındaki değişkenleri (PVs) ile ilişkilendirilmektedir. İşte bu aşamadaki “ne” ve “nasıl” sorusu arasındaki geçişler tanımlamada haritalandırma (Mapping) olarak adlandırılmaktadır (Çebi, 2010).



Şekil 5.1 Aksiyomlarla tasarımda bilgi sahaları

Müşteri alanı ile fonksiyonel alanın arasında oluşan haritalandırma “Kavram Tasarımı”; fonksiyonel alan ve fiziksel alan arasında oluşan haritalandırma “Ürün Tasarımı” ve de fiziksel alan ile süreç alanının arasındaki haritalandırmaysa “Süreç Tasarımı” olarak isimlendirilmektedir. Tasarım süresince, üstten alt seviyelere doğru daha fazla ayrıntıyla ilerleme durumuna ise “Tasarım Hiyerarşisi” ismi ile belirtilmektedir. Tasarımın hedefine uygun her bilgi sahasında birer hiyerarşi bulunmaktadır.



Şekil 5.2 Tasarımın zigzaglar ile ayrılması (Yavuz, 2010)

Süreci bir örnek ile tanımlamak gerekirse, müşteri alanının da örneğin "domatesin korunması isteniyor" olsun. Fonksiyonel alanda bu amacı gerçekleştirmenin birkaç yöntemi vardır. Mesela; domatesi konserve haline getirmek veya suyunu çıkartmak gibi açıklanabilir. Tasarımcı bu seçeneklerden suyunu çıkarmayı seçer ve fiziksel alanda bir rendeye karar verir. Proses alanında da rendenin nasıl imal edileceği tanımlanır (Yavuz, 2010).

5.2. Fonksiyonel İhtiyaçlar

Bir ürün yada bir proses için talep edilen tüm faaliyetler, fonksiyonel ihtiyaçlar setine indirgenir. Fonksiyonel ihtiyaçlar ise, tamamen tasarımın hedefini belirleyen müşteri

istekleri amacı doğrultusunda oluşturulan en az sayıdaki bağımsız ihtiyaçların bulunduğu bir kümedir. Bu çizgi bazında, her bir fonksiyonel ihtiyaç, diğer bir fonksiyonel ihtiyaçtan bağımsız durumdadır. Fonksiyonel ihtiyaçlar (FR) tasarım sayesinde neyin amaçlandığını ve başarılmak istendiğini belirtirken, tasarım parametreleri (DP) ise fonksiyonel ihtiyaçların nasıl başarılabileceğini belirtmektedir (Suh, 1990).

5.3. Tasarım Aksiyomları

AT içinde önemli bir husus tasarım aksiyomlarının varlığıdır. Bu başlık altında anlatılacak olan iki aksiyom, ürün tasarımlarını oluşturmak ve de sunulan çözüm alternatiflerinden en iyinin seçimi için oransal bir temel sağlar (Özel, 2007).

5.3.1. Bağımsızlık aksiyomu

Tasarım aksiyomlarının ilk aksiyomu, bağımsızlık aksiyomudur ve fonksiyonel gereksinimlerin bağımsızlığını devam ettirmek kuralını gerekli kılar. İyi bir tasarımda, bir tasarım parametresinin (DP) diğer fonksiyonel gereksinimleri (FR) etkilemeden mevcuttaki fonksiyonel ihtiyacı sağlamak için düzenlenebilir (Suh, 2001; Özel, 2007).

5.3.2. Bilgi aksiyomu

İkinci aksiyom, Bilgi içeriğini minimuma indirmektedir. Alternatif tasarımların Bağımsızlık Aksiyomunu sağlayan en iyi tasarımı minimum bilgi içeriğine sahiptir (Suh, 2001; Özel, 2007).

Fonksiyonel gereksinimlerle (FR) tasarım parametreleri (DP) arasında olan ilişki matris formatıyla tanımlanır. Fonsiyonel gereksinimler ve tasarım parametreleri denklem ile ifade edilmektedir. Tasarıma ait olan bir ilişki matrisi 1 ve 0 elemanlarından oluşur. Ancak bu matris ilişkilerin yönü ile derecesi hakkında bilgi vermez (Çebi, 2010).

İki veya daha fazla fonksiyonel gereksinim var olduğunda, tasarımın çözümü diğer fonksiyonel gereksinimleri etkilemeden fonksiyonel ihtiyaçların tümünü sağlamalıdır. Bu da fonksiyonel gereksinimleri sağlayan ve de bunların bağımsızlığını koruyabilen doğru bir tasarım parametre kümesinin seçildiği anlamına gelir. Bilgi içeriği, olasılık tabiriyle tanımlanır ve de fonksiyonel bağımsızlığı sağlayan, bu durumdaki eşit kabul edilebilir tasarımların birbiri ile oransal olarak değerlerini kıyaslamak için ölçülebilir. Bilgi aksiyomu yaklaşımına göre gerçekleşme olasılığının en yüksek olduğu tasarım en iyi tasarımdır (Özel, 2007).

Bilgi içeriği, verilen bir fonksiyonel ihtiyacı (FR) sağlama olasılığı olarak tanımlanır. Eğer sunulan bir FR' yi sağlama başarısının olasılığı p olarak tanımlanırsa, olasılıkla ilgili bilgi içeriği I , aşağıdaki şekilde tanımlanır (Özel,2007).

$$I_i = \log_2 \left(\frac{1}{p_i} \right) \quad (4.1)$$

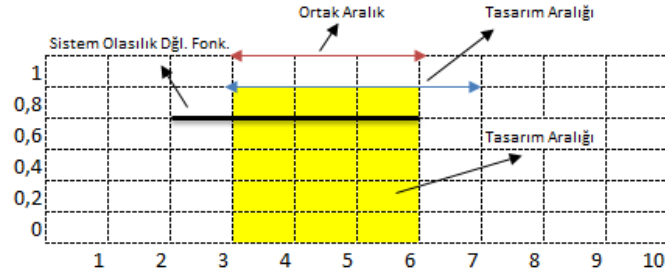
Bilgi küçük birimler olarak verilir. Bu durumda, giderilmesi gereken birçok fonksiyonel ihtiyaç olduğunda ve de bilgi içeriğinin eklenebilmesi amacıyla bir logaritmik fonksiyon seçilmiştir. n adet (FR) olduğundan toplam bilgi içeriği tüm olasılıkların toplamıdır. Tüm olasılıkların toplamı 1 olduğunda bilgi içeriği sifıra eşit olur. Tersine bir veya daha da fazla olasılık sifıra eşit ise gerekli olan bilgi sonsuzdur. Bu olasılık eğer düşük olduğunda, fonksiyonel ihtiyaçların karşılanması için çok daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulduğu anlamına gelir.

Gerçekleşme olasılığını, fonksiyonel ihtiyaçlar için tasarım aralığını ve FR yi sağlayan bir tasarım için sistem aralığını belirleyerek sonrasında hesaplanabilir. Herhangi bir tasarım oluşturma esnasında, başarı olasılığını hesaplamak, tasarımcının tolerans yönünden neyi hedeflediği ve sistemin karşılama yeteneğinin ne olduğuyla ifade edilir.

Bilgi içeriği, talep eden tarafından saptanan tolerans ("fonksiyonel ihtiyaca yönelik olasılık dağılımının bir göstergesindeki tasarım aralığı olarak isimlendirilir") ile

sistemin sağladığı tolerans (sistem aralığı) arasındaki kesişim noktası ile verildiğinden orana dayalı bir kavramdır.

Fonksiyonel ihtiyaçların sistemdeki olasılık dağılım fonksiyonu uniform olması durumunda, tasarımcının kendi belirlediği “tasarım aralığı” ve sistemin oluşturduğu “sistem aralığı”nın kesiştiği bölge kabul edilebilir çözümü içeren alan olduğu kabul edilmektedir.



Şekil 5.3. Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve FR'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu

Sistem olasılık dağılımının uniform olduğu durumda FR nin gerçekleşme olasılığı ve bu veri ile bilgi içeriği aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

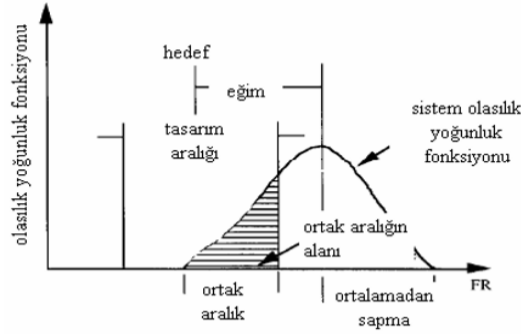
$$p = \frac{\text{ortak aralık}}{\text{sistemin aralığı}} \quad (4.2)$$

$$I_i = \log_2 \left(\frac{\text{sistemin aralığı}}{\text{ortak aralık}} \right) \quad (4.3)$$

Eğer FR_i sürekli tesadüfî değişken olarak verilmiş ise, $p_s(FR_i)$, her bir FR_i için sistemin olasılık yoğunluk fonksiyonu iken, tasarım aralığındaki FI_i yi gerçekleştirme olasılığı aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır. Bu şekilde sistemin olasılık yoğunluk fonksiyonunun integralini alarak bütün sistemin aralığının gerçekleşme olasılığını hesaplayabiliriz (Özel, 2007).

$$P_i = \int_{dt_1}^{dt_u} p_s(FI_i) FI_i \quad (4.4)$$

Sistem aralığı saptanan FR'ye karşı bir olasılık yoğunluk fonksiyonu verilmiştir. Tasarım aralığı ile sistem aralığı arasındaki kesişim bölgesi “ortak alan” (c_r) olarak ifade edilir ve bu alan sadece fonksiyonel ihtiyaçların karşılandığı bölgedir. Sonuç olarak, sistem aralığının altında kalan alanın, ortak aralığın altında kalan alana bölümü, tasarımın belirlenmiş hedefinin gerçekleşme derecesine ait olasılığı verir (Özel, 2007).



Şekil 5.4 Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve FR'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu (Aksakal,2009)

A_{sr} sistem aralığının altındaki bölgeyi tanımlarken, A_{cr} ortak aralığın altında kalan taralı bölgeyi ifade eder. Genel tabirle, $A_{sr}=1$ olduğunda sağlanacak n adet FR olduğu için, bilgi içeriği aşağıdaki şekilde ifade edilir (Özel, 2007)

$$I = \log_2\left(\frac{A_{sr}}{A_{cr}}\right) \text{ veya } I = \log_2\left(\frac{1}{A_{cr}}\right) \quad (4.5)$$

Birden çok fonksiyonel ihtiyaç düzeyinden bahsedilen ve tasarım hiyerarşisinin bütün seviyelerinde birden çok fonksiyonel ihtiyaçtan oluşan bir sistemin tasarımında, mevcut sistemin bilgi içeriği, ancak en yüksek düzeyde fonksiyonel ihtiyaçları FR_i sağlamak için gerekli bilgidir. Sistemin bilgi içeriğini hesaplamak için, her düzeyin ortak aralığını (A_{cr}) ve sistem aralığının olasılık dağılımının bulunması gerekir. Sistemin bilgi içeriği;

$$I_{\text{Sistem}} = - \sum I_{\text{En Yüksek Seviye } FR_i} = - \sum \log(A_{cr})_{\text{En Yüksek Seviye } FR_i} \quad (4.6)$$

FR'nin en üst seviyeyi sağlama olasılığı, en alt seviyedeki FR'ler tasarım matrisleriyle sunulan yapıya göre bütünleştirildiğinde en üst düzeydeki FR'lere karşılık geldiği için FR'nin en düşük seviyeyi gerçekleştirme olasılığı ile ilişkilidir. Bu nedenle, en üst FR'yi sağlama olasılığı; sistem yapısındaki tüm alt düzeydeki FR'lerle ilişkili bütün olasılıkların üretimi ile açıklanır. Bu çalışmadan hareketle, toplam sistem bilgi içeriğini aşağıdaki gibi ifade edilebilen tüm alt seviyedeki FR'ler ile ilişkili bilgi içeriklerinin toplamıdır.

$$I_{\text{Sistem}} = - \sum \log(p_{Y_{\text{aprak}}}) = - \sum \log(A_{cr})Y_{\text{aprak}} \quad (4.7)$$

$(A_{cr})Y_{\text{aprak}}$ sistem yapısındaki taban seviyedeki fonksiyonel ihtiyaçla ilişkili ortak aralığın alanıdır.

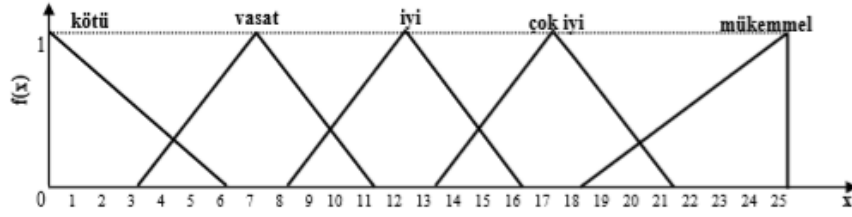
$$\sum \log(A_{cr})Y_{\text{aprak}} = \sum \log(A_{cr})_{\text{En Yüksek Seviye}} F\dot{I}_i \quad (4.8)$$

Amaç, her bir bilgi aksiyomu olarak bilgi içeriğini küçültmek ya da, tüm $p_{Y_{\text{aprak}}}$ larını birbirine eşitleyip tasarlanmış sistem fonksiyonunu oluşturmak için gereken diğer bilgiyi minimize etmektir. Bu amacı gerçekleştirmek için, tasarımın Bağımsızlık Aksiyomunu sağlaması gerekir. Eğer ki tasarım, fonksiyonel bağımsızlığı sağladığında eğilim yok edilebilir ve sistemin aralığının varyansı, sistem aralığının tasarım aralığı içinde yer alması için, bilgi içeriğini sıfıra indirgeyerek azaltılabilir (Özel, 2007).

5.4. Bulanık Aksiyomatik Tasarım

Çalışmalardaki çok ölçütlü karar verme teknikleri genel olarak veriler ve bilgiler net olduğunda çözüm sunarken, bulanık çok ölçütlü AT yöntemi veriler belirli olmadığında da kullanılabilir bir yöntemdir. Kesinliği olan verileri ifade etmek için gerçek sayılar kullanılmaktadır. Fakat veriler belirgin olmadığında ve sayısal karşılık yerine dilsel değişkenlerle ifade edildiğinde bu verilerin belirlenen bir kural tabanına bağlı kalarak sayısal bir forma dönüştürülmesi gerekmektedir. Gerçek dünyadaki problemlerde, sistem ve tasarım aralıkları hakkında eksik bilgiler olabilir.

Aksiyomatik tasarım, dilsel ifadeler kullanan karar vericiler durumunda, bulanık Aksiyomatik Tasarım iyi bir çözüm yöntemi haline gelir Bulanık küme teorisi bu süreçte kullanılabilecek önemli bir yöntemdir. Şekil 5.5. de sayısal verilere dayanmayan faktörlerin sayısallaştırılması için yoğun olarak literatürde kullanılan dilsel değişkenlin üyelik fonksiyonlarının şematik yapısı gösterilmektedir. (Kahraman, 2005)



Şekil 5.5. Fiziksel olmayan kriterler için fiziksel gösterim (Aksakal, 2009)

Aksiyomatik tasarım yönteminde fonksiyonel ihtiyaçların sistem ile tasarım aralıkları her daim belirli aralıklara göre ifade edilemez. Belirlenen bir değerin üstünde veya bir değere benzer olarak ifade edilebilir ve de bu değerler üçgensel veya yamuksal bulanık sayılarla sunulabilir.

Bulanık AT yönteminde, aralık değerleri dilsel bir ifade olarak verildiğinde ve olasılık yoğunluk fonksiyonunun belirli olduğu gibi durumda üçgensel veya yamuksal bulanık üyelik fonksiyonları kullanılmaktadır. Bu durumda, kesişen alan; üçgensel ya da yamuksal olan bulanık sayıların ortak bölgesidir. Şekil 5.5 görüldüğü üzere, ortak alan sistem aralığının bulanık üçgensel alanı ve tasarım aralığının bulanık üçgensel alanı arasında kalan kesişim bölgesidir (Aksakal, 2009).

Dolayısıyla, ifade edilen yöntem aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$I = \log_2 \frac{\text{Sistem alanının üçgensel bulanık alanı}}{\text{Ortak Alan}} \quad (4.9)$$

BÖLÜM 6. ÜRÜN DEĞERLENDİRME

Bir şirketin pazarda rekabet edebilmesi için kullandığı mevcut veya gelecekteki ürün setini belirlediği göz önüne alındığında, tema portföy yönetimi araştırmacılarının ve profesyonellerin dikkatini çekmektedir. Firmalar, rekabet edebilmek için, müşterilerine mevcut-standart ürünler yerine, her bir müşterinin talebine ceap verebilecek çeşitlilikte ürünler sunma yoluna gitmektedir (İnce ve ark.,2014).

Müşterinin talebini karşılayabilecek çeşitlilikte ürünler sunma yoluna giden firmalar, ürünlerin bireylere göre belirlenmesini ve bu durum sonrasında da çok sayıda ürünün pazara sunulmasını gerektirmektedir. Ürün seçeneklerinin geniş olması, işletmeleri rakiplerden daha avantajlı hale getirmekte fakat; karmaşıklığı, beraberinde de maliyetleri artırmaktadır (Child ve ark.,1991). Bu durumda, geniş ürün yelpazesinin dezavantajları sadece karmaşıklık ve maliyet ile kalmaz. Bunun yanı sıra, müşterilerde kafa karışıklığı ve de müşteri tatminini sınırlamaktadır (Child ve ark.,1991, Huffman ve ark.,1998).

Araştırmacılar, ürün portföyü yönetiminin (Product Portfolio Management –PPM-) rekabet konusu ile ilgili bir faaliyet olduğunu vurgulamaktadır, çünkü yeni ürün projelerinde karar vermeyi yönlendirmenin yanı sıra, teknoloji geliştirme ihtiyaçlarını, ürün tasarımlarında potansiyel istihdamı, piyasaya sürülecek ürünlerin avantajlarını ve bunlarla birlikte ürün portföyüyle hangi pazar segmentlerinin hedefleneceği belirlenmiş olmaktadır (Jugend ve ark., 2015).

Ürün portföy analizleri, yatırımlarını çeşitlendirmek isteyen bir şirketin, çeşitli ölçütlere göre mevcut ürünlerini ya da mevcut ürünleri ile ilgili yatırımlarını değerlendirmek, bu sürecin gelecekte sağlayacağı faydaları ve olanakları tahmin

etmek, değerlendirme neticesinde işletme kaynaklarının tahsisine ışık tutmak gibi birçok sürece yol göstermektedir (Eren, 2005).

Ürün portföyünün oluşturulmasında, müşteri talepleri, kurumsal gayeler, ürün yeterliliği ve bunlarla birlikte teknolojik kabiliyetler gibi birçok değişik faktör belirleyici olmaktadır (Zhang, 2006).

PPM, firmalar için hem stratejik hem de karmaşık niteliği dikkate alındığında, konuyla ilgili literatür, firmaların ürün portföyüyle ilgili olarak yönetim ve karar alma işlemlerine yardımcı olabilecek çeşitli yaklaşımlar ortaya koymaktadır. Bunlar arasında finansal yöntemi, sıralamayı ve puanlamayı, ürün haritalarını, kontrol şemalarını ve kontrol listelerini vurgulayabiliriz (Jugend ve ark., 2015).

Bu konuyla ilgili bir çalışma olan, Boston danışma grubunun büyüme-pazar payı matrisini, Thompson ve Strickland'ın stratejik kümeleme analizini, General Electric işletme portföyünü yönlendirici politika matrisini ve de Hofer'ın mamul-pazar değerlendirme matrisini ve birçok portföy analiz tekniğini sayabiliriz (İnce ve ark., 2014).

PPM, iki basamaktan oluşan ürün portföy planlamasının ilk süreci, üretilecek ürün ya da hizmetlerin belirlenmesi; ikinci de bunlar arasında en uygun olanların seçilmesidir. Stratejik yönetim literatürü, ikinci basamak için, yani mevcut ürün portföyündeki işletmenin gayelerine hizmet edecek en önemli olanların seçilmesi ve diğerlerinin elenmesi konusunda çok sayıda araç önermektedir. Bu çalışmada, bulanık aksiyomatik yaklaşım ile bir ürün grubunun içine dahil olan üç ürün arasından, ürünün değerlendirme kriterlerine göre firmanın tasarım aralığına göre en uygun olanın belirlenmesi ve ürünlerin sıralaması gerçekleştirilmiştir (Jugend ve ark., 2015).

BÖLÜM 7. BULANIK AKSİYOMATİK TASARIM YÖNTEMİ İLE HİYERARŞİK ÜRÜN PORTFÖYÜ DEĞERLENDİRME MODELİ

Bu tez kapsamında Sakarya bölgesinde endüstriyel mutfak sektöründe çalışma gösteren bir firmanın aynı ürün grubu içerisinde yer alan üç çeşit ürününün arasında bir sıralama modeli geliştirilmiş ve çalışma sonucunda ürün grubu iki çeşit ürüne indirgenmiştir. Aksiyomatik tasarım yaklaşımında bilgi aksiyomu kullanılıp, sunulan tasarım alternatifleri arasında sıralama yaparken tasarımın ihtiyaçlarını tanımlayan fonksiyonel ihtiyaçlar (FR), ürün portföyü değerlendirme probleminde sonuca ulaştıran kriterlerdir.

Çalışmanın ilk aşamasında tedarikçi ürün grubunda değerlendirmeyi etkileyen kriterler belirlenmiş ve bu aşamada üretim, satış ve planlama departmanları ile birlikte çalışılmıştır. Çalışmada, değerlendirmeyi etkileyen sekiz ana başlık ve de bu ana başlıklara bağlı olan alt başlıklar ele alınmıştır.

7.1. Uygulama Kriterleri

7.1.1. Satış

- Grup İçi Satış Yüzdesi: Ürünün, mevcut grubu içerisinde miktar bazlı olarak toplam satış yüzdesini tanımlar.
- Grup İçi İhracat Yüzdesi: Ürünün, mevcut grubu içerisinde miktar bazlı olarak ihracat yüzdesini tanımlar.
- Yıllık Ciro: Ürünün, yıl bazında mevcut grubu içerisindeki ciro dilimini tanımlar.

7.1.2. Estetiklik

Müşteri kullanımlarında tezgah üzerinde konumlandırılmasından dolayı ürünün tercih edilebilirliğinde dış görünüşünün kendi grubu içerisindeki müşteri görüşlerini kapsar.

7.1.3. Maliyet

Ürünlerin birim ve işçilik maliyetlerini kapsar

- Birim Maliyet: Bir birim ürünün; üretimi için harcanan maliyeti tanımlar.
- İşçilik Maliyeti: Bir birim ürünün üretimi için gerekli olan firma içerisindeki işçilik maliyetini kapsar.

7.1.4. Üretim ve planlama

Günlük montaj kapasitesini ve üretimi içerisinde en uzun rota süresine sahip alt parçasının çevrim süresini kapsar.

- Günlük Montaj Kapasitesi: Ürünün montajlamasında çalışan altı montaj personeli ile gerçekleştirilen günlük montajlama kapasitesini adet olarak tanımlar
- Alt Parça En Uzun Üretim Çevrim Süresi: Ürünü oluşturmak için gerekli olan alt parçalardan üretimdeki en uzun rotaya sahip parçanın süresini tanımlar.

7.1.5. Ürün güvenilirliği

Ürünleri satın alan müşteri geri dönüşlerinden hareketle ürünün kullanımına yönelik amaca ve beklenilene uygun olup olmadığına dair görüşleri tanımlar.

7.1.6. Satınalma

Ürünü oluşturmak için gerekli olan alt parçalardan en uzun tedarik süresine sahip parçanın tedarik edilme süresini ve fason birim maliyetlerini kapsar.

- Alt Parça En Uzun Tedarik Süresi: Ürünü oluşturan tedarik alt parçalarından en uzun termin süresine sahip ürünün tedarik edilme süresini tanımlar.
- Fason Birim Maliyeti: Firma dışında gerçekleştirilen fason proseslerinin ürün başına düşen birim maliyetini kapsar.

7.1.7. Satış sonrası servis

Garanti Süresi, Satış Sonrası Servis Talebi Yüzdesi, Bölgelerdeki Servis Bayisi Dağılım Yüzdesi ve Ortalama Garanti Kapsamı Parça Değişim Maliyetini kapsar.

- Garanti Süresi: Ürünün satışından sonra kullanım yoğunluğu olan sektörlere göre garanti süresini kapsar.
- Satış Sonrası Servis Talebi Yüzdesi: Satıştan sonra ürünlerin garanti süresi kapsamındaki arıza durumlarında talep edilen servis yüzdesini kapsar.
- Bölgelerdeki Servis Bayisi Dağılım Yüzdesi: Ürün ile ilgili arıza durumlarında bölgelerdeki servislerin dağılımını gösterir.
- Ortalama Garanti Kapsamı Parça Değişim Maliyeti: Garanti süresinde servise gelen ürünlerin parça değişimlerinin maliyetini kapsar.

7.1.8. Teknik yeterlilik

Ürünün kullanım amacına uygun olarak teknik yeterlilik skalasını tanımlar.

Bu kriterler ışığında, bu çalışmanın konusu olan ürün portföyü değerlendirme sürecinde, bulanık aksiyomatik tasarım yöntemi ve bu kriterlerin ağırlıklandırılmasıyla birlikte ağırlıklı bulanık aksiyomatik tasarım yöntemi kullanılmıştır.

KRİTERLER (FR)	BİRİM	TASARIM ARALIĞI	SİSTEM ARALIĞI		
		FİRMA İSTEĞİ	X	Y	Z
1.SATIŞ					
1.1.Grup İçi Satış Yüzdesi	%	30-50%	%40-44	%29-32	%24-31
1.2.Grup İçi İhracat Yüzdesi	%	20-60%	%48-50	%22-25	%25-30
1.4.Yıllık Ciro Yüzdesi	%	25-60%	%20-28	%22-27	%50-53
2.ESTETİKLİK	Dilsel	(14,17,20)	İyi	İyi	Çok İyi
3.MALİYET					
3.1.Birim Maliyeti	P.B	200-350	166-210	168-250	344-396
3.2.İşçilik Maliyeti	P.B	20-28	27-29	24-26	22-27
4.ÜRETİM ve PLANLAMA					
4.1.Günlük Montaj Kapasitesi	ADET	200-300	190-210	270-290	280-300
4.2.Alt Parça En Uzun Üretim Çevrim Süresi	GÜN	2,0-3,0	2,8-3	1,9-2,2	2,2-2,5
5.ÜRÜN GÜVENİRLİLİĞİ	Dilsel	(13,16,19)	Güvenilir	Güvenilir	Mükemmel
6.SATINALMA					
6.1.Alt Parça En Uzun Tedarik Süresi	GÜN	2,5-5	1,5-3,0	4,0-6,0	4,0-6,0
6.2.Fason Birim Maliyeti	P.B	20-35	16- 22,11	18-24,97	32-38,5
7.SATIŞ SONRASI SERVİS					
7.1.Garanti Süresi	AY	12-36	10-18	12-36	12-36
7.2.Satış Sonrası Servis Talebi Yüzdesi	%	%2-6	%5-10	%4-7	%2-4
7.3.Bölgelerdeki Servis Bayisi Dağılım Yüzdesi	%	%25-40	%30-48	%20-32	%25-32
7.4.Ortalama Garanti Kapsamı Parça Değişim Maliyeti	TL	6-14	13,2-15,81	4,85-7,4	5,63-7,42
8.TEKNIK YETERLİLİK	Dilsel	(7,8,9)	Yeterli	Yeterli	Çok İyi

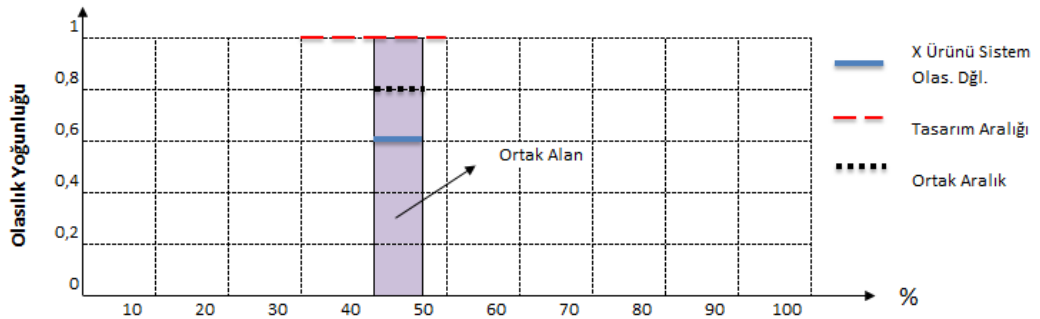
Tablo 7.1. Firmanın belirlediği tasarım aralığı ve ürün sistem aralık verileri

Aksiyomatik tasarımın bilgi aksiyomunu çalışmada uygulayabilmek için öncelikle bakılması gereken AT'nin bağımsızlık aksiyomunu sağlaması gerektiğidir. Çalışma kapsamında, alternatifler için belirlenen kriterler birbirinden bağımsızdır. Bu yaklaşımda her bir kriter, kendi alt kriterlerinin toplamındaki bilgi içeriği ve tüm ana kriterlerin toplamında da değerlendirmeye alınan ürünün toplam bilgi içeriği hesaplanmış olur.

Bu modelde, daha alt bazda birime ayrıştırılamayan her bir fonksiyonel ihtiyaç için bilgi içerikleri hesaplanmıştır. Bilgi içeriklerinin hesaplamasında numerik olarak değerlendirilmeyen bulanık kriterler için de bulanık üçgensel sayılar kullanılmıştır.

7.2. Ürünlere Ait Bilgi İçeriklerinin Hesaplanması

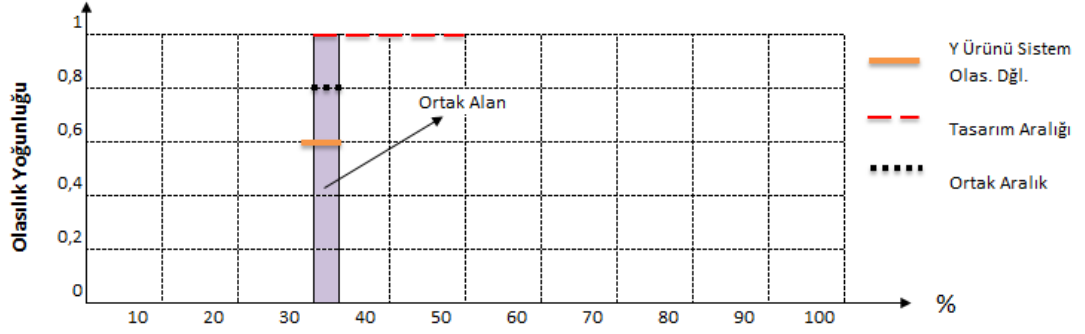
Satış ana kriterinin ilk alt kriteri olan “Grup İçi Satış Yüzdesi,” kriterinin tasarım aralığı %30-50 arasında üniforma dağılıma sahip olması durumunda, X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.1. , Şekil 7.2. ve Şekil 7.3. de belirtildiği gibidir. Grup İçi Satış Yüzdesi nicel bir kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait Grup İçi Satış Yüzdesi kriteri, I_{X11} , I_{Y11} ve I_{Z11} aşağıdaki hesaplamaların sonucunda elde edilir, sistem Aralığı ve de Tasarım Aralığı arasındaki kesişim aralığı arttıkça bilgi içeriği azalmaktadır.



Şekil 7.1. X ürününün grup içi satış yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X11} = \log_2\left(\frac{44 - 40}{44 - 40}\right)$$

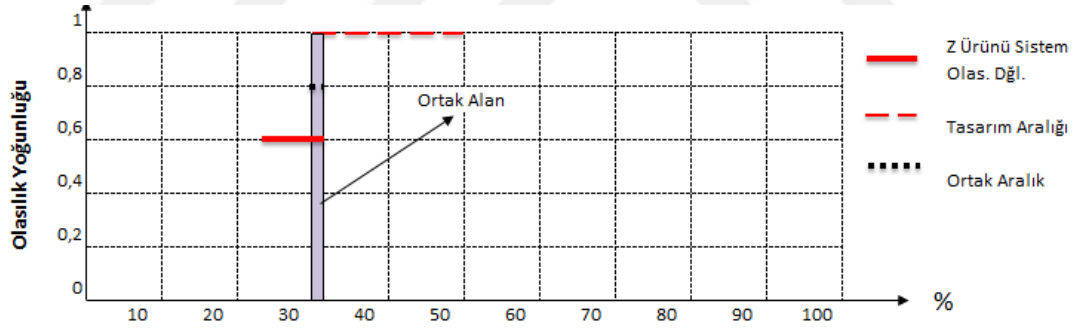
$$I_{X11} = 0$$



Şekil 7.2. Y ürününün grup içi satış yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y11} = \log_2\left(\frac{32 - 29}{32 - 30}\right)$$

$$I_{Y11} = 0,585$$



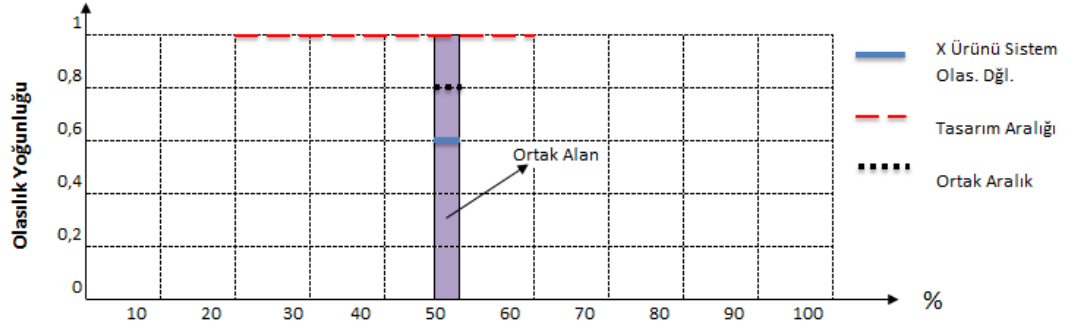
Şekil 7.3. Z ürününün grup içi satış yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z11} = \log_2\left(\frac{31 - 24}{31 - 30}\right)$$

$$I_{Z11} = 2,807$$

Satış ana kriterinin ikinci alt kriteri olan “Grup İçi İhracat Yüzdesi,” kriterinin tasarım aralığı %20-60 değerleri arasında üniforma dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.4. , Şekil 7.5. ve Şekil 7.6. da belirtildiği gibidir. Grup İçi İhracat Yüzdesi nicel bir

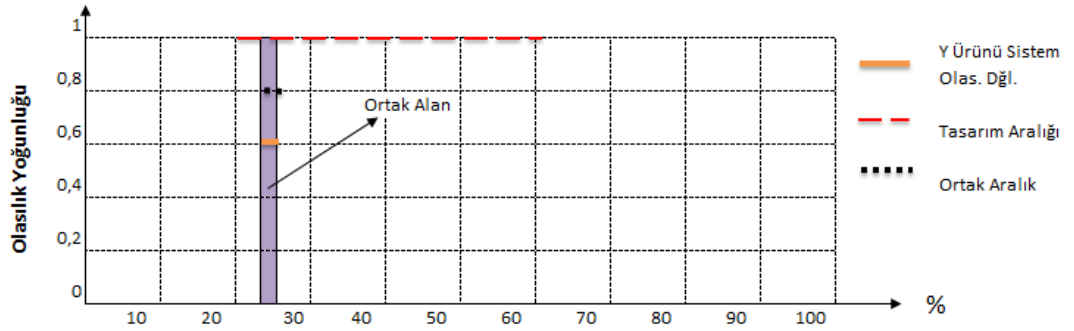
kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait Grup İçi İhracat Yüzdesi kriteri, I_{X12} , I_{Y12} ve I_{Z12} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilir.



Şekil 7.4. X ürününün grup içi ihracat yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X12} = \log_2\left(\frac{50 - 48}{50 - 48}\right)$$

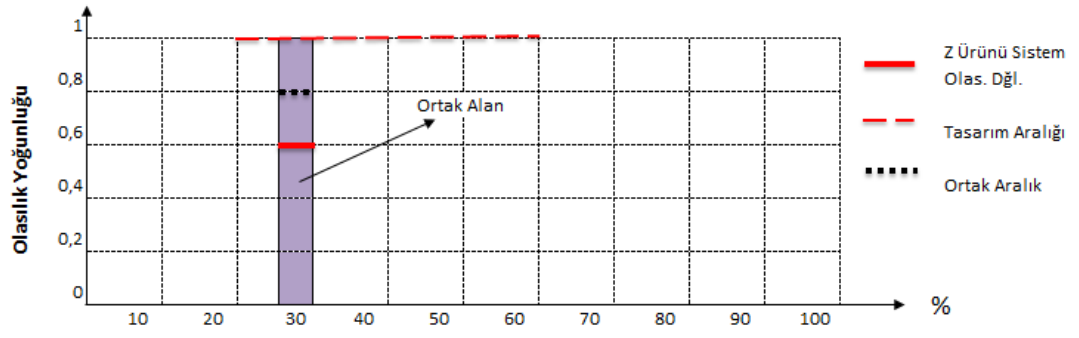
$$I_{X12} = 0$$



Şekil 7.5. Y ürününün grup içi ihracat yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y12} = \log_2\left(\frac{25 - 22}{25 - 22}\right)$$

$$I_{Y12} = 0$$

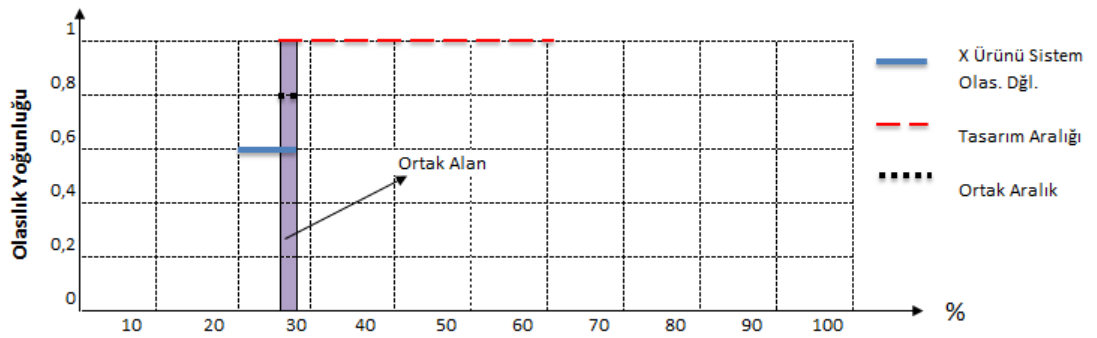


Şekil 7.6. Z ürününün grup içi ihracat yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z12} = \log_2\left(\frac{30 - 25}{30 - 25}\right)$$

$$I_{Z12} = 0$$

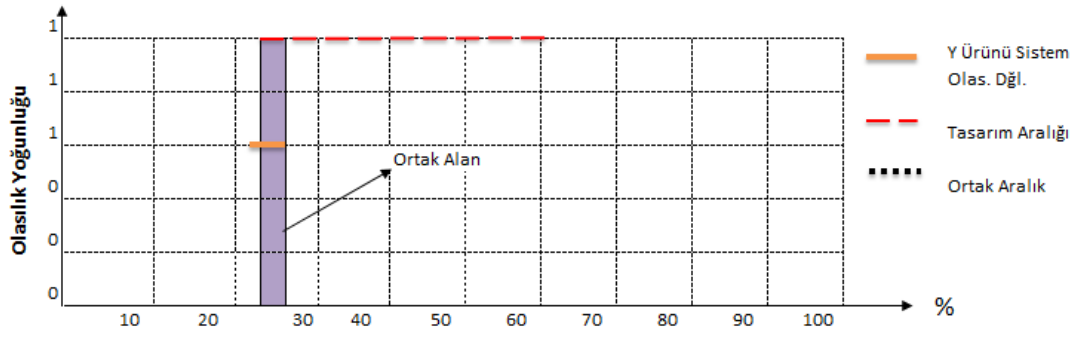
Satış ana kriterinin üçüncü ve en son alt kriteri olan “Yıllık Ciro Yüzdesi” kriterinin tasarım aralığı %25-60 değerleri arasında üniform dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.7, Şekil 7.8 ve Şekil 7.9 da belirtildiği gibidir. Yıllık Ciro Yüzdesi nicel bir kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait Yıllık Ciro Yüzdesi kriteri, I_{X13} , I_{Y13} ve I_{Z13} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilir.



Şekil 7.7. X ürününün yıllık ciro yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X13} = \log_2\left(\frac{28 - 20}{28 - 25}\right)$$

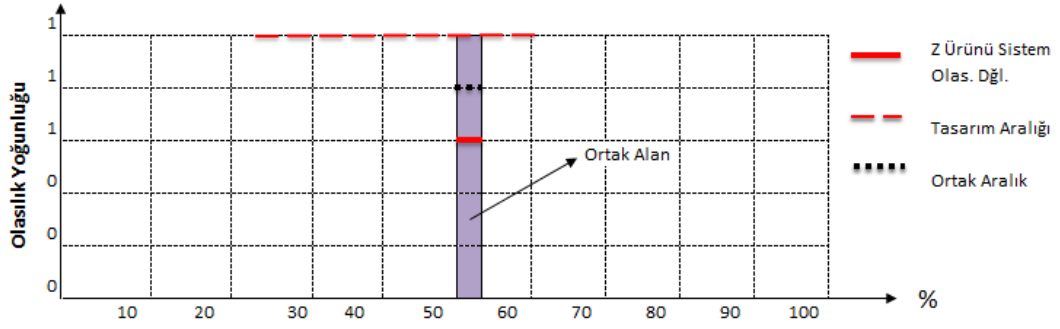
$$I_{X13} = 1,414$$



Şekil 7.8. Y ürününün yıllık ciro yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y13} = \log_2\left(\frac{27 - 22}{27 - 25}\right)$$

$$I_{Y13} = 1,321$$

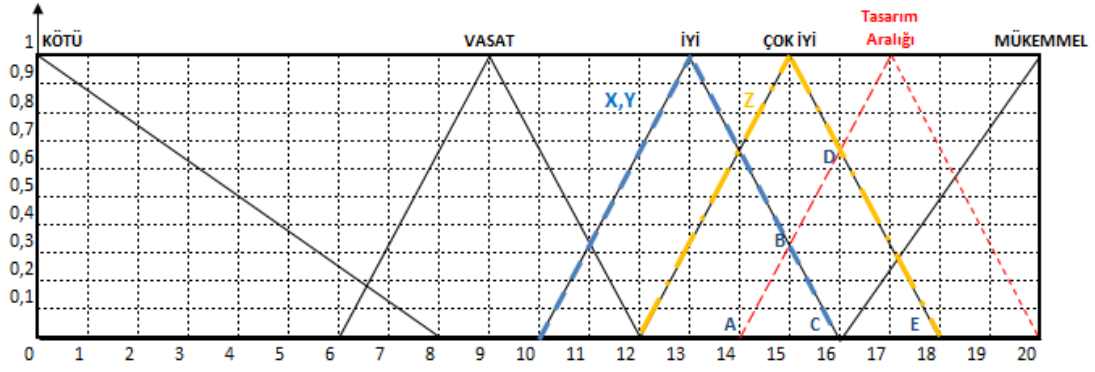


Şekil 7.9. Z ürününün yıllık ciro yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z13} = \log_2\left(\frac{53 - 50}{53 - 50}\right)$$

$$I_{Z13} = 0$$

İkinci ana kriter olan Estetiklik ana kriterine ait tasarım aralığının (14,17,20) üçgensel bulanık sayısı ile ifade edildiği durumda, X,Y ve Z ürünleri için sistem, tasarım ve ortak alanlar aşağıdaki Şekil 7.10 da gösterilmiştir.



Şekil 7.10. X,Y,Z ürünlerinin estetiklik ana kriteri için tasarım, sistem ve ortak alan gösterimleri

X ve Y ürünü Estetiklik açısından “İyi” olarak tanımlanırken, Z Ürünü “Çok iyi” olarak tanımlanmış olup; X,Y ürünü tasarım aralıkları (10,13,16), Z ürünü için tasarım aralığı da (12,15,18) olarak verilmiştir.

$$A(ABC) = ((16-14)*0,323)/2 = 0,323 \text{ br2} \quad (\text{X,Y Ürünü için Ortak Alan})$$

$$A(ADE) = ((18-14)*0,663)/2 = 1,32 \text{ br2} \quad (\text{Z Ürünü için Ortak Alan})$$

$$p_{X2} = \frac{A(ABC)}{\text{Sistem Alanı X}} = \frac{0,323}{3} = 0,1$$

$$I_{X2} = \log_2(9,29) = 3,21$$

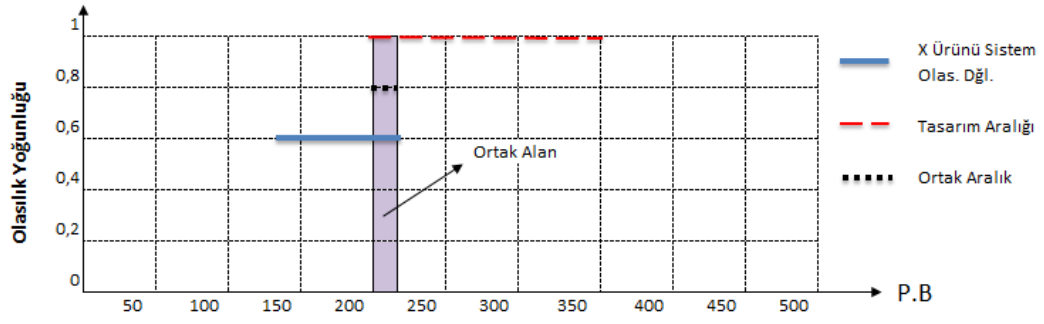
$$p_{Y2} = \frac{A(ABC)}{\text{Sistem Alanı Y}} = \frac{0,323}{3} = 0,1$$

$$I_{Y2} = \log_2(9,29) = 3,21$$

$$p_{Z2} = \frac{A(ADE)}{\text{Sistem Alanı Z}} = \frac{1,32}{3} = 0,44$$

$$I_{Z2} = \log_2(2,27) = 1,18$$

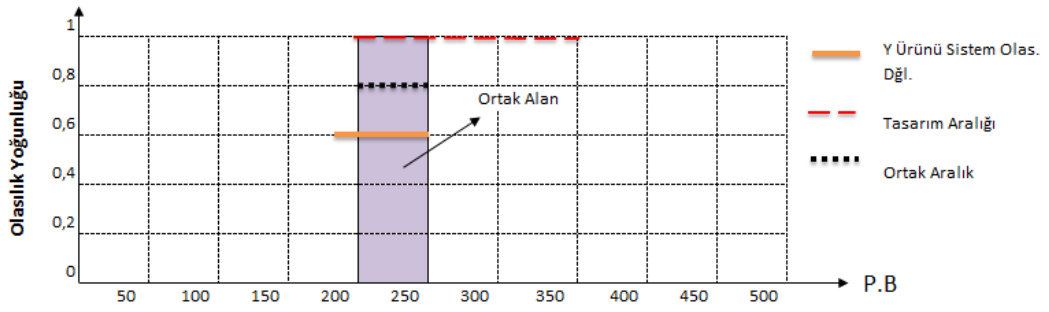
Maliyet ana kriterinin ilk kriteri olan “Birim Maliyeti” kriterinin tasarım aralığı 200-350 PB değerleri arasında üniforma dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.11., Şekil 7.12. ve Şekil 7.13. de belirtildiği gibidir. Birim Maliyet nicel bir kriter olduğu için üniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait Birim Maliyet kriteri, I_{X31} , I_{Y31} ve I_{Z31} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilmiştir.



Şekil 7.11. X ürününün birim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X31} = \log_2\left(\frac{210 - 166}{210 - 200}\right)$$

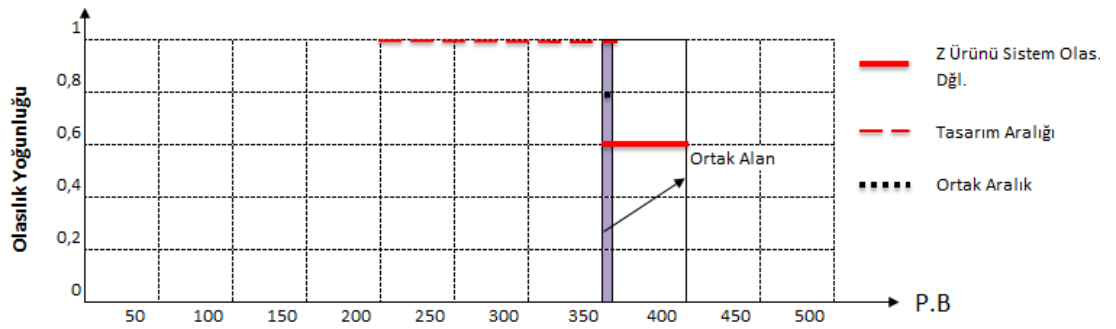
$$I_{X31} = 2,14$$



Şekil 7.12. Y ürününün birim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y31} = \log_2\left(\frac{250 - 168}{250 - 200}\right)$$

$$I_{Y31} = 0,71$$

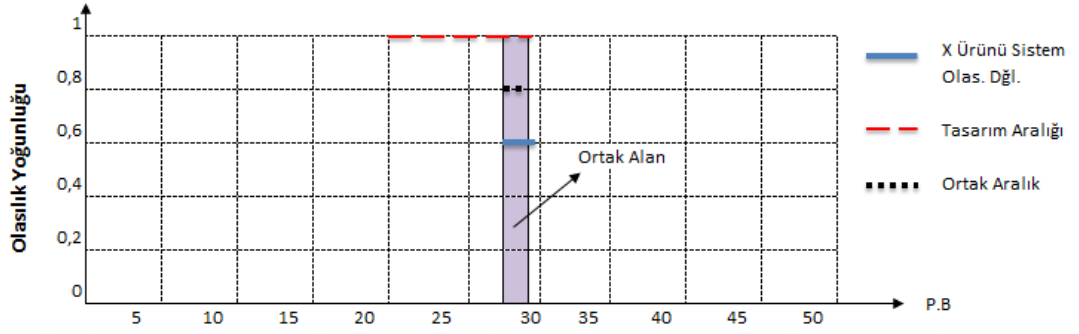


Şekil 7.13. Z Ürününün Birim Maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z31} = \log_2\left(\frac{396 - 344}{350 - 344}\right)$$

$$I_{Z31} = 3,11$$

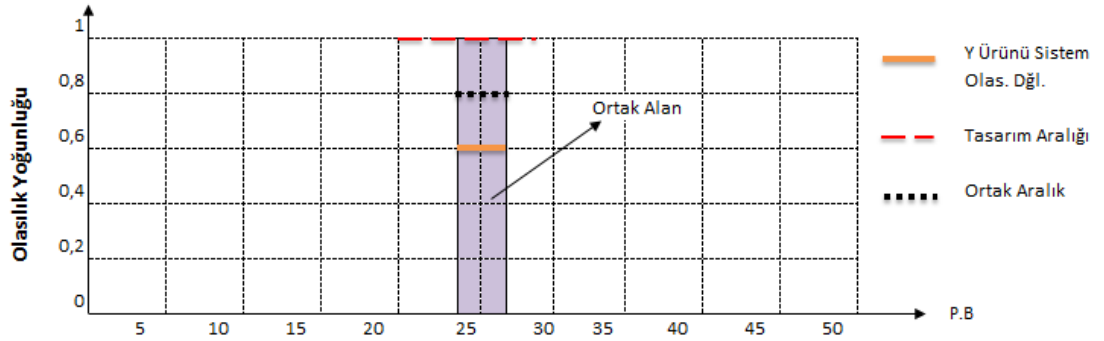
Maliyet ana kriterinin ikinci kriteri olan “İşçilik Maliyeti” kriterinin tasarım aralığı 20-28 PB değerleri arasında üniform dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.14., Şekil 7.15. ve Şekil 7.16. da belirtildiği gibidir. İşçilik Maliyeti nicel bir kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait İşçilik Maliyeti kriteri, I_{X32} , I_{Y32} ve I_{Z32} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilmiştir.



Şekil 7.14. X ürününün işçilik maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X32} = \log_2\left(\frac{29 - 27}{28 - 27}\right)$$

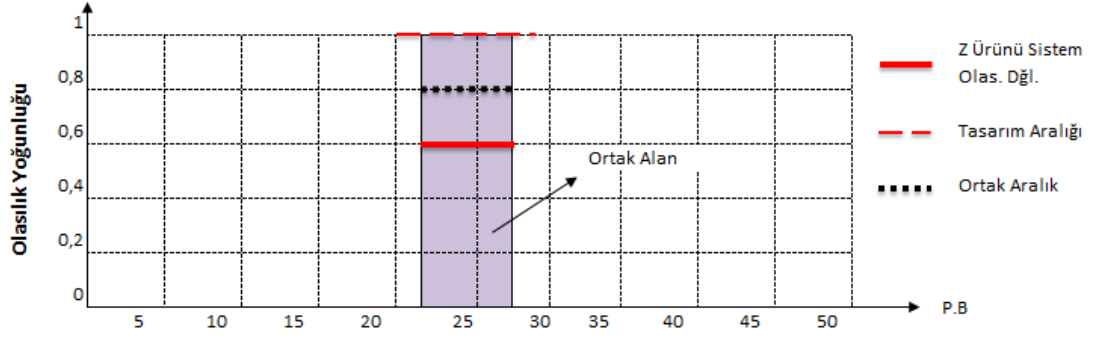
$$I_{X32} = 1$$



Şekil 7.15. Y ürününün işçilik maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y32} = \log_2\left(\frac{26 - 24}{26 - 24}\right)$$

$$I_{Y32} = 0$$

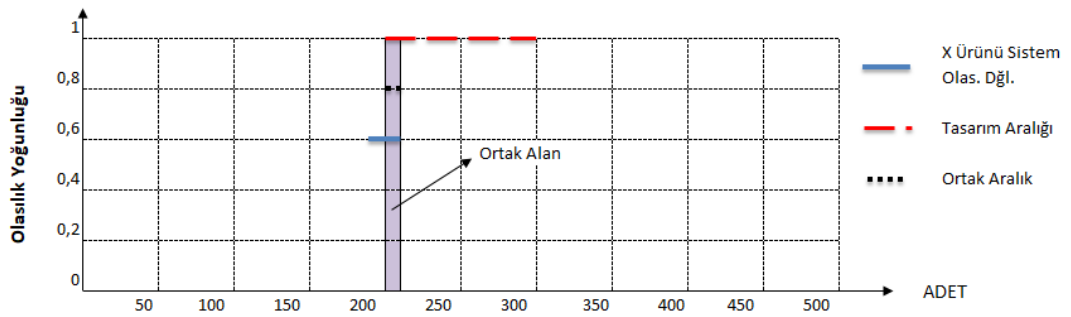


Şekil 7.16. Z Ürününün İşçilik Maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z32} = \log_2\left(\frac{27 - 22}{27 - 22}\right)$$

$$I_{Z32} = 0$$

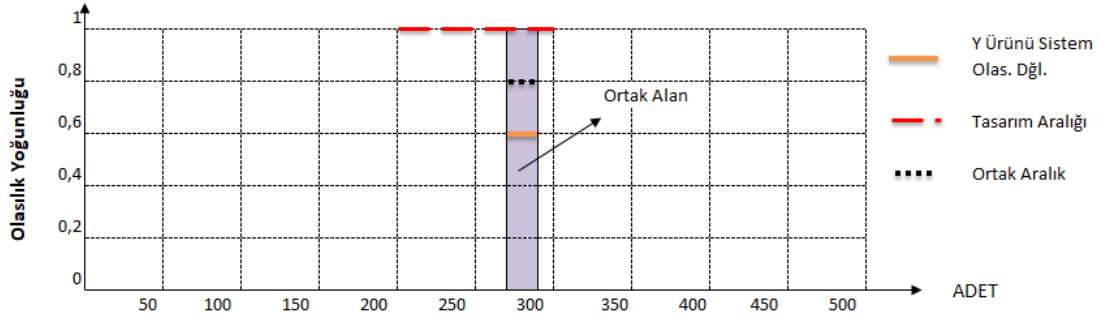
Üretim ve Planlama ana kriterinin ilk kriteri olan “Günlük Montaj Kapasitesi” kriterinin tasarım aralığı 200-300 Adet değerleri arasında üniform dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.17. , Şekil 7.18. ve Şekil 7.19. da belirtildiği gibidir. Günlük Montaj Kapasitesi nicel bir kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait Günlük Montaj Kapasitesi kriteri, I_{X41} , I_{Y41} ve I_{Z41} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilmiştir.



Şekil 7.17. X ürününün günlük montaj kapasitesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X41} = \log_2\left(\frac{210 - 190}{210 - 200}\right)$$

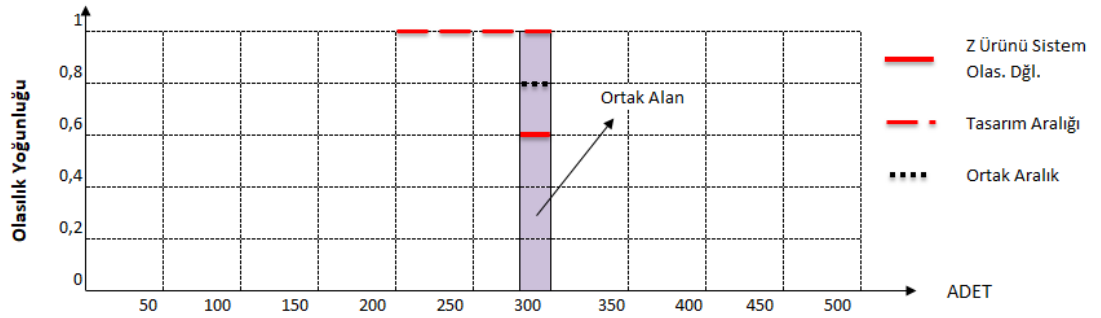
$$I_{X41} = 1$$



Şekil 7.18. Y ürününün günlük montaj kapasitesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y41} = \log_2\left(\frac{290 - 270}{290 - 270}\right)$$

$$I_{Y41} = 0$$



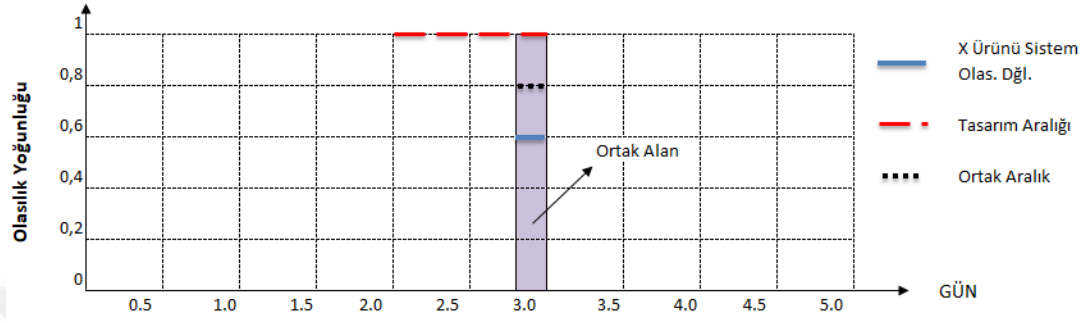
Şekil 7.19. Z ürününün günlük montaj kapasitesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z41} = \log_2\left(\frac{300 - 280}{300 - 280}\right)$$

$$I_{Z41} = 0$$

Üretim ve Planlama ana kriterinin ikinci ve son kriteri olan “Alt Parça En Uzun Üretim Çevrim Süresi” kriterinin tasarım aralığı 2.0-3.0 gün değerleri arasında üniforma dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.20. , Şekil 7.21. ve Şekil 7.22. de

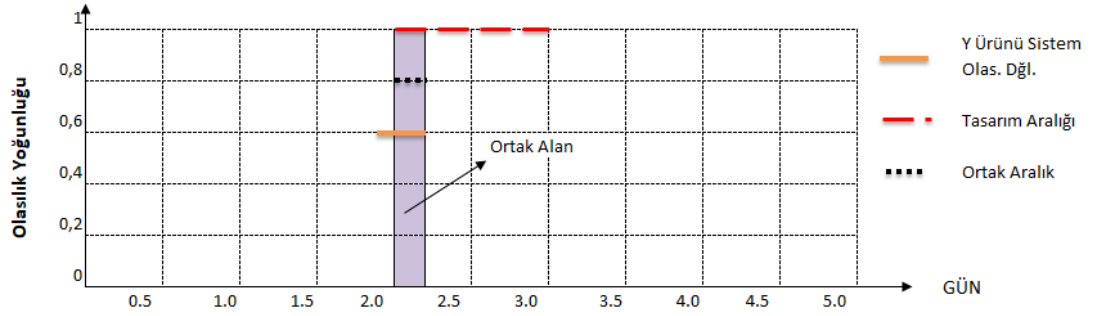
belirtildiği gibidir. Alt Parça En Uzun Üretim Çevrim Süresi nicel bir kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait Alt Parça En Uzun Üretim Çevrim Süresi kriteri, I_{X42} , I_{Y42} ve I_{Z42} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilmiştir.



Şekil 7.20. X ürününün alt parça en uzun üretim çevrim süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X42} = \log_2\left(\frac{3 - 2,8}{3 - 2,8}\right)$$

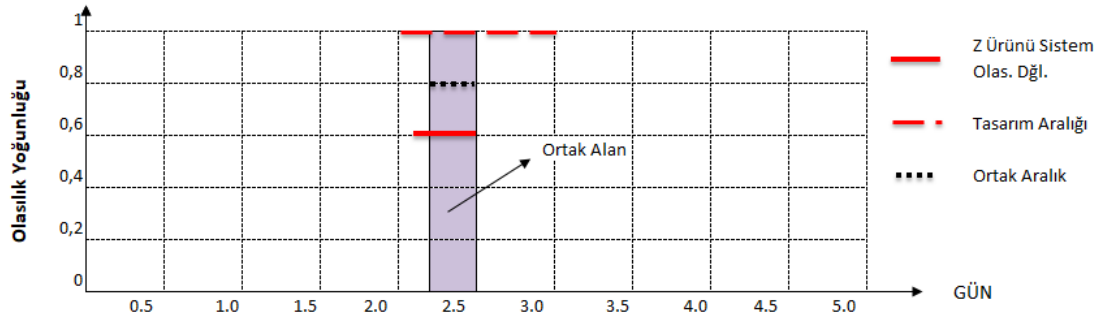
$$I_{X42} = 0$$



Şekil 7.21. Y Ürününün Alt Parça En Uzun Üretim Çevrim Süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y42} = \log_2\left(\frac{2,2 - 1,9}{2,2 - 2}\right)$$

$$I_{Y42} = 0,58$$

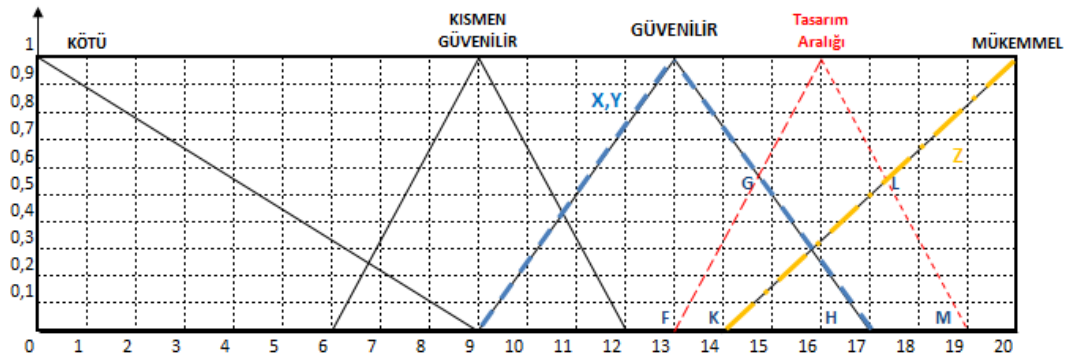


Şekil 7.22. Z ürününün alt parça en uzun üretim çevrim süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z42} = \log_2\left(\frac{2,5 - 2,2}{2,5 - 2,2}\right)$$

$$I_{Z42} = 0$$

Beşinci ana kriter olan Ürün Güvenirliliği ana kriterine ait tasarım aralığının (13,16,19) üçgensel bulanık sayısıyla ifade edildiği durumda, X,Y ve Z ürünleri için sistem, tasarım ve ortak alanlar aşağıdaki Şekil 7.23 de gösterilmiştir.



Şekil 7.23. X,Y,Z ürünlerinin ürün güvenirliliği kriteri için tasarım, sistem ve ortak alan gösterimleri

X ürünü Ürün Güvenirliliği açısından “Güvenilir” olarak tanımlanırken, Y Ürünü “Güvenilir” , Z Ürünü de “Mükemmel” olarak tanımlanmış olup; X ürünü tasarım aralıkları (9,13,17), Y Ürünü Tasarım Aralığı (9,13,17) ve Z ürünü için tasarım aralığı da (14,20,20) olarak verilmiştir.

$$A(FGH) = ((17-13)*0,563)/2 = 1,126 \text{ br}^2 \quad (\text{X Ürünü için Ortak Alan})$$

$$A(FGH) = ((17-13)*0,563)/2 = 1,126 \text{ br}^2 \quad (\text{Y Ürünü için Ortak Alan})$$

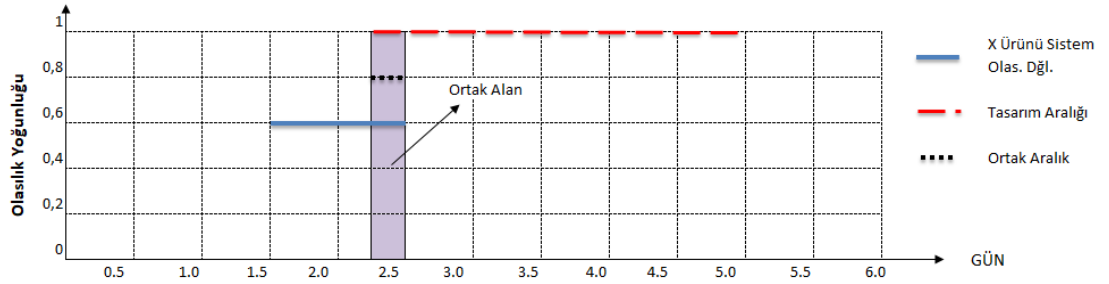
$$A(KLM) = ((19-14)*0,554)/2 = 1,385 \text{ br}^2 \quad (\text{Z Ürünü için Ortak Alan})$$

$$p_{X5} = \frac{A(FGH)}{\text{Sistem Alanı } X} = \frac{1,126}{3} = 0,38 \quad I_{X5} = \log_2(2,66) = 1,41$$

$$p_{Y5} = \frac{A(FGH)}{\text{Sistem Alanı } Y} = \frac{1,126}{3} = 0,38 \quad I_{Y5} = \log_2(2,66) = 1,41$$

$$p_{Z5} = \frac{A(KLM)}{\text{Sistem Alanı } Z} = \frac{1,385}{3} = 0,46 \quad I_{Z2} = \log_2(2,16) = 1,11$$

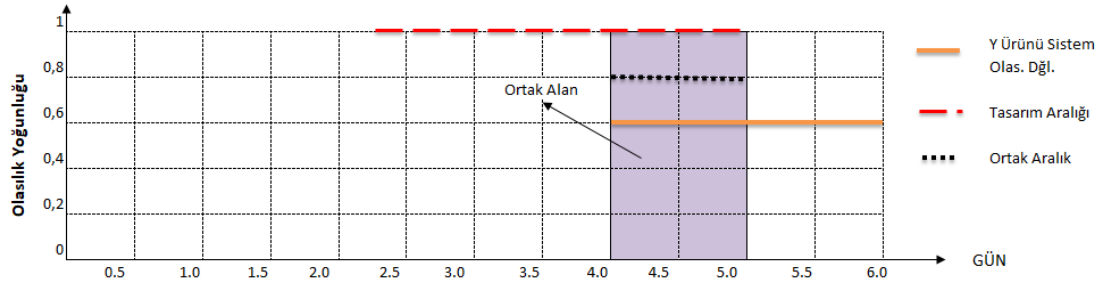
Satınalma ana kriterinin ilk kriteri olan “Alt Parça En Uzun Tedarik Süresi” kriterinin tasarım aralığı 2.5-5.0 gün değerleri arasında üniforma dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.24, Şekil 7.25 ve Şekil 7.26 de belirtildiği gibidir. Alt Parça En Uzun Tedarik Süresi nicel bir kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait Alt Parça En Uzun Tedarik Süresi kriteri, I_{X61} , I_{Y61} ve I_{Z61} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilmiştir.



Şekil 7.24. X ürününün alt parça en uzun tedarik süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X61} = \log_2\left(\frac{3 - 1,5}{3 - 2,5}\right)$$

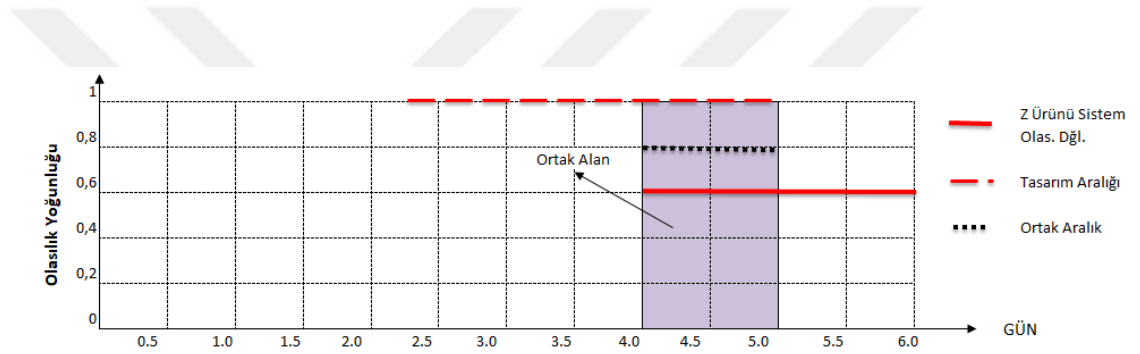
$$I_{X61} = 1,58$$



Şekil 7.25. Y ürününün alt parça en uzun tedarik süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y61} = \log_2\left(\frac{6-4}{5-4}\right)$$

$$I_{Y61} = 1$$

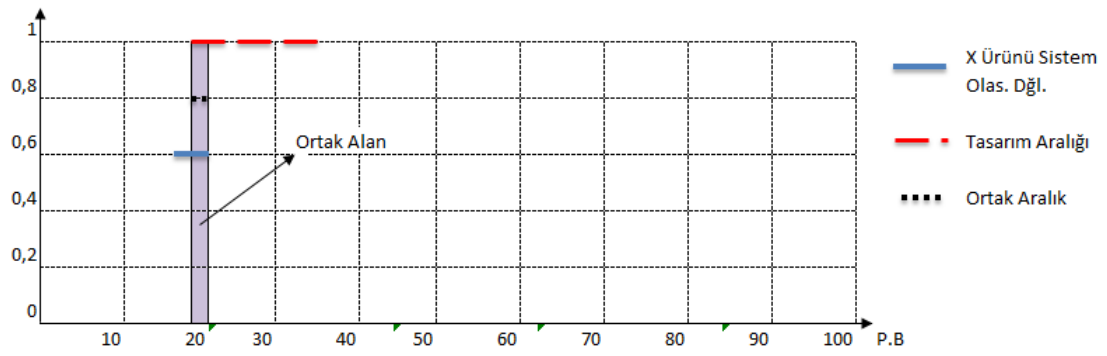


Şekil 7.26. Z ürününün alt parça en uzun tedarik süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z61} = \log_2\left(\frac{6-4}{5-4}\right)$$

$$I_{Z61} = 1$$

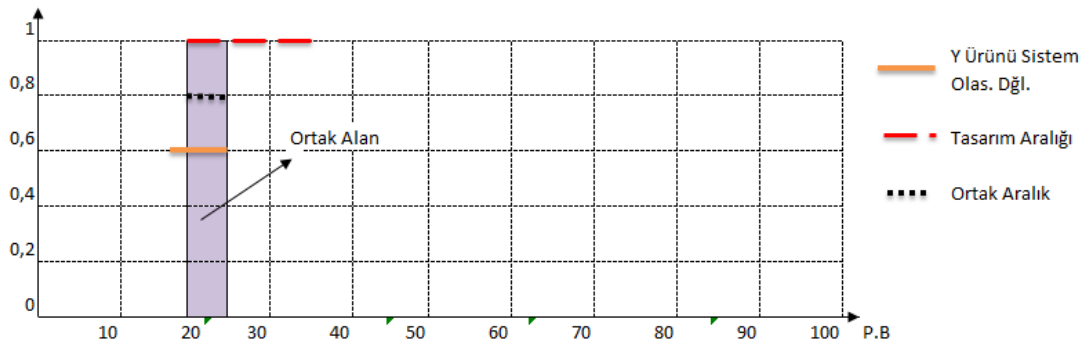
Satınalma ana kriterinin ikinci kriteri olan “Fason Birim Maliyeti” kriterinin tasarım aralığı 20-35 PB değerleri arasında üniforma dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.27., Şekil 7.28. ve Şekil 7.29.’ da belirtildiği gibidir. Fason Birim Maliyeti nicel bir kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait Fason Birim Maliyeti kriteri, I_{X62} , I_{Y62} ve I_{Z62} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilmiştir.



Şekil 7.27. X ürününün fason birim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X62} = \log_2 \left(\frac{22,11 - 16}{22,11 - 20} \right)$$

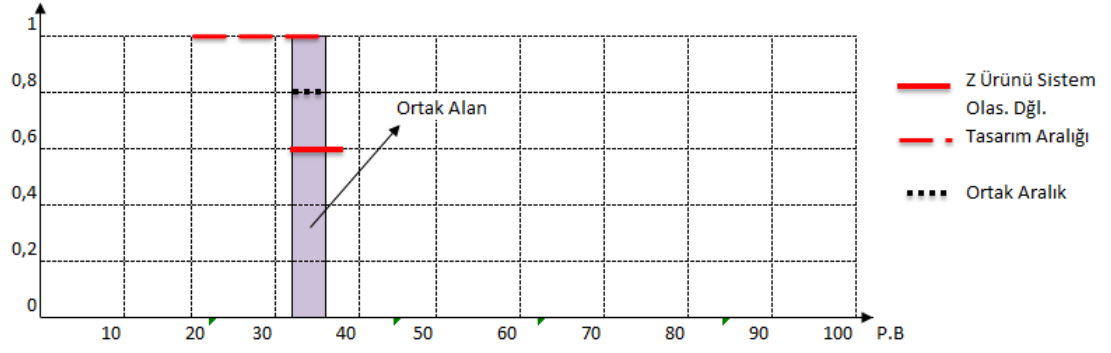
$$I_{X62} = 1,53$$



Şekil 7.28. Y ürününün fason birim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y62} = \log_2 \left(\frac{24,97 - 18}{24,97 - 20} \right)$$

$$I_{Y62} = 0,49$$

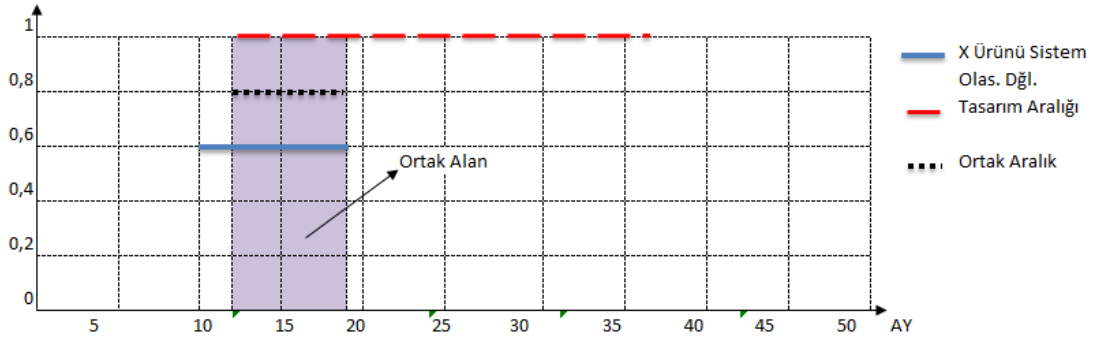


Şekil 7.29. Z Ürününün Fason Birim Maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y62} = \log_2\left(\frac{38,5 - 32}{35 - 32}\right)$$

$$I_{Y62} = 1,12$$

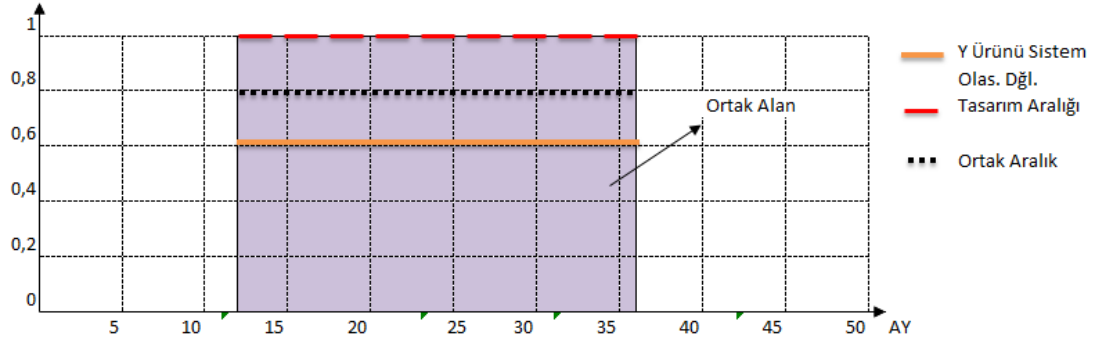
Satış Sonrası Servis ana kriterinin ilk kriteri olan “Garanti Süresi” kriterinin tasarım aralığı 12-36 ay değerleri arasında üniforma dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.30. , Şekil 7.31. ve Şekil 7.32. de belirtildiği gibidir. Garanti Süresi nicel bir kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait Garanti Süresi kriteri, I_{X71} , I_{Y71} ve I_{Z71} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilmiştir.



Şekil 7.30. X ürününün garanti süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X71} = \log_2\left(\frac{18 - 10}{18 - 12}\right)$$

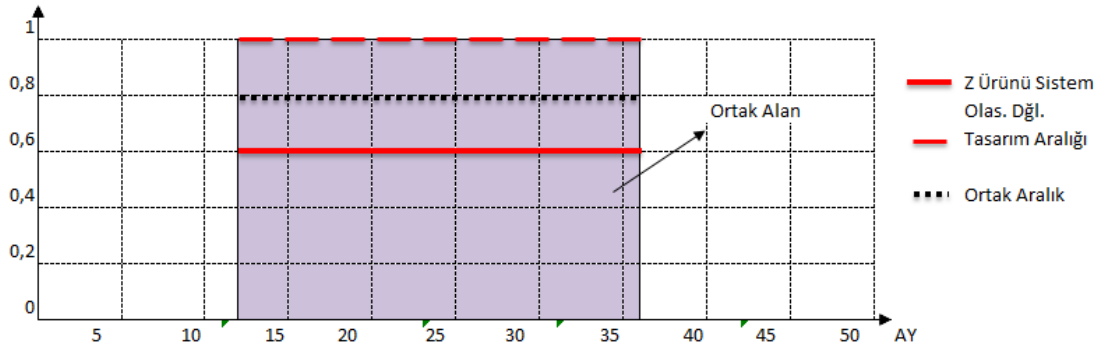
$$I_{X71} = 0,41$$



Şekil 7.31. Y ürününün garanti süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y71} = \log_2\left(\frac{36 - 12}{36 - 12}\right)$$

$$I_{Y71} = 0$$

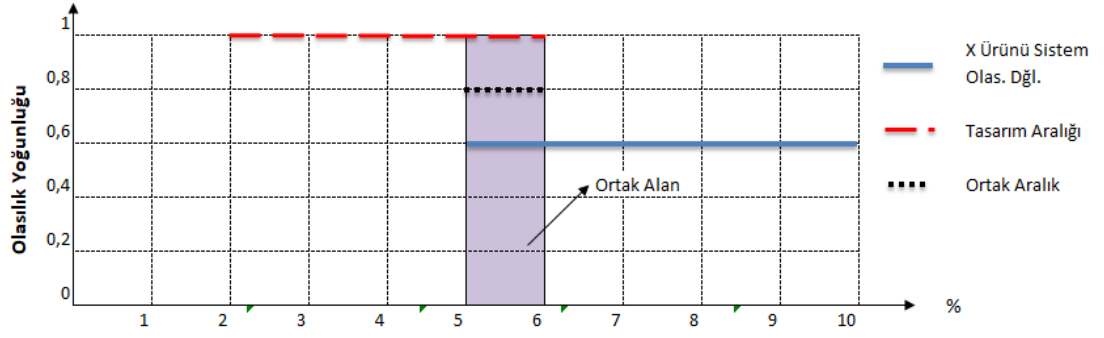


Şekil 7.32. Z ürününün garanti süresi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z71} = \log_2\left(\frac{36 - 12}{36 - 12}\right)$$

$$I_{Z71} = 0$$

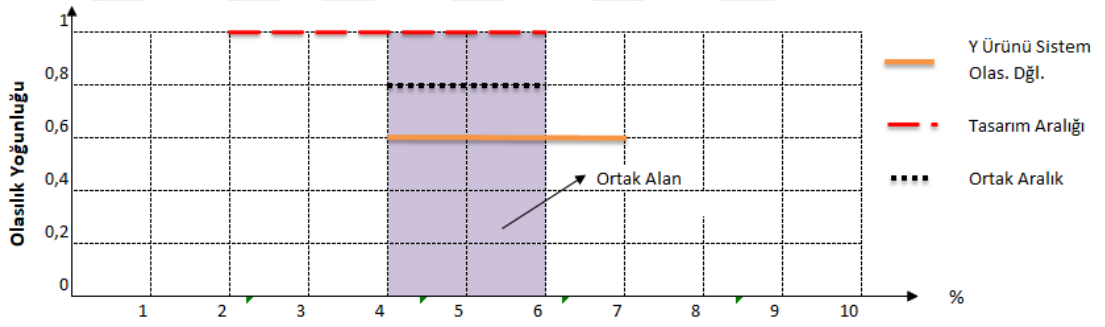
Satış Sonrası Servis ana kriterinin ikinci kriteri olan “Satış Sonrası Servis Talebi Yüzdesi” kriterinin tasarım aralığı 2-6% değerleri arasında üniforma dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.33., Şekil 7.34. ve Şekil 7.35. de belirtildiği gibidir. Satış Sonrası Servis Talebi Yüzdesi nicel bir kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait Satış Sonrası Servis Talebi Yüzdesi kriteri, I_{X72} , I_{Y72} ve I_{Z72} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilmiştir.



Şekil 7.33. X ürününün satış sonrası servis talebi yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X72} = \log_2\left(\frac{10 - 5}{6 - 5}\right)$$

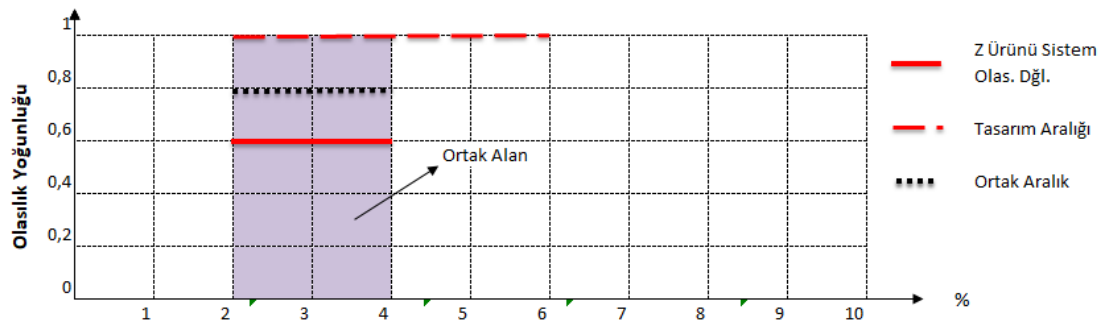
$$I_{X72} = 2,32$$



Şekil 7.34. Y ürününün satış sonrası servis talebi yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y72} = \log_2\left(\frac{7 - 4}{6 - 4}\right)$$

$$I_{Y72} = 0,58$$

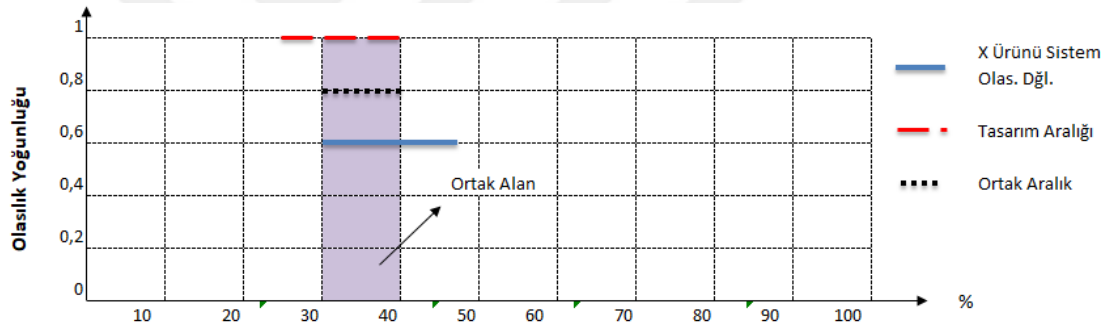


Şekil 7.35. Z ürününün satış sonrası servis talebi yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z72} = \log_2\left(\frac{4-2}{4-2}\right)$$

$$I_{Z72} = 0$$

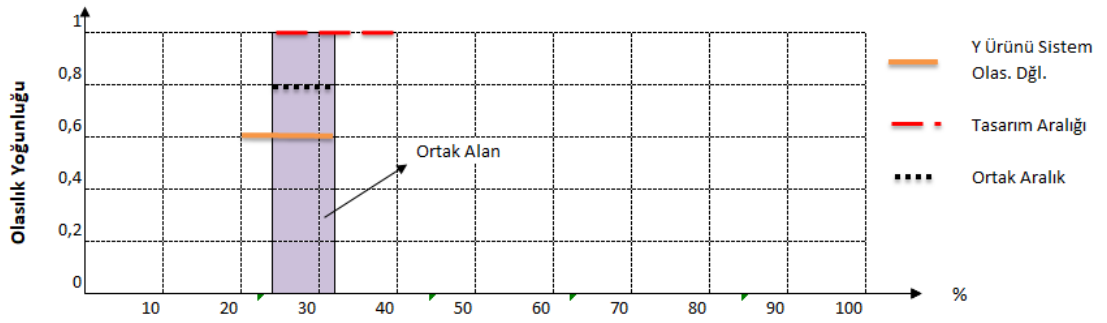
Satış Sonrası Servis ana kriterinin üçüncü kriteri olan “Bölgelerdeki Servis Bayisi Dağılım Yüzdesi” kriterinin tasarım aralığı 25-40% değerleri arasında üniform dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.36., Şekil 7.37. ve Şekil 7.38. da belirtildiği gibidir. Bölgelerdeki Servis Bayisi Dağılım Yüzdesi nicel bir kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait Bölgelerdeki Servis Bayisi Dağılım Yüzdesi kriteri, I_{X73} , I_{Y73} ve I_{Z73} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilmiştir.



Şekil 7.36. X ürününün bölgelerdeki servis bayisi dağılım yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X73} = \log_2\left(\frac{48-30}{40-30}\right)$$

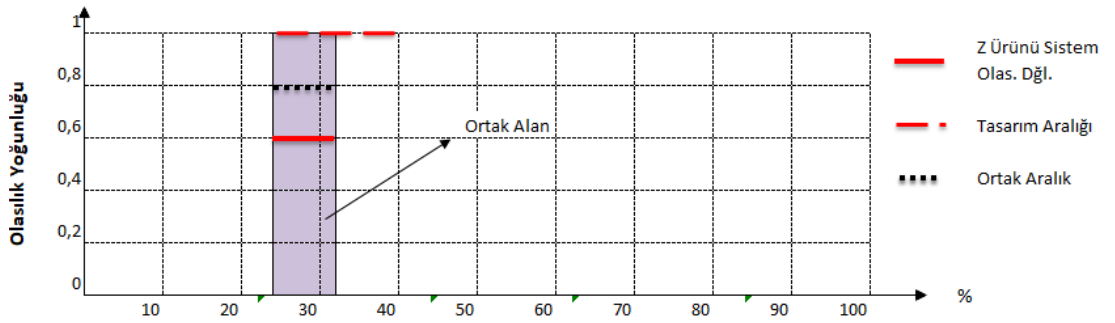
$$I_{X73} = 0,85$$



Şekil 7.37. Y ürününün bölgelerdeki servis bayisi dağılım yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y73} = \log_2\left(\frac{32 - 20}{32 - 25}\right)$$

$$I_{Y73} = 0,77$$



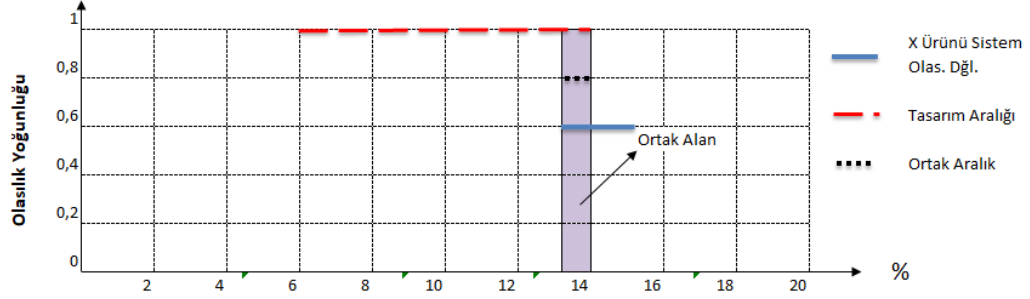
Şekil 7.38. Z ürününün bölgelerdeki servis bayisi dağılım yüzdesi kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z73} = \log_2\left(\frac{32 - 25}{32 - 25}\right)$$

$$I_{Z73} = 0$$

Satış Sonrası Servis ana kriterinin son kriteri olan “Ortalama Garanti Kapsamı Parça Değişim Maliyeti” kriterinin tasarım aralığı 25-40% değerleri arasında üniform dağılıma sahip ve X,Y ve Z ürünlerine ait sistem Olasılık Dağılımı, Tasarım Aralığı ve Ortak Alan gösterimleri sırasıyla Şekil 7.39. , Şekil 7.40. ve Şekil 7.41. da belirtildiği gibidir. Ortalama Garanti Kapsamı Parça Değişim Maliyeti nicel bir kriter olduğu için uniform olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. X,Y ve Z ürününe ait

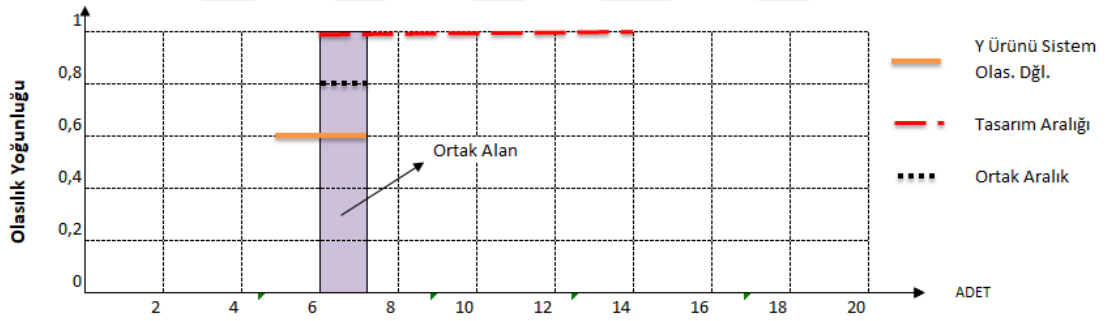
Ortalama Garanti Kapsamı Parça Değişim Maliyeti kriteri, I_{X74} , I_{Y74} ve I_{Z74} aşağıdaki hesaplama sonucu elde edilmiştir.



Şekil 7.39. X ürününün ortalama garanti kapsamı parça değişim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{X74} = \log_2\left(\frac{15,81 - 13,2}{14 - 13,2}\right)$$

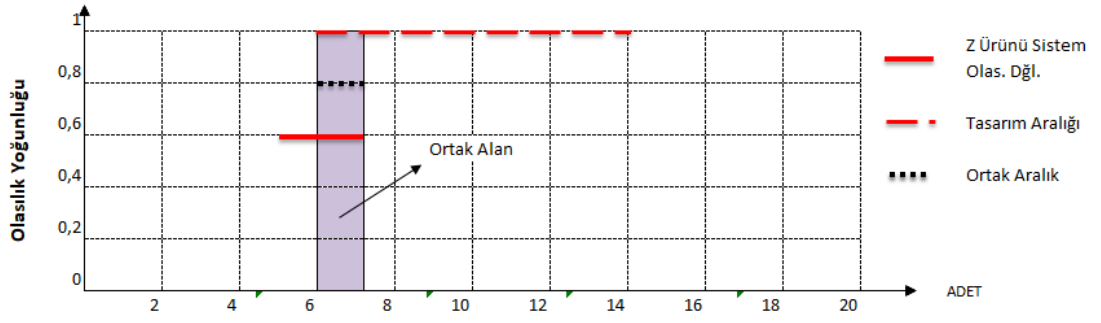
$$I_{X74} = 1,7$$



Şekil 7.40. Y ürününün ortalama garanti kapsamı parça değişim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Y74} = \log_2\left(\frac{7,4 - 4,85}{7,4 - 6}\right)$$

$$I_{Y74} = 0,86$$

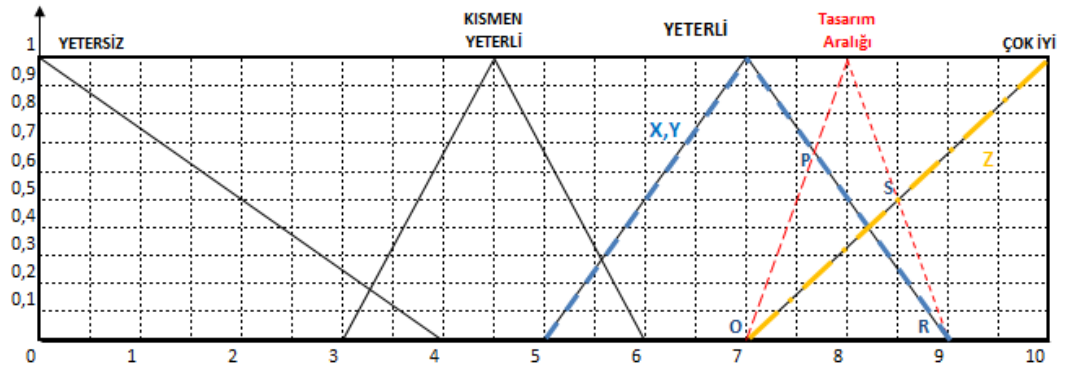


Şekil 7.41. Z ürününün ortalama garanti kapsamı parça değişim maliyeti kriteri için tasarım, sistem ve ortak aralık gösterimleri

$$I_{Z74} = \log_2\left(\frac{7,42 - 5,63}{7,42 - 6}\right)$$

$$I_{Z74} = 0,33$$

Son kriter olan Teknik Yeterlilik ana kriterine ait tasarım aralığının (14,17,20) üçgensel bulanık sayısı ile ifade edildiği durumda, X,Y ve Z ürünleri için sistem, tasarım ve ortak alanlar aşağıdaki Şekil 7.42 de gösterilmiştir.



Şekil 7.42. X,Y,Z ürünlerinin teknik yeterlilik kriteri için tasarım, sistem ve ortak alan gösterimleri

X ve Y ürünü Teknik Yeterlilik açısından “Yeterli” olarak tanımlanırken, Z Ürünü “Mükemmel” olarak tanımlanmış olup; X,Y ürünü tasarım aralıkları (5,7,9), Z ürünü için tasarım aralığı da (7,10,10) olarak verilmiştir.

$$A(ABC) = ((9-7) \cdot 0,636) / 2 = 0,636 \text{ br}^2$$

(X,Y Ürünü için Ortak Alan)

$$A(ADE) = ((9-7) \cdot 0,480) / 2 = 0,480 \text{ br}^2$$

(Z Ürünü için Ortak Alan)

$$p_{X8} = \frac{A(OPR)}{Sistem Alanı X} = \frac{0,636}{2} = 0,318$$

$$I_{X2} = \log_2(3,14) = 1,65$$

$$p_{Y8} = \frac{A(OPR)}{Sistem Alanı Y} = \frac{0,636}{2} = 0,318$$

$$I_{Y2} = \log_2(3,14) = 1,65$$

$$p_{Z8} = \frac{A(OSR)}{Sistem Alanı Z} = \frac{0,48}{1,5} = 0,32$$

$$I_{Z2} = \log_2(3,12) = 1,64$$

7.2.1. X ürünü için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması

X ürününe ait daha fazla alt birime ayrıştırılamayan tüm kriterler için bilgi içerikleri Eş.4.6 ya göre toplanılır ve böylece X ürününe ait toplam bilgi içeriği hesaplanmış olur.

Örnek olarak X ürününe ait Maliyet kriteri için bilgi içeriği Bölüm 7.2 de bulunan bilgi içeriği değerleri kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$I_{X31} = 2,14$$

$$I_{X32} = 1$$

$$I_{X3} = 1 + 2,14 = 3,14$$

Tüm fonksiyonel ihtiyaçlar için de yukarıdaki işlemler tekrarlanarak toplam bilgi içeriği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$I_{X0} = I_{X1} + I_{X2} + I_{X3} + I_{X4} + I_{X5} + I_{X6} + I_{X7} + I_{X8}$$

$$I_{X0} = 1,41 + 3,21 + 3,14 + 1 + 1,41 + 3,11 + 5,28 + 1,65$$

$$I_{X0} = 20,21$$

7.2.2. Y ürününe ait toplam bilgi içeriğinin hesaplanması

Y ürününe ait daha fazla alt birime ayrıştırılamayan tüm kriterler için de bilgi içerikleri Eş.4.6 ya göre toplanılır ve böylece Y ürününe ait toplam bilgi içeriği X Ürünü ile aynı şekilde hesaplanmış olur.

Örnek olarak Y ürününe ait Üretim ve Planlama kriteri için bilgi içeriği yine Bölüm 7.2 de bulunan bilgi içeriği değerleri kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$I_{Y41} = 0$$

$$I_{Y42} = 0,58$$

$$I_{Y4} = 0 + 0,58 = 0,58$$

Tüm fonksiyonel ihtiyaçlar için de yukarıdaki işlemler tekrarlanarak toplam bilgi içeriği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$I_{Y0} = I_{Y1} + I_{Y2} + I_{Y3} + I_{Y4} + I_{Y5} + I_{Y6} + I_{Y7} + I_{Y8}$$

$$I_{Y0} = 1,91 + 3,21 + 0,71 + 0,58 + 1,41 + 1,49 + 2,32 + 1,65$$

$$I_{Y0} = 13,28$$

7.2.3. Z ürününe ait toplam bilgi içeriğinin hesaplanması

Z ürününe ait daha fazla alt birime ayrıştırılamayan tüm kriterler için de bilgi içerikleri Eş.4.6 göre toplanılır ve böylece Z ürününe ait toplam bilgi içeriği X ve Y Ürünleri ile aynı şekilde hesaplanmış olur.

Örnek olarak Z ürününe ait Satınalma kriteri için bilgi içeriği yine Bölüm 6.2 de bulunan bilgi içeriği değerleri kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$I_{Z61} = 1,58$$

$$I_{Z62} = 1,53$$

$$I_{Z6} = 3,11$$

Tüm fonksiyonel ihtiyaçlar için de yukarıdaki işlemler tekrarlanarak toplam Z ürünü için bilgi içeriği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$I_{Z0} = I_{Z1} + I_{Z2} + I_{Z3} + I_{Z4} + I_{Z5} + I_{Z6} + I_{Z7} + I_{Z8}$$

$$I_{Z0} = 2,81 + 1,18 + 3,11 + 0 + 1,11 + 2,12 + 0,33 + 1,64$$

$$I_{Z0} = 12,297$$

7.3. Ürünlerin Aksiyomatik Tasarım Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi

Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi ile ana kriterler ve alt kriterler esas alınarak hesaplanan ağırlıklanırılmamış değerlere göre minimum bilgi içeriğine sahip olan ürün; Z ürünü; ikinci ürün Y ürünü ve en yüksek bilgi içeriğine sahip olan ürün ise X ürünüdür.

7.4. Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Ürünlerin Değerlendirilmesi

Aksiyomatik Tasarım yöntemi ile bilgi içerikleri bulunan üç ürünün, kriter ağırlandırma işlemi için AHP Yöntemi kullanılmıştır. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1970'li yıllarda, Thomas L. Saaty tarafından Pensilvanya Üniversitesinde geliştirilen ölçme ve daha çok karar verme için kullanılan matematiksel bir teoridir (Saaty ve ark., 2006).

AHP Yöntemi ile gerçekleştirilen ilk aşama kriterlere ağırlık değerleri belirlemedir. Bu amaçla, çalışma içerisinde Saaty tarafından önerilmiş olan 1-9 önem skalası kullanılmış ve düzenlenen karşılaştırma matrisleri yine Saaty tarafından önerilen AHP ile analiz edilip kriterlerin ağırlık değerleri belirlenmiştir (Saaty, 2008).

AHP Yöntemi ile değerlendirilen kriterlerin tablosu aşağıdaki gibidir.

AĞIRLIKLANDIRILMIŞ KRİTERLER		
	W (ALT KRİTER)	W (ANA KRİTER)
1.SATIŞ		
1.1.Grup İçi Satış Yüzdesi	0,07	0,06
1.2.Grup İçi İhracat Yüzdesi	0,32	
1.3.Yıllık Ciro Yüzdesi	0,61	
2.ESTETİKLİK	1	0,02
3.MALİYET		
3.1.Birim Maliyeti	0,9	0,19
3.2.İşçilik Maliyeti	0,1	
4.ÜRETİM ve PLANLAMA		
4.1.Günlük Montaj Kapasitesi	0,167	0,13
4.2.Alt Parça En Uzun Üretim Çevrim Süresi	0,833	
5.ÜRÜN GÜVENİRLİLİĞİ	1	0,16
6.SATINALMA		
6.1.Alt Parça En Uzun Tedarik Süresi	0,25	0,07
6.2.Fason Birim Maliyeti	0,75	
7.SATIŞ SONRASI SERVİS		
7.1.Garanti Süresi	0,04	0,03
7.2.Satış Sonrası Servis Talebi Yüzdesi	0,26	
7.3.Bölgelerdeki Servis Bayisi Dağılım Yüzdesi	0,08	
7.4.Ortalama Garanti Kapsamı Parça Değişim Maliyeti	0,62	
8.TEKNİK YETERLİLİK	1	0,34
TOPLAM		1,00

Tablo 7.2. Ağırlıklandırılmış kriterler tablosu

Ağırlıklandırma aşamasında her bir ürün (X,Y,Z) için ayrıca hesaplamaya alınan bilgi içerikleri kullanılır. Buna duruma uygun, eğer bir FR için hesaplanan bilgi içeriği “0” ve de “1” arasında bir değer de ise bilgi içeriğinin, kriter ağırlık değerinin çarpma işlemine göre ters kuvveti alınır. Bulunan değer ağırlıklandırılmış bilgi içeriği değeridir. Eğer ki, bir FR için hesaplanan bilgi içeriği değeri 1’den büyük olması durumunda ise, bilgi içeriği değerinin ağırlık değerince kuvveti alınır. Hesaplanan bilgi içeriği değeri eğer 1’e eşitse ağırlık değeri bilgi içeriğine eşit alınarak hesaplanır (Özel, 2007)

$$I_{ij} = \begin{cases} \left[\log_2 \left(\frac{1}{p_{ij}} \right) \right]^{w_j}, & 0 \leq I_{ij} < 1 \\ \left[\log_2 \left(\frac{1}{p_{ij}} \right) \right]^{w_j}, & I_{ij} > 1 \\ w_j, & I_{ij} = 1 \end{cases} \quad (6.1)$$

Örnek olarak, X ürünü için Maliyet Ana Kriterinin ağırlıklandırılmış bilgi içerikleri aşağıdaki gibidir;

$$I_{X31} = 2,14$$

$$I_{Xw31} = 2,14 \wedge (0,9 * 0,19) = 1,14$$

$$I_{X32} = 1$$

$$I_{Xw32} = 0,1 * 0,19 = 0,019$$

Tüm ürünler ve tüm kriterler bazında hesaplanan değerlerin tabloları aşağıdaki gibidir;

X ÜRÜNÜ BİLGİ İÇERİĞİ	ALT KRİTER AĞIRLIKLARI	AL KRİTER BİLGİ BİLGİ İÇERİKLERİ		
	W (ALT KRİTER)	I	W (ANA KRİTER)	I (AĞIRLIKLİ)
1.SATIŞ				1,01
1.1.Grup İçi Satış Yüzdesi	0,07	0	0,06	0,00
1.2.Grup İçi İhracat Yüzdesi	0,32	0	0,06	0,00
1.3.Yıllık Ciro Yüzdesi	0,61	1,414	0,06	1,01
2.ESTETİKLİK	1	3,21	0,02	0,06
3.MALİYET				1,16
3.1.Birim Maliyeti	0,9	2,14	0,19	1,14
3.2.İşçilik Maliyeti	0,1	1	0,19	0,02
4.ÜRETİM ve PLANLAMA				0,02
4.1.Günlük Montaj Kapasitesi	0,167	1	0,13	0,02
4.2.Alt Parça En Uzun Üretim Çevrim Süresi	0,833	0	0,13	0,00
5.ÜRÜN GÜVENİRLİLİĞİ	1	1,41	0,16	1,06
6.SATINALMA				2,03
6.1.Alt Parça En Uzun Tedarik Süresi	0,25	1,58	0,07	1,01
6.2.Fason Birim Maliyeti	0,75	1,53	0,07	1,02
7.SATIŞ SONRASI SERVİS				3,49
7.1.Garanti Süresi	0,04	0,41	0,03	0,53
7.2.Satış Sonrası Servis Talebi Yüzdesi	0,26	2,32	0,03	1,01
7.3.Bölgelerdeki Servis Bayisi Dağılım Yüzdesi	0,08	0,85	0,03	0,94
7.4.Ortalama Garanti Kapsamı Parça Değişim Maliyeti	0,62	1,7	0,03	1,01
8.TEKNIK YETERLİLİK	1	1,65	0,34	0,56
TOPLAM				8,83

Tablo 7.3. X ürünü için ağırlıklandırılmış bilgi içerikleri

Y ÜRÜNÜ BİLGİ İÇERİĞİ	ALT KRİTER AĞIRLIKLARI	AL KRİTER BİLGİ BİLGİ İÇERİKLERİ		
	W (ALT KRİTER)	I	W (ANA KRİTER)	I (AĞIRLIKLIL)
1.SATIŞ				1,65
1.1.Grup İçi Satış Yüzdesi	0,07	0,585	0,06	0,64
1.2.Grup İçi İhracat Yüzdesi	0,32	0	0,06	0,00
1.3.Yıllık Ciro Yüzdesi	0,61	1,321	0,06	1,01
2.ESTETİK LİK	1	3,21	0,02	1,02
3.MALİYET				0,93
3.1.Birim Maliyeti	0,9	0,71	0,19	0,93
3.2.İşçilik Maliyeti	0,1	0	0,19	0,00
4.ÜRETİM ve PLANLAMA				0,92
4.1.Günlük Montaj Kapasitesi	0,167	0	0,13	0,00
4.2.Alt Parça En Uzun Üretim Çevrim Süresi	0,833	0,58	0,13	0,92
5.ÜRÜN GÜVENİRLİLİĞİ	1	1,41	0,16	1,06
6.SATINALMA				0,95
6.1.Alt Parça En Uzun Tedarik Süresi	0,25	1	0,07	0,02
6.2.Fason Birim Maliyeti	0,75	0,49	0,07	0,94
7.SATIŞ SONRASI SERVİS				2,88
7.1.Garanti Süresi	0,04	0	0,03	0,00
7.2.Satış Sonrası Servis Talebi Yüzdesi	0,26	0,58	0,03	0,94
7.3.Bölgelerdeki Servis Bayisi Dağılım Yüzdesi	0,08	0,88	0,03	0,95
7.4.Ortalama Garanti Kapsamı Parça Değişim Maliyeti	0,62	0,86	0,03	0,99
8.TEKNIK YETERLİLİK	1	1,65	0,34	1,19
TOPLAM				9,42

Tablo 7.4. Y ürünü için ağırlıklandırılmış bilgi içerikleri

Z ÜRÜNÜ BİLGİ İÇERİĞİ	ALT KRİTER AĞIRLIKLARI	AL KRİTER BİLGİ BİLGİ İÇERİKLERİ		
		I	W (ANA KRİTER)	I (AĞIRLIKLIL)
1.SATIŞ				1,00
1.1.Grup İçi Satış Yüzdesi	0,07	2,807	0,06	1,00
1.2.Grup İçi İhracat Yüzdesi	0,32	0	0,06	0,00
1.3.Yıllık Ciro Yüzdesi	0,61	0	0,06	0,00
2.ESTETİK LİK	1	1,18	0,02	0,02
3.MALİYET				1,21
3.1.Birim Maliyeti	0,9	3,11	0,19	1,21
3.2.İşçilik Maliyeti	0,1	0	0,19	0,00
4.ÜRETİM ve PLANLAMA				0,00
4.1.Günlük Montaj Kapasitesi	0,167	0	0,13	0,00
4.2.Alt Parça En Uzun Üretim Çevrim Süresi	0,833	0	0,13	0,00
5.ÜRÜN GÜVENİRLİLİĞİ	1	1,11	0,16	1,02
6.SATINALMA				1,02
6.1.Alt Parça En Uzun Tedarik Süresi	0,25	1	0,07	0,02
6.2.Fason Birim Maliyeti	0,75	1,12	0,07	1,01
7.SATIŞ SONRASI SERVİS				0,95
7.1.Garanti Süresi	0,04	0	0,03	0,00
7.2.Satış Sonrası Servis Talebi Yüzdesi	0,26	0	0,03	0,00
7.3.Bölgelerdeki Servis Bayisi Dağılım Yüzdesi	0,08	0	0,03	0,00
7.4.Ortalama Garanti Kapsamı Parça Değişim Maliyeti	0,62	0,33	0,03	0,95
8.TEKNİK YETERLİLİK	1	1,64	0,34	1,18
TOPLAM				5,23

Tablo 7.5. Z ürünü için ağırlıklandırılmış bilgi içerikleri

Ağırlıklandırılmış Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi ile hesaplamalar neticesinde bilgi içerikleri;

$$I_X = 8,83$$

$$I_Y = 9,42$$

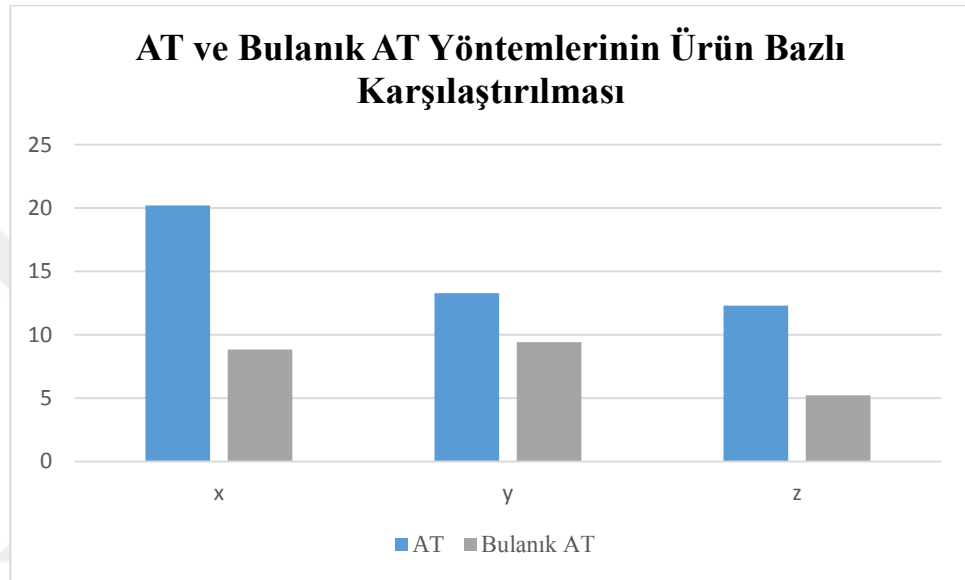
$$I_Z = 5,23$$

olarak saptanmıştır.

7.5. Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yöntemi ile Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yöntemi Sonuçlarının Karşılaştırılması

AHP Yöntemi ile ağırlıklandırılan kriterlerin en yüksek olan değere sahip ilk üç ana kriter sırasıyla; Teknik Yeterlilik, Maliyet ve Ürün Güvenirliliğidir. Çalışmada Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yöntem ile hesaplanan değerlendirmede minimum bilgi

içeriğinden başlayarak ürünlerin sıralaması Z,Y ve X ürünleri iken, Ağırlıklandırılmış Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yöntemi ile hesaplanan değerlendirme, minimum bilgi içeriğinden başlayarak Z, X ve Y ürünleridir Bu çalışma neticesinde, kriterlerin ağırlıklandırılmasıyla ürünlerin sıralamasında değişiklikler meydana geldiği görülmektedir. Bulunan sonuçtan hareketle, kriter ağırlıklarının dikkate alınmasıyla sonuç üzerinde önemli etkilere sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 7.43. İki yöntemin karşılaştırma grafiği

BÖLÜM 8. SONUÇ

Şirketlerin pazarda rekabet üstünlüğü sağlayabilmesi için ürün seçimlerini ve değerlendirmelerini doğru gerçekleştirme talepleri, portföy yönetimi araştırmacılarının ve profesyonellerin dikkatini çekmektedir. Firmalar, rekabet üstünlüğü sağlayabilmeleri için, müşterilerine mevcut-standart ürünler yerine, her bir müşterinin talebine doğru cevap verebilecek çeşitlilikte ürünler sunma yoluna gitmek istemektedirler. Ürün portföyü değerlendirmelerinde, hem ürünü doğrudan etkileyen müşteri taleplerini hem de ürün sahibi olan firmaların gerçeklerini ortak bir paydada buluşturmak daha verimli süreçlerin oluşmasına ve talep edilen rekabet üstünlüğünün sağlanmasına yardımcı olacaktır.

Ürün portföyü değerlendirme süreçleri, sayısal veriler ile ortaya konulabilecek kriterleri içerebildiği gibi sayısal olmayan dilsel ifadeler ile tanımlanabilecek kriterleri de içermesi yönünden ÇKKV problemi olarak değerlendirilebilmesi mümkündür.

Bu çalışma kapsamında; ürün portföyü değerlendirme problemi ele alınırken sayısal ve sayısal olmayan dilsel kriterlerin birlikte değerlendirilebilmesine olanak tanıyan bulanık aksiyomatik tasarımın ikinci aksiyomundaki bilgi aksiyomu” yaklaşımı kullanılmıştır. AT yöntemi her bir kriterin tasarımcı tarafından belirlenen tasarım aralığını değerlendirmeye alır. Bu nedenle diğer birçok farklı yöntemle göre kriteri en iyi düzeyde sağlayan alternatif seçimi yapılırken, AT yöntemi verilen tasarım aralıklarını sağlayan alternatiflerin seçilmesini sağlar.

Çalışma içerisinde aksiyomatik tasarımın bilgi aksiyomu kullanılarak seçenekler arasında değerlendirme yaparken, tasarımın gereklerini ortaya koyan kriterler yani fonksiyonel ihtiyaçlar (FR), ürün değerlendirme ve seçimi etkileyen kriterlerdir. Bulanık Bilgi aksiyomu ile tedarikçi seçiminde sayısal verilere sahip kriterler için

sistemin ve tasarımın aralıkları belirlenirken, sayısal olmayan bulanık, dilsel değişkenler kullanılmıştır. Bu değerlerin sayısal forma dönüştürülmesi için de üçgensel bulanık sayılardan faydalanılmıştır.

Sakarya'da faaliyet gösteren bir endüstriyel mutfak sektöründe çalışmaları bulunan; aynı ürün grubuna dahil, üç çeşit ürün arasında bulanık AT yaklaşımı ile değerlendirme işlemi yapılmış, yukarıda kullanılan yöntemlerin neticesinde üç ürün arasındaki minimum bilgi içeriğine sahip olan Z ürününün belirlenen kriterlere en iyi cevap veren ürün olduğu saptanmıştır. Z ürününü takip eden Y ürünü, kriterlere en olumsuz sonucu veren X ürünü olmuştur. Değerlendirmeye alınan kriterler ürün üzerinde aynı önem derecesine sahip olması mümkün değildir. Daha doğru bir değerlendirme sonucu oluşturmak adına, tasarımı etkileyen kriterlerin ağırlandırılmasına gidilmiş, kriterlerin ağırlıklandırılması sürecinde AHP yöntemi kullanılmıştır.

AHP yaklaşımı ile sonuca en etkin ilk üç değerlendirme kriteri; Teknik Yeterlilik, Maliyet ve Ürün Güvenirliliğidir. Ağırlıklandırma işlemi neticesinde saptanan bilgi içerikleri, Ağırlıklı bulanık AT yöntemi ile ele alınmış ve ürün değerlendirme sonucunda minimum bilgi içeriği sıralaması; Z,X ve en olumsuz sonucu veren Y ürünü olmuştur.

Çalışmada ele alınan ürün portföyü değerlendirme problemi hem sayısal hem dilsel ifadeleri barındırması ve değerlendirmeyi etkileyen kriterlerin gerçek hayata daha uygun olarak ölçülebilmesi için ağırlıklı bulanık AT yöntemi ile ele alınması, birçok aynı sürece sahip değişik problemlerin çözümüne de cevap bulabilmesi mümkündür.

KAYNAKLAR

- Abalı Y. Kutlu, B. Eren, T. 2012. Çok ölçülü karar verme yöntemleri ile bursiyer seçimi: bir öğretim kurumunda uygulama. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 26(3): 259-272.
- Aksakal, E. 2009. Bulanık aksiyomatik tasarım yönteminin personel seçim problemine uygulanması. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Asemi, Aç, A. Zavareh, A,A. 2011. The role of management information system (mıs) and decision support system (dss) for manager's decision making process. International Journal of Business and Management, 6(7): 164-173.
- Çebi, S. 2010. Aksiyomlarla tasarım esaslı bulanık karar destek sistemi geliştirme ve bir uygulama. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisi, Doktora Tezi.
- Child, P. Diederichs, R. Sanders, F. H. Wisniowski, S. 1991. SMR forum: The Management of Complexity. Sloan Manage Review, 33(1): 73-80.
- Danacı, T. 2011. Military logistics network design via axiomatic design principles. Istanbul Tecnicul University Insititu of Science and Tecnology, Interdisiplinary Program Defense Technologies.
- Eren, E. 2005. Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası, 7.Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş, 0-586.
- Herişçakar, E. 1999. Gemi Ana Makine Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri AHP ve SMART Uygulaması. Gemi İnşaatı ve Teknolojisi Teknik Kongresi, İstanbul, 240-256.
- Huffman, C. Kahn, B.E. 1998. Variety for Sale: Mass Customization or Mass Confusion?. Journal of Retailing, 74(4): 491-513.
- İnce, A.R. Alan, M.A. 2014. . Ürün portföy planlamasında veri madenciliğinden yararlanılması üzerine bir çalışma. Lefke Avrupa Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 2 64-77.
- Jugend, D. Silva, S.L. Salgado, M,H. Leoni, J,N. 2014. Decision making in the product portfolio: Methods adopted by Brazil's innovative companies. DYNA, 82(190): 208-213.
- Kahraman, C. Kaya, I. 2010. A fuzzy multicriteria methodology for selection among energy alternatives, Expert Syst. Appl., 37(9): 6270–6281.

- Karaatlı, M. Ömürbek, N. Budak, İ. O. Dağ. 2015. Çok kriterli karar verme yöntemleri ile yaşanabilir illerin sıralanması. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 33: 215-228.
- Karabıçak, Ç. A. Boyacı, İ. Akay, M. K. Özcan, B. 2016. Çok kriterli karar verme yöntemleri ve karayolu şantiye seçimine yönelik bir uygulama. Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33: 106-121.
- Kaya, T. Gönen, C. 2014. Otomotiv sektöründe aksiyomatik tasarım yaklaşımı ile transmisyon seçimine yönelik karar destek sistemi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İşletme Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Kulak, O. Durmuşoğlu, M.B. 2003. Hücresel üretim sistemleri tasarımı için aksiyomlarla tasarım prensiplerine dayalı bütünsel bir yöntem, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Öz, İ. 2002. Aristoteles mantığı ile felsefe-bilim ilişkisi. Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 43(2): 355-374.
- Özata, M. Arslan, Ş. 2004. Klinik Karar Destek Sistemleri ve Örnek Uygulamalar. Kocatepe Tıp Dergisi, 5(1): 11-17.
- Saaty, T.L., Niemira, M.P., (2006), A framework for making a better decision, Research Review, 13(1): 1-4.
- Saaty, T.L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. Services Sciences, 1(1): 83-98.
- Suh, N.P. 2001. Axiomatic Design. İçinde: Advances and applications. Oxford University Press, 1-503.
- Uludağ, S, A. Doğan, H. 2016. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırılmasına odaklı bir hizmet kalitesi uygulaması. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6(2): 17-47.
- Uyanık, B. 2016. Karar Destek Sistemlerinin Geliştirme Yaşam Döngüsü. Tubitak Tusside Yayınları.
- Yavuz, M. 2010. Makina ekipman seçimine aksiyomatik tasarım yaklaşımı. marmara üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

ÖZGEÇMİŞ

Nergis KAHRAMAN, 18.05.1991'de Bursa'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Bursa'da tamamladı. 2010 yılında da Ulubatlı Hasan Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2010 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü 2014 yılında bitirdi. 2015-2016 Bahar yarıyılında Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2014 yılında Isı şah Endüstriyel A.Ş firmasında Proje Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Üç yıl burada çalışmanın ardından, şu an Köfteci Yusuf A.Ş firmasında, Planlama ve Raporlama Uzmanı olarak görev yapmaktadır.