

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	iv
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ	4
2.1 Karar Verme Kavramı.....	4
2.2 Karar Vermenin Temel Kavramları	4
2.2.1 Karar Sorunu	5
2.2.2 Karar Modelinin Öğeleri	6
2.2.2.1 Karar Verilecek Problem	6
2.2.2.2 Alternatifler	7
2.2.2.3 Amaçlar	8
2.2.2.4 Kriterler	8
2.3 Karar Verme Süreci ve Aşamaları	9
2.4 Karar Tipleri.....	11
2.5 Çok Kriterli Karar Verme	11
2.5.1 Çok Kriterli Karar Sorunlarının Temel Özellikleri.....	13
2.5.2 Çok Kriterli Karar Verme Süreci	15
2.5.2.1 Karar Konusunun Belirlenmesi ve Analizi	15
2.5.2.2 Alternatiflerin Belirlenmesi ve Onlar Hakkında Bilgi	16
2.5.2.3 Karar Kriterlerinin Belirlenmesi	16
2.5.2.4 Optimal Seçeneğin Belirlenmesi.....	16
2.6 Çok Kriterli Karar Verme Metotlarının Sınıflandırılması	16
2.7 Çok Kriterli Karar Verme Metotlarından Bazılarının İncelenmesi	17
2.7.1 Analitik Hiyerarşi Süreci	17
2.7.2 Analitik Ağ Süreci	19
2.7.3 Electre (Elimination and Choice Translating Reality) I Tekniği	20
2.7.4 Dinamik Programlama	21
3. AKSİYOMATİK TASARIM	22
3.1 Aksiyomatik Tasarım ve Prensipleri.....	22

3.2	Bulanık Aksiyomatik Tasarım	25
3.3	Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım	27
3.3.1	Bulanık AHP	27
3.3.2	Bulanık AHP Algoritması	29
4.	AKILLI KART ÖZELLİKLERİ VE KAPSAMI	33
4.1	Akıllı Kart Kavramı	33
4.2	Akıllı Kart Tipleri	36
4.3	Akıllı Kart İşletim Sistemleri	38
4.4	Akıllı Kartların Güvenliği	39
4.5	Akıllı Kartların Standartları	39
4.6	Akıllı Kartların Avantajları	40
4.7	Akıllı Kartların Kullanım Alanları	42
4.8	Çoklu Uygulamalı Akıllı Kartlar	48
4.9	Akıllı Kartlara Erişim Yöntemleri	48
4.10	Akıllı Kart Teknolojilerinin Seçim Kriterleri	49
4.10.1	Yazılım Teknolojisi ve Yazılım Performansı	50
4.10.2	Hizmet	50
4.10.3	Esneklik	51
4.10.4	Fiyatlandırma	51
5.	UYGULAMA	52
5.1	A ₁ , A ₂ , A ₃ Kart Teknolojilerinin Seçiminde Kriterlerin Tanımlanması	54
5.2	Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Akıllı Kart Teknolojisi Seçimi	58
5.3	Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Akıllı Kart Teknolojisi Seçimi	90
5.3.1	Bulanık AHP Hesaplamaları ile Kriter Ağırlıkları	93
5.3.2	Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım Hesaplamaları	98
6.	SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	103
KAYNAKLAR		105
İNTERNET KAYNAKLARI		107
ÖZGEÇMİŞ		108

SİMGE LİSTESİ

A	İkili karşılaştırma matrisi
A_{cr}	Ortak aralığın altındaki alan
A_i	Alternatif akıllı kart teknolojisi
A_{sr}	Sistem aralığının altındaki alan
C_k	Karar sistemindeki bileşen
C_r	Ortak alan
d_r	Tasarım aralığı
I	Bilgi İçeriği
I_{ATK}	Acil Kart Taleplerinin Karşıllanması kriteri için elde edilen bilgi içeriği
I_{DBY}	Satış Sonrası Destek Biriminin Yeterliliği kriteri için elde edilen bilgi içeriği
I_{DH}	Satış Sonrası Destek Hızı kriteri için elde edilen bilgi içeriği
I_{FST}	Farklı Sektör Taleplerinin Karşıllanması kriteri için elde edilen bilgi içeriği
I_{KFI}	Fiyat İndiriminin kriteri için elde edilen bilgi içeriği
I_{KT}	Kart Firmasının Müşterinin İsteddiği kadar Kartı Kolaylıkla Temin etmesi kriteri için elde edilen bilgi içeriği
I_{ij}	i.firmanın j kriteri için elde edilen bilgi içeriği
I_{OY}	Satış Sonrası Online Yardım kriteri için elde edilen bilgi içeriği
I_{TY}	Teknik Yeterlilik kriteri için elde edilen bilgi içeriği
I_{UF}	Kart firmasının diğer kart firmalarına göre uygun fiyat vermesi kriteri için elde edilen bilgi içeriği
I_{YG}	Yazılımın Güvenilirliği ve güvenliği lığı kriteri için elde edilen bilgi içeriği
$I_{Y GK}$	Yazılım Geliştirme ve Kullanım Kolaylığı kriteri için elde edilen bilgi içeriği
I_{YH}	Yazılım Çalışma Hızı kriteri için elde edilen bilgi içeriği
$M_{g_i}^j$	Üçgensel bulanık sayı
p	Fonksiyonel ihtiyacı gerçekleştirme olasılığı
p_{ij}	i.firmanın j kriterini (fonksiyonel ihtiyacını) gerçekleştirme olasılığı
s_i	Bulanık sentetik boyut değeri
S_r	Sistem aralığı
W	Normalize Ağırlık vektörü
W'	Ağırlık vektörü
w_j	j kriterinin ağırlığı
$\lambda_{\max}$	Özdeğerlerin en büyüğü
μ_{M1}	Üyelik fonksiyonu

KISALTMA LİSTESİ

AD	Aksiyomatik Tasarım (Axiomatic Design)
AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci
ANP	Analitik Ağ Süreci
ATK	Acil Kart Taleplerinin Karşılanması
DBY	Satış Sonrası Destek Biriminin Yeterliliği
DH	Satış Sonrası Destek Hızı
DİP	Dinamik Programlama
DP	Tasarım parametresi
E	Esneklik
E-Cüzdan	Elektronik Cüzdan
F	Fiyatlandırma
Fİ	Fonksiyonel ihtiyaçlar
FST	Farklı Sektör Taleplerinin Karşılanması
H	Hizmet Düzeyi
KFI	Alınan kart miktarına göre diğer kart firmalarına göre oranla daha yüksek oranda fiyat indiriminin uygulanması
KT	Kart Firmasının Müşterinin İsteddiği kadar Kartı Kolaylıkla Temin etmesi
OY	Satış Sonrası Online Yardım
TY	Teknik Yeterlilik
UF	Kart firmasının diğer kart firmalarına göre uygun fiyat vermesi
Y	Yazılım teknolojisi ve Yazılım Performansı
YG	Yazılımın Güvenilirliği ve güvenliği
YGK	Yazılım Geliştirme ve Kullanım Kolaylığı
YH	Yazılım Çalışma Hızı

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Karar verme adımları (Bağırkan, 1983).....	10
Şekil 2.2 Çok kriterli karar verme aşamaları (Demirtaş, 2007).....	15
Şekil 2.3 Bir hiyerarşi ve ağ arasındaki yapısal farklılıklar: (a) bir hiyerarşi, (b) bir ağ (Baraçlı ve Alp, 2009).....	19
Şekil 3.1 Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve Fİ'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu (Özel ve Özyörük, 2006).....	24
Şekil 3.2 Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve Fİ'nin sistem olasılık yoğunluk fonksiyonu (Özel ve Özyörük, 2006).....	25
Şekil 3.3 Fiziksel olmayan faktörler için sayısal gösterim(Özel ve Özyörük, 2006).	26
Şekil 3.4 Sistem ve tasarım aralıklarının ortak alanı	27
Şekil 3.5 M1 ve M2 üyelik fonksiyonlarının kesişimi (Kahraman vd., 2004)	31
Şekil 4.1 Akıllı kart tipleri teknoloji düzeyi	36
Şekil 4.2 Akıllı karta erişim yöntemleri(Öztaş, 2006).....	48
Şekil 5.1 E-cüzdan uygulama akışı.....	53
Şekil 5.2 Akıllı kart teknolojilerinin seçim kriterleri ağı.....	56
Şekil 5.3 Kriterler için üçgensel bulanık sayılar.....	59
Şekil 5.4 A ₁ alternatifi için yazılım geliştirme ve kullanım kolaylığı açısından sistem ve tasarım verileri.....	59
Şekil 5.5 A ₂ alternatifi için yazılım geliştirme ve kullanım kolaylığı açısından sistem ve tasarım verileri.....	60
Şekil 5.6 A ₃ alternatifi için yazılım geliştirme ve kullanım kolaylığı açısından sistem ve tasarım verileri.....	61
Şekil 5.7 A ₁ alternatifi için yazılım çalışma hızı açısından sistem ve tasarım verileri	62
Şekil 5.8 A ₂ alternatifi için yazılım çalışma hızı açısından sistem ve tasarım verileri	63
Şekil 5.9 A ₃ alternatifi için yazılım çalışma hızı açısından sistem ve tasarım verileri	64
Şekil 5.10 A ₁ alternatifi için yazılım güvenilirliği ve güvenliği açısından sistem ve tasarım verileri	64
Şekil 5.11 A ₂ alternatifi için yazılım güvenilirliği ve güvenliği açısından sistem ve tasarım verileri	65
Şekil 5.12 A ₃ alternatifi için yazılım güvenilirliği ve güvenliği açısından sistem ve tasarım verileri	66
Şekil 5.13 A ₁ alternatifi için teknik yeterlilik açısından sistem ve tasarım verileri.....	67
Şekil 5.14 A ₂ alternatifi için teknik yeterlilik açısından sistem ve tasarım verileri.....	68
Şekil 5.15 A ₃ alternatifi için teknik yeterlilik açısından sistem ve tasarım verileri.....	68
Şekil 5.16 A ₁ alternatifi için kart firmasının müşterinin istediği kadar kartı kolaylıkla temin etmesi açısından sistem ve tasarım verileri.....	69
Şekil 5.17 A ₂ alternatifi için kart firmasının müşterinin istediği kadar kartı kolaylıkla temin etmesi açısından sistem ve tasarım verileri.....	70
Şekil 5.18 A ₃ alternatifi için kart firmasının müşterinin istediği kadar kartı kolaylıkla temin etmesi açısından sistem ve tasarım verileri.....	71
Şekil 5.19 A ₁ alternatifi için acil kart taleplerinin karşılanması açısından sistem ve tasarım verileri	71
Şekil 5.20 A ₂ alternatifi için acil kart taleplerinin karşılanması açısından sistem ve tasarım verileri	72
Şekil 5.21 A ₃ alternatifi için acil kart taleplerinin karşılanması açısından sistem ve tasarım verileri	73
Şekil 5.22 A ₁ alternatifi için farklı sektör taleplerinin karşılanması açısından sistem ve tasarım verileri	74

Şekil 5.23 A ₂ alternatifi için farklı sektör taleplerinin karşılanması açısından sistem ve tasarım verileri	74
Şekil 5.24 A ₃ alternatifi için farklı sektör taleplerinin karşılanması açısından sistem ve tasarım verileri	75
Şekil 5.25 A ₁ alternatifi için kart firmasının diğer kart firmalarına göre uygun fiyat vermesi açısından sistem ve tasarım verileri	76
Şekil 5.26 A ₂ alternatifi için kart firmasının diğer kart firmalarına göre uygun fiyat vermesi açısından sistem ve tasarım verileri	77
Şekil 5.27 A ₃ alternatifi için kart firmasının diğer kart firmalarına göre uygun fiyat vermesi açısından sistem ve tasarım verileri	77
Şekil 5.28 A ₁ alternatifi için alınan kart miktarına göre fiyat indiriminin uygulanması açısından sistem ve tasarım verileri	78
Şekil 5.29 A ₂ alternatifi için alınan kart miktarına göre fiyat indiriminin uygulanması açısından sistem ve tasarım verileri	79
Şekil 5.30 A ₃ alternatifi için alınan kart miktarına göre fiyat indiriminin uygulanması açısından sistem ve tasarım verileri	80
Şekil 5.31 A ₁ alternatifi için satış sonrası destek hızı açısından sistem ve tasarım verileri	81
Şekil 5.32 A ₂ alternatifi için satış sonrası destek hızı açısından sistem ve tasarım verileri	82
Şekil 5.33 A ₃ alternatifi için satış sonrası destek hızı açısından sistem ve tasarım verileri	83
Şekil 5.34 A ₁ alternatifi için satış sonrası destek biriminin yeterliliği açısından sistem ve tasarım verileri.....	84
Şekil 5.35 A ₂ alternatifi için satış sonrası destek biriminin yeterliliği açısından sistem ve tasarım verileri.....	84
Şekil 5.36 A ₃ alternatifi için satış sonrası destek biriminin yeterliliği açısından sistem ve tasarım verileri.....	85
Şekil 5.37 A ₁ alternatifi için satış sonrası online yardım açısından sistem ve tasarım verileri	86
Şekil 5.38 A ₂ alternatifi için satış sonrası online yardım açısından sistem ve tasarım verileri	87
Şekil 5.39 A ₃ alternatifi için satış sonrası online yardım açısından sistem ve tasarım verileri	88

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Çok amaçlı karar verme ve çok kriterli karar verme görüşlerinin karşılaştırılması (Demirtaş, 2007).....	14
Çizelge 3.1 AHP Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi (Demirtaş, 2007).	29
Çizelge 3.2 Önem skala değerleri ve tanımları (Saaty, 2001b)	32
Çizelge 5.1 Akıllı kartlarının seçim kriterleri	57
Çizelge 5.2 Tasarım aralık verisi	58
Çizelge 5.3 Sistem aralık verisi	59
Çizelge 5.4 Kart teknolojileri için bilgi içeriği sonuçları	89
Çizelge 5.5 Kriterler için bilgi içeriği sonuçları	89
Çizelge 5.6 Kriterler için ortalama değerler	90
Çizelge 5.7 Ana kriterlerin birbirlerine göre kıyaslanması.....	91
Çizelge 5.8 Yazılım teknolojisi ve yazılım performansı unsurlarının kendi içinde kıyaslanması.....	92
Çizelge 5.9 Esneklik unsurlarının kendi içinde kıyaslanması	92
Çizelge 5.10 Fiyatlandırma unsurlarının kendi içinde kıyaslanması	93
Çizelge 5.11 Hizmet düzeyi unsurlarının kendi içinde kıyaslanması	93
Çizelge 5.12 Ana kriterler matrisi.....	94
Çizelge 5.13 Yazılım teknolojisi ve yazılım performansına göre alt kriterlerin değerlendirilmesi.....	94
Çizelge 5.14 Esnekliğe göre alt kriterlerin değerlendirilmesi	94
Çizelge 5.15 Fiyata göre alt kriterlerin değerlendirilmesi	94
Çizelge 5.16 Hizmet düzeyine göre alt kriterlerin değerlendirilmesi	94
Çizelge 5.17 Bulanık sentetik derece değerleri.....	95
Çizelge 5.18 Kart teknolojisi seçimi için kullanılacak kriterlerin ağırlık değerleri.....	98
Çizelge 5.19 Kart teknolojileri için bilgi içeriği sonuçları	101
Çizelge 5.20 Ana kriterler için bilgi içeriği sonuçları.....	101
Çizelge 5.21 Kriterler için ortalama değerler.....	101
Çizelge 5.22 Kriterler için bilgi içeriği sonuçları	102

ÖNSÖZ

Çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Yrd. Dr. Hayri BARAÇLI'ya, teşekkür ederim.

Her zaman yanımda oldukları için anneme, babama, ağabeyime sonsuz teşekkürler.

Mayıs 2009

Nurgül DEMİRTAŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği

ÖZET

Bilişim teknolojilerindeki gelişmelerin ticaret alanına taşınması hem tüketicilere hem de işletmelere önemli avantajlar sağlamıştır. Bu avantajlar doğrultusunda kart kullanımı gelişmiş ve akıllı kart teknolojisi geliştirilmiştir. Gün geçtikçe gelişen akıllı kart teknolojisi özellikle çok fonksiyonlu olarak uygulanmaya başlanmıştır.

Bu proje kapsamında öncelikle karar verme kavramı ve buna bağlı olarak çok kriterli karar verme yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra ise e-cüzdan ve kapı geçiş uygulamalarını içeren çok fonksiyonlu bir uygulama için en iyi akıllı kart teknolojisinin seçimi yapılmıştır. Çalışmada üç akıllı kart teknolojisi tipi incelenmiş ve yazılımcıların yazılım seçim sürecinde dikkate aldığı önemli kriterler belirlenmiştir. Bulanık Aksiyomatik Tasarım (Bulanık AD) ve Ağırlıklı Bulanık AD akıllı kart teknolojilerini karşılaştırmak için kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı kart teknolojileri seçimi , Çok fonksiyonlu akıllı kart, Çok kriterli karar verme, Bulanık AD, Ağırlıklı Bulanık AD

ABSTRACT

Developments in the Information technologies provide important advantages to consumers and companies. Besides usage of card develop and smart card technologies are developed. Nowadays, smart card technology starts to use e-purse applications.

In this project, at first decision subject and multi attribute selection techniques were explained. Then the best card technology was selected for a multi application card that includes e-purse and gateway entry card. The three type of card technologies were examined and the most important criterias were taken into account by the software developer while they develop card software. Fuzzy Axiomatic Design (Fuzzy AD) and Weighted Axiomatic Design techniques were used to compare smart card technologies.

Keywords: Smart Card Technology Selection, Multi-application Smart Card, Multi-Criteria Decision Making , Fuzzy AD, Weighted Fuzzy AD

1. GİRİŞ

Karar verme işlemi, insanoğlunun doğumundan başlayan ve yaşamı boyunca devam eden sürekli bir işlemdir. Belli bir döneme ilişkin belli sorunların çözümünde kullanılabilecek birbirlerinden ayrı özellikleri olan seçeneklerin olması durumunda bir seçim veya bir karar verme işlemi ortaya çıkar. Karar verme günlük yaşantımızda hem kişiler için hem de kuruluşlar için her alanda kullanılan bir süreçtir.

Karar verme sürecinde bilimin ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak karmaşık yapıdaki problemlerin çözümünde tek kriterli veya değişkenli analizlerin artık yeterli olmadığı bilinen bir gerçektir. Tek kriterli analizlerde en önemli varsayım, olaydaki diğer boyutların etkilerinin sabit kabul edilmesi ve her defasında sadece bir ölçütün (faktörün) inceleme konusu yapılmasıdır. Aslında evrendeki olaylar ve objeler sadece tek bir faktörün etkisi ile değil, çok sayıda iç ve dış faktörün ortak etkisi ile oluşmakta ve karmaşık bir yapı göstermektedir. Bu nedenle, olaylar ve objeler sadece bir değişkene göre değil, çok sayıda değişkene ve bunların ortaklaşa etkilerine göre tanımlanmalıdır. Bu nedenle kullanılan karar verme yöntemleri arasında çok kriterli karar verme önemli bir yer tutar (Demirtaş, 2007).

Çok kriterli karar verme yöntemleri, ölçülebilen ve ölçülemeyen birçok stratejik ve operasyonel faktörü aynı anda değerlendirme imkânı sağlayan ve aynı zamanda karar verme sürecine çok sayıda kişiyi dâhil edebilen analitik yöntemlerdir. Karar verme sürecinde bu yöntemlerin kullanılması yöneticilere alternatifleri değerlendirmede yardım etmekte ve işletme kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır (Önüt vd.,2008).

Yoğun çalışmaların ardından toplanan bilgilerin değerlendirilmesi ve bir karara bağlanması, özellikle karmaşık ve hayati kararların verilmesinde modern tekniklere başvurulmasını gündeme getirmiştir.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olarak adlandırılabilceğimiz AD yöntemi 1980'lerin başlarından itibaren, bilimsel bir tasarım yaklaşımı olarak ortaya konulmuştur. Ancak tasarım mühendisliği yazınında bir yöntem olarak yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanması ve çok farklı alanlarda, tasarım süreçlerinde uygulanması Suh tarafından yazılan kitabın yayınlanmasının ardından, 1990 yılında başlamıştır. Özellikle son on yıl içerisinde çok değişik alanlarda uygulama şansı bulmuş olan AD, her geçen gün kullanım alanlarına yenilerinin eklenmesiyle gelişimini sürdürmektedir (Yılmaz, 2006). AD bugüne kadar çok geniş bir yelpazede kullanım şansı bulmuştur. yazılım, kalite, imalat, esnek üretim, hücresel üretim ve ergonomi gibi bir çok alandaki sistemin tasarımında uygulanmıştır. Ayrıca, çok

ölçütlü karar verme tekniği olarak kullanılan AD'nin Bilgi aksiyomu ekipman, ulaştırma firması ve modern imalat sistemleri gibi alanlarda çeşitli kriterler dikkate alınarak alternatifler arasında karar vermek için kullanılmıştır (Özel ve Özyörük, 2006). Bu gerekçeden dolayı çok kriterli karar verme metodlarına hemen her alanda başvurulmaktadır. Ancak Akıllı Kart Teknolojisi alanında daha önce Fuzzy AHP ve ANP yöntemlerinin uygulanmış olup AD yaklaşımı uygulanmamıştır.

İnternet kullanımı gün geçtikçe artmaya ve etkilerini birçok alanda göstermeye başlamıştır. Bu kullanımın yaygınlaşmasının en önemli etkilerinden biri ticaretin elektronik ortama taşınması olmuştur. Bilişim teknolojilerindeki gelişmelerin ticaret alanına taşınması hem tüketicilere hem de işletmelere gözle görülür avantajlar sağlamaktadır. Bu avantajlar doğrultusunda ve ihtiyaçlar kapsamında akıllı kart teknolojisi geliştirilmiştir.

Akıllı kart teknolojisi, dünyada ve Türkiye'de özellikle 2002 yılından itibaren kullanılmaya başlanmış olup her geçen gün artan belirgin bir gelişim grafiği göstermektedir. Akıllı kartların kullanım alanları gündelik yaşantımıza oldukça yaygın durumdadır. Şirketlere giriş çıkışlarda, kimlik kartlarında, sosyal tesislerde, kulüp üyeliklerinde, köprü ve paralı otoyol geçişlerinde, şehir kartı olarak toplu taşıma araçların tümünde, okul kampüslerinde, yemekhanelerde, restoranlarda, kredi kartlarında, sağlık, perakende, güvenlik, finans, devlet, sigorta, bankacılık, otomotiv, telekom, telefon SIM kartlarında ve ödeme yapılacak her yerde bu kartlar kullanılmaktadır. Bu etkin kullanımın yanı sıra perakende sektöründe geleneksel sınırları aşarak, yenilikçi ve müşterileriyle açık iletişim kurabileceği yollar aranmaktadır. Bu yolları ararken de teknolojik gelişmelerden ve özellikle bilişim alanında yaşanan son teknolojilerden yararlanılmaktadır.

Bu kapsamda içinde kartlı ödeme sistemleri ve kart personalizasyonu gibi birçok uygulamayı barındırabilecek bir akıllı kart sistemi geliştirmek çok kriterli bir yapı göstermektedir. Dolayısıyla çok kriterli karar verme metodları akıllı kart teknolojisine uygun düşmekte ve bu metodların kullanımıyla akıllı kart teknolojilerinin seçiminde daha anlamlı kararlar ve çözüm önerileri sunulabilir.

Bu çalışmada, bir kart teknolojisi yazılım firmasının çeşitli kullanım alanları bulunan akıllı kartlara kart personalizasyonu ve kartlı ödeme bilgileri de eklenerek yeni bir e-cüzdan sistemi ve kullanıcıların kapı geçişlerinde de kullanacakları çok fonksiyonlu bir akıllı kart sistemi uygulamasının geliştirilmesi için akıllı kart teknolojisi aynı zamanda akıllı kart tedarikçi seçimi olarak da ifade edilebilecek akıllı kart teknolojisi problemi nitel ve nicel faktörlerin

birlikte değerlendirilebilmesine imkan sağlayan AD'nin ikinci aksiyomu olan Bilgi Aksiyomu ile ele alınmış ve kriterler için belirlenmiş aralıkların dilsel değişkenlerle ifade edildiği durumda alternatif kart teknolojileri arasından en az bilgi içeriğine sahip olan akıllı kart teknolojisi yada teknolojiyi üreten firmanın seçimi yapılmıştır. Problem hem bulanık AD hem de ağırlıklı bulanık AD yöntemleri ile çözölmüş ve bu iki yöntemle elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

Akıllı kart teknolojisi seçimi aynı zamanda tedarikçi firma seçimi olarak da ifade edilebilir. Tedarikçi firmalar kendileri tarafından geliştirilmiş olup özel işletim sistemlerine sahip olan, yazılım geliştirmeye elverişli olan ve fiziksel olarak kullanılabilecek kartları ve teknolojilerini üretmektedirler. Teknoloji firması ise temin ettikleri bu kart teknolojilerini müşteri talebine göre özelleştirerek yeni kodlamalar gömmektedirler. Aynı zamanda söz konusu kart teknolojisi firmalarından, kendi uygulamalarında kullanılacakları müşterinin istediği kadar plastik kart temin ederler. Bu nedenle kart teknolojisi seçimi yapılacak olan ayrı firmalar tarafından geliştirilmiş olup aynı zamanda tedarikçi seçimi olarak da ifade edilebilir. Ama asıl üzerinde durulan nokta yazılım teknolojisi olduğundan çalışmada kart teknolojisi seçimi olarak ifade edilecektir.

2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ

2.1 Karar Verme Kavramı

Karar verme işlemi, insanoğlunun doğumundan başlayan ve yaşamı boyunca devam eden sürekli bir işlemdir. Belli bir döneme ilişkin belli sorunların çözümünde kullanılabilecek birbirlerinden ayrı özellikleri olan seçeneklerin olması durumunda bir seçim veya bir karar verme işlemi ortaya çıkar. Karar verme en genel anlamda, mevcut tüm seçenekler arasından amaç veya araçlara en uygun, mümkün bir yada birkaç seçeneği seçme sürecidir (Evren ve Ülengin, 1992). Karar verme kavramını açıklamak için birden çok tanım yapılmıştır. Bunların birkaçı aşağıda verilmiştir:

Karar verme, tercihler yapma sanatıdır.

Karar verme birden fazla kriterli olan olay ve/veya olayların var olduğu durumlarda seçim yapmaktır. Olay ve/veya olayların boyutlarının artması durumunda karar verme güç, zaman alıcı ve pahalı bir işlem olabilir. Karar verme, her yönetim düzeyinde sonuçlandırılması zorunlu olan bir veya bir dizi sorunun tüm boyutlarıyla değerlendirilecek en uygun sonucu verebileceği saptanan seçenek ve/veya seçeneklerin belirlenmesidir.

Karar verme, karar vericinin mevcut seçenekler arasından bir seçim, sıralama yada sınıflandırma yapması şeklinde bir sorun çözme yöntemidir (Topçu, 2000).

Diğer bir tanıma göre karar verme, fark edilen ihtiyaçlara yönelik, üzerinde dikkatlice düşünülerek yapılan seçim.

Bir sorunun karar verme sorunu olarak nitelenebilmesi için, iki koşul gerekir. Bunlardan ilki, sorunun çözümü için birden çok hareket biçiminin (seçeneğin) bulunması, ikincisi ise her bir hareket biçiminin sonuçlarının birbirinden farklı olmasıdır.

Karar verme bir süreçtir ve bu süreçte amaca en iyi hizmet eden alternatifler veya alternatiflerin seçiminin yapılmasıdır. Bu süreçte kullanılan yöntem karar vericinin psikolojik ve fizyolojik özelliklerine bağlı olduğu kadar kullanacağı metodun doğruluğuna ve uygulanabilirliğine de bağlıdır (Demirtaş, 2007).

2.2 Karar Vermenin Temel Kavramları

Karar verme ile ilgili temel kavramlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Evren ve Ülengin, 1992)

- Karar sorunu
- Karar sorunu karar vermenin öğeleri
- Karar vermenin aktörleri

2.2.1 Karar Sorunu

Sorun kişinin bir şeyi olmasından daha farklı olmasını istediği, ancak bunu gerçekleştirebilmek için nasıl hareket etmesi gerektiği konusunda emin olamadığı bir durumdur. Sorunlar insanlara özgü durumlardır, nesnel değildirler. Diğer bir tanıma göre sorun, bir ya da daha fazla organizasyonel aktör tarafından bir sistem ile ilgili olarak tatminsizliklerin veya yeni fırsatların algılanması durumudur. Sorun, kısaca arzulanan durum ile şimdiki durum arasındaki fark olarak da tanımlanabilir.

Yukarıdaki tanımlardan da anlaşılabilceği üzere bir karar sorunu, günlük hayatta “sorun” kelimesinin çağrıştırdığı gibi yalnızca kötü giden, endişe veren, yanlış vb. olan durumlarla ilgili değildir. İyi olan bir şeyin daha da iyileştirilmesi, yeni fırsatların değerlendirilmesi, kıt kaynakların ihtiyaç yerlerine atanması gibi durumlar da karar sorunu olarak nitelendirilmektedirler. Sorunlar öznel oldukları için bazı kişilerce endişe verici olarak nitelendirilen bir durum, başka kişilerce farklı bir yönden ele alınarak bir fırsat olarak görülebilir.

Bütün planlama aktiviteleri karar vermeler ile devam eder. Projelerde; verilerin toplanması, seçeneklerin tanımlanması, görüşmeler, alternatif eylem planlarının değerlendirilmesi ve proje planlarının kabulü gibi çeşitli kararlar verilir. Bu süreçlerin herbiri esnasında kişi karar vermelerle karşılaşır. Dinsmore’nin işaret ettiği gibi, bir karar bir yargıdır, içerisinde tüm “ne”, “ne zaman”, “nerede”, “kim”, “niçin” ve “nasıl” sorularının, projenin süresince bulunduğu, alternatifler arasında bir seçimdir.

Proje planları, problemlerin gelecekte daha da büyümesinin önüne geçebilmek için dikkatlice verilmiş kararlardan oluşturulmalıdır. İyi ve doğru kararlar verebilmek için öncelikle kısıtlar yokmuş gibi düşünülmeli ve sonra bilgi birikimi (enformasyon) değerlendirilmelidir. Bunların da ötesinde tüm bu yöntemler çalışmada oluşabilecek değişimlere uyum sağlayabilecek esneklikte olmalıdır.

Karar verme bilimi 1940’lardan beri gelişim içerisinde. Bu durumun başlıca sebepleri bilim adamlarının uygulamalı problemlere yönelik -sanayinin gelişimine paralel olarak- artan ilgileri, yeni matematiksel tekniklerin geliştirilmesi ve bilgisayarların güçlenip yaygınlaşmasıdır. Gaas’a göre; “Karar verme nesnel bir bilim dalı olmasına karşın ana

kaynaklarını karar vericinin içgüdü ve deneyimleri oluşturmaktadır”. Birçok durumda, problem analizi için geliştirilmiş yöntemlerin kullanılması ile karar vermek daha da kolaylaşır. Gerçekten de problemi daha iyi anlamak daha iyi kararları beraberinde getirir. (Gürsoy, 2003).

Karar verme işlemi çok iyi düşünülerek, dikkatli analizlerle, sistematik ve bilimsel bir biçimde yapılabilir; ancak ortaya konmuş olan karar sorunu gerçek sorunu yanlış veya eksik yansıtıyorsa verilmiş olan kararın tatmin edici olması düşünülemez. Doğru sorunu ortaya koymak doğru kararın verilmesini de beraberinde getirecektir (Demirtaş, 2007).

2.2.2 Karar Modelinin Öğeleri

Bütün kararlar belli sayıda elemanların yardımıyla verilmektedir. Karar vermenin öğeleri şeklinde tanımlanan bu elemanları aşağıdaki şekilde belirlemek mümkündür(Demirtaş, 2007):

- Karar verilecek problem
- Karar verecek kişi veya kişiler
- Alternatifler
- Amaç ve kriterler
- Ortamlar
- Karar kuralları
- Sonuçlar

2.2.2.1 Karar Verilecek Problem

Karar verici durumundaki kişilerin önüne problem genellikle iki şekilde gelebilir. Birincisi; karar vericiler çevrede karar verilmesi gerektiren değişiklikleri ya da yeni koşulları bulmak için iktisadi, siyasi, toplumsal teknik alanları incelerler. Böylece örgütle ilgili çözülecek problemler olup olmadığını araştırırlar. İkincisi; problem karar vericilerin önüne onlar aramadan da gelebilir. Bunun içinde, ya örgüt dışındaki çeşitli gruplar isteklerde bulunurlar, çözülmesi gereken problemi örgüte getirirler ya da problem örgütün içinden çıkar. Örgütün içinde, ya karar verme biriminin üstündeki kademelerden ya da alttaki kademelerden gelir. Genelge ve emirlerin belirsiz oluşu, yetki alanlarının ya da emirlerin çatışması ve benzeri gibi nedenlerle astlar, bir problemde karar alınmasını üstlerden isteyebilir. Ayrıca astlar, kendilerini ilgilendiren problemlerde çözüm bulmaları için üstlere başvurabilirler.

Karar verme işlemi çok iyi düşünülerek dikkatli analizlerle, sistematik ve bilimsel bir biçimde yapılabilir; ancak ortaya konmuş olan karar problemi gerçek sorunu yanlış veya eksik yansıtıyorsa verilmiş olan kararın tatmin edici olması düşünülemez (Demirtaş, 2007).

2.2.2.2 Alternatifler

Bir karar verme sorunu ile ilgili faaliyetler, eylemler, kararlar, adaylar söz konusu olduğunda karar verme sürecinin alternatifleri oluşturulur.

Alternatifler, bir sorunun çözümünde kullanılabilecek olan birbirlerinden farklı yaklaşımlardır. Bu yaklaşımlara genellikle “seçenekler, alternatifler ve stratejiler” denilmektedir.

Seçenekler, karar vericinin istemine bağlı olduklarından karar vericinin deneyimi altında olurlar. Bu bakımdan; alternatifler denetlenebilir değişkenlerdir.

Alternatif geliştirmenin belli bir yöntemi yoktur. Alternatifler amaca, eldeki kaynaklara, çevre ve koşullara bağlı olarak geliştirilir. Alternatifi geliştirmenin temel dayanağı yaratıcılıktır ve bununla birlikte, alternatifi geliştirmek için uygulanabilecek en önemli yaklaşım, kaynakların kullanım oranlarını değiştirmektir. Sorunla ilgili seçenekler; kullanılan yöntemin önerdiği farklı şekillerde kriterlere göre değerlendirilerek içlerinde en iyisi veya iyilerden oluşan bir grup seçilir ya da en iyiden en kötüye tam veya kısmi sıralandırılırlar ya da belirli kategorilere göre isimlendirirler. Alternatifi geliştirirken dikkat edilecek iki noktadan ilki, alternatiflerin birbirini dışlayıcı (birinin seçiminin ötekilerin seçimini engelleyici) nitelikte olması; ikincisi de, çözümü güçleştirmesi nedeniyle alternatifler sayısının gereğinden çok olmamasıdır. Alternatif sayısı çok ise, karar verici görgü, deneyim, bilgi ve sezgisini kullanarak amacı gerçekleştirmede etkin olmayacağını umduğunu alternatifleri elemelidir (Yozgat, 1994).

Seçenek kümesi iki şekilde tanımlanabilir:

- Seçenekler sonlu ve sayılabilir sayıda olduğu zaman eleman listesi halinde.
- Seçenekler sonsuz ya da yeterince çok olduğu sürekli durumda ise matematiksel ilişkiler ile tanımlayarak özelliklerini belirtecek şekilde.

Seçenek kümesinin kararlı veya sabit olmaması yani yöntemin kullanımı sırasında küme elemanlarında bir değişiklik olabilmesi her zaman önceden seçenek kümesinin belirlenmesine izin vermeyebilir. Böyle bir durumda yöntemin ara sonuçları kümede bazı ekleme, çıkarma ya da değişikliklere neden olabilir.

Aynı karar sorunu için farklı seçenek kümeleri oluşturulabilir. Seçenek kümesinin oluşturulması sadece çözülen soruna ve karar verici ile karar sürecine katılan diğer kişilere özgü değildir; aynı zamanda sorunun yapılandırılması, kriterlerin tanımlanması, tercihlerin modellenmesi ile de ilgilidir (Demirtaş, 2007).

2.2.2.3 Amaçlar

Bir karar verme sürecinde seçeneklerin değerlendirilmesi için hesaba katılacak kadar önemli olan her husus bir değerlendirme konusu olarak nitelendirilebilmektedir.

Bir amaç, bir değerlendirme konusuna göre tercih edilen hareket yönüdür. İş arayan bir kişi için ücret, iş yeri, kariyer olanakları gibi unsurlar değerlendirme konularına örnek olarak verilebilir. Aynı kişinin amacı ise yeni işinde yüksek ücret arzu etmesi olabilir. Amaç, seçeneklerin değerlendirilmesi için bir temel oluşturur.

Kararlar belli bir amaca ulaşmak için verilir. Amaçların tanımı farklılıklar göstermektedir. Amaçlar; yer, zaman ve olayların değişmesi halinde kimi zaman belli bir ölçüde ve kimi zamanda tümüyle değişmektedir. Bu nedenle amaçlar genellikle dinamik karakterlerdir. Bir karar probleminde amaçlar, kriterlerin karar vericinin arzuları doğrultusunda yönlendirilmiş şekli olarak tanımlanabilir (Evren ve Ülengin, 1992) Amaç belirleme bir tündengelem işlemidir. Genel amaçtan alt amaçlara inmek suretiyle, niteliksel tanımlamalardan sayısal sonuçlara geçiş sağlanmış olur. Amaçlar alternatiflerin değerlendirilmesi için temel oluşturur. Karar verme durumu ile amaçların hepsinin tanımlanmış olması ve karar vermede kullanılması, dengesiz bir karar alınmasını engeller.

Bir karar problemindeki amaçların özellikleri aşağıdaki gibi olmalıdır:

- Seçeneklerin çok fazla değerlendirmesini önlemek üzere sorun için gereksiz olmamalı
- Sorunun iyi biçimde analizini sağlayacak biçimde öz olmalı
- Karar aktörleri arasında etkin iletişime olanak verecek şekilde anlaşılır olmalı

Amaç;

- Hangi bilginin aranması gerektiğini belirlemeye;
- Karar vericinin seçimini başka insanlara açıklamasını;
- Kararın önemini ve sonuç olarak ihtiyaç duyulan zaman ve emeği belirlemeye yardımcı olur

Amacın daha da somutlaşarak belirli değerlere dönüşmüş şekillerine de hedef denilmektedir. Örneğin iş arayan kişinin ücret olarak yılda \$50.000 kazanmak istemesi gibi (Demirtaş, 2007).

2.2.2.4 Kriterler

Kriterler, çeşitli çözüm alternatiflerinin değerlendirilerek en uygun olanına karar verebilmek, bir alternatifin yeterliliğini kanıtlayabilmek veya amacı ne ölçüde gerçekleştirebileceğini

ortaya koyabilmek için kullanılan karar problemi elemanlarıdır. Diğer bir deyişle kriterler etkinliğin ölçüleridir. Bir kriter belirli bir bakış açısına göre seçeneklerin karşılaştırılmasını sağlar, seçenekler arasında tercih ilişkilerin kurulmasına olanak verir. Kriter hem karar vericinin nereye ulaşmak istediği hem de alternatiflerin hangi özelliklerinin karar vericinin tercihini daha çok etkilediğini gösterir.

Kriter, karar vermeyi yönlendiren ölçü, kural ve standarttır. Alternatiflerin karşılaştırılmasını sağlayan araçtır. Şartlar değiştikçe kriterlerin önemi de değişir ve göz önünde bulundurulmuş alternatiflerde buna bağlı olarak değişir.

Başka bir bakış açısına göre kriter, karar vericinin özel ilgisi dahilinde olan bir büyüklüğü belirten bir kavramdır.. Korhonen kriterleri nicel ve nitel olmak üzere iki türde incelemiştir.

- Nicel Kriterler

Büyüklükleri sayısal bir ölçek üzerinde tanımlanabilen kriterlerdir.

- Nitel Kriterler

Karar vericinin, iki seçenekten hangisini daha çok tercih ettiği şeklinde sadece sırasal tercihlerini belirtebildiği kriterlerdir. (Demirtaş, 2007).

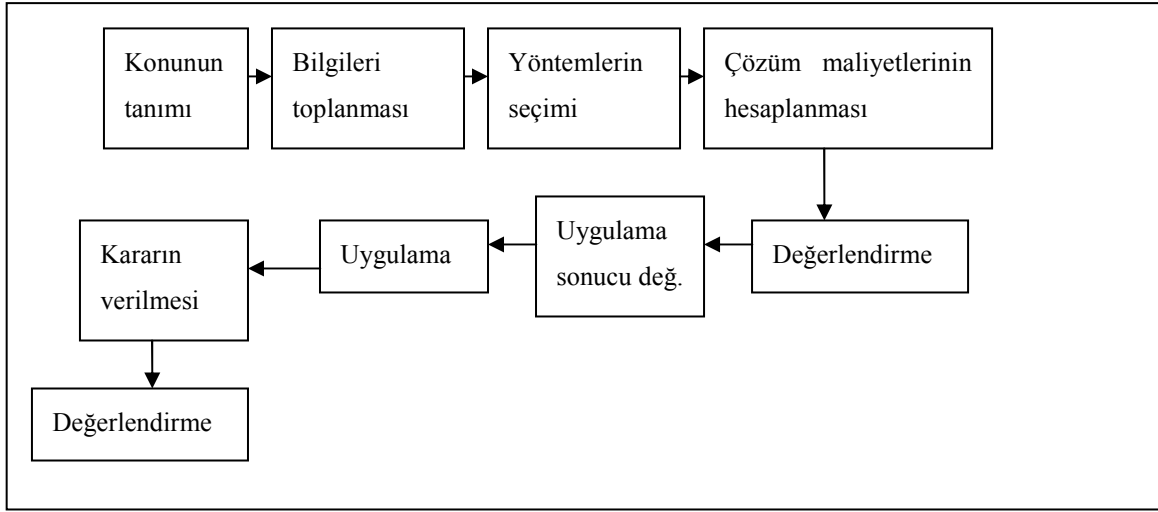
2.3 Karar Verme Süreci ve Aşamaları

Süreç, bir sonu olan ya da ortaya bir sonuç koyan eylemler, değişdikler veya fonksiyonlar dizisidir. Karar verme sürecinin aşamaları ise, karar verme olayını dar ya da geniş anlamda ele almaya ya da bu kavramdan ne anlaşıldığına bağlı olarak değişik biçimlerde belirtilmektedir. Karar türü ne olursa olsun, izlenecek karar verme basamakları yaklaşık olarak aynıdır; bununla birlikte her basamakta izlenecek yöntemler, başvurulacak teknik ve ayrıntılar kararın niteliğine bağlı olarak değişebilir.

Karar verme süreci, birçok araştırmacı tarafından kendi çalışma alanlarına uygun olarak incelemiş ve aşamalandırılmıştır. Karar verme işlemi çeşitli adımlardan oluşmaktadır. Bu adımlar aşağıdaki gibi sıralandırılabilir;

- Konun tanımı
- Konunun çözümü için gerekli olan bilgilerin toplanması
- Konunun çözümünde kullanılacak olan yöntemlerin belirtilmesi
- Konunun çözüm maliyetinin her yöntem için saptanması
- Her çözümün neden olabileceği çeşitli durumların değerlendirilmesi
- Çeşitli çözümler arasından bir tanesinin seçimi (kararın verilmesi)
- Kararın uygulanması
- Uygulama sonuç/sonuçların değerlendirilmesi

Yukarıda belirtilen karar verme işleminin çeşitli adımları şematik olarak şöylece gösterilebilir.



Şekil 2.1 Karar verme adımları (Bağırkan, 1983)

Bir diğer kaynakta ise karar verme adımları en temel haliyle üç başlık altında toplanmıştır.

- Bilgi Toplama Aşaması

Sorunun veya fırsatın ne olduğunun belirlenmesi

- Tasarım Aşaması

Sorunun nedenlerinin veya fırsatı doğuracak unsurların ve bunlarla ilgili seçeneklerin belirlenmesi.

- Seçim Aşaması

Seçeneklerden birinin veya birkaçının seçilmesi.

Son olarak başka bir kaynakta ise karar verme adımları aşağıdaki gibi özetlenmektedir :

- Problemin tarifi ve analizi
- Karar kriterlerin belirlenmesi
- Çeşitli seçenekler hakkında bilgi temini
- Karar kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi
- Seçeneklerin kriterlere göre değerlendirilmesi
- Optimal seçeneğin belirlenmesi: “karar”

Karar verme sürecini özetle hazırlık, uygulama ve kontrol (geri besleme) işlemlerinin yerine getirilmesi olarak ifade edebiliriz (Bağırkan,1983).

2.4 Karar Tipleri

Bir karar probleminin matris formu ile belirlenmesinde beş farklı kara problemi oluşur. Ayırım ortaya çıkması beklenen olaylara göre yapılır ve karar verenin olaylar hakkındaki bilgi derecesini yansıtır. Olaylar ve gerçekleşme olasılığı arasındaki ilişkiyi tanımlayan bu ayırım aşağıdaki gibidir (Halaç,2001).

Belirlilik Halinde Karar Verme

Ortaya çıkacak olay kesinlikle bilinirse karar matrisindeki bir tek olay söz konusu olan problemler belirlilik halinde karar problemi olarak incelenir.

Risk Halinde Karar Verme

Olay sayısı birden fazla ve olayların olasılıkları bilinirse risk halinde kara probleminden söz edilebilir. Olasılıklar kesikli verilebileceği gibi bir dağılımdan da elde edilebilir.

Belirsizlik Halinde Karar Verme

Olayların kesinliği olmadığı gibi olasılıkları da bilinemez ise belirsizlik halinde karar problemi olarak incelenir.

Kısmi Bilgi Halinde Karar Verme

Olayların oluşma olasılıkların yalnız dağılımı be standart ölçülerin bazıları örneğin ortalama, mod, medyan bilinirse kısmi bilgi halinde karar verme söz konusudur.

Rekabet Halinde Karar Verme (Oyun teorisi)

Rekabete dayanan problemler bu grupta düşünülür. İşletme ve ekonomi kaynaklarından oyun zamanla ortaya çıkacak olan belli ödemeleri önceden kestirmek için karar vermek zorunda kalan tarafların menfaat çatışmalarını ve/veya rekabetini yansıtır. Oyun teorisi, kara sürecinde matematiksel yönüyle tarafların seçenekleri formüle etmeyi amaçlamaktadır. Oyun teorisinin lineer programlama ile sıkı bir ilişkisi vardır.

2.5 Çok Kriterli Karar Verme

Dünyayı küresel bir toplum olarak düşünürsek bu toplumda yeni bir kültür oluşmaktadır ve dayanağı da yeni ortaya çıkan insan ilişkileri ve değerler kümesidir. Bu kültür kendisiyle birlikte yeni bir hayat oluşturmuş, dünya çapında iktisat anlayışını getirmiş, yeni bir siyasi ve uluslararası anlayış doğurmuş, tüm bunların ötesinde, yeni bir değerler sistemine artan bir

ihtiyaç ortaya çıkarmıştır. Eşitlik ve adalet, istihdam ve eğitim, enerji ve evre, ahlak ve estetik, kişisel güvenlik ve mahremiyet gibi ölçütlerin hepsi bu yeni düşünce tarzının özündeki temel gereksinimleri ifade eder.

Bu dönemde karar verici kesimin üstesinden gelmek durumunda olduğu engellerden birisi de; eski düşünce kalıplarını kırarak küresel, yeniliğe açık ve de yeni karar yöntemlerinin kullanıldığı sistemlere geçmek olacaktır.

Karar verme günlük yaşayışımızın içine geçmiş bir parçadır ve hayatın her yanında bulunur (kişisel konulardan en geniş toplumsal olaylara dek). Kararların anlık sonuçlarının çok ötesinde etkileri olur. Gerçekten de dünyanın geleceğe ilerleyişi, gelecek hakkındaki bugünkü hayallerimizden yola çıkarak yaptığımız planlar ve değerlendirmeler yardımıyla olur (Gürsoy,2003).

Karar verme sürecinde bilimin ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak karmaşık yapıdaki problemlerin üzümünde tek kriterli veya değişkenli analizlerin artık yeterli olmadığı bilinen bir gerçektir. Tek kriterli analizlerde en önemli varsayım, olaydaki diğer boyutların etkilerinin sabit kabul edilmesi ve her defasında sadece bir ölçütün (faktörün) inceleme konusu yapılmasıdır. Aslında evrendeki olaylar ve objeler sadece tek bir faktörün etkisi ile değil, çok sayıda i ve dış faktörün ortak etkisi ile oluşmakta ve karmaşık bir yapı göstermektedir. Bu nedenle, olaylar ve objeler sadece bir değişkene göre değil, çok sayıda değişkene ve bunların ortaklaşa etkilerine göre tanımlanmalıdır (Demirtaş, 2007).

“ok boyut” ve “karar verme”, kararı etkileyen değişik açılara bakmayı gerektiren, kompleks kararların alındığı bir çevrede ayrılamaz iki terimdir. “ok kriter” kararın dayandığı, içerdiği ve bağlı olduğu birden fazla kriter olarak tanımlanmıştır.

Herhangi bir konuyla ilgili karar verirken, karar vericiler birçok faktörlerin etkisi altındadır. Karar vericiler bu faktörleri göz önüne alarak, sorunun her faktöre göre performansını ölçer, sonra bu performansları bütünleştirir ve nihai kararını verir

Karar verme işlemi bir biriyle çatışan faktöre bağlı olduğu için kolay bir işlem değildir. Karar verici etkileyen faktörlerin sayısının çokluğu, çoğu zaman da bu faktörlerin bir birine zıt oluşu karar verme sürecini zorlaştırır, bu durumda karar vericiye son kararı vermek için çok faktörlü karar analizi metotları yardım edebilir. Çok faktörlü karar analizi yöntemleri en az ikiden fazla kritere göre değerlendirip tatmin düzeyine göre sıralama yöntemleridir

Çok kriterli karar verme yöntemleri, organizasyonların sayısal verilere dayanmayan veya

kısmen dayanan karar verme problemlerinin çözümünde, maliyet ve kar esaslı ölçütlerin kullanılmadığı durumlarda performansların ölçülmesi ve doğru seçimin yapılması için kullanılmaktadır (Demirtaş, 2007).

2.5.1 Çok Kriterli Karar Sorunlarının Temel Özellikleri

Brans'a (1996) göre çok kriterli karar sorunlarının temel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Karşılaştırılama Durumu

Bir seçenek diğer bir seçenektan belli bir kritere göre daha iyi ise, ve başka bir kritere göre seçenekler arasında tersi bir durum söz konusu ise hangi seçeneğin daha iyi olduğuna ek bir bilgi olmadan karar verilemez. Böyle bir bilgi karar vericinin tercihlerine bağlıdır. Bu nedenle karar vericinin tercihlerini de yansıtan ek bir modellemeye ihtiyaç duyulmaktadır.

Optimal Çözümün Olmaması

Çoğu karar sorununda bir seçeneğin tüm kriterlere göre diğer tüm seçeneklerden üstün olduğu bir durumla karşılaşmaz. Bu nedenle sorunlar matematiksel olarak çok net tanımlanamaz.

Uzlaşık Çözüm

Sonuç olarak yalnızca uzlaşık çözümler elde edilebilir. En iyi uzlaşık çözümün bulunması ise karar analistinin karar verici ile etkileşimiyle olur.

Genel Bir En İyi Uzlaşık Çözümün Olmaması

Tek kriterli sorunların evrensel optimal çözümleri vardır, ancak çok kriterli sorunlarda bu söz konusu değildir. En iyi uzlaşık çözümler özeldir ve karar vericilere bağlıdır.

Çok kriterli karar verme insana özgü, yönetsel bir görevdir. Hiçbir zaman yalnızca araçlar, teknikler veya algoritmalar ile yürütülemez. Buna göre çok kriterli karar verme ile amaçlanan. karar vericinin en çok arzu ettiği çözümü keşfetmesine yardım ve kılavuzluk etmektir. Söz konusu yöntemler, karar verme sürecinin tutarlı olmasını sağlayarak, karar vericinin araştırmasını mümkün olduğunca etkin ve verimli kılarlar. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılabileceği iki temel durum vardır. Birinci duruma göre karar verici tek bir kişi veya homojen bir grup olabilir ve verilmeye çalışılan karar başka kişi veya grupları ciddi biçimde etkilememektedir. Bu tür sorunlarda kullanılan yöntemler kısmen informal olabilir ve verilen kararın gerekçesi için sağlam bir dokümantasyona ihtiyaç duyulmayabilir.

ikinci durum ise ilkinin tersi olan, karar vericinin (kişi veya grup) çok daha büyük bir grup veya topluluk adına karar vermesini gerektiren sorunlardır; örneğin büyük kuruluşların yöneticileri, kamu üst düzey görevlileri vb. gibi. Bu gibi sorunlarda yapılan seçimlerin gerekçeleri açıkça dokümanite edilmeli, farklı kriterlerin farklı birey ya da toplulukları temsil ettiği dikkate alınarak adaletli olunmalı, her türlü kriterin temsil ettiği düşünceler uygun ve net biçimde ortaya konulmalıdır. Çok kriterli karar verme, elde mevcut birden fazla ve genelde birbirleriyle çelişen alternatifler arasında bir tercih (değerlendirme, önceliklendirme, seçim) yapma durumunda bilgiler sunmaktadır. Çok kriterli karar verme, karar vericinin sayılabilir sonlu sayıda ya da sayılamayan sayıda seçenekten oluşan bir küme içerisinde en az iki kriter kullanarak yaptığı seçim işlemi ya da iki veya daha fazla kritere dayanarak değerlendirme yaparak seçim yapması olarak tanımlanabilir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

Çok kriterli karar verme iki ana sınıfa ayrılabilir:

- Çok Kriterli Karar Verme (Multi Attribute Decision Making- MADM)
Problem, sonlu sayıda alternatifleri değerlendirme ve ölçütlerin ağırlıklarına dayanarak en iyi alternatifi seçmektir.
- Çok Amaçlı Karar Verme (Multi Objective Decision Making-MODM)
Çelişkili (zıt) amaçlara dayanarak en iyi alternatifin seçimidir.

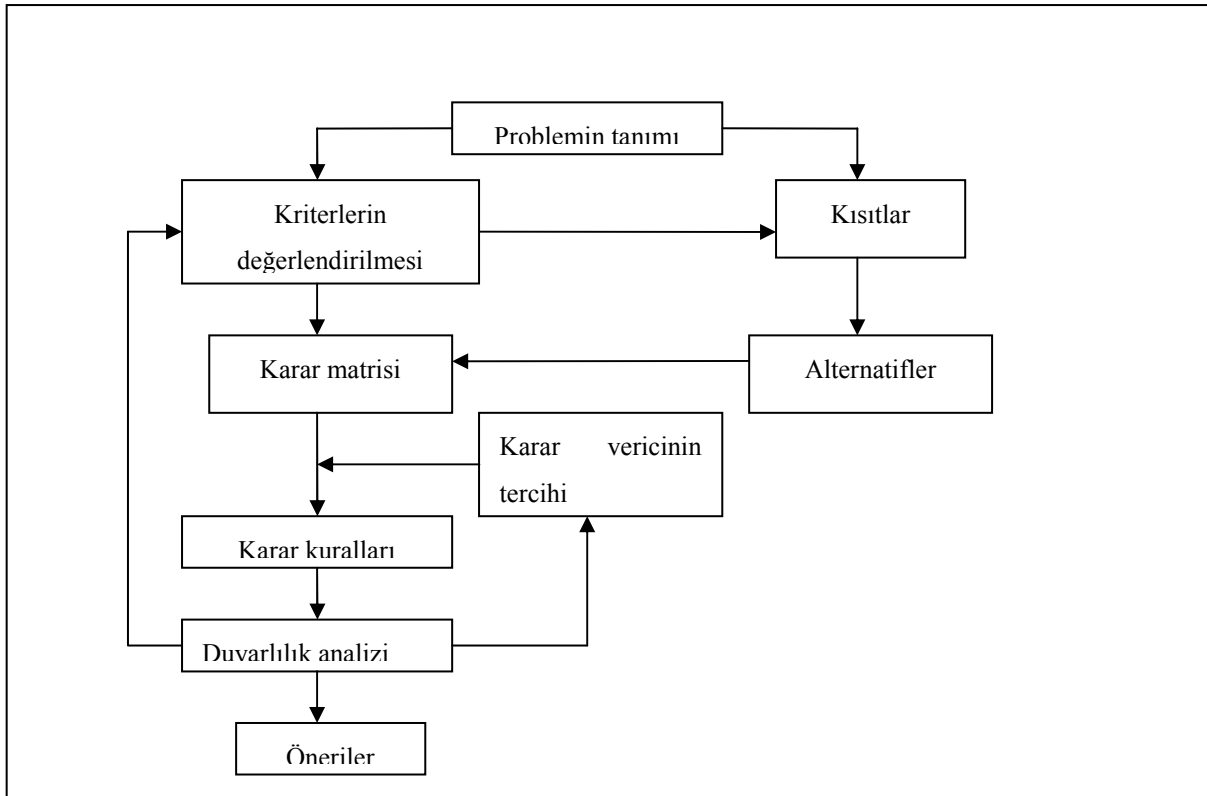
Aşağıdaki tabloda çok amaçlı karar verme (ÇAKV) ve çok kriterli karar verme (ÇKKV) görüşleri karşılaştırılmıştır (Demirtaş, 2007).

Çizelge 2.1 Çok amaçlı karar verme ve çok kriterli karar verme görüşlerinin karşılaştırılması (Demirtaş, 2007)

	ÇAKK	ÇKKV
Kriter tanımlayıcı	Amaçlar	Ölçütler
Amaç tanımları	Açık	Üstü kapalı
Ölçüt tanımları	Üstü kapalı	Açık
Kısıt tanımları	Açık	Üstü kapalı
Alternatif tanımları	Üstü kapalı	Açık
Alternatiflerin sayısı	Sonsuz (büyük)	Sonlu (küçük)
Karar vericinin rolü	Önemli	Kısıtlı
Karar modelinin paradigması	Sürece yönelik	Çıktıya yönelik
İlgi alanı	Tasarım/araştırma	Değerlendirme/seçim

2.5.2 Çok Kriterli Karar Verme Süreci

Karar verme “bilgi araştırmasını içeren, dolambaçlı yollarla dolu, geri beslemelerle zenginleştirilmiş ve bilgi toplamayı ve elemeyi içeren dinamik bir süreçtir. Basit ya da karmaşık olsun, bütün kararlar aynı temel süreçleri içerir. Süreç, karar vericiye uygun adımlarla yol gösteren kurulu bir model tarafından desteklenmelidir.



Şekil 2.2 Çok kriterli karar verme aşamaları (Demirtaş, 2007)

Çok kriterli karar verme aşamaları aşağıda gösterildiği şekilde sıralanabilir.

2.5.2.1 Karar Konusunun Belirlenmesi ve Analizi

Karar analizinde gerekli ilk aşama karar konusunu belirlemektir. Karar konusu, göz önünde bulundurulacak alternatiflere bazı kısıtlar koyar. Bu kararın seviyesine (göz önünde bulundurulacak alternatiflerin ne derece genel olacağını ve buna bağlı olarak kararın ne kadar genel olacağını) dikkat çeker

2.5.2.2 Alternatiflerin Belirlenmesi ve Onlar Hakkında Bilgi

Karar konusuna karar verildikten sonra alternatifler belirlenir. Belirli bir konuda karar vermek için en az iki seçeneğin olması gerekmektedir. Nitekim karar verme; alternatifler arasından seçim yapma işidir. Alternatifler belirlenirken, ilkeler ve düzenlemeler kadar kaynaklar (zaman ve para) da değerlendirilmelidir(Demirtaş, 2007).

2.5.2.3 Karar Kriterlerinin Belirlenmesi

Uygun alternatifler belirlendikten sonra bu alternatifleri değerlendirecek kriterler belirlenir Çok kriterli problemlerin bir basamağı da alternatifleri ve alternatifleri değerlendirecek kriterleri tanımlamaktır. Bu çok kritik bir basamak olmasına rağmen formülasyonu standart bir modelleme prosedürüyle ele alınamaz Karar kriterlerini, karar vericinin belirli sayıda seçeneklerden birini seçmekte kullandığı değerlendirme bazı olarak tanımlanabilir. Kriterleri belirlerken kriterlerin konuya ait tüm etkenleri yansıtmaya dikkat etmek gerekir.

Karar verici kişisel bilgi ve deneyimlerine dayanarak karara etki edecek tüm kriterleri belirler. Özellikle dikkat edilmesi gereken husus, kriterlerden hangisinin ana kriter hangisinin alt kriter olduğudur.

Çok kriterli karar problemlerinde diğer bir kritik basamakta verileri hatasız olarak değerlendirmektir (Triantaphyllou vd, 1998). Genellikle bütün kriterler eşit öneme sahip değildir. Bu kriterler değerlendirilmeli ve değerlerine göre sınıflandırılmalıdırlar(Demirtaş, 2007).

2.5.2.4 Optimal Seçeneğin Belirlenmesi

Genel olarak Çok Kriterli karar problemlerinde veriler kesin değerlerle bilinemez. Bu yüzden birçok karar verme metodu her kriterle ilgili alternatiflerin, ilişkili önemlerini veya ağırlıklarını saptar (Triantaphyllou vd, 1998). Bu aşamalardan sonra seçenekler, elimizdeki bilgiler ve kriterler kullanılarak değerlendirilir. Değerlendirme sonucunda seçenekler tatmin düzeyine göre sıralandırılır. Karar en iyi alternatif yönünde verilir ve bu kararın önemi değerlendirilir. Herhangi bir yanlış değerlendirme olması durumunda bütün Süreci tekrarlamak gerekebilir(Demirtaş, 2007).

2.6 Çok Kriterli Karar Verme Metotlarının Sınıflandırılması

Karar verme ve planlama kavramları amaç, hedef ve stratejilerin, bir sistem anlayışı içerisinde

bütünleşik bir şekilde algılanmasını gerektirmektedir. Hedefler, bu hedeflere ulaşılırken izlenecek yollar, bilgi kaynakları, bilgi-işlem teknikleri vb. koşullar değiştikçe her bir duruma uygun karar vermek amacıyla kullanılan çeşitli metot, analiz ve teknikler bulunmaktadır. Karar verme metotlarının sınıflandırılmasında metot, teknik, model, yöntem ve analiz gibi kavramlar kullanılmasına rağmen, bu çalışmada bir kavram kargaşasına yol açmamak amacıyla ve diğerlerine göre daha kapsamlı olduğu düşüncesiyle genellikle metot kelimesi tercih edilmiş, fakat zaman zaman teknik ve analiz kavramları da kullanılmıştır.

Literatürde karar verme metotları adı altında geçen ve sayıları hayli kabarık olan, çok kriterli karar verme metotlarını amaca göre optimizasyon-tutarlılık, indirgeme-sınıflama, matematik-istatistik esaslı gibi değişik şekillerde kategorize etmek mümkündür. Oysa, birçok kaynakta bu şekilde bir ayrıma gidilmediği görülmektedir (Halaç, 2001).

Çok Kriterli Karar Verme, çoklu ve genellikle birbiriyle uyusmayan kriterlerin olduğu durumda bir probleme çözüm getirecek karar verme sürecini tanımlar. Günlük hayatta problemleriyle çok geniş bir alanda karşılaşmaktadır. Kisisel kararlardan işletmelerin verdikleri stratejik ve kritik kararlara kadar çeşitlilik göstermektedir. Çok Kriterli Karar Verme, çok sayıda kriter ile alternatifleri bir araya getirerek eş zamanlı olarak çözebilen bir yapıya sahiptir. Bu, gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin karmaşık yapısında doğru karar vermeyi sağlayan önemli bir avantajdır. Bu nedenle birçok alanda uygulama imkânı sağlayan yöntemler içermektedir.(Baysal ve Tecim, 2006)

Bir sonraki bölümde söz konusu metotlardan bazıları açıklanacaktır.

2.7 Çok Kriterli Karar Verme Metotlarından Bazılarının İncelenmesi

Bu bölümde çok kriterli karar verme metodlarından bazıları hakkında bilgi verilecektir.

2.7.1 Analitik Hiyerarşi Süreci

Analitik Hiyerarşi Süreci, faktör önceliklerinin belirlenmesi ve belirlenen bu faktör önceliklerinden hareketle alternatiflerin değerlendirilmesini sağlayan, anlaşılması ve uygulanması kolay olan etkili bir yöntemdir (Dağdeviren vd., 2005).

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), 1970’li yıllarda Thomas Saaty tarafından geliştirilmiş bir çok kriterli karar verme yöntemidir. Metot, belirlilik veya belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli karar verme durumunda kullanılır (Başlıgil, 2005) AHP, karar vericilerin karmaşık problemleri;

problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir.

Analitik Hiyerarşi yöntemi, kişileri nasıl karar vermeleri gerektiği konusunda bir yöntem kullanmaya zorunlu kılmak yerine, onlara kendi karar verme mekanizmalarını tanıma olanağı sağlayıp, bu şekilde daha iyi karar vermelerini amaçlar. Analitik Hiyerarşi Sürecinin dayandığı teori; gerçekte insanoğlu hiçbir şekilde kendisine öğretilmemiş olmasına karşın tamamen içgüdüsel olarak benimsediği karar mekanizmasını yansıtır. Çok sayıda ve birbirleriyle ilişkili öğeler seti ile karşılaşılıp, bunların ancak bir kısmını kontrol altında tutabileceğimizi anladığımızda çoğunlukla içgüdüsel olarak söz konusu öğeleri, belirli bir takım ortak özelliklere sahip olup olmamalarına bağlı olarak gruplar halinde birleştirmeye çalışırız. İşte Analitik Hiyerarşi Sürecinin temelde gerçeklemeyi amaçladığı da, insanoğlunda doğuştan var olan bu gruplara ayırmaya yönelik beyinsel faaliyet sürecini taklit edip, söz konusu grupları sistemin belirli bir düzeyinin öğeleri olarak yansıtmaktır. Bu gruplar, daha sonra, bir başka özellikler kümesine göre yine kendi aralarında gruplandırılıp, sistemin bir üst düzeyini oluştururlar ve bu süreç sistemin en üst düzeyine; bizim karar verme sürecimizin ana gayesini oluşturan öğeye ulaşana kadar devam eder (Evren ve Ülengin, 1992).

Karar verici konumundaki insanlar, birbirleri ile ilişkili bileşenlerin (kaynaklar, hedeflenen çıktılar, kısıtlar vb.) oluşturduğu karmaşık yapıda bir sistemle karşılaştıkları zaman, öncelikle bu sistemi iyice anlamaya çalışırlar. Sistemin yapısı ne derece iyi anlaşılırsa verilen hükümler ve kararlar da o derece sağlıklı olacaktır. Karmaşık bir problemi çözmek isteyen herkes temelde aynı yöntemi kullanır. Ayırıştırma (Analiz) ve Bir Araya Getirme (Sentez). AHP'nin ilk adımı ayırıştırma, bir karar problemini daha kolay kavranmasını ve değerlendirilmesini sağlayacak hiyerarşik bir düzende alt problemlere ayırıştırma sürecidir. Kısaca, karar hiyerarşisinin kurulması anlamına gelir. Karar hiyerarşisinin en tepesinde ana hedef yer almaktadır. Bir alt kademe kararın kalitesini etkileyecek kriterlerden oluşmaktadır. Bu kriterlerin ana hedefi etkileyebilecek özellikleri varsa, hiyerarşiye başka kademeler eklenebilir. Hiyerarşinin en altında karar alternatifleri yer almaktadır. Karar hiyerarşisinin kurulmasında hiyerarşinin kademe sayısı, problemin karmaşıklığına ve detay derecesine bağlıdır. Karşılaştırmalı yargılar veya ikili karşılaştırmalar AHP'nin ikinci temel adımını oluşturmaktadır. İkili karşılaştırma terimi iki faktörün/kriterin birbirleriyle karşılaştırılması anlamına gelir ve karar vericinin yargısına dayanır (Kuruüzüm ve Atsan, 2001). Aynı yöntemi kullanmalarına rağmen insanların aynı kararı almamaların sebebi ise değer yargılarıdır. Farklı yargılar sonucunda farklı öncelikler ortaya çıkar. Sistemin elemanlarından birini bir insan

Adım 1: Model yapısı ve problem yapılanması:

Problem açık bir şekilde oluşturulmalı ve bir ağ gibi bir rasyonel sisteme ayrıştırılmalıdır.

Adım 2: İkili karşılaştırma matrisleri ve öncelik Vektörleri:

Her kümedeki karar elementleri çiftleri kontrol kriterleri doğrultusunda önemlerine bağlı kalarak karşılaştırılmıştır. Kümelerin kendileri ayrıca amaca katkılarına bağlı kalarak ikili olarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca, bir kümenin elemanları arasındaki bağımsızlıklar ayrıca ikili olarak denenmelidir; her elemanın diğer elemanlar üzerindeki etkisi bir özvektör ile gösterilebilir. Faktörlerin önceliklerini belirlemede AHP tekniğinde kullanıldığı gibi 1-9 skalası kullanılır.

Adım 3: Süpermatris formasyonu:

Bağımsız etkiler ile bir sistemde global öncelikleri elde etmek için, lokal öncelik vektörleri bir matrisin uygun sütunlarına girilir. Sonuç olarak, aslında bir süpermatris her matris segmentinin bir sistemdeki iki küme arasındaki bir ilişkiyi gösterdiği bölünmüş bir matristir.

Adım 4: En İyi Alternatiflerin Seçilmesi:

Eğer bir süpermatris sadece birbiriyle ilişkisi olan kümeleri kapsarsa, ek hesaplamalar alternatiflerin tüm önceliklerini elde etmek için yapılmalıdır. Matris operasyonları kullanılarak yapılan hesaplamalarla belirlenmiş alternatiflerin en iyisi olarak en geniş tüm öncelikli alternatif seçilmelidir. (Baraçlı ve Alp, 2009)

2.7.3 Electre (Elimination and Choice Translating Reality) I Tekniği

Optimizasyon amaçlı matematiksel programlama tekniklerinden olan ELECTRE Tekniği adı altında literatürde ELECTRE I, II, III ve IV teknikleri yer almaktadır. Bu teknikler birbirlerinden küçük farklılıklarla ayrılmaktadırlar. Ancak çalışmanın kapsamı ve kullanım yoğunluğu dikkate alınarak burada sadece ELECTRE I tekniğinden bahsedilmiştir. Söz konusu teknik sayesinde karar verici çok sayıda nicel ve nitel kriteri karar vermesrecine dahil edebilmekte, kriterleri amaçları doğrultusunda ağırlıklandırabilmekte, kriterlerin verimlilik ölçülerinin büyüklüklerini seçebilmekte ve ağırlıklarını toplayarak en uygun alternatifi belirleyebilmektedir.

Genel olarak ELECTRE I tekniğine göre karar verme sürecinde şu aşamalar söz konusu olmaktadır;

- Alternatiflerin oluşturulması,
- Kriterlerin belirlenmesi,
- Kriterlerin önem derecelerinin saptanması,
- Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi
- Verimlilik ölçülerinin belirlenmesi,
- Çözüm ve yorum (Türker,1986).

Bu tekniğin gereği olarak bir başlangıç tablosundan hareket edilir. Bu tabloda, sütunlar seçeneklere (alternatiflere), satırlar ise (kriterlere) ayrılır. Diğer yandan her kritere, diğerlerine nazaran taşıdığı önemi belli edecek şekilde ağırlık verilir. İkinci aşamada, alternatiflerin karşılaştırmasına olanak veren uyumluluk ve uyumsuzluk matrisleri oluşturulur. Üçüncü aşamada; uyumluluk ve uyumsuzluk matrisleri için belirlenen eşik değerlerine göre bu iki tablo nihai değerlendirme tablosunda birleştirilir ve en uygun alternatif belirlenir. Bu amaçla grafik çizimden de yararlanılır.

2.7.4 Dinamik Programlama

Dinamik programlama (DİP), birbirleri ile ilişkili bir dizi kararlar alınmasını gerektiren problemlere uygulanmaktadır.

DİP, problemin optimal çözümü için ilişkiler arası kararlar serisini içeren yineleme denklemleri bir optimizasyon tekniğidir. Bir DİP problemi, her aşamasında optimal karar verilmesi zorunlu olan birkaç aşamaya ayrılabilmesine karşın, her aşama önceki ve sonraki aşamalarla sırasal ilişki içindedir. Yani her aşamada alınan karar, bir sonraki aşamada alınan kararı etkiler. Dolayısıyla her bir aşamada verilen karar kendi başına problemin optimal çözümü olmayıp, optimal çözümün bir paçasıdır. Bir sonraki aşama için gerekli olan bilgi, bir önceki aşamada çıkarılan bilgidir. Bu nedenle optimal çözüm için her aşamada alınan kararın sadece o aşamaya olan etkileri değil, aynı zamanda sonraki bütün aşamalara olan etkileri gözönüne alınmalıdır. Çözüm yöntemi olarak, problemin son kademesinden başlayıp, her defasında bir önceki kademeye geçerek geriye doğru eniyileme şeklinde olabileceği gibi, problemin ilk kademesi birinci kademe olarak ele alınıp, her defasında izleyen devrelere gidilerek ileriye doğru eniyileme şeklinde de olabilir (Demirtaş, 2007).

3. AKSİYOMATİK TASARIM

3.1 Aksiyomatik Tasarım ve Prensipleri

Aksiyomatik Tasarım; ürünler, sistemler ve süreçler için tasarım alanını bilimsel yapmak için Suh tarafından geliştirilmiş bir tasarım metodudur. Suh, tasarımı, “neyi gerçekleştirmek istiyoruz” ve “nasıl gerçekleştirebiliriz” sorularının etkileşimiyle tanımlar.

Aksiyomlarla tasarım yönteminin temel amacı, tasarımlar için bilimsel bir temel oluşturmak ve tasarımcıyı, mantıklı düşünce süreçleri ve araçları ile destekleyerek tasarım faaliyetlerini geliştirmektir.

Aksiyomlarla tasarım içinde en önemli kavram tasarım aksiyomlarının olmasıdır. Bağımsızlık ve Bilgi Aksiyomu olmak üzere iki tasarım aksiyomu vardır (Kulak ve Kahraman, 2005a). Bu aksiyomlar ürün tasarımlarını oluşturmak ve kurulan çözüm alternatiflerinden en iyisini seçmek için oransal bir temel sağlar (Özel ve Özyörük, 2006).

Bu aksiyomlar aşağıdaki gibidir:

- Aksiyom 1 (Bağımsızlık Aksiyomu)
- Aksiyom 2 (Bilgi Aksiyomu)

Aksiyom 1 (Bağımsızlık Aksiyomu)

Fonksiyonel ihtiyaçların bağımsızlığını devam ettirmek. Kabul edilebilir bir tasarımda, bir tasarım parametresi (DP) diğer fonksiyonel ihtiyaçları (Fİ) etkilemeden ilgili fonksiyonel ihtiyacı sağlamak için düzenlenebilir (Kulak ve Kahraman, 2005a)

Aksiyom 2 (Bilgi Aksiyomu)

Bilgi içeriğini minimize etmek. Alternatif tasarımlardan Bağımsızlık Aksiyomunu sağlayan en iyi tasarım minimum bilgi içeriğine sahiptir.

Bağımsızlık Aksiyomu, tasarım amaçlarını karakterize eden bağımsız fonksiyonel ihtiyaçların minimum sayısı olarak tanımlanan Fonksiyonel ihtiyaçların (Fİ) bağımsızlığının sürekli korunması gerektiğini savunur. İki ya da daha fazla fonksiyonel ihtiyaç olduğunda, tasarım çözümü diğer fonksiyonel ihtiyacı etkilemeden her bir fonksiyonel ihtiyacı sağlamalıdır. Bu da fonksiyonel ihtiyaçları sağlayan ve bunların bağımsızlığını koruyabilecek doğru bir tasarım parametre kümesinin seçimi anlamına gelir. Gerçek dünya da mühendisler kompleks

problemleri, alt problemlere ayırarak bu daha küçük problemlerin bağımsız çözümlerini ele alırlar. Problemler ve çözüm arasında ilişki kuran ayrıştırılmış kompleks problemler ve bağımsızlık için etkili bir mteod olarak adlandırılır (Kulak ve Kahraman, 2005a).

Bilgi aksiyomu; bağımsızlık aksiyomunu sağlayan tasarımlar arasından minimum bilgi içeriğine sahip tasarımın en iyi tasarım olduğunu savunulur. Çünkü bilgi içeriği, olasılık terimleriyle tanımlanır, aynı zamanda ikinci aksiyoma göre gerçekleşme olasılığı en yüksek olan tasarım en iyi tasarımdır kullanılmıştır.

Bilgi içeriği I , verilen bir fonksiyonel ihtiyaç (FI)'yi sağlama olasılığı ile tanımlanır (Kulak vd., 2005). Eğer verilen bir FI yi sağlama başarısının olasılığı p ise, olasılıkla ilgili bilgi içeriği I , Eşitlik 1 ile ifade edilir kullanılmıştır (Çelik ve Er, 2008):

$$I_i = \log_2\left(\frac{1}{p_i}\right) \quad (3.1)$$

Bilgi küçük birimlerle verilir. Aynı zamanda karşılanması gereken bir sürü fonksiyonel ihtiyaç olduğunda bilgi içeriğinin eklenebilmesi için logaritmik fonksiyon seçilmiştir. n tane FI olduğundan toplam bilgi içeriği tüm bu olasılıkların toplamıdır. Tüm olasılıklar toplamı 1'e eşit olduğunda bilgi içeriği sıfırdır ve tersine bir ya da daha fazla olasılık sıfıra eşit olduğunda gerekli bilgi sonsuzdur. Bu olasılık düşük ise, fonksiyonel ihtiyaçları karşılamak için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulduğu anlamına gelir (Özel ve Özyörük, 2006). Gerçekleşme olasılığı, FI için *Tasarım Aralığını* (d_r) belirterek ve FI 'yi sağlayacak tasarım için *Sistem Aralığını* (s_r) belirleyerek hesaplanabilir. Şekil 3.1'de bir FI 'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu uniform olduğunda, tasarımcının belirlediği 'tasarım aralığı' ve sistemin gerçekleştirdiği 'sistem aralığı'nın kesiştiği bölgenin kabul edilebilir çözümün bulunduğu alan olduğu görülmektedir. Sistem olasılık dağılım fonksiyonu uniform olduğu durumda FI 'nin gerçekleşme olasılığı

Eşitlik 3.2 ile hesaplanır.

$$p_i = \left(\frac{\text{ortak aralık}}{\text{sistem aralığı}}\right) \quad (3.2)$$

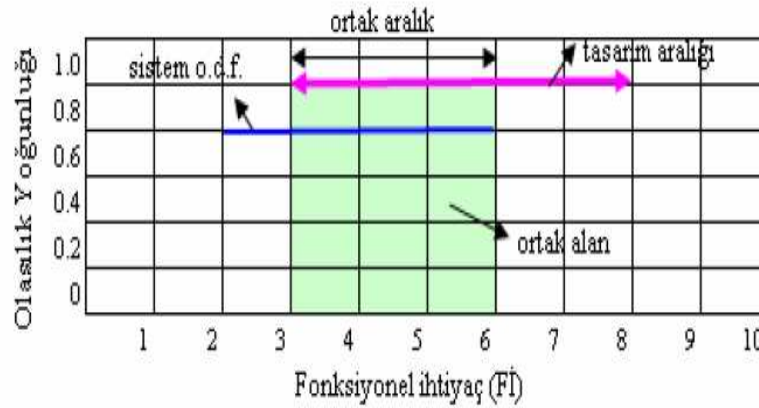
Eşitlik 2'den hareketle bilgi içeriği şu şekilde hesaplanır(Çelik ve Er, 2008):

$$I_i = \log_2\left(\frac{\text{sistem aralığı}}{\text{ortak aralık}}\right) \quad (3.3)$$

Eğer $F\dot{I}_i$ sürekli tesadüfi değişken ise, $p_s(F\dot{I}_i)$ her $F\dot{I}_i$ için sistem olasılık yoğunluk fonksiyonu iken, tasarım aralığındaki $F\dot{I}_i$ 'yi gerçekleştirme olasılığı Eşitlik 3.4 ile hesaplanır;

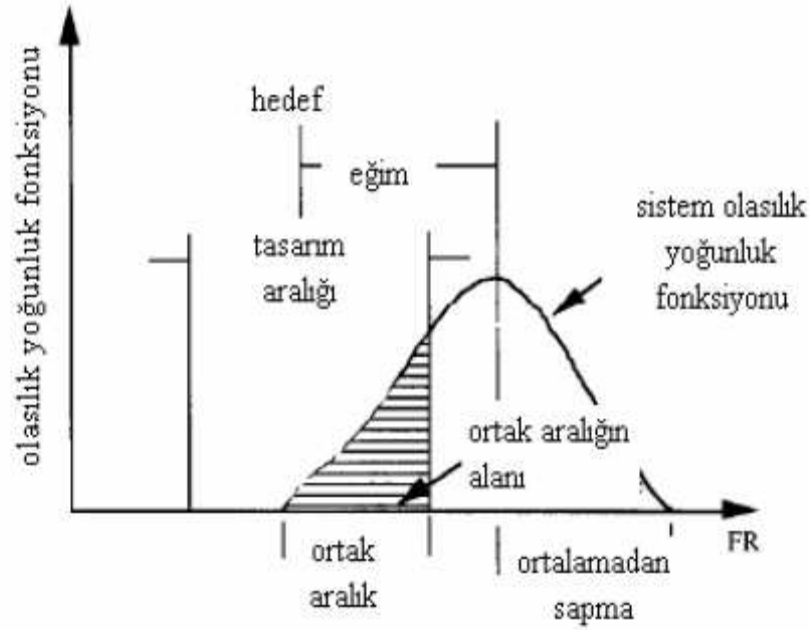
$$p_i = \int_{dr_i}^{dr^u} p_s(F\dot{I}_i) dF\dot{I}_i \quad (3.4)$$

Eşitlik 3.4, sistemin olasılık yoğunluk fonksiyonunun integralini alarak bütün sistemin aralığının gerçekleşme olasılığını verir. (örneğin tasarım aralığının en düşük sınırı d_{r1} , üst tasarım aralığının sınırı, d_{ru}).



Şekil 3.1 Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve Fİ'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu (Özel ve Özyörük, 2006)

Şekil 3.2'de sistem aralığı belirlenmiş $F\dot{I}$ 'ye karşı bir olasılık yoğunluk fonksiyonu verilmiştir. Tasarım aralığı ve sistem aralığı arasındaki kesişim bölgesi *ortak alan* (c_r) olarak gösterilir ve bu alan sadece fonksiyonel ihtiyaçların sağlandığı bölgedir. Sonuç olarak, sistem aralığının altındaki alanın, ortak aralığın altındaki alana bölümü, tasarımın belirlenmiş hedefinin gerçekleşme derecesinin olasılığına eşittir.



Şekil 3.2 Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve Fİ'nin sistem olasılık yoğunluk fonksiyonu (Özel ve Özyörük, 2006)

$$I = \log_2 \left(\frac{A_{sr}}{A_{cr}} \right) \quad (3.5)$$

Burada A_{sr} sistem aralığının altındaki alanı, A_{cr} ortak aralığın altındaki taralı alanı ifade eder. Genellikle $A_{sr}=1.0$ olduğundan sağlanacak n tane $Fİ$ olduğu için bilgi içeriği Eşitlik 6 ile ifade edilir:

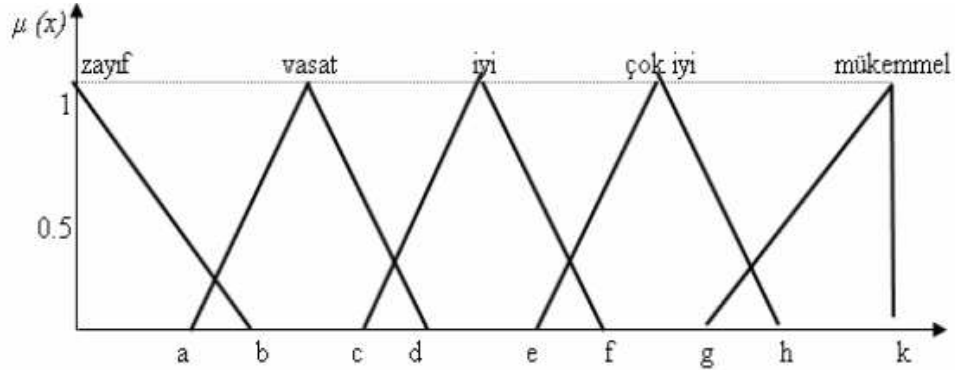
$$I = \log_2 \left(\frac{1}{A_{cr}} \right) \quad (3.6)$$

3.2 Bulanık Aksiyomatik Tasarım

Literatürdeki çok ölçütlü karar verme teknikleri genellikle veriler belirli olduğunda çözüme ulaşırken, Bulanık çok ölçütlü AD yaklaşımı veriler kesin olmadığında da kullanılabilir bir yöntemdir. Kesin olarak belirli olan verileri ifade etmek için gerçek sayılar kullanılır (Özel ve Özyörük, 2006).

Ancak veriler belirli olmayabilir. Dilsel değişkenler bulanık sayılar, bulanık takımlar olabilir. Ancak veriler belirli olmadığında ve sayısal değerler yerine dilsel değişkenlerle ifade edildiğinde öncelikle bu verilerin belirli bir kural tabanına bağlı olarak sayısal bir forma dönüştürülmesi gerekir (Kulak ve Kahraman, 2005b). Bulanık küme teorisi bu aşamada

kullanılabilecek önemli bir araçtır. Şekil 3.3’de sayısal olmayan faktörlerin sayısallaştırılması için literatürde sıklıkla kullanılan dilsel değişkenlere ait üyelik fonksiyonlarının şematik yapısı gösterilmiştir.



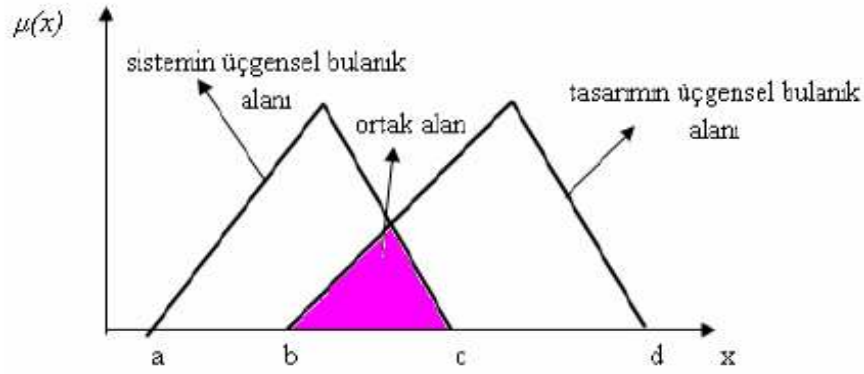
Şekil 3.3 Fiziksel olmayan faktörler için sayısal gösterim(Özel ve Özyörük, 2006).

Aksiyomatik tasarımda, fonksiyonel ihtiyaçların sistem ve tasarım aralıkları her zaman belirli bir aralıkla ifade edilemez. Belli bir değerin üstünde ya da bir değere yaklaşık olarak ifade edilebilir ve bu değerler üçgensel ya da yamuksal bulanık sayılarla gösterilebilir (Kulak ve Kahraman, 2005b).

Bulanık Aksiyomatik Tasarımda aralık değerleri dilsel olarak verildiğinde olasılık yoğunluk fonksiyonunun belirli olduğu durumda üçgensel yada yamuksal bulanık üyelik fonksiyonları kullanılır. Dolayısıyla ortak alan, üçgensel yada yamuksal bulanık sayıların kesiştiği bölgedir. Şekil 3.4’de görüldüğü gibi, ortak alan sistem aralığının bulanık üçgensel alanı ile tasarım aralığının bulanık üçgensel alanı arasındaki kesişim bölgesidir.

Buradan hareketle bilgi içeriği Eşitlik 3.7 ile hesaplanır:

$$I = \log_2\left(\frac{\text{Sistem tasarımının üçgensel bulanık alanı}}{\text{Ortak alan}}\right) \quad (3.7)$$



Şekil 3.4 Sistem ve tasarım aralıklarının ortak alanı

3.3 Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım

Önceki bölümde bilgi içerikleri hesaplanırken her kriterin ağırlığı eşit olarak kabul edilmiştir. Ancak her bir kriter farklı bir ağırlık değerine (w_j) sahip olduğunda bilgi içeriklerini hesaplamak için mevcut formülasyonlara ek olarak Eşitlik 3.8’de verilen ifade kullanılır ve bu yapı “Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım” yaklaşımı olarak adlandırılır (Kulak vd., 2005).

$$\left\{ \begin{array}{ll} \left[\log_2 \left(\frac{1}{p_{ij}} \right) \right]^{1/w_j}, & 0 \leq I_{ij} \leq 1 \\ \left[\log_2 \left(\frac{1}{p_{ij}} \right) \right]^{w_j}, & I_{ij} \geq 1 \\ w_j & , I_{ij} = 1 \end{array} \right\} \quad (3.8)$$

3.3.1 Bulanık AHP

AHP, geniş bir alanda kullanılan çok amaçlı karar verme metotlarından biridir. Kriter ve alt kriterlerin üstünlüklerinin belirlenmesi ve sistematik olarak karşılaştırılıp değerlendirilmesini sağlayabilir. AHP farklı birimdeki kriterleri aynı birim altında değerlendirmektedir. (Dağdeviren ve Eren, 2001) Bu metodun ana avantajlarından biri çok yönlü kriterlerin kolaylıkla yönetilebilmesidir. Buna ek olarak AHP’nin anlaşılması daha kolaydır. AHP,

kullanışsız matematikleri içermez. Fakat AHP hala insani düşünme stilini yansıtamamaktadır. Bu yüzden, bulanık AHP, hiyerarşik bulanık problemleri çözmek için geliştirilmiştir. Çeşitli yazarlar tarafından bahsedilmiş birçok bulanık AHP metotları vardır. Bu metotlar, bulanık küme teorisini ve hiyerarşik yapı analizini kullanan problem çözme ve alternatif seçimine sistematik yaklaşımlardır. Karar vericiler, genelde, aralıklı karar vermeyi sabit değerli karar vermeye göre daha rahat bulmaktadır (Kua ve vd., 1999). Çünkü karşılaştırma sürecinin bulanık doğasında tercihleri konusunda kesinlik yoktur.

Saaty tarafından geliştirilen klasik AHP yönteminde karar vericinin belirlediği ikili karşılaştırma ilişkileri belirgin sayılarla ifade edilmiştir. Yine de ikili karşılaştırma ilişkileri sürecin başında sözel olarak ifade edildikleri ve sonradan sözel ifadeler belirgin sayılara dönüştürüldüğü için klasik AHP bulanık bir modelleme olarak görülebilir. Fakat esas bulanık yöntem olarak değerlendirilen yaklaşımlar, üçgen üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanmış bulanık oranları karşılaştıran Laarhoven ve Pedrycz (1983) ile görülmüştür. Laarhoven ve Pedrycz yaklaşımında karşılaştırma ilişkileri karar vericiden klasik AHP'deki gibi sözel olarak alınır. Fakat sözel ifadeler belirgin sayılarla değil üçgen bulanık sayılarla temsil edilir. Buckley (1985) ise, karşılaştırma oranlarının bulanık önceliklerini trapezoidal üyelik fonksiyonu ile belirlenmiştir. Yani karar vericinin sözel ifadeleri yamuk bulanık sayılarla gösterilir. Laarhoven ve Pedrycz yaklaşımında her alternatifin bulanık faydası üçgen bulanık sayı olarak ortaya çıkar, fakat Buckley yaklaşımında bulanık faydaların bulanık yamuk sayı olma zorunluluğu yoktur.

Chang (1996) ise karşılaştırmalarda üçgen bulanık sayıları kullanarak bulanık AHP'nin idaresi için yeni bir yaklaşım tanıtmıştır (Kahraman vd., 2004). Tüm bu bulanık AHP yaklaşımlarında karşılaştırma ilişkileri karar vericiden sözel olarak alınır. Ancak klasik AHP'den farklı olarak belirgin sayılarla değil, üçgen bulanık sayılarla temsil edilir. Bu çalışmada, Chang 'in modeli esas alınmıştır.

Klasik AHP'de özvektör yöntemiyle gerçekleştirilen karşılaştırma marislerinden perormans puanları ve ölçüt ağırlıklarına geçiş Laarhoven ve Pedrycz yaklaşımında Lootsma'ın logaritmik en küçük kare yöntemiyle, Buckley yaklaşımında geometrik ortalama yöntemiyle ve Chang yaklaşımında bulanık sayıların kesişimi yöntemiyle gerçekleştirilir. Çizelge 3.1.'de bahsedilen yaklaşımlar gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 AHP Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi (Demirtaş, 2007).

	Klasik AHP	Laarhoven ve Pedrycz	Buckley	Chang
Sözel ikili karşılaştırmaların temsil edilmesi	Belirgin sayılar	Üçgen bulanık sayılar	Yamuk bulanık sayılar	Üçgen bulanık sayılar
Alternatiflerin fayda değeri	Belirgin sayılar	Üçgen bulanık sayılar	Özel tanımlı bulanık sayılar	Konveks bulanık sayılar
Ağırlık değerlendirme yöntemi	Özvektör yöntemi	Lootsma logaritmik min. kare	Geometrik ortalama yöntemi	bulanık sayıların kesişimi

Bulanık ortamdaki tüm kriter çiftlerinin ve karar alternatiflerinin karşılaştırılmasında öncelik vektörünün oluşturulmasıyla birçok yöntem geliştirilmiştir. Bütün bu çabalara rağmen klasik bulanık AHP yöntemleri α – kesim yaklaşımı gibi üyelik fonksiyonlarının kesişmesini optimize eden tekrarlı temel işlemler ve geometrik ortalama teknikleri gibi yorucu aritmetik hesaplamaları kullanarak operasyondaki bulanık değerlerle ilgilenmektedir.

Klasik bulanık AHP yönteminin en önemli dezavantajı yukarıda belirtilenlerden ziyade bulanık değişkenler ve karar vericiler arasındaki etkileşimi göz ardı etmesidir. Ayrıca, klasik yöntemler uygulandığında sadece üçgensel üyelik fonksiyonlarını kullanabilmektedir. Konkav, konveks veya konkav-konveks üyelik fonksiyonlarından yararlanılamamaktadır. Geleneksel bulanık AHP yönteminin bir diğer dezavantajı ise kesin bir sonuca ulaşmak için fazladan durulaştırma işlemine ihtiyaç duymasıdır.

3.3.2 Bulanık AHP Algoritması

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ bir nesneler seti ve $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ de bir amaçlar seti olsun. Chang'ın büyüklük analizine göre, her nesne alınır ve her amacın büyüklük analizi için, g_i , ayrı ayrı uygulanır. Bu yüzden, m adet büyüklük analizi değeri her nesne için aşağıdaki gibi elde edilebilir:

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.10)$$

Buradaki tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, \dots, m$) üçgen bulanık sayılardır. Chang 'ın büyüklük analizinin adımları aşağıdaki gibi verilebilir (Kahraman vd., 2002):

Adım 1: i. Nesneye göre bulanık sentetik boyut değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (3.11)$$

$\sum_{j=i}^m M_{g_i}^j$ 'yi elde etmek için aşağıdaki gibi bir matrisin m adet boyut analizinin bulanık toplamı alınır:

$$\sum_{j=i}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j \sum_{j=1}^m m_j \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (3.12)$$

$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$ ' i elde etmek için $M_{g_i}^j$ (j=1,2,...,m) olacak şekilde;

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_i \sum_{j=1}^m m_i \sum_{j=1}^m u_i \right) \quad (3.13)$$

hesaplanır. Daha sonra aşağıdaki şekilde vektörün tersi hesaplanır:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (3.14)$$

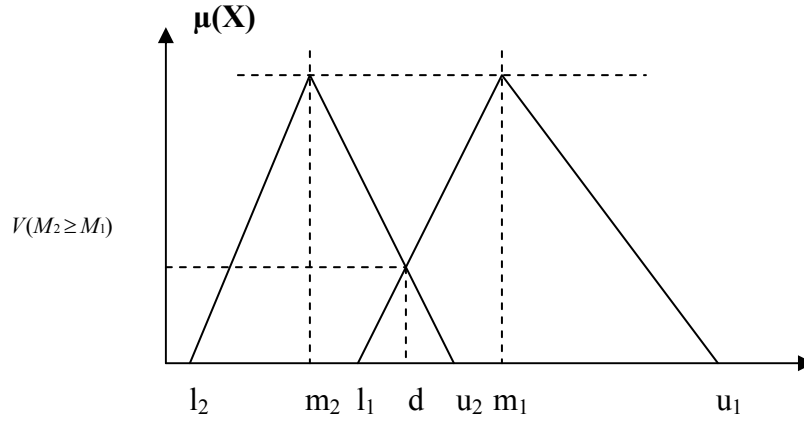
Adım 2: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılık değeri şu şekilde tanımlanmıştır:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (3.15)$$

d μ_{M_1} ve μ_{M_2} üyelik fonksiyonları arasındaki en yüksek kesişim değerlerinin ordinatı olmak üzere (şekil);

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) \quad (3.16)$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & ; m_2 \geq m_1 \\ 0 & ; l_1 \geq u_2 \\ \frac{(l_1 - m_1)}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & ; \text{aksi halde} \end{cases} \quad (3.17)$$



Şekil 3.5 M1 ve M2 üyelik fonksiyonlarının kesişimi (Kahraman vd., 2004)

M_1 ve M_2 üçgensel bulanık sayılarını kıyaslamak için hem $V(M_1 \geq M_2)$ hem de $V(M_2 \geq M_1)$ değerlerine ihtiyaç duyulur.

Adım 3: Konveks bulanık bir sayının k tane M_i ($i=1,2,\dots,k$) konveks bulanık sayısından büyük olma ihtimali aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = \min V(M \geq M_i) \quad (i=1,2,\dots,k) \quad (4.18)$$

($i=1,2,\dots,k$) ve $k \neq i$ için;

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (4.19)$$

olduğu farz edilir. Böylece ağırlık vektörü, A_i ($i=1,2,\dots,n$) n eleman için;

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (4.20)$$

olur.

Adım 4: Normalizasyondan sonra normalize ağırlık vektörü;

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n)) \quad (4.21)$$

olur.(Başlıgil,2005)

Çizelge 3.2 Önem skala değerleri ve tanımları (Saaty, 2001b)

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Biraz önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Fazla önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok fazla önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Aşırı derece önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

4. AKILLI KART ÖZELLİKLERİ VE KAPSAMI

4.1 Akıllı Kart Kavramı

Teknolojik gelişme bir bakıma "otomasyon sistemlerinin küçültülmesi" sürecidir. Öyle değil mi gerçekten? Hem küçülen ve işlevleri artan bilgisayar sistemleri, iletişim teknolojileri (cep telefonları gibi), büyük mekanizmaları yöneten ve kontrol eden mikroçipler, molekül kadar büyüklüğü olan bilgi işlemciler, veritabanı birimleri vs. bu küçülen otomasyona örnek verebiliriz. Akıllı kart teknolojisini de bu küçülen otomasyon sürecine dahil edebiliriz.

Akıllı kartlar, görünüm açısından, kredi kartlarına benzeyen üzerinde ya da içinde silikon mikroçip bulunan bir plastik karttır.

Akıllı kart; standart kredi kartı boyunda olmakla beraber manyetik şerit yerine, kart içine gömülü bir mikro bilgisayarı vardır. Akıllı kartların üzerindeki mikro bilgisayar, bilgi işler ve depolar. Bu bilgiler fiziksel bir güvenlik altında işlem görür[1].

Karta yerleştirilen çipte, değişen büyüklüklerde bir hafıza (ROM) ve onun üzerine programlanmış bir işletim sistemine sahip mikro-işlemci bulunur. Bu tarz kartların smart, yani “akıllı” diye adlandırılmasının nedeni ise, bir çok farklı türdeki veriyi hafızasında saklayabilmesi ve onları işleyebilmesidir [2].

Uluslararası standartlarla belirlenmiş ölçülere sahip plastik gövdeli, üzerine mikroişlemci yada hafıza çiplerinin yerleştirilmesiyle oluşturulan kartlardır. Mikroişlemci modelleri en üst düzeyde güvenlik sağlar. Kartlar bir işletim sistemine ve bu sistemin sağladığı sistematik programlama ve izin altyapısına sahiptir. Kartın üzerine bilgiler yazılıp okunabilir. Karşılıklı şifre mekanizmaları çalıştırılıp sistemin de kart tarafından kontrol edilmesi sağlanabilir. Hafıza chipli kartlar üzerinde güvenlik mekanizması mikroişlemcili kartlara göre daha düşük düzeydedir. Fakat manyetik kartlarla kıyaslama yapılamayacak büyüklükte bilgiyi üzerinde taşıyabilir, taşıdığı bilgiye ek olarak yeni bilgiler yazıp siler ve şifre mekanizmaları kullanabilir. Akıllı Kart'lar uygulama tipine, çeşitlilik ve yoğunluğuna göre kapasite ve güvenlik bakımından sınıflandırılırlar. Müşteri sadakati, ulaşım ve ağ güvenliği gibi çeşitli uygulamalara uygun geniş bir Akıllı Kart ürün yelpazesi vardır. İşlem miktarlarının çok büyük olduğu bankacılık sektörünün ardından nakit kayıplarına tahammülü olmayan tüm işletmelerin aradığı ödeme ve kontrol çözümleri olarak, perakende, turizm-otellilik ve akaryakıt istasyonları sektörlerinden başlangıç yaparak ticari hayattaki yerini genişletmeye devam etmektedir [3].

Akıllı kartlar yüksek veri saklayabilme ve güvenli olma özellikleriyle müşterilere özel çözümler sunabilen özel kartlardır. Akıllı kartların bugün tüm dünyada ve Türkiye’de sık kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Dünyada yapılan araştırmalar; SIM Kart kullanımı nedeniyle telekom sektörünün akıllı kart kullanımında en fazla payı aldığını göstermektedir. Fakat 2006 yılından itibaren bu alanın daha çok finans sektörüne doğru kaydığı düşünülmektedir. Manyetik kredi kartlarının kullanımının yerini alan akıllı kart teknolojisi nedeniyle kredi kartı sahibi kullanıcıların bu pazarı hareketlendirdiği tahmin edilmektedir.

Akıllı kartlar çoklu uygulamaları bünyesinde bir araya toplamak gibi bir kolaylık sağlamaktadır. Bu kartlar hem bilgi saklamaya olanak verir hem de içerisindeki mikroişlemci sayesinde kendisine dışarıdan gönderilen komutlara belirlenen kurallar doğrultusunda cevap verebilen kartlardır. Akıllı kartlar ile sağlık, perakende, güvenlik, sigorta, finans, kamu, telekom, sigorta, bankacılık, otomotiv gibi alanlarda etkin kullanım mümkündür. Yürürlüğe giren EMV standartları uygulaması ile Türkiye’de özellikle bankacılık ve finans sektöründe faaliyet gösteren şirketler bu çoklu uygulamaları üzerinde barındırabilen, tam güvenli, akıllı kart sistemlerine geçiş yapmaya başlamışlardır. Yine e-cüzdan, e-kimlik uygulamalarını bu kart üzerinde gerçekleştirebilmek mümkündür. Akıllı kart diğer mevcut işleyen sistemlerden daha güvenlidir. Ayrıca üzerinde işlem yapılmasını kolaylaştıracak bir yapısı vardır. Bu da çok farklı fonksiyonları, farklı müşteri gruplarına sunabilme imkanı vermektedir.

Bu açıdan baktığımızda Türkiye’deki akıllı kart kullanım oranının dünyadaki paralel gelişmiş ülkelerle aynı, hatta daha hızlı şekilde geliştiğini gözlemleyebiliyoruz. Özellikle ülkemizin bankacılık sektörünün ödeme sistemlerinde geliştirdiği benzersiz uygulamalar ve ilkler dünyaya örnek gösterilmektedir. Özellikle dünyada son dönemde öne çıkan biometric uygulamalar, nanoteknoloji, temaslı- temassız uygulamaların gelişimi Türkiye’de hızlıca yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir [4].

Akıllı kartlar içinde mikroçip bulunan plastik kartlardır. Günlük yaşamda kullandığımız manyetik kartların (Bu kartları, kredi, ATM, telefon kartları, biletler vs.) üst evrimi diyebileceğimiz akıllı kartlar bahsi geçen manyetik kartlardan onlarca kat hafızaya sahiptir. Bu geniş hafıza beraberinde, aynı anda bir çok işi yapabilme işlevini ve komplike çözümler sunabilme olanağı da vermektedir.

Bu durum sayesinde herhangi bir müşterinin bilgilerinin tümünü yükleyerek, müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) için eşsiz bir veri tabanı ve istatistiki bilgi ağı sağlamaktan tutun da, sağlıktan otomotive, eğitimden perakende sektörü ve mağazacılık uygulamalarına kadar, her

türlü sektör ve hizmet alanında, müşteriye bireysel olarak ulaşabilme, sorunlara bireysel çözümler bulabilme şansı yakalanabiliyor. Örneğin, otomotiv sektörü için geliştirilmiş bir akıllı kart yazılımı ile, kullanıcının aracını ne sıklıkta servise götürdüğü, servis alanındaki işlemler, aracın teknik bilgileri, araç performansı vs gibi, araç ve kullanıcısına ait tüm bilgiler bu kartlara aktarılabilir. Bu sayede hem müşteri ilişkileri konusunda firmaya geniş bir hareket alanı, müşteriye ulaşabilme kolaylığı sağlanmış hem de araç modellerinin yenilenmesi, araçta giderilmesi gereken olası problemler, teknik servis performansı doğrudan kontrol edilebilme ve izlenebilme avantajı sağlanmıştır. Bu da elbette müşteri devamlılığı olarak geri dönmektedir.

Bu tip kartları öne çıkaran en önemli özellik “çoklu uygulamalara” olanak sağlaması. Akıllı kartların üzerinde işlem yapılmasını kolaylaştıracak bir yapısı vardır. Bu da çok farklı fonksiyonları, farklı müşteri gruplarına sunabilme imkanı vermektedir. Yani bu kart bir kimlik kartıyken, aynı zamanda bir kredi kartı ve kapı geçiş kartı olarak da kullanılabilir. Böylece, ödeme uygulamaları, sadakat, kimlik, güvenli erişim, sağlık, PKI, ulaşım uygulamaları gibi uygulamalar tek bir akıllı kart üzerinde toplanabilir. Bu da kullanıcıları çok sayıda kart taşımaktan kurtarmaktadır. Aynı kartın birden fazla uygulama için kullanılabilmesi, bankalar, sigorta şirketleri, belediyeler, kamu kuruluşları ve üniversiteler gibi çok sayıda kuruma büyük kolaylıklar sağlayabilir. Ayrıca e-Devlet çalışmalarının ülkemizde önem kazanmasıyla kamu sektöründe bu tip akıllı kartların kullanım oranında artış gözleneceği kanatındayız.

Akıllı kart bildiğimiz manyetik kartlar gibi güvenlik sorunlarına sahip değildir. Bu yüzden özellikle perakende sektöründe alışverişlerde kullanımı kolaylık yaratır. Akıllı kartların üzerindeki çip doğru kullanıldığında müşteriye yönelik bilgileri bünyesinde tutma özelliğine sahiptir. Böylelikle çipin getirdiği avantajlarla müşterilere yönelik kampanyalar yapabilmek için bilgiler depolanabilir. Müşteri sadakat uygulamaları, ödüllendirmeye üye mağazalara yeni müşteriler kazandırmayı ve mevcut müşterilerini sadık müşteri haline getirmeyi amaçlayan uygulamalarda kullanılabilir. Bu da perakandeci için verimliliği, müşteri sürekliliğini, sayısını ve sadakati artırır. Bu anlamda CRM çalışmalarının kart ile doğru orantılı olarak kullanılması mümkün olabilir [5].

Akıllı Kart, İnternette sonra çağın en büyük teknoloji devrimini yaratıyor. Plastik kart üzerinde çalışan bu mini-bilgisayarlar, daha önce mümkün olmayan ya da yüksek maliyeti nedeniyle hayata geçirilemeyen sayısız uygulama için kapıları açıyor [2].

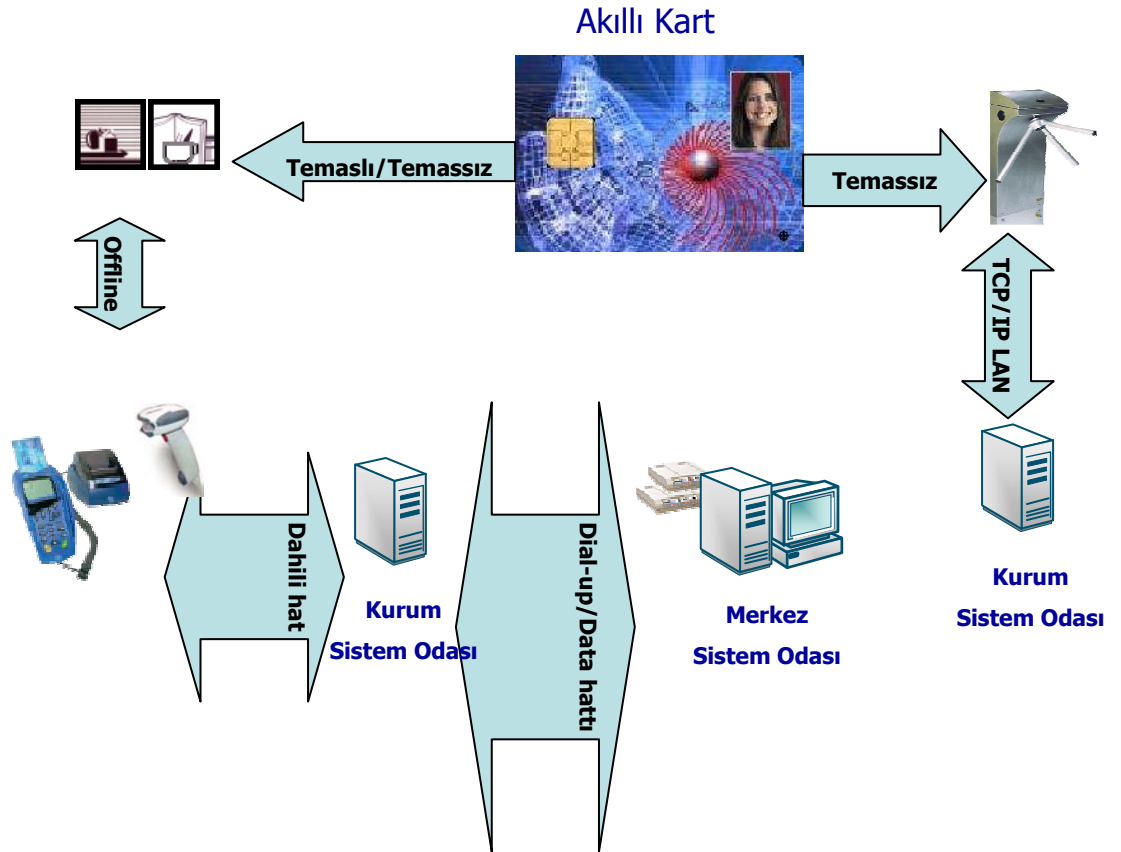
4.2 Akıllı Kart Tipleri

Akıllı kartlar elektronik devre yapılarına, veri aktarım tipine ve boyutlarına göre sınıflandırılabilirler. Akıllı kartlar veri tipine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler (Öztaş, 2006).

- Bellek kartları
 - Güvenlik donanımlı
 - Güvenlik donanımı olmayan
- İşlemcili Kartlar
 - Kripto işlemcili
 - Kripto işlemcili olmayan

Akıllı kartlar üzerinde bulunan mikroçipe göre 3 e ayrılır:

- Temaslı Akıllı Kart
- Temassız Akıllı Kart
- İki Türlü de Okutulan Kart (CombiCard)



Şekil 4.1 Akıllı kart tipleri teknoloji düzeyi

Temaslı Akıllı Kart

Temas eden grubundaki Akıllı Kartlar bir kart okuyucunun içine yerleştirilmek zorundadırlar.

Kredi kartının arka yüzünde bulunan manyetik bandın yerine Akıllı Kartların ön yüzünde ½” çapında küçük bir altın plaka vardır. Kart, kart okuyucunun içine yerleştirildiğinde elektrikli konnektörler ile temas eder ve bu şekilde kart üzerindeki mikroçip ile okuyucu cihaz arasında bilgi alış-verişi yapılır [6].

Temassız Akıllı Kart

Temas etmeyen grubundaki Akıllı Kartlar bir işlem gerçekleştirebilmeleri için bir anten yanından geçirilirler. Tıpkı bir plastik kredi kartı görünümündedirler. Onlardan tek farkı içlerinde bir mikroçip ve bir de anten gömülü olmasıdır. Bu bileşenler fiziksel bir temas gerektirmeden, kartın anten ile bağlantı elemanı arasında iletişim kurmasını sağlar. İşlemlerin çok hızlı yapılmasının gerekli olduğu toplu taşımacılıkta ve jetonla çalışan sistemlerde temassız Akıllı Kartların kullanımı ideal bir çözümdür. [6]

Kartın boyutları uluslararası ISO 7810 standardına göre belirlenir. ISO 7816 standardı ise; ısı menzili, esneklik, elektriksel temasın pozisyonu ve mikroçipin dış dünya ile nasıl bağlantı kuracağı gibi özellikleri kapsayan, kartın fiziksel karakteristiğini de belirler [7].

Özel uygulamalar için bir seri standart daha belirlenmiştir ki bunların kapsamı içinde; dijital hücre (cep) telefonu, kredi kartı fonksiyonları (Europay, Mastercard, Visa) ve elektronik cüzdan (Visacash, Multos, Proton) vardır. [8]

İki Türlü de Okutulan (CombiCard)

Yukarıda anlatılan iki mekanizmayı da içeren bir akıllı karttır. Temasla veya temassız okutulan akıllı kartların tüm özelliklerini içeren bir karttır. [9]

Açık anahtar altyapısı ve e-imza sistemlerinde kullanılabilecek akıllı kartlar kriptolu işlemcili sınıfta yer alırlar. Bu akıllı kartlar, programlanabilir alanları olan, dayanıklı, taşınabilir bilgisayarlar olarak tanımlanabilir. Akıllı kartlar veri güvenliği, kimlik gizliliği ve mobil kullanıcı ihtiyaçlarına sahip sistemlerde faydalıdır. Bu kartların başlıca teknik özellikleri şöyle sıralanabilir (Öztaş, 2006):

- Mikroişlemci olarak gerçekleşmiştir. (8, 16 ve 32 bit modeller vardır)
- Bir işletim sistemine sahiptir. (AKİS, CardOS, Multos vb)
- RSA, DSA, ECDSA gibi asimetrik algoritmaları çalıştırabilen yardımcı kriptolu işlemcisine sahiptir.
- İşletim sistemi ve kriptolu kütüphanesi mikroişlemcinin ROM belleğinde saklanır.
- Kriptolu anahtarlarını ve sertifikalarını saklamak için yeterli büyüklükte EEPROM belleğe sahiptir. (Tercihen 8Kb ve üstü)
- Özel anahtarlar kart içine yerleştirildikten sonra asla dışarı çıkarılamaz.

- Kart içindeki özel anahtarla işlem yapmak için karta PIN kodu girilmesi zorunludur.

Yukarıdaki özelliklere sahip bir akıllı kart aşağıdaki hizmetleri sunar.

- Kart üzerinde şifreleme ve şifre çözme
- Kart üzerinde imzalama ve imza onaylama
- Kart üzerinde özel ve açık anahtarların tutulması
- Kart içine bilgi yazabilme
- Kartın şifre ile korunması

Akıllı kartların özel (private) ve açık (public) alanları vardır. Özel alanda anahtar üretimi, imzalama, şifre çözme gibi işlemler yapılır, bu alana dışarıdan erişim

yasaklanmıştır. Açık alana genel bilgiler yazılır. Akıllı kart yönetim yazılımı yardımıyla buradaki bilgiler görülebilir.

Akıllı kartın boyutları uluslararası ISO-7810 standardına göre belirlenir. ISO-7816 standardı ise ısı menzili, esneklik, elektriksel temasın pozisyonu ve mikroçipin dış dünya ile nasıl bağlantı kuracağı gibi özellikleri kapsayan, kartın fiziksel karakteristiğini de belirler (Öztaş, 2006).

4.3 Akıllı Kart İşletim Sistemleri

Akıllı kartlar, geliştirilen yazılımların üzerinde koşabileceği işletim sistemlerine sahiptirler. Günümüz teknolojisinde akıllı kartlar için geçerli olan bazı işletim sistemleri şu şekildedir:

- Java Card

Java yazılım programlarını destekleyen işletim sistemidir. Java Card sanal makina aracılığıyla işletim sistemi ile iletişim sağlanır.

- Multos

Özellikle Master Kart geliştirilebilen bir işletim sistemidir. Yüksek güvenlik düzeyine sahiptirler. E-cüzdan uygulamalarının geliştirildiği örnek uygulamalara sahiptir.

- Windows

Akıllı kartlar için Microsoft tarafından geliştirilen fakat çok fazla kullanılmayan bir işletim sistemidir.

- Açık Platform

Özellikle Visa uygulamaları ile kullanılabilen çoklu uygulamaları destekleyen işletim sistemi olarak adlandırılabilir.

4.4 Akıllı Kartların Güvenliği

Akıllı kartların günümüzde sağlıktan finansa kadara bir çok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kart kullanımının bu kadara yaygın olması başka durumları gözönünde bulundurulmasını gerektirmektedir. Güvenlik faktörü yazılım geliştirilmesi ile birlikte ön plana çıkan en önemli faktör olarak ele alınmalıdır. Çünkü akıllı kartlar uygulamaları üzerinden kullanıcı kimlik bilgileri de dahil olmak üzere, kullanıcı hesap bilgilerine de ulaşılabilir. Bu durumda kart güvenliği bir kez daha en önemli faktör olarak ilk sıraya yükselmektedir. Kart güvenliği denilince aşağıdaki konular ele alınmaktadır.

- Fiziksel Güvenlik
 - Çip yapıları
- Mantıksal Güvenlik

Kart işlemleri bir işletim sistem tarafından kontrol edilir. Böylelikle kart üzerinden hiçbir bilgi okunamaz. Ayrıca Firewall uygulamaları bulunmaktadır.
- Kriptografi Güvenliği
 - Şifreleme
 - Dijital imza
 - Kart kriptografi izalasyonu
- Erişim Kontrolü
 - Password
 - PIN
- Saldırıları

4.5 Akıllı Kartların Standartları

Akıllı kartlar bir yazılım aracılığıyla geliştirilir. Yazılım geliştirilirken özellikle güvenlik faktörünün ne kadar önemli olduğunu bir önceki bölümde ele alınmıştı. Güvenliğin sağlanması için “özellikle yeni bir şey geliştirmektense var olan ve kesinliği kabul edilen yöntemin kullanılması” prensibi uygulanılır. Bunun dışından akıllı kart uygulamalarının kabul görmesi için belirli standartları desteklemesi gerekmektedir:

- ISO 7816-1: Fiziksel Karakteristikler

Temaslı akıllı kartların bölümlerini ve elektiriksel yapısını tanımlayan standarttır.
- ISO7816-2: Temas Yerleri ve Bölümleri

Kartların metalik temaslarının elektiriksel karakteristiklerini amaçlarını ve yerlerini tanımlar.
- ISO 7816-3: Elektronik Sinyaller ve Transmisyon Protokolleri

Voltaj ve mevcut ihtiyaçları tanımlar(standart olarak T=0 protokolü, isteklerde T=1 geçerli, Japonya’da T=14 kullanılır)

- ISO 7816-4: Değiş tokuş gömülü endüstri komutları
Kart verilerinin güvenliği aktarımı ve erişimini sağlayabilmek için tüm ensütrilere uygun olarak CPU kartları için komut setlerini belirtir.
- ISO 7816-5: Uygulama tanımlayıcıları için numara sistemi ve tescil prosedürü
Uygulama tanımlayıcıları (Application Identifiers -AIDs) için standartları belirtir.
- ISO 7816-6: Gömülü endüstri veri elemetleri
Aracın ve veri aktarımını fizksel transferini, aktarım protokollerini detaylandırır.

4.6 Akıllı Kartların Avantajları

Tek bir yazılımla onlarca işlevi gören akıllı kart otomasyonu, hem zaman kaybını önlemekte hem de firma bazında müşteriye ulaşma ve kurumsal çalışma verimliliğini denetleme konularında sınırsız imkan sağlamaktadır.

Akıllı kartla çalışma düzeyi mobilize olmakta, yani iş ortamı tek bir mekana bağlı kalmadan, iş kapsamı hareketlenip müşteriye her an her saniye ulaşılabilir. Kısaca müşteri ilişkileri yönetimi, iş ve üretim süreçlerinin odağına dönüşmekte ve etkinliği artmaktadır.

Akıllı kart kullanımı firmanın ya da kurumun kurumsal kimliğine, yarattığı markaya büyük bir artı değer, güvenilirlik ve prestij sağlamaktadır.

Güvenlik yönünden de manyetik kartların çok ötesindedir. İçerdiği yazılımın çok daha gelişmiş olması, güvenlik düzeyini de arttırmaktadır. Dışarıdan gelebilecek tehditlere yönelik olarak, bilgi kopyalamayı engelleyen, şifreleme algoritmalarını koruyan yazılımlar sayesinde, akıllı kartların 3. şahısların eline geçmesi durumunda kart içeriğinin ele geçirilmesi tehlikesini minimuma indirmektedir. Akıllı kartlarda depolanan bilgiler karmaşık güvenlik mekanizmalarıyla korunur. Bu yüzden kartların kopyalanması ya da içindeki datanın kötü amaçla değiştirilmeye çalışılması hem çok zor; hem çok maliyetlidir. Manyetik şeritli kartlardan smart kartlara geçiş, hem taklit kartlardan hem de off-line kart işlemlerinden kaynaklanan kart sahtekarlığını büyük ölçüde azaltmaktadır. Bilginin mobil kullanımı esnasında gerekli en önemli özellik bilginin güvenliği ve doğruluğudur. Kartın içerisinde yer alan bilgilerin degistirilememesi, kopyalanamaması ve kartın islem gördüğü anlarda dışarıdan bilgiye ulaşılabilmesihizmetin gerçekleşmesindeki önemli kosullardır. Hem kart sahibinin, hem de hizmet sağlayıcının korunması için bu çok nemlidir. Son veriler dünyada kullanılan manyetik seritli bankacılık kartlarında gerçekleşen cironun on binde 7'sinin sahte kartlar tarafından yapıldığını göstermektedir. Bunun yanında Telekom operatörlerinde hırsızlık bazı

ülkelerde cironun 11%'ine kadar ulaşmıştır. Akıllı kartlar özel donanım ve yazılım özellikleri ile bilgiyi korumakta, en gelişmiş şifreleme yöntemlerini uygulayabilmektedir.

Düşük İşleyiş Maliyeti

Off-line işlemler sayesinde mağazalardaki kredi işlemlerinde harcanan telefon maliyetleri ortadan kalkmıştır. Bu sayede küçük miktarlar için elektronik kartlardan yapılan ödemeler kabul edilir hale gelmiştir [10].

Hız

On-line işlemler birkaç saniye sürerken smart kartların getirdiği off-line sistem akışı sayesinde saniyenin çok altında bir sürede işlem tamamlanır. Özellikle elektronik cüzdan uygulamalarında bu zaman kazancı diğer kartlara göre çok büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bazı kart üreticileri kablosuz teknolojilere uyumlu smart kart geliştirmiştir. Bu sistem, kart ile terminal arasında radyo dalgaları aracılığıyla bağlantı kurar. Böylelikle kartı terminale takmak yerine yakınında tutmak yeterli olmaktadır. Bu teknoloji, işlem yoğunluğu yaşayan sektörlerde zaman kazancını daha da artırarak hem verimi artırmakta, hem de maliyetleri düşürmektedir [10].

Geniş Veri Kapasitesi

Smart kartlar, manyetik şeritli kartlardan daha fazla bilgi saklama yeteneğine sahiptir. Farklı uygulamaların tek bir kartta birlikte işlem görmesine olanak sağlayan çoklu uygulama teknolojileri sayesinde ortaya çıkan yeniliklerden bazıları: elektronik cüzdan, credit / debit kartları, ulaşım biletleri, sadakat puanı ve güvenli kimlik kartlarıdır. Akıllı kartlar, manyetik şeritli kartlara göre en az 100 kat daha fazla bilgiyi taşıyabilmektedir. Bankacılık sektöründe 4 KB hafızalı kartlar yaygın olarak talep edilmekte iken, GSM'de 1 GB'a uzanan geniş bir alanda ürün imkanı mevcuttur [10].

Fonksiyon

İşlemci yetenekleri ve işletim sistemleri yardımı ile akıllı kartlar, dış dünyadaki birçok medya (okuyucular ve bilgisayarlar) ile çalışabilme yeteneğine sahiptirler. Aynı zamanda birden çok sektörde ve uygulamada herhangi bir güvenlik açığı oluşturmadan tek kart ile hizmet vermeyi de mümkün kılmaktadırlar[10].

Gizlilik

Akıllı kart teknolojisinin üzerinde durduğu en önemli konu gizlilik ve güvenlidir. Gizlilik ve

güvenilirliği sağlamanın ilk yolu kullanıcıya özel şifrelerdir. Akıllı kartın sahibi, kartını şifreleyebilir. Güvenlik açısından kartı şifrelendirmek yeterli olmayabilir, bunun yanında akıllı kartlarda, görünmeyen fotoğraflama, görünmeyen kodlama sistemleri de isteğe bağlı olarak gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca, kullanım amacına uygun olacak şekilde, kartın üzerindeki bilgi alanlarından sadece o uygulamayla ilgili olanları okunabilir, bilgi eklenebilir, bilgiler güncelleştirilebilir ve kesinlikle kimse tarafından erişilemez şekilde düzenlenebilir [9].

4.7 Akıllı Kartların Kullanım Alanları

Akıllı kartların pazardaki ilk uygulamaları ödemeli telefon alanında görülmüştür. Üretim maliyetleri düşükçe, kullanımı da giderek yaygınlaştı. Bugün dünyada akıllı kartların en büyük pazarları ön ödemeli uygulamaları erişim kontrolü, e-cüzdan uygulamaları, kredi kartı ve buna bağlı sadakat uygulamaları ve ulaşım olarak sıralanıyor. Bunun dışında akıllı kartlar sağlık, perakende, güvenlik, sigorta, finans, telekom, sigorta, bankacılık, otomotiv gibi sektörlerde etkin olarak kullanılıyor. Akıllı kartlar, kullanıcılara offline (çevrimdışı) işlem özelliği vererek yüksek hızlı işlem yapılmasını mümkün kılıyor. Telefon veya ağ sorunlarından dolayı kartın ilgili kuruma ulaşamaması durumunda işlem yapmaya izin verip kullanıcı mağduriyetini önlüyor [5].

Plastkart ana marketler olarak kısa vadede Türkiye basta olmak üzere, orta vadede de EEMEA bölgesini (Dogu Avrupa, Orta Asya ve Afrika'yı) hedeflemektedir. Bilinçli ve sağlam büyüme politikası dahilinde, kesinleşmiş ihtiyaca göre kapasite artırım planları oluşturulmuş ve uygulanmaya başlanılmıştır.

Akıllı telefon kartları

Yıllık kart ihtiyacı son 12 aylık dönemde 36 Milyon adet olarak olusmustur. Sahadaki makine sayısının artmaya devam ettiği dikkate alınarak, bu ihtiyacın 2006 sonunda 40 Milyon ve üzeri olması beklenmektedir.

Banka kartları

Kredi kartlarında EMV'ye geçişin 2006 sonuna kadar 90% mertebesine ulaşmıştır. 2007 yılı basından itibaren de ATM kartlarındaki geçişin başlamıştır. Su an için markette yaklaşık 30 Milyon adet kredi kartı, 45 Milyon adet de ATM kartı bulunmaktadır.

Sehir, Sayaç Kartları

Ön ödemeli olarak düşünülebilen bu kartlar yaşamın her noktasında kullanılabilir. Başta elektrik, doğalgaz, ulaşım ve telekom olmak üzere pek çok alanda akıllı kart çözümleri uygulanmaktadır [5].

Belediyeler elektrik, su ve doğalgaz sayaçlarındaki sistemlerin akıllı kart uygulamalarına geçiş çalışmalarına hızla devam etmektedirler. Çanakkale, Eskişehir, Adana belediyeleride akıllı sayaç kartlarına geçiş kararını aldığı bilinmektedir. Son 12 aylık market büyüklüğü 1,500,000 adet civarındadır [3].

Hafızalı kartlar (akıllı kartların işlemci içermeyen yapıları) ankasörlü telefon makineleri ve akıllı sayaç sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle telefon makineleri kullanımlarında kartlar kullan-at şekilde yapılandırılmaktadır.

Güvenlik Kartları

Elektronik ortamda yapılan işlemleri daha güvenli hale getirmek amacı ile PKI uygulamalarında kullanılmak üzere geliştirilen çözümlerdir. Kritik seviyede, dijital ortamda yapılan işlemlerin güvenliğini, fiziksel özellikler ile birleştirerek daha da pekiştirmektedir [3].

Telekomünikasyon

Her GSM telefonu bir akıllı kart ile hat hizmeti verebilir hale gelir. Yeni multimedia uygulamaları ile her geçen gün daha yüksek kapasiteli kartlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu sektördeki akıllı kart 2 ayrı biçimde kullanılmaktadır.

- Cep telefonunda kullanılan SIM kartlar
- Ön ödemeli telefon kartları

Türkiye’de 3 büyük GSM operatörü bulunmaktadır. Yeni uygulamalara geçiş, yeni GSM kullanıcıları ve operatör değiştiren müşterilerden dolayı oluşan 2006 yılı kart ihtiyacının 15 Milyon adedin üzerinde gerçekleşmiştir (Demirtaş, 2007).

Finans

Akıllı kart sayesinde hiç nakit para taşımadan dünyanın neresinde olursanız olun ödeme yapılabilir. Bu halen yürürlükte olan kredi kartı uygulamaları ile bir açıdan benzer bir uygulamadır. Fakat burada önemli olan teklik prensibidir; birden fazla bankanın birden fazla kredi kartı kuruluşunun pek çok kredi kartını taşımak yerine, tek bir kartla herşeyi halletmek

mümkündür. Akıllı kartlar kredi kartının seçeneği değildir. Burada sanal paradan bahsedilmektedir. Aslında bu teknoloji para kullanmayı bile ortadan kaldıracak sistemlere geçişi getirebilmektedir. Burada insanoğlunun geleceği üzerindeki hayalleri devreye girmektedir. Örneğin Singapur'da 25 binin üzerinde aile her türlü harcamalarını (parkyeri, telefon, müze giriş ücretleri, sinema, süpermarket gibi akla gelebilecek her türlü ihtiyaçları) akıllı kart kullanarak yapmaktadırlar [9].

Mastercard ve Visa'nın yönlendirmeleri ile tüm bankacılık kartları manyetik seritli kartlardan EMV uyumlu akıllı kartlara dönüşmektedir. Kredi kartları ve ATM kartları, akıllı kartların hızlı yayılım sağladığı önemli alanlar durumuna gelmektedir (Demirtaş, 2007).

Finans kuruluşlarının akıllı kart edinimi 2 biçimde olabilmektedir

- E-cüzdan (e-cash) kart

Tüm alışverişlerin elektronik ortamda yapılmasını ve takibini sağlayan uygulamalardır. Özellikle kampus ortamında kişilerin ve firmaların para operasyonunu ortadan kaldırdığından hızlı ve güvenli bir alışveriş ortamı yaratmaktadır.

Akıllı kartlar, kart sahiplerinin yanlarında nakit para taşıma sorununu ortadan kaldırmak için kullanılabilir. Kullanıcının kartına bir kaç farklı para biriminde belirli miktarda para yükleme olanağı vardır. Yükleme işlemi herhangi bir "güvenli" terminalden yapılabilir. Oteller, kulüpler ve kapalı sistem ödeme sistemine ihtiyaç duyan tüm kuruluşlar için ecüzdan uygulamaları geliştirmektedir. Bir otel ya da kulüp içerisinde akıllı kartları kullanılarak restoran, bar, havuz, golf sahası vb. bölümlerde ödeme yapılabilir, kartlara kiosklar yardımıyla yeniden para yüklenebilir [5].

- Akıllı banka ve kredi kartları

Sağlık

Ülkelerdeki sağlık sisteminin en önemli sorunu; hastalarla, hastaları tedavi edecek olan personelin arasındaki iletişiminin sağlanmasıdır. Bu konuda akıllı kart teknolojilerinin kullanımı çok güçlü iletişimin kurulmasını sağlamaktadır. Kişilere verilen akıllı kartlar sayesinde sağlık bilgilerine anında ulaşılması sağlanmaktadır. Burada önemli olan sadece vatandaşların hastalandıklarında nasıl müdahale edilebileceği değil ülkelerin, yurttaşlarının sağlıkları ile ilgili tüm istatistiki bilgileri bilebiliyor olmalarıdır.

Amerika'da Hastanelerin Acil Servisleri: Hastanelerin acil servislerinde, hastaya acil

müdahale hasta hayatının kurtarılmasında en öncelikli konudur. Acil servise gelen hastaların büyük çoğunluğu bilgi verecek durumda değildir. Bu durumda doktorlar teşhis koyabilmek için zaman harcamakta ve hastaya müdahale etmeleri gecikmekte, dolayısıyla risk artmaktadır. Amerika’da akıllı kartlar ile bu önemli sorunlar çözülmektedir. Akıllı kartlar kişilerin özlük bilgilerini (kişisel bilgiler, kimlik bilgileri, kan grubu, adresi v.s.), geçirdiği hastalıkları, gördüğü tedavileri, kullandığı ilaçları ve bilhassa kişinin allerjik tepkileri gibi bilgileri içermektedir. Herhangi bir hastanede okutulan bu kart sayesinde doktor, hastanın tüm tıbbi geçmişini çok kısa sürede öğrenebilmekte ve en kısa zamanda doğru tedaviye başlayabilmektedir [9].

Almanya’da Sağlık Sigorta Sistemi: Alman sağlık sigorta sistemi 1994’den bu yana akıllı kartları kullanmaktadır. Almanya’da yaklaşık 78 milyon kişinin sadece sağlık sigortası takibi bu kartlar kullanılarak yapılmaktadır [9].

Almanya ve Fransa’da Ambulans Uygulamaları: Almanya’da antenli akıllı kartlar ile ambulanslardan hastalara ait bilgilerin hastahaneye iletilmesi sağlanmaktadır. Ambulanslarda bulunan yetkililer hem hastanın geçmiş bilgilerini hastaneye yollayabilmekte, hem de hastaya o an yapılan müdahale ve bununla ilgili bilgileri hastanın kartına ekleyebilmektedirler.

Birçok ülke, milli sağlık "health care" sistemlerinde akıllı kart kullanımı ile “fround” engellemek ve maliyetler düşürmek için sağlık sistemlerini yeniden yapılandırmaktadır [11].

IT (Secure E-business)

Sanal dünyanın gelişiminin önündeki en büyük engel olan "güvenliğin" sağlanması amacı ile akıllı kart önemli bir işlev yürütmektedir. Bütün sanal dünya kullanıcıları PC’leri üzerindeki akıllı kart okuyucusu ile kimliklerini genel ağlar üzerinde (internet, intranet, extranet) sağlamaktadırlar [11].

Elektronik iş ve ticaret bugün Dünyanın pek çok ülkesinde gündemde ve kullanılmaktadır. İnternet üzerinden alışveriş ve ticaret artık günlük hayatta yerini almış bulunmaktadır. Ülkelerin gümrük kapılarında akıllı kartlar kullanılmaya başlanmıştır [9].

Ulaşım

Otomobil üretimi ve otomobil üretici firmaların sayısı hızla artmaktadır. Artan otomobil sayısı beraberinde trafik problemini getirmektedir. Trafik, akıllı kartların en fazla kullanım alanı bulduğu bir uygulamadır.

Ehliyetler: Trafik düzenini sağlamada en önemli unsur trafik kuralları ve bu kurallara uyulmasıdır. Akıllı kartlar kullanılarak sürücülerin trafik sicilleri anında kontrol edilebilir. Bu verilerden kişinin adli siciline, vatandaşlık bilgilerine, hatta istenirse sağlık bilgilerine bile ulaşmak mümkündür. Sürücüye trafik cezası uygulanacaksa akıllı kart vasıtasıyla bu sürücünün doğrudan banka hesabına veya maaş aldığı yere gönderilebilir. Sürücülerin trafik sicilinin takibi ülkelerde trafik kazalarını azaltan en önemli etmenlerden biridir. Arjantinde sürücü ehliyeti olarak kullanılan akıllı kartlar, ehliyeti iptal edilen sürücülerin tekrar ehliyet almalarını engellemiştir. Bunun yanında 4 yıl içerisinde kazalarda yarı yarıya azalma saptanmıştır. Trafik kontrolü için harcanan bütçe yarıya indirilmiş ve gelirler üç katına çıkmıştır. [9]

Toplu Taşıma Sistemleri: Toplu taşıma sistemlerinde gözlenen en önemli problem, taşıma hizmeti için alınacak ücretin alınma biçimi ve toplu taşıma araçlarının kontrolüdür. Bugüne kadar toplu taşıma sistemlerinin ücretlendirilmesinde biletten jetona, toplu taşıma kartlarından abonman kartlarına kadar pek çok ülkede birçok yöntem denenmiştir. Akıllı kartların kullanılması sadece ücretlendirmedeki problemleri çözmekle kalmaz, aynı zamanda toplu taşıma araçlarının yönetiminde de yardımcı olur. Toplu taşıma araçlarına konacak kart okuyucular kartın uzaktan gösterilmesi ile bile aktif hale gelebilir, böylece kişilerin ödeme yapma işleminde en yüksek hız sağlanır. Toplu taşıma araçlarından yararlanacak kişiler, her defasında kart veya bilet almak zorundadırlar. Akıllı kartlar yoluyla kişiler bu ücretleri kendi istedikleri bir ortamdan ödeyebilirler. Ayrıca kart okuyucuların bağlı bulundukları merkez hangi hatta ne kadar yolcu taşındığını zaman birimine göre günlük ve anlık takip edebilir. Bu takip toplu taşıma araçlarının güzergahının belirlenmesinde ve dolayısıyla ilgili kuruluşların giderlerinin en aza indirilmesinde önemli bir etken olmaktadır. Avusturalya, Danimarka, Finlandiya, İngiltere, Arjantin toplu taşıma konusunda akıllı kartları kullanan ülkelerin başında gelmektedir. Fransa’da şehirlerarası yolculukta bilet almak gereği artık kalkmıştır. Bununla birlikte pek çok ülkede bu uygulamalar başlangıç aşamasındadır.

Araç Park Sistemleri: Bugün birçok ülkede park yeri ücretleri jetonlu aygıtlarla veya doğrudan insan kullanılarak tahsil edilmektedir. Bu yöntemler kaynak israfıdır. Newyork’da hergün 14 ton jeton toplanmaktadır. Park yeri ücretlendirmeleri için yapılan masraf dikkate alındığında çoğu zaman ücret almamak daha ekonomik olmaktadır. Böylelikle ülkeler bütçelerine önemli bir girdi yaratabilecek kaynağı gözardı etmektedirler. Kişilerin yanlarında sürekli jeton, bilet gibi sadece park yerlerinde kullanacakları şeyleri bulundurmaları gerekmez, akıllı kartlar ile kendi belirleyecekleri ödeme sistemlerini kullanabilirler (örneğin

banka hesapları gibi) [9].

Akıllı kart kullanımının en yaygın uygulaması ulaşım alanında da yaygın olan şehir içi toplu taşıma çözümlerine ilaveten elektronik ve otomatik check-in için hava uçuşunda da kullanılmaktadır [11].

Kimlik

Kişileri tanımlamak, haklarını ve güvenliklerini sağlamak için oluşturulan çözümlerdir. Akıllı kartlar ile geleneksel yöntemlerden çok daha güvenli bir ortam yaratılarak sahtekarlıklar önlenmekte, ulaşılmak istenilen bilgilere hızlı ve kolay erişim sağlanabilmektedir [5].

Nüfus kartları, ehliyetler, sağlık kartları, ruhsatlar ve pasaportlar Dünyanın birçok ülkesinde eski formlarından akıllı kartlara geçişe başlamış durumdadır.

Akıllı kartların özellikleri ile kullanıcıya ait biyometrik verilerin (parmak ve göz vektörleri) ‘chip’lere yüklenmesi vasıtası ile kart sahibinin doğrulanması çok daha üst seviyede gerçekleşebilmektedir.

Akıllı karta dayanan kimlik (ID) uygulamaları birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Nüfus, Okul kimlikleri, Sürücü belgeleri [11].

2005 yılı içerisinde Mernis ve sağlık sistemi projelerinin hızlandığı gözlenmiştir. Yıl içerisinde akıllı kimlik kartı projesi için kart tipinin belirlemiştir. Akıllı kimlik kartları nın kullanımı Bolu’da pilot uygulama çalışması olarak başlamıştır.

Müşteri Kartları

Perakende sektöründeki akıllı kart uygulamaları gün geçtikçe artmaktadır. Müşteri bilgileri ve müşteriye özel uygulamalar için perakendeci işletme kartları akıllı kartlara dönüşmektedir. Spor kulüplerinin taraftar (fun club) kartları bu nitelikteki bir başka uygulamadır [11].

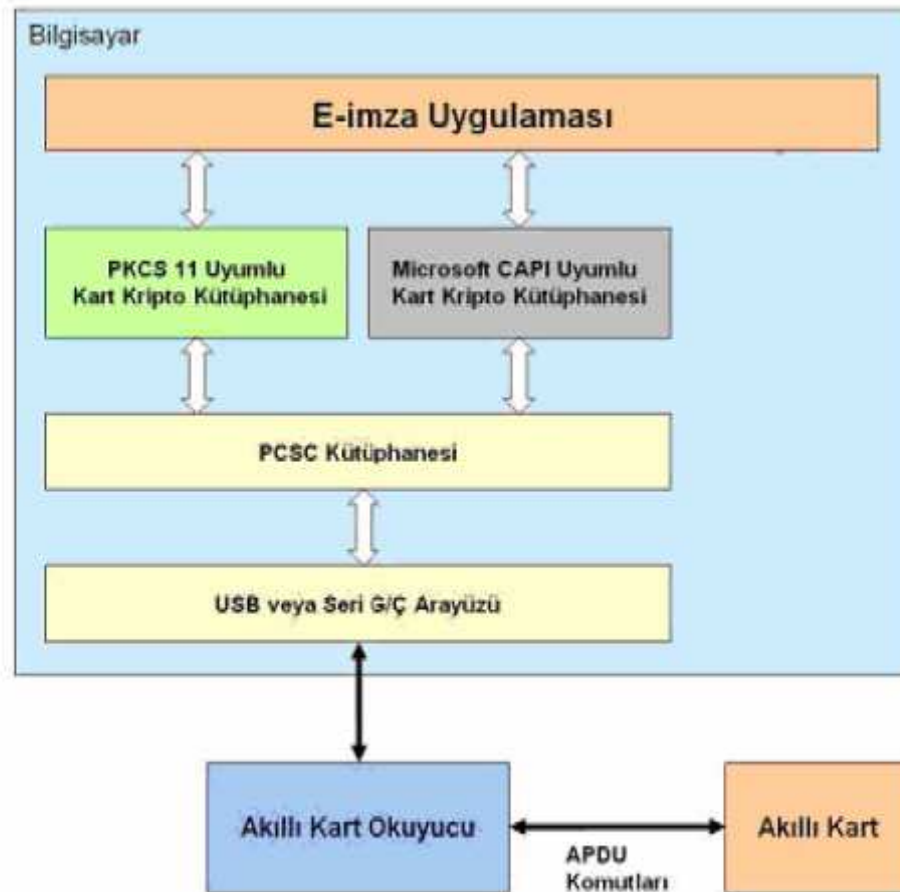
Müşteri sadakat uygulamaları, ödüllendirme sayesinde üye mağazalara yeni müşteriler kazandırmayı ve mevcut müşterilerini sadık müşteri haline getirmeyi amaçlayan uygulamalardır. Ayrıca bu kartlar CRM amaçlı müşteri bilgileri ve satın alma alışkanlıklarını belirleyen verilerin toplanmasını sağlarken, firma ile müşteri arasında anahtar rol üstlenmektedir [2].

4.8 Çoklu Uygulamalı Akıllı Kartlar

Akıllı kart teknolojisi birden fazla uygulamanın aynı kart üzerinde bulunmasına imkan tanır. Çoklu uygulamalı akıllı kartlar kimlik doğrulama, elektronik imza, e-posta şifreleme, elektronik cüzdan, fiziksel ve mantıksal erişim uygulamaları, sağlık alanında tıbbi bilgilerin depolanması gibi uygulamalarda hizmet verebilir. Çoklu uygulama hem temaslı hem de temassız akıllı kartlarda uygulanabilir (Öztaş, 2006).

4.9 Akıllı Kartlara Erişim Yöntemleri

Akıllı kartların ve kart okuyucuların işletim sistemleri ile beraber çalışabilmesi için aşağıdaki çizimde gösterilen mimariye benzer bir yapı kullanılır.



Şekil 4.2 Akıllı karta erişim yöntemleri(Öztaş, 2006)

Bir akıllı kartın işletim sisteminde kullanılabilmesi için aşağıdaki yazılımların yüklenmiş olması gerekmektedir.

Akıllı Kart Okuyucu Sürücüsü: Bilgisayara bağlanan tüm cihazlar gibi akıllı kart okuyucu için de bir sürücü yüklenmesi gereklidir.

İşletim Sistemi Akıllı Kart Bileşenleri: Windows işletim sisteminde ve çoğu Linux dağıtımında hazır olarak gelen akıllı kart erişim altyapısı kullanılır. Yaygın olarak PCSC standardı kullanılır.

Akıllı kart kriptoloji kütüphanesi: Programcının akıllı karta erişmesini sağlayıp imzalama, şifreleme gibi işlemleri yaptırabileceği fonksiyonların bulunduğu kütüphanelerdir. Bunun için iki kütüphane vardır. Bunlardan ilki olan PKCS#11 uyumlu kütüphane genellikle açık kaynak kodlu ürünlerin akıllı karta erişim için tercih ettikleri kütüphanedir. Bu kütüphane, platform bağımsız akıllı kart uygulaması geliştirmek için kullanılan kütüphane olduğu için Windows, Linux... gibi farklı ortamlarda kullanılabilir. Diğer kütüphane ise Microsoft CAPI uyumlu kütüphanedir. Bu tip kütüphane Microsoft Windows işletim sistemi üzerinde kullanılmak üzere tanımlanmış bir standarda uygun yazılmıştır. Uygulaması yapılmış çok fazla sayıda kriptoloji algoritması bulunmaktadır. Bunun için CSP içinde farklı algoritmalar tanımlanabilir. Bu nedenle CSP'ler destekledikleri CryptoAPI metodlarına göre gruplandırılabilirler. Mesela PROV_DSS bize DSS, MD5, SHA gibi kriptoloji algoritmalarını sunarken PROV_RSA_FULL ise RSA şifreleme, imzalama, RC2 ve RC4 şifreleme ile SHA ve MD5 özet algoritmalarını sunmaktadır (Öztaş, 2006).

4.10 Akıllı Kart Teknolojilerinin Seçim Kriterleri

Akıllı kartların bir çok alanda kullanıldığını önceki bölümlerde örnekleri ile açıklanmıştır. Söz konusu çalışmada uygulama bölümünde çoklu uygulamalar içeren bir uygulama geliştirmek için teknoloji firmasının üzerinde geliştirme yapabilmek için kullanacağı akıllı kart teknolojisi seçilecektir.

Burada üzerine geliştirme yapılacak kart teknolojisi seçimi ile birlikte aslında tedarikçi seçimi de ele alınacaktır. Çünkü kart teknolojilerinin seçimi bir nevi akıllı kart üreten tedarikçi seçimi olarak da ifade edilebilir. 5. bölümde detaylı olarak anlatılacak teknoloji seçimi için belirli kriterler ele alınır.

Akıllı kart teknolojisi seçiminde Yazılım Teknolojisi ve Yazılım Performansı, Hizmet, Esneklik, Fiyatlandırma gibi ana kriterler göz önünde bulundurulmaktadır.

Aşağıda bunlarla ilgili detaylı bilgi verilmektedir.

4.10.1 Yazılım Teknolojisi ve Yazılım Performansı

Yazılım Teknolojisi akıllı kart seçiminde gözönünde bulundurulması gereken önemli kriterlerden biridir

Özellikle e-cüzdan kartlarının yazılımlarının yapılması için seçimi yapılacak kartlarda en önemli kriterdir. Burada yazılımın geliştirilmesi ve daha sonra kullanılması kolay olmalıdır. Yazılım geliştirme sürecinde kodlama işlemleri olabildiğince basit olmalıdır. Farklı kart firmaları tarafından sağlanan akıllı kart sistemlerinde bazen kodlamalar oldukça zor olabilmektedir. Bu yüzden bir yazılım firması için satın alacağı kart sisteminde yazacağı kodların standart olmaları önemlidir.

Bununla birlikte yazılımın güvenilirliği ve güvenliği için de elverişli olmalıdır. Özellikle kullanıcıların kimlik bilgileri, finansal verileri içeren uygulamaların başkaları tarafından görüntülenmesi oldukça risklidir. Bu yüzden kart seçimi yaparken güvenlik çok önemlidir. Her kart sistemi güvenlik yapısı yeterli olamayabilir. Kart teknolojisinin kritik bilgileri saklamaya, oluşabilecek kötü niyetli kullanıcı saldırılarına karşı gerekli güvenlik sistemine sahip olması en önemli koşullardan biridir.

Seçimi yapılacak kartların teknik performansı yazılımın komutlara hızlı cevap vermesi diğer kriterlerdir. Bu sistemin performansını etkileyen bir kriterdir. Kullanıcı olabildiğince işlerini çabuk yapmak ister bu yüzden sistemin olabildiğince hızlı olması gerekir.

Ayrıca e-cüzdan kartları için personel bilgilerinin ve limit bilgilerinin tutulabilmesi açısından da teknik yeterliliğe sahip olmalıdır. Teknik yeterlilik yine kart sistemi seçiminde gözönünde bulundurulması gereken alt kriterlerden biridir. Bazı sistemler örneğin limit bilgilerini tutamaz bazıları ise kimlik bilgilerini tutmaya elverişli değildirler. Müşteri ise bunların her ikisini de içeren bir kart uygulaması talep edebilir. Bu nedenle müşteri ihtiyacını karşılayabilecek esneklikte olması gerekir.

Bunlarla birlikte akıllı kartlar yapılan işlemleri tutabilen ve bunların daha sonra kullanılmasını sağlayan raporlama ve veritabanı yeterliliğine sahip olmalıdır. Tüm bu alt kriterler yazılım teknolojisi ve yazılım performansını oluşturmaktadırlar (Bozdağ, vd, 2006).

4.10.2 Hizmet

Geleneksel kriterlerin yanında, Akıllı Kart ve sistemlerini sağlayan tedarikçinin sunduğu hizmet de kart sistemi seçiminde önemli bir kriter olmaktadır. Tedarikçinin verdiği iyi

hizmet kart sistemi önemli bir kriterdir ve tedarikçi performansının müşteri tarafından yüksek olarak değerlendirilmesinde önemli bir kriterdir. Servis kriteri, satış sonrası teknik destek birim yeterliliği, teknik destek hızı ve satış sonrası herhangi bir sorun karşısında online olarak destek verebilmeyi kapsamaktadır (Bozdag, vd,2006).

4.10.3 Esneklik

Seçimi yapılacak akıllı kartları tedarik edecek Kart Firmaların esnekliği, tedarikçinin müşteri isteklerine kolay uyum sağlayabilmesi olarak tanımlanabilir. Tedarikçi firmalar esnekliği yerine getirebilirlerse, müşteri beklentilerini karşılamak, hatta beklentilerden daha fazlasını sağlamak fırsatı elde edebilirler. Böylece müşterileri tarafından performansları yüksek olarak değerlendirilirler. Bu kriter tedarikçinin müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesini, üreticinin acil mal taleplerini kolaylıkla karşılayabilmesini kapsamaktadır (Bozdag, vd,2006).

4.10.4 Fiyatlandırma

Her üretici firma gibi Kart Teknolojisi ile uğraşan yazılım firmaları da karlılıklarını artırmak için ürünlerinde kullandıkları malzemeleri mümkün olduğunca minimum fiyatla elde etmek isterler. Bu nedenle firmalar ürünlerin üretimi ile ilgili maliyetlerini minimize edebilecekleri düşük maliyetli tedarik kaynağı bulmak zorundadırlar. Genellikle firmalar, tedarikçi seçiminde firmaların daha rekabetçi olmaları ve performanslarını geliştirmelerini mümkün kılacak firmaların kara geçmelerini sağlayacak düşük seviyeli birim fiyatı esas almaktadırlar. Bu nedenle fiyat satınalma kararının verilmesinde önemli bir belirleyicidir. Fiyatlama kriteri, tedarikçinin diğer tedarikçilere göre daha uygun fiyat vermesi ve alınan ürün miktarına göre diğer tedarikçilere oranla daha yüksek oranda fiyat indirimi uygulamasından oluşmaktadır (Bozdag, vd,2006).

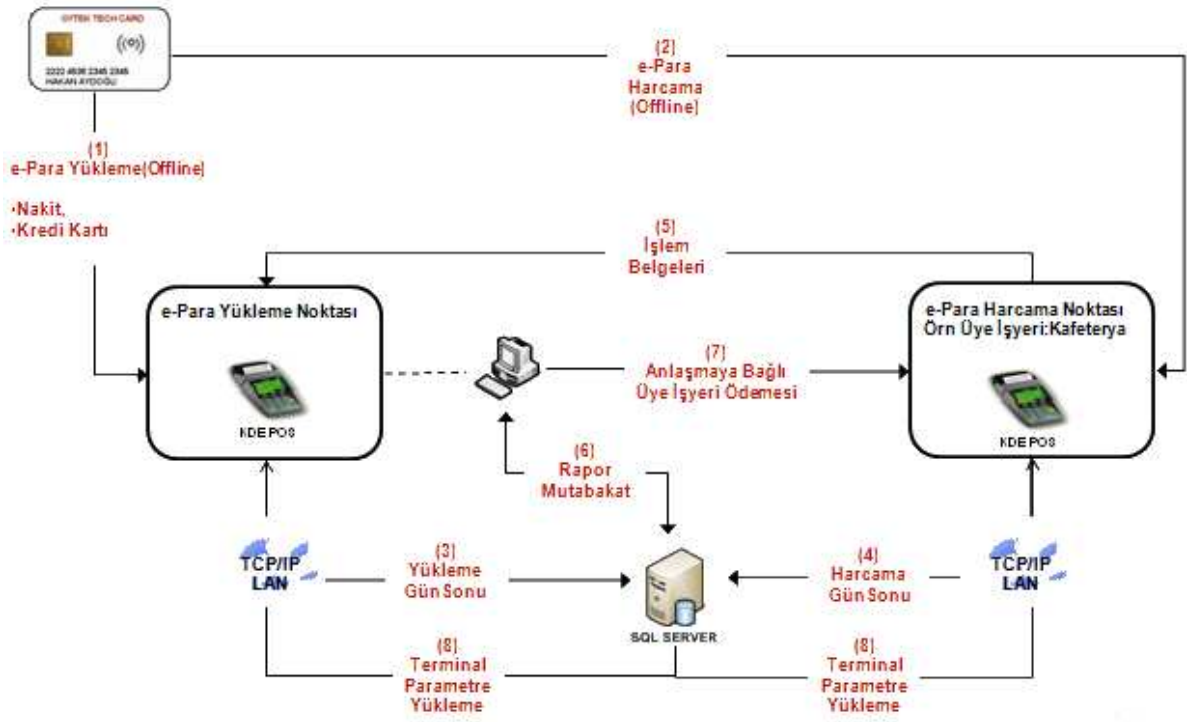
5. UYGULAMA

Bu bölümde bir teknoloji firması için bir e-cüzdan ve kapı geçişlerinde kullanılacak çoklu uygulamalı akıllı kart projesi yazılımının yapılacağı akıllı kart teknolojileri seçimleri ile ilgili çalışma yapılacaktır. Bu çalışmada öncelikle bu e-cüzdan ve kapı geçiş uygulaması ile ilgili kısa bir bilgi verilip daha sonra seçim işlemi için Bulanık Aksiyomatik Tasarım ve Bulanık AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemleri kullanılacak olup sonuçları birbirleriyle karşılaştırılacaktır.

Söz konusu akıllı kart uygulaması bir teknoloji firması tarafından geliştirilmekte olan bir projedir. Önerilen bu proje kapsamında çeşitli kullanım alanları bulunan akıllı kartlara kart personalizasyonu ve kartlı ödeme bilgileri de eklenerek yeni bir e-cüzdan sistemi ve kullanıcıların kapı geçişlerinde de kullanacakları bir uygulama geliştirilmesi amaçlanmıştır.

E-cüzdan kullanılarak işlem anında nakit alışverişinin ortadan kaldırılarak, işlemlerin daha kısa sürede ve güvenli olarak gerçekleştirilmesi, işlemlerin kayıt altına alınabilmesi ve işyerlerinde stok takibinin sağlanabilmesi ile verimliliğin artırılması sağlanacaktır. Bu kart bir kimlik kartı olarak kullanılabileceği gibi, kapı güvenlik geçiş kartı olarak da kullanılabilecektir. Çalışanların kapı geçişleri kayıt altına alınabilmekte mesai saatleri ve izin günleri bu sistem üzerinden takip edilecektir. Para yükleme, satış, iade ve şifre işlemleri gerçekleştirilecektir.

Belirlenmiş bir meblağın kart üzerine yüklenmesinden sonra, kişilerin firma içi alışverişte nakit cüzdanını kullanır gibi akıllı kart üzerindeki elektronik cüzdanını alışveriş için kullanması ve işlemlerin şifre girilerek yapılmasından dolayı işlem ve müşteri güvenliğinin en üst düzeyde tutulması amaçlanmaktadır. Yapılacak uygulamanın e-cüzdan bölümünün akışı Şekil 5.1 de açıkça gösterilmektedir.



Şekil 5.1 E-cüzdan uygulama akışı

Şirket içi nakit alışverişinin yerini almasının yanında bu akıllı kart, kimlik ve kapı giriş anahtarı olarak da kullanılabilir. Bu özelliğin entegre edilebilmesi için de kartın kişiye özel olarak personalizasyonunu gerçekleştirmek gerekecektir.

Bütün bu kullanım kolaylıkları sayesinde her işlem için farklı akıllı kart kullanmak yerine bütün işlemlerin tek bir kart üzerinde gerçekleştirilmesi sağlanacaktır.

Sonuç olarak bir kurum içinde gereken birçok farklı özellik tek bir kart altında toplanabilecektir.

Bu kartların yazılımları teknoloji firması tarafından yapılacaktır. Yazılımı yapmak için istenilen özellikleri sağlayan kart teknolojisinin tedarikçi kart firmalarından temin edilmesi gerekmektedir. Kart yazılım tekniğini öncelikle açıklayarak kart teknolojisi seçimi ile tedarikçi seçimi arasında nasıl bir bağlantı olduğunu açıklayabiliriz.

Tedarikçi firmalar kendileri tarafından geliştirilmiş olup özel işletim sistemlerine sahip olan, yazılım geliştirmeye elverişli olan ve fiziksel olarak kullanılabilir kartları ve teknolojilerini üretmektedirler. Teknoloji firması ise temin ettikleri bu kart teknolojilerini müşteri talabine göre özelleştirerek yeni kodlamalar gömmektedirler. Aynı zamanda söz konusu kart teknolojisi firmalarından, kendi uygulamalarında kullanılacakları müşterinin istediği kadar

plastik kart temin ederler. Bu nedenle kart teknolojisi seçimi yapılacak olan üç ayrı firma tarafından geliştirilmiş olup aynı zamanda tedarikçi seçimi olarak da ifade edilebilir. Örnek verilecek olursa bir ERP uygulaması için Microsoft ya da SAP uygulamaları seçilebilir. Yalnız bu bir yazılım teknolojisi seçimi olarak ifade edilebileceği gibi bunların kullanıcı lisansları gibi durumları göz önünde bulundurursak aynı zamanda tedarikçi seçimi olarak da ifade edilebilir. Ama asıl üzerinde durulan nokta yazılım teknolojisi olduğundan yazılım teknolojisi seçimi olarak ifade edilebilir.

Kart yazılımı ve kart tedarikçi seçimi ile kart teknolojisi seçimi arasındaki ilişki hakkında kısa bir bilgi verdikten sonra uygulamaya geçebiliriz.

A_1 , A_2 ve A_3 gibi üç alternatif üzerinde durulmakta olup bunların belirli kriterlere göre kıyaslaması yapıp uygun seçim yapılacaktır.

Daha önce söz konusu şirkette kart seçimleri için herhangi bir karar destek sistemi kullanılmamakta sezgisel olarak yapılmaktadır.

5.1 A_1 , A_2 , A_3 Kart Teknolojilerinin Seçiminde Kriterlerin Tanımlanması

A_1 , A_2 , A_3 kart teknolojilerinin seçimi için yapılan uygulamanın ilk bölümünde bulanık Aksiyomatik Tasarım metodu kullanılmıştır. Öncelikle A_1 , A_2 , A_3 kart teknolojilerinin seçimi için belirleyici olan kriterleri listelenmelidir. Bu üç kart teknolojisi içinde belirleyici ana kriterler şu şekilde belirlenmiştir:

- Yazılım teknolojisi ve Yazılım Performansı
- Esneklik
- Fiyatlandırma
- Hizmet Düzeyi

Belirlenen ana kriterler akıllı kart teknolojilerinde önem arz eden alt kriterlere ayrılmıştır.

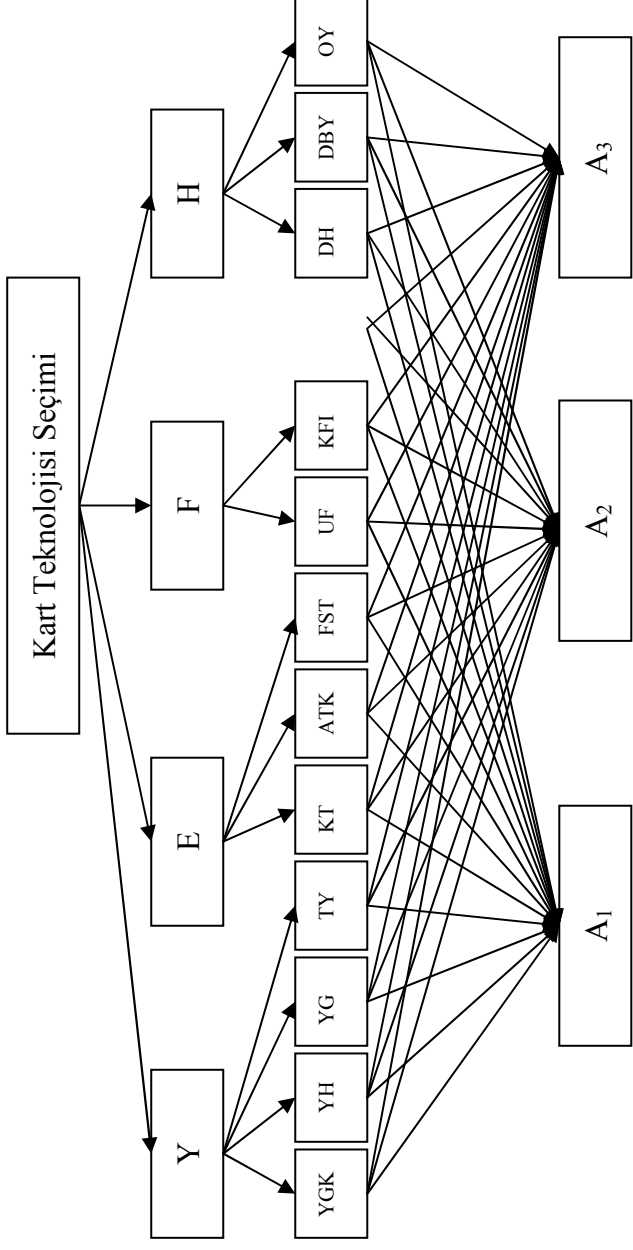
Yazılım Teknolojisi ve Yazılım Performansı, Yazılım Geliştirme ve Kullanım Kolaylığı, Yazılım Çalışma Hızı, Yazılım Güvenliği ve Güvenilirliği, Teknik Yeterlilik olarak belirlenmiştir (Şekil 5.2).

Esneklik ana kriterinin alt kriterleri Kart Firmasının Müşterinin İsteddiği kadar Kartı Kolaylıkla Temin etmesi, Acil Kart Taleplerinin Karşıllanması, Farklı Sektör Taleplerinin Karşıllanması olarak belirlenmiştir (Şekil 5.2).

Fiyatlandırma ana kriterinin alt kriterleri Kart Firmasının Diğer Kart Firmalarına göre Uygun

Fiyat Vermesi, Alınan Kart Miktarına göre Diğer Kart Firmalarına Oranla Daha Yüksek Oranda Fiyat İndiriminin Uygulanması olarak belirlenmiştir (Şekil 5.2).

Hizmet Düzeyi ana kriterinin alt kriterleri Satış Sonrası Destek Hızı, Satış Sonrası Destek Biriminin Yeterliliği, Satış Sonrası Online Yardım olarak belirlenmiştir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 Akıllı kart teknolojilerinin seçim kriterleri ağı

Çizelge 5.1 Akıllı kartlarının seçim kriterleri

Ana Kriterler	Alt Kriterler		Fiyatlandırma	Hizmet Düzeyi	Alternatifler
	Yazılım teknolojisi ve Yazılım Performansı	Esneklik			
Y: Yazılım teknolojisi ve Yazılım Performansı	YGK: Yazılım Geliştirme ve Kullanım Kolaylığı	KT: Kart Firmasının Müşterinin İsteddiği kadar Kartı Kolaylıkla Temin etmesi	UF: Kart firmasının diğer kart firmalarına göre uygun fiyat vermesi KFİ :Alınan kart miktarına göre diğer kart firmalarına oranla daha yüksek oranda fiyat indiriminin uygulanması	DH: Satış Sonrası Destek Hızı	A₁
E: Esneklik	YH: Yazılım Çalışma Hızı	ATK: Acil Kart Taleplerinin Karşıllanması FST: Farklı Sektör Taleplerinin Karşıllanması		DBY: Satış Sonrası Destek Biriminin Yeterliliği	A₂
F: Fiyatlandırma H: Hizmet Düzeyi	YG: Yazılımın Güvenilirliği ve güvenliği TY: Teknik Yeterlilik			OY: Satış Sonrası Online Yardım	A₃

5.2 Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Akıllı Kart Teknolojisi Seçimi

Aksiyomatik tasarımın Bilgi Aksiyomunu uygulamak için Aksiyomatik tasarımın Bağımsızlık Aksiyomunun sağlanması gerekir. Bu çalışmada alternatifler için sağlanması gereken fonksiyonel ihtiyaçlar birbirinden bağımsızdır. Her bir alternatifin sahip olduğu bilgi içeriğinin hesaplanabilmesi için gerekli olan fonksiyonel ihtiyaçların (Fİ) tasarım aralığı aşağıda belirtilmiştir.

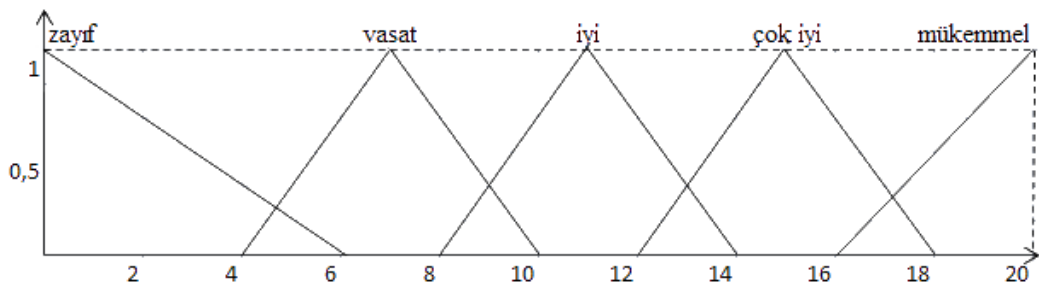
Çizelge 5.2 Tasarım aralık verisi

Kriterler		Tasarım Aralığı(En Az)
Y		
	YGK	Çok iyi
	YH	İyi
	YG	Çok iyi
	TY	İyi
E		
	KT	İyi
	ATK	İyi
	FST	İyi
F		
	UF	Çok iyi
	KFI	Çok iyi
H		
	DH	Çok iyi
	DBY	İyi
	OY	İyi

Alternatif kart teknolojilerinin, yazılım departmanı tarafından belirlenmiş kriterler için gerçekleştirikleri sistem aralıkları Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3 Sistem aralık verisi

Kart Teknolojileri	YGK	YH	YG	TY	KT	ATK	FST	UF	KFI	DH	DBY	OY
A1	Çok İyi	Çok İyi	İyi	Çok İyi	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi	Çok İyi	İyi	Çok İyi
A2	Çok İyi	İyi	İyi	İyi	İyi	Vasat	Vasat	İyi	İyi	İyi	İyi	Vasat
A3	İyi	Vasat	İyi	Vasat	Vasat	İyi	İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	İyi	İyi

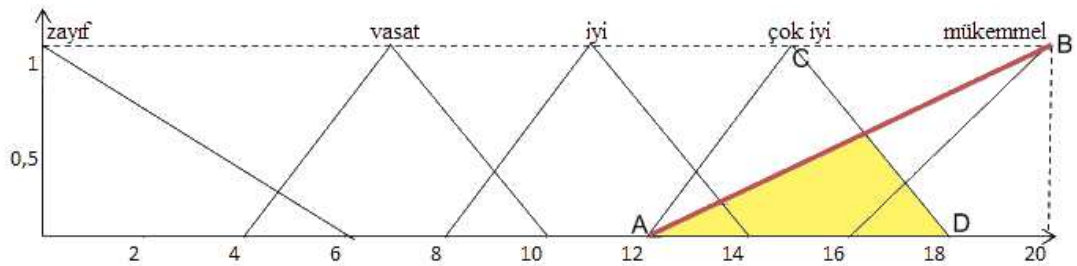


Şekil 5.3 Kriterler için üçgensel bulanık sayılar

Eşitlik 3 ve Eşitlik 7 formülleri kullanılarak her kart teknolojisine ait bilgi içerikleri hesaplanabilir. İlgili hesaplamalar aşağıda yer almaktadır.

→ **Yazılım Teknolojisi ve Yazılım Performansı(Y)**

Yazılım Geliştirme ve Kullanım Kolaylığı(YGK)-A₁



Şekil 5.4 A₁ alternatifi için yazılım geliştirme ve kullanım kolaylığı açısından sistem ve tasarım verileri

İki noktası bilinen doğru denklemi formülünden doğru denklemleri hesaplanır ve ortak aralığın alanı bulunur.

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(12,0) \\ X=8y+12 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

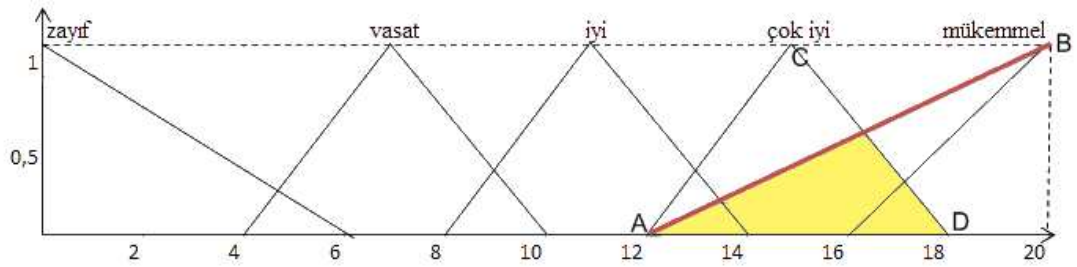
$$\begin{aligned} C(15,1) \\ X=-3y+18 \\ D(18,0) \end{aligned}$$

$$8y+12=-3y+18 \Rightarrow y=6/11$$

$$\text{Ortak Alan} = [(18-12)6/11]/2 = 18/11$$

$$I_{YGK} = \log_2 \left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}} \right) = \log_2 \left(\frac{(18-12)/2}{18/11} \right) = 0.87$$

Yazılım Geliştirme ve Kullanım Kolaylığı(YGK)-A₂



Şekil 5.5 A₂ alternatifi için yazılım geliştirme ve kullanım kolaylığı açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(12,0) \\ X=8y+12 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

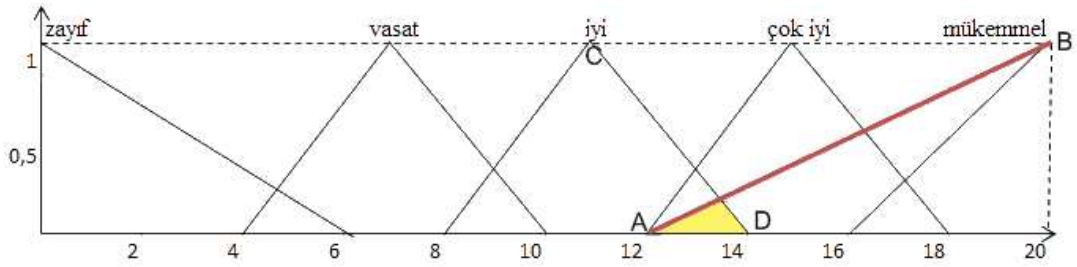
$$\begin{aligned} C(15,1) \\ X &= -3y + 18 \\ D(18,0) \end{aligned}$$

$$8y + 12 = -3y + 18 \Rightarrow y = 6/11$$

$$\text{Ortak Alan} = [(18-12)6/11]/2 = 18/11$$

$$I_{YGK} = \log_2\left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}}\right) = \log_2\left(\frac{(18-12)/2}{18/11}\right) = 0.87$$

Yazılım Geliştirme ve Kullanım Kolaylığı(YGK)-A₃



Şekil 5.6 A₃ alternatifi için yazılım geliştirme ve kullanım kolaylığı açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(12,0) \\ X &= 8y + 12 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

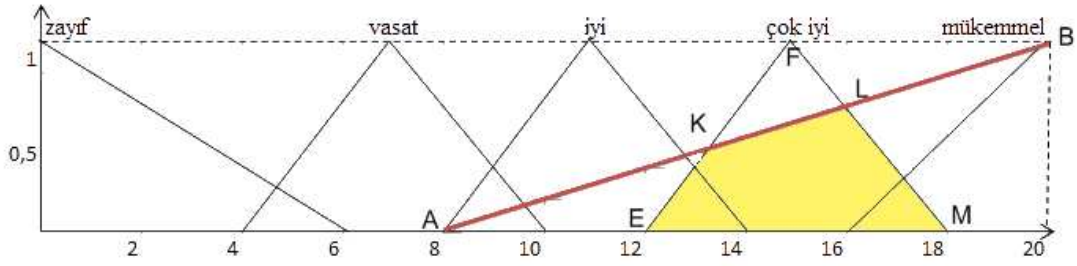
$$\begin{aligned} C(11,1) \\ X &= -3y + 14 \\ D(14,0) \end{aligned}$$

$$8y + 12 = -3y + 14 \Rightarrow y = 2/11$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-12)2/11]/2 = 2/11$$

$$I_{YGK} = \log_2\left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}}\right) = \log_2\left(\frac{(14-12)/2}{2/11}\right) = 4.04$$

Yazılım Çalışma Hızı(YH)-A₁



Şekil 5.7 A₁ alternatifi için yazılım çalışma hızı açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(8,0) \\ X &= 12y + 8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

$$\begin{aligned} E(12,0) \quad X &= -3y + 12 \\ F(15,1) \\ E(15,1) \\ X &= -3y + 18 \\ F(18,0) \end{aligned}$$

$$8y + 12 = -3y + 18 \Rightarrow y = 6/11$$

$$12y + 18 = -3y + 12 \Rightarrow x = 40/3, y = 4/9 \quad K(40/3, 4/9)$$

$$12y + 18 = -3y + 18 \Rightarrow x = 16, y = 2/3 \quad L(16, 2/3)$$

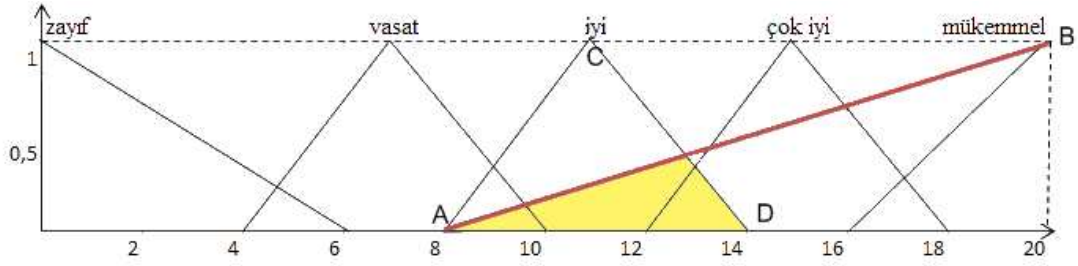
$$\text{Sistem Alanı} = A(\triangle EKM) + A(\triangle KLM)$$

Ortak Alan ;

$$\frac{1}{2} \left| 12(4/9 - 0) + 40/3(0) + 18(0 - 4/9) \right| + \frac{1}{2} \left| 40/3(2/3 - 0) + 16(0 - 4/9) + 18(4/9 - 2/3) \right| = 22/9$$

$$I_{YH} = \log_2\left(\frac{(18-12)/2}{22/9}\right) = 0.3$$

Yazılım Çalışma Hızı(YH)-A₂



Şekil 5.8 A₂ alternatifi için yazılım çalışma hızı açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(18,0) \\ X &= 12y + 8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

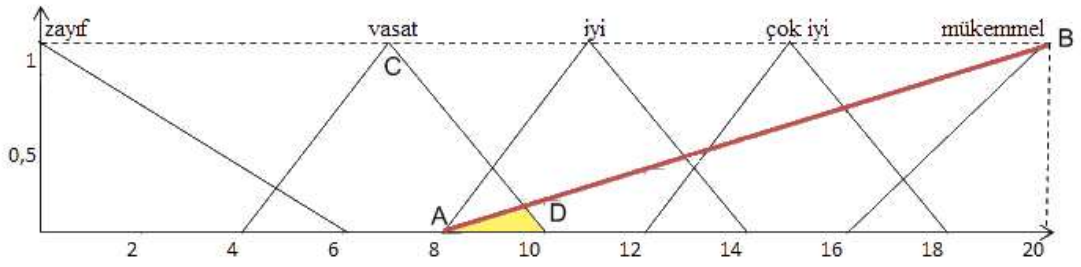
$$\begin{aligned} C(11,1) \\ X &= -3y + 14 \\ D(14,0) \end{aligned}$$

$$12y + 8 = -3y + 14 \Rightarrow y = 2/5$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-8)2/5]/2 = 6/5$$

$$I_{YH} = \log_2\left(\frac{(14-8)/2}{6/5}\right) = 1.32$$

Yazılım Çalışma Hızı(YH)-A₃



Şekil 5.9 A₃ alternatifi için yazılım çalışma hızı açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(18,0) \\ X &= 12y + 8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

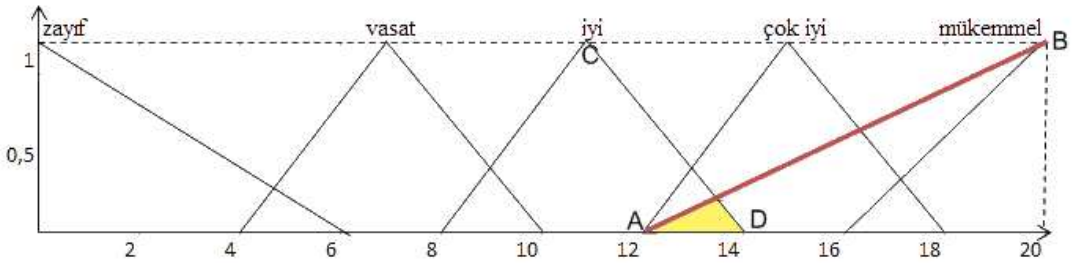
$$\begin{aligned} C(7,1) \\ X &= -3y + 10 \\ D(10,0) \end{aligned}$$

$$12y + 8 = -3y + 10 \Rightarrow y = 2/15$$

$$\text{Ortak Alan} = [(10-8)2/15]/2 = 2/15$$

$$I_{YH} = \log_2\left(\frac{3}{2/15}\right) = 4.49$$

Yazılımın Güvenilirliği ve Güvenliği(YG)-A₁



Şekil 5.10 A₁ alternatifi için yazılım güvenilirliği ve güvenliği açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(12,0) \\ X=8y+12 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

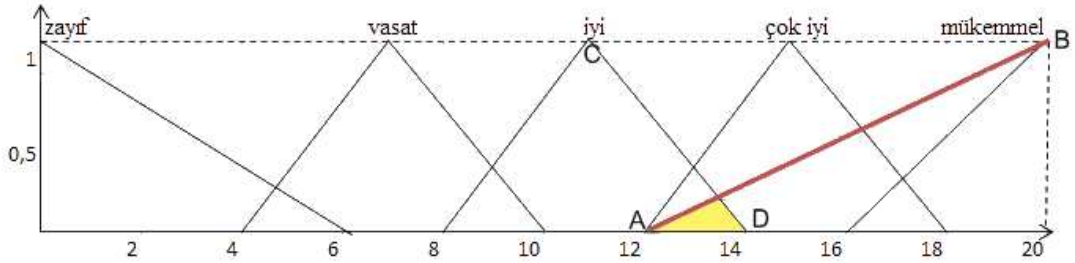
$$\begin{aligned} C(11,1) \\ X=-3y+14 \\ D(14,0) \end{aligned}$$

$$8y+12=-3y+14 \Rightarrow y=2/11$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-12)2/11]/2 = 2/11$$

$$I_{YG} = \log_2 \left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}} \right) = \log_2 \left(\frac{(14-12)/2}{2/11} \right) = 4.04$$

Yazılımın Güvenilirliği ve Güvenliği(YG)-A₂



Şekil 5.11 A₂ alternatifi için yazılım güvenilirliği ve güvenliği açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(12,0) \\ X=8y+12 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

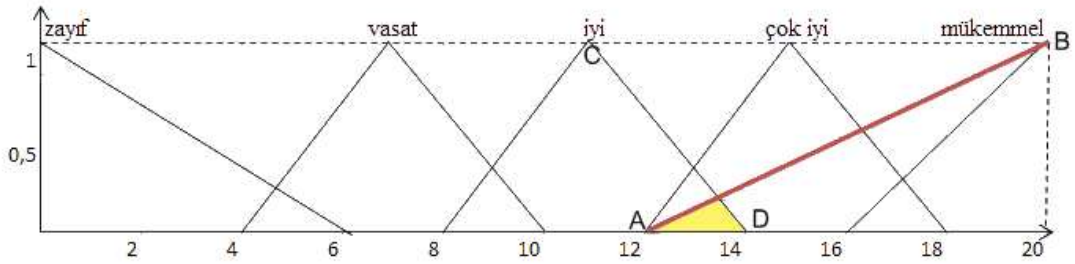
$$\begin{aligned} C(11,1) \\ X=-3y+14 \\ D(14,0) \end{aligned}$$

$$8y+12=-3y+14 \Rightarrow y=2/11$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-12)2/11]/2 = 2/11$$

$$I_{YG} = \log_2\left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}}\right) = \log_2\left(\frac{(14-12)/2}{2/11}\right) = 4.04$$

Yazılımın Güvenilirliği ve Güvenliği(YG)-A₃



Şekil 5.12 A₃ alternatifi için yazılım güvenilirliği ve güvenliği açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$A(12,0)$$

$$X=8y+12$$

$$B(20,1)$$

Sistem Eğrisi :

$$C(11,1)$$

$$X=-3y+14$$

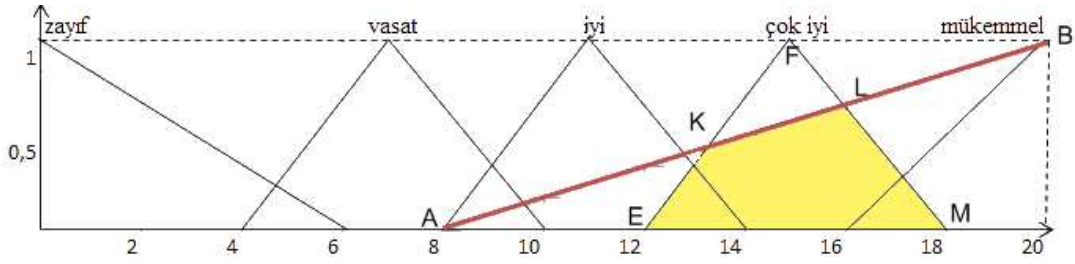
$$D(14,0)$$

$$8y+12=-3y+14 \Rightarrow y=2/11$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-12)2/11]/2 = 2/11$$

$$I_{YG} = \log_2\left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}}\right) = \log_2\left(\frac{(14-12)/2}{2/11}\right) = 4.04$$

Teknik Yeterlilik(TY)-A₁



Şekil 5.13 A₁ alternatifi için teknik yeterlilik açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(8,0) \\ X=12y+8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

$$\begin{aligned} E(12,0) \quad X=-3y+12 \\ F(15,1) \\ E(15,1) \\ X=-3y+18 \\ F(18,0) \end{aligned}$$

$$8y+12=-3y+18 \Rightarrow y=6/11$$

$$12y+18=3y+12 \Rightarrow x=40/3, y=4/9 \quad K(40/3, 4/9)$$

$$12y+18=-3y+18 \Rightarrow x=16, y=2/3 \quad L(16, 2/3)$$

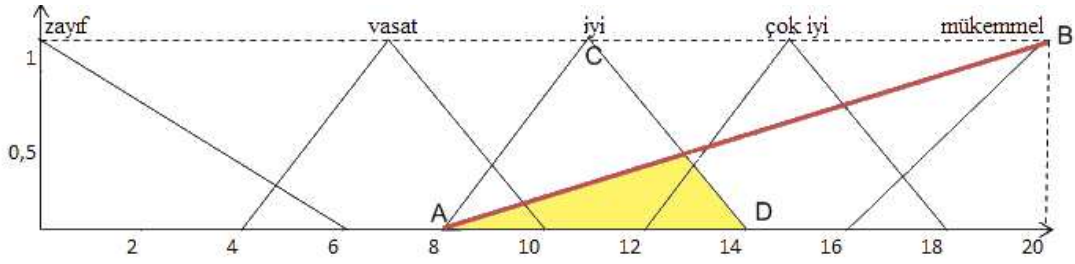
$$\text{Sistem Alanı} = A(\triangle EKM) + A(\triangle KLM)$$

Ortak Alan ;

$$\frac{1}{2} \left| 12(4/9 - 0) + 40/3(0) + 18(0 - 4/9) \right| + \frac{1}{2} \left| 40/3(2/3 - 0) + 16(0 - 4/9) + 18(4/9 - 2/3) \right| = 22/9$$

$$I_{TY} = \log_2 \left(\frac{(18-12)/2}{22/9} \right) = 0.3$$

Teknik Yeterlilik(TY)-A₂



Şekil 5.14 A₂ alternatifi için teknik yeterlilik açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(18,0) \\ X &= 12y + 8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

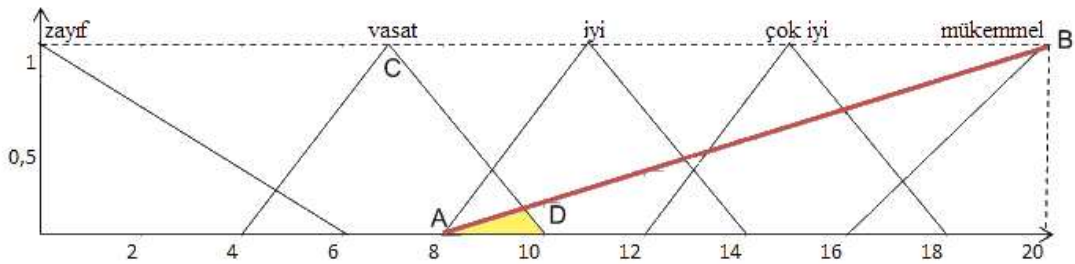
$$\begin{aligned} C(11,1) \\ X &= -3y + 14 \\ D(14,0) \end{aligned}$$

$$12y + 8 = -3y + 14 \Rightarrow y = 2/5$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14 - 8) \cdot 2/5] / 2 = 6/5$$

$$I_{TY} = \log_2 \left(\frac{(14 - 8) / 2}{6/5} \right) = 1.32$$

Teknik Yeterlilik(TY)-A₃



Şekil 5.15 A₃ alternatifi için teknik yeterlilik açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(18,0) \\ X=12y+8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

$$\begin{aligned} C(7,1) \\ X=-3y+10 \\ D(10,0) \end{aligned}$$

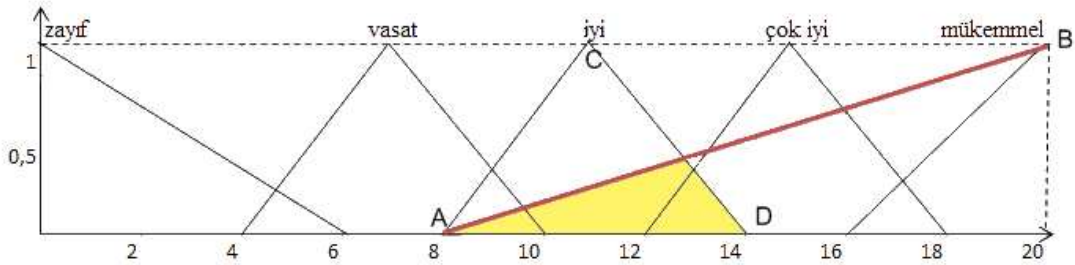
$$12y+8=-3y+10 \Rightarrow y=2/15$$

$$\text{Ortak Alan} = [(10-8)2/15]/2 = 2/15$$

$$I_{TY} = \log_2\left(\frac{3}{2/15}\right) = 4.49$$

→**Esneklik(E)**

Kart Firmasının Müşterinin İsteddiği Kadar Kartı Kolaylıkla Temin Etmesi(KT) -A₁



Şekil 5.16 A₁ alternatifi için kart firmasının müşterinin istediği kadar kartı kolaylıkla temin etmesi açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(8,0) \\ X=12y+8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

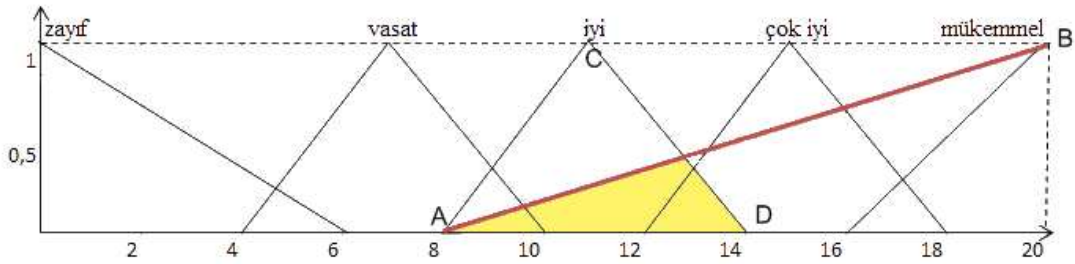
$$\begin{aligned} C(11,1) \\ X=-3y+14 \\ D(14,0) \end{aligned}$$

$$12y+8=-3y+14 \Rightarrow y=2/5$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-8)2/5]/2 = 6/5$$

$$I_{KT} = \log_2 \left(\frac{(14-8)/2}{6/5} \right) = 1.32$$

Kart Firmasının Müşterinin İsteddiği Kadar Kartı Kolaylıkla Temin Etmesi(KT) –A₂



Şekil 5.17 A₂ alternatifi için kart firmasının müşterinin istediği kadar kartı kolaylıkla temin etmesi açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :
A(8,0)
X=12y+8
B(20,1)

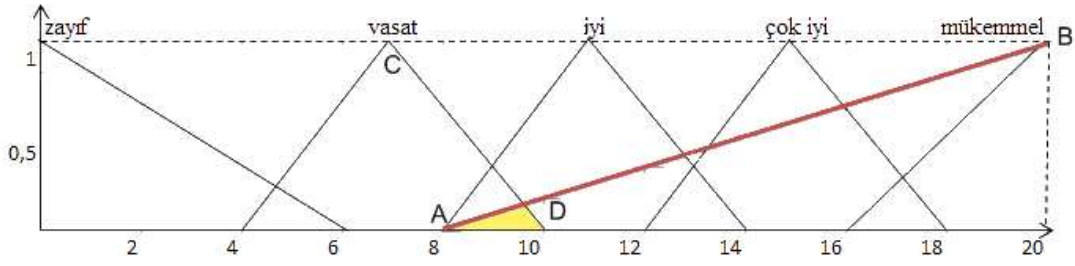
Sistem Eğrisi :
C(11,1)
X=-3y+14
D(14,0)

$$12y+8=-3y+14 \Rightarrow y=2/5$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-8)2/5]/2 = 6/5$$

$$I_{KT} = \log_2 \left(\frac{(14-8)/2}{6/5} \right) = 1.32$$

Kart Firmasının Müşterinin İsteddiği Kadar Kartı Kolaylıkla Temin Etmesi(KT) –A₃



Şekil 5.18 A₃ alternatifi için kart firmasının müşterinin istediği kadar kartı kolaylıkla temin etmesi açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$A(18,0)$$

$$X=12y+8$$

$$B(20,1)$$

Sistem Eğrisi :

$$C(7,1)$$

$$X=-3y+10$$

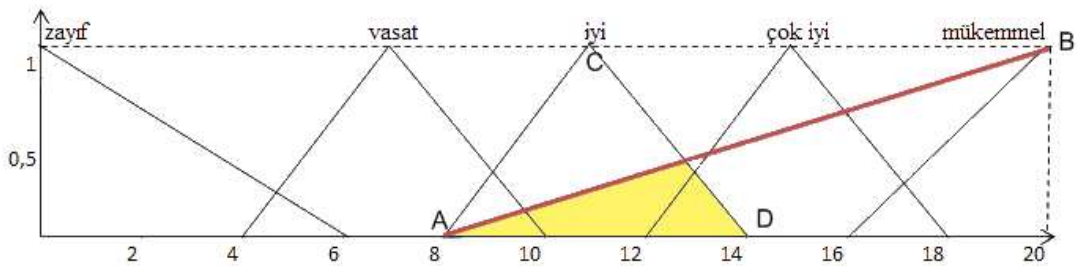
$$D(10,0)$$

$$12y+8=-3y+10 \Rightarrow y=2/15$$

$$\text{Ortak Alan}=[(10-8)2/15]/2=2/15$$

$$I_{KT} = \log_2\left(\frac{3}{2/15}\right) = 4.49$$

Acil Kart Taleplerinin Karşılanması(ATK)-A₁



Şekil 5.19 A₁ alternatifi için acil kart taleplerinin karşılanması açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :
 $A(8,0)$
 $X=12y+8$
 $B(20,1)$

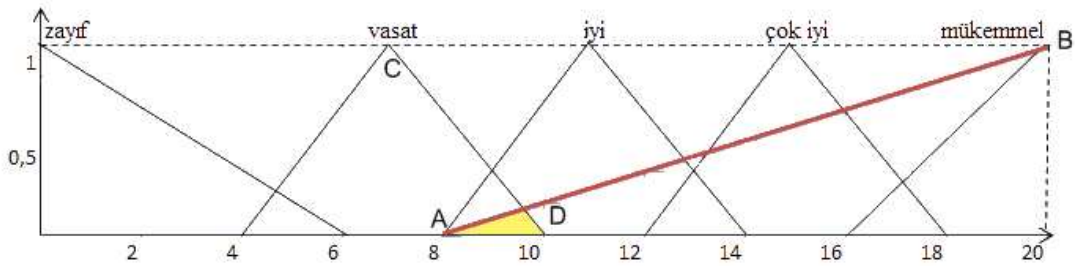
Sistem Eğrisi :
 $C(11,1)$
 $X=-3y+14$
 $D(14,0)$

$$12y+8=-3y+14 \Rightarrow y=2/5$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-8)2/5]/2 = 6/5$$

$$I_{ATK} = \log_2 \left(\frac{(14-8)/2}{6/5} \right) = 1.32$$

Acil Kart Taleplerinin Karşılanması(ATK)-A₂

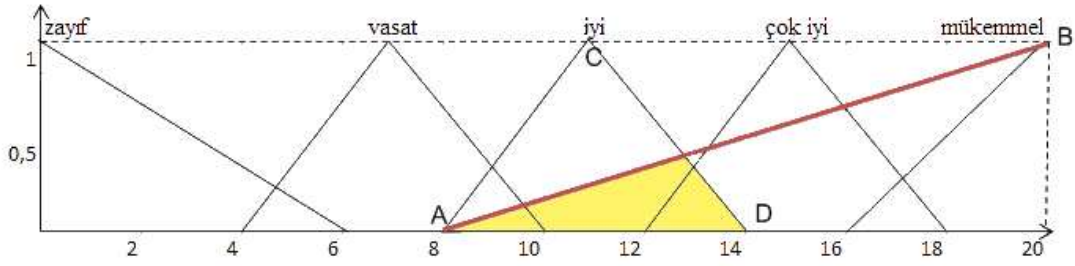


Şekil 5.20 A₂ alternatifi için acil kart taleplerinin karşılanması açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :
 $A(18,0)$
 $X=12y+8$
 $B(20,1)$

Sistem Eğrisi :
 $C(7,1)$
 $X=-3y+10$
 $D(10,0)$

Farklı Sektör Taleplerinin Karşılanması(FST) - A_1



Şekil 5.22 A_1 alternatifi için farklı sektör taleplerinin karşılanması açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(8,0) \\ X=12y+8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

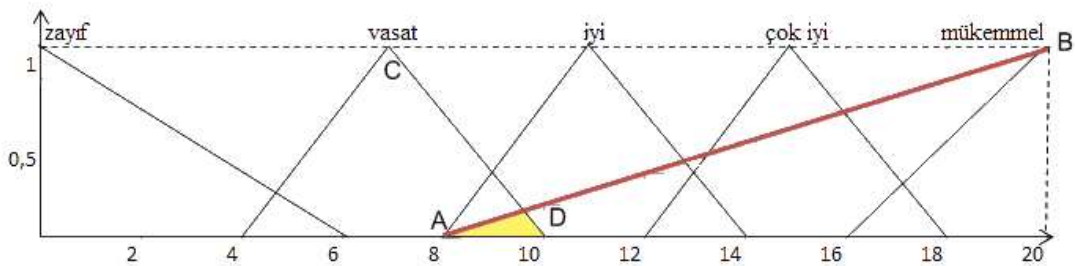
$$\begin{aligned} C(11,1) \\ X=-3y+14 \\ D(14,0) \end{aligned}$$

$$12y+8=-3y+14 \Rightarrow y=2/5$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-8)2/5]/2 = 6/5$$

$$I_{FST} = \log_2\left(\frac{(14-8)/2}{6/5}\right) = 1.32$$

Farklı Sektör Taleplerinin Karşılanması(FST) - A_2



Şekil 5.23 A_2 alternatifi için farklı sektör taleplerinin karşılanması açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi : A(18,0)
 $X=12y+8$
 B(20,1)

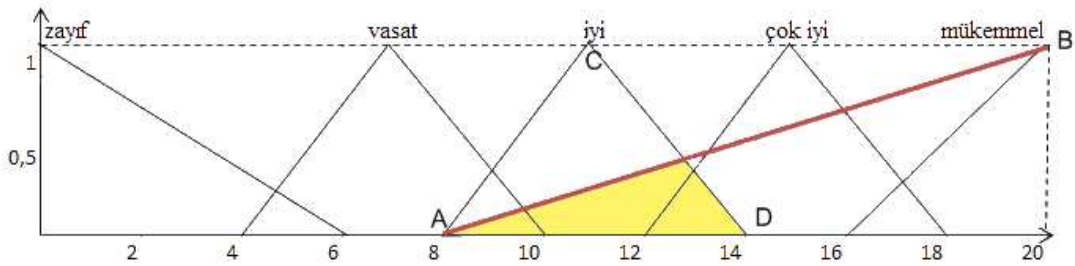
Sistem Eğrisi : C(7,1)
 $X=-3y+10$
 D(10,0)

$$12y+8=-3y+10 \Rightarrow y=2/15$$

$$\text{Ortak Alan}=[(10-8)2/15]/2=2/15$$

$$I_{FST} = \log_2\left(\frac{3}{2/15}\right) = 4.49$$

Farklı Sektör Taleplerinin Karşılanması(FST) – A₃



Şekil 5.24 A₃ alternatifi için farklı sektör taleplerinin karşılanması açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi : A(8,0)
 $X=12y+8$
 B(20,1)

Sistem Eğrisi : C(11,1)
 $X=-3y+14$
 D(14,0)

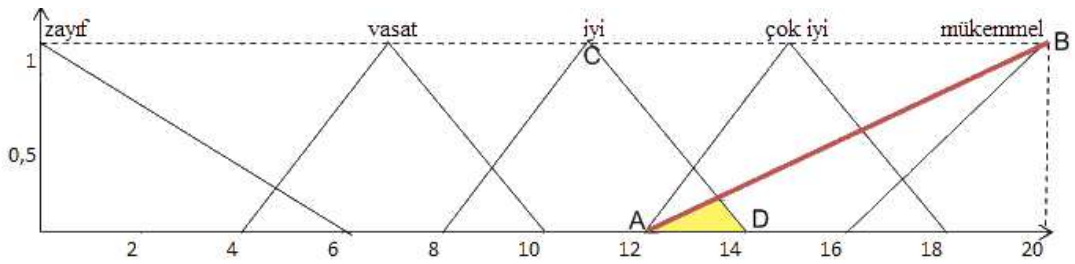
$$12y+8=-3y+14 \Rightarrow y=2/5$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-8)2/5]/2 = 6/5$$

$$I_{FST} = \log_2\left(\frac{(14-8)/2}{6/5}\right) = 1.32$$

→Fiyatlandırma(F)

Kart Firmasının Diğer Kart Firmalarına Göre Uygun Fiyat Vermesi(UF) -A₁



Şekil 5.25 A₁ alternatifi için kart firmasının diğer kart firmalarına göre uygun fiyat vermesi açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$A(12,0)$$

$$X=8y+12$$

$$B(20,1)$$

Sistem Eğrisi :

$$C(11,1)$$

$$X=-3y+14$$

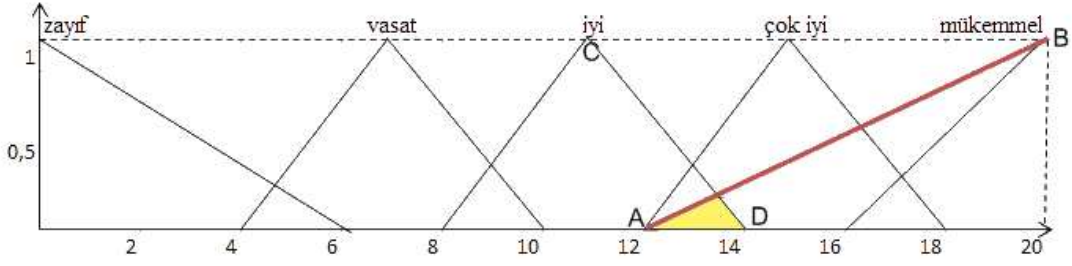
$$D(14,0)$$

$$8y+12=-3y+14 \Rightarrow y=2/11$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-12)2/11]/2 = 2/11$$

$$I_{UF} = \log_2\left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}}\right) = \log_2\left(\frac{(14-12)/2}{2/11}\right) = 4.04$$

Kart Firmasının Diğer Kart Firmalarına Göre Uygun Fiyat Vermesi(UF) –A₂



Şekil 5.26 A₂ alternatifi için kart firmasının diğer kart firmalarına göre uygun fiyat vermesi açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(12,0) \\ X &= 8y + 12 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

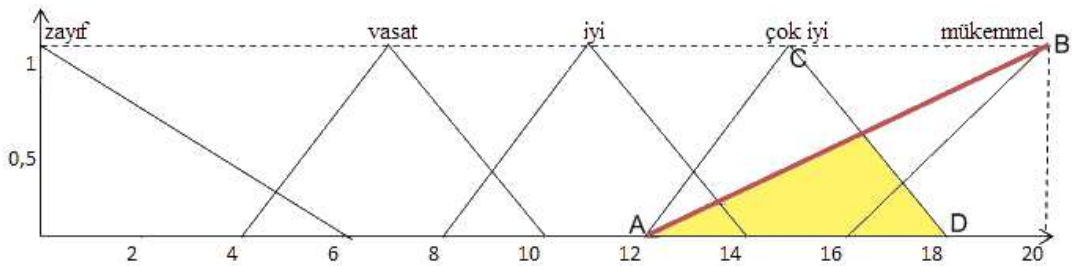
$$\begin{aligned} C(11,1) \\ X &= -3y + 14 \\ D(14,0) \end{aligned}$$

$$8y + 12 = -3y + 14 \Rightarrow y = 2/11$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14 - 12) \cdot 2/11] / 2 = 2/11$$

$$I_{UF} = \log_2 \left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}} \right) = \log_2 \left(\frac{(14 - 12) / 2}{2/11} \right) = 4.04$$

Kart Firmasının Diğer Kart Firmalarına Göre Uygun Fiyat Vermesi(UF) –A₃



Şekil 5.27 A₃ alternatifi için kart firmasının diğer kart firmalarına göre uygun fiyat vermesi açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :
 $A(12,0)$
 $X=8y+12$
 $B(20,1)$

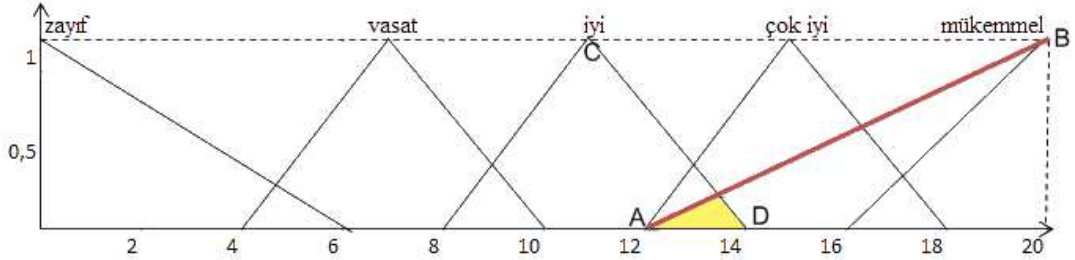
Sistem Eğrisi :
 $C(15,1)$
 $X=-3y+18$
 $D(18,0)$

$$8y+12=-3y+18 \Rightarrow y=6/11$$

$$\text{Ortak Alan} = [(18-12)6/11]/2 = 18/11$$

$$I_{UF} = \log_2\left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}}\right) = \log_2\left(\frac{(18-12)/2}{18/11}\right) = 0.87$$

Alınan Kart Miktarına Göre Fiyat İndiriminin Uygulanması(KFI)-A₁

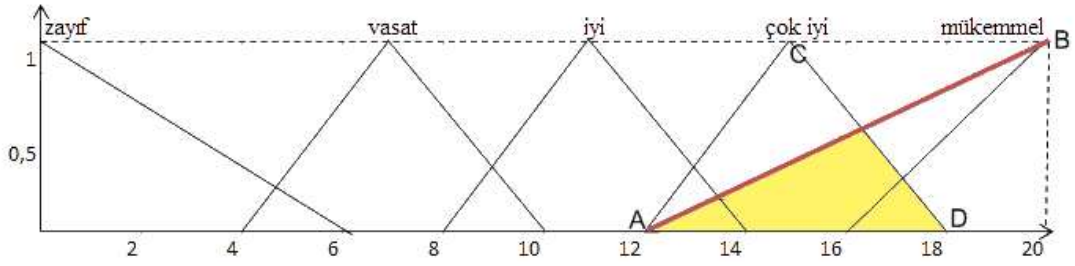


Şekil 5.28 A₁ alternatifi için alınan kart miktarına göre fiyat indiriminin uygulanması açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :
 $A(12,0)$
 $X=8y+12$
 $B(20,1)$

Sistem Eğrisi :
 $C(11,1)$
 $X=-3y+14$
 $D(14,0)$

Alınan Kart Miktarına Göre Fiyat İndiriminin Uygulanması(KFI)-A₃



Şekil 5.30 A₃ alternatifi için alınan kart miktarına göre fiyat indiriminin uygulanması açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :
 A(12,0)
 $X=8y+12$
 B(20,1)

Sistem Eğrisi :
 C(15,1)
 $X=-3y+18$
 D(18,0)

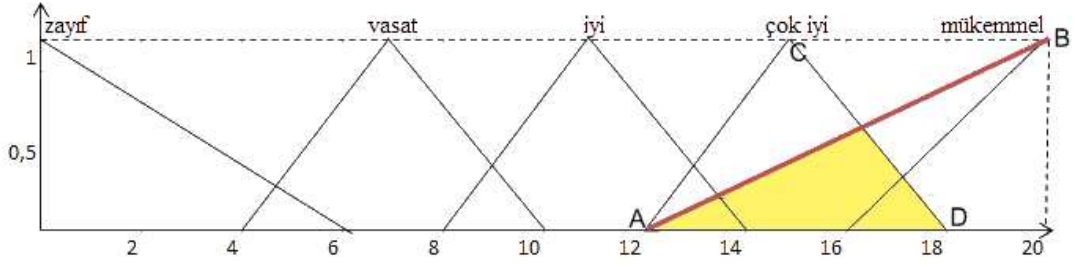
$$8y+12=-3y+18 \Rightarrow y=6/11$$

$$\text{Ortak Alan}=[(18-12)6/11]/2=18/11$$

$$I_{KFI} = \log_2\left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}}\right) = \log_2\left(\frac{(18-12)/2}{18/11}\right) = 0.87$$

→ *Hizmet Düzeyi(H)*

Satış Sonrası Destek Hızı(DH)-A₁



Şekil 5.31 A₁ alternatifi için satış sonrası destek hızı açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(12,0) \\ X &= 8y + 12 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

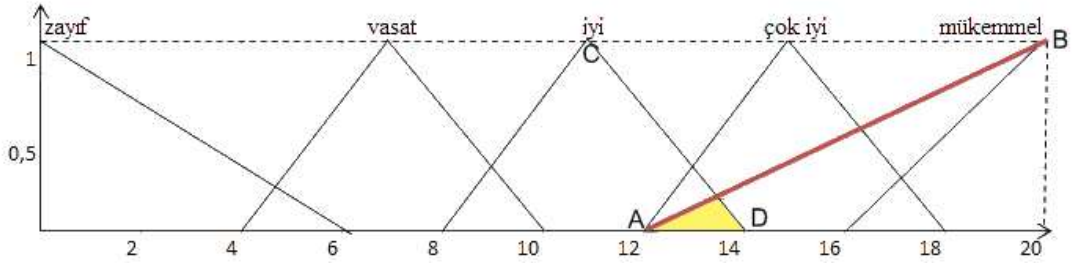
$$\begin{aligned} C(15,1) \\ X &= -3y + 18 \\ D(18,0) \end{aligned}$$

$$8y + 12 = -3y + 18 \Rightarrow y = 6/11$$

$$\text{Ortak Alan} = [(18-12)6/11]/2 = 18/11$$

$$I_{DH} = \log_2\left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}}\right) = \log_2\left(\frac{(18-12)/2}{18/11}\right) = 0.87$$

Satış Sonrası Destek Hızı(DH)-A₂



Şekil 5.32 A₂ alternatifi için satış sonrası destek hızı açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi : A(12,0)
 $X=8y+12$
 B(20,1)

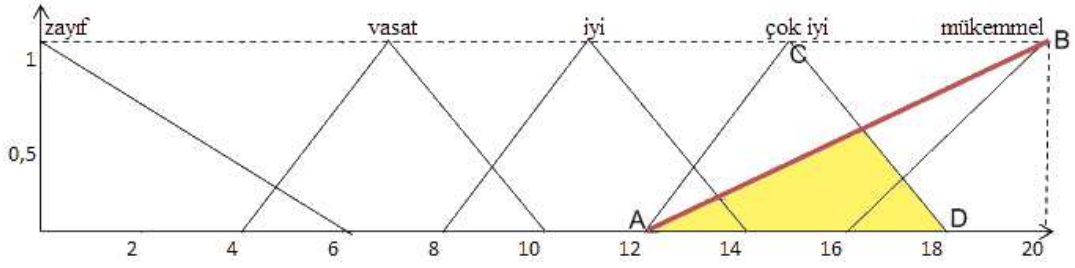
Sistem Eğrisi : C(11,1)
 $X=-3y+14$
 D(14,0)

$$8y+12=-3y+14 \Rightarrow y=2/11$$

$$\text{Ortak Alan}=[(14-12)2/11]/2=2/11$$

$$I_{DH} = \log_2\left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}}\right) = \log_2\left(\frac{(14-12)/2}{2/11}\right) = 4.04$$

Satış Sonrası Destek Hızı(DH)-A₃



Şekil 5.33 A₃ alternatifi için satış sonrası destek hızı açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi : A(12,0)
 $X=8y+12$
 B(20,1)

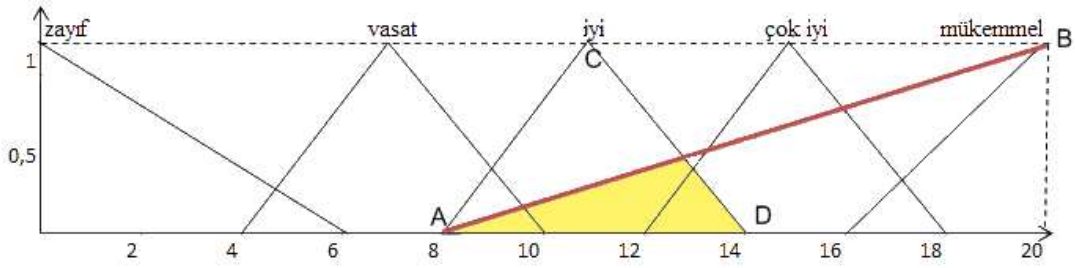
Sistem Eğrisi : C(15,1)
 $X=-3y+18$
 D(18,0)

$$8y+12=-3y+18 \Rightarrow y=6/11$$

$$\text{Ortak Alan} = [(18-12)6/11]/2 = 18/11$$

$$I_{DH} = \log_2\left(\frac{\text{sistem alanı}}{\text{ortak alan}}\right) = \log_2\left(\frac{(18-12)/2}{18/11}\right) = 0.87$$

Satış Sonrası Destek Biriminin Yeterliliği(DBY)-A₁



Şekil 5.34 A₁ alternatifi için satış sonrası destek biriminin yeterliliği açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(8,0) \\ X &= 12y + 8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

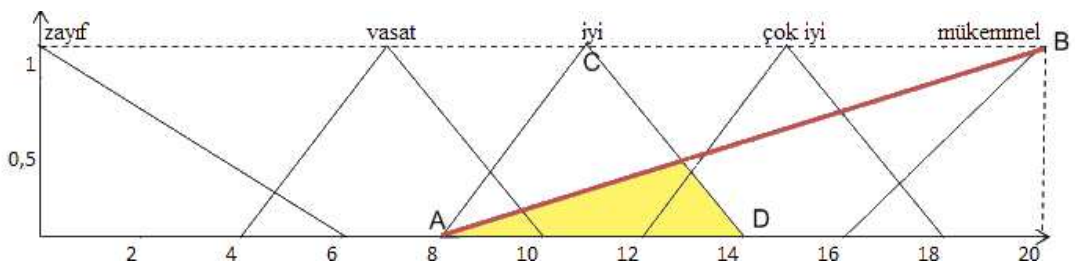
$$\begin{aligned} C(11,1) \\ X &= -3y + 14 \\ D(14,0) \end{aligned}$$

$$12y + 8 = -3y + 14 \Rightarrow y = 2/5$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14 - 8) \cdot 2/5] / 2 = 6/5$$

$$I_{DBY} = \log_2 \left(\frac{(14 - 8) / 2}{6/5} \right) = 1.32$$

Satış Sonrası Destek Biriminin Yeterliliği(DBY)-A₂



Şekil 5.35 A₂ alternatifi için satış sonrası destek biriminin yeterliliği açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(8,0) \\ X=12y+8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

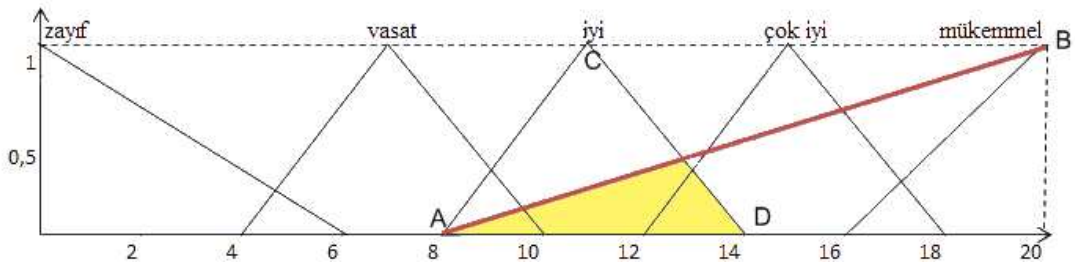
$$\begin{aligned} C(11,1) \\ X=-3y+14 \\ D(14,0) \end{aligned}$$

$$12y+8=-3y+14 \Rightarrow y=2/5$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-8)2/5]/2 = 6/5$$

$$I_{DBY} = \log_2 \left(\frac{(14-8)/2}{6/5} \right) = 1.32$$

Satış Sonrası Destek Biriminin Yeterliliği(DBY)-A₃



Şekil 5.36 A₃ alternatifi için satış sonrası destek biriminin yeterliliği açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(8,0) \\ X=12y+8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

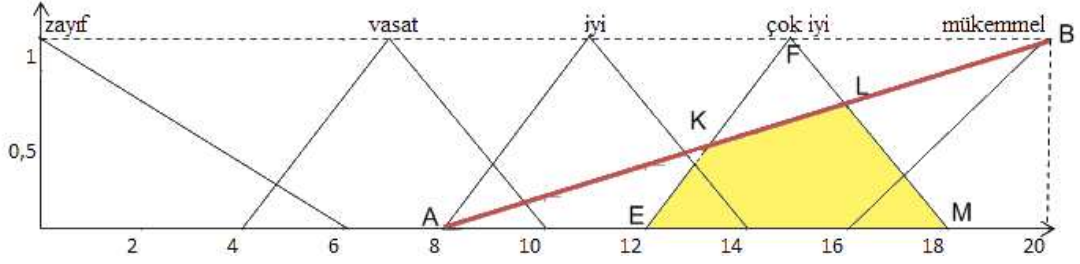
$$\begin{aligned} C(11,1) \\ X=-3y+14 \\ D(14,0) \end{aligned}$$

$$12y+8=-3y+14 \Rightarrow y=2/5$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-8)2/5]/2 = 6/5$$

$$I_{DBY} = \log_2\left(\frac{(14-8)/2}{6/5}\right) = 1.32$$

Satış Sonrası Online Yardım(OY)-A₁



Şekil 5.37 A₁ alternatifi için satış sonrası online yardım açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(8,0) \\ X &= 12y + 8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

$$\begin{aligned} E(12,0) \\ X &= -3y + 12 \\ F(15,1) \\ E(15,1) \\ X &= -3y + 18 \\ F(18,0) \end{aligned}$$

$$8y + 12 = -3y + 18 \Rightarrow y = 6/11$$

$$12y + 18 = -3y + 12 \Rightarrow x = 40/3, y = 4/9 \quad K(40/3, 4/9)$$

$$12y + 18 = -3y + 18 \Rightarrow x = 16, y = 2/3 \quad L(16, 2/3)$$

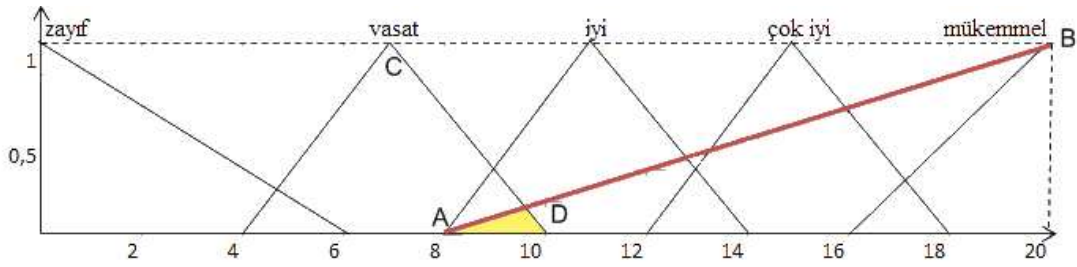
$$\text{Sistem Alanı} = A(EKM) + A(KLM)$$

Ortak Alan ;

$$\frac{1}{2} \left| 12(4/9 - 0) + 40/3(0) + 18(0 - 4/9) \right| + \frac{1}{2} \left| 40/3(2/3 - 0) + 16(0 - 4/9) + 18(4/9 - 2/3) \right| = 22/9$$

$$I_{OY} = \log_2 \left(\frac{(18-12)/2}{22/9} \right) = 0.3$$

Satış Sonrası Online Yardım(OY)-A₂



Şekil 5.38 A₂ alternatifi için satış sonrası online yardım açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$\begin{aligned} A(18,0) \\ X &= 12y + 8 \\ B(20,1) \end{aligned}$$

Sistem Eğrisi :

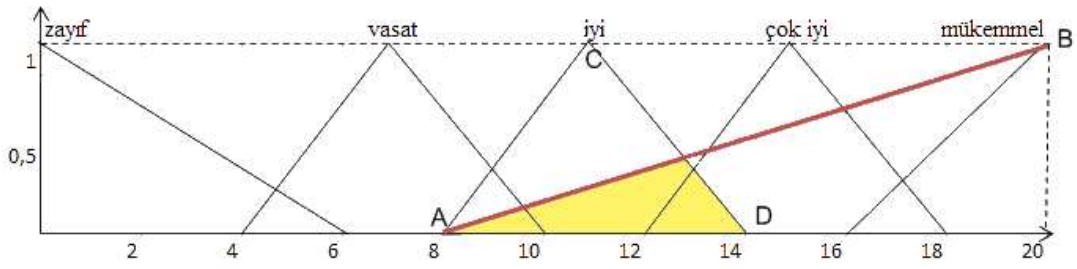
$$\begin{aligned} C(7,1) \\ X &= -3y + 10 \\ D(10,0) \end{aligned}$$

$$12y + 8 = -3y + 10 \Rightarrow y = 2/15$$

$$\text{Ortak Alan} = [(10-8)2/15]/2 = 2/15$$

$$I_{OY} = \log_2 \left(\frac{3}{2/15} \right) = 4.49$$

Satış Sonrası Online Yardım(OY)-A₃



Şekil 5.39 A₃ alternatifi için satış sonrası online yardım açısından sistem ve tasarım verileri

Tasarım Eğrisi :

$$A(8,0)$$

$$X=12y+8$$

$$B(20,1)$$

Sistem Eğrisi :

$$C(11,1)$$

$$X=-3y+14$$

$$D(14,0)$$

$$12y+8=-3y+14 \Rightarrow y=2/5$$

$$\text{Ortak Alan} = [(14-8)2/5]/2 = 6/5$$

$$I_{OY} = \log_2\left(\frac{(14-8)/2}{6/5}\right) = 1.32$$

Çizelge 5.4 Kart teknolojileri için bilgi içeriği sonuçları

	Y				E			F		H			
	I_{YGK}	I_{YH}	I_{YG}	I_{TY}	I_{KT}	I_{ATK}	I_{FST}	I_{UF}	I_{KFI}	I_{DH}	I_{DBY}	I_{OY}	$\sum I$
Kart Teknolojileri													
A₁	0,87	0,30	4,04	0,30	1,32	1,32	1,32	4,04	4,04	0,87	1,32	0,30	20,04
A₂	0,87	1,32	4,04	1,32	1,32	4,49	4,49	4,04	4,04	4,04	1,32	4,49	35,78
A₃	4,04	4,49	4,04	4,49	4,49	1,32	1,32	0,87	0,87	0,87	1,32	1,32	29,44

Çizelge 5.5 Kriterler için bilgi içeriği sonuçları

Kart Teknolojileri	Y	E	F	H
	$\sum I$	$\sum I$	$\sum I$	$\sum I$
A ₁	5,51	3,96	8,08	2,49
A ₂	7,55	10,30	8,08	9,85
A ₃	17,06	7,13	1,74	3,51

Çizelge 5.6 Kriterler için ortalama değerler

Kart Teknolojileri	Y	E	F	H	$\sum I$
A ₁	1,38	1,32	4,04	0,83	7,57
A ₂	1,89	3,43	4,04	3,28	12,64
A ₃	4,27	2,18	0,87	1,17	8,49

*

Çizelge 5.6’da görüldüğü üzere minimum bilgi içeriğine sahip olan A₁ kart teknolojisi seçilmiştir.

5.3 Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Akıllı Kart Teknolojisi Seçimi

Bu bölümde kriterlerin birbirlerine göre eşit ağırlıklara sahip olmadıkları durum göz önüne alınmıştır. Bu metotta öncelikle A₁, A₂, A₃ Kart Teknolojilerinin seçimi için belirleyici kriterlerin birbirlerine göre önem ağırlıklarının tespit edilmesi gerekir.

Bütün kriterler göz önünde bulundurularak, kart teknolojisi seçimi için gereken önem ağırlıkları Kart Yazılım Departmanı ve Sistem Analiz Departmanı çalışanları ile yapılan çalışmayla tespit edilmiştir.

Kriter ve alt kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları başka bir çok kriterli karar verme yöntemi olan bulanık AHP kullanılarak hesaplanmıştır.

Kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları Saaty ölçek skalasına göre hesaplanmıştır.

Seçim için kullanılan kriterler Kart Yazılımı ve Sistem Analizi Departmanında yetkileri tarafından ağırlıklandırılmış ve seçim söz konusu teknoloji firması için belirtilen kriterlere göre yapılmıştır.

Kriterlerin birbirine göre ağırlıklandırılma aşamasına aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

Soru 1: Yazılım Teknolojisi ve Yazılım Performansının Esneklik ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 2: Yazılım Teknolojisi ve Yazılım Performansının Fiyatlandırma ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 3: Yazılım Teknolojisi ve Yazılım Performansının Hizmet Düzeyi ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 4: Esnekliğin Fiyatlandırma ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 5: Esnekliğin Hizmet Düzeyi ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 6: Fiyatlandırmanın Hizmet Düzeyi ile kıyaslandığında önemi nedir?

Çizelge 5.7 Ana kriterlerin birbirlerine göre kıyaslanması

Akıllı Kart Teknolojilerinin Seçimi		Ana kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları									
Sorular	Kriterler	(7/2,4,9/2) Kesin	(5/2,3,7/2) Çok Güçlü	(3/2,2,5/2) Hayli Güçlü	(2/3,1,3/2) Biraz Güçlü	(1,1,1) Eşit	(2/3,1,3/2) Biraz Güçlü	(3/2,2,5/2) Hayli Güçlü	(5/2,3,7/2) Çok Güçlü	(7/2,4,9/2) Kesin	Kriterler
Soru 1	Y			X							E
Soru 2	Y		X								F
Soru 3	Y			X							H
Soru 4	E			X							F
Soru 5	E							X			H
Soru 6	F							X			H

Soru 7: Yazılım Geliştirme ve Kullanım Kolaylığının Yazılım Çalışma Hızı ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 8: Yazılım Geliştirme ve Kullanım Kolaylığının Yazılım Güvenliği ve Güvenilirliği ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 9: Yazılım Geliştirme ve Kullanım Kolaylığının Teknik Yeterlilik ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 10: Yazılım Çalışma Hızının Yazılım Güvenliği ve Güvenilirliği ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 11: Yazılım Çalışma Hızının Teknik Yeterlilik ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 12: Yazılım Güvenliği ve Güvenilirliğinin Teknik Yeterlilik ile kıyaslandığında önemi nedir?

Çizelge 5.8 Yazılım teknolojisi ve yazılım performansı unsurlarının kendi içinde kıyaslanması

Yazılım Teknolojisi ve Yazılım Performansı		Alt kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları									
Sorular	Kriterler	(7/2,4,9/2) Kesin	(5/2,3,7/2) Çok Güçlü	(3/2,2,5/2) Hayli Güçlü	(2/3,1,3/2) Biraz Güçlü	(1,1,1) Eşit	(2/3,1,3/2) Biraz Güçlü	(3/2,2,5/2) Hayli Güçlü	(5/2,3,7/2) Çok Güçlü	(7/2,4,9/2) Kesin	Kriterler
Soru 7	YGK				X						YH
Soru 8	YGK								X		YG
Soru 9	YGK						X				TY
Soru 10	YH							X			YG
Soru 11	YH							X			TY
Soru 12	YG				X						TY

Soru 13: Kartların Kolaylıkla Temin Edilmesinin Acil Kart Taleplerinin Karşılanabilmesi ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 14: Kartların Kolaylıkla Temin Edilmesinin Hizmet Kalitesi İşçilik Kalitesi ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 15: Kartların Kolaylıkla Temin Edilmesinin Farklı Sektör Takeplerinin Karşılanabilmesi ile kıyaslandığında önemi nedir?

Çizelge 5.9 Esneklik unsurlarının kendi içinde kıyaslanması

Esneklik		Alt kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları									
Sorular	Kriterler	(7/2,4,9/2) Kesin	(5/2,3,7/2) Çok Güçlü	(3/2,2,5/2) Hayli Güçlü	(2/3,1,3/2) Biraz Güçlü	(1,1,1) Eşit	(2/3,1,3/2) Biraz Güçlü	(3/2,2,5/2) Hayli Güçlü	(5/2,3,7/2) Çok Güçlü	(7/2,4,9/2) Kesin	Kriterler
Soru 13	KT				X						ATK
Soru 14	KT				X						FST
Soru 15	ATK				X						FST

Soru 16: Kart Firmanlarının Uygun Fiyat Vermesinin Fiyat İndiriminin Uygulanması ile kıyaslandığında önemi nedir?

Çizelge 5.10 Fiyatlandırma unsurlarının kendi içinde kıyaslanması

Fiyatlandırma		Alt kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları									
Sorular	Kriterler	(7/2,4,9/2) Kesin	(5/2,3,7/2) Çok Güçlü	(3/2,2,5/2) Hayli Güçlü	(2/3,1,3/2) Biraz Güçlü	(1,1,1) Eşit	(2/3,1,3/2) Biraz Güçlü	(3/2,2,5/2) Hayli Güçlü	(5/2,3,7/2) Çok Güçlü	(7/2,4,9/2) Kesin	Kriterler
Soru 16	UF				X						KFI

Soru 17: Satış Sonrası Destek Hızının Destek Biriminin Yeterliliği ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 18: Satış Sonrası Destek Hızının Online Yardım ile kıyaslandığında önemi nedir?

Soru 19: Destek Biriminin Yeterliliğinin Online Yardım ile kıyaslandığında önemi nedir?

Çizelge 5.11 Hizmet düzeyi unsurlarının kendi içinde kıyaslanması

Hizmet Düzeyi		Alt kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları									
Sorular	Kriterler	(7/2,4,9/2) Kesin	(5/2,3,7/2) Çok Güçlü	(3/2,2,5/2) Hayli Güçlü	(2/3,1,3/2) Biraz Güçlü	(1,1,1) Eşit	(2/3,1,3/2) Biraz Güçlü	(3/2,2,5/2) Hayli Güçlü	(5/2,3,7/2) Çok Güçlü	(7/2,4,9/2) Kesin	Kriterler
Soru 17	DH							X			DBY
Soru 18	DH				X						OY
Soru 19	DBY				X						OY

5.3.1 Bulanık AHP Hesaplamaları ile Kriter Ağırlıkları

Kriterler ve alt kriterlerin birbirlerine göre kıyaslamaları yapıldıktan sonra ilgili matrisler oluşturulur ve kriter ağırlıkları hesaplanır.

Çizelge 5.12 Ana kriterler matrisi

	Y	E	F	H
Y	(1.00,1.00,1.00)	(1.50,2.00,2.797)	(2.50,3.00,3.50)	(1.50,2.00,2.50)
E	(0.40,0.50,0.67)	(1.00,1.00,1.00)	(1.50,2.00,2.50)	(0.40,0.50,0.67)
F	(0.29,0.33,0.40)	(0.40,0.50,0.67)	(1.00,1.00,1.00)	(1.50,2.00,2.50)
H	(0.40,0.50,0.67)	(1.50,2.00,2.50)	(0.40,0.50,0.67)	(1.00,1.00,1.00)

Çizelge 5.13 Yazılım teknolojisi ve yazılım performansına göre alt kriterlerin değerlendirilmesi

	YGK	YH	YG	TY
YGK	(1.00,1.00,1.00)	(0.67,1.00 ,1.50)	(0.29,0.33,0.40)	(0.67,1.00 ,1.50)
YH	(0.67,1.00 ,1.50)	(1.00,1.00,1.00)	(0.40,0.50,0.67)	(0.40,0.50,0.67)
YG	(2.50,3.00,3.50)	(1.50,2.00 ,2.50)	(1.00,1.00,1.00)	(0.67,1.00 ,1.50)
TY	(0.67,1.00 ,1.50)	(1.50,2.00 ,2.50)	(0.67,1.00 ,1.50)	(1.00,1.00,1.00)

Çizelge 5.14 Esnekliğe göre alt kriterlerin değerlendirilmesi

	KT	ATK	FST
KT	(1.00,1.00,1.00)	(0.67,1.00,1.50)	(0.67,1.00,1.50)
ATK	(0.67,1.00,1.50)	(1.00,1.00,1.00)	(0.67,1.00,1.50)
FST	(0.67,1.00,1.50)	(0.67,1.00,1.50)	(1.00,1.00,1.00)

Çizelge 5.15 Fiyata göre alt kriterlerin değerlendirilmesi

	UF	KFI
UF	(1.00,1.00,1.00)	(0.67,1.00 ,1.50)
FI	(0.67,1.00 ,1.50)	(1.00,1.00,1.00)

Çizelge 5.16 Hizmet düzeyine göre alt kriterlerin değerlendirilmesi

	DH	DBY	OY
DH	(1.00,1.00,1.00)	(0.40,0.50,0.67)	(0.67,1.00,1.50)
DBY	(1.50,2.00 ,2.50)	(1.00,1.00,1.00)	(0.67,1.00,1.50)
OY	(0.67,1.00,1.50)	(0.67,1.00,1.50)	(1.00,1.00,1.00)

Kriterler arası ikili karşılaştırma matrisinin her satırı için bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır. Örneğin ana kriter matrisi için ilk sentetik derece değeri;

$$S_1 = (6.50, 8.00, 9.50)(16.29, 19.83, 23.75)^{-1}$$

$$S_1 = \left(\frac{6.50}{23.75}, \frac{8.00}{19.83}, \frac{9.5}{16.29} \right)$$

$S_1 = (0.27, 0.40, 0.58)$ şeklinde hesaplanır. Burada;

$$(6.50, 8.00, 9.50) = (1.00, 1.00, 1.00) + (1.50, 2.00, 2.50) + (2.50, 3.00, 3.50) + (1.50, 2.00, 2.50)$$

olmak üzere ilk satırın toplamından bulunur. $(16.29, 19.83, 23.75)$ değeri ise ana kriter matrisinin tüm elemanlarının toplamıdır. Her bir matrisin her bir satırı için aynı işlemler uygulanır ve bulanık sentetik derece değerleri bulunur (Çizelge 5.17).

Çizelge 5.17 Bulanık sentetik derece değerleri

	S_1	S_2	S_3	S_4
1.Matris	(0.27,0.40,0.58)	(0.14,0.20,0.30)	(0.13,0.19,0.28)	(0.14,0.20,0.30)
2.Matris	(0.11,0.18,0.30)	(0.11,0.16,0.26)	(0.24,0.38,0.58)	(0.17,0.27,0.44)
3.Matris	(0.20,0.33,0.57)	(0.20,0.33,0.57)	(0.20,0.33,0.57)	
4.Matris	(0.22,0.50,1.12)	(0.22,0.50,1.12)		
5.Matris	(0.17,0.26,0.42)	(0.26,0.42,0.66)	(0.19,0.32,0.53)	

$$V(M_i \rangle M_j) = \begin{cases} 1 & ; m_i \geq m_j \\ 0 & ; l_j \geq u_i \\ \frac{(l_j - u_i)}{(m_i - u_i) - (m_j - l_j)} & ; \text{aksi halde} \end{cases} \quad (5.1)$$

formülü yardımıyla elde edilen bulanık sentetik derece değerleri kullanılarak kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanır. Buradan bir objenin diğerine tercih edilme olasılığı bulunur. Bu olasılıkların birleşimi bize ağırlıklar vektörünü verir. Ağırlıklar vektörünün normalize edilmiş hali ise alternatifleri seçmede kullanacağımız değerlerdir. Buna göre her matris için yapılan işlemler aşağıda gösterilmiştir.

1. matris:

$$\left. \begin{aligned} V(S_1 \rangle S_2) &= 1 \\ V(S_1 \rangle S_3) &= 1 \\ V(S_1 \rangle S_4) &= 1 \end{aligned} \right\} V(S_1 \rangle S_2, S_3, S_4) = (1.00, 1.00, 1.00)$$

$$\min(1.00, 1.00, 1.00) = 1.00$$

$$\left. \begin{array}{l} V(S_2 \rangle S_1) = 0.13 \\ V(S_2 \rangle S_3) = 1.00 \\ V(S_2 \rangle S_4) = 1.00 \end{array} \right\} V(S_2 \rangle S_1, S_3, S_4) = (0.13, 1.00, 1.00) \quad \min(0.13, 1.00, 1.00) = 0.13$$

$$\left. \begin{array}{l} V(S_3 \rangle S_1) = 0.05 \\ V(S_3 \rangle S_2) = 0.93 \\ V(S_3 \rangle S_4) = 0.93 \end{array} \right\} V(S_3 \rangle S_1, S_2, S_4) = (0.05, 0.93, 0.93) \quad \min(0.05, 0.93, 0.93) = 0.05$$

$$\left. \begin{array}{l} V(S_4 \rangle S_1) = 0.13 \\ V(S_4 \rangle S_2) = 1.00 \\ V(S_4 \rangle S_3) = 1.00 \end{array} \right\} V(S_4 \rangle S_1, S_2, S_3) = (0.13, 1.00, 1.00) \quad \min(0.13, 1.00, 1.00) = 0.13$$

$$W' = (1.00, 0.13, 0.05, 0.13)$$

Normalize etmek için W' 'deki her değer W' 'nün değerlerinin toplamına bölünür.

$$W = (0.76, 0.1, 0.04, 0.1)$$

2. matris:

$$\left. \begin{array}{l} V(S_1 \rangle S_2) = 1.00 \\ V(S_1 \rangle S_3) = 0.23 \\ V(S_1 \rangle S_4) = 0.59 \end{array} \right\} V(S_1 \rangle S_2, S_3, S_4) = (1.00, 0.23, 0.59) \quad \min(1.00, 0.23, 0.59) = 0.23$$

$$\left. \begin{array}{l} V(S_2 \rangle S_1) = 0.88 \\ V(S_2 \rangle S_3) = 0.08 \\ V(S_2 \rangle S_4) = 0.20 \end{array} \right\} V(S_2 \rangle S_1, S_3, S_4) = (0.88, 0.08, 0.20) \quad \min(0.88, 0.08, 0.20) = 0.08$$

$$\left. \begin{array}{l} V(S_3 \rangle S_1) = 1.00 \\ V(S_3 \rangle S_2) = 1.00 \\ V(S_3 \rangle S_4) = 1.00 \end{array} \right\} V(S_3 \rangle S_1, S_2, S_4) = (1.00, 1.00, 1.00) \quad \min(1.00, 1.00, 1.00) = 1.00$$

$$\left. \begin{array}{l} V(S_4 \rangle S_1) = 1.00 \\ V(S_4 \rangle S_2) = 1.00 \\ V(S_4 \rangle S_3) = 0.65 \end{array} \right\} V(S_4 \rangle S_1, S_2, S_3) = (1.00, 1.00, 0.65) \quad \min(1.00, 1.00, 0.65) = 0.65$$

$$W' = (0.23, 0.08, 1.00, 0.65)$$

$$W = (0.12, 0.04, 0.51, 0.33)$$

3. matris:

$$\left. \begin{array}{l} V(S_1 \setminus S_2) = 1.00 \\ V(S_1 \setminus S_3) = 1.00 \end{array} \right\} V(S_1 \setminus S_2, S_3) = (1.00, 1.00) \quad \min(1.00, 1.00) = 1.00$$

$$\left. \begin{array}{l} V(S_2 \setminus S_1) = 1.00 \\ V(S_2 \setminus S_3) = 1.00 \end{array} \right\} V(S_2 \setminus S_1, S_3) = (1.00, 1.00) \quad \min(1.00, 1.00) = 1.00$$

$$\left. \begin{array}{l} V(S_3 \setminus S_1) = 1.00 \\ V(S_3 \setminus S_2) = 1.00 \end{array} \right\} V(S_3 \setminus S_1, S_2) = (1.00, 1.00) \quad \min(1.00, 1.00) = 1.00$$

$$W' = (1.00, 1.00, 1.00)$$

$$W = (0.33, 0.33, 0.34)$$

4. matris:

$$V(S_1 \setminus S_2) = 1.00$$

$$V(S_2 \setminus S_1) = 1.00$$

$$W' = (1.00, 1.00)$$

$$W = (0.50, 0.50)$$

5. matris:

$$\left. \begin{array}{l} V(S_1 \setminus S_2) = 0.50 \\ V(S_1 \setminus S_3) = 0.79 \end{array} \right\} V(S_1 \setminus S_2, S_3) = (0.50, 0.79) \quad \min(0.50, 0.79) = 0.50$$

$$\left. \begin{array}{l} V(S_2 \setminus S_1) = 1.00 \\ V(S_2 \setminus S_3) = 1.00 \end{array} \right\} V(S_2 \setminus S_1, S_3) = (1.00, 1.00) \quad \min(1.00, 1.00) = 1.00$$

$$\left. \begin{array}{l} V(S_3 \setminus S_1) = 1.00 \\ V(S_3 \setminus S_2) = 0.73 \end{array} \right\} V(S_3 \setminus S_1, S_2) = (1.00, 0.73) \quad \min(1.00, 0.73) = 0.73$$

$$W' = (0.50, 1.00, 0.73)$$

$$W = (0.22, 0.45, 0.33)$$

Ana Kriter Ağırlıkları

$$Y = 0,76 \quad E = 0,10 \quad F = 0,04 \quad H = 0,10$$

Yazılım Teknolojisi ve Yazılım Performansı Kriter Ağırlıkları

$$Y_{GK} = 0,12 \quad Y_H = 0,04 \quad Y_G = 0,51 \quad T_Y = 0,33$$

Esneklik Kriter Ağırlıkları

$$K_T = 0,33 \quad A_{TK} = 0,33 \quad F_{ST} = 0,34$$

Fiyatlandırma Kriter Ağırlıkları

$$U_F = 0,50 \quad F_I = 0,50$$

Hizmet Düzeyi Kriter Ağırlıkları

$$D_H = 0,22 \quad D_{BY} = 0,45 \quad O_Y = 0,33$$

5.3.2 Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım Hesaplamaları

Bu bölümde yukarıda bulunan kriter ağırlıkları kullanılarak ağırlıklı bulanık aksiyomatik tasarım hesaplamaları yapılır. Bu bölümde kriterlerin birbirleri arasındaki hiyerarşik yapıda ele alınacaktır.

Çizelge 5.18 Kart teknolojisi seçimi için kullanılacak kriterlerin ağırlık değerleri

	Y(0.76)				E (0.1)			F (0.04)		H (0.1)		
Kart Teknolojileri	Y _{GK} (0.12)	Y _H (0.04)	Y _G (0.51)	T _Y (0.33)	K _T (0.33)	A _{TK} (0.33)	F _{ST} (0.34)	U _F (0.5)	K _{FI} (0.5)	D _H (0.22)	D _{BY} (0.45)	O _Y (0.33)
A ₁	0,87	0,30	4,04	0,30	1,32	1,32	1,32	4,04	4,04	0,87	1,32	0,30
A ₂	0,87	1,32	4,04	1,32	1,32	4,49	4,49	4,04	4,04	4,04	1,32	4,49
A ₃	4,04	4,49	4,04	4,49	4,49	1,32	1,32	0,87	0,87	0,87	1,32	1,32

Eşitlik 8'den tüm kriterler için bilgi içerikleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

→ *Yazılım Teknolojisi ve Yazılım Performansı*

I_{YGK}:

$$A_1 \Rightarrow 0 \leq 0,87 \leq 1 \text{ olduğundan } 0,87^{(1/0,12)} = 0,31$$

$$A_2 \Rightarrow 0 \leq 0,87 \leq 1 \text{ olduğundan } 0,87^{(1/0,12)} = 0,31$$

$$A_3 \Rightarrow 4,04 \geq 1 \text{ olduğundan } 4,04^{(0,12)} = 1,18$$

I_{YH}:

$$A_1 \Rightarrow 0 \leq 0.3 \leq 1 \text{ olduğundan } 0.3^{(1/0.04)} \cong 0$$

$$A_2 \Rightarrow 1.32 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.32^{(0.04)} = 1.01$$

$$A_3 \Rightarrow 4.49 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.49^{(0.04)} = 1.06$$

I_{YG}:

$$A_1 \Rightarrow 4.04 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.04^{(0.51)} = 2.04$$

$$A_2 \Rightarrow 4.04 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.04^{(0.51)} = 2.04$$

$$A_3 \Rightarrow 4.04 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.04^{(0.51)} = 2.04$$

I_{TY}:

$$A_1 \Rightarrow 0 \leq 0.3 \leq 1 \text{ olduğundan } 0.3^{(1/0.33)} = 0.03$$

$$A_2 \Rightarrow 1.32 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.32^{(0.33)} = 1.10$$

$$A_3 \Rightarrow 4.49 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.49^{(0.33)} = 1.64$$

→ Esneklik

I_{KT}:

$$A_1 \Rightarrow 1.32 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.32^{(0.33)} = 1.1$$

$$A_2 \Rightarrow 1.32 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.32^{(0.33)} = 1.1$$

$$A_3 \Rightarrow 4.49 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.49^{(0.33)} = 1.64$$

I_{ATK}:

$$A_1 \Rightarrow 1.32 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.32^{(0.33)} = 1.1$$

$$A_2 \Rightarrow 4.49 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.49^{(0.33)} = 1.64$$

$$A_3 \Rightarrow 1.32 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.32^{(0.33)} = 1.1$$

I_{FST} :

$$A_1 \Rightarrow 1.32 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.32^{(0.33)} = 1.1$$

$$A_2 \Rightarrow 4.49 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.49^{(0.34)} = 1.67$$

$$A_3 \Rightarrow 1.32 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.32^{(0.33)} = 1.1$$

$\rightarrow$ Fiyatlandırma

I_{UF} :

$$A_1 \Rightarrow 4.04 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.04^{(0.5)} = 2.01$$

$$A_2 \Rightarrow 4.04 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.04^{(0.5)} = 2.01$$

$$A_3 \Rightarrow 0 \leq 0.87 \leq 1 \text{ olduğundan } 0.87^{(1/0.5)} = 0.76$$

I_{KFI} :

$$A_1 \Rightarrow 4.04 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.04^{(0.5)} = 2.01$$

$$A_2 \Rightarrow 4.04 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.04^{(0.5)} = 2.01$$

$$A_3 \Rightarrow 0 \leq 0.87 \leq 1 \text{ olduğundan } 0.87^{(1/0.5)} = 0.76$$

$\rightarrow$ Hizmet Düzeyi

I_{DH} :

$$A_1 \Rightarrow 0 \leq 0.87 \leq 1 \text{ olduğundan } 0.87^{(1/0.22)} = 0.53$$

$$A_2 \Rightarrow 4.04 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.04^{(0.22)} = 1.36$$

$$A_3 \Rightarrow 0 \leq 0.87 \leq 1 \text{ olduğundan } 0.87^{(1/0.22)} = 0.53$$

I_{DBY} :

$$A_1 \Rightarrow 1.32 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.32^{(0.45)} = 1.13$$

$$A_2 \Rightarrow 1.32 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.32^{(0.45)} = 1.13$$

$A_3 \Rightarrow 1.32 \geq 1$ olduğundan $1.32^{(0.45)} = 1.13$

I_{OY} :

$A_1 \Rightarrow 0 \leq 0.3 \leq 1$ olduğundan $0.3^{(1/0.33)} = 0.03$

$A_2 \Rightarrow 4.49 \geq 1$ olduğundan $4.49^{(0.33)} = 1.64$

$A_3 \Rightarrow 1.32 \geq 1$ olduğundan $1.32^{(0.33)} = 1.1$

Çizelge 5.19 Kart teknolojileri için bilgi içeriği sonuçları

Kart Teknolojileri	Y				E			F		H		
	I_{YGK}	I_{YH}	I_{YG}	I_{TY}	I_{KT}	I_{ATK}	I_{FST}	I_{UF}	I_{KFI}	I_{DH}	I_{DBY}	I_{OY}
A₁	0,31	0	2,04	0,03	1,1	1,1	1,1	2,01	2,01	0,53	1,13	0,03
A₂	0,31	1,01	2,04	1,10	1,1	1,64	1,67	2,01	2,01	1,36	1,13	1,64
A₃	1,18	1,36	2,04	1,64	1,64	1,1	1,1	0,76	0,76	0,53	1,13	1,1

Çizelge 5.20 Ana kriterler için bilgi içeriği sonuçları

Kart Teknolojileri	Y	E	F	H
	$\sum I$	$\sum I$	$\sum I$	$\sum I$
A₁	2,38	3,3	4,02	1,69
A₂	4,46	4,41	4,02	4,13
A₃	6,22	3,84	1,52	2,76

Çizelge 5.21 Kriterler için ortalama değerler

Kart Teknolojileri	I_Y	I_E	I_F	I_H
A₁	0.6	1,1	2,01	0,56
A₂	1,12	1,47	2,01	1,38
A₃	1,56	1,28	0,76	0,92

Ana kriterler için bilgi kriterleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

I_Y :

$A_1 \Rightarrow 2.38 \geq 1$ olduğundan $2.38^{(0.76)} = 1.93$

$A_2 \Rightarrow 4.46 \geq 1$ olduğundan $4.46^{(0.76)} = 3.12$

$$A_3 \Rightarrow 6.22 \geq 1 \text{ olduğundan } 6.22^{(0.76)} = 4.01$$

I_E :

$$A_1 \Rightarrow 3.3 \geq 1 \text{ olduğundan } 3.3^{(0.1)} = 1.13$$

$$A_2 \Rightarrow 4.41 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.41^{(0.1)} = 1.16$$

$$A_3 \Rightarrow 3.84 \geq 1 \text{ olduğundan } 3.84^{(0.1)} = 1.14$$

I_F :

$$A_1 \Rightarrow 4.02 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.02^{(0.04)} = 1.06$$

$$A_2 \Rightarrow 4.02 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.02^{(0.04)} = 1.06$$

$$A_3 \Rightarrow 1.52 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.52^{(0.04)} = 1.02$$

I_H :

$$A_1 \Rightarrow 1.69 \geq 1 \text{ olduğundan } 1.69^{(0.1)} = 1.05$$

$$A_2 \Rightarrow 4.13 \geq 1 \text{ olduğundan } 4.13^{(0.1)} = 1.15$$

$$A_3 \Rightarrow 2.76 \geq 1 \text{ olduğundan } 2.76^{(0.1)} = 1.11$$

Çizelge 5.22 Kriterler için bilgi içeriği sonuçları

Kart Teknolojileri	I_Y	I_E	I_F	I_H	Σ	
A₁	1,93	1,13	1,06	1,05	5,17	*
A₂	3,12	1,16	1,06	1,15	6,49	
A₃	4,01	1,14	1,02	1,11	7,28	

Çizelge de verilen sonuçlar incelendiğinde bilgi içerikleri toplamı minimum olan A₁ kart teknolojisi en iyi alternatif olarak belirlenmiştir.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Gerek iş hayatında gerekse kişisel hayatımızda çoğu zaman bir konu hakkında karar vermek zorunda kalırız. Birçok unsurun birbiriyle bağlantılı olduğu ve zaman zaman içinden çıkılmaz dediğimiz durumların zorluğunun asıl nedeni karar vermede yaşanan güçluktur. Bu yüzden sistematik ve çok kriterli bir karar verme yöntemine her an ihtiyaç duyarız. Günümüzde karar verme metodları ile ilgili birçok çalışma yapılmakta, hatta yazılımlar geliştirilmektedir.

Karar verme metodlarının uygulandığı bir alan da kart teknolojilerinin seçimidir. İnternetin yaygınlaşmasıyla elektronik ortamda artan işlemler ile birlikte akıllı kart kullanımı artmıştır. Müşteri taleplerini karşılayacak akıllı kartlarının yazılımı için uygun teknolojinin seçilmesi çok boyutlu olarak ele alınmaktadır.

Bu çalışmada Bulanık AD tekniğı kullanılmıştır. AD yönteminin kullanılma sebebi ise şu şekilde açıklanabilir. AD yaklaşımı tasarımcı tarafından her bir kriterin/alt kriterin tasarım aralıklarını öncelikle belirlemesini amaçlar. Böylelikle en iyi alternatifin seçiminde asıl üstünde durulması gereken kriterler için bir aralık belirlenmiş olunur. Bu işlem AD yönteminin diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile kıyaslanınca en iyi çözümü vermesini sağlar. Örnek verecek olursak Fuzzy AHP veya ANP gibi yöntemlerde tasarımcı tarafından belirlenmiş bir tasarım aralığı kavramı yoktur. Yani alternatifleri kıyaslamak için kullanılan sistem aralığı mevcut ama aynı zamanda tasarımcının kendisi tarafından kriterlerin tasarım aralıklarının belirlenmesi ele alınmamaktadır.

Söz konusu çalışmada çok fonksiyonlu kart uygulaması için geliştirilecek kart teknolojisi seçim problemi çok kriterli karar verme yöntemlerinden Bulanık AD ve Bulanık AHP metodu kullanılarak ağırlıklandırılan Ağırlıklı Bulanık AD metodları kullanılarak modellenmiş daha sonra sonuçlar kıyaslanmıştır.

Buna göre kart teknolojisini kullanacak olan firma yöneticileri, alternatiflerin karşılaması gereken fonksiyonel ihtiyaçlar (kriterler) için tasarım aralıklarını belirlemiştir. Ana kriterler yazılım teknolojisi ve yazılım performansı, teknik yeterlilik, esneklik ve fiyatlandırma olarak belirlenmiştir. Kriterler dilsel değişkenlerle ifade edilmiştir. Bu kriterlerin sistem ve tasarım aralıklarını sayısal olarak ifade edebilmek için üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır. Minimum bilgi içeriğine sahip firmayı bulmak için, alternatiflerin her bir kriter (Fİ) için gerçekleştirdikleri sistem aralıkları tespit edilip, her firmaya ait bilgi içerikleri hesaplanmıştır. Daha sonra aynı sistem ve tasarım aralıklarıyla kriterlerin ağırlıklı olduğu durum göz önüne

alınarak bilgi içerikleri yeniden hesaplanmıştır. Ağırlıklı durumlarını ele alabilmek için Bulanık AHP metodu kullanılmıştır.

Bulanık AHP kullanılarak yapılan ağırlıklandırma modellemede kullanılacak olan gerekli olan değerlendirme skorları konularında uzman karar verici tarafından belirlenmiştir. Değerlendirme skorlarının belirlenmesi çoğu zaman sorun yaratmakta olmasına rağmen Bulanık AHP ile bu sorun ortadan kalkmaktadır. Daha sonra Bulanık AHP ile modellenen akıllı kart teknolojisi seçim problemi Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile modellenmiştir.

Elde edilen sonuçların kriterlerin ağırlıklarının eşit alındığı durumdan daha farklı olduğu görülmüştür.

Her iki karar verme yöntemine göre seçilmesi gereken kart teknolojisi diğer iki kart teknolojilerine göre en düşük bilgi içeriğine sahip olan A_1 olmuştur.

Gelecekte AD metodu ile ilgili yazılım çalışması yapılarak, karar verme sürecinde daha kısa sürede daha etkin sonuca ulaşılarak verimliliğin artırılması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

- Bağırkan, Ş., (1983), Karar Verme, Der Yayınları, İstanbul.
- Baraçlı, H. ve Alp, Ö. N., (2009), “Üniversitelerimizin Swot Analizi ve Anp Yöntemiyle Değerlendirilmesi”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, İstanbul
- Başılgıl, H, (2005), “Fuzzy Analytic Hierarchy Process For Software Selection Problems”, Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sayı 3, 24-33
- Baysal, G. ve Tecim, V., (2006), “Katı Atık Depolama Sahası Uygunluk Analizinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Uygulaması”, Fatih Üniversitesi 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul
- Bozdağ, C., E., Kahraman C. ve Ruan, D., (2006), “Fuzzy group decision making for selection among computer integrated manufacturing systems”, İstanbul Teknik Üniversitesi , Endüstri Mühendisliği, İstanbul
- Çelik, M. ve Er, I. D., (2008), “Fuzzy Axiomatic Design Extension for Managing Model Selection Paradigm in Decision Science”(Basımda), Expert System With Application
- Dağdeviren M., Eraslan E., Kurt M. ve Dizdar E., (2005a), “Tedarikçi Seçimi Problemine Analitik Ağ Süreci ile Alternatif Bir Yaklaşım”, Teknoloji, Cilt 8, Sayı 2, 115-122
- Demirtaş, N., (2007), “Bulanık AHP ve ANP ile E-Cüzdan Akıllı Kart Teknolojisi Seçimi”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Lisans Tezi, İstanbul
- Evren, R. ve Ülengin F. (1992) Yönetimde Karar Verme, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayını, Sayı 1478, İstanbul
- Gürsoy, M., (2003), “Ülkemiz Yük Ulaşımında Çoktürlü Taşımacılığın Sınırlarının ve/veya Boyutlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Karar Destekleyici Model” Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Halaç, O., (2001), “ Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)”, 5. Baskı, Alfa Kitabevi, Bursa.
- Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ruan, D., (2004), “Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey”, Int. J. Production Economics, Sayı 87, 171-184
- Kulak, O., Durmuşoğlu, M. B. ve Kahraman C., (2005), “ Fuzzy Multi-attribute Equipment Selection Based On Information Axiom”, Journal of Materials Processing Technology, Sayı 169, 337-345
- Kulak, O. ve Kahraman, C., (2005a), “Multi-attribute Comparison of advanced Manufacturing Systems Using Fuzzy vs. Crisp Axiomatic Design Approach”, International Journal of Production Economics, Sayı 95, 415-424
- Kulak, O. ve Kahraman, C., (2005b), “Fuzzy Multi-attribute Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design and Analytic Hierarchy Process”, Information Sciences, Sayı 170, 191-210
- Kuo, R.J., Chi, S.C., Kao, S.S., (1999). “A Decision Support System for Locating

Convenience Store through Fuzzy AHP ”, Computers and Industrial Engineering, Cilt 37, Sayı 2, 323-326.

Kuruüzüm, A. ve Atsan, N.,(2001), “Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları”, Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, Sayı 1, 83-105

Önüt, S., Tuzkaya, U.R. ve Kemer, B.,(2008), “An Analytical Network Process Approach to the Choice of Hospital”, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 25, Sayı 4, 367-379

Özel, B. ve Özyörük, B.,(2007), “Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Tedarikçi Firma Seçimi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 22, Sayı 3, 415-423

Öztaş, R. S, (2006), “Akıllı Kart Teknolojileri”, TUBİTAK UEKAE

Saaty T.L.,(2001a), “Deriving the AHP 1-9 Scale From First Principles”, ISAHp 2001, August 2-4, Berne, Switzerland.

Saaty T.L., (2001b), “The Analytic Network Process: Decision Making With Dependence and Feedback, RWS Publ., Pittsburg

Topçu, İ., (2000), “Çok Ölçütlü Sorun Çözümüne Yönelik Bir Bütünleşik Karar Destek Modeli” Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, S. N. ve Ray, T., (1998), “Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach”, Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineers, John Wiley & Sons, New York, NY, Cilt 15, 175-186.

Türker, A., (1986), “Ağaçlandırmalarda Çok Ölçütlü Karar Verme” İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.

Yılmaz, E. (2006), “Aksiyomlarla Tasarım İlkeleri Yardımıyla Kentiçi Toplu Taşıma Sistemlerinin Tasarımı”, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 11, Sayı 1, 9-26

Yozgat, U., 1994. Yönetimde Karar Verme Teknikleri, Beta Basım A.S., İstanbul,

İTERNET KAYNAKLARI

- [1] Ferpa Card Web Site: http://www.ferpacard.com/Smart_Card.htm
- [2] Sitenet Web Site: <http://sitenet.com.tr/v2/altsmartnedir.asp>
- [3] DOS Bilgisayar Sistemleri ve Ticaret A. Ş Web Site:
<http://www.dos.com.tr/urunler.asp?dg=akart&dg1=bk&cat1=1&cat2=2&dg2=Primeflex>
- [4] Cardist Web Site <http://www.cardist.com.tr/tr/content.asp?PID={FAF618E2-7283-4A40-B280-8FB3478A6EC5}>
- [5] OYTEK Web Site: <http://www.oytek.com.tr>
- [6] Girişim Elektronik A.Ş. Web Site:
<http://www.girisim.com.tr/bankatek/sayi1/akartlarnedir.htm>
- [7] Plastik Kart Web Site: <http://www.plastikkart.com.tr/Sikca%20Sorulan%20Sorular.pdf>
- [8] http://www.ramsnet.com.tr/tr/akilli_kart.htm
- [9] Türkiye Bilişim Vakfı Web Site: <http://bilisimsurasi.org.tr/cg/egitim/kutuphane/UBKS-RAPOR-FINAL.pdf>
- [10] Netiket Web Site: <http://www.netiket.com.tr/smartkart.cfm>
- [11] Ferpa Card Web Site: http://www.ferpacard.com/Smart_Card.htm
- [12] Science Direct Web Site: <http://www.sciencedirect.com>

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 06.06.1984

Doğum yeri İmranlı

Lise 1998-2002 Ümraniye Lisesi(Yabancı Dil Ağırlıklı)

Lisans 2002-2006 Yıldız Teknik Üniversitesi Kim.- Met. Fak.
Matematik Mühendisliği Bölümü

2004-2007 Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fak.
Endüstri Mühendisliği Bölümü(Çift Lisans)

Yüksek Lisans 2007-2009 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Müh. Anabilim Dalı, End. Müh. Programı

Çalıştığı kurum(lar)

2006-2008 Oyak Teknoloji Bilişim ve Kart Hiz. A.Ş.-İstanbul
Yazılım Uzman Yardımcısı

2008-Devam Ediyor Oyak Teknoloji Bilişim ve Kart Hiz. A.Ş.-İstanbul
Yazılım Uzmanı