

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BULANIK MANTIK YAKLAŞIMIYLA PROJE SEÇİMİ
UYGULAMASI

Khanım KHALİLLİ

Danışman
Prof. Dr. Yılmaz GÖKŞEN

İZMİR - 2018

TEZ ONAY SAYFASI



YEMİN METNİ

Yüksek lisans Tezi olarak sunduğum “Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Proje Seçimi Uygulaması” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

....../....../2018

Khanım KHALİLLİ

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi
Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Proje Seçimi Uygulaması
Khanım Khalilli

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı
Yönetim Bilişim Sistemleri Programı

Günümüz şirketlerinde proje seçimi konusu, yönetsel karar vermede karşılaşılan yaygın problemlerden bir tanesidir. Belirsizlik ve bulanıklık proje seçimi sürecini zorlaştırır, proje seçimi kararlarının eksik bilgiler dahilinde gerçekleşmesine ve böylece projelerin hedeflenen sonuçlara ulaşamamasına neden olur.

Projelerin seçiminde kantitatif yöntemler yaygın bir şekilde kullanılsa da, niteliksel verileri gözardı etmek, bir projenin başarısız sonuçlanmasına sebep olabilir. Bulanık mantık yaklaşımı ise bu belirsiz veya kesin olmayan verileri de kullanarak kararlar vermemizi sağlar.

Bu çalışmanın amacı, inşaat sektöründeki bir firma için aday projeler arasından bu firmanın amaçlarına en uygun projenin seçilmesi için bir model önermektir.

Çalışmada, bulanık mantık kullanılarak proje seçimi için bir sistem geliştirilmiştir. Mevcut nicel verileri gözardı etmeden, belirsiz ve ya eksik bilgiler ele alınarak, bir çok kriterli karar verme modeli oluşturulmuştur. Yaklaşımımız belirsizliğin azaltılmasına dayanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Mantık, Karar Verme, Proje Seçimi.

ABSTRACT
Master's Thesis
Project Selection Application By Fuzzy Logic Approach
Khanım Khalilli

Dokuz Eylul University
Graduate School of Social Sciences
Department of Management Information Systems
Management Information Systems Program

The choice of project in today's companies is one of the common problems in managerial decision-making. Uncertainty and fuzziness makes the decision making process difficult. Resource incompleteness causes project selection decisions to be made with incomplete information.

While quantitative methods are widely used in the selection of projects, ignoring qualitative data may lead to the failure of a project. The fuzzy logic approach allows us to make decisions using this ambiguity or uncertain data.

The aim of this work is to propose a model among the candidate projects for a company in the construction sector to choose the project that best suits the purpose of this firm.

In this work, a system for project selection was developed by using fuzzy logic. Many uncertain decision models were created by ignoring vague or missing information without ignoring the existing quantitative data. Our approach is based on reducing uncertainty.

Keywords: Fuzzy Logic, Decision Making, Project Selection

BULANIK MANTIK YAKLAŞIMIYLA PROJE SEÇİMİ UYGULAMASI

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	ix
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
EKLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM BULANIK MANTIK

1.1. BULANIK MANTIK KAVRAMI	3
1.2. BULANIK KÜME TEORİSİ	5
1.2.1 Bulanık Kümeler	5
1.2.2. Bulanık Küme Özellikleri	6
1.2.3. Bulanık Küme İşlemleri	7
1.3. ÜYELİK FONKSİYONU	9
1.3.1. Üyelik Fonksiyonlarının Sınıflandırılması	10
1.3.2. Üyelik Fonksiyonlarının Çeşitleri	12
1.3.2.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	13
1.3.2.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu	13
1.3.2.3. R Tipi Üyelik Fonksiyonu	14
1.3.2.4. L Tipi Üyelik Fonksiyonu	15
1.3.2.5. Gaussal Üyelik Fonksiyonu	15
1.3.2.6. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu	16

1.3.2.7. S Şekilli Üyelik Fonksiyonu	17
1.3.3. Üyelik Fonksiyonunun Belirlenmesi	18
1.4. DİLSEL DEĞİŞKENLER	18
1.5. BULANIK MANTIK SİSTEMİ	19
1.6. BULANIK MANTIK AVANTAJLARI	21
1.7. BULANIK MANTIK DEZAVANTAJLARI	21

İKİNCİ BÖLÜM

PROJE SEÇİMİ VE PROJE BAŞARISI

2.1. PROJE KAVRAMI	22
2.1.1. Proje Özellikleri	23
2.2. PROJE YAŞAM DÖNGÜSÜ	23
2.2.1. Başlangıç	24
2.2.2. Planlama	25
2.2.3. Yürütme	25
2.2.4. Kapanış	26
2.3. PROJE YÖNETİMİ	26
2.3.1. Proje Yönetim Üçgeni	30
2.3.1.1. Zaman	30
2.3.1.2. Maliyet	30
2.3.1.3. Kalite	31
2.3.1.4. Kapsam	31
2.4. PROJE BAŞARISI	32
2.4.1. Kritik Başarı Faktörleri	32

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULANIK KARAR VERME

3.1. KARAR VERME KAVRAMI	34
3.1.1. Bulanık Karar Verme	35
3.1.1.1. Literatürdeki Bulanık Karar Verme Uygulamaları	35
3.1.1.1.1. Yurtiçinde Yapılan Çalışmalar	35

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
İNŞAAT SEKTÖRÜNDEKİ BİR FİRMA İÇİN BULANIK KARAR VERME
UYGULAMASI

4.1. ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ	39
4.2. ÇALIŞMANIN KAPSAMI	39
4.3. VERİ TOPLAMA SÜRECİ	39
4.4. UYGULAMA	40
4.4.1. Kriterlerin Belirlenmesi	40
4.4.2. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması	45
4.4.3. Verilerin Matlab'a Girilmesi	46
4.4.4. Kural Tabanının Oluşturulması	49
4.4.5. Arayüzün Oluşturulması ve Program Sonuçları	53
SONUÇ	57
KAYNAKÇA	59
EKLER	

KISALTMALAR

AHP	Analytic Hierarchy Process
APM	Association for Project Management
BÇKKV	Bulanık Çok Kriterli Karar Verme
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ÇNKV	Çok Nitelikli Karar Verme
ELECTRE	Elimination et Choice Translating Reality
FIS	Fuzzy Inference System
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Proje Yönetimi'nin Tarihi Gelişimi	s.27
Tablo 2: Proje Yönetimi Yapısı	s.29
Tablo 3: Olumlu ve Olumsuz Kriterler	s.44
Tablo 4: 5'li likert ölçeği	s.45
Tablo 5: Kriter Değerlendirme Tablosu	s.45
Tablo 6: Kriter Ağırlıkları	s.46
Tablo 7: Projelerin Başarı Puanlarına Göre Sıralanması	s.56



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Klasik Mantık Yaklaşımı ile Orta Yaş Gösterimi	s.4
Şekil 2: Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Orta Yaş Gösterimi	s.4
Şekil 3: Bulanık ve Klasik Kümelerin Gösterimi	s.5
Şekil 4: Klasik Küme Grafıksel Gösterim	s.6
Şekil 5: Bulanık Küme Grafıksel Gösterim	s.6
Şekil 6: İki Bulanık Kümenin Birleşimi	s.7
Şekil 7: İki Bulanık Kümenin Kesişimi	s.8
Şekil 8: A Bulanık Kümesi ve Tümlenyeni	s.8
Şekil 9: Bağdaşmayan Bulanık Kümeler	s.8
Şekil 10: İçerilen Bulanık B Kümesi	s.9
Şekil 11: Bir Üyelik Fonksiyonunun Bölümleri	s.11
Şekil 12: Normal Bulanık Küme	s.10
Şekil 13: Normal Olmayan Bulanık Küme	s.11
Şekil 14: Dış Bükey Bulanık Küme	s.11
Şekil 15: Dış Bükey Olmayan Bulanık Küme	s.12
Şekil 16: Üçgen Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	s.13
Şekil 17: Yamuk Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	s.14
Şekil 18: R Tipi Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	s.15
Şekil 19: L Tipi Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	s.15
Şekil 20: Gaussal Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	s.16
Şekil 21: Basık Gaussal ve Sivri Gaussal	s.16
Şekil 22: Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu	s.17
Şekil 23: S Şekli Üyelik Fonksiyonu	s.17
Şekil 24: Sıcaklık Değişkeninin Bulanık Kümelerde Değer Alması	s.19
Şekil 25: Bulanık Mantık Sistemi	s.20
Şekil 26: Proje Yaşam Döngüsü	s.24
Şekil 27: Proje Yönetim Üçgeni	s.30
Şekil 28: Matlab Komut Satırı	s.46
Şekil 29: Matlab Bulanık Çıkarım Sistemi	s.46
Şekil 30: FIS’de Girdi ve Çıktıların Oluşturulması	s.47

Şekil 31: Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması	s.49
Şekil 32: FIS Kural Tabanı	s.50
Şekil 33: FIS’de Oluşturulan Kurallar	s.51
Şekil 34: FIS Sonuç Penceresi	s.52
Şekil 35: Yüzey Gösterim Penceresi	s.53
Şekil 36: 1 No’lu Proje Başarı Puanı	s.53
Şekil 37: 2 No’lu Proje Başarı Puanı	s.54
Şekil 38: 3 No’lu Proje Başarı Puanı	s.55
Şekil 39: 4 No’lu Proje Başarı Puanı	s.55
Şekil 40: 5 No’lu Proje Başarı Puanı	s.56



EKLER LİSTESİ

EK 1: Kriter Ağırlıklarını Belirleme Formu	ek s.1
EK 2: Puanlama No 1	ek s.2
EK 3: Puanlama No 2	ek s.3
EK 4: Puanlama No 3	ek s.4
EK 5: Puanlama No 4	ek s.5
EK 6: Puanlama No 5	ek s.6
EK 7: Puanlama No 6	ek s.7
EK 8: Puanlama No 7	ek s.8
EK 9: Puanlama No 8	ek s.9
EK 10: Alternatiflerin Değerlendirilmesi Formu	ek s.10
EK 11: 1 No'lu Proje Değerlendirme	ek s.11
EK 12: 1 No'lu Proje Değerlendirme	ek s.12
EK 13: 1 No'lu Proje Değerlendirme	ek s.13
EK 14: 1 No'lu Proje Değerlendirme	ek s.14
EK 15: 1 No'lu Proje Değerlendirme	ek s.15

GİRİŞ

Zorlu rekabet ortamında, işletmeleri ayakta tutan en önemli faktörlerden bir tanesi, projelerin başarısıdır. Bu nedenle proje seçimi önemli bir faaliyet haline gelmektedir. Ancak hangi projenin başarılı olacağının önceden belirlenmesi, karar vericilerin karşılaştığı zor bir görevdir. Özellikle inşaat sektörü gibi proje bazlı çalışan firmalar için işletme başarısı, seçilen projenin başarısı ile ilgilidir. Ancak proje başarısı projelerin karmaşıklığı ve dinamikliği nedeni ile bir çok araştırmacı tarafından tartışılan, kesin tanımı yapılması zor bir kavramdır

İki veya daha fazla projenin karşılaştırılması, bir projenin tek başına değerlendirilmesinden daha büyük bir sorundur. Literatürde önerilen çok sayıda karar modelinde ve yönteminde, çoğu zaman karar vericinin tercihinin ya da kriterlerin kesin olarak tanımlanabileceği varsayılsa da, gerçek hayatta bu düzenin mümkün olmadığı durumlar orataya çıkmaktadır. Kullanılan bir çok karar verme modeli bu gibi durumlar için yetersiz kalmakta ve sadece sayısal kriterlerle işlem yapabilmektedir. Ancak ihmal edilen değişkenlerin projeleri başarısızlığa götürdüğü ve bu sorunun çözümü için bir modele ihtiyaç duyulduğu açıktır.

Bu çalışmanın amacı, bazı proje özellikleri belirsiz varyasyonlara sahip olduğunda, proje seçim problemlerinin nasıl ele alınabileceğini göstermek, karar vericilerin nitel kriterleri de göz önünde bulundurarak hata yapma riskini aza indirecek bir model önerisinde bulunmak ve bu modelin inşaat sektöründe bir firmaya uygulanması ile şirketin aday projeleri arasından en başarılı olanın seçilmesini sağlamaktır.

Çalışma 4 bölümden oluşmaktadır: Birinci bölümde hazırlanacak karar verme modelinin tabanını oluşturan bulanık mantık sisteminin temel yapısı ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

İkinci bölümde proje kavramı ve proje yönetimi proje parametreleri, proje başarısı ve kritik başarı faktörleri gibi konulara değinilmiştir.

Üçüncü bölümde karar verme kavramı anlatılmış, bulanık karar verme teknikleri ve kullanım alanları ile ilgili literatür araştırması yapılarak, Türkiye'de ve yurtdışında yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde önerilen modelin hazırlanması ve kullanımı anlatılmış ve inşaat sektöründeki bir şirkete uygulanması ile şirketin aday projelerinin başarı düzeyine göre sıralanması gösterilmiştir.

Sonuç olarak işletmeler için önemli bir süreç olan proje seçiminde, karar vericilerin daha hassas sonuçlar almasını sağlayacak modelin uygulanması ile elde edilen bulgular değerlendirilmekte ve öneriler sunulmaktadır.



BİRİNCİ BÖLÜM

BULANIK MANTIK

1.1. BULANIK MANTIK KAVRAMI

Aristo mantığı olarak da bilinen klasik mantık 0 ve 1'lerden oluşmuştur. Başka bir deyişle, klasik mantığa göre tüm veriler net olmalıdır. Ancak bildiğimiz üzere, gerçek hayatta karşılaştığımız olaylar ve kavramlar her zaman net verilerle ifade edilemez. Özellikle sözel veriler belirsizlik taşımaktadır. Bulanık mantık kavramı da böyle durumlarda ortaya çıkar.

Günlük yaşantımızın hemen hemen her alanında, bulanık mantık ve bulanık fikirlere yer veririz. Örneğin bir anket çalışmasında yer alan soruların cevapları "çok memnun" "az memnun" gibi belirsizlik içeren cevaplar olabilir. Peki bilgisayarlar bu bulanık cevaplar üzerinde işlemler yaparak bir sonuç ortaya çıkara bilir mi? Eğer bu mümkünse nasıl yapabilirler? Birinci sorunun cevabı evet. İkinci sorunun cevabı için ise bulanık mantık tekniklerine ihtiyacımız var. (Bai, 2006: 17)

Bulanık mantık teorisi, insan algılama sürecinden esinlenerek ortaya çıkan, dereceli üyelik kavramına dayanmaktadır.

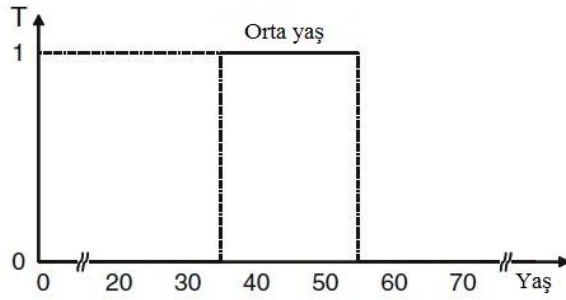
Bulanık mantık kavramı ilk olarak 1965 yılında Azerbaycanlı bilim adamı, Lotfi A. Zadeh tarafından ortaya atılmıştır.(Dorskocil ve Radek, 2015: 10) Bu kavram zaman içerisinde büyük bir önem kazansa da aynı dönemde istatistik gibi alanların bulanık mantık yerine kullanılabileceği öne sürülmüştür. Ancak bulanık mantık ve istatistik yöntemleri arasında benzerlikler olsa da, bulanık mantık sözel değişkenlerin fazla kullanılması özelliği ile istatistiğe göre daha kullanışlıdır. (Şen, 2004: 8)

Bulanık mantıkta, kesin olmayan, belirsiz veya keskin sınırlar olmaksızın ortaya çıkan bilgiler üzerinde işlemler yapılabilir. Bulanık mantık, hesaplama problemlerinde belirsiz insan değerlendirmelerinin yapılmasına izin verir. Ayrıca, çoklu kriter çatışmalarının çözülmesi ve seçeneklerin daha iyi değerlendirilmesi için etkin bir araçtır.

Bulanık mantık kavramını en iyi açıklayan örneklerden bir tanesi "orta yaş" örneğidir. Orta yaşlı bir insanın 35 ila 55 yaşları arasında olduğunu varsayalım. Buna göre, orta yaş kavramı, şekil 1'deki gibi gösterilen bir küme olarak temsil edilebilir.

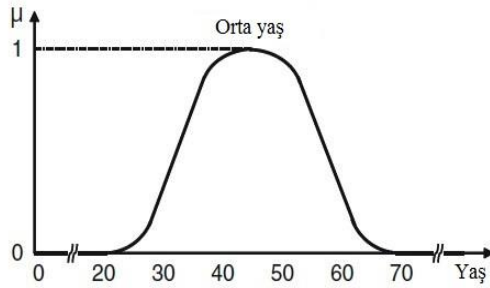
Bu küme, orta yaş kavramını klasik mantığa uygun şekilde temsil eder. 1 değeri yaşı 34 ile 56 arasında olanlara, 0 değeri ise 34 yaşından önce doğmuş ve 56 yaşından sonra doğmuş olanlara atar. Kavramın bu tanımı 34 yaşında birinin doğum gününde aniden orta yaşlı olacağı anlamına gelir. Benzer şekilde 56. doğum gününden hemen sonra, orta yaştan çıkacağını gösterir. Bu tanım gerçeğe uygun değildir ve insan düşünce tarzına uzaktır.

Şekil 1: Klasik Mantık Yaklaşımı ile Orta Yaş Gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 2: Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Orta Yaş Gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Belirsizlik insan düşüncesinin bir parçası olduğundan hayatın her alanında karşımıza çıkar. Belirsizliğin bir kaç sebebi vardır:

- Belirsizlik eksik ve ya hatalı bilgiden kaynaklanabilir.
- Bir kelimenin bir kaç anlam taşıması doğru ve net bir şekilde tanımlanmadıkça belirsizliğe neden olur.
- Bir olayın cereyan etmeden önce gelecek sonucunun bilinmemesi belirsizlik yaratır. Örneğin bir zar atılırken hangi tarafının denk geleceği zar atılana kadar kesin değildir.

- Sayısal olmayan ve kelimelerle ifade edilen veriler belirsizlik taşıyabilir. Bir kişinin uzun ve ya kısa olarak tanımlanması buna bir örnektir.

Bulanık mantık bu belirsizliği azaltmak ve insan düşüncesini modellemek için matematiksel veriler kullanır. Belirsizliğin insan için her alanda geçerli olduğundan, bu konuya çözüm getirecek yeni perspektifler sunar. (Werro, 2015: 9)

1.2. BULANIK KÜME TEORİSİ

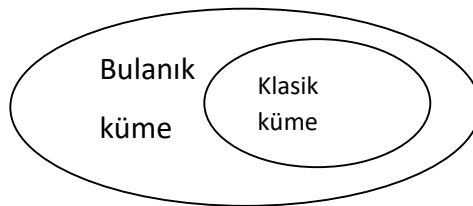
Bulanık mantık, klasik kümelerin uzantısı olan, bulanık kümeler teorisine dayanmaktadır. 1965'ten bu yana, bulanık kümeler teorisine bir çok disiplinde ve çeşitli uygulamalarda yer verilmiştir. Bulanık kümeler teorisi, belirsizlikle başa çıkmayı ve dilsel değişkenlerle çalışmayı önermektedir. (Cruz ve diğerleri, 2010: 9)

1.2.1. Bulanık Kümeler

Bulanık kümeler, elemanları 0 ile 1 arasında farklı üyelik dereceleri alabilen kümeler olarak tanımlanabilir. Tanımdan da anlaşılacağı üzere, bulanık küme kuramı klasik kümelerden farklı olarak elemanlara, kümeye kısmi üyelik olanağı sağlar.

Klasik kümelere bulanık kümelerin bir kısmı ve ya alt kümesi olarak bakılabilir. Başka bir deyişle bulanık kümeler, klasik kümelerin uzantısı ve ya genelleştirilmiş halidir.

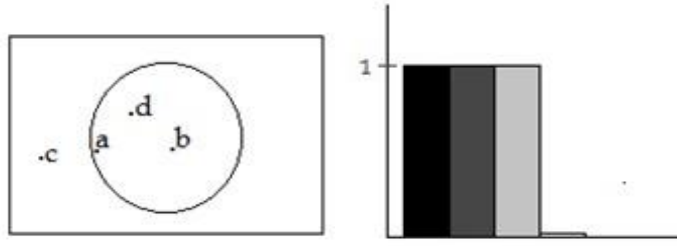
Şekil 3: Bulanık ve Klasik Kümelerin Gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

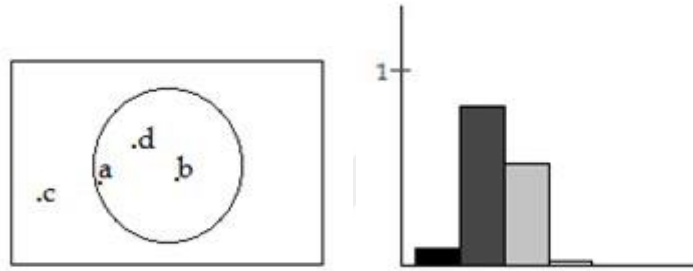
İkili mantık kuramına göre bir eleman bir kümeye aittir ve ya değildir. Diğer bir deyişle, bir eleman kümeye ait ise 1, değilse 0 olarak değerlendirilir. Bulanık kümelerde ise böyle bir kesinlik söz konusu değildir.

Şekil 4: Klasik Küme Grafikselsel Gösterim



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 5: Bulanık Küme Grafikselsel Gösterim



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

1.2.2. Bulanık Küme Özellikleri

Klasik kümelerin sahip olduğu bazı özellikler, bulanık kümeler için de geçerlidir: (Lee, 2005: 28)

Tek kuvvet kuralı: $A \vee A = A$

$$A \wedge A = A$$

Değişim kuralı: $A \vee B = B \vee A$

$$A \wedge B = B \wedge A$$

Birleşim kuralı: $(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C)$

$$(A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C)$$

Emilme kuralı: $A \vee (A \wedge B) = A$

$$A \wedge (A \vee B) = A$$

Dağıtım kuralı: $A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$

$$A \wedge (B \vee C) = (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$$

De Morgan Kuralı: $(A \vee B)' = A' \wedge B'$

$$(A \wedge B)' = A' \vee B'$$

Klasik mantıkta sağlanan aşağıdaki iki kural ise bulanık mantıkta genellikle sağlanmamaktadır:

Karşıtlık Kuralı: $A \wedge A' = \emptyset$

İhraç etme kuralı: $A \vee A' = x$

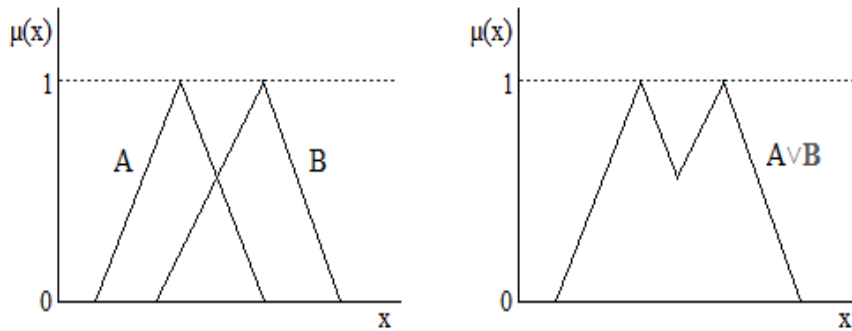
1.2.3. Bulanık Küme İşlemleri

Klasik kümelerde olduğu gibi, bulanık kümelerde de 3 temel işlem vardır: Birleşim, kesişim ve tümeleme. Bulanık mantıkta en çok kullanılan işlemler aşağıda verilmiştir.

Birleşim: Bulanık kümeler için birleşim, $\vee$ işareti ile ifade edilir ve “ve ya” kelimesine karşılık gelir.(Zimmerman, 2001: 17)

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

Şekil 6: İki Bulanık Kümenin Birleşimi

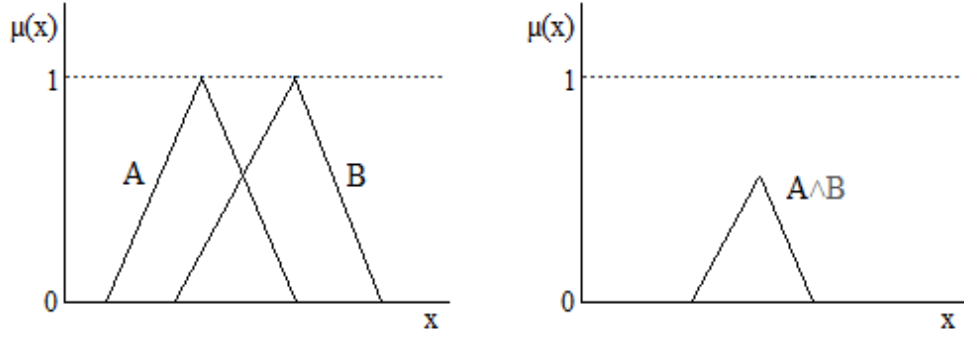


Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Kesişim: Bulanık kümelerde kesişim, $\wedge$ işareti ile ifade edilir, "ve" kelimesine karşılık gelir.(Lee, 2005: 21)

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

Şekil 7: İki Bulanık Kümenin Kesişimi

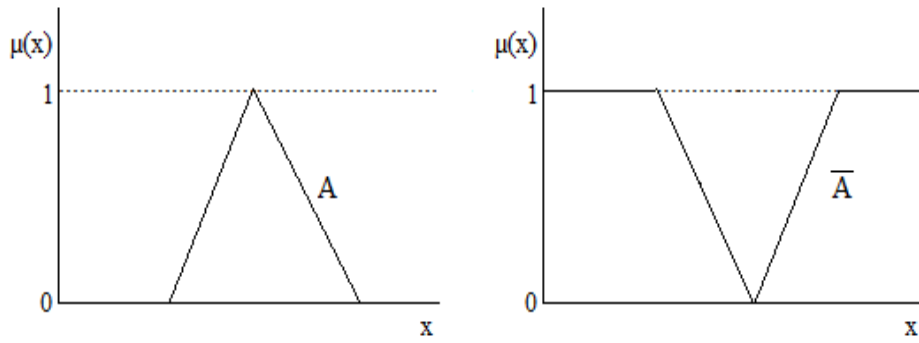


Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Bir bulanık kümenin tümleyeni, küme elemanlarının üyelik derecelerinin 1'den çıkarılması ile bulunur ve aşağıdaki şekilde ifade edilir:

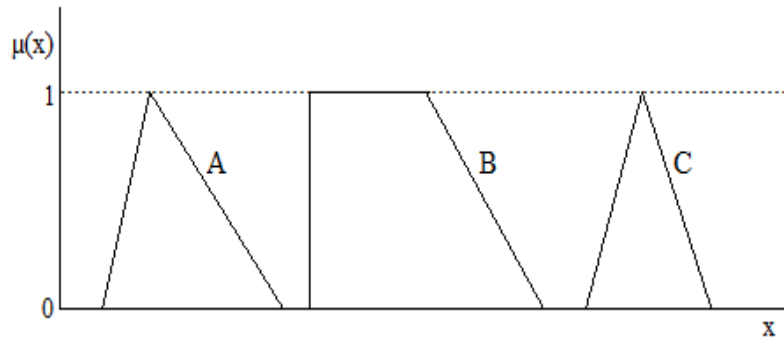
$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

Şekil 8: A Bulanık Kümesi ve Tümleyeni



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

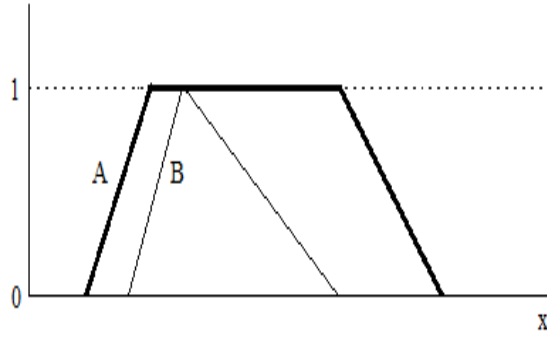
Şekil 9: Bağdaşmayan Bulanık Kümeler



Kapsama: A ve B bulanık kümelerinden B kümesi A kümesinin alt kümesi ise bu üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\mu_B(x) \leq \mu_A(x)$$

Şekil 10: İçerilen Bulanık B Kümesi



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

1.3. ÜYELİK FONKSİYONU

Bulanık kümelerde üyelik fonksiyonu kavramı, bu kümeye üye olan elemanların üyelik derecelerini belirleyen fonksiyon olarak tanımlanabilir. Üyelik fonksiyonları, bulanık bir kümeyi grafiksel olarak temsil etmemize olanak sağlar. X eksenini, girdi evreni, y eksenini ise $[0,1]$ aralığındaki üyelik derecelerini temsil eder. Genellikle μ_A ile gösterilen üyelik fonksiyonlarında, $\mu_A(x)$ değeri, x ögesinin bulanık kümeye üyelik derecesini gösterir. (Omar ve diğerleri, 2015:76)

Klasik Mantık Üyelik Fonksiyonu

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1; & x \in A \\ 0; & x \notin A \end{cases}$$

Bulanık Mantık Üyelik Fonksiyonu

$$\mu_A(x) = E \longrightarrow [0,1]$$

Çekirdek- Bulanık A kümesinin çekirdeği, A kümesinin tam üyelik derecesine sahip elemanlarından oluşur. Bu bölgede, üyelik fonksiyonu 1'e eşittir. (Anderson ve diğerleri, 2016:39)

$$\mu_A(x) = 1$$

Destek - Üyelik fonksiyonunun 0'dan büyük olan bölümüdür.

$$\mu_A(x) > 0$$

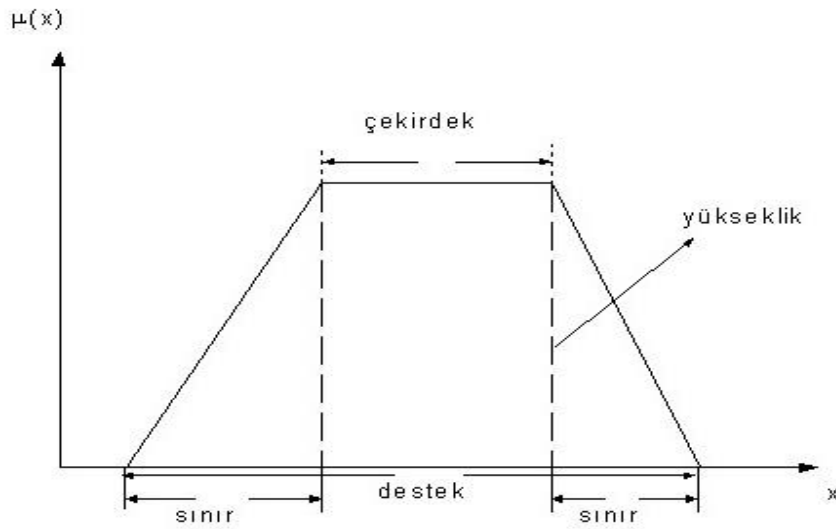
Sınır - A bulanık kümesinin 0 ve 1 derecelerini almayan kısmi üyelik derecesine sahip elemanlarının bulunduğu bölümüdür. (Sivanandam ve diğerleri, 2007)

$$0 < \mu_A(x) < 1$$

Yükseklik -A bulanık kümesinin en büyük üyelik derecesi o kümenin yüksekliğini ifade eder.(Anderson ve diğerleri, 2016:39)

$$\max [\mu_A(x)]$$

Şekil 11: Bir Üyelik Fonksiyonunun Bölümleri



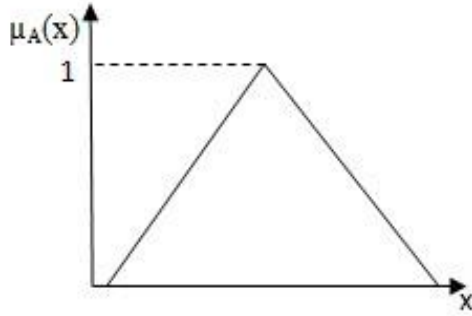
Kaynak: (Ross, 2004: 91)

1.3.1. Üyelik Fonksiyonlarının Sınıflandırılması

Normal Bulanık Küme:Bulanık A kümesini oluşturan elemanlardan en az bir tanesi 1 üyelik derecesine sahipse bu bulanık küme normal bulanık küme olarak adlandırılır.

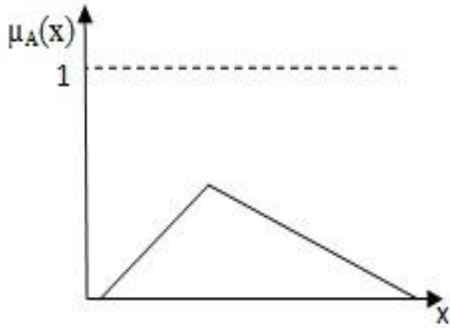
Yukarıdaki şartı sağlamayan kümeler ise "normal olmayan bulanık küme" denir.

Şekil 12: Normal Bulanık Küme



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

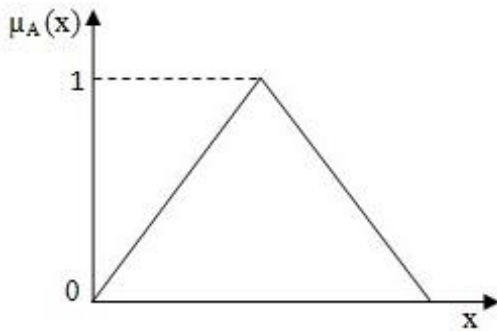
Şekil 13: Normal Olmayan Bulanık Küme



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

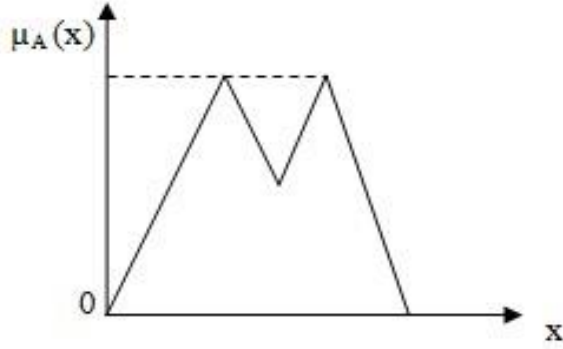
Üyelik dereceleri monoton olarak artan, üyelik dereceleri monoton olarak azalan ve ya üyelik dereceleri monoton olarak arttıktan sonra, monoton olarak azalan değerlere sahip bulanık kümeler, dış bükey bulanık kümeler olarak tanımlanır. Bu şartı sağlamayan bulanık kümeler ise dış bükey olmayan bulanık kümelerdir.

Şekil 14: Dış Bükey Bulanık Küme



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 15: Dış Bükey Olmayan Bulanık Küme



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Eğer A bulanık kümesi, üyelik fonksiyonun her hangi bir noktasına göre simetrik ise A bulanık kümesi simetrik bulanık kümedir. Örneğin $x=k$ noktasına göre simetrik olan A bulanık kümesi için

$$\mu_A(x + k) = \mu_A(x - k)$$

Yukarıdaki şart sağlanmıyorsa, A bulanık kümesi, simetrik olmayan bulanık kümedir.

1.3.2. Üyelik Fonksiyonlarının Çeşitleri

Üyelik fonksiyonları, bulanık küme teorisinin yapı taşlarıdır. Bulanık kümelerdeki bulanıklık, üyelik fonksiyonları tarafından belirlenir. Üyelik fonksiyonu tipleri bulanık çıkarım sistemini etkiler. Bu sebepten dolayı, farklı problem tipleri, farklı üyelik fonksiyonu çeşidi kullanımını gerektirebilir. Üyelik fonksiyonlarının en çok kullanılan çeşitleri aşağıdakilerdir:(Omar ve diğerleri, 2015:76)

- Üçgen Üyelik Fonksiyonu
- Yamuk Üyelik Fonksiyonu
- Gaussal Üyelik Fonksiyonu
- Sigmodial Üyelik Fonksiyonu
- S Şekilli Üyelik Fonksiyonu
- Z Şekilli Üyelik Fonksiyonu

1.3.2.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonları, a,b,c olmakla 3 parametreye göre belirlenir:

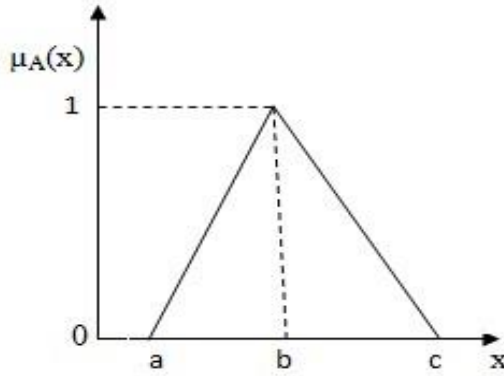
$$\mu_A(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, x < a \text{ veya } x > c \\ \frac{x-a}{b-a} a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b} b < x < c \end{cases}$$

Yukarıdaki denklemde, a bulanık küme desteğinin alt sınır değerini, b tam üyelikli tek sayıyı, c ise bulanık küme desteğinin alt sınırını gösterir.

Max ve min kullanarak yukarıdaki denklem için farklı bir alternatif sunabiliriz:

$$\mu_A(x, a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right)$$

Şekil 16: Üçgen Üyelik Fonksiyonu Gösterimi



Kaynak: Satyendra ve diğerleri, 2008: 380

1.3.2.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonu a, b, c ve d olmak üzere 4 parametre ile gösterilir ve aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$\mu_A(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, x < a \text{ veya } x > d \\ \frac{x-a}{b-a} a < x < b \\ 1 & b < x < c \\ \frac{d-x}{d-c} c < x < d \end{cases}$$

Burada a ve c bulanık küme desteğinin sırası ile alt ve üst sınırlarını b ve c ise üyelik derecesi tam olan sayıların küme sınırlarını gösterir.

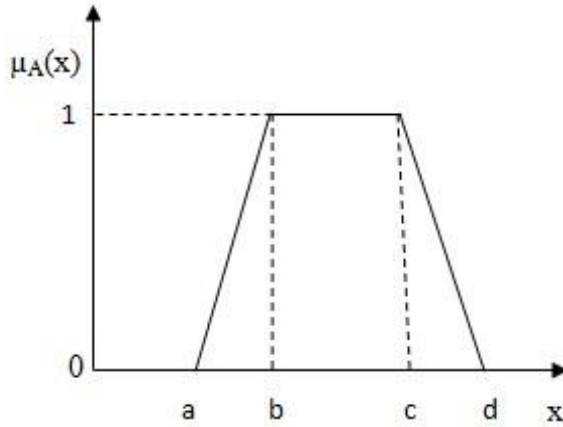
Yamuk üyelik fonksiyonu için aşağıdaki şart doğrulanmalıdır:

$$a < b < c < d$$

Max ve min kullanılarak yamuk bulanık sayılar aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\mu_A(x, a, b, c, d) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right)$$

Şekil 17: Yamuk Üyelik Fonksiyonu Gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

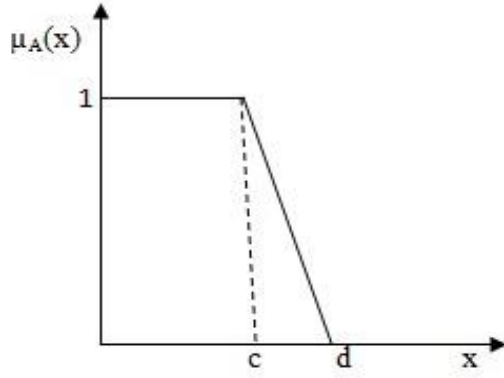
Basit formülleri ve hesaplama kolaylığı nedemivle özellikle gerçek zamanlı uygulamalarda, üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları , ok tercih edilir.(Sanchez ve Gomez, 2003: 667)

1.3.2.3. R Tipi Üyelik Fonksiyonu

R şekilli üyelik fonksiyonu aşağıda gösterilen formül ile ifade edilir:

$$\begin{cases} 0, & x > d \\ \frac{d-x}{d-c} & c \leq x \leq d \\ 1, & x < c \end{cases}$$

Şekil 18: R Tipi Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

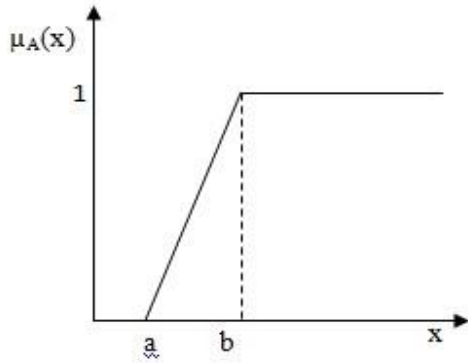


1.3.2.4. L Tipi Üyelik Fonksiyonu

L şekilli üyelik fonksiyonu aşağıdaki formül ile ifade edilir: (Bezděk, 2013: 372)

$$\begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1, & x > b \end{cases}$$

Şekil 19: L Tipi Üyelik Fonksiyonu Gösterimi



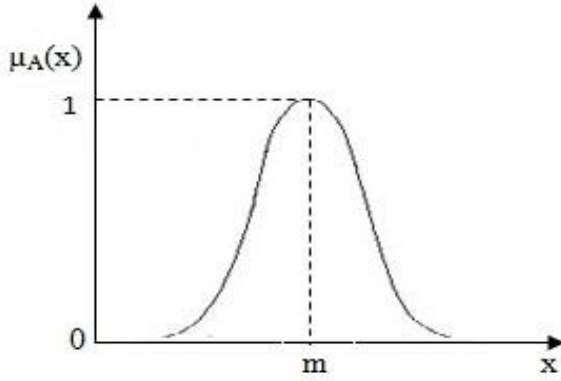
Kaynak: Bezděk, 2013: 373

1.3.2.5. Gaussal Üyelik Fonksiyonu

Gaussal bulanık sayının matematik ifadesi şu şekildedir: (Leszek ve diğerleri, 2004: 351)

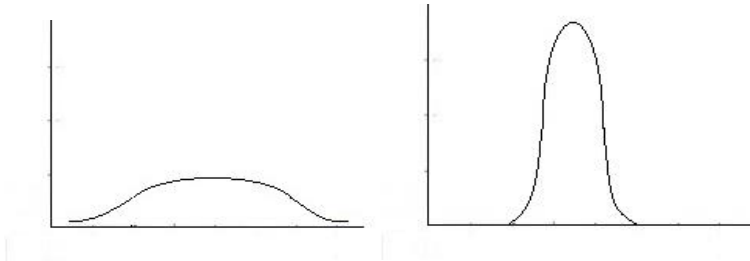
$$\mu_A(x, m, \sigma) = \exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right)$$

Şekil 20: Gaussal Üyelik Fonksiyonu Gosterimi



Burada m dağılımın merkezini, σ ise merkezden dağılım genişliğini ifade eder. σ 'nın aldığı değerler büyüdükçe daha basık, küçüldükçe ise daha sivri bir görünüm elde edilir.

Şekil 21: Basık Gaussal ve Sivri Gaussal



Kaynak: (Eravacı, 2016:23)

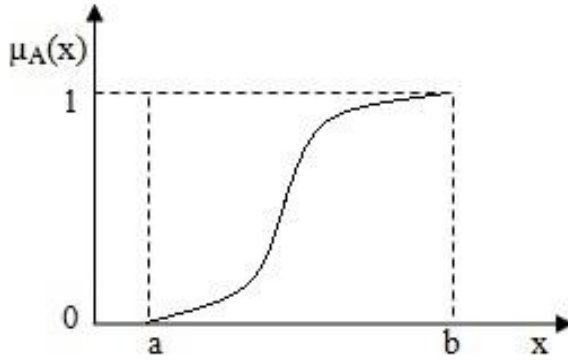
Gaussal üyelik fonksiyonunun kullanımı bir çok avantaja sahiptir. Ancak bu durum simetrik olmayan üyelik fonksiyonları için geçerli değildir.

1.3.2.6. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu

Sigmoidal üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$\mu_A(x, \alpha, \beta) = \left(\frac{1}{e^{-\beta(x-\alpha)}} \right)$$

Şekil 22: Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

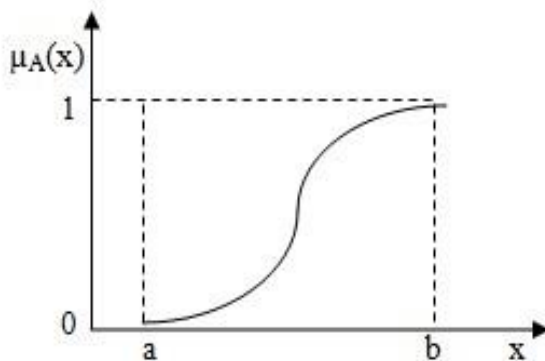
a parametresinin değerine bağlı olarak, sigmoid üyelik fonksiyonu, sağa ve ya sola doğru "açık"tır. Bu nedenle çok büyük ve ya çok olumsuz gibi dilsel değişkenler için sigmoid fonksiyonun kullanılması daha avantajlıdır.

1.3.2.7. S Şekilli Üyelik Fonksiyonu

İsmi S harfine benzemesinden alan S şekilli üyelik fonksiyonu, a ve b ile gösterilen 2 parametre ile tanımlanmaktadır.

$$\mu_A(x; a, b) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ 2 \left(\frac{x-a}{a-b} \right)^2, & a \leq x \leq \frac{a+b}{2} \\ 1 - 2 \left(\frac{x-b}{b-a} \right)^2, & \frac{a+b}{2} \leq x \leq b \\ 1, & x \geq b \end{cases}$$

Şekil 23: S Şekilli Üyelik Fonksiyonu



Kaynak: Mandal ve diğerleri, 2012: 295

1.3.3. Üyelik Fonksiyonunun Belirlenmesi

Değişkenlere üyelik fonksiyonun atanması işlemi rastgele yapılabileceği gibi belirli yöntemlere dayanarak da gerçekleştirilebilir. Üyelik fonksiyonunun belirlenmesinde birkaç farklı yöntem kullanılır. Literatürde adı geçen başlıca yöntemler:

1. Sezgisel,
2. Çıkarımsal,
3. Derecelendirme,
4. Yapay Sinir Ağları,
5. Genetik Algoritmalar yöntemleridir.

Sezgisel - Bu yöntem üyelik fonksiyonunun kişisel sezgilere dayanarak atanmasına dayanır ve kişiye göre farklılık gösterebilir. (Ross, 2010: 175)

Çıkarımsal - Bu yöntem ile üyelik fonksiyonu belirlenirken dikkat edilmesi gereken şey, olay hakkında belirli bilgilere sahip olunmasıdır. Yöntemin özelliği, tümdengelim mantığına ve konu hakkında gerçek bilgilere dayalı karar verilmesidir. (Ross, 2010: 176)

Derecelendirme - Derecelendirme ile üyelik fonksiyonunun belirlenmesinde, anketler soruşturmalar yapılarak alternatiflere verilen puanlara göre uygun fonksiyon seçilir. Değerlendirmeler bir kişi ve ya bir grup tarafından yapılabilir. (Ross, 2010: 178)

Genetik Algoritmalar - Yöntem en uygun olanın seçilmesine dayanır. Optimum ve ya optimuma en yakın sonuç hedeflenir. (Homaifar, 1995: 129-130)

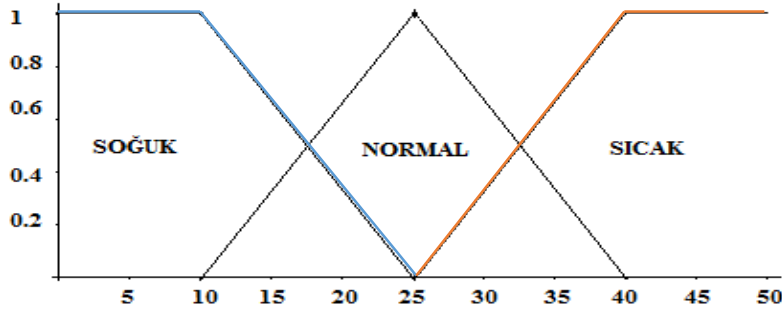
Yapay Sinir Ağları - İnsan düşüncesine uygun programlanmış yazılımlar ile üyelik fonksiyonu belirlenir. Bu yöntem ile üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde bilgisayardaki sistem gerekli bilgiyi depolayarak bir sonra problem çözümü için kullanır. (Horikawa, 1992: 801-802)

1.4. DİLSEL DEĞİŞKENLER

Dilsel değişkenler, günlük hayatın hemen hemen her alanında yer alır. Dilsel değişkenler, kelimeler ve ya kelime grupları ile ifade edilen sayılar yerine kullanılan

değişkenlerdir. Dilsel değişkenler, kesin olmayan karmaşık ve rakamlarla ifade edilemeyen durumlarda kullanılır.(Ecer, 2007: 162-163)

Şekil 24: "Sıcaklık" Değişkeninin Bulanık Kümelerde Değer Alması



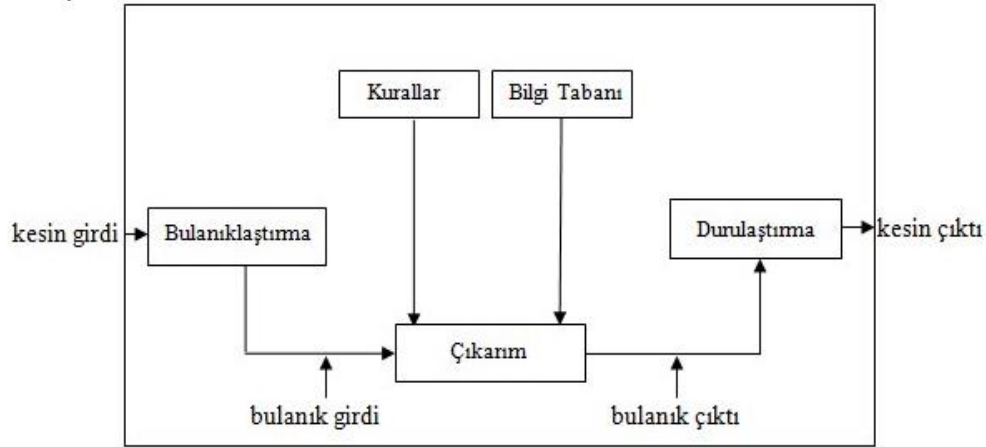
Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 24’de görüldüğü gibi, dilsel değişken olan “sıcaklık” değişkeni, “soğuk”, “normal” ve “sıcak” değerleri almaktadır. Ama bu değerlerden başka “sıcaklık” ,“çok soğuk”, “çok sıcak”, “az soğuk” vs gibi değerler de alabilir.

1.5. BULANIK MANTIK SİSTEMİ

Bulanık mantık kullanarak problem çözmenin belirli adımları vardır. Bu adımlar 3 temel birimden oluşur. Şekil 25’de bulanık problem çözme sisteminin genel yapısı gösterilmiştir. (Waweru ve diğerleri, 2015: 58)

Şekil 25: Bulanık Mantık Sistemi



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Elmas (2003) bulanık mantık sisteminin aşağıdaki özelliklere sahip olduğunu belirtmiştir:

- Girdi ve çıktı değerlerinin ölçüm değerleri sabittir.
- Bulanık kural tabanı sabittir. Bütün kurallar eşit derecede doğrudur.
- Üyelik fonksiyonları sabittir.
- Kuralların sayısı girdilerin sayına bağlıdır.
- Çıktıları birleştirme yöntemi sabittir.
- Kural tabanı yapısı hiyerarşik değildir.

Bulanıklaştırma Birimi

Bulanık mantık sayısal değişkenler yerine, dilsel değişkenleri kullanır. Bu sayısal değişkenleri dilsel değişkenlere dönüştürme sürecine, bulanıklaştırma adı verilir. Yani, bulanıklaştırma birimi, klasik ve ya kesin verileri bulanık verilere dönüştürür.(Monicka, 2011:9)

Çıkarım Birimi

Bu aşamada dilsel değişkenler kullanılarak, bilgi tabanı ve bulanık kurallar oluşturulur.(Masmoudi, 2018: 96) Çıkarım süreci 2 yaygın yöntemle dayanarak oluşturulabilir.

Mamdani yöntemi insan davranışları ve sezgisel yanı ile daha yaygın bir kullanıma sahiptir. Ayrıca diğer yöntemler için de temel yöntem niteliğindedir.(Yılmaz ve Arslan, 2005: 515) Mamdani çıkarım sürecinin 5 adımdan oluşur:(Abdulajabar, 2011: 15)

1. Değişkenlerinin bulanıklaştırılması
2. Bulanık mantıksal işlemler
3. Uygulama
4. Sonuçların toplanması
5. Durulaştırma

İkinci yöntem olan Sugeno yöntemi de, Mamdani yöntemine çok benzer. Sadece tek bir kurala göre farklılık teşkil eder. Sugeno yönteminde, Mamdani yönteminde kullanılan bulanık kümelerin yerine, giriş değişkeninin matematiksel fonksiyonu kullanılır.

Durulaştırma Birimi

Bulanık verilerin net verilere dönüştürülmesi işlemini gerçekleştirir. (Rebrovs ve Kuleşova, 2017: 25) Durulaştırma birimi sürecin son adımıdır. Bu adımda kurallar değerlendirilir ancak bulanıklaştırma sürecinin sonucu kesin bir sayıdan oluşmalıdır.

1.6. BULANIK MANTIK AVANTAJLARI

1. Karmaşık sistemler için klasik mantığa göre daha basit çözümler üretir.
2. Doğrusal olmayan sistemleri modelleyebilir.
3. Geleneksel mantığa göre daha hızlı ve esnektir.
4. İşleyişi insan düşünce tarzına yakındır.
5. Tam olarak tanımlanamayan ve ya verileri eksik problemlerin çözümünde kullanılabilir.

1.7. BULANIK MANTIK DEZAVANTAJLARI

Yukarıda belirtilen özellikler, bulanık mantık kullanımını bir çok problem çözümünde avantajlı hale getirir de, dezavantajları da gözardı edilememlidir.

1. Bulanık mantık kurallarını tanımlamak zordur ve uzman deneyimine ihtiyaç duyulur.
2. Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde en uygun yöntem olarak deneme yanılma yöntemi kullanılır. Ancak yöntem zaman kaybına neden olabilir.
3. Sisteme kararlılık analizini yapılamaz ve sistemden çıkacak sonuç önceden kestirilemez.

İKİNCİ BÖLÜM

PROJE SEÇİMİ VE PROJE BAŞARISI

2.1. PROJE KAVRAMI

Problemler, ihtiyaçlar ve fırsatlar her organizasyonda sürekli olarak kendini göstermektedir. Bu problemler, ihtiyaçlar ve fırsatlar için oluşturulan çözümler, organizasyonlarda bazı değişikliklerin yapılmasını gerektirir. Proje kavramı da, genellikle, bu değişiklikleri gerçekleştirmek için ortaya çıkar. Literatürde proje kavramı için farklı tanımlar kullanılmıştır.

Proje Yönetim Enstitüsü'ne göre proje: *" bir ürün, hizmet ve ya sonuç üretmek için gerçekleştirilen geçici bir çabadır."* (Project Management Institute, 2013: 3)

Uluslararası Proje Yönetimi Derneği projeyi şu şekilde tanımlar: *"Proje kalite standartları ve gereksinimleri tanımlanmış, bir dizi teslimatı gerçekleştirmek için zaman ve maliyetle kısıtlı, geçici ve eşsiz bir operasyondur."*(International Project Management Association, 2015: 36)

Caleland ve Gareis projeleri,(2006) stratejilerin uygulanması için değişim yaratmanın en temel yolu olarak ifade etmiştir.

Maskendahl'a (2010) göre *"projeler, işletme stratejilerinin merkezi yapı taşıdır ve işletmenin başarısı projelerin başarısına bağlıdır."*

Tuman'ın (1983) belirttiği gibi *"proje belirli tarihte, belirli bütçe ile, belirli bir performans seviyesinde sonuçlanması gereken benzersiz ve yüksek riskli teşebbüstür. Projeler iyi tanımlanmış hedef ve ya hedeflere ayrışa yeterli kaynağa sahip olmalıdır."*

Declerk ve arkadaşlarının (1983,1997) tanımına göre projeler zaman ve mekanla sınırlı, politik-sosyo-ekonomik çevre ile etkileşimli faaliyetlerdir.

Projeler çeşitli iş tanımına sahip insanların bir araya gelmesi ile gerçekleştirilir. Projelerdeki tarafları projedeki rollerine göre aşağıdaki kategorilere ayırabiliriz:

Yatırımcılar: projeyi finanse eder.

Proje Yöneticisi: Projeyi hedeflerine ulaştırmaktan ve tüm proje süreçlerini koordine etmekten sorumlu olan kişidir.

Proje Ekip Üyesi Proje yöneticisi tarafından yönlendirilen projedeki gerekli görevleri yerine getiren kişidir.

Müşteri projenin nihai yararlanıcısıdır.

Tedarikçi, proje için gerekli kaynakları temin eder.

Paydaş, projeye ilgilenen diğer kişilerdir (kredi kuruluşları, devlet kurumları, hissedarlar vb.). Projelerin başarılı olarak tanımlanabilmesi için bütün proje taraflarının beklentileri karşılanmış olmalıdır.

2.1.1. Proje Özellikleri

Projeleri süreçlerden ayıran özellikler: (Schwalbe, 2015:5)

- Belirlenmiş bir başlangıç ve bitiş zamanının olması
- Önceden tanımlanmış amaç ve ya amaçlara sahip olması
- Birbiri ile bağlantılı süreçlerden oluşması
- Kısıtlı bütçe

Özelliklerinde de belirtildiği gibi projeler başlangıç ve bitiş zamanına sahiptir ve bu başlangıçtan bitişe kadar olan süreçte projeler 3 temel kriteri karşılamış olmalıdır:

- 1.Projeler zamanında tamamlanmalıdır.
- 2.Projeler önceden belirlenmiş bütçe dahilinde gerçekleştirilmelidir.
- 3.Projeler öngörülen kalite koşullarını sağlamalıdır.

Bu kriterler sonraki bölümlerde bahsedeceğimiz proje üçgenini oluşturmaktadır. Bazı kaynaklar kalite yerine performans kelimesini kullanmaktadır. Ancak anlam aynıdır ve sonuç olarak proje operasyonel gereksinimleri karşılamalıdır. Havayolları, demiryolları, madencilik gibi belirli alanlarda, bu üçgene dördüncü kriter olarak güvenlik kriteri de eklenebilir. Bu kriterlerden herhangi birine verilen öncelik derecesi sadece uygulandığı alana değil aynı zamanda projeye de bağlıdır.

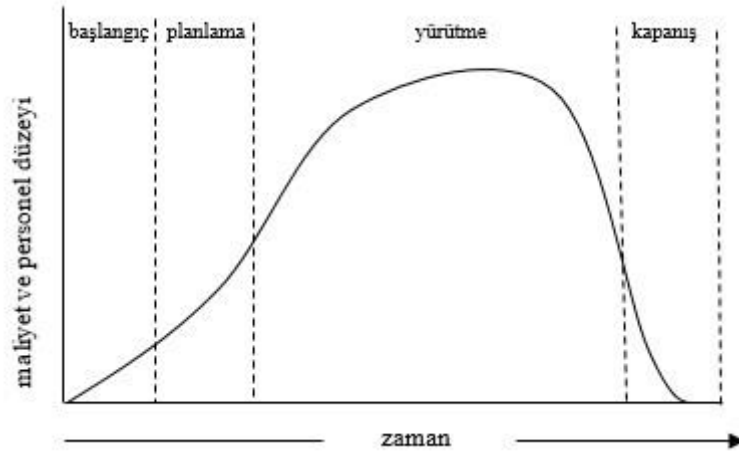
2.2. PROJE YAŞAM DÖNGÜSÜ

Büyük projelerin temel sorunlarından bir tanesi kaynak kısıtıdır. Kaynakların doğru kullanılmaması projelerin başarısız olmasına neden olabilir. Bu yüzden projeler proaktif bir yaklaşım ile yönetilmelidir. Yani projenin gerçekleştirilmesinden önce

proje ile ilgili değerlendirilmeler yapılmalı ve plan doğrultusunda hareket edilmelidir. Çünkü projenin gerçekleştirilmesinden sonra ortaya çıkan hataları düzeltmek çok zor ve ya imkansızdır.

Proje ekibinin ve yöneticisinin ortak görevleri, projelerin amaçlanan doğrultuda gerçekleştirilmesi için proje faaliyetlerini doğru bir şekilde yürütmektir. Her bir proje için bir başlangıç süreci proje ile ilgili faaliyetlerin gerçekleştirildiği bir orta süreç ve başarılı ve ya başarısız olarak tanımlanabilecek bir bitiş aşaması vardır. Standart bir proje 4 aşamada gerçekleştirilir: Başlangıç, planlama, uygulama ve kapanış. Bu aşamalar projelerin başlangıcından bitişine kadar geçtiği yolu temsil eder ve projenin yaşam döngüsü olarak adlandırılır.

şekil 26: Proje Yaşam Döngüsü



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

2.2.1. Başlangıç

Başlangıç aşaması projenin tanımlandığı aşamadır. Ekip yeleri projenin mümkün olup olmadığına ve istenilen zaman diliminde gerçekçi bir şekilde tamamlanıp tamamlanmayacaklarına karar verir.

- proje fikri tanımlanır, kavramsal ereve oluşturulur,
- mevcut durum incelenir ve gerekli veriler toplanır,
- projenin kısıtları belirlenir,
- projenin amacı belirlenir,
- proje ortamı ve tarafları belirlenir.

2.2.2. Planlama

Proje belirlenip onaylandıktan sonra işlemler sistemli bir şekilde gerçekleştirmek için yazılı bir plana ihtiyaç duyulur. Planlama projeyi etkili bir şekilde tamamlamak için atılması gereken adımların başında gelir. Ekibin planlama aşamasında ele aldığı konular yürütme aşamasında zamandan ve bütçeden tasarruf sağlar. Bu yüzden başarılı bir proje hazırlamak ve yürütmek için planlama aşaması zorunludur. Planlama aşamasının adımları:

- proje yöneticisi belirlenir,
- proje ekibi belirlenir,
- projenin sonucu ve nihai ürün belirlenir,
- ürünün kalite standartları belirlenir,
- gerekli kaynaklar belirlenir,
- proje bütçesi belirlenir.

Proje planını tasarlarırken, mevcut ve gerekli tüm kaynaklar dikkate alınmalıdır. Bu noktada mümkün olduğunca gerçekçi olunmalı, tüm potansiyel riskler göz önünde bulundurulmalı, gerçekçi planlamayı engelleyen "iyimserlik" yaklaşımından kaçınılmalıdır.

2.2.3. Yürütme

Üçüncü aşama olan yürütme aşamasında proje planı uygulaya konulmakta ve proje gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada en önemli şey süreçler arasındaki koordinasyonu sağlamak ve projenin sürekli olarak izlenmesi, kontrol edilmesidir. Bazı kaynaklarda proje yaşam döngüsü izleme/kontrol bölümü de eklenerek 5 aşamada değerlendirilirken diğer kaynaklarda yürütme bölümüne dahil edilerek incelenir. Proje yürütme aşamasında tamamlanan görevler şunlardır:

- Proje yönetim planlarını yürütme
- İhtiyaç halinde tedarik yönetimi
- İzleme sistemlerinin kurulması
- Durum toplantıları
- Performans Değerlendirilmesi

2.2.4. Kapanış

Ekip projeyi tamamladığında yaşam döngüsünün son aşamasına geçmiş oluyoruz. Projenin kapanış, yani tamamlanma aşamasında, nihai ürüne ulaşılmış ve proje bitmiş olarak kabul edilir ve ürün müşteriye teslim edilir. Son adım da diğer adımlar kadar önemlidir. Bu aşamada ekip üyeleri tarafından projenin son hali analiz edilir ve değerlendirilir. Bu da gelecekte hangi sorunların iyileştirilebileceğinin belirlenmesine yardımcı olur. Genellikle son bir toplantı ile proje başarısı ve başarısızlıkları değerlendirilir. Projeyi kapatmak için nihai rapor oluşturulur.

2.3. PROJE YÖNETİMİ

20.yüzyılın başlarında, Frederick Taylor, daha yoğun ve uzun süreli çalışmak yerine, iş kavramının temel bölümlerine odaklanarak verimliliğin artırılması ile iş gücünün geliştirilmesi üzerine çalışmalara başladı. Taylordan sonra Henry Gantt, onun fikirlerini benimseyerek, iş süreçlerini ayrıntılı bir şekilde inceleyerek, modern proje yönetimini geliştirdi ve Gantt şeması ile ün kazandı. (Lock, 2007: 2-5)

1940'larda, proje yönetimi kavramı, savunma ve silah sanayisi alanlarında kullanılmaya başladı. Bu gelişmelere rağmen 1950'lere kadar proje yönetimi standart bir yöntem kullanılmadan gerçekleştiriliyordu. (Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, 2017: 6)

Günümüzde ise proje yönetimi kavramı değişikliğe uğramıştır ve artık bütün organizasyonlarda uygulanabilir hale gelmiştir. Proje yönetimi genel yönetimin, gelişmiş ve spesifik bir dalıdır. Artık sadece teknik bir alana özgü değil, farklı alanlar için de örgüt stratejilerine uygun bir şekilde gerçekleştirilebilen bir kavramdır. (Maylor, 2013: 6-7)

Tablo 1: Proje Yönetimi'nin Tarihi Gelişimi

Aşama	Tarih	Özellikler
1	1950 öncesi	Genel kabul görmeyen ve tanımlanmamış yöntemler
2	1950'ler	Sayısal Yöntemler
3	1990'lardan günümüze	Stratejiye dayanan koşullu yaklaşım

Kaynak: Maylor, 2003: 7

Proje yönetimi, sadece örgütsel değil, ekonomik çapta da büyük bir fayda sağlar. Organizasyonlar için proje yönetimi rekabet üstünlüğü sağlarken, uluslar için proje performansı, ekonominin gelişmesinde rol oynar.

Proje yönetimi, proje gereksinimlerini yerine getirmek için proje faaliyetlerinin planlaması, raporlanması ve kontrolü süreçlerini kapsar. Başka bir deyişle, proje ekibinin başarılı bir projeye imza atmasını sağlayan, birbiriyle ilişkili bir süreçler grubudur. Bu süreçler belirli faaliyetlerden gelen girdileri yönetir ve çıktılar üretir. Girdiden çıktıya doğru ilerleme, entegrasyon gerektirir. Bu ilerleme, risk yönetimi, ihtimal geliştirme ve değişim kontrolü gibi bir çok alanda uzmanlık gerektirir.

PMBOK (2008), proje yönetimini “*proje gereksinimlerini karşılamak için proje faaliyetlerine bilgi, beceri, araç ve tekniklerin uygulanması*” olarak tanımlamaktadır. Proje yönetimi, proje gerçekleştirme süreçlerinin uygun şekilde uygulanması ve entegrasyonu ile yürütülmektedir. Bu süreçler “başlangıç, planlama, yürütme, kontrol ve kapanış”olarak sıralanabilir.

PMBOK başarılı bir proje yönetiminin bileşenlerini şu şekilde ifade eder:

Gereksinimlerin tanımlamak,

Paydaşların çeşitli beklentilerini, kaygılarını ve ihtiyaçlarını ele almak,

Paydaşlar arasında gerekli iletişimi sağlamak,

Paydaşları ve ekibi yönlendirmek,

Proje kısıtlarını dengelemek:

- Kaynaklar
- Program
- Riskler
- Kapsam
- Kalite
- Bütçe

Proje yönetimi tüm sektörler için geçerli 9 temel bilgi alanından oluşmaktadır. Bu alanlar PMBOK'da şu şekilde sıralanmıştır:

- Proje Geliştirme Yönetimi,
- Proje Kapsam Yönetimi,
- Proje Zaman Yönetimi,
- Proje Maliyet Yönetimi,
- Proje Kalite Yönetimi,
- Proje İnsan Kaynakları Yönetimi,
- Proje İletişim Yönetimi,
- Proje Risk Yönetimi,
- Proje Tedarik Yönetimi

Bahsedilen alanların her biri kendine özgü faaliyetlerden oluşur. Bu faaliyetler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Proje Yönetimi Yapısı

Proje Geliştirme Yönetimi	Proje Kapsam Yönetimi	Proje Zaman Yönetimi
Proje Planı Geliştirme Proje Planı Uygulaması Değişim Kontrolü	Proje Kapsamının Başlatılması Proje Kapsamının Planlanması Proje Kapsam Tanımlanması Proje Kapsam Doğrulanması Kapsam Değişim Yönetimi	Faaliyetlerin Tanımlanması Faaliyetlerin Sıralanması Faaliyet Süreleri Tahmini Program Geliştirme Program denetimi
Proje Maliyet Yönetimi	Proje Kalite Yönetimi	Proje İnsan Kaynakları Yönetimi
Maliyet Planlaması Maliyet Tahmini Bütçeleme Denetim	Kalite Planlaması Kalite Güvencesi Kalite denetim	İnsan Kaynakları Planlaması Personel Alımı Takım Oluşturma
Proje İletişim Yönetimi	Proje Risk Yönetimi	Proje Tedarik Yönetimi
İletişim Planlaması Bilgi Dağıtım Performans Raporlama	Risk Yönetiminin Planlanması Riskin Tanımlanması Nitel Risk Analizi Nicel Risk Analizi Riske Cevap Verme Planlaması Risk İzlemesi ve Kontrolü	Tedarik Planlaması Talep Planlaması Kaynak Seçimi Kontrat Yönetimi

Kaynak: Şeniz, 2004: 16

2.3.1. Proje Yönetim Üçgeni

Proje yönetim üçgeni (Üçlü Kısıt olarak da adlandırılır), proje yönetiminin kısıtlar modelidir. Proje yönetim üçgeni, proje eğilimini belirlemenize veya bir projenin hedeflerini analiz etmenize yardımcı olur.

Şekil 27: Proje Yönetim Üçgeni



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Üçgeni oluşturan kısıtlardan biri değişirse diğer kısıtlardan en az biri değişir.

2.3.1.1. Zaman

Bir projenin zamanında tamamlanması, önemli bir kriter olarak görülür. Programın doğru bir şekilde kontrol edilmesi, görevlerin dikkatli bir şekilde tanımlanması, gerçekçi süre tahminleri, zaman parametresine etki eden önemli faaliyetlerdir.(Stojcetovic ve diğerleri, 2014: 349)

Projeleri oluşturan faaliyetler, çalışan kişi sayısı, deneyim, beceri gibi bir çok faktöre bağlıdır. Zaman kontrol edilemeyen kriterlerden bir tanesidir. Ancak projenin öngörülen zamanda tamamlanamaması, son teslim tarihlerine uyulmaması projelerin başarısı ve işletmeler için olumsuz etkiler yaratabilir.

2.3.1.2. Maliyet

Maliyet, projeyi gerçekleştirmek için gerekli tüm harcamaları içeren proje için onaylanmış bütçedir. Organizasyonlarda proje yöneticileri proje için ayrılmış bütçeyi az kullanmakla bütçeyi aşmak arasındaki dengeyi iyi kurmak zorundadırlar. İyi bir

şekilde düzenlenmemiş bütçe planları projelerin başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olan faktörlerden bir tanesidir.

2.3.1.3. Kalite

Kalite, proje yönetim üçgenini oluşturan köşelerden bir tanesi değildir ancak her projenin nihai amacıdır. Bir çok proje yöneticisi kaliteyi maliyetle ilişkilendirir ki, bu bir bakıma doğrudur. Çünkü projeleri hızlandırmak için proje kaynaklarından yapılan fedakarlık, proje başarısını olumsuz yönde etkileyebilir.

Proje yönetimi kapsamında kalite projenin sonucunu ifade eder. Bu sonucun iki bileşeni vardır: (Verzuh, 2005: 19)

- 1.İşlevsellik-Proje sonucundan beklentiler ile ilgili iken; .
- 2.Performans-işlevselliğin ne derecede karşılandığı ile ilgilidir.

Kalite Yönetimi 3 adımdan oluşur.

- 1.Kalite Planlaması-Proje ile ilgili standartların belirlenmesi
- 2.Kalite Güvence Faaliyetleri
- 3.Kalite Kontrolü-Proje sonuçlarının izlenmesi

2.3.1.4. Kapsam

Kapsam proje planı geliştirme aşamalarından bir tanesidir. Proje bağlamında kapsam kavramı iki anlamda kullanılabilir:

- 1.Ürün kapsamı-bir üründe ve ya hizmetde bulunması gereken özellikler ve fonksiyonlar,
- 2.Proje kapsamı -ürünü teslim etmek için gerekli özellikler ve fonksiyonlar.

Kapsam Yönetimi aşağıdaki süreçleri içerir.

- 1.Gereksinimlerin Toplanması
- 2.Kapsamın Tanımlanması
- 3.İş Kırılım Yapısının (İKY) Oluşturulması
- 4.Kapsamın Doğrulanması
- 5.Kapsamın Kontrolü

2.4. PROJE BAŞARISI

Başarılı bir projenin hangi özelliklerden oluşması gerektiği, proje yönetimi alanında çok tartışılmıştır. Bulgular ise bu özellik kümesinin yıllar içerisinde değiştiğini ve geliştiğini göstermiştir.

Beleiu ve Crisan proje başarısını, önceden belirlenmiş zaman, maliyet ve performans koşullarına uygun olarak hedeflere ve planlanan sonuçlara ulaşılması olarak değerlendirmiştir.

Avots ve Gaddis'in çalışmaları, proje başarısının, temel olarak üç faktör; zaman, bütçe ve proje kapsamı ile ilgili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmalar projenin başarısını tanımlamak ve ölçmek için bir standart oluşturulmasını sağlamıştır. (Pinto, 1988: 68) Ancak proje yönetimi alanı geliştikçe üçgeni oluşturan faktörler proje başarısını tanımlamak için yeterli görülmemiştir. Mir ve Pinnington (2014) proje başarısını bir çok özellik barındıran çok boyutlu bir kavram olarak değerlendirmiştir.

2.4.1. Kritik Başarı Faktörleri

Kritik Başarı Faktörleri kavramı literatüre Rockart tarafından kazandırılmıştır. Kavramın orta çıkma amacı üst yönetim ihtiyaçlarının belirlenip bu doğrultuda yönetime destek olmaktır.(Rockart, 1979: 81) Doğru değerlendirilmesi halinde hedeflenen sonuca ulaştıran faktörler kritik başarı faktörleri olarak tanımlanır. Farklı sektörler için farklı başarı faktörleri karakterize edilebilir. Kritik başarı faktörleri uzman görüşüne dayalı, grup toplantısı ile ve ya önceki çalışmalar incelenerek belirlenebilir. Literatürde proje başarısını etkileyen faktörlerle ilgili bir çok çalışma mevcuttur.

Bayar kritik başarı faktörleri üzerine yaptığı çalışmada proje başarısına etki eden aşağıdaki faktörleri belirlemiştir: (Bayar, 2007: 38-41)

- Müşteri Memnuniyeti
- Pazar Payı Hedefleri
- Gelir Hedefleri
- Yatırımın Geri Dönüş Oranı
- Geri Ödeme Süresi

- Rekabet Avantajı
- Pazara Ulaşım Hızı
- Maliyet

Dinçer ve Garousi yürüttükleri çalışmada kritik başarı faktörleri olarak 6 faktörden bahsetmiştir: (Dinçer ve Garousi, 2015: 67)

- Bütçe
- Zaman
- Kapsam
- Kalite
- Fonksiyonel Uygunluk
- Güvenilirlik

Proje Yönetim Derneği projeler için başarı faktörlerini incelemiş ve aşağıdaki sonuca ulaşmıştır: (The Association for Project Management, 2014: 20)

- Etkin yönetim
- Amaçlar ve hedefler
- Yetkili proje ekipleri
- Proje planlama ve gözden geçirme
- Proje başarısına bağlılık
- Kanıtlanmış yöntemler ve araçlar kullanımı
- Finansman yeterliliği
- Standartlara uygunluk

Yukarıda verilen tüm bu faktörler genişletilebilir ve sektörel bazda değerlendirilebilir. İşletme kritik başarı faktörlerini belirleme sürecinde dikkatli ve özenli davranmalıdır. Çünkü projelerin başarısı kritik başarı faktörlerinin doğru belirlenmesine bağlıdır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULANIK KARAR VERME

3.1. KARAR VERME KAVRAMI

Karar verme, temel yönetim görevlerinden bir tanesidir. Karar verme süreci, iki ya da daha fazla alternatif arasından uygun olanın seçilmesi sürecidir. Karar verme yönetimin önemli işlevlerinden biri olarak görülür. Planlama, organizasyon, koordine, kontrol gibi yönetsel işlevler kararlar ile yürütülür.

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), çeşitli faktörler, amaçlar ve kriterler de dahil olmak üzere karmaşık senaryolarda, en iyi sonuçları bulmakla ilgilenen operasyonel bir araçtır. ÇKKV karmaşık bir karar verme aracı olarak görülür. Son yıllarda hem nicel, hem nitel kriterler içeren ÇKKV için çeşitli teknikler ve yaklaşımlar önerilmiştir.

ÇKKV yöntemleri 2 farklı kategoride değerlendirilebilir: Çok Nitelikli Karar Verme(ÇNKV) ve Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV).(Chauhan ve Vaish, 2012: 2)

Karar verme, en basit tanımı ile minimum iki alternatif arasından, en iyi olanın seçilmesi sürecidir. Bir karar verme sürecindeki bileşenler şu şekildedir:(Er,2016: 4)

1. Karar Verici - seçenekler arasından tercih yapacak kişi ve ya kişiler
2. Alternatifler - tercihler kümesi
3. Kriterler - alternatifleri etkileyen parametreler
4. Amaç - ulaşılmak istenen nokta
5. Sonuç - sürecin sonunda elde edilen değer

Karar vermede hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, izlenmesi gereken ortak adımlar vardır. Bir karar verme sürecinin adımları şu şekilde sıralanabilir: (Ahmed ve Omotunde, 2013: 52)

1. Karar verme problemini tanımlanması
2. Gereksinimlerin belirlenmesi
3. Amaç ve hedeflerin belirlenmesi
4. Alternatiflerin belirlenmesi
5. Kriterlerin belirlenmesi
6. Karar verme yönteminin seçilmesi

7.Yöntemin uygulanması

3.1.1. Bulanık Karar Verme

Bulanık mantık kavramının ortaya çıkmasından, günümüze kadar olan süreçte, bulanık mantık farklı alanlarda kullanımı ile karşımıza çıkmaktadır. Özellikle son yıllarda, bu teori, bulanık mantığa dayalı ÇKKV yöntemleri arasında yerini almıştır.

Bulanık karar verme, kesin olmayan, eksik ve belirsiz veriler durumunda en iyi alternatifi seçmeyi amaçlayan tek veya çok kriterli tekniklerden oluşur. (Kahraman, 2016: 21)

Gerçek dünyada karşımıza çıkan karar verme problemlerinin hemen hemen hepsinde, bir belirsizlik söz konusudur. Bu gibi durumlarda ortaya çıkan bulanık karar verme keskin hatlarla sınırlandırılmamıştır ve daha hassas kararların alınmasına yardımcı olur. (Chandra ve Singh, 2014: 69)

3.1.1.1. Literatürdeki Bulanık Karar Verme Uygulamaları

Literatürde karar verme süreci için önerilen bir çok yöntem bulunmaktadır. Karar verme problemlerinin birbiri ile çelişen farklı kriterlerden oluşması karar verme sürecini zorlaştıran en önemli sebeplerden bir tanesidir. (Tekeş, 2002: 15) Diğer sebepler ise bu kriterlerin belirsiz olması ve ya karar verme sürecinin eksik bilgiler dahilinde gerçekleştirilmesidir. Bu gibi durumlar için yapılan çalışmalarda bulanık mantığa dayalı yöntemler diğer yöntemlere göre daha çok tercih edilmektedir.

Türkiye’de ve yurtdışında bulanık karar verme farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında hem proje seçimi hem de farklı karar verme problemlerinde kullanılan bulanık karar verme uygulamalarına yer verilmiştir.

3.1.1.1.1. Yurtiçinde Yapılan Çalışmalar

2008 yılında Nilsen Karakaşoğlu’nun yürüttüğü tez çalışmasında, Bulanık Çok Kriterli Karar Verme (BÇKKV) yöntemleri incelenmiş, bunlar arasında Bulanık AHP

(Analytic Hierarchy Process) ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak, Makine İmalat Sanayinde faaliyet gösteren bir işletme için nakliye firması seçimi yapılmıştır.

Burç Onursal tarafından 2009 yılında yapılan çalışmada inşaat sektörü projeleri seçimi için Bulanık TOPSIS yöntemine dayalı bir model önerisinde bulunulmuştur. Çalışmanın amacı firma hedeflerine en uygun projenin seçilmesi ve bu süreçte kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasıdır.

Atakan Yücel'in 2010 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, tedarikçi seçimi problemine bulanık mantık yaklaşımı uygulanmıştır. Çalışmada Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi yönteminden faydalanılmıştır. Problem Çoklu Regresyon yöntemi kullanılarak da çözülmüş, bu iki yöntem karşılaştırılarak bulanık modelin etkinliği değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonunda bulanık modelin daha etkili olduğu ve daha tutarlı sonuçlar ürettiği kanısına varılmıştır.

Selçuk Perçin tarafından yapılan çalışmada, CNC tezgahı seçiminde etkili olan kriterler belirlenmiş, bu kriterler doğrultusunda bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak, alternatifler başarı durumuna göre sıralanmıştır.(Perçin, 2012: 169-184)

Tuba Yakıcı Ayan ve Selçuk Perçin tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, grup kararına dayalı Bulanık TOPSIS yöntemi ile alternatif Ar-Ge projeleri arasından en başarılı olanın seçilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada Ar-Ge projeleri seçimine etki eden 6 temel kriter belirlenmiş ve 5 alternatif Ar-Ge projesi arasında başarı sıralaması oluşturulmuş son olarak sonuçlar değerlendirilmiştir.(Ayan ve Perçin, 2012: 237-255)

Ayşe Yıldız tarafından yapılan çalışmada, Bulanık VIKOR yöntemi kullanılarak, bir işletme için proje seçimi süreci incelenmiştir. Geliştirilen karar verme modeli ile daha etkin ve objektif bir süreç hedeflenmiştir. Önerilen modelin uygulanması ile karar vericilerin hedeflerine uygun ve beklentiyi karşılayan sonuca ulaşılmıştır.(Ayşe Yıldız, 2014: 115-128)

Emre Çetin, Yasin Akil ve Ayşe gülerin yapmış oldukları çalışmada Bulanık AHP yöntemi ile inşaat projeleri için arsa seçiminde bir karar verme uygulaması gerçekleştirilmiştir. Dilsel değişkenler ve bulanık sayılar kullanılarak ikili matrisler oluşturulmuş ve alternatifler arasında karşılaştırma yapılarak bir seçim yapılmıştır.(Çetin ve diğerleri, 2014: 173-190)

Yavuz Kul, Alper Şeker ve Mustafa Yurdakul'un 2014 yılında yaptığı çalışmada , hem BAHP ve BTOPSIS, hem de AHP ve TOPSIS yöntemleri ile alışılmamış imalat yöntemleri seçimide kullanılmış, bulanık yöntemlerle bulanık olmayan yöntemler arasında karşılaştırma yapılmış ve bulanıklığın sonuçlar üzerinde etkisi değerlendirilmiştir.(Kul ve diğerleri, 2014: 589-603)

Bolat, Çebi, Tekin ve Temur'un yapmış oldukları çalışmada, belirsizlik ve kesin olmayan verilerden kaynaklanan proje seçim problemlerini ortadan kaldırmaya yönelik, bulanık çok nesnel doğrusal programlama ile sistematik ve kapsamlı bir model önerisinde bulunmaktadır.(Bolat ve diğerleri, 2014: 247-260)

3.1.1.1.2. Yurtdışında Yapılan Çalışmalar

Carlsson, Fuller, Heikkila ve Majlender'in yürüttükleri çalışmada, bulanık mantık yaklaşımıyla Ar-Ge proje portföyü seçimi üzerine bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışmada trapezoidal bulanık sayılar kullanılarak, optimal portföy seçimi için karma bir model oluşturulmuştur. Çalışmada trapezoidal bulanık sayılar kullanılmıştır.(Carlsson ve diğerleri, 2007: 93-105)

Maleki ve arkadaşlarının 2014 yılında yapmış oldukları çalışmada, proje portföyü seçimi için bulanık doğrusal programlama modelinden yararlanılmıştır. Çalışmada birden fazla proje seçimi yapmak zorunda olan firmalar için bulanık tabanlı bir model önerisinde bulunulmuştur. (Maleki ve diğerleri, 2009: 211-233)

Ebrahimnejad ve arkadaşları proje seçimi için iki aşamalı grup karar verme yaklaşımı ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada analitik ağ süreci ve Bulanık VIKOR yöntemleri birleştirilerek, projeler performanslarına göre sıralanmıştır. Oluşturulan model bulanık ortamda inşaat projelerine uygulanmış, sonuçlar değerlendirilmiştir. (Ebrahimnejad ve diğerleri, 2012: 4197-4217)

Nassif , Filho ve Nogueira'nın çalışmalarında kamu yönetimi alanında proje seçimi için bulanık mantığa dayalı bir yaklaşım önerilmiştir. Çalışmada sadece mali getirinin değil, kamu yararı ile ilgili nitel kriterlerin de önem taşıdığı projeler için Matlab yazılımı ile oluşturulmuş modelden yararlanılmıştır. (Nassif ve diğerleri, 2013: 41-50)

Kim, Shin, Choi ve arkadaşları Yönetim Bilişim Sistemleri alanında proje seçimi probleminde değinmiş ve bu problemin çözümü için ANP ve bulanık mantığı birleştiren karma bir yöntem oluşturmuşlardır. Daha sonra çalışmada proje seçim problemlerinin optimizasyonu için için hedef programlara modeli önerilmektedir. (Kim ve diğerleri, 2009: 1286-1291)



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

İNŞAAT SEKTÖRÜNDEKİ BİR FİRMA İÇİN BULANIK KARAR VERME UYGULAMASI

4.1. ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Çalışmanın amacı bir inşaat firması için proje seçimi sürecini zorlaştıran sayısal bir değerle ifade edilemeyen, nitel kriterleri de göz önünde bulundurarak, bulanık mantık yaklaşımına dayalı, insan düşünce tarzına yakın bir çok kriterli karar verme modeli oluşturmaktır.

Hesaplanamayan kriterlerin, karar verme modellerine dahil edilememesi proje seçimi sonuçlarının sağlıklı bir şekilde yapılamamasına ve proje başarısızlığına yol açmaktadır. Günümüz rekabetçi koşullarında bu gibi kriterlerin fazlalaşması konunun önemini daha da arttırmaktadır.

4.2. ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Araştırma inşaat sektöründeki firmalara yönelik olarak İzmir ilinde faaliyet gösteren "Nurem İnşaat" şirketinde gerçekleştirilmiştir.

4.3. VERİ TOPLAMA SÜRECİ

Çalışmada kullanılan veriler literatür araştırması ve görüşülen firmanın ilgili departman çalışanlarına uygulanan anket çalışması sonucunda elde edilmiştir. Katılımcılara 2 farklı anket uygulaması yapılmıştır. Kriterlerin önem derecesini belirlemeye yönelik olan ilk anket 8 kişi tarafından bireysel olarak değerlendirilirken, her bir aday proje için kriter puanlarını belirlemeye yönelik olan ikinci anket grup kararı ile değerlendirilmiştir.

4.4. UYGULAMA

Uygulama bölümünde bulanık mantık yaklaşımına dayanarak proje seçimi için bir model oluşturulmuş ve bu modele dayanarak değerlendirme yapılmıştır. Uygulama 6 aşamada oluşturulmuştur.

- 1.Kriterlerin Belirlenmesi
- 2.Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi
- 3.Verilerin Matlab’a girilmesi
- 4.Kural Tabanının Oluşturulması
- 5.Arayüzün Oluşturulması
- 6.Sonuçların Değerlendirilmesi

4.4.1. Kriterlerin Belirlenmesi

Kriterlerin belirlenmesi sürecinde inşaat sektörü projeleri için literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda belirlenen kriterler uzman görüşleri ile desteklenmiştir.

Mojahed’in 2010 yılında AHP ve ELECTRE yöntemlerini kullanarak yaptığı çalışmada inşaat projeleri için önerdiği kriterler aşağıdaki şekildedir:

- Maliyet
- Tecrübe
- Zamanlama
- Bütçe
- Kaynak Yeterliliği

Yıldız’ın 2014 yılında gerçekleştirdiği çalışmada proje seçimi için 7 kriter belirlemiştir:

- Projenin Net Bugünkü Değeri
- Geri Dönüşüm Oranı
- Geri Dönüşüm Süresi
- Risk
- Büyüme Beklentisi
- Uygulanabilirliği

- Firma Başarısına Katkısı

Onursal tez çalışmasında 16 inşaat proje seçimi kriteri belirlemiştir:

- Beklenen Kar
- Yatırımın Geri Dönüş Süresi
- Ekonomik Koşullar
- Proje Gelistirme Maliyeti
- Projenin Lokasyonu
- Finansman Maliyeti
- Piyasadaki Yeni Gelismelerin Takibi
- Rekabet Avantajı Sağlama
- Stratejik Hedeflerle Uyumluluk
- Hedeflenen Kitleye Yönelik Ürün
- Prestij
- Teknik Yeterlilik
- Sunulan Alternatif Çözümler
- Pazar Durumu
- Satış Oranı
- Projenin Tamamlanma Süresi

Yukarıdaki çalışmalarla birlikte Gudiene, Banaitis ve arkadaşları(2013) , Rajasekaran ve Valli(2014), Ramlee'nin (2016), çalışmaları da incelenerek inşaat projeleri seçimi için 15 kriter belirlenmiş ve hiyerarşik olmadan sıralanmıştır.

- Karlılık
- İşgücü Gereksinimi
- Gerçekleştirme Süresi
- Organizasyonun İmajına Etkisi
- Gerçekleştirme Maliyeti
- Şirketin Benzer Projelerde Tecrübesi
- Malzeme/Ekipman Gereksinimi

- Müşteri Beklentilerini Karşılama
- Yenilikçi Yönü
- Sürdürülebilirlik
- Yabancı Yatırım Beklentisi
- Rekabet Üstünlüğü Sağlama
- Karmaşıklık/Risk
- Yatırımın Geri Dönüş Süresi
- Çevresel Etki

Belirlenen bu kriterler kullanım kolaylığı açısından ortak özelliklerine göre 4 ana grupta birleştirilmiştir:

1. Finansal Kriterler

- Karlılık - Bir şirketin uzun vadede faaliyetini sürdürmesi için önemli kriterlerden bir tanesi elde ettiği kar oranıdır. Kar herhangi bir şirket için öncelikli amaçtır. Sonuç olarak kar elde etmeyen bir şirketin uzun bir süre ayakta kalması ve başarılı olması beklenemez. Bu nedenle inşaat projeleri için de karlılık önemli bir kriterdir.
- Gerçekleştirme Maliyeti- Proje gerçekleştirme maliyeti, projeyi başarılı bir şekilde teslim etmek için gerekli tüm kaynakların temin edilmesi için kullanılan bütçedir. Örneğin inşaat projeleri için maliyet arazi maliyeti, malzeme maliyeti, yönetim maliyeti, işçilik maliyeti ve diğer doğrudan ve dolaylı maliyetleri kapsar. Maliyetin çok olması olumsuz bir kriter olarak değerlendirilir.
- Yabancı Yatırım Beklentisi- Projelere yapılacak olan yatırım şirketlere finansman desteği sağlar. Bu açıdan yabancı yatırım beklentisi olumlu bir kriter olarak değerlendirilir.
- Yatırımın Geri Dönüş Süresi - Projenin gerçekleştirilmesinden sonra elde edilen karın yapılan yatırımı ne zaman karşılayacağı ile ilgilidir. Bu sürenin minimum olması, proje başarısını gösteren kriterlerden bir tanesidir.

2. Teknik Yeterlilik

- İşgücü Gereksinimi- Özellikle inşaat projeleri gibi yüksek işgücü gerektiren projelerin zamanında ve doğru bir şekilde tamamlanması için gerekli kriterlerden bir tanesidir.

- Malzeme/Ekipman Gereksinimi- Projeyi gerçekleştirmek için gerekli olan malzeme ve ekipman yeterliliğini ifade eder. Olumlu bir kriter olarak değerlendirilir.
- Sürdürülebilirlik-Şirket içi ve dışı kaynakların yeterli olması durumunda, projeler sürdürülebilir imkanlara sahiptir.Sürdürülebilirlik olumlu bir kriter olarak değerlendirilir.
- Karmaşıklık/Risk-Projenin yapım aşamasındaki süreçlerin karmaşıklığı projeleri başarısız olarak sonuçlandırabilecek durumlardan biridir

3.Pazarlama/Prestij

- Şirketin Benzer Projelerde Tecrübesi-Şirketin aday projesine benzer bir projenin daha önce yapılmış olması şirkete bu konuda bir tecrübe kazandırır.Bu tecrübe yapım kolaylığına yani aşamaların daha kolay bir şekilde izlenmesine yardımcı olur.Bu açıdan tecrübe inşaat projelerinde olumlu bir kriterdir.
- Gerçekleştirme Süresi-Projelerin gerçekleştirme süresi yapım aşamasından pazara sunum aşamasına kadar olan süreci kapsar.İnşaat projeleri için de bu sürenin kısa olması beklenilir.
- Organizasyonun İmajına Etkisi-Prestij olarak da adlandırabileceğimiz bu kriter şirketin manevi kazancını ifade eder.
- Müşteri Beklentilerini Karşılama- Müşterilere iyi bir hizmet sunmak için beklentilerinin önceden belirlenmesi ve buna uygun projelerin gerçekleştirilmesi şirketleri başarıya götüren özelliklerden bir tanesidir.
- Yenilikçi Yönü- Projelerin yenilikçi yönleri sahip olması projeyi gerçekleştiren şirketlere rakiplerine göre bir avantaj sağlar.Bu yüzden projelerin yenilikçi yönleri onlar için olumlu bir kriterdir.
- Rekabet Üstünlüğü Sağlama-Bu kriter projelerin şirketlere rakip şirketlere kıyasla hangi avantajları sağlayacağı ile ilgilidir.

4.Sosyal Kriterler

- Çevresel Etki-Gerçekleştirilen bir çok inşaat projesi bir yandan müşteri memnuniyetini sağlasa da diğer yandan çevreye zarar vermektedir.Çevresel etki bu çalışmada olumsuz kriter olarak değerlendirilmiştir.

Belirlenen 15 kriterden bazıları proje başarısına olumlu etkide bulunurken, bazıları da olumsuz etkide bulunmaktadır. Başarıya olumsuz etkide bulunan kriter puanları yerine, karşıt puanlar verilerek olumsuz kriterler olumlu kriter niteliğinde kullanılmıştır. Olumlu ve olumsuz kriterler tablo 3’de yer almaktadır.

Tablo 3: Olumlu ve Olumsuz Kriterler

Kriterler	Başarıya Etkisi
Karlılık	Olumlu
İşgücü Gereksinimi	Olumsuz
Gerçekleştirme Süresi	Olumsuz
Organizasyon İmajına Etkisi	Olumlu
Gerçekleştirme Maliyeti	Olumsuz
Şirketin Benzer Projelerde Tecrübesi	Olumlu
Malzeme/Ekipman Gereksinimi	Olumsuz
Müşteri Beklentilerini Karşılama	Olumlu
Yenilikçi Yönü	Olumlu
Sürdürülebilirlik	Olumlu
Yabancı Yatırım Beklentisi	Olumlu
Rekabet Üstünlüğü Sağlama	Olumlu
Karmaşıklık Risk	Olumsuz
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	Olumsuz
Çevresel Etki	Olumsuz

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

4.4.2. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılan görüşülen anket formu ve EK.1 de yer almaktadır. Anket çalışmasında kullanılan 5'li likert ölçeği aşağıda gösterildiği gibidir:

Tablo 4: 5'li likert ölçeği

1	Çok Düşük
2	Düşük
3	Orta
4	Yüksek
5	Çok Yüksek

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Tablo 5: Kriter Değerlendirme Tablosu

Değerlendirme No	Karlılık	İşgücü Gereksinimi	Gerçekleştirme Süresi	Organizasyon İmajına Etkisi	Gerçekleştirme Maliyeti	Benzer Projelerde Tecrübe	Malzeme/Ekipman Gereksinimi	Müşteri Beklentilerini Karşılama	Yenilikçi Yöntü	Sürdürülebilirlik	Yabancı Yatırım Beklentisi	Rekabet Üstünlüğü Sağlama	Karmaşıklık/Risk	Yatırımın Geri Dönüş Süresi	Çevresel Etki
1	4	3	4	4	5	2	3	4	2	2	2	3	4	5	3
2	4	2	4	4	5	3	2	5	4	5	5	3	4	5	3
3	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	2	4	4	4	4
4	5	2	5	2	5	3	5	4	3	4	3	5	5	5	3
5	5	3	4	3	4	3	2	3	4	3	4	4	3	4	4
6	5	1	3	5	4	3	2	4	3	3	5	4	3	4	3
7	5	3	4	4	5	4	3	5	1	2	3	4	3	4	3
8	3	5	3	4	5	4	4	5	4	5	5	5	3	5	3
Ortalama	4.50	2.87	3.87	3.87	4.75	3.37	3.12	4.37	3.25	3.50	3.62	4.00	3.62	4.50	3.25
	0	5	5	5	0	5	5	5	0	0	5	0	5	0	0

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Kriterler çok nitelikli karar verme problemleri için kullanılan puanlama yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırma işleminden önce gruplandırılan alt kriterlerin aritmetik ortalaması alınarak ana kriterlerin puanları belirlenmiştir.

Tablo 6: Kriter Ağırlıkları

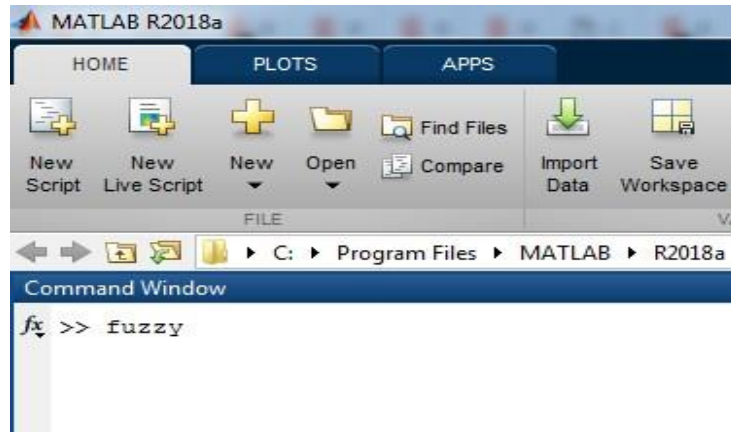
Kriter	Puan	Ağırlık (w)
Finansal	4.343	$w_1 = 4.343/14.768 = 0.294081798832069$
Pazarlama/Prestij	3.875	$w_2 = 3.875/14.768 = 0.2623916576381365$
Teknik Yeterlilik	3.300	$w_3 = 3.300/14.768 = 0.2234561213434453$
Sosyal	3.250	$w_4 = 3.250/14.768 = 0.2200704225352113$
Toplam	14.768	1

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

4.4.3. Verilerin Matlab'a Girilmesi

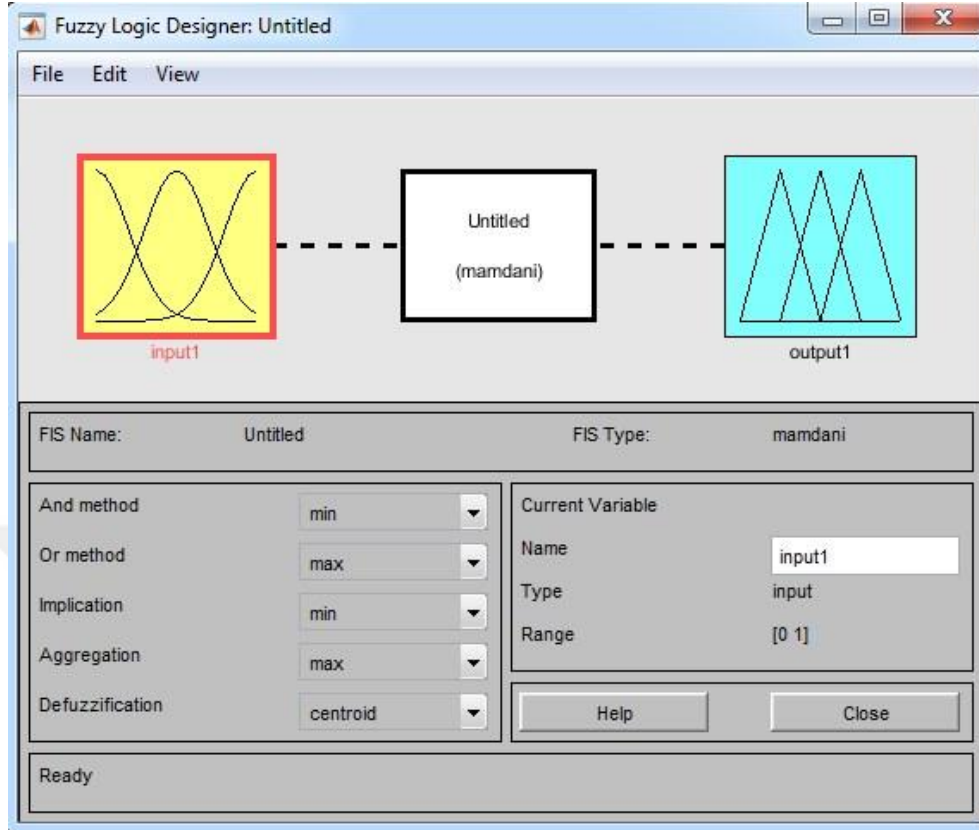
Öncelikle MATLAB komut penceresinde "fuzzy" komutu ile FIS (Fuzzy Inference System) editör penceresi açılır.

Şekil 28: Matlab Komut Satırı



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

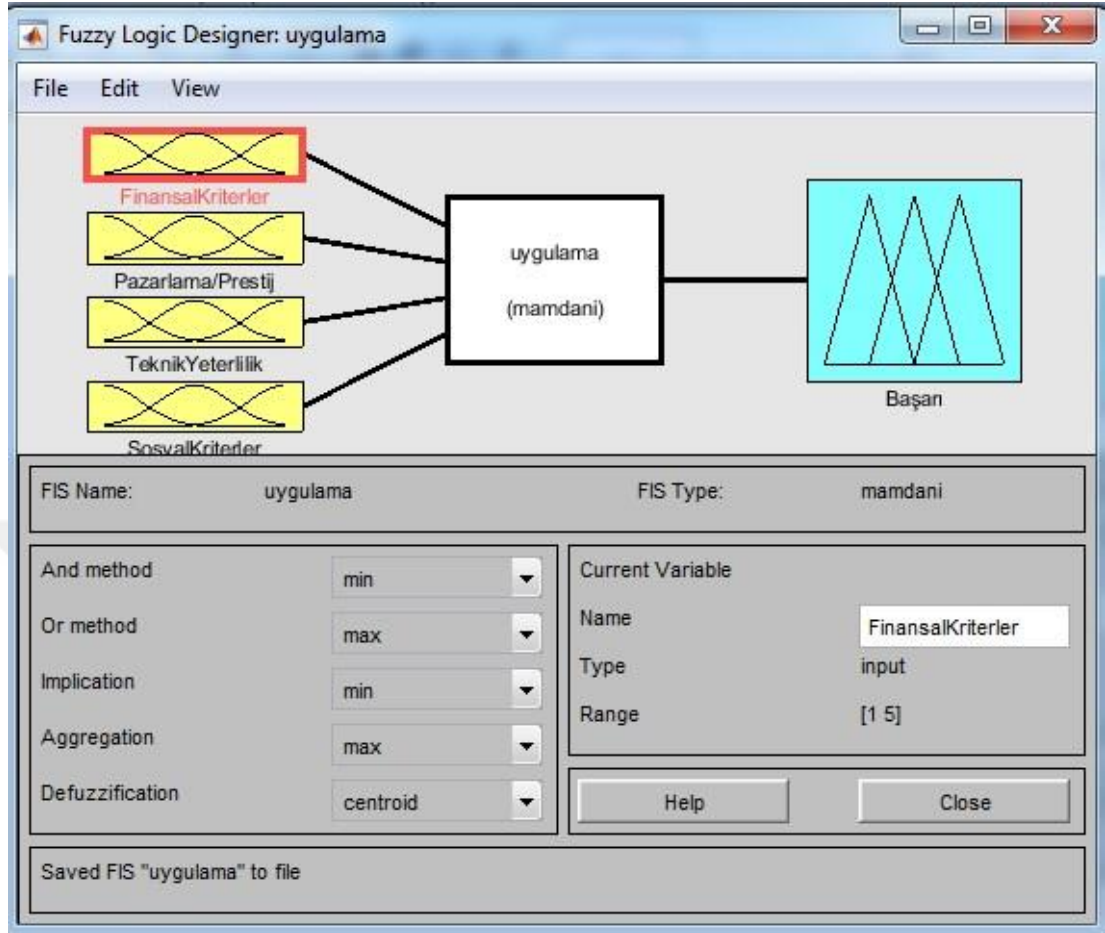
Şekil 29: Matlab Bulanık Çıkarım Sistemi



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Modelimizi oluşturmak için ilk olarak girdi ve çıktı değerlerinin editöre girilmesi gerekmektedir. Bunun için editörde yer alan "input" ve "output" bölümleri kullanılır. Modelimiz 4 girdi (Finansal Kriterler, Pazarlama/Prestij, Teknik Yeterlilik, Sosyal Kriterler) ve 1 çıktı (Başarı) değişkeninden oluşmaktadır. Editör ilk açıldığında çıkarım yöntemi olarak "Mamdani" yöntemi seçilidir. İsteğe bağlı olarak "Sugeno" yöntemi olarak değiştirilebilir. Bu çalışmada da daha kullanışlı ve anlaşılabilir olması nedeni ile mamdani yöntemi kullanılmıştır.

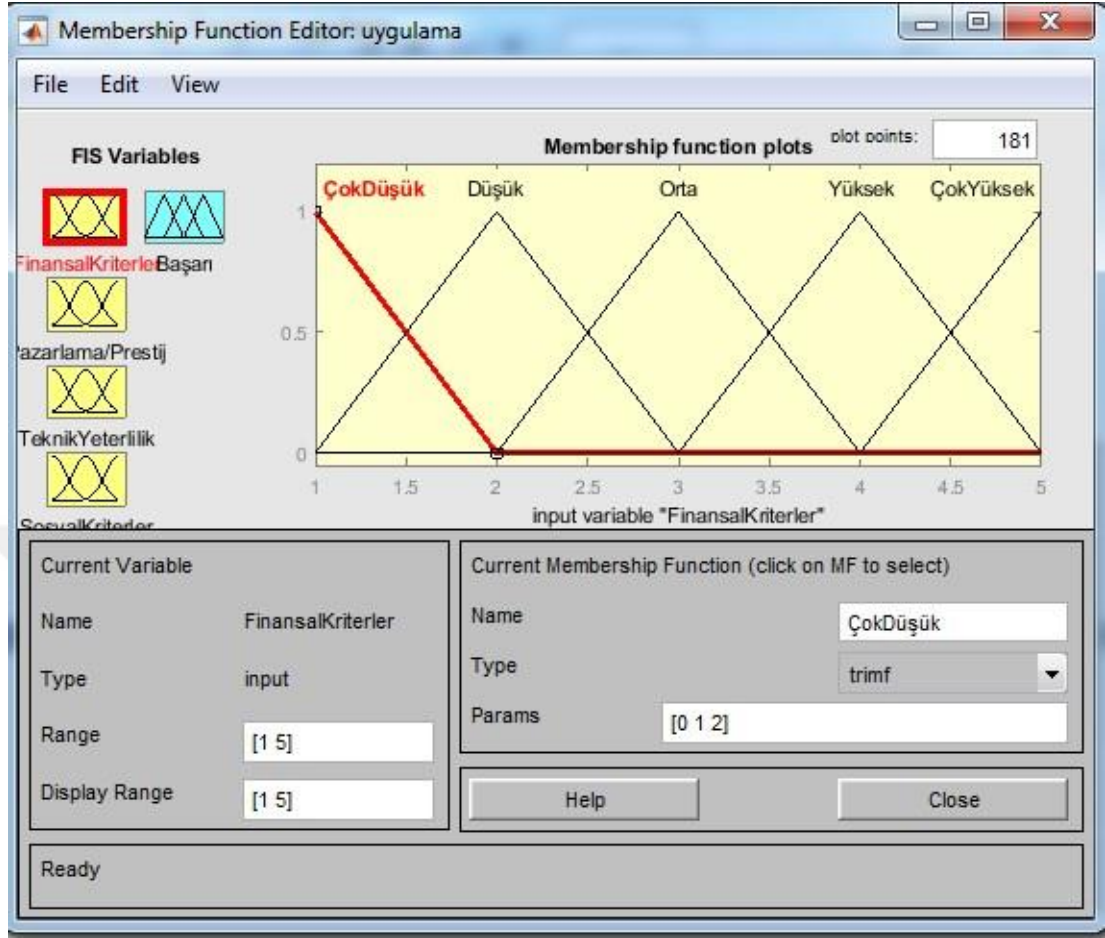
Şekil 30: FIS’de Girdi ve Çıktıların Oluşturulması



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Oluşturulan her bir değişkenin üzerine çift tıklayarak değişken için geçerli olacak üyelik fonksiyonu ve dilsel değişkenler belirlenir. Bu çalışmada 5 dilsel değişken (çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek) belirlenmiş ve kullanım kolaylığı açısından üçgen üyelik fonksiyonu seçilmiştir. Dilsel değişkenlerin geçerli olduğu aralıklar parametreler kısmında belirtilir.

Şekil 31: Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

4.4.4. Kural Tabanının Oluşturulması

Edit > rules yolu izlenerek ve ya ctrl3 kısayolu ile Rule editor penceresine geçiş yapılır. Bu pencerede bulanık çıkarım sisteminin kural tabanı oluşturulur. Her bir parametre kombinasyonu için if-then yapısındaki kurallar oluşturulur. Kurallar uzman görüşüne dayalı oluşturulabileceği gibi kriter ağırlıkları dikkate alınarak da oluşturulabilir.

Bu çalışmada önceden hesaplanmış kriter ağırlıkları göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalar ile 625 kural oluşturulmuştur. Kuralların oluşturulmasında her bir parametre kombinasyonu için kullanılan formül şu şekildedir:

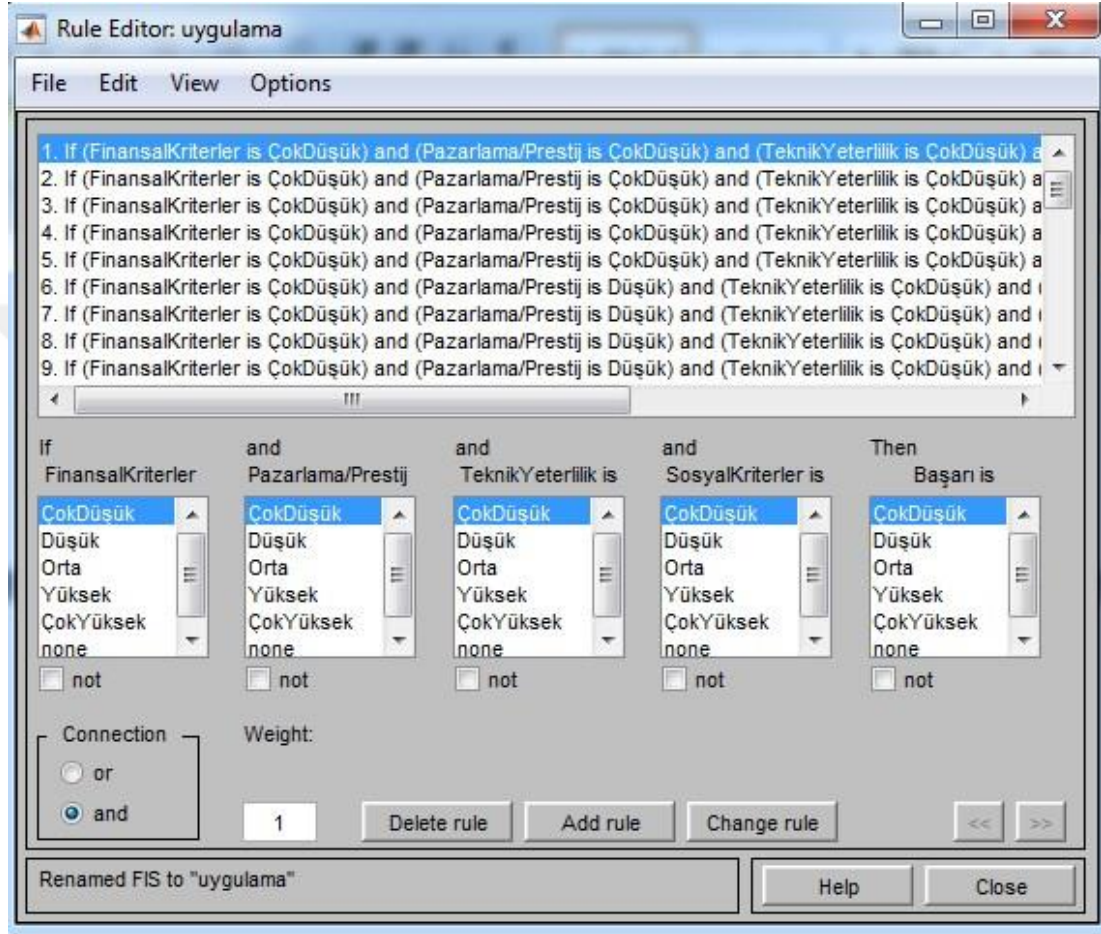
$$\sum_{i=1}^n w_i c_i$$

w_i = kriter ağırlığı

c_i = kriter puanı

$0 \leq w_i \leq 1$

Şekil 32: FIS Kural Tabanı



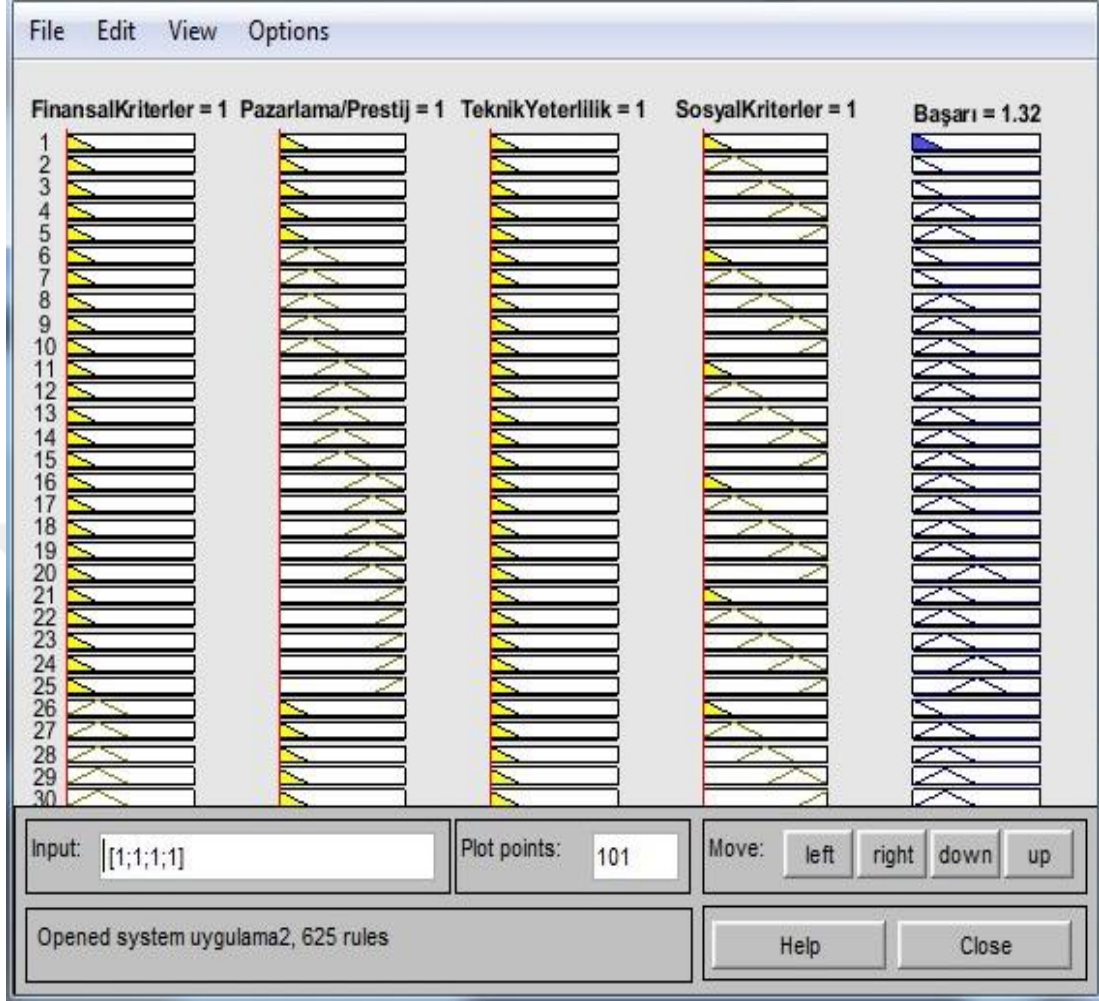
Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Kuralların bir kısmı şekil 33’de verilmiştir.

Şekil 33: FIS’de Oluşturulan Kurallar

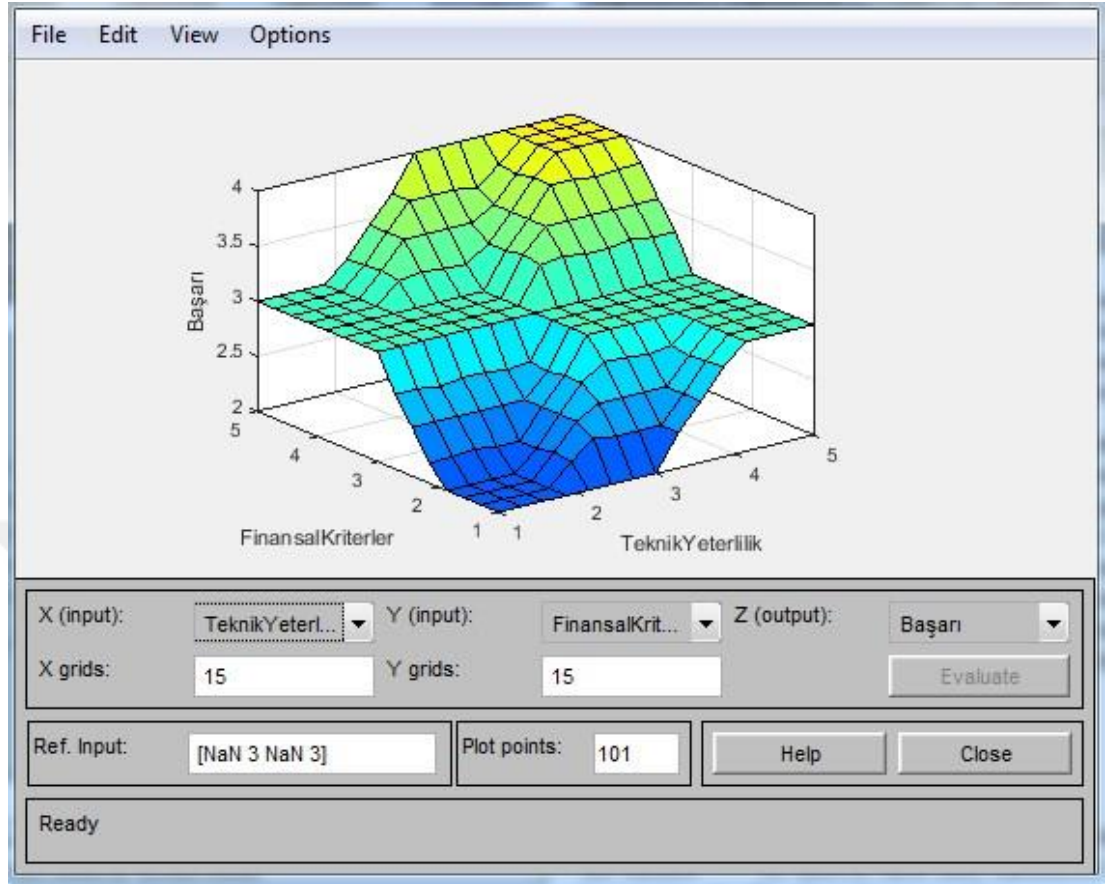
- [illegible]

Şekil 34: FIS Sonuç Penceresi



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 35: Yüzey Gösterim Penceresi



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

4.4.5. Arayüzün Oluşturulması ve Program Sonuçları

Matlab programı kullanılarak hazırlanan model kullanım kolaylığı açısından basit bir arayüz ile tamamlanmıştır. Her bir proje için değerlendirmeler sonucu ulaşılan puanlar, arayüze girilip sonuçlar sıralanmıştır.

Şekil 36: 1 No'lu Proje Başarı Puanı

1 çok düşük 5 çok yüksek		1 çok yüksek 5 çok düşük	
Karlılık	3	Gerçekleştirme Maliyeti	2
Yabancı Yatırım Beklentisi	1	Yatırımın Geri Dönüş Süresi	2
Müşteri Beklentilerini Karşılama	4	Gerçekleştirme Süresi	2
Rekabet Üstünlüğü Sağlama	4	Malzeme/Ekipman Gereksinimi	4
Organizasyon İmajına Etkisi	5	İşgücü Gereksinimi	2
Yenilikçi Yönü	4	Karmaşıklık/Risk	5
Benzer Projelerde Tecrübe	5	Çevresel Etki	4
Sürdürülebilirlik	5		

Puanı Hesapla

Puan = 3.2414

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 37: 2 No'lu Proje Başarı Puanı

1 çok düşük 5 çok yüksek		1 çok yüksek 5 çok düşük	
Karlılık	5	Gerçekleştirme Maliyeti	3
Yabancı Yatırım Beklentisi	3	Yatırımın Geri Dönüş Süresi	1
Müşteri Beklentilerini Karşılama	5	Gerçekleştirme Süresi	4
Rekabet Üstünlüğü Sağlama	3	Malzeme/Ekipman Gereksinimi	5
Organizasyon İmajına Etkisi	5	İşgücü Gereksinimi	5
Yenilikçi Yönü	4	Karmaşıklık/Risk	2
Benzer Projelerde Tecrübe	3	Çevresel Etki	5
Sürdürülebilirlik	2		

Puanı Hesapla

Puan = 3.4188

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 38: 3 No'lu Proje Başarı Puanı

1 çok düşük 5 çok yüksek		1 çok yüksek 5 çok düşük	
Karlılık	3	Gerçekleştirme Maliyeti	3
Yabancı Yatırım Beklentisi	1	Yatırımın Geri Dönüş Süresi	4
Müşteri Beklentilerini Karşılama	5	Gerçekleştirme Süresi	4
Rekabet Üstünlüğü Sağlama	4	Malzeme/Ekipman Gereksinimi	3
Organizasyon İmajına Etkisi	3	İşgücü Gereksinimi	4
Yenilikçi Yönü	1	Karmaşıklık/Risk	4
Benzer Projelerde Tecrübe	5	Çevresel Etki	1
Sürdürülebilirlik	1		

Puanı Hesapla

Puan = 2.6848

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 39: 4 No'lu Proje Başarı Puanı

1 çok düşük 5 çok yüksek		1 çok yüksek 5 çok düşük	
Karlılık	4	Gerçekleştirme Maliyeti	2
Yabancı Yatırım Beklentisi	5	Yatırımın Geri Dönüş Süresi	3
Müşteri Beklentilerini Karşılama	5	Gerçekleştirme Süresi	1
Rekabet Üstünlüğü Sağlama	5	Malzeme/Ekipman Gereksinimi	3
Organizasyon İmajına Etkisi	5	İşgücü Gereksinimi	4
Yenilikçi Yönü	5	Karmaşıklık/Risk	1
Benzer Projelerde Tecrübe	5	Çevresel Etki	3
Sürdürülebilirlik	4		

Puanı Hesapla

Puan = 3.5

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 40: 5 No'lu Proje Başarı Puanı

1 çok düşük 5 çok yüksek

Karlılık 5 ▾

Yabancı Yatırım Beklentisi 2 ▾

Müşteri Beklentilerini Karşılama 5 ▾

Rekabet Üstünlüğü Sağlama 5 ▾

Organizasyon İmajına Etkisi 4 ▾

Yenilikçi Yönü 5 ▾

Benzer Projelerde Tecrübe 3 ▾

Sürdürülebilirlik 4 ▾

1 çok yüksek 5 çok düşük

Gerçekleştirme Maliyeti 2 ▾

Yatırımın Geri Dönüş Süresi 1 ▾

Gerçekleştirme Süresi 2 ▾

Malzeme/Ekipman Gereksinimi 4 ▾

İşgücü Gereksinimi 4 ▾

Karmaşıklık/Risk 3 ▾

Çevresel Etki 5 ▾

Puanı Hesapla

Puan = 3.5477

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Tablo 7: Projelerin Başarı Puanlarına Göre Sıralanması

Sıra No	Proje No	Başarı Puanı
1	5	3.5477
2	4	3.5
3	2	3.4188
4	1	3.2414
5	3	2.6848

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

SONUÇ

Günümüz işletmelerinde karar verme işletme yönetiminin önem taşıyan alt başlıklarından biridir. İşletme büyüklüğü ve karar vermeyi zorlaştıran etkenler arttıkça bu görev daha da önemli bir hale gelmektedir.

Proje seçimi kararları inşaat sektörü gibi başarısının büyük bir bölümü gerçekleştirilen proje başarısına bağlı olan sektörlerde büyük bir öneme sahip olsa da, sektörün dinamik yapısı ve bundan kaynaklanan projeleri etkileyen faktörlerin fazlalığı seçim problemini zorlaştırmaktadır. Bunun yanında proje seçimine etki eden kriterler arasında sadece nicel değil, sayısallaştırılamayan ve bundan dolayı karar verme modellerine dahil edilemeyen kriterlerin olması problemin çözülmesi zor bir hale gelmesine neden olmaktadır. Çalışmada özellikle, bu gibi belirsizliklerin olduğu durumlarda oluşan bulanıklık ortamında başarılı bir proje seçimi modelinin oluşturulması hedeflenmiştir.

Bu tez çalışmasında inşaat sektörü projelerinin başarılı olması için gerekli kriterler belirlenmiş ve bu kriterlerin önem derecelerine göre en doğru projenin seçilmesi hedeflenmiştir. Seçim için bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan bu model, hem karar vericilerin görüşleri hem de literatür taramasına bağlı olan ölçütlere göre, en iyi alternatifi seçmelerine yardımcı olmaktadır.

Karar verme modelini oluştururken ilk önce geniş çaplı bir literatür taraması yapıp aynı zamanda uzman görüşleri alınarak inşaat projeleri seçimine etki eden 15 kriter belirlenmiş, daha sonra bu kriterler 4 ana başlıkta toplanmıştır. Kriterler şirketin ilgili departman çalışanları tarafından puanlanmış, önem ağırlıkları belirlenmiştir. Belirlenmiş önem ağırlıklarına göre seçim için kullanılacak Matlab programında kural tabanı oluşturulmuş proje verileri programa girilmiştir. Matlab'ın kullanım zorluğu ve çalışmanın özgünlüğü göz önünde bulundurularak oluşturulan karar verme modeli basit bir arayüz ile tamamlanmıştır.

Sonuç olarak programın çıkardığı puanlara göre bir başarı sıralaması oluşturulmuştur. Bu sıralamada 5 No'lu proje şirket için en uygun proje olarak görülmüştür.

Modelin doğru sonuçlar üretebilmesi için veritabanının doğru bir şekilde oluşturulması gerektiği unutulmamalıdır. Başarılı ve etkili bir yönetimsel karar verme için, karar vericilere doğru, zamanında ve ilgili bilgi sağlamak gerekir. Bunun için karar verme temelindeki bilgi sistemi iyi yapılandırılmış, esnek ve dinamik olmalıdır.

Tez çalışmasında 15 kriter belirlenmiş 4 ana grupta değerlendirilerek 625 kural oluşturulmuştur. İleriki çalışmalarda kriter sayısı artırılarak ve daha fazla kural oluşturularak daha hassas sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca sadece inşaat sektöründeki bir firma için hazırlanan bu model, diğer sektörler için de aynı adımlar kullanılarak uygulanabilir. Öte yandan uygulamanın son bölümünde hazırlanan ve projelerin sadece başarı puanına ulaşabildiğimiz arayüz tasarımı, daha detaylı çıktılara ulaşmamız yönünde geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

Abduljabar, J.S. (2011). *Bulanık Mantık Yöntemleri Kullanılarak Gazlı İçeceklerde Karbondioksit Kontrolü*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ahmed, M.T. ve Omotunde, H. (2012). Theories And Strategies of Good Decision Making. *International Journal of Scientific and Technology*. 1(10): 51-54.

Ali, O.A., Ali, A. ve Sumait, B.S. (2015). Comparison between the Effects of Different Types of Membership Functions on Fuzzy Logic Controller Performance. *Emerging Engineering Research and Technology Journal*. 3(3): 76-83

Bai, Y., Zhuang, H. ve Wang, D. (2006). *Advanced Fuzzy Logic Technologies in Industrial Applications*. London: Springer.

Bezdek, V. (2014). Using Fuzzy Logic In Business. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 124: 371-380.

Bolat, B., Çebi, F., Tekin, G. ve Otay,İ. (2014). A fuzzy integrated approach for project selection. *Journal of Enterprise Information Management*. 27(3): 247-260

Carnielli, A., Ciferri, R. ve Ciferri, C.D. (2016). Handling Fuzzy Points and Fuzzy Lines using the Fuzzy Geometry Abstract Data Type. *Journal of Information and Data Management*. 7(1): 35-51.

Chandra, V. ve Singh, P. (2014). Decision Making in Fuzzy Environment. *International Journal of Advanced Research in Computer Science & Technology*. 2(2): 69-71

Chauhan, A., ve Vaish, R. (2012). Magnetic material selection using multiple attribute decision making approach. *Materials & Design*, 36: 1–5

Cleland, D. ve Gareis, R.(2006). *Global Project Management Handbook*. New York: McGraw-Hill.

Cruz, P. ve Figueroa, F.D. (2010). *Intelligent Control Systems with Labview*. London: Springer.

Çetin, E., Akil Y. ve Güler, A. (2014). İnşaat Projelerinde Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci İle Karar Verme. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*. 10(23): 173-190.

Declerck, R., Debourse, J. & Navarre, C. (1983). *La Méthode de Direction générale : le management stratégique*. Paris: Hommes et Techniques.

Declerck, R., Debourse, J., & Declerck, J. (1997). *Le management stratégique: contrôle de l'irréversibilité*.Lille: Les éditions ESC Lille.

Dinçer, K. ve Garousi, V. *Yazılım Projelerinde Başarısızlık: Kritik Başarı Faktörlerine Dayalı bir Vaka Çalışması*. http://ceur-ws.org/Vol-1483/6_Bildiri.pdf. (13.05.2018)

Doskocil, R.(2015). Fuzzy Logic: An Instrument for the Evaluation of Project Status. *Journal of Quantitive Methods For The Economy and The Company*. 19(5): 5-23.

Ebrahimnejad, S., Mousavi, S.M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Hashemi, H. ve Vahdani, B. (2012). A novel two-phase group decision making approach for construction project selection in afuzzy environment.*Applied Mathematical Modelling*. 36(9): 4197-4217.

Ecer, F. (2007). Üyelik Fonksiyonu Olarak Üçgen Bulanık Sayılar mı Yamuk Bulanık Sayılar mı?. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.9(2): 161-180

Er, U. (2016). *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Sektöründe Proje Seçimine Yönelik Karar Analizi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Eravacı, D.B. (2016). *Bulanık Mantık İle Silikozisin Tespit Edilmesi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Gudienne, N., Banaitis, A., Banaitiene, N. ve Lopes, J. (2013). Development of a Conceptual Critical Success Factors Model for Construction Projects: a Case of Lithuania. *11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques*. (ss.392-397) Düzenleyen Vilnius Gediminas Technical University. Vilnius.

Homaifar, A. (1995). Simultaneous Design of Membership Functions and Rule Sets for Fuzzy Controllers Using Genetic Algorithms. *Transaction on Fuzzy Systems*. 3(2): 129-130

Horikawa, A., Furuhashi, T. ve Uchikawa, Y. (1992) On Fuzzy Modeling Using Fuzzy Neural Networks with the Back-Propagation Algorithm. *IEEE Transactions On Neural Networks*. 3(5): 801 – 806

International Project Management Association. (2015). *Individual Competence Baseline*.http://products.ipma.world/wpcontent/uploads/2016/03/IPMA_ICB_4_0_WEB.pdf. (18.06.2018).

Kahraman, C., Onar S.Ç. ve Öztayşı. B. (2016). *Fuzzy Decision Making: Its Pioneers and Supportive Environment*. London: Springer.

Karakaolu, N. (2008). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kim, I., Shin, S., Choi, Y., Thang, N.M., Ramos, E.R. ve Hwang, W.J. (2009). Development Of A Project Selection Method On Information System Using ANP And Fuzzy Logic. *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*. 3 (5): 1286-1291

Kul, Y., Şeker, A. ve Yurdakul, M. (2014). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin alışılmamış İmalat Yöntemlerinin Seçiminde Kullanılması. *Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 29(3): 589-603.

Lee, K.H. (2005). *First Course on Fuzzy Theory and Applications*. Berlin: Springer.

Lock, D. (2007). *Project Management*. London: Gower.

Maleki, I., Omrani, H., Ghodsi, R. ve Khoei, A. (2014). Project selection using fuzzy linear programming model. *Int. J. Operational Research*. 19(2): 211-233.

Mandal, S.N., Choudhury, J.P. ve Chaudhuri, S.R.B. (2012). In Search of Suitable Fuzzy Membership Function in Prediction of Time Series Data. *International Journal of Computer Science*. 9(3): 293-302.

Mandal, S.N., Choudhury, J.P., De, D. ve Chaudhuri, S.R. (2008). Roll of Membership functions in Fuzzy Logic for Prediction of Shoot Length of Mustard Plant Based on Residual Analysis, *International Journal of Computer and Information Engineering*. 2(2): 604-610.

Masmoudi, S. (2018). Criticality Assesment Risk; Contribution of Fuzzy Logic. *Yugoslav Journal of Operations Research*. 28 (1): 93–105.

Maylor, H. (2003). *Project Management*. London: Pearson Education.

Meskendahl, S. (2010). The influence of business strategy on project portfolio management and its success — A conceptual framework. *International Journal of Project Management*. 28(8): 807-817.

Methods in the Context of Ecological Risk Assessment. *Journal of Information Technology and Management Science*. 20(1): 25-29.

Mir, F.A., Pinnington, A.H. (2014). Exploring the value of project management: Linking Project Management Performance and Project Success. *International Journal of Project Management*. 32: 202–217

Monicka, J.G. (2011). Performance Evaluation of Membership Functions on Fuzzy Logic Controlled AC Voltage Controller for Speed Control of Induction Motor Drive. *International Journal of Computer Applications*. 13(5): 8-12.

Nassif, L. N.; Santiago Filho, J. C.; Nogueira, J. M. (2013). Projectportfolio selection in public administration using fuzzy logic. *Procedia of Social and Behavioral Sciences*.74: 41–50.

Onursal, B. (2009). *Proje seçiminde Bulanık Topsis Yöntemi İle Bir Model Önerisi İnşaat Sektörü Uygulaması*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Perçin, S. (2012). Ar-Ge Projelerinin Seçiminde Grup Kararına Dayalı Bulanık Karar Verme Yaklaşımı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 26(2): 237-255.

Perçin, S. (2012). Bulanık AHP ve TOPSİS Yaklaşımının Makine-Teçhizat Seçimine Uygulanması. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 21(1): 169-184.

Pinto, J. (1988). Project Success:Definition and Measurements. *Techniques Project Management Journal*. 17(7): 67-73

Project Management Institute. (2008). *A guide to the project management body of*

Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Pennsylvania: PMI

Rajasekaran, A.G. ve Valli, P. (2014). Analysis Of The Success Factors Influencing in Construction Project. *International Journal Of Engineering & Applied Sciences*. 6(3): 21-36.

Ramlee, N., Tammy, J., Noor, R.N., Musir, A., Karim, N., Chan, B. ve Nasir, S. (2016). *Critical Success Factors for Construction Project*.
<https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.4965067> (03.03.2018)

Rebrovs, O. ve Kuļesova, G. (2017). Comparative Analysis of Fuzzy Set Defuzzification

Rockart, J. (1979). Chief Executives Define Their Own Data Needs. *Harvard Business Review*. 57(2): 81.

Ross, T.J. (2004). *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. Chichester: Wiley.

Rutkowski, L., Siekmann, J., Tadeusiewicz, R. ve Zadeh, L.A. (2004). *Artificial Intelligence and Soft Computing – ICAISC*. London: Springer.

Sanchez, J. ve Gomez, A. T. (2003). Applications of Fuzzy Regression in Actuarial Analysis. *The Journal of Risk and Insurance*. 70(4): 665-699.

Schwalbe, K. (2015). *An Introduction to Project Management*. Minneapolis: Schwalbe.

Sivanandam, S.N., Sumathi, S. ve Deeha, S.N. (2007). *Introduction to Fuzzy Logic Using Matlab*. Springer: Berlin

Stojcetovic, B., Lazarevic, D., Prilincevic, B., Stajcic, D. ve Miletic, S. (2014). Project Management: Cost, Time and Quality. *International Quality Conference*. (ss. 345-350) Düzenleyen University of Kragujeva Faculty of Engineering, Belgrad. 23 Mayıs 2014.

The Association for Project Management. (2014). *Factors in Project Success*.
<https://www.apm.org.uk/media/1264/factors-in-project-success.pdf> (17.06.2018)

Şen, Z. (2004) *Mühendislikte Bulanık Mantık ve Modelleme Prensipleri*. İstanbul: Su Vakfı Yayınları.

Şeniz, T. (2004). *Project Management and Usage of Information Technology for Project Communication Management in Turkish Electronic Sector*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

Tekeş, M. (2002). *Çok Ölçütle Karar Verme Yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Karşılaştırılması*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü

Tuman, G.J. (1983). *Development and implementation of effective project management information and control systems*. New York: Van Nostrand Reinhold Co.

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği. *Proje Yönetimine Giriş ve Proje Yönetiminde Temel Kavramlar*. http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/da4a3f6f1f0d2f1_ek.pdf?tipi=79&turu=X&sube=3, (27.05.2018).

Verzuh, E. (2005). *The Fast Forward MBA in Project Management*. Canada: John Wiley & Sons .

Waweru, M., Omar, A.S. ve Rimiru, R. (2015). A Literature Survey: Fuzzy Logic and Qualitative Performance Evaluation of Supply Chain Management. *The International Journal Of Engineering And Science*. 4(5): 56-63.

Werro, N. (2015). *Fuzzy Classification of Online Customers*. London: Springer.

Yıldız, A. (2014). Bulanık VIKOR Yöntemini Kullanarak Proje Seçim Sürecinin İncelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 14 (1): 115-128

Yılmaz, M. Ve Arslan, E. (2005). Bulanık Mantığın Jeodezik Problemlerin Çözümünde Kullanılması. *Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*. (ss. 512-522). Düzenleyen İstanbul Teknik Üniversitesi. 23-25 Kasım 2005.

Yücel, A. (2010). *Tedarikçi Seçimi Problemlerinde Bütünleşik Sinirsel Bulanık Mantık*. (Yayınlanmış Doktora Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Zimmermann, H.J. (2001). *Fuzzy Set Theory and Its Applications*. New York: Springer.



EK 1: Kriter Ağırlıklarını Belirleme Formu

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık					
İşgücü Gereksinimi					
Gerçekleştirme Süresi					
Organizasyonun İmajına Etkisi					
Gerçekleştirme Maliyeti					
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi					
Malzeme/Ekipman Gereksinimi					
Müşteri Beklentilerini Karşılama					
Yenilikçi Yönü					
Sürdürülebilirlik					
Yabancı Yatırım Beklentisi					
Rekabet Üstünlüğü Sağlama					
Karmaşıklık/Risk					
Yatırımın Geri Dönüş Süresi					
Çevresel Etki					

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 2: Puanlama No 1

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık				+	
İşgücü Gereksinimi			+		
Gerçekleştirme Süresi				+	
Organizasyonun İmajına Etkisi				+	
Gerçekleştirme Maliyeti					+
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi		+			
Malzeme/Ekipman Gereksinimi			+		
Müşteri Beklentilerini Karşılama				+	
Yenilikçi Yönü		+			
Sürdürülebilirlik		+			
Yabancı Yatırım Beklentisi		+			
Rekabet Üstünlüğü Sağlama			+		
Karmaşıklık/Risk				+	
Yatırımın Geri Dönüş Süresi					+
Çevresel Etki			+		

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 3: Puanlama No 2

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık				+	
İşgücü Gereksinimi		+			
Gerçekleştirme Süresi				+	
Organizasyonun İmajına Etkisi				+	
Gerçekleştirme Maliyeti					+
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi			+		
Malzeme/Ekipman Gereksinimi		+			
Müşteri Beklentilerini Karşılama					+
Yenilikçi Yönü				+	
Sürdürülebilirlik					+
Yabancı Yatırım Beklentisi					+
Rekabet Üstünlüğü Sağlama			+		
Karmaşıklık/Risk				+	
Yatırımın Geri Dönüş Süresi					+
Çevresel Etki			+		

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 4: Puanlama No 3

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık					+
İşgücü Gereksinimi				+	
Gerçekleştirme Süresi				+	
Organizasyonun İmajına Etkisi					+
Gerçekleştirme Maliyeti					+
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi					+
Malzeme/Ekipman Gereksinimi				+	
Müşteri Beklentilerini Karşılama					+
Yenilikçi Yönü					+
Sürdürülebilirlik				+	
Yabancı Yatırım Beklentisi		+			
Rekabet Üstünlüğü Sağlama				+	
Karmaşıklık/Risk				+	
Yatırımın Geri Dönüş Süresi				+	
Çevresel Etki				+	

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 5: Puanlama No 4

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık					+
İşgücü Gereksinimi		+			
Gerçekleştirme Süresi					+
Organizasyonun İmajına Etkisi		+			
Gerçekleştirme Maliyeti					+
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi			+		
Malzeme/Ekipman Gereksinimi					+
Müşteri Beklentilerini Karşılama				+	
Yenilikçi Yönü			+		
Sürdürülebilirlik				+	
Yabancı Yatırım Beklentisi			+		
Rekabet Üstünlüğü Sağlama					+
Karmaşıklık/Risk					+
Yatırımın Geri Dönüş Süresi					+
Çevresel Etki			+		

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 6: Puanlama No 5

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık					+
İşgücü Gereksinimi			+		
Gerçekleştirme Süresi				+	
Organizasyonun İmajına Etkisi			+		
Gerçekleştirme Maliyeti				+	
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi			+		
Malzeme/Ekipman Gereksinimi		+			
Müşteri Beklentilerini Karşılama			+		
Yenilikçi Yönü				+	
Sürdürülebilirlik			+		
Yabancı Yatırım Beklentisi				+	
Rekabet Üstünlüğü Sağlama				+	
Karmaşıklık/Risk			+		
Yatırımın Geri Dönüş Süresi				+	
Çevresel Etki				+	

EK 7: Puanlama No 6

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık					+
İşgücü Gereksinimi	+				
Gerçekleştirme Süresi			+		
Organizasyonun İmajına Etkisi					+
Gerçekleştirme Maliyeti				+	
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi			+		
Malzeme/Ekipman Gereksinimi		+			
Müşteri Beklentilerini Karşılama				+	
Yenilikçi Yönü			+		
Sürdürülebilirlik			+		
Yabancı Yatırım Beklentisi					+
Rekabet Üstünlüğü Sağlama				+	
Karmaşıklık/Risk			+		
Yatırımın Geri Dönüş Süresi				+	
Çevresel Etki			+		

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 8: Puanlama No 7

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık					+
İşgücü Gereksinimi			+		
Gerçekleştirme Süresi				+	
Organizasyonun İmajına Etkisi				+	
Gerçekleştirme Maliyeti					+
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi				+	
Malzeme/Ekipman Gereksinimi			+		
Müşteri Beklentilerini Karşılama					+
Yenilikçi Yönü	+				
Sürdürülebilirlik		+			
Yabancı Yatırım Beklentisi			+		
Rekabet Üstünlüğü Sağlama				+	
Karmaşıklık/Risk			+		
Yatırımın Geri Dönüş Süresi				+	
Çevresel Etki			+		

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 9: Puanlama No 8

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık			+		
İşgücü Gereksinimi					+
Gerçekleştirme Süresi			+		
Organizasyonun İmajına Etkisi				+	
Gerçekleştirme Maliyeti					+
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi				+	
Malzeme/Ekipman Gereksinimi				+	
Müşteri Beklentilerini Karşılama					+
Yenilikçi Yönü				+	
Sürdürülebilirlik					+
Yabancı Yatırım Beklentisi					+
Rekabet Üstünlüğü Sağlama					+
Karmaşıklık/Risk			+		
Yatırımın Geri Dönüş Süresi					+
Çevresel Etki			+		

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 10: Alternatiflerin Değerlendirilmesi Formu

Formu kullanarak her bir aday proje için kriterlerin ne dercede etkiye sahip olduğunu puanlayınız: `

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık					
İşgücü Gereksinimi					
Gerçekleştirme Süresi					
Organizasyonun İmajına Etkisi					
Gerçekleştirme Maliyeti					
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi					
Malzeme/Ekipman Gereksinimi					
Müşteri Beklentilerini Karşılama					
Yenilikçi Yönü					
Sürdürülebilirlik					
Yabancı Yatırım Beklentisi					
Rekabet Üstünlüğü Sağlama					
Karmaşıklık/Risk					
Yatırımın Geri Dönüş Süresi					
Çevresel Etki					

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 11: 1 No'lu Proje Değerlendirme

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık			+		
İşgücü Gereksinimi		+			
Gerçekleştirme Süresi				+	
Organizasyonun İmajına Etkisi					+
Gerçekleştirme Maliyeti				+	
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi					+
Malzeme/Ekipman Gereksinimi		+			
Müşteri Beklentilerini Karşılama				+	
Yenilikçi Yönü				+	
Sürdürülebilirlik					+
Yabancı Yatırım Beklentisi	+				
Rekabet Üstünlüğü Sağlama				+	
Karmaşıklık/Risk	+				
Yatırımın Geri Dönüş Süresi				+	
Çevresel Etki		+			

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 12: 2 No'lu Proje Değerlendirme

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık					+
İşgücü Gereksinimi	+				
Gerçekleştirme Süresi		+			
Organizasyonun İmajına Etkisi					+
Gerçekleştirme Maliyeti		+			
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi		+			
Malzeme/Ekipman Gereksinimi	+				
Müşteri Beklentilerini Karşılama					+
Yenilikçi Yönü				+	
Sürdürülebilirlik		+			
Yabancı Yatırım Beklentisi			+		
Rekabet Üstünlüğü Sağlama			+		
Karmaşıklık/Risk				+	
Yatırımın Geri Dönüş Süresi					+
Çevresel Etki	+				

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 13: 3 No'lu Proje Değerlendirme

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık		+			
İşgücü Gereksinimi		+			
Gerçekleştirme Süresi		+			
Organizasyonun İmajına Etkisi			+		
Gerçekleştirme Maliyeti			+		
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi					+
Malzeme/Ekipman Gereksinimi			+		
Müşteri Beklentilerini Karşılama					+
Yenilikçi Yönü	+				
Sürdürülebilirlik	+				
Yabancı Yatırım Beklentisi	+				
Rekabet Üstünlüğü Sağlama				+	
Karmaşıklık/Risk		+			
Yatırımın Geri Dönüş Süresi		+			
Çevresel Etki	+				

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 14: 4 No'lu Proje Değerlendirme

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık				+	
İşgücü Gereksinimi				+	
Gerçekleştirme Süresi					+
Organizasyonun İmajına Etkisi					+
Gerçekleştirme Maliyeti				+	
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi				+	
Malzeme/Ekipman Gereksinimi				+	
Müşteri Beklentilerini Karşılama					+
Yenilikçi Yönü					+
Sürdürülebilirlik				+	
Yabancı Yatırım Beklentisi					+
Rekabet Üstünlüğü Sağlama					+
Karmaşıklık/Risk					+
Yatırımın Geri Dönüş Süresi			+		
Çevresel Etki			+		

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

EK 15: 5 No'lu Proje Değerlendirme

Kriterler	1	2	3	4	5
Karlılık					+
İşgücü Gereksinimi		+			
Gerçekleştirme Süresi				+	
Organizasyonun İmajına Etkisi				+	
Gerçekleştirme Maliyeti				+	
Şirketin Benzer Projeler'de Tecrübesi			+		
Malzeme/Ekipman Gereksinimi		+			
Müşteri Beklentilerini Karşılama					+
Yenilikçi Yönü					+
Sürdürülebilirlik				+	
Yabancı Yatırım Beklentisi		+			
Rekabet Üstünlüğü Sağlama				+	
Karmaşıklık/Risk			+		
Yatırımın Geri Dönüş Süresi					+
Çevresel Etki	+				

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.