

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAZILIM PROJELERİNDE MALİYET VE RİSK YÖNETİMİNDE AKILLI
YÖNTEMLERİN KULLANIMI**

AYŞE BUHARALI OLCAYSOY

**DOKTORA TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. OYA KALIPSIZ**

İSTANBUL, 2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAZILIM PROJELERİNDE MALİYET VE RİSK YÖNETİMİNDE AKILLI YÖNTEMLERİN
KULLANIMI**

Ayşe BUHARALI OLCAYSOY tarafından hazırlanan tez çalışması 09.05.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Oya KALIPSIZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Oya KALIPSIZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Zuhâl TANRIKULU
Boğaziçi Üniversitesi

Doç. Dr. Sırma YAVUZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Selim AKYOKUŞ
Doğuş Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Sıddık AKTAŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Yazılım projelerinin başarısı, küreselleşmenin ve teknolojinin gelişimin etkileriyle farklı faktörlere bağlı olarak değişim göstermeye başlamıştır. Sadece iyi bir proje ekibi oluşturmak ve kapsam, zaman ve maliyet yönetimini yerine getirmek başarıyı sağlamasında yeterli olmamaktadır. Bu yöntemlerin yanısıra geçmiş projelerden ders alarak projeyi başarısız kılacak etkenleri mümkün olduğu kadar tespit ederek önlem almak başarıyı beraberinde getirmektedir. Bu nedenle proje başarısını tahmin etmeye yönelik akademik çalışmalar devam ederken bu yönde geliştirilen ticari araçların da arttığı görülmektedir.

Bir yazılım projesinin hayata geçirilmesi süresince ortaya çıkan kısıtlar, kabuller ve riskler projenin başarısını doğrudan etkilemektedir. Bu proje faktörlerinin hangilerinin proje başarısında etkili olduğuna dair çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Belirlenen faktörlerin aldığı değerlere göre proje başarısının önceden tespit edilebildiği ispatlanmaya çalışılmaktadır.

Bu tez çalışmasında, projenin başarısını etkileyen proje faktörlerini tespit ederek projenin süresinin ne kadar olacağı ve başarısını ne kadar etkileyeceği sorularının cevabı ortaya konmaya çalışılmıştır. Projenin belirlenen faktörlerine göre projenin erken aşamalarında projenin riskleriyle beraber projenin başarısını tahmin etmeye çalışan öğrenen bir model önerilmiştir.

Tez çalışması süresince bilgi ve birikimiyle bana yol gösteren Sayın Prof. Dr. Oya Kalıpsız'a, beni hep destekleyen babama, kardeşime ve eşime teşekkür ederim. Son olarak bu çalışmamı, hayatım boyunca bana rol model olan ve beni hep destekleyen anneme ithaf ediyorum.

Nisan, 2016

Ayşe BUHARALI OLCAYSOY

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖZET	xii
ABSTRACT.....	xiv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	3
BÖLÜM 2	
YAZILIM PROJE YÖNETİMİ	4
2.1 Yazılım Proje Yönetimi Süreci	4
2.2 Yazılım Proje Yönetiminde Risk Yönetiminin Önemi	5
BÖLÜM 3	
YAZILIM RİSK YÖNETİMİ	6
3.1 Risk Tipleri ve Risk Gruplandırması	7
3.2 Risk Yönetiminin Amacı	8
3.3 Risk Yönetim Süreçleri	9
3.3.1 Riskin Tanımlanması	10
3.3.2 Risk Analizi	13
3.3.3 Risk Planlama	14
3.3.4 Risk İzleme	15
3.4 Risk Yönetiminde Kullanılan Yöntemler	16
3.4.1 Matris Modeller	17
3.4.2 Ağaç Modeller	17
3.4.3 Hata Türü ve Etkileri Analizi	17
3.4.4 Risk Çizgisi	18

3.4.5 Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu	18
3.4.6 Risk Simülasyonu	19
3.4.7 Risk Zekası	21
3.5 Risk Yönetiminde Kullanılan Ticari Araçlar	23
3.5.1 Oracle Primavera Risk Analiz Aracı	23
3.5.2 Palisade Risk Analiz Aracı	25
BÖLÜM 4	
LİTERATÜR TARAMASI	27
4.1 Risk Yönetimi Üzerine Yapılan Çalışmalardan Örnekler	27
4.2 Bulanık Mantığın Kullanıldığı Araştırmalardan Örnekler	31
BÖLÜM 5	
AKILLI TAHMİN MODELİNDE KULLANILAN YAZILIM PROJELERİ VERİ SETİ	34
5.1 Uygulama Verisinin Özellikleri	34
5.1.1 Proje Verisi	34
5.1.2 Proje Risk Verisi	36
5.2 Uygulama Verisinin Kullanımı	38
5.2.1 Veri Temizleme Aşaması	38
5.2.2 Öznitelik Seçme Aşaması	39
5.2.3 Örnek Veri Setinde Elde Edilen İstatistiksel Sonuçlar	39
5.2.4 Örnek Veri Setinin Doğrulanması	41
BÖLÜM 6	
PROJE BAŞARI TAHMİNLEME MODELLERİ	45
6.1 Proje Faktörlerin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler	45
6.1.1 Bulanık C-Ortalama Kümeleme Algoritması	45
6.1.2 Naive Bayes Yöntemi	46
6.1.3 K-Means Algoritması	47
6.2 Proje Başarısına Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi	47
6.2.1 Proje Veri Setinde Tutarlılığın Sağlanması	48
6.2.1.1 Proje Veri Seti Temizliği	48
6.2.1.2 Proje Veri Setinde Eksik Bilgilerin Tamamlanması	49
6.2.2 Proje Faktörleri ile Risk Faktörleri Arasında İlişkinin Oluşturulması	50
6.2.3 Risk ile Analiz-Geliştirme Süreçlerinin Paralleliği İlişkisi	52
6.2.4 Analiz Süresinin Projeye Etkisi.....	53
6.2.5 İzleme Süreci ile Risklerin İlişkisi	54
6.2.6 İzleme Süresinin Değerlendirilmesi	55
6.2.7 Proje Ekibinin Büyüklüğü ile Proje Başarısı Arasındaki İlişki	57
6.2.8 Risk ile Proje Aciliyet Durumunun İlişkisi	58
6.3 Bulanık Mantıkla Proje Başarısının Tahmin Edilmesi	60
6.3.1 Bulanık Mantık	60
6.3.2 Bulanık Mantıkla Proje Başarı Modelinin Oluşturulması	65
6.4 Karar Destek Makineleriyle Proje Başarısının Tahmin Edilmesi	69
6.4.1 Karar Destek Makinesi ile Proje Süresinin Tahmin Edilmesi - Weka	70
6.4.2 Karar Destek Makinesi ile Proje Süresinin Tahmin Edilmesi - Matlab	71

6.4.3 Karar Destek Makinesi ile Proje Sponsor Notunun Tahmin Edilmesi - Weka	72
6.4.4 Karar Destek Makinesi ile Proje Sponsor Notunun Tahmin Edilmesi - Matlab	73
6.5 Yapay Sinir Ağı ile Proje Başarısının Tahmin Edilmesi	74
6.5.1 Yapay Sinir Ağı ile Proje Süresinin ve Sponsor Notunun Tahmin Edilmesi - Matlab	75
6.5.2 Yapay Sinir Ağı ile Proje Süresinin ve Sponsor Notunun Tahmin Edilmesi - Weka	77
6.6 Sponsor Notunun Tahmin Edilmesi Üzerine Yapılan Diğer Çalışmalar	78
BÖLÜM 7	
PROJE YÖNETİCİSİNİN PROJE BAŞARISI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	83
BÖLÜM 8	
SONUÇ VE ÖNERİLER	87
KAYNAKLAR	89
EK-A	
PMI'IN RİSK YÖNETİM SÜRECİ	94
EK-B	
YAZILIM PROJE VERİ SETİNİN ÖZELLİKLERİ	96
EK-C	
PROJE BAŞARI TAHMİNELEME MODELİ KURALLARI	98
EK-D	
PROJE YÖNETİCİLERİNE YÖNELİK ANKET SONUÇLARININ DEMOGRAFİK DAĞILIMI.....	100
ÖZGEÇMİŞ	110

SİMGE LİSTESİ

a	Yazılımın tipine göre belirlenen COCOMO II sabit değeri
b	Yazılımın tipine göre belirlenen COCOMO II sabit değeri
C	Kategorikplx Karmaşıklık
D	Risk belirleme zorluğu
E	adam/ay cinsinden harcanan işgücü
N	Tahmin sayısına
O	Risk in meydana gelme olasılığı
$P(C)$	i sınıfının ilk olasılığı
$P(x)$	Herhangi bir örneğin x olma olasılığı;
$P(x C)$	i sınıfından bir örneğin x olma olasılığıdır
RPN	Risk Öncelik Sırası
S	Risk in etkisi
stor	Sistemin hafıza kapasitesi
time	Zaman kısıtları
U	Üyelik matrisi
x	Bir örneğin i sınıfından olma olasılığı
μ	Ortalama
$\mu_A(x)$	Üyelik fonksiyonu
σ	Standart Sapma

KISALTMA LİSTESİ

ANN	Artificial Neural Network
CDF	Kümülatif Dağılım Fonksiyonu
FCM	Fuzzy C-Means
LSA	Latent Semantic Analysis
MAPE	Mean Absolute Percentage Error
MMRE	Mean Magnitude of Relative Error
OSR	Optimal Set Reduction
PCA	Principal Component Analysis
PDF	Probability Density Function
PMI	The Project Management Institute
PRMIA	Professional Risk Managers' International Association
RCDA	The Risk- and Cost Driven Architecture
RES	Risk Expert Systems
RMA	Risk Management Association
RPN	Risk Priority Number
SSE	Tahmini sponsor puanı
SSO	Orijinal sponsor puanı
SOX	Sarbanes Oxley
SRAM	Software Risk Assessment Model
SVM	Support Vector Machines
WBS	Work Breakdown Structure

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Proje riskleri ve proje yatırım değeri	5
Şekil 3.1 Boehm'in risk yönetimi ağaç yapısı	9
Şekil 3.2 Risk belirleme akışı	12
Şekil 3.3 Risk belirleme	13
Şekil 3.4 Risk referans düzeyi	14
Şekil 3.5 Risk izleme süreci.....	16
Şekil 3.6 İki farklı projenin zaman açısından risklerinin risk çizgisiyle değerlendirilmesi	18
Şekil 3.7 Riskin olasılık ifadesi	19
Şekil 3.8 Monte Carlo metodu ile olası bir planın oluşturulması.....	20
Şekil 3.9 Monte Carlo metodunun sonucu	20
Şekil 3.10 Oracle Primavera ile örnek risk analizi sonuçları	23
Şekil 3.11 Oracle Primavera ile örnek bir projede belirlenen risk unsurları.....	24
Şekil 3.12 Oracle Primavera ile örnek bir projenin planlanan bitiş tarihi ve bütçe olasılıklarının saçılım grafiği	25
Şekil 4.1 Projenin ya da görevin risk faktörlerini belirlemek için kullanılan çerçeve.....	29
Şekil 4.2 Yazılım geliştirmesinde kullanılan erken uyarı sistemi	32
Şekil 4.3 Bulanık çıkarım motoru	33
Şekil 5.1 Risk girişi ekran görüntüsü	36
Şekil 5.2 Risklerin "risk seviyesine" göre dağılımı	40
Şekil 6.1 Bulanık karar verme sisteminin yapısı	63
Şekil 6.2 Proje başarısı bulanık karar verme modeli	66
Şekil 6.3 Yapay sinir ağı mimarisi	75

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Proje yönetim sürecinin temel adımları ve bilgi alanları.....	4
Çizelge 3.1 Örnek risk önlem tablosu.....	15
Çizelge 3.2 Örnek hedef risk matrisi.....	17
Çizelge 4.1 Kalite, zaman ve maliyet üzerinde kalite risklerinin etkisi.....	28
Çizelge 4.2 Küresel yazılım geliştirme sürecinde risk üzerine yapılan çalışmalar.....	30
Çizelge 5.1 Risk kaydına ait özellikler.....	37
Çizelge 5.2 Risk değişkenlerinin alabileceği değerler.....	39
Çizelge 5.3 Olma olasılığı ve negatif etkisine göre K-Means dağılımı.....	41
Çizelge 5.4 Risk seviyesine göre sınıfların dağılımı.....	42
Çizelge 5.5 Negatif etkisine göre kümeleme sonuçları.....	42
Çizelge 5.6 Risk seviyesine göre sınıfların dağılımı – negatif etki.....	43
Çizelge 5.7 Olma olasılığına göre kümeleme sonuçları.....	43
Çizelge 5.8 Risk seviyesine göre sınıfların dağılımı – olma olasılığı.....	44
Çizelge 6.1 Proje faktörleri.....	51
Çizelge 6.2 Risk ve proje faktörleri ilişkisi.....	52
Çizelge 6.3. Süreçlerin paralelliği ile gecikme ve risk sayısı ilişkisi.....	53
Çizelge 6.4. Analiz süresinin gecikme süresi ile ilişkisi.....	54
Çizelge 6.5. İzleme süresi ile risk ilişkisi.....	55
Çizelge 6.6. Proje süresine bağlı izleme süresinin diğer faktörlerle ilişkisi.....	56
Çizelge 6.7. Ekip sayısının diğer faktörlerle ilişkisi.....	57
Çizelge 6.8. Projenin aciliyeti ile diğer faktörleri ilişkisi.....	59
Çizelge 6.9 Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki farklar.....	60
Çizelge 6.10 Olasılık teoremi değerleri ve bulanık mantık değerleri.....	61
Çizelge 6.11 Bulanık Mantık'ın önemli üyelik fonksiyonları.....	62
Çizelge 6.12 Özelliklere göre yapay sinir ağıları modelinin sonuçları.....	64
Çizelge 6.13 Proje başarısı tahminleme modelinin başarısı.....	69
Çizelge 6.14 Weka'da SVM ile hesaplanan proje süreleri.....	71
Çizelge 6.15 Matlab'te SVM ile proje süresinin tahmin edilmesi.....	72
Çizelge 6.16 Weka'da SVN ile hesaplanan sponsor notu.....	73
Çizelge 6.17 Matlab'te SVM ile hesaplanan sponsor notu.....	74
Çizelge 6.18 Matlab'te ANN ile proje süresi ve sponsor notunun 6 girdi ile tahmin edilmesi.....	76
Çizelge 6.19 Matlab'te ANN ile proje süresi ve sponsor notunun 5 girdi ile tahmin edilmesi.....	77
Çizelge 6.20 Weka'da ANN ile proje süresi ve sponsor notunun tahmin edilmesi.....	78

Çizelge 7.1 Proje yöneticisine göre proje başarısındaki etkenler.....	85
---	----



YAZILIM PROJELERİNDE MALİYET VE RİSK YÖNETİMİNDE AKILLI YÖNTEMLERİN KULLANIMI

Ayşe BUHARALI OLCAYSOY

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Oya KALIPSIZ

Risk yönetimi, projenin başarısını doğrudan etkileyen önemli proje yönetim süreçlerinden biridir. Geçmiş projelerde ortaya çıkan risklerle projelerin sahip olduğu ortak özellikler tespit edilerek akıllı bir risk modeli oluşturularak bir projenin başarısı, proje sürecinin erken aşamalarında tahmin edilebilir. Bu hipoteze dayanarak son yıllarda proje risklerini ve buna bağlı olarak proje başarısını tahmin etme üzerine yapılan çalışmalar artış göstermektedir. Bu tez çalışmasında önce literatür taraması yapılarak yazılım proje yönetiminde risk değerlendirme ve tahminleme modeli üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Bu tez çalışmasında oluşturulacak akıllı tahmin modelinde kullanılmak üzere uygulama verisi için bir telekomünikasyon şirketinin 2007-2014 yılları arasında geliştirilen yazılım projelerinin verileri toplanmıştır. Çünkü telekomünikasyon sektöründeki rekabetten ve telekomünikasyon teknolojisinin hızlı gelişmesinden doğan değişimler, yazılım projelerindeki risk yönetimini önemli kılmaktadır.

Kümeleme ve sınıflandırma algoritmaları kullanılarak elimizdeki uygulama verisinde bulunan yazılım projelerinin özelliklerinin birbirleriyle ve risklerle arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur. Bu ilişkiler dikkate alınarak benzer bir projenin başlaması durumunda projenin nasıl sonuçlanacağını tahmin etmek amacıyla bulanık mantık yöntemiyle yeni bir model oluşturulmuştur. Belirlenen proje faktörleri girdi olarak kullanıldığında oluşturulan tahminleme modelinde proje başarısının $\pm\%20$ sapmayla $\%76$ oranında doğru tahmin edebildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yazılım proje yönetimi, yazılım risk yönetimi, proje başarı faktörleri, bulanık mantık



USAGE OF INTELLEGET METHODS IN COST AND RISK MANAGEMENT SOFTWARE PROJECTS

Ayşe BUHARALI OLCAYSOY

Department of Computer Engineering

PhD. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Oya KALIPSIZ

Risk management is one of the most important processes in Project management that directly affects the success of the project. By determining the common characteristics of occurred risks in past projects, and by creating a smart risk model, a project's success can be estimated at the early stages of the project. Due to this objective, in recent years, project success forecasting and risk evaluation studies have a significant increase. Hence, in this thesis study, primarily, risk management in software projects and risk evaluation methods for the past studies are inspected.

In this thesis work, the data for evaluating smart forecasting model is used from software projects that were developed in a telecommunication company between 2007 and 2014. Since the changes due to the competition in telecommunication sector and the fast evolution of telecommunication technology, the risk management in software projects is becoming vital.

Using clustering and classification algorithms, the relationship between the common characteristics of the given application data in software projects and the risks are defined. Referring to this relationship, a fuzzy logic model is created to forecast just at the beginning how a similar project will end. When predefined project factors are used, the project success is assessed with two different scales such as %76 ratio - %20 deviation.

Keywords: Software project management, software risk management, project success factors, fuzzy logic



GİRİŞ

Çalışmanın bu bölümünde bu konuyla ilgili yapılan literatür çalışmaları kısaca anlatılarak tezin amacı ve hipotezi ortaya konacaktır. Çalışmanın 2. bölümünde yazılım proje yönetimi ve yazılım proje yönetiminde risk yönetiminin yeri ve önemi aktarılacaktır. 3. bölümde riskin tanımı, özellikleri ve yazılım projelerinde risk yönetimi tanıtılacaktır. 4. bölümde özeti verilen risk tahminleme ve proje başarısı tahminleme üzerine yapılan literatür çalışmalarına daha detaylı değinilecektir. 5. bölümde uygulama verisinin özellikleri, uygulama verisi üzerinden yapılan veri temizliği, özellik seçimi ve veri tutarlılığı çalışmaları aktarılacaktır. 6. bölümde ise proje faktörleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak için oluşturulan modellerin sonuçları gösterilecektir ve projenin başarısı ile süresini tahmin etmeye yönelik geliştirilen model ve bu model kullanılarak örnek veri seti üzerinden elde edilen sonuçlar paylaşılacaktır. Son bölümde de proje yöneticilerinin proje başarısındaki etkisi ve proje başarısına bakış açılarının değerlendirmek üzere yapılan anket çalışmasının sonuçları paylaşılacaktır.

1.1 Literatür Özeti

Yazılım proje yönetiminde risk yönetimi üzerine yapılan çalışmaların 1991’de Barry Boehm’in ortaya koyduğu risk tanımına bağlı risk sınıflandırılmasına çalışmasına [1] dayanarak geliştirildiği görülmektedir.

Yazılım risklerinde ve beraberinde proje başarısını tahmin etmeye yönelik geliştirilen modellerin de yine 1990’ların ortasına doğru başladığı görülmektedir. 1994’te METRIX [2] adlı geliştirdikleri risk tahmin modelinde Gayet ve Briand, geçmiş proje verilerini ve uzman görüşlerini kullanmışlardır.

2000'li yıllarda iletişim teknolojisinin ilerlemesiyle ve küresel yazılımların artmasıyla risk yönetimi alanında yapılan çalışmaların arttığı görülmektedir. Foo ve Murugthan'ın 2000'de geliştirdikleri SRAM'da (Software Risk Assessment Model) Boehm'in belirlediği risk faktörleriyle projenin üç temel unsuru olan zaman, maliyet ve kalite arasındaki ilişkileri ortaya koymaya çalışmışlardır [3].

Liu ve arkadaşlarının 2003'te yayınladıkları çalışmada [4] çeşitli yazılım metriklerini üzerinde bulanık mantığı kullanarak oluşturdukların bulanık mantık çıkarım motorunda ürün, süreç ve Organizasyonel girdileri kullanarak zaman, maliyet ve kalite risklerini tahmin etmeye çalışmışlardır.

Sadiq ve arkadaşları ise önce 2008'de geliştirdikleri SRAEM'i (Software Risk Assessment and Estimation Model) [5] ile riskleri tahmin etmeye çalışmışlardır. Bu modeli 2010'da geliştirerek SRAEP (Software Risk Assessment and Evaluation Process) [6] modeli ile yazılım proje risklerini belirlemeye çalışmışlardır.

1.2 Tezin Amacı

Bir projenin başarılı olabilmesi için planlanan zaman, maliyet ve kalitede gerçekleştirilmesi ve bu üçgenin içinde kalan kapsamın tam olarak karşılanması gerekmektedir. Projedeki zaman, maliyet ve kalite unsurları kapsama göre planlanır.

Gartner Institute tarafından 2007 yılında yapılan araştırmaya göre bilgi teknolojilerindeki projelerin %66'sı ya ihtiyacı tam olarak karşılamamış, ya gecikmiş ya da bütçesini aşmış; dolayısıyla başarısız olmuştur [7]. Yazılım projelerinde mümkün olduğunca projenin ilk evrelerinde riskleri belirleyip analiz ederek gerekli tedbirleri almak projenin zamanında, planlanan maliyetle ve istenen kalitede kısacası başarıyla bitirilmesinde önemli rol oynamaktadır ve bu başarısızlık oranı düşürülebilir. Projenin iptaline kadar gidecek kararların erken alınmasında risk yönetiminin verimli kullanılması önem taşımaktadır.

Bu amaç doğrultusunda çalışmada, projenin başarısını etkileyen faktörleri tanımlayıp proje riskleriyle arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir akıllı sistem geliştirilmesi hedeflenmektedir. Akıllı yöntemlerle geliştirilecek bu risk modelinin sonuçta projenin başarısına doğrudan yansıtacağı ve proje yöneticisinin yardımcısı olacağı

düşünülmektedir. Böylece ileride yazılım projelerinde daha önceden benzer risklerden kaynaklanan başarısızlık oranının da düşmesi beklenmektedir.

1.3 Hipotez

Yazılım projelerinde başarı elde etmek için sadece proje yönetim süreçlerindeki adımları doğru uygulamak veya yazılımın karmaşıklığını göz önünde bulundurmak yeterli olmamaktadır. Yapılan birçok çalışma ve araştırma, çeşitli proje faktörlerinin projenin başarısı üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir.

Yazılım projelerinde yazılım ölçütlerinden bağımsız farklı proje faktörleri kullanılarak kendi kendine öğrenen bir başarı tahminleme modeli geliştirilebilir. Böylece geçmiş proje deneyimine dayanarak yeni bir projenin mümkün olduğunca erken aşamalarında belirlenen ölçütler göz önünde bulundurularak proje başarısı tahmin edilebilir ve projede harcanacak işgücü karşısında ne kadar sürede çıktının hayata geçirebileceği kestirilebilir.

Bu hipoteze dayanarak bu tez çalışmasında geliştiren proje başarı tahminleme modelinde önce girdi olarak kullanılacak proje faktörleri belirlenmeye çalışılmış sonrasında oluşturulan modelin sonuçları değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 2

YAZILIM PROJE YÖNETİMİ

Tekil bir ürünü, servisi veya sonucu belli bir zaman aralığında belirlenen sınırlı bütçeyle hayata geçirmek için harcanan işgücüne proje denir [8]. Karmaşıklığı ve başarısızlık oranının yüksek olması nedeniyle yazılım geliştirme projeleri diğer mühendislik alanlarında geliştirilen projelerden daha zordur [9,10].

2.1 Yazılım Proje Yönetimi Süreci

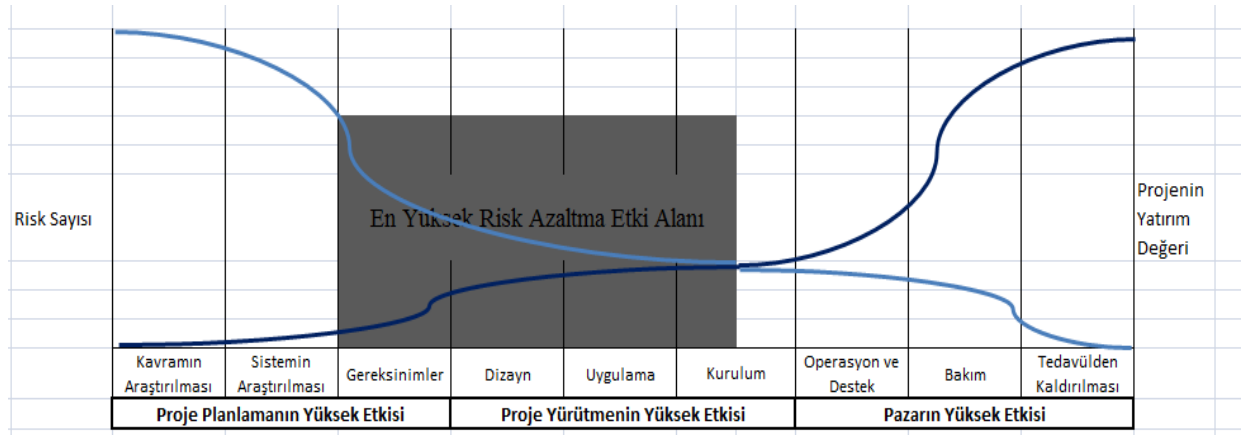
Çizelge 2.1’de gösterildiği gibi Proje Yönetimi Enstitüsü’ne (Project Management Institute – PMI) göre proje yönetim beş temel süreçten ve dokuz temel bilgi alanından oluşur [8]. Proje yöneticisi, bu bilgi alanlarını kullanarak proje yönetim süreci adımlarını gerçekleştirir.

Çizelge 2.1 Proje yönetim sürecinin temel adımları ve bilgi alanları

Proje Yönetiminin Temel Süreçleri	Proje Yönetimi Bilgi Alanları
• Başlangıç • Planlama • Yürütme • Kontrol • Kapanış	• Bütçe Yönetimi • Entegrasyon Yönetimi • İnsan Kaynakları Yönetimi • Kalite Yönetimi • Kapsam Yönetimi • Paydaş Yönetimi • Risk Yönetimi • Tedarik Yönetimi • Zaman Yönetimi

2.2 Yazılım Proje Yönetiminde Risk Yönetiminin Önemi

Proje yöneticisi, hem proje yönetimi hem de risk yönetimi planlamalarını yaparak tahmini bütçeleri belirler. Şekil 2.1’de riskler ile proje yaşam döngüsünün projenin yatırım değeri arasındaki ilişkiyi gösterilmektedir [11]. Şekil 2.1’de gösterildiği üzere proje yatırımı, gereksinim aşamasının sonuna doğru yavaş yavaş artış gösterirken proje yaşam döngüsünün ilk üç aşamasının risklerin azaltılmasında büyük etkisi vardır.



Şekil 2.1 Proje riskleri ve proje yatırım değeri [11]

Tasarım, uygulama ve kurulum aşamalarında projenin en yüksek yürütme risklerini azaltma potansiyeli bulunmaktadır. Başarılı bir risk yönetimiyle bu aşamalarda riskler azalmaya devam ederken projenin yatırım değeri de yavaşça artmaya başlar. Son üç aşama olan operasyon ve destek, bakım ve kullanımdan kaldırma aşamaları ise yazılım geliştirme riski en az seviyedeysen yatırım değeri en yüksek seviyeye ulaşır.

Şekil 2.1’de gösterilen “En Yüksek Risk Azaltma Etki Alanı” gereksinim, tasarım, uygulama ve kurulum aşamasının bir kısmını ihtiva eder. Proje yöneticisinin risk azaltmada etkisinin en yüksek olduğu aşama burasıdır. Riskler tanımlanıp etkisi azaltıldığı sürece risklerin sayısı yavaşça azalırken projenin yatırım değeri, tahmin edilen doğrultuda artar. Tam tersi durumda, riskler kontrol altında değilse projenin yatırım değeri hızlıca azalır.

YAZILIM RİSK YÖNETİMİ

Riskin olmadığı hiçbir proje yoktur. Ancak zaman zaman da risk, kısıt ve sorun gibi projedeki diğer kavramlarla karıştırıldığı için önce riskin tanımına bakmak gerekir. Risk, gelecekte gerçekleşme olasılığı %100'den küçük olan ve olması halinde projeye ve/veya geliştirilen ürüne negatif etkisi olan olaylara denmektedir. Projedeki bir konunun risk olarak değerlendirilmesi için aşağıdaki üç özelliği barındırması gerekir [12]:

1. Olayın beraberinde kayıp getirmesi; zaman, kalite, maliyet, kalite gibi proje ve/veya nihai üründe kayıplara neden olması. Bu negatif etkiye “risk etkisi” denir.
2. Bir olayın hayata geçme olasılığı; kesinse (risk olasılığı 1 ise) bu bir risk değil “sorun”dur. Olayın olması bir olasılıksa; o olayın olması konusunda bir kesinlik yoksa bu bir risktir.
3. Olayın sonucunu değiştirebilme olasılığı; her risk için olayın etkilerini önleme veya azaltma durumu belirlenir. Böylece risk kontrol altına alınabilir.

3.1 Risk Tipleri ve Risk Gruplandırması

Literatürde riskler, farklı şekillerde gruplandırılmaktadır. Örneğin Sommerville kitabında bir riskin gerçekleşmesi durumunda etkileyeceği alana göre gruplandırmıştır [13]:

- Proje riskleri; projenin zaman planını veya kaynaklarını etkileyen riskler.
- Ürün riskleri; geliştirilen ürünün kalitesini veya performansını etkileyen riskler.
- İş riskleri; iş çevresinden örneğin organizasyon değişimlerinden doğan riskler.

Riskler, “projeye özel riskler” ve “genel riskler” olmak üzere kaynağına göre de sınıflandırılabilir. Genel riskler bütün yazılım projelerinde karşılaşılabilecek risklerdir. Projeye özel riskler ise projenin kendi şartlarından kaynaklanan risklerdir [12].

Risk kaynakları daha da alt kategorilerde ele alınabilir [14]:

- Teknolojik riskler; ürünü geliştirmek için kullanılan yazılım veya donanımlardan kaynaklanan teknolojik riskler.
- İnsan riskleri; proje ekibinde çalışanlardan kaynaklanan riskler.
- Organizasyonel riskler; geliştirmenin yapıldığı organizasyondan kaynaklanan riskler.
- Araç riskleri; geliştirmede kullanılan yazılım ve diğer araçlardan kaynaklanan riskler.
- Gereksinim riskleri; müşteri gereksinimlerinin değişiminden kaynaklanan riskler.
- Tahmin riskleri; sistemin geliştirilmesi için kullanılacak kaynakların tahmininden kaynaklanan riskler.
- İş riskleri; iş politikalarının değişiminden kaynaklanan riskler.
- Müşteri riskleri; müşteriyle olan iletişim zorluklarından veya müşterinin projeye ilgisizliğinden doğan riskler.
- Bağımlılık riskleri; projenin diğer proje ve işlere olan bağımlılığından doğan riskler.
- Dış faktör riskleri; hükümet kararları, kanunlar ve sektör vb. etkileşimlerden kaynaklanan riskler.

3.2 Risk Yönetiminin Amacı

Risk yönetiminin temel amacı, belirlenen riskin gerçekleşmesi halinde projeye olan negatif etkisini azaltmaktır. Bu amaç doğrultusunda risk yönetiminin faydalarını iki grupta toplayabiliriz; birincil faydalar, doğrudan sağlanan faydalardır; ikincil faydalar, dolaylı sağlanan faydalardır [15]. Doğrudan sağlanan faydalar:

- Hedefler tam olarak karşılanır.
- Proje büyük risklerden korunur.
- Projenin risklere karşı savunmasızlığı azalır.
- Proje takımı ve paydaşları oluşabilecek problemleri çözmeye hazırlıklıdır.
- Proje sonunda ortaya çıkan ürün daha güvenilirir.
- Düşük kaliteden kaynaklanan maliyet düşer.
- Kriz yönetimi pratikleri cesaretlendirilir.

İkincil faydalar ise oldukça fazladır ve tüm süreç alanlarında fayda sağladığı görülür.

Aşağıdaki tüm alanlarda gelişme sağlandığı görülmüştür:

- Hedef belirleme, tahmin ve planlamasında
- Pragmatik karar vermede
- Alternatif bakış açılarının geliştirilmesinde
- Süreç iyileştirmede
- Proaktif stratejilerin geliştirilmesinde
- Problem çözme kültüründe
- Takım çalışmalarında
- Süreç yönetiminde
- Sürekli gelişimin sağlanması vb.

3.3 Risk Yönetimi Süreçleri

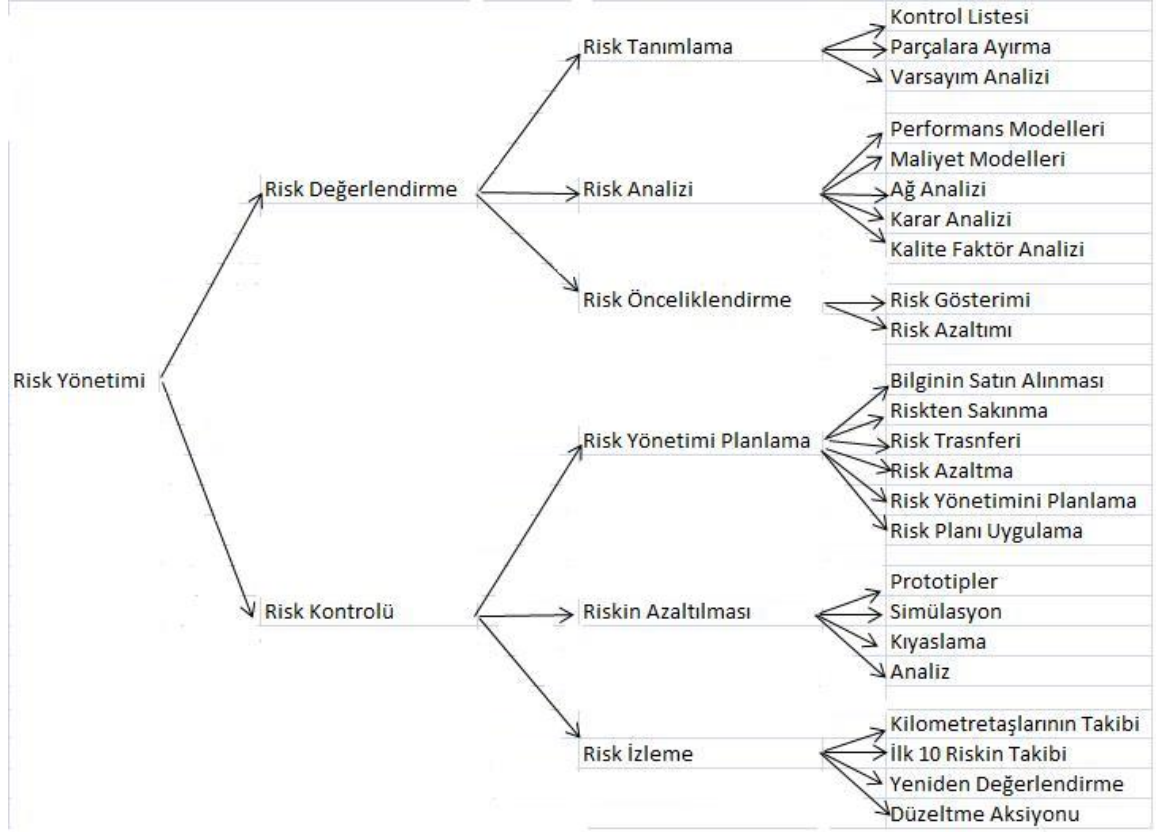
Risk yönetimi, projenin zamanını, bütçesini ve proje sonundaki çıktının kalitesini etkileyecek risklerin belirlenmesi, analiz edilmesi ve kontrol edilmesini kapsamaktadır [13]. Proje yönetim sürecinin bilgi alanlarından biri olan risk yönetimi, dört temel aşamadan oluşmaktadır [13]:

1. Risk tanımı
2. Risk analizi

3. Risk planlama

4. Risk izleme

Barry Boehm, 1991’de yayınladığı makalesinde bu dört temel süreci detaylandırarak Şekil 3.1’de gösterildiği gibi ağaç formu yapısında sunmuştur [1].



Şekil 3.1 Boehm’in risk yönetimi ağaç yapısı [1]

Project Management Institute (PMI) ise literatürde tanımlanan bu dört aşamayı altı sürece ayırarak her biri için gerekli olan girdileri, kullanılacak araç ve tekniklerle süreç sonuçta elde edilmesi beklenen çıktıları belirlemiştir [8]. Ek A’da aşağıdaki temel risk yönetimi adımlarını detaylı olarak gösterilmiştir.

1. Risk yönetimi planlama

2. Risk belirleme

3. Nicel risk analizi

4. Niteliksel risk analizi

5. Risk önlem planı
6. Risk izleme ve takibi

Yukarıda belirtilen risk yönetim sürecinin dört temel adımı detaylı olarak açıklanacaktır.

3.3.1 Riskin Tanımlanması

Projenin başlangıcından itibaren projeyi ve ürünü etkileyecek riskleri, risk kaynaklarını ve oluşması halinde etkilerinin tespiti, “risklerin belirlenmesi” aşamasında ortaya konur [12,16]. Risklerin belirlenmesi sadece projenin başında değil tüm proje süresince ele alınması gereken bir süreçtir.

Risk tanımlamasında kullanılan iki tip metot bulunmaktadır. Birinci tip metot, tüm çevrelerde açık ve genel araştırmaya dayanır. Burada risk araştırmasının kapsamı hem projenin kendi iç dinamiklerini hem de projeyi etkileyen dış etkenlerden kaynaklanan durumları tespit etmektir. İkinci tip metot ise ürün ve projeye özgü riskler üzerine odaklanılır [15].

Projenin iç ve dış etkenlerinden kaynaklanan riskleri ele alan birinci tip metotlar aşağıda listelenmiştir [15]:

A. Sezgisel metotlar

- a. Zihin haritalama (Mind mapping)
- b. Beyin fırtınası (Brainstorming)
- c. Benzerlik (Analogy)

B. Geçmişe dayalı metotlar (History-based methods)

- a. İlk on risk (Top ten risks)
- b. Risk kontrol listesi (Risk checklist)
- c. Sınıflandırmaya dayalı anket (Taxonomy-based questionnaire)

İkinci tip metot daha yapısal ve özeldir. Burada risk tanımlama altı aşamada gerçekleşir:

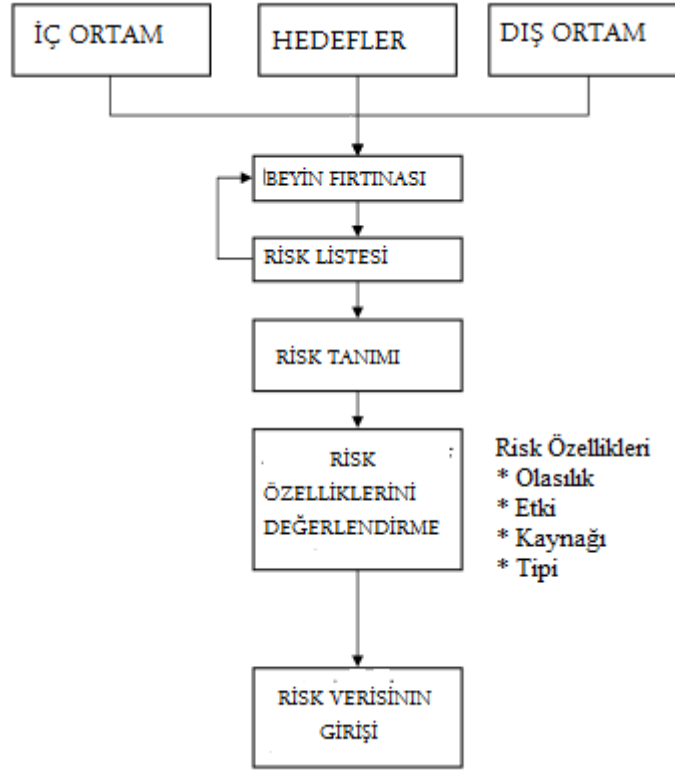
- Faz I: Durum ayarlama
- Faz II: Veri toplama (Data gathering)

- Faz III: Risk belirleme (Risk discovery)
 - Haritalama (Mapping)
 - Risk araştırması (Risk survey)
 - Risk modelleri (Risk models)
 - Risk zekası (Risk intelligence)
- Faz IV: Özelliklerin belirlenmesi (Attributes assignment)
- Faz V: Doğrulama (Validation)
- Faz VI: Listeleme (List)

Bir projeye ait riskleri belirlemek kolay bir süreç olmadığı için riskleri belirlerken proje yöneticisinin proje ekibiyle birlikte çalışması gerekmektedir. Şekil 3.2’de gösterildiği gibi birlikte bir kontrol listesi üzerinden faydalanabilecekleri gibi beyin fırtınası yöntemi de kullanarak bir risk listesi oluşturabilirler. Böylece yukarıda belirtildiği gibi alt kategorilere göre riskleri sınıflayarak riskler üzerine odaklanılması sağlanabilir [17]. Her risk gurubu için farklı kontrol soruları sorulabilir. Örneğin müşteriden kaynaklanabilecek riskleri belirlemek için birkaç soru şöyle özetlenebilir:

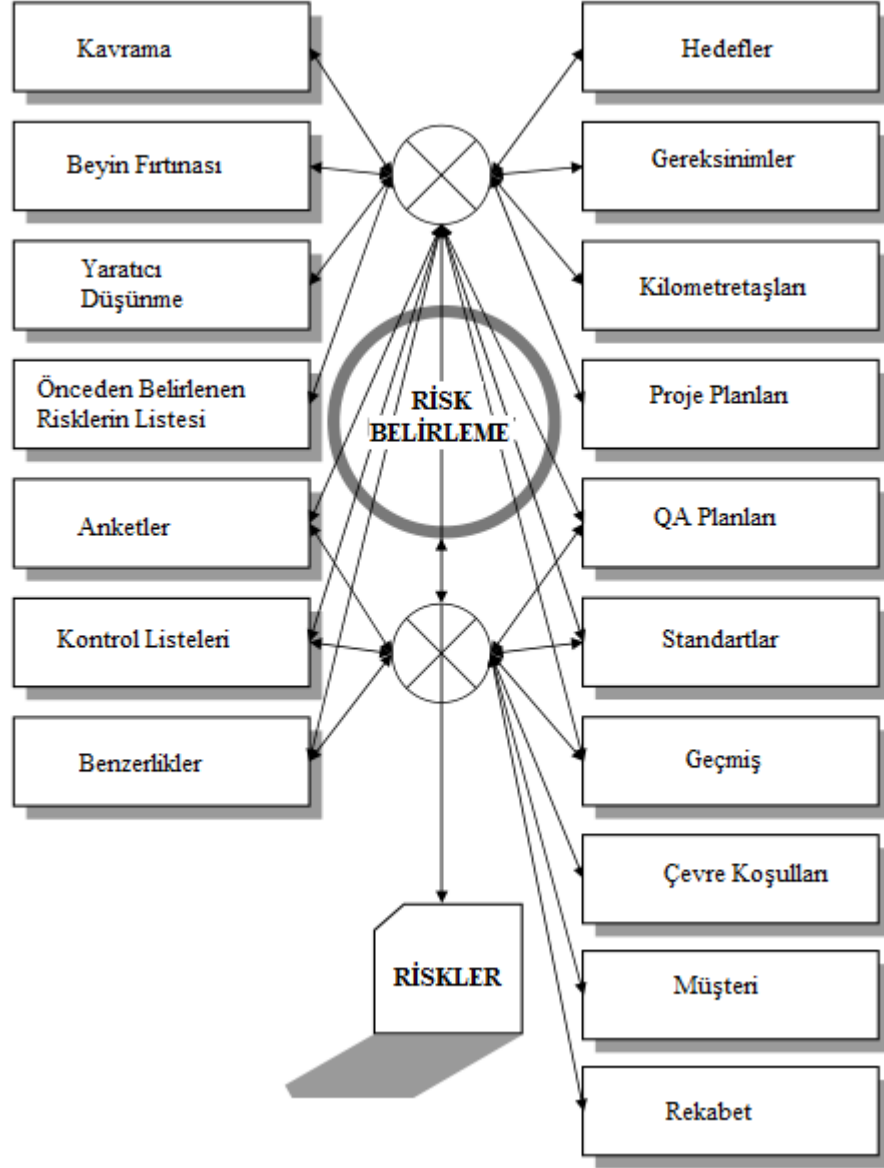
- Geçmişte bu müşteriyle daha önce çalışıldı mı?
- Ürünün sahası konusunda müşteri yeteri kadar tecrübeye sahip mi?
- Müşteri, yazılım geliştirme süreçlerini biliyor veya anlayabiliyor mu?

vb. sorulara verilen yanıtlarla, riskin proje üzerindeki etkisi belirlenir.



Şekil 3.2 Risk belirleme akışı [17]

Şekil 3.3'te gösterildiği gibi belirlenen her riskin projenin hedef, gereksinim, kilometre taşı ve proje planlarına etkileri de belirlenir. Projedeki tüm riskler bu şekilde belirlendikten sonra proje yöneticisinin elinde kontrol edebileceğinden çok daha fazla risk bulunabilir. Bu amaç doğrultusunda riskler belirlendikten bir sonraki adım olan analizde risklerin olasılığı ve etkisi belirlenir.



Şekil 3.3 Risk belirleme [15]

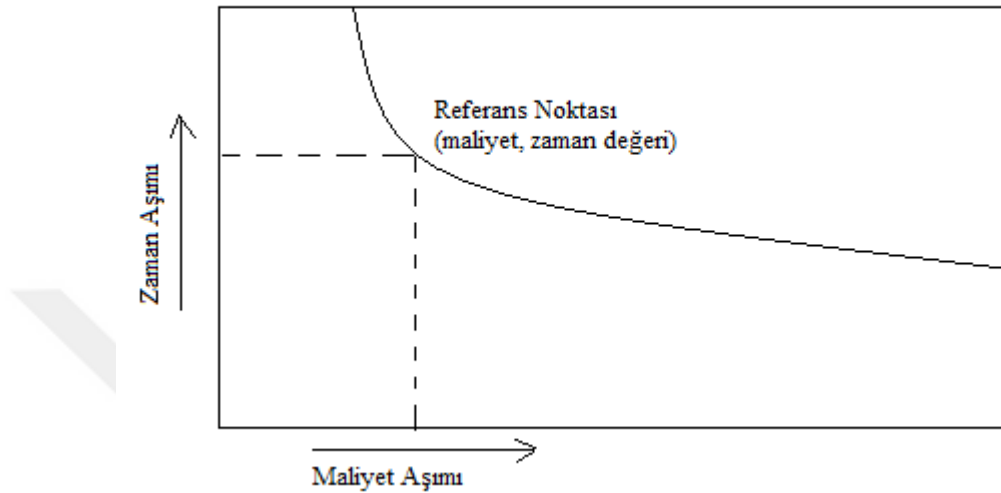
3.3.2 Risk Analizi

Risk analizi aşamasında riskin olma olasılığı ve proje üzerindeki negatif etkisi belirlenir. Riskler, denklem 3.1’de gösterildiği gibi derecelendirilirken bu iki değer’in çarpımı sonucu elde edilen risk değerine göre karar verilir.

$$\text{Risk Değeri} = \text{Olma Olasılığı} \times \text{Etkisi} \quad (3.1)$$

Maciaszek, riski, olma olasılığı ve etkisi olarak ayrı ayrı beşli ölçek yapısında değerlendirilerek Şekil 3.4’te gösterildiği gibi risk referans düzeyi grafiğine yerleştirir [18]. Belirlenen risk referans düzeyi eğrisi üzerinde olan risklerine odaklanırken altında

kalanlar daha ileride ele alınabilir [18]. Zira belirsizliği azaltmanın da bir maliyeti vardır. Risk yönetiminde önemli olan katlanılan bu maliyetler riskin adreslenmediği durumlarda riskin oluşması halindeki maliyeti dengelemektir. Projedeki tüm riskleri azaltmaya çalışmak verimli değildir [5].



Şekil 3.4 Risk referans düzeyi [18]

Risklerin hesaplanması aşağıdaki gibi çeşitli etkenler nedeniyle zor olduğu için risklerin Şekil 3.4'te olduğu gibi gösterilmesi de kolay bir süreç değildir [12]:

- Birbirini etkileyen fırsatlar ve tehditler olabilir.
- Tek bir olayın birden fazla etkisi olabilir.
- Proje tarafından biri için fırsat olan bir risk, bir diğeri için tehlike olabilir.
- Matematiksel tahminler, hassasiyet ve güvenlik konusunda yanlış izlenim yaratabilir.

3.3.3 Risk Planlama

Risk planlama sürecinin amacı, risk yönetimindeki dengenin en verimli şekilde ele alınmasını sağlamaktır [19]. Risk planlama aşamasında belirlenen ve analiz edilen her riskin yönetimi için stratejiler geliştirilir [13]. Bu stratejilerle riskin oluşması durumunda projeye olan etkisini azaltması hedeflenmektedir. Risklere karşı dört farklı yöntem uygulanabilir [11]:

1. Kaçınma; riski yaratan nedenlerin ortadan kaldırılması.
2. Aktarma; riski üstesinden gelebilecek kişilere aktarılması.
3. Azaltma; riskin etkisinin kabul edilebilir bir seviyeye indirilmesi.
4. Kabullenme; riskin etkisinin tüm proje paydaşlarınca kabul edilmesi.

Risklere karşı nasıl önlem alınacağını belirlemek için aşağıdaki sorular cevaplanarak Çizelge 3.1’de verilen örnek gibi bir risk önlem tablosu hazırlanır [11].

- Belirlenen aksiyonun sorumlusu kim?
- Ne zaman aksiyon hayata geçirilir?
- İzlenecek ölçüt nedir?
- Bu ölçütün tetiklenme değeri nedir?

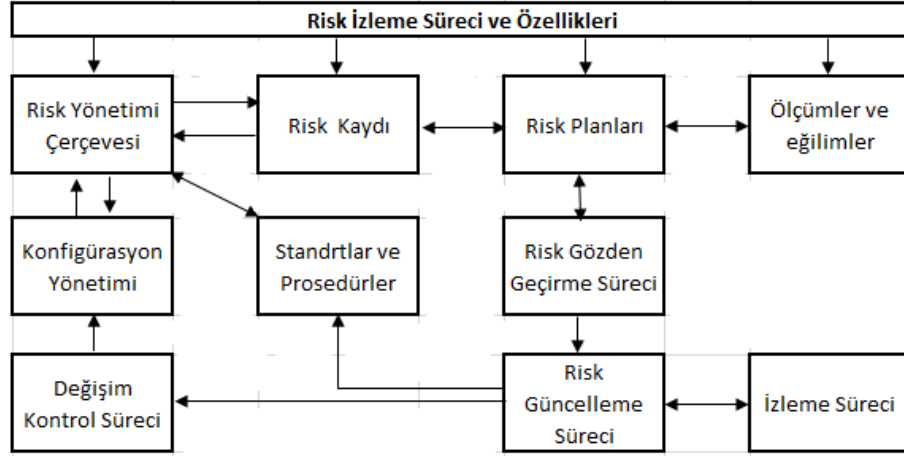
Çizelge 3.1 Örnek risk önlem tablosu [11]

No	Risk Konusu	Tetikleyici	Değer	Risk Değeri	Çözüm Yaklaşımı	Kim	Tarih
1	Mühendislik tecrübesinin az olması	10	12	630	Uzman yardımının alınması	Proje Yöneticisi	1 Şubat
2	Zamanın çok sıkı planlanması	25	28	450	Delphi tahminlerinin kullanılması	Proje Yöneticisi	devam ediyor
3	Raporlama fonksiyonunun zayıf olması	20	25	180	Müşteriyle görüşme	Proje Lideri	1 Mart
4	Arayüzlerin çok farklı olması	10	20	150	Müşteriyle görüşme	Proje Lideri	1 Mart
5	Yeni gereksinimlerin ortaya çıkması	5	5	150	Her ek gereksinim için maliyeti gözden geçirmek	Proje Yöneticisi	devam ediyor
6	"Altın tepsi"de sunma tehdidi	15	15	120	Gereksinim dökümanını oluşturma	Proje Lideri	devam ediyor
7	Bilinmeyen kalite	3	6	60	İkinci bir tedarikçiyle görüşme	Proje Yöneticisi	1 Nisan
8	Zamanlama problemleri	5	6	30	Simülasyon ve test yapılması	Mühendis	devam ediyor

Risk önlem yönetimi belirlenen bütün risklerin değişiminin kontrolünü gerektirir. Riskler değişmese bile proje ilerledikçe olasılıkları ve/veya etkileri değişebilir. Bu nedenle ilk on risk haftada en az bir defa gözden geçirilmelidir.

3.3.4 Risk İzleme

Risk izleme süreci, riskin belirlendiği aşamadan projenin kapanış aşamasına kadar devam eder. Bu süreçte belirlenen risklerin ve risklere yönelik alınan önlem ve tahminlerin doğru olup olmadığı kontrol edilir. Projenin başında ve planlama aşamasında belirlenen riskler, projenin yürütme ve kontrol aşamalarında yeni oluşabilecek risklerle birlikte takip edilmelidir [20]. Risk yönetiminin verimli olması için Şekil 3.5’te gösterildiği gibi risk izleme sürecinin proje boyunca sürmesi gerekmektedir.



Şekil 3.5 Risk izleme süreci [19]

3.4 Risk Yönetiminde Kullanılan Yöntemler

Risk yönetiminde kullanılan iki tip model vardır:

- Nitel modeller
- Nicel modeller

Nitel modeller, titiz matematiksel hesaplar olmadan soruna genel bir çerçeveden bakar. Burada amaç bir vizyon çizmektir. Bu modeller, risk tanımlama sonuçlarını ve diğer genel nitel verileri kullanır. Nicel modeller ise veri, istatistiksel metotları ve matematiği kullanır. Bu modeller, süreç verilerini karar mekanizmalarına dönüştürerek tahminleme üzerine yoğunlaşır [15].

Risk yönetiminde kullanılan yedi basit risk modeli aşağıda kısaca özetlenmiştir [15].

- Matris modeller
- Ağaç modeller
- Hata türü ve etkileri (failure mode effect analysis - FMEA)
- Risk çizgisi
- Olasılık yoğunluk fonksiyonu (probability density function - pdf)
- Risk simülasyonu

3.4.1 Matris Modeller

Matris modellerde projenin hedefleriyle belirlenen riskler arasındaki bağlantıyı Çizelge 3.2’de görüldüğü gibi ortaya koyar. Böylece genel olarak tüm riskler hedeflere bağlı olarak kontrol edilebilir. Bu matris modelde satır-sütun bilgileri gereksinimler-riskler, riskler-sebepler ve gereksinimler-kapasiteler şeklinde de olabilir.

Çizelge 3.2 Örnek hedef risk matrisi

HEDEFLER		RİSKLER							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HEDEF 1					◆			
2	HEDEF 2			◆					
3	HEDEF 3						◆		
4	HEDEF 4			◆					
5	HEDEF 5				◆				
6	HEDEF 6					◆			
7	HEDEF 7								◆

3.4.2 Ağaç Modeller

Ağaç modellerde risk yapısı ağaca benzetilir. Her riskin dallarındaki ölçütler ve olma olasılığına göre karar verilir.

3.4.3 Hata Türü ve Etkileri Analizi

Hata Türü ve Etkileri Analizi’nde (FMEA - Failure Mode and Effect Analysis) ise klasik risk hesaplama ölçütleri olan riskin olasılığı ve etkisine ilave olarak “riski bulma” veya “riski saptayabilme” kavramını getirmektedir [21]. Bu yeni kavram, gerçek hayatta risk tanımlamadaki hassasiyetini ortaya koymaktadır. Buna göre FMEA, riskleri aşağıdaki formüle göre derecelendirerek değerlendirmeye alır.

$$RPN = O \times S \times D \quad (3.2)$$

RPN: Risk Öncelik Sırası (Risk Priority Number)

O: Riskin meydana gelme olasılığı (risk occurrence probability)

S: Riskin etkisi (risk severity)

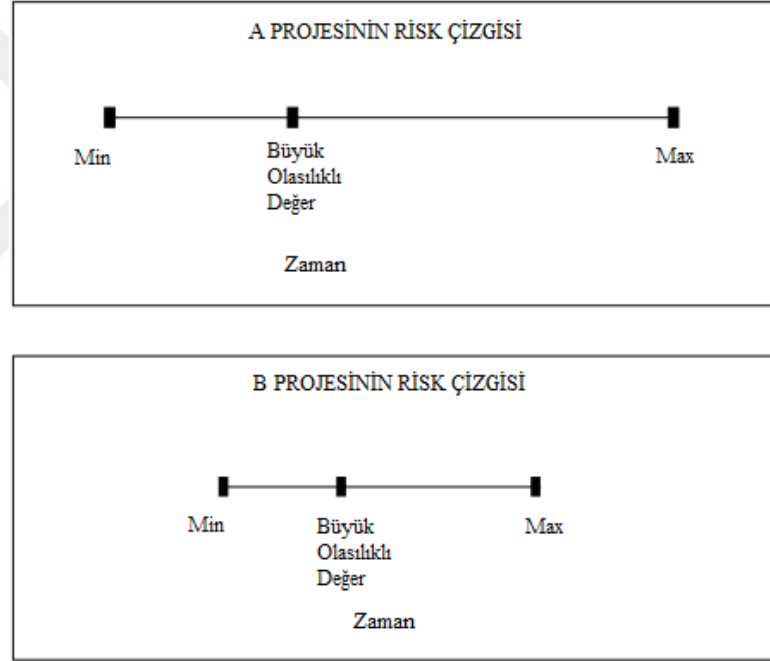
D: Risk belirleme zorluğu (risk detection difficulty)

3.4.4 Risk Çizgisi

Birçok risk modeli bir tema etrafında inşa edilir: varyasyon kaynağı riski. Risk modeli sonunda varyasyon bir model haline gelir. Varyasyonu görselleştirmenin birçok yolu vardır. Bunlardan en kolayı ve basiti risk çizgisidir. Risk çizgisinde varyasyonlar üç değer üzerine oturtulur:

- Maksimum değer
- Büyük olasılıklı değer
- Minimum değer

Şekil 3.6’da A ve B projelerinin süreleri açısından risk, risk çizgisi modeliyle gösterilmiştir.



Şekil 3.6 İki farklı projenin zaman açısından risklerinin risk çizgisiyle değerlendirilmesi

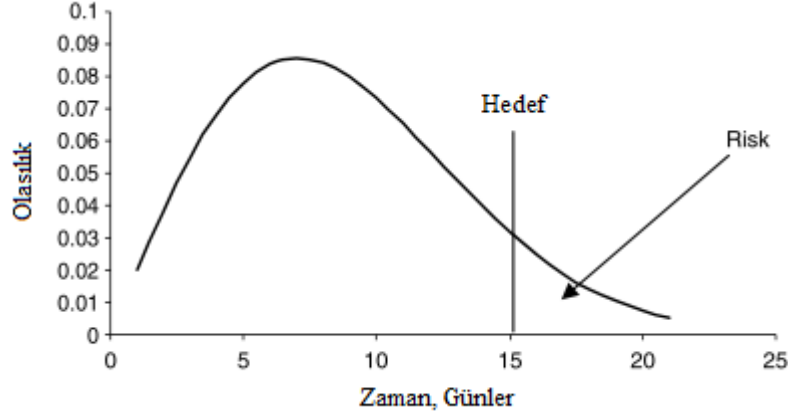
3.4.5 Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

Varyasyon bilimsel bir ifadesi de olasılık yoğunluk fonksiyonudur. Gerçekleşme olasılığı bir risk göstergesi değerine bağlıdır. Şekil 3.7’de harcanan işgücü varyansı risk göstergesi olarak seçilmiştir. İşgücü varyansı, normal dağılım olan pdf ile ifade edilirken iki kontrol değişkenine dayanmaktadır:

Ortalama μ

Standart Sapma σ

Buradaki işgücü varyansı için gösterilen ortalama ve standart sapma istatistiksel proje verilerinden üretilmiştir.



Şekil 3.7 Riskin olasılık ifadesi

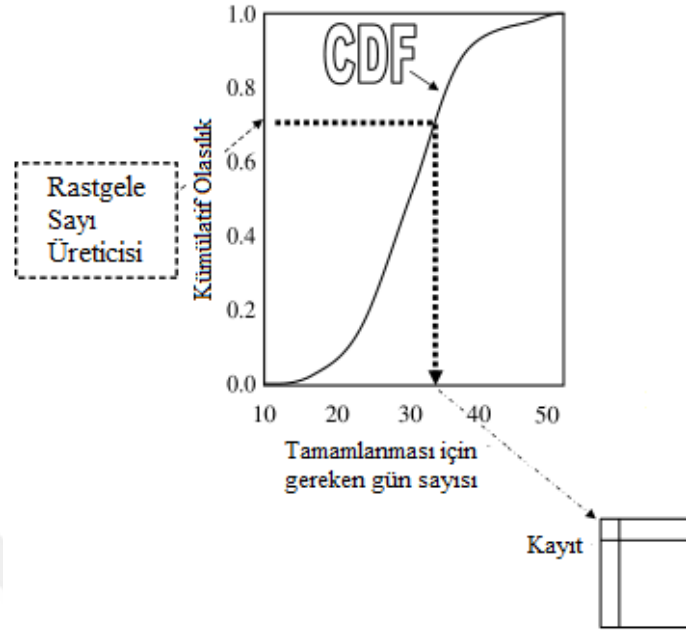
Şekil 3.7’deki kuyruk alanı risk değeri olarak hesaplanıp kullanılır. Bu risk değeri hedefin başarılamama olasılığına eşittir. Bu nedenle, kuyruk alanı risk olasılığının bir ifadesidir.

3.4.6 Risk Simülasyonu

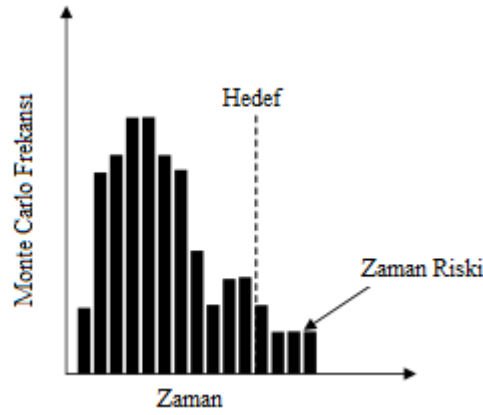
Risk simülasyonunun çeşitli şekilleri vardır. En çok kullanılan Monte Carlo yöntemi de risk simülasyonu için basit bir yaklaşım sunar. Monte Carlo’nun temel adımları aşağıda belirtilmiştir:

- 1.adım: Simülasyon için kullanılmak istenen bir risk göstergesi belirlenir.
- 2.adım: En uygun pdf seçilir.
- 3.adım: pdf entegrasyonu ile kümülatif dağılım fonksiyonu (cdf) oluşturulur.
- 4.adım: 0 ile 1 arasında rastgele bir sayı oluşturulur.
- 5.adım: Her rastgele Y sayısı için cdf eğrisi üzerinden X sayısı belirlenir (Bakınız Şekil 3.8)
- 6.adım: 5.adımda belirlenen her X sayısı kaydedilir.
- 7.adım: Bu X değerleri için bir histogram çalıştırılır.
- 8.adım: Histogram üzerindeki hedef işaretlenir.

9.adım: Kuyruk alanı hesaplanır. (Bakınız Şekil 3.9)



Şekil 3.8 Monte Carlo metodu ile olası bir planın oluşturulması



Şekil 3.9 Monte Carlo metodunun sonucu

3.4.7 Risk Zekası

Yukarıda anlatılan modellerin yanısıra günümüzde yazılım geliştirme dünyası, risk uzman sistemlerinin (*Risk Expert Systems* - RES) geliştirilmesi üzerine de odaklanmaya başlamıştır. Özellikle risk yönetimindeki karmaşık durumların çözülmesinde etkin rol oynayan bu araçların kullanımı gittikçe artmaktadır. Bir RES sistemini geliştirmek diğer

standart yazılım paketlerini geliştirmekten oldukça farklıdır. Burada anahtar, bu tarz sistemleri geliştirirken sistemin hangi bilginin kodlanacağına karar vermektir [19].

Aşağıda örnek verilen birkaç akıllı sistem modelin avantaj ve dezavantajlarına kısaca özetlenmiştir [15].

- Ölçüt modelleri
- Kazanılan değer modelleri
- Tahminleme modeli
- Gereksinim modeli
- Kritik yol modeli
- İş bölümü yapısı modeli (Work Breakdown Structure – WBS)
- PERT modeli

Ölçüt modelinde belirlenen ölçütler izlenerek genel gidişat takip edilir. Dört yüzden fazla ölçütün bulunduğu yazılım projelerinde hangi ölçütlerin takip edileceği modelin en önemli ve kritik aşamasıdır.

Kazanılan değer modelinde geleneksel proje ölçütleri olan işgücü ve zaman varyansı kullanılmaktadır. Geçmiş verilerden faydalanarak bu iki değer için riskler ve yürütülen projelerin bu iki ölçütü tahmin edilmeye çalışılır. Sadece bu iki değer için çalışılan bu yöntem güvenilir ve açık bir modeldir.

En sık kullanılan tahminleme modeli olan Barry Boehm'in geliştirdiği COCOMO tahminleme modelinde 22 parametre kullanılarak iç çevreden kaynaklanan riskleri belirlemeye çalışır.

Yazılım projelerinde en büyük risk, gereksinimlerin değişkenliğidir. 1984'te Dr. Kano Noriaki tarafından geliştirilen müşteri memnuniyeti modelinde gereksinimler üç kategoride ele alınmaktadır [15]:

- Temel ihtiyaçlar
- Performans ihtiyaçları
- Zevk faktörleri

Kano modeli, risklerin projelerin gereksinim aşamasında net bir resim sağlarken proje ekibinin öncelikle temel ihtiyaçlardaki riskleri takip etmeleri için yönlendirir. Kano modeli, bu özelliğiyle sadece risk yönetiminde değil yazılım projelerinde iyi bir geliştirme stratejisi olarak da kullanılır.

Projenin planlaması sırasında kritik yol yönteminin kullanımı, zamanlamadan kaynaklanan risklerin azaltılmasında kullanılan önemli bir adımdır. Risk modeli geçmiş verilere dayanarak kritik yol pdf'i belirlenir.

Kritik yoldan hareket ederek iş bölümü yapısında görevler detaylandırılır. İş bölümü yapısı oluşturulurken tüm proje ekibi biraraya gelerek risklere dayanarak alternatif çözümler araştırılır. İş bölümü yapısında (WBS) bulunan her işle belirlenen riskler eşleştirilir böylece daha kritik seviyedeki işler belirlenmiş olur. Böylece tüm ekibin dikkati bu işlere yöneltilir.

PERT modelinde her iş için dört farklı süre tahmininde bulunur:

- PERT süresi
- İyimser süre
- Beklenen süre
- Kötümser süre

Bu sürelerle göre riskler, göz önüne alınarak farklı senaryolar oluşturulur. Böylece risklere karşı önlem planının projenin planlama aşamasında belirlenmiş olur.

3.5 Risk Yönetiminde Kullanılan Ticari Araçlar

Yazılım projelerinde risk yönetimi önem kazandıkça sadece bu amaca yönelik ticari ürünlerin kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu çalışmada da en popüler birkaç ticari araç incelenerek risk yönetiminde nasıl ele aldıkları ve getirdikleri çözüm yöntemleri incelenmiştir.

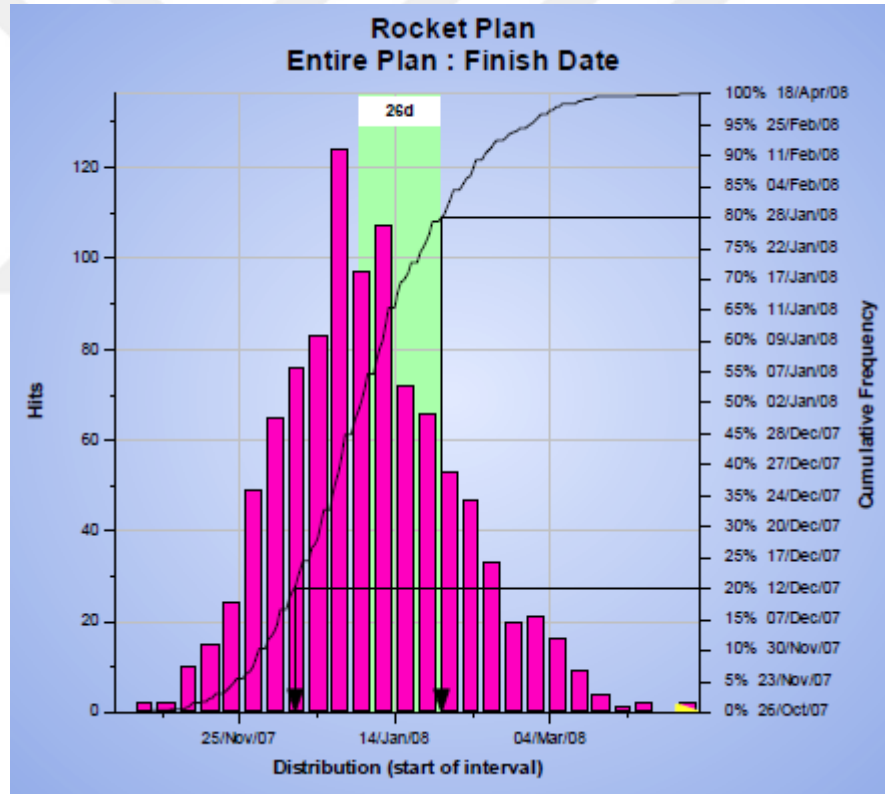
3.5.1 Oracle Primavera Risk Analiz Aracı

Oracle'ın sunduğu Primavera Risk Analysis Pertmaster isimdeki aracı projelerdeki riskleri analiz edip, azaltarak riski yönetmeyi hedeflemektedir [22]. Pertmaster,

Primavera Firması tarafından geliştirilmiş projenin zaman, kaynak ve maliyet riskini yöneterek yapılan proje planının güvenilirliğini sorgulayan bir karar destek aracıdır [23].

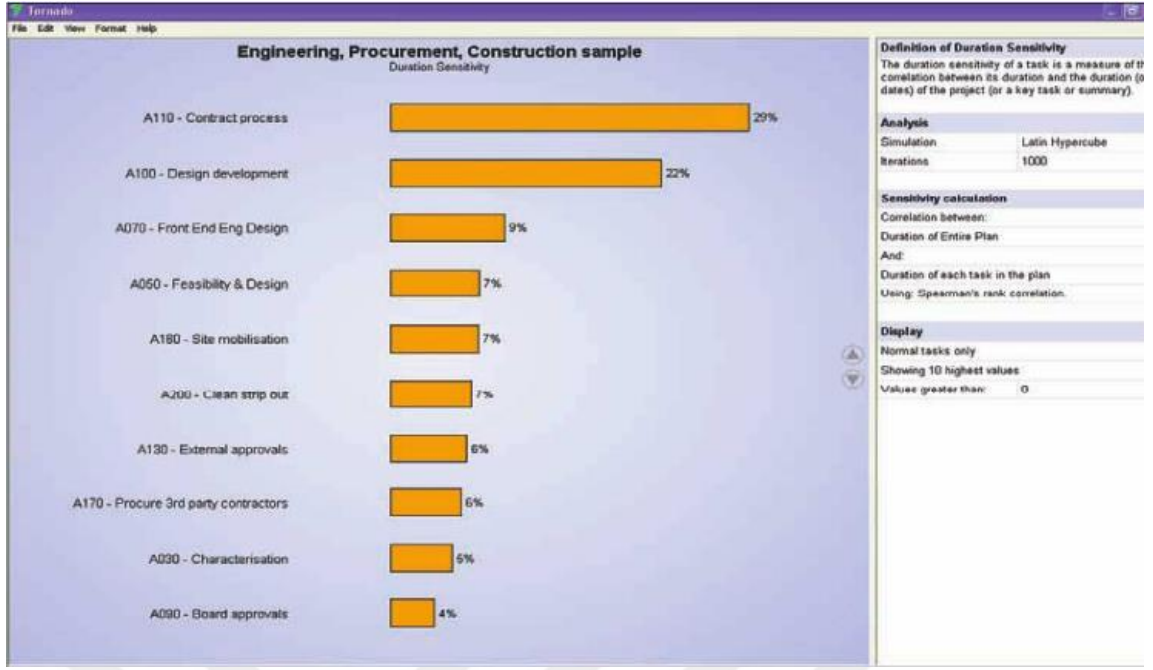
Pertmaster, niteleyici ve niceleyici risk analizi tekniklerinin projenin zaman, maliyet ve kaynak için uygulanmasını sağlar. Belirsizlikleri ve riskleri modelleyerek, proje ve maliyet öngörülerini ile doğrudan ilişkilendirir. Projelere, risk şablonlarıyla risk kayıtları yüklendikten sonra Monte Carlo simülasyonu ile riskler analiz edilir [23].

Projedeki aktivitelerin süreleri ve maliyetleri iyimser, olası ve kötümser tahminleriyle bu tahminleri etkileyen risklerin kaydı tutulur. Yapılan risk analizi sonuçları, Şekil 3.10'da gösterildiği gibi histogram grafiğiyle gösterilir. Bu grafik, projenin hangi tarihte biteceğine dair gerçekleşme olasılıklarını gösterir [23].



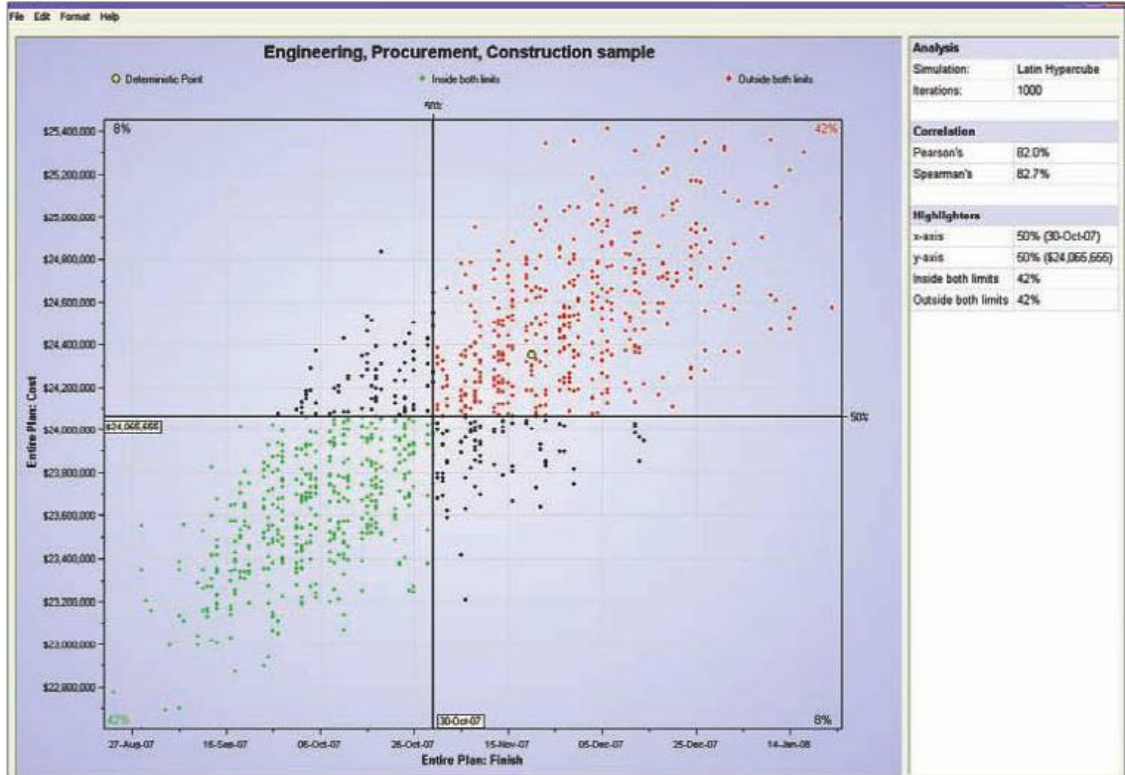
Şekil 3.10 Oracle Primavera ile örnek risk analizi sonuçları [23]

Şekil 3.11'de gösterilen Tornado grafiği, bir projeye ait risk unsurlarını belirlemek için kullanılır. Bu grafikte hangi işin ya da riskin beklenen proje bitiş tarihinin sapmasına yol açacağı görülebilmektedir [23].



Şekil 3.11 Oracle Primavera ile örnek bir projede belirlenen risk unsurları [23]

Şekil 3.12’de gösterilen saçılım grafiğinde (Scatter Plot), risk analizinin iki farklı sonucunun birbiriyle ilişkisini maliyet ve tarih açısından sorgulanmasını sağlamaktadır [23]. Projenin planlanan bitiş tarihi ve bütçe olasılıklarının birarada görüldüğü raporda, bu iki ölçüt arasındaki ilişkiye bakılarak değişen maliyet ve zaman değerleriyle projenin başarı oranı değerlendirilebilmektedir.



Şekil 3.12 Oracle Primavera ile örnek bir projenin planlanan bitiş tarihi ve bütçe olasılıklarının saçılım grafiği [23]

3.5.2 Palisade Risk Analiz Aracı

Palisade firmasının sunduğu “@Risk for Project” aracı da risk yönetiminde Monte Carlo Simülasyonu temel almaktadır [24]. Riskler kaydedildikten sonra iterasyon sayısı arayüz üzerinden seçilerek simülasyon çalıştırılmaktadır. Çıkan sonuçlar, Pertmaster’da olduğu gibi çeşitli grafik raporlarıyla sunulmaktadır.

Şans oyunlarının oynandığı Monaco’nun Monte Carlo şehrinden ismini alan Monte Carlo Simülasyonu bilgisayar tabanlı matematiksel bir tekniktir. Rulet, zar gibi şans oyunlarındaki rastgele davranış, Monte Carlo’da bir model simülasyonunu oluşturmak için rastgele değişken değeri seçme biçimiyle aynıdır. Bir zar attığınızda 1 ile 6 arasında bir sayının geleceğini bellidir ama hangisinin geleceği belli değildir. Monte Carlo Simülasyonu’nda da değişkenlerin değer aralığı bellidir ama bir değişken için ne zaman hangi değer seçileceği belirsizdir [25].

Bu teknik ilk atom bombası üzerinde çalışan bilim adamları tarafından kullanılmıştır [26]. İkinci Dünya Savaşı’nda tanıtılmasından bu yana, Monte Carlo simülasyonu çeşitli fiziksel ve kavramsal sistemlerin modellenmesi için kullanılmaktadır.

Monte Carlo simülasyonu, belirsizliği olan herhangi bir faktör için bir değer aralığı yerine göre olası sonuçları modelleri oluşturarak risk analizi yapar. Daha sonra, olasılık fonksiyonları rasgele değerleri farklı bir dizi kullanarak her zaman içinde ve üzerinde sonuçları hesaplar. Monte Carlo simülasyonu tamamlanmadan önce belirsizlikler ve onlar için belirtilen aralıklarının sayısına bağlı olarak, binlerce veya on binlerce yeniden hesaplama içerebilir. Monte Carlo simülasyonu olası sonuç değerleri dağılımları üretir [25,26].

Olasılık dağılımları kullanarak, değişkenlerin farklı olasılıklarda farklı sonuçları olabilir. Olasılık dağılımları, bir risk analizindeki değişkenlerin belirsizliğini ifade eden gerçekçi bir yöntemdir.



LİTERATÜR TARAMASI

4.1 Risk Yönetimi Üzerine Yapılan Çalışmalardan Örnekler

Küreselleşmenin ve teknolojinin gelişimin etkileriyle gittikçe karmaşıklaşan projelerin yönetiminde risk yönetimi daha da önem kazanmaya başlamıştır. Yukarıda da bahsedildiği gibi doğrusal bir yapısı olmayan risk yönetimi üzerine son yapılan çalışmalar artmıştır. Hatta risk yönetimini proje yönetiminin alt bir süreci değil de paralelinde yürütülmesi gereken başlı başına bir uzmanlık alanı olarak görülmeye başlanmıştır. Dünyada Risk Management Association (RMA) ve Professional Risk Managers' International Association (PRMIA) gibi oluşumların gelişip risk yönetiminin ayrı bir meslek olarak görülmesi buna en iyi örnektir. Ayrıca PMI da risk yönetiminde uzmanlaşmak isteyen proje yöneticilerine PMI's Risk Management Professional (PMI-RMP) sertifikasyonu uygulamasına başlamıştır.

Akademik yayınlara baktığımızda da risk yönetiminin değişik alanlarında yapılan çalışmaların arttığını görmekteyiz. Birçok risk yönetimi araştırmasında atıfta bulunulan Gayet ve Briand'ın 1994'te yaptığı çalışmayla Foo ve Muruganantham'ın 2000 yılında yayınladığı "Yazılım Risk Değerlendirme Modeli" (SRAM-Software Risk Assessment Model) çalışmasıyla başlayabiliriz.

Gayet ve Briand'ın yazılım risk analizi ve yönetimi aracı olarak geliştirdiği METRIX, uzmanların görüşleri ve tarihsel verilere dayalı yüksek yazılım riskli bileşeni tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, 1994'te yapıldığı için METRIX modellemesinin temelinde istatistiksel ve makine öğrenme prensiplerine dayanana kullanılan *Optimal Set Reduction* (OSR) algoritması kullanılmıştır. [2]

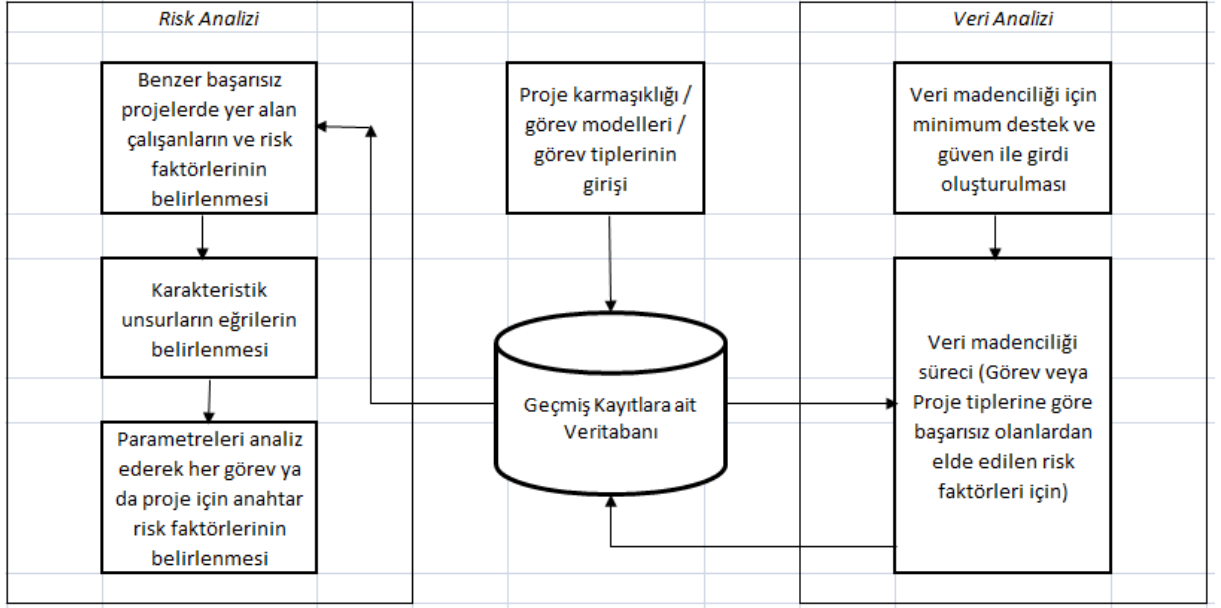
SRAM’da projenin kalite, zaman ve maliyetin belirlenen dokuz kritik risk elemanı ile ilişkisi ortaya konmuştur [3]. Çizelge 4.1’de gösterilen bu değerlere göre belirlenen riskler sadece iç dinamiklerle ilişkilidir ancak pazar riskleri bu modele dâhil edilmemiştir. SRAM oluşturulurken geçmiş projelerin çıktılarına göre belirlenen anket sonuçlarına dayandırılmıştır.

Çizelge 4.1 Kalite, zaman ve maliyet üzerinde kalite risklerinin etkisi [3]

Risk Unsuru	Kalite	Zaman	Maliyet
<i>Karmaşıklık</i>	yüksek	yüksek	yüksek
<i>Proje Ekibi</i>	yüksek	yüksek	yüksek
<i>Güvenirlilik</i>	yüksek	orta	orta
<i>Gereksinimler</i>	yüksek	orta	orta
<i>Tahminleme</i>	orta	yüksek	yüksek
<i>İzleme</i>	düşük	orta	düşük
<i>Geliştirme Süreci</i>	orta	orta	orta
<i>Kullanılabilirlik</i>	orta	düşük	düşük
<i>Araçlar</i>	düşük	düşük	düşük

2006 yılında Jiamthubthugsin ve Sutivong, risk değerlendirme üzerine yaptıkları çalışmada, yazılımda ihtiyaç duyulan kaynakları geliştirdikleri risk değerlendirme modeli ile tahmin etmeye çalışmışlardır [27]. Bu çalışmada ayrıca 2000 yılında Nogueria ve arkadaşları tarafından geliştirilen risk değerlendirme modeli ile elde ettikleri sonuçları, COCOMO II yönetimiyle karşılaştırmışlardır. Nogueria ve arkadaşlarının geliştirdiği risk değerlendirme modeli Weibull aile dağılımı kullanılarak modellenerek gereksinimin değişkenliği, ekibin verimi, yazılımın karmaşıklığı ve geliştirme zamanı ölçütleri, risk faktörü olarak alınmıştır.

Jiang ve arkadaşları da 2007’de geçmiş proje verileri üzerinde veri madenciliği metotlarını kullanarak projelerdeki insan kaynağı risklerini azaltmayı hedeflemişlerdir. Bu amaç doğrultusunda geliştirdikleri çerçeve modeli Şekil 4.1’de görebilirsiniz [28].



Şekil 4.1 Projenin ya da görevin risk faktörlerini belirlemek için kullanılan çerçeve [28]

Gupta ve Sadiq, 2008’de geliştirdikleri SRAEM (Software Risk Assessment and Estimation Model) ile yazılım risklerini değerlendirip ve tahmin etmeye çalışmışlardır [5]. Bu model kullanılarak yakın bir doğruluk oranıyla yazılım projesinin sonuçları tahmin edilebilmektedir. Bu model sadece risk değerlendirmekle kalmaz riskleri de tahmin etmektedir.[5]

2011’de yayınlanan Masood Uzzafer çalışması ise daha önceden Richard Fairly tarafından COCOMO II tekniği kullanılarak 1994’te geliştirilen risk değerlendirme modeline dayanmaktadır [29]. Richard Fairly’nin risk modelinde adam/ay biriminden harcanan işgücü COCOMO II kullanılarak aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir. Buna göre Monte Carlo simülasyonu birkaç kez çalıştırılarak işgücü histogramı elde edilmiştir.

$$E = a \times \text{size} \times \text{cplx} \times \text{stor} \times \text{time} \quad (4.1)$$

E: adam/ay cinsinden harcanan işgücü

a ve b:Yazılımın tipine göre belirlenen COCOMO II sabit değerleri

cplx: karmaşıklık

stor: sistemin hafıza kapasitesi

time: zaman kısıtları

Uzzafer, çalışmasında risklerin birbirine istatistiksel bağımlılığını da ekleyerek bu modele katkıda bulunmuştur. Beta dağılımıyla elde ettiği risk etki histogramını tahmin edilen adam/ay işgücünü histogramıyla doğrudan çarparak da riskin proje maliyeti üzerindeki etkisini ortaya koymuştur [29].

Risk yönetimi, yazılım mimarisinin kararlarını oluştururken de önemli rol oynamaktadır. Poort ve Vliet'in 2012 yılında yayınlanan çalışmasında risk ve maliyetin yazılım mimarı kararını nasıl doğrudan etkilediğini geliştirdikleri RCDA (The Risk- and Cost Driven Architecture) yaklaşımıyla ortaya koymuşlardır [30]. Bu çalışmada risk yönetimi ile yazılım mimarisi ilişkisi üzerine yapılan önceki çalışmalara da yer verilmiştir.

Küresel yazılım geliştirme sürecinde dünyanın farklı bölgelerinde olmanın getirdiği zorlukla bu konudaki risk yönetimi daha da önem kazanmıştır. 2013 yılında Verner ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada[31] sadece küresel yazılım geliştirmenin riskleri üzerine yapılan çalışmaların envanteri çıkarılmıştır. Araştırmada, 2005-2011 yılları arasında sadece bu konu üzerine 24 çalışmadan 37 makalenin yayınlandığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmaların yıllara göre dağılımı, Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Küresel yazılım geliştirme sürecinde risk üzerine yapılan çalışmalar [31]

Yıl	Çalışma Sayısı
2005	1
2006	1
2007	1
2008	0
2009	4
2010	9
2011 (Ekim ayına kadar olanlar)	8

2015 yılında Sipayung, J.J.P ve Sembiring J. tarafından yapılan çalışmada [32] riskler ile risklerin etkisi ve oluşma olasılığı arasındaki ilişkiyi belirlemek için bir risk değerlendirme modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Oluşturulan bu modelde, Bayes Ağları'nın sebepler ve etkiler arasındaki ilişkiyi tanımlama özelliğinden faydalanarak risk faktörlerindeki değişimler ve etkiler analiz edilmiştir. Ayrıca Boehm'in yazılım risk prensipleri kullanılarak yazılım geliştirme sürecinde kullanılacak bir risk değerlendirme ve bu risklere karşı alınabilecek aksiyonlardan oluşan bir rehber oluşturulmuştur.

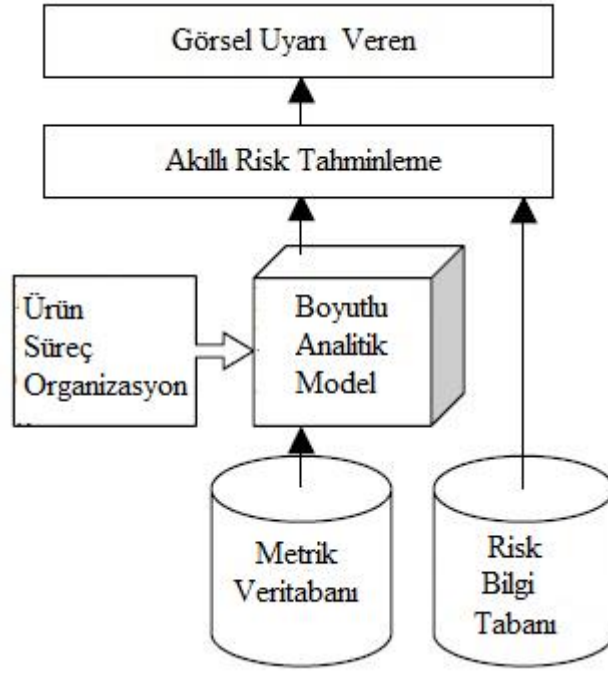
Bu bölümde incelenen akademik çalışmalarda projelerdeki çeşitli yöntemler ve algoritmalar kullanılarak çeşitli proje faktörlerinin proje riskleri üzerindeki etkisi belirlenerek risklerin tahmin edilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmanın amacı ise öncelikle projenin riskleriyle proje faktörleri arasındaki ilişkileri tespit edip bu ilişkilere dayanarak projenin başarısını tahmin edilmeye çalışılmasıdır.

4.2 Bulanık Mantığın Kullanıldığı Araştırmalardan Örnekler

Liu ve arkadaşlarının 2003'te yayınladıkları çalışmalarında [4] çeşitli yazılım metriklerinin üzerinde bulanık mantığı kullanarak, akıllı erken uyarı sistemini Şekil 4.2'de gösterildiği gibi geliştirdiklerini belirtmişlerdir. Model beş ana modülden oluşmaktadır:

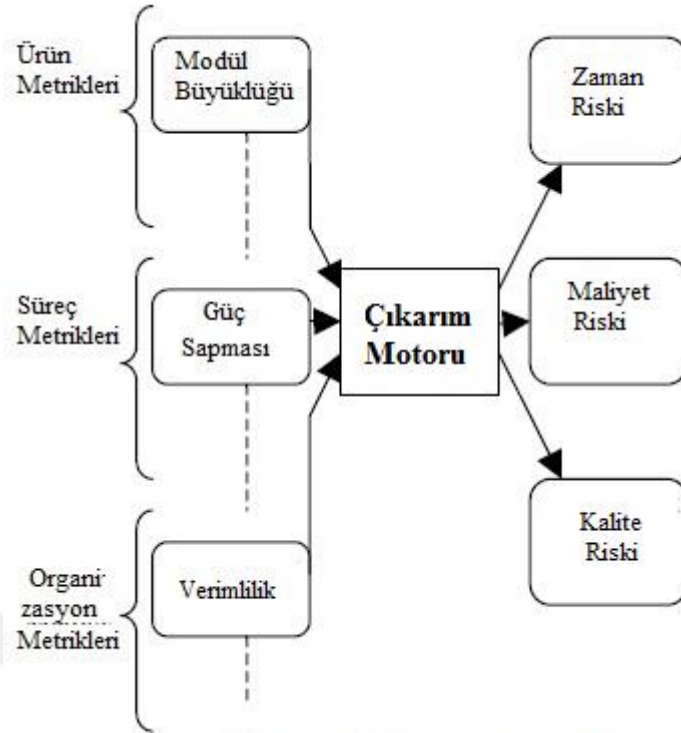
- Metrik Veri tabanı
- Risk Bilgi Tabanı
- Boyutlu Analitik Model
- Akıllı Risk Tahminleme
- Görsel Uyarı Sistemi

Bu çalışmada risk bilgi tabanında bulanık kümeler ile bulanık çıkarım kuralları tutulmaktadır. Bulanık kurallar, IF-THEN yapısına göre inşa edilmiştir. Bulanık çıkarım kuralları geçmiş sonuç yapısı içinde temsil edilmektedir.



Şekil 4.2 Yazılım geliştirmesinde kullanılan erken uyarı sistemi [4]

Modelin ortasındaki akıllı risk tahminleme modeli de yine Şekil 4.3'te gösterilen bulanık çıkarım motorunun sonucudur. Yazılım geliştirmenin belirli bir aşamasındaki metriklerin değerleri girdi olarak kullanıp zaman, maliyet ve kalite riski çıktıları elde edilmektedir. Bu çalışmada yazılım metrikleri sadece kendi içinde değil birbiri arasındaki kombinasyonlar da kullanıldığı için risklerin tahmin edilmesinde bulanık çıkarım motorunun güvenilirliğini arttırdıkların belirtmişlerdir.



Şekil 4.3 Bulanık çıkarım motoru [4]

Bulanık mantık yöntemi, yazılım işgücünün tahmin edilmesi çalışmalarında kullanılmaktadır. Örneğin Saxena ve Singh, yazılım projelerindeki işgücünü tahmin etmek için oluşturdukları modelde [30] nöro-bulanık mantığı kullanmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda nöro-bulanık mantığının daha önce kullanılan modellere kıyasla daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Sheta'nın 2006'da yayınlanan çalışmasında da NASA yazılım projelerindeki işgücü tahmini için Takagi-Sugeno Bulanık Model'i kullanılmıştır [31]. Kod satır sayısı, kullanılan yöntemi ve işgücü bilgisinin yer aldığı veri tabanı üzerinde önce doğrusal bir model geliştirilerek elde edilen sonuçlar Takagi-Sugeno bulanık modeliyle elde edilen sonuçlarla kıyaslanmıştır. Bağıl hata büyüklüğü ortalamasının (*Mean Magnitude of Relative Error* - MMRE) bulanık mantıkla oluşturulan modelde 49×10^{-4} iken doğrusal modelde 79×10^{-4} olduğu gözlemlenmiştir.

AKILLI TAHMİN MODELİNDE KULLANILAN YAZILIM PROJELERİ VERİ SETİ

Çalışmada kullanılmak üzere telekomünikasyon sektöründe faaliyet gösteren bir şirketin yazılım projeleri ele alınmıştır. Şirket içinde kullanılan proje yönetimi aracının veri tabanındaki yazılım proje verileri ve bu projelerdeki risk verileri toplanmıştır.

5.1 Uygulama Verisinin Özellikleri

Uygulama verisi olarak toplanan projeler, şirketin Finans, Pazarlama, Satış ve İnsan Kaynakları birimlerinden gelen servis veya ürün talepleriyle Bilgi İşlem'in kendi bünyesinde yaptığı altyapı geliştirmelerden oluşmaktadır. Toplanan veride hem projelerin bilgileri hem de her proje özelinde veri tabanında tutulan risk bilgileri bulunmaktadır.

5.1.1 Proje Verisi

Şirket bünyesinde geliştirilen yazılım projeleri aşağıda belirtilen ölçütlere göre değerlendirilmektedir:

- Projeyi talep eden birim
- Projenin tipi
- Projenin büyüklüğü

Projeyi talep eden birim, şirket organizasyonunda yer alan herhangi bir fonksiyonel takım olabilir. Proje yönetim aracında şirket bünyesindeki tüm fonksiyonel takımlar, veri tabanında tutularak kullanıcıya çoktan seçmeli olarak sunulmaktadır.

Projenin tipi de yine veri tabanında tutulan aşağıdaki değerlerden biri olabilir:

1. Servis/Ürün Geliştirme: Yeni bir servisin veya ürünün geliştirmesi ya da mevcut bir servisin veya ürünün iyileştirmesi için gerçekleştirilen yazılım projeleri bu kategoride değerlendirilmektedir.

2. Fizibilite/Koordinasyon: Yeni bir servis veya ürününü geliştirilmeden önce alternatif çözümlerin değerlendirildiği teknik fizibilite çalışmaları bu kategoride değerlendirilmektedir. Yazılım geliştirmesi gerektirmeyen ama Bilgi İşlem personeli tarafından gerçekleştirilen projeler de yine bu kategoride değerlendirilmektedir. Örneğin şirketin altyapısında bulunan veri tabanlarının yönetiminin, SOX (Sarbanes Oxley) güvenlik standartlarına uygun hale getirilmesi için yapılan çalışmalar “Fizibilite/Koordinasyon” proje tipinde ele alınmaktadır.

3. Altyapı İyileştirme: Şirketin yazılımsal veya donanımsal olarak altyapısında bulunan sistem, uygulama ve servislerin iyileştirmesini amaçlayan projeler bu kategoride değerlendirilmektedir. Bu kategorideki projeler, şirketin iş birimleri tarafında değil Bilgi İşlem’in kendi bünyesinde açıp takip ettiği projelerdir.

Bilgi İşlem’e değmeyen İnsan Kaynakları, Finans, Satış ve Pazarlama’nın kendi bünyesinde gerçekleştirdiği projelere ait veriler çalışmaya dahil edilmemiştir. Çünkü bu projelerde hem yazılım geliştirmesi yer almamakta hem de bu tip projeler Bilgi İşlem’in altında yer alan Proje Yönetimi Ofisi takımındaki proje yöneticileri tarafından yönetilmemektedir.

Yukarıda anlatılanlar dışında projelerin bir başka değerlendirme ölçütü de projelerinin büyüklüğüdür. Projenin başlangıcında geliştirilecek olan sistemin karmaşıklığı, projenin tahmini süresi ve üst yönetimin verdiği öneme göre projenin büyüklüğü saptanmaktadır.

Proje verisinde yer alan diğer özellikler Ek-B’de verilmiştir.

5.1.2 Proje Risk Verisi

Hangi proje tipinde olursa olsun proje yönetimi sorumluluğu proje yöneticilerinde olduğu için riskleri veri tabanına girme yetkisi de proje yöneticilerindedir. Proje yöneticileri, projenin başlangıcından sonuna kadar belirledikleri riskleri aşağıda Şekil 5.1’de görülen arayüz aracılığıyla sisteme girmektedir. Proje yönetim aracılığıyla üretilen proje statü raporunda da kaydedilen riskler tüm paydaşlarıyla paylaşılır.

The screenshot displays a web-based form for entering risk data, divided into two main sections: 'Summary' and 'Risk Details'.

Summary Section:

- Risk Status:** Not Submitted
- Created By:** AYSE BUHARALI OLCAYSOY
- *Risk Owner:** (Text input field)
- *Project:** (Text input field)
- *Probability:** (Dropdown menu)
- *Description:** (Text input field)

Risk Details Section:

- *Risk Category:** (Dropdown menu)
- *Risk Factors:** (Text input field)
- *Impacted Phase:** (Dropdown menu)
- Main Impacted Service:** (Text input field)
- Other Impacted Services:** (Text input field)
- *Negative Impact:** (Text input field)
- Detailed Description:** (Text input field)
- *Closure Criteria:** (Text input field)
- *Action Plan:** (Text input field)
- *Action Deadline:** (Text input field)
- *Risk Strategy:** (Dropdown menu)

Şekil 5.1 Risk girişi ekran görüntüsü

Proje yönetimi veri tabanında bir risk kaydına ait tutulan veriler ve özellikleri aşağıdaki Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1 Risk kaydına ait özellikler

Risk Özelliği	Açıklama	Tipi
Risk No	Sistem tarafından üretilen numara	Sayı
Risk Durumu	Riskin son durumu	Çoktan Seçmeli (Metin)
Proje	Riskin açıldığı projenin ismi	Metin
Atanan	Riskin atandığı kişinin ismi	Çoktan Seçmeli (Metin)
Risk Seviyesi	Riskin seviyesi	Çoktan Seçmeli (Metin)
Oluşturan	Riski açan kişinin ismi	Çoktan Seçmeli (Metin)
Oluşturulma Tarihi	Risk kaydının oluşturulduğu tarih	Tarih
Belirlendiği Tarih	Riskin belirlendiği tarih	Tarih
Açıklama	Riskin detaylı açıklaması	Metin
Olma Olasılığı	Riskin olma olasılığı	Çoktan Seçmeli (Metin)
Kategori	Risk kategorisi	Çoktan Seçmeli (Metin)
Son Güncelleme Tarihi	Risk kaydının son güncellendiği tarih	Tarih
Detaylı Açıklama	Riskin detaylı açıklaması	Metin
Önleyici Plan	Riskin oluşması halinde veya riski önlemeye yönelik planının açıklaması	Metin
Kapanma Kriteri	Riskin hangi şart halinde kaydının kapanacağını açıklaması	Metin
Bilgilendirilecek Kişi	Riskin gerçekleşmesi durumunda bilgi verilecek kişinin ismi	Çoktan Seçmeli (Metin)
Negatif Etkisi	Riskin etkisinin büyüklüğü	Çoktan Seçmeli (Metin)
Belirlendiği Aşama	Riskin belirlendiği proje aşaması	Çoktan Seçmeli (Metin)
Aksiyon	Risk için alınacak aksiyon planı	Metin
Risk Faktörleri	Riski etkileyen faktörler	Çoktan Seçmeli (Metin)

5.2 Uygulama Verisinin Kullanımı

Şirketin verisinin tutarlı olup olmadığını anlamak adına önce 2010-2012 yılları arasında geliştirilen yazılım projeleri örnek proje kümesi olarak değerlendirilmiştir. Şirketin bilgi güvenliği politikasına uygun olarak proje yönetimi veri tabanındaki kayıtlar arasından gizli projelere ait olan kayıtlar silinmiştir.

5.2.1 Veri Temizleme Aşaması

Bir uygulamada kullanılacak veriler her zaman tam ve doğru olmayabilir. Bu nedenle çalışmaya başlamadan önce veri tutarlılığı için veri temizleme aşaması gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Eksik, tutarsız ve gürültülü verilerin veri kümesinden temizlenmesiyle ayırt edici özelliklerin kalması başarıyı artırır ve modelleme yapmayı kolaylaştırır [33].

Veri temizleme aşaması üç temel adımdan oluşmaktadır [34]:

- Veri setindeki eksik verilerin işlenmesi: Eksik değerleri en uygun değerlerle (ortalama, minimum/maksimum, mod vb.) doldurmak.
- Veri setindeki gürültüleri (aşırılıkları) tespit edip azaltılması: Ortalama hesaplama, standart sapma vb. basit istatistiksel yöntemleri veya kümeleme analizini kullanarak veri setindeki aşırılıkları tespit etmek. Tespite edilen bu değerleri, regresyon veya basit ortalama yöntemleriyle kullanılabilir hale getirmek.
- Hatalı verileri tespit edip elemek: Tutarsız sınıfları, garip dağılımları veya hatalı veri değerlerini tespiti ederek bunların bir uzman görüşüyle düzeltilmesi veya hatalı veri içeren kayıtları tamamıyla veri setinden çıkarmak.

Uygulama verisinde eksik olan verileri tamamlamak üzere aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

- Tarihsel olan özelliklerde bilgi olmayan kayıtlar veri setinden silinmiştir.
- Sponsor notu, her projeye özel yapılan bir değerlendirme olduğu için sayısal değeri olmayan kayıtlar için ortalama alınmamış bu nedenle sponsor notu olmayan kayıtlar veri setinden silinmiştir.

Veri temizleme aşamasının sonunda 357 projeye ait 1658 risk kaydından geriye 291 projenin 434 risk kaydı kalmıştır.

5.2.2 Öznitelik Seçme Aşaması

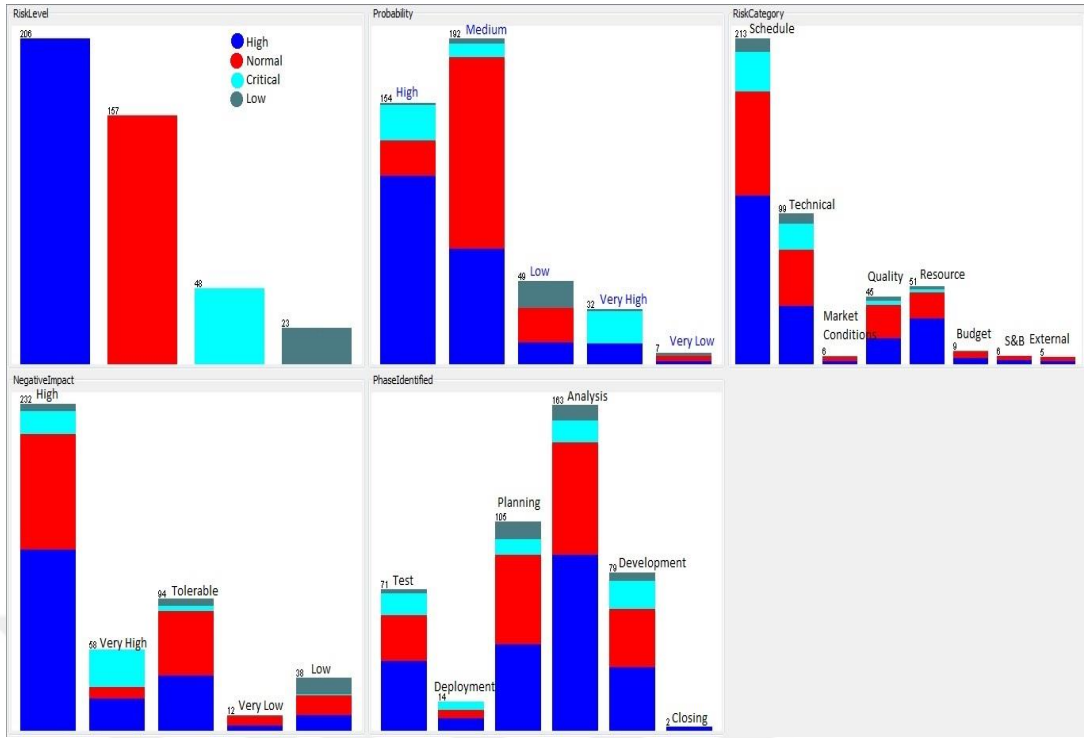
Risk verisinde değerlendirme açısından çalışmaya başlandığında Çizelge 5.1’de gösterilen özelliklerden tarih bilgisinin olduğu özellikler (“Belirlendiği Tarih”, “Oluşturulma Tarihi”, “Son Güncelleme Tarihi”) ve kişi ismi geçen özellikler (“Atanan”, “Oluşturan”, “Bilgilendirilecek Kişi”) elenmiştir. Çalışmanın bu aşamasının amacı, verinin güvenilirliği ortaya koymak olduğu için “Risk faktörü” and “Risk kategorisi” alanları da verinin doğrulanmasında anlam ifade etmediği için elenmiştir. Geriye kalan beş özellik ve bunların veri tabanında alabileceği değerler Çizelge 5.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2 Risk değişkenlerinin alabileceği değerler

Değişken İsmi	Sırayla Alabileceği Değerler
Risk Seviyesi	Kritik, Yüksek, Normal, Düşük
Olma Olasılığı	Çok Yüksek, Yüksek, Orta, Düşük, Çok Düşük
Risk Kategorisi	Zaman, Tekenik, Pazar Koşulları, Kalite, Kaynay, Bütçe Zaman ve Bütçe, Dış Etkenler
Negatif Etkisi	Çok Yüksek, Yüksek, Orta, Düşük, Çok Düşük
Belirlendiği Aşama	Planlama, Analiz, Geliştirme, Test, Devreye Alım, Kapanış

5.2.3 Örnek Veri Setinden Elde Edilen İstatistiksel Sonuçlar

Veri temizliğinden sonra kalan 434 kayıt üzerinde beş değişkene göre risklerin risk seviyesine göre dağılımı, Şekil 5.2’de gösterilmiştir.



Şekil 5.2 Risklerin “risk seviyesine” göre dağılımı

Veri setindeki risklerin istatistiksel dağılımını, Şekil 5.2’de gösterildiği gibi riskin tespit edildiği proje aşaması temel alınarak yapılmıştır. Bu dağılıma göre 206 riskin seviyesi yüksek, 157 tanesinin normal, 48 tanesinin kritik ve son olarak 23 tanesinin düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Olma olasılığı yüksek olan 154 kayıt arasında risk seviyesi yüksek olanların daha fazla olduğu görülmektedir. Benzer şekilde olma olasılığı çok yüksek olan 32 kaydın da risk seviyesi kritik veya yüksektir.

Risk kategorisine göre değerlendirildiğinde 213 kaydın zaman, 99 kaydın teknik faktörler üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Zaman açısından riskli olan kayıtlar incelendiğinde risk seviyelerinin sırayla normal ile kritik arasında olduğu gözlemlenmiştir.

Riskin seviyesi ile risk etkisi arasında bir bağlantı olduğu Şekil 5.2’deki grafik üzerinde görülebilmektedir. Örneğin negatif etkisi yüksek olan 222 kaydın risk seviyesinin normal ile kritik arasındaki seviyelerde olduğu görülmektedir.

Proje yaşam döngüsünde riskler, en çok analiz aşamasında belirlenmiştir. Risk seviyesi kritik olan risklerin ise daha çok geliştirme ve test aşamalarında saptandığı görülmektedir.

5.2.4 Örnek Veri Setinin Doğrulanması

Bu veri setinin alındığı tüm bilgiler, proje yöneticisi tarafından doğrudan veri tabanına giriş yaparak kaydedilmiştir. Risk seviyesini belirlemek için teoride kullanılan aşağıdaki hesaplama, sistem tarafından yapılmayıp riskin olma olasılığından ve negatif etkisinden bağımsız olarak proje yöneticisinin inisiyatifine göre yapılmıştır.

$$\text{Risk seviyesi} = (\text{Riskin olma olasılığı}) \times (\text{Riskin negatif etkisi}) \quad (5.1)$$

Bu nedenle insan hatasına açık olan uygulama verisine dayanan bir model çalışması yapmadan önce uygulama verisi üzerinde doğrulama çalışması yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda riskin negatif etkisi ve olma olasılığına göre risk seviyesi dört seviyede ele alınarak K-Means sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. 434 kayıt üzerinden elde edilen sonuçlar, Çizelge 5.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.3 Olma olasılığı ve negatif etkisine göre K-Means dağılımı [35,36]

	Toplam Veri	0 Nolu Küme	1 Nolu Küme	2 Nolu Küme	3 Nolu Küme
Kayıt Sayısı	434	99	232	53	50
Olma Olasılığı (Probability)	Orta	Orta	Orta	Yüksek	Orta
Negatif Etkisi (Negative Impact)	Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Tolere edilebilir	Tolere edilebilir

Elimizdeki risk seviyelerinin, Çizelge 5.3'teki sonuçlara dayanarak hangi kümeye adreslendiği de Çizelge 5.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.4 Risk seviyesine göre sınıfların dağılımı [35]

Risk Seviyesi	0 Nolu Küme	1 Nolu Küme	2 Nolu Küme	3 Nolu Küme
Kritik	27	16	4	1
Yüksek	33	129	29	15
Normal	26	82	16	33
Düşük	13	5	4	1
Risk Seviyesinin İlgili Kümeye Atanması				
0 nolu kümeye <- Kritik				
1 nolu kümeye <- Yüksek				
2 nolu kümeye <- Düşük				
3 nolu kümeye <- Normal				

Risk seviyesi kritik olanların 0 nolu kümeye (olasılığın orta, negatif etkisinin çok yüksek olduğu seviye) dahil edilmesi mantıklı görünmektedir. Risk seviyesi düşük olanların, 2 nolu küme yerine 3 nolu kümeye adreslenmesinin incelenmesi gerekmektedir. Çünkü 2 nolu kümenin olma olasılığı, özelliği 3 nolu kümeye göre daha yüksektir. Kayıt sayısının az olması da bu duruma neden olmuş olabilir [35].

Riskler, sadece negatif etkisine göre kümelendiğinde elde edilen sonuç Çizelge 5.5'te; risk seviyesine göre çalıştırdığımızda elde ettiğimiz sonuç ise Çizelge 5.6'da gösterilmiştir. Olma olasılığı ölçütü olmadan yapılan kümelemede risk seviyesi sınıflandırmasının doğruluk payının arttığı görülmektedir.

Çizelge 5.5 Negatif etkisine göre kümeleme sonuçları [36]

	Toplam Veri	0 Nolu Küme	1 Nolu Küme	2 Nolu Küme	3 Nolu Küme
Kayıt Sayısı	434	70	232	94	38
Negatif Etkisi	Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Tolere Edilebilir	Düşük

Çizelge 5.6 Risk seviyesine göre sınıfların dağılımı – negatif etki [36]

Risk Seviyesi	0 Nolu Küme	1 Nolu Küme	2 Nolu Küme	3 Nolu Küme
Kritik	27	16	4	1
Yüksek	27	129	39	11
Normal	15	82	46	14
Düşük	1	5	5	12
Risk Seviyesinin İlgili Kümeye Atanması				
0 nolu kümeye <- Kritik				
1 nolu kümeye <- Yüksek				
2 nolu kümeye <- Normal				
3 nolu kümeye <- Düşük				

Sadece olma olasılığına göre aynı yöntem kullanıldığında da kümeleme dağılımı Çizelge 5.7’de gösterilmiştir. Çizelge 5.8’e bakıldığında ise risk seviyesinin dağılımının daha doğru yapıldığı görülmektedir.

Çizelge 5.7 Olma olasılığına göre kümeleme sonuçları [36]

	Toplam Veri	0 Nolu Küme	1 Nolu Küme	2 Nolu Küme	3 Nolu Küme
Kayıt Sayısı	434	39	49	154	192
Olma Olasılığı	Orta	Çok Yüksek	Düşük	Yüksek	Orta

Çizelge 5.8 Risk seviyesine göre sınıfların dağılımı – olma olasılığı [36]

RiskLevel (Risk Seviyesi)	0 Nolu Küme	1 Nolu Küme	2 Nolu Küme	3 Nolu Küme
Yüksek	14	13	111	68
Normal	3	20	21	113
Kritik	19	0	21	8
Düşük	3	16	1	3
Risk Seviyesinin İlgili Kümeye Atanması				
0 nolu kümeye <- Kritik				
1 nolu kümeye <- Düşük				
2 nolu kümeye <- Yüksek				
3 nolu kümeye <- Normal				

PROJE BAŞARI TAHMİNLEME MODELLERİ

Bu bölümde, çalışmanın amacı olan proje başarısını tahmin etmek için en uygun akıllı yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır. Oluşturmayı hedeflediğimiz proje başarısı tahminleme modeli için uygulama verisindeki proje faktörlerinden hangilerinin bu modelde girdi olarak kullanılacağı tespit etmek için projenin başarısını etkileyen proje faktörleri ile proje riskleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak için K-Means, FCM ve Naive Bayes kümeleme ve sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Modeli oluşturmadan önce elde edilen sonuçlar çalışmanın bu bölümünün ilk kısmında aktarılmıştır. Bu sonuçlara göre bulanık mantık, karar destek makineleri ve yapay sinir ağlarıyla oluşturulan tahminleme modelleri ve elde edilen sonuçlar bu bölümün ikinci kısmında belirtilmiştir.

6.1 Proje Faktörlerin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Uygulama veri setinde çok sayıda özellik olması nedeniyle hangi özellikleriyle projenin riskleri arasında ilişki olduğunu ortaya koymak adına akıllı yöntemler incelenerek uygun olanları uygulanmıştır. Bu bölümde önce kullanılan akıllı yöntemlerin genel bir tanımı ortaya konmuş daha sonra da uygulama veri setinde bu yöntemlerin sonucu ve sonuçların yorumu paylaşılmıştır.

6.1.1 Bulanık C-Ortalama Kümeleme Algoritması

Bulanık C-Ortalama Kümeleme (Fuzzy C-Means - FCM) algoritması 1970’de Ruspini tarafından sunulmuş; 1974’te Dunne ve 1981’te Bezdek tarafından geliştirilmiştir [37].

FCM algoritması, görüntü işlemeden veri madenciliğine kadar birçok uygulama alanında başarılı bir kümeleme algoritması olmasına rağmen bu algoritmanın en büyük eksikliği, gürültüye oldukça duyarlı olmasıdır [38].

FCM algoritması, U üyelik matrisi rastgele atanarak başlatılır. İkinci adımda ise merkez vektörleri, aşağıda 6.1’de gösterilen denklem ile hesaplanır [39].

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m} \quad (6.1)$$

U matrisi 6.2’deki denklem kullanılarak küme merkezlerine göre yeniden hesaplanır, Eski ve yeni U matrisleri karşılaştırılır ve fark ϵ ’dan küçük olana kadar işlemler devam eder [39].

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^C \left(\frac{\|x_i - c_i\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (6.2)$$

6.1.2 Naive Bayes Yöntemi

Veri sınıflandırma yöntemlerinden biri olan Naive Bayes’te bir veri setindeki örneklerin hangi olasılıkla hangi sınıfa ait olduklarını hesaplar. Naive Bayes’in çalışma mantığı denklem 6.3’te gösterilmiştir. Bu denklemde $P(C|x)$, x bir örneğin i sınıfından olma olasılığı; $P(x)$ herhangi bir örneğin x olma olasılığı; $P(C)$, i sınıfının ilk olasılığı ve $P(x|C)$, i sınıfından bir örneğin x olma olasılığıdır [38].

$$P(C|x) = \frac{P(C)p(x|C)}{P(x)} \quad (6.3)$$

Burada kategoriler $C = \{C_1, C_2, \dots, C_c\}$, özellik vektörü $x = [x_1, x_2, \dots, x_d]^T$ olmak üzere Naive Bayes sınıflandırma yönteminin formülü, denklem 6.4’te gösterildiği gibidir [38];

$$p(\mathbf{x}|C) = \prod_{j=1}^d p(x_j|C) \quad (6.4)$$

6.1.3 K-Means Algoritması

1957 yılında önce S.P.Lloyd tarafından sunulan K-Means kümeleme algoritması, 1967 J.B. MacQueen tarafından geliştirilmiştir [38]. Diğer kümeleme algortimalarında olduğu gibi K-Means de benzer özellikleri gösteren nesneleri aynı gruba sokarak bir nesne sadece ama sadece bir küme içerisinde yer alacak şekilde çalışır. K-Means algoritmasının aşamaları [38]:

1. Küme sayısı (k) belirlenir.
2. Veri kümesinden küme sayısı kadar adet rastgele örnek başlangıç küme merkezi seçilir.
3. Öklid mesafesi kullanılarak veri setindeki diğer nesnelerin en yakın olduğu küme merkezi belirlenir.
4. Her küme için yeni örneklerle küme merkezleri yeniden esaplanır.
5. Kümelerin yeni merkez noktaları, önceki merkez noktalarıyla aynı ise işlem tamamlanır değilse yeni küme merkezleri ile üçüncü adımdan itibaren işlem tekrarlanır.

Hızlı ve efektif bir algoritma olan K-Means algoritmasında küme sayısı, dışarıdan verildiği için konveks olmayan şekiller veya çok farklı boyutta kümeleri keşfetmek için uygun değildir [38].

6.2 Proje Başarısına Etki Eden Proje Faktörlerinin Belirlenmesi

Çalışmanın 5. Bölümü'nde 2010-2012 yılları arasındaki risk verisi üzerine yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarla uygulama verisinin doğruluğu tespit edilmiştir. Akıllı tahmin modelinde kullanılmak üzere uygulama verisinin boyutu genişletilerek aynı şirkete ait 2007-2014 yılları arasındaki yazılım proje kayıtları toplanmıştır.

6.2.1 Proje Veri Setinde Tutarlılığın Sağlanması

Proje veri seti incelediğinde bazı kayıtlarda bazı özelliklerin değerinin boş olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda oluşturulması hedeflenen akıllı tahmin modelinde kullanılmak üzere bazı özelliklerin çıkarılmasına bazı özelliklerin de eklenmesine karar verilmiştir. Bölüm 5'te sadece risk verisi değerlendirildiği için bu aşamada çalışmaya dahil edilen proje verisi için önce veri temizliği yapılmıştır.

6.2.1.1 Proje Veri Seti Temizliği

- Proje veri tabanındaki özelliklerden proje geliştirme modeli özelliği Şelale (Waterfall) olan yazılım geliştirme projelerine ait kayıtlar ele alınmıştır. Çünkü çevik yöntem (Agile) ile geliştirilen yazılım projelerindeki riskler, projenin tüm yaşam döngüsü için değil sadece çevik yöntem sürecindeki iki ya da dört haftalık "Sprint" adı verilen dönemler içerisinde ele alındığı için elenmiştir.
- Oluşturulacak modelde uygulama verisinde bulunan metin tipinde serbest girilmiş olan özellikler sınıflandırılmaya için silinmiştir.
- Proje yönetim aracının bir proje veya risk kaydı girildiğinde üretilen özel sayısal değerlerin tutulduğu "proje numarası" ve "risk numarası" özellikleri oluşturulacak modelinde anlam ifade etmeyeceği için silinmiştir.
- Bu özelliklerin dışında kalan özellikler, Çizelge 6.1'de gösterildiği gibi proje faktörü olarak değerlendirilmiştir.
- Proje geliştirme sürecindeki proje aşamalarına (analiz, geliştirme ve test) ait tarih bilgilerinin olmadığı kayıtlar silinmiştir. Çünkü bu aşamaların hangi tarihte başladığı veya bittiği bilgisi tahmin edilemez veya hesaplanamaz.
- Sponsor notu olmayan kayıtlar silinmiştir. Çünkü projenin başarı puanı olarak değerlendirilen bu not her projenin çıktısına, süresine ve beklentileri ne kadar karşıladığına göre proje sponsorunun şahsi görüşüne göre belirlendiği için sponsor notu olmayan kayıtlar için ortalama bir değer almak uygun değildir.
- Karmaşıklık bilgisi olmayan kayıtlar silinmiştir. Projenin kapsamına uygun olarak yapılacak geliştirmenin altyapısının karmaşıklığını gösteren bu özellik her projenin

kendine özgü bir değer olduğu için diğer kayıtlara bakılarak ortalama bir değer belirlenemeyeceği için kullanılmamıştır.

- Oluşturulacak modelin daha tutarlı çalışması için uygulama verisi üzerindeki aşağıdaki özellikler üzerin kutu grafiği (box plot) yöntemi kullanılarak sapmalara neden olabilecek kayıtlar silinmiştir.
 - Talep değişikliği sayısı, 4 ve üzeri olan kayıtlar silinmiştir.
 - Projede çalışan kişi sayısı, 23'ün üstünde olan kayıtlar silinmiştir.
 - Proje süresi, 637 gün ve üzeri olan kayıtlar silinmiştir.
 - Analiz süresi, 182 günden büyük olan kayıtlar silinmiştir.

Temizleme işlemi sonunda geriye kalan 2936 proje kaydı üzerinde aşağıdaki modeller çalışılmıştır.

6.2.1.2 Proje Veri Setinde Eksik Bilgilerin Tamamlanması

- Uygulama verisinde proje ekip sayısı bilgisi olmayan kayıtlarda bu değer 5'e eşitlenmiştir. Çünkü şirketin organizasyon yapısı gereği her projede mutlaka bir proje yöneticisi, bir analist, bir yazılım geliştirme uzmanı, bir testçi ve bir operasyoncu olması gerektiğinden minimum 5 olan kişi sayısına eşitlenmiştir.
- Projenin analiz başlangıç tarihi ile bitiş tarihi arasındaki fark hesaplanarak veri setine "analiz süresi" özelliği eklenmiştir. Benzer şekilde geliştirme aşamasının süresi hesaplanarak "geliştirme süresi" özelliği ile test aşamasının süresi hesaplanarak "test süresi" özelliği veri setine eklenmiştir.
- Projenin lansmandan kapanışına kadar geçen zaman projenin izleme süreci olarak değerlendirilmektedir. Bu sürenin uzunluğunu belirlemek amacıyla da projenin kapanış tarihi ile lansman tarihi arasındaki fark hesaplanarak "izleme süresi" olarak proje veri setine eklenmiştir.
- Proje yaşam döngüsünün tamamının ölçmek amacıyla da proje veri setinde bulunan projenin açılış tarihi ile projenin kapanış tarihi arasındaki zaman hesaplanarak veri setine "proje süresi" özelliği ismiyle eklenmiştir.

- Proje yaşam döngüsünde analiz aşaması ile geliştirme aşamasının birbirine paralel yürütülüp yürütülmediğini belirlemek için aşağıdaki denklem kullanılarak “Paralel” özelliği eklenmiştir.

$$\begin{aligned}
 & \text{If “analiz bitiş tarihi”} < \text{“geliştirme başlangıç tarihi”} \\
 & \text{then “paralel”} = \text{no} \\
 & \text{else “paralel”} = \text{yes}
 \end{aligned}
 \tag{6.1}$$

- Projenin zaman planına ne kadar uygun ilerlediğini ölçmek için aşağıdaki denkleme göre “proje gecikme” özelliği hesaplanarak proje veri setine eklenmiştir.

$$\text{Proje Gecikme Süresi} = \text{Gerçek Kullanıma Alım Tarihi} - \text{Planlanan Kullanıma Alım Tarihi Farkı}
 \tag{6.2}$$

- Proje veri setinde, “risk sayısı” değeri olmayan projelerin risk veri setinde de kayıtlı herhangi bir risk kaydı olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle proje veri setinde “risk sayısı” değeri olmayan kayıtlar “0” olarak güncellenmiştir.
- Proje veri setinde, “değişiklik talep sayısı” değeri olmayan projelerde talep değişikliği yapılmadığı anlamına geldiği için bu değer, proje veri setinde “0” olarak güncellenmiştir.

6.2.2 Proje Faktörleri ile Risk Faktörleri Arasında İlişkinin Oluşturulması

Proje veri seti üzerinde yapılan yukarıda açıklanan veri üzerindeki çalışmalar sonucunda Çizelge 6.1’de gösterilen proje faktörleri elde edilmiştir.

Çizelge 6.1 Proje faktörleri

Faktör No	Proje Faktörü	Faktör No	Proje Faktörü
F1	Sponsor Notu	F11	Risk Sayısı
F2	Baseline Tarihi	F12	Bekleme Süresi
F3	Kullanıma Alım Tarihi	F13	Proje Tipi
F4	Proje Bitiş Tarihi	F14	Risk Tipi
F5	Proje Ekip Sayısı	F15	Risk Olasılığı
F6	Analiz Süresi	F16	Süreçlerin Paralel İlerlemesi
F7	Geliştirme Süresi	F17	İzleme Süresi
F8	Test Süresi	F18	Projenin Durumu
F9	Proje Yaşam Döngüsü Süresince Toplam Talep Değişikliği Sayısı	F19	Proje Gecikme Süresi
F10	Proje İptal Nedeni	F20	Bekleme Dönemi Sebebi
		F21	Proje Süresi

Uygulama verisindeki risk faktörleri ile Çizelge 6.1’de gösterilen proje faktörleri arasındaki ilişki, Boehm’in risk ağacı göz önünde tutularak Çizelge 6.2’deki gibi değerlendirilmiştir [40].

Çizelge 6.2 Risk ve proje faktörleri ilişkisi [40]

Model No	Yazılım Projesi Risk Faktörleri	Proje Faktörleri
ÇN1	Düşük ve kötü kullanıcı katılımı	F2, F9, F10, F12, F18, F20
N2	Gerçekçi olmayan zaman planlaması	F1, F12, F19, F21
N3	Gerçekçi olmayan ya da yanlış anlaşılan proje amaçları ve hedefleri	F3, F4, F11, F13, F19
N4	Yetersiz ekip sayısı	F5, F11, F18, F19
N5	Proje yöneticisinin yetersiz katılımı ve teknik bilgisi	F1, F2, F10, F11, F18
N6	Kötü planlama ve stratejiler	F3, F4, F6, F7, F8, F14, F15
N7	Yazılım projesi yönetiminin etkili yapılamaması	F1, F11, F16, F19
N8	Proje devam ederken organizasyonun değiştirilmesi	F9, F19
N9	Projenin büyüklüğü	F11, F15, F19
N10	Proje gereksinimlerin düzgün belirlenmemesi	F1, F6, F19

Veri seti üzerinde uygulanacak algoritma ve modeller için WEKA ve MATLAB uygulamalarından faydalanılmıştır. WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis), ücretsiz ve açık kod platformu olarak JAVA üzerine geliştirilmiş bir uygulama olarak makine öğrenmesi ve veri madenciliğinde kullanılmaktadır [41].

6.2.3 Risk ile Analiz-Geliştirme Süreçlerinin Paralelliği İlişkisi

Projenin analiz ve geliştirme süreçlerinin birbirine paralel olması durumunda diğer proje faktörlerine etkisi incelenmiştir. Projede analiz süreci bitmeden geliştirme süreci başlamışsa bu durum projedeki süreçlerin paralel olarak değerlendirilmiştir. Naive Bayes sınıflandırma yöntemi kullanılarak oluşturulan modelin doğruluk oranı %68,14 tespit edilmiştir [14].

Çizelge 6.3. Süreçlerin paralelliği ile gecikme ve risk sayısı ilişkisi [40]

Özellik	Sınıf: Süreçlerin Paralel Olması	Sınıf: Süreçlerin Paralel Olmaması
Proje Durumu		
Kapalı	702	1464
İptal Edilen	158	238
Beklemede	5	10
Diğer	101	266
Toplam	966	1978
Ortalama Risk Sayısı	0.4929	0.7877
Gerçek ile Planlanan Kullanıma Alım Tarihi Farkı (Ortalama)	9.26	9.0621

Çizelge 6.3'te gösterilen değerlere göre süreçlerin paralel olduğu projelerde risk sayısının daha az olduğu belirlenirken gecikme oranının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Analiz süreci tamamlanmadan geliştirme sürecinin başladığı projede risklerin tespit edilmediği sonucuna varılabilir. Süreçlerin paralel olduğu bir yazılım projesinin ilerleyen aşamalarında beklenmedik risklerle karşılaşılması ve projenin gecikme olasılığının yüksek olduğu görülmektedir [40].

6.2.4 Analiz Süresinin Projeye Etkisi

Projenin analiz süresi ile projenin diğer faktörleri arasındaki ilişkisi incelenmiştir. Küme sayısına doğru karar verebilmek için K-Means kümeleme yöntemi kullanılmıştır. WEKA'da SimpleKMeans algoritması için küme sayısı 2, mesafe farkı Öklid yöntemiyle 500 iterasyon için çalıştırıldığında Çizelge 6.4'te gösterildiği gibi iki sınıfa ayrılmıştır. Birinci sınıfa %78'i, ikinci sınıfa %22'si sınıfa dahil olmuştur [40].

Çizelge 6.4. Analiz süresinin gecikme süresi ile ilişkisi [40]

Özellik	Sınıf		
	Toplam Veri (2936) %100	Sınıf 0 (2297) %78	Sınıf 1 (639) %22
Proje Durumu	Kapalı	Kapalı	İptal
Kullanıma alındı mı?	Evet	Evet	Hayır
Proje Tamamlanma Yüzdesi	82.0471	96.1799	31.2443
Toplam Risk Sayısı	0.5858	0.6883	0.2175
Bekleme Süresi Var mı?	Yok	Yok	Yok
Analiz Süresi	68.1352	72.3492	52.9859
Gerçek ile Planlanan Kullanıma Alım Tarihi Farkı	9.1412	6.0682	20.1878

Bu model sonucuna göre analiz süresi uzun olan projelerin analiz süresi kısa olan projelere göre zaman yönetiminin daha iyi planlandığı söylenebilir. Çünkü projede analiz süresi uzun ise zamanında tamamlanma ve kullanıma alınma oranının diğer sınıfa göre yüksek olduğu görülmüştür. Yazılım geliştirme sürecinde analiz sürecinin önemli olduğu görülmektedir. Çünkü isterlerin tam ve doğru şekilde karşılandığı adım analiz aşamasıdır [40].

Risk sayısının, analiz süresi uzun olan proje sınıfında daha yüksek fazla olması risklerin doğru tespit edildiğinin bir göstergesidir. Çünkü aynı zamanda bu sınıftaki projelerin gecikme oranı düşük olduğu için risklerin iyi analiz edilerek bu risklere karşı önlemlerin zamanında alındığı söylenebilir.

Analiz süresi uzun olan projelerde bekleme durumuna alınma oranının düşük olduğu görülmüştür [40].

6.2.5 İzleme Süreci ile Risklerin İlişkisi

İzleme sürecinin risklerle ilişkinin belirlemek için *Fuzzy C-Means* (FCM) algoritması kullanılmıştır. K-Means algoritmasına benzeyen FCM'in, K-Means'ten farkı verilerin her

birinin sadece bir sınıfa dahil edilme zorunluluğunun olmamasıdır [14]. FCM kümeleme yönteminde örnekleri 0 ile 1 arasında değişen değerlere çevirip buna göre hangi kümeye ait olduğunu bulmaktadır. Sonraki adımda gerçek değerlerin ortalamasını çıktı olarak verir.

Çizelge 6.5. İzleme süresi ile risk ilişkisi [40]

İzleme Süresi	Toplam Risk Sayısı	Çok Düşük Tipli Risk	Düşük Tipli Risk	Orta Tipli Risk	Yüksek Tipli Risk	Çok Yüksek Tipli Risk
30.03	0.4985	0.003	0.0419	0.1994	0.2077	0.0129
162.5095	1.0707	0.0018	0.0536	0.4238	0.4685	0.0078

Çizelge 6.5'te görüldüğü üzere izleme süresinin yüksek olduğu durumlarda risk sayılarının da yüksek olduğu görülmüştür. Çünkü kullanıma alınmış olsa bile izleme süresinin uzun olması ya proje kapsamın tam olarak karşılanamadığını ya da proje çıktısının ortaya çıkan sorunlarının düzeltilmesi için zaman ayrıldığının işaretidir [40].

6.2.6 İzleme Süresinin Değerlendirilmesi

Naive Bayes sınıflandırma yöntemi kullanılarak izleme süresinin proje süresine oranı ile proje süresi, risk sayısı, sponsor notu ve analiz süresi arasındaki ilişki ortaya konmaya çalışılmıştır. Yapılan değerlendirmede izleme süresi “uzun” ve “normal” olarak iki sınıfta incelenmiştir. Çizelge 6.6'da gösterilen sonuçların ait olduğu sınıflandırma modelinin doğruluk oranı %78,16'dır [40].

Çizelge 6.6. Proje süresine bağlı izleme süresinin diğer faktörlerle ilişkisi [40]

Özellik	Sınıf	
	İzleme süresi UZUN	İzleme süresi NORMAL
Temel Plan Sayısı		
Ortalama	2.3399	2.3055
Standart Sapma	1.2463	1.5142
Proje Süresi		
Ortalama	198.2768	210.2318
Standart Sapma	135.2367	116.4358
Toplam Risk Sayısı		
Ortalama	0.7197	0.6308
Standart Sapma	1.6984	1.5027
Proje Sponsor Notu		
Ortalama	3.8748	3.8973
Standart Sapma	0.5854	0.5892
Analiz Süresi		
Ortalama	62.9559	79.1741
Standart Sapma	63.7302	75.9052
İzleme Süresi		
Ortalama	65.7886	13.1628
Standart Sapma	86.5976	11.2682

Çizelge 6.6’da görüldüğü gibi izleme süresi uzun olan projelerin risk sayısı yüksek; izleme süresi normal olan projelerin süresinin ve sponsor notunun yüksek olduğu görülmektedir [40].

6.2.7 Proje Ekibinin Büyüklüğü ile Proje Başarısı Arasındaki İlişki

Proje ekip sayısının projenin diğer faktörleri arasındaki ilişkisi K-Means kümeleme algoritması kullanılarak incelenmiştir. WEKA’da SimpleKMeans algoritması için küme sayısı 2, mesafe farkı Öklid yöntemiyle 500 iterasyon için çalıştırıldığında Çizelge 6.7’de gösterilen sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 6.7. Ekip sayısının diğer faktörlerle ilişkisi [40]

Özellik	Sınıf		
	Toplam Veri (2936) %100	Sınıf 0 (2295) %78	Sınıf 1 (641) %22
Proje Durumu	Kapalı	Kapalı	İptal
Kullanıma Alındı mı?	Evet	Evet	Hayır
Proje Süresi	202.0565	215.4322	154.1669
Proje Tamamlanma Yüzdesi	82.0471	96.2088	31.3435
Toplam Risk Sayısı	0.5858	0.6889	0.2168
Proje Ekip Sayısı	8.6252	9.2312	6.4558
Gerçek ile Planlanan Kullanıma Alım Tarihi Farkı	9.1412	6.0735	20.1248

Çizelge 6.7’de gösterildiği gibi proje ekip sayısının az olduğu proje sınıfında gecikme süresinin fazla olduğu ve kullanıma alınma oranının az olduğu görülmüştür [40]. Ekip sayısının yüksek olduğu proje sınıfında risk sayısının yüksek olmasının nedeninin incelenmesi gerekebilir.

6.2.8 Risk ile Proje Aciliyet Durumunun İlişkisi

Veri setinin temin edildiği şirketin talep değerlendirme sürecinde tüm talepler, aylık olarak planlanarak bir yol haritası oluşturulmaktadır. Ancak pazar koşulları veya regülatif gerekliliklerden ötürü zaman zaman planların dışında acil olarak hayata geçirilmesi gereken talepler “acil projeler” olarak değerlendirilmektedir.

Projenin yer aldığı dönem seçilerek projenin acil veya planlı olmasının projenin diğer faktörleriyle ilişkisi Naive Bayes Sınıflandırma yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Çizelge 6.8’de sonuçları gösterilen modelin doğruluk oranı, %89’dur [40]. Bu değerlendirmeye göre acil projeler ile planlı olan projelerin analiz sürelerinin birbirine yakındır. Ancak acil projelerde geliştirme ve test süreleri planlı projelerinkine göre daha kısa olduğu görülmektedir.

Hızlı ilerlemesi gereken projelerde amaç ihtiyacı olabildiğince çabuk karşılamak olduğu için zamanın kısıtlı olması sebebiyle her zaman doğru çözümler üretilmeyebilir. Bu nedenle bu modelde görüldüğü gibi acil projelerde risk sayısı yüksek ve izleme süresi daha uzun olabilir. Çünkü acil projelerin risk sayısı yüksek olduğu için acil olmayan projelere göre daha uzun süre takip edilmesi gerekebilir [40].

Çizelge 6.8. Projenin aciliyeti ile diğer faktörleri ilişkisi [40]

Özellik	Sınıf	
	Planlı Projeler	Acil Projeler
Yüksek Risk Sayısı		
Ortalama	0.2458	0.5143
Standart Sapma	0.8502	0.9881
Çok Yüksek Risk Sayısı		
Ortalama	0.0121	0.0184
Standart Sapma	0.1667	0.1667
Proje Süresi		
Ortalama	203.4946	184.5512
Standart Sapma	127.52	152.38
Toplam Risk Sayısı		
Ortalama	0.6508	1.1957
Standart Sapma	1.6111	1.8794
Analiz Süresi		
Ortalama	67.98	70.1
Standart Sapma	65.73	94.4223
Geliştirme Süresi		
Ortalama	79.14	58.2775
Standart Sapma	73.3	72.5921
Test Süresi		
Ortalama	65.711	53.1824
Standart Sapma	67.6066	67.8972
İzleme Süresi		
Ortalama	48.5127	54.5594
Standart Sapma	75.6	78.35
Gerçek ile Planlanan Kullanıma Alım Tarihi Farkı		
Ortalama	9.6093	3.2639
Standart Sapma	34.8205	11.6603

6.3 Bulanık Mantıkla Proje Başarısının Tahmin Edilmesi

Çalışmanın bu aşamasında uygulana verisi üzerine yapılan araştırma ile proje faktörleri arasındaki ilişkiler ortaya konmaya çalışılmıştır. Yukarıda çıkan anlamlı sonuçlar üzerine proje faktörleri arasındaki ilişkiler göz önüne alınarak proje başarısını tahmin etmeye yönelik bir modelin oluşturulmasına çalışılmıştır. Bu model kullanılarak yeni bir projedeki benzer proje faktörlerine göre projenin başarısının tahmin edilmesi hedeflenmektedir.

6.3.1 Bulanık Mantık

Klasik yaklaşımda bir varlık bir kümenin elemanıdır veya değildir. Buna göre ilişki değeri, varlık kümenin elemanı olduğunda "1", kümenin elemanı olmadığı zaman "0" değerini alır. Bulanık mantık, klasik ikili mantığın tamamen doğru ve tamamen yanlış doğruluk değerleri arasında yer alan "kısmen doğru" kavramını da kapsayacak şekilde genişletilmiş bir üst kümedir [42]. Bulanık mantıkta her bir varlığın üyelik derecesi vardır. Varlıkların üyelik derecesi, (0, 1) aralığında herhangi bir değer olabilir ve üyelik fonksiyonu $\mu(x)$ ile gösterilir. Bulanık mantık, 1965 yılında Lotfi Zadeh tarafından ortaya atılmıştır. [43].

Klasik mantık kümelerindeki hafif ağır, soğuk sıcak, hızlı yavaş gibi değişkenler, bulanık mantıkta biraz hafif, biraz ağır gibi yorumlanır. Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki temel farklılıklar Çizelge 6.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.9 Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki farklar

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
X veya X değil	X ve X değil
Kesin üyelik	Kısmi üyelik
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 arasında sürekli
İkili birimler	Bulanık birimler

Klasik yaklaşımda bir varlık kesin olarak bir kümenin elemanıdır veya kesin olarak değildir. Varlık, kümenin elemanı ise '1' değerini, elemanı değil ise '0' değerini almaktadır. Bulanık mantık ise klasik kümeyi kapsayan bir yöntem; klasik kümenin genişletilmiştir. Bulanık varlık kümesinde her bir varlığın bir üyelik derecesi vardır. Bu derecenin değeri, 0 ile 1 arasında değişmektedir. Bu değişkenlik sayesinde belirsiz veya kesin olmayan olaylardan elde edilen bilgilerle tutarlı ve doğru kararlar vermeyi sağlayan karar mekanizmaları oluşturulabilir. Bulanık mantık, girişlerin ve çıkışların kesin olmadığı durumlarda model tabanlı dil bilimsel gerçekçi yaklaşım sunmaktadır [44].

Bulanık mantıkta üyelik fonksiyonu ise $\mu(x)$ ile gösterilmektedir. $x \in N = \{1,2,3,...,10\}$ olması durumunda x değişkeninin alabileceği değerler Çizelge 6.10'da gösterilmiştir [45].

Çizelge 6.10 Olasılık teoremi değerleri ve bulanık mantık değerleri [45]

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P(x)	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0
$\mu(x)$	0.9	1.0	1.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0	0	0

x 'in alabileceği tüm değerlerin toplam değeri olasılık teorisinde 1 ile sınırlı iken bulanık mantıkta bir üst sınır değeri yoktur. Çizelge 6.10'da görüldüğü gibi olasılığı yüksek olan değerlerin bulanık mantık teorisinde de oranı yüksektir [45]. Bulanık mantıktaki küçük değerler, olasılık teorisinde sıfır değerini almıştır. Çizelge 6.11'de gösterildiği üzere bulanık mantıkta üç önemli üyelik fonksiyonu bulunmaktadır.

- Üçgen üyelik fonksiyonu
- Yamuk üyelik fonksiyonu
- Gauss üyelik fonksiyonu

Çizelge 6.11 Bulanık Mantık'ın önemli üyelik fonksiyonları

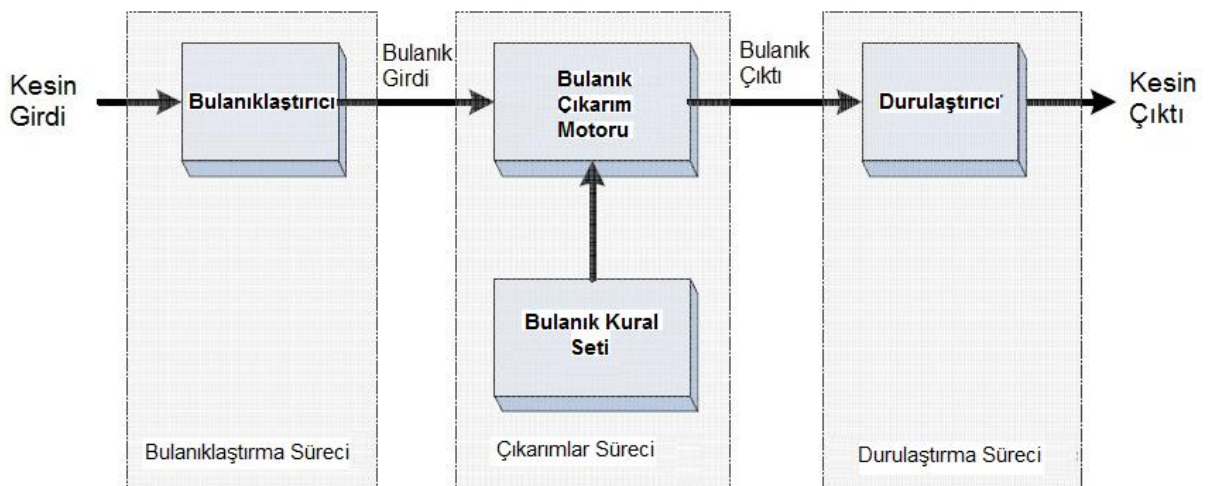
Fonksiyon Adı	Formülü	Grafığı
Üçgen Üyelik Fonksiyonu	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{m-a}, & a < x \leq m \\ \frac{b-x}{b-m}, & m < x < b \\ 0, & x \geq b \end{cases}$	
Yamuk Üyelik Fonksiyonu	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & (x < a) \text{ or } (x > d) \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \end{cases}$	
Gauss Üyelik Fonksiyonu	$\mu_A(x) = e^{-\frac{(x-m)^2}{2k^2}}$	

Üçgen üyelik fonksiyonunda $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu, $R \rightarrow [0,1]$ aralığında a alt limit ve b üst limit olacak şekilde parametrelerine dayanmaktadır [46]. $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu, Çizelge 6.11'de gösterilmiştir.

Yamuk üyelik fonksiyonunda $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu, $R \rightarrow [0,1]$ aralığında a alt limit ve d üst limit olacak şekilde b ve c yardımcı parametrelerine dayanmaktadır [46]. $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu, Çizelge 6.11'de gösterilmiştir.

Gauss üyelik fonksiyonunda $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu, merkezi m ve $k > 0$ olacak şekilde k standart sapmasına dayanmaktadır. k değeri ne kadar küçük olursa eğri o kadar daralır [46]. $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu, Çizelge 6.11'de gösterilmiştir.

Dış dünyadan alınan ve kesin bir nümerik (sayısal) değere sahip olan giriş verisi, bilgi tabanındaki üyelik fonksiyonları tarafından sözel ifadelere ve giriş verisinin bu ifadeyi ne oranda desteklediğini gösteren üyelik derecelerine dönüştürülür. Bu aşamaya bulanıklaştırma adı verilir. Bulanıklaştırma sonunda elde edilen sözel ifadeler, insanların karar verme sürecinde olduğu gibi, kural tabanındaki önermelerle karşılaştırılır ve yine sözel yargı sonuçlarına varılır, bu sonuçların hangi oranda geçerli olduğunu yine girişteki üyelik dereceleri belirler. Bu kısma bulanık karar verme süreci adı verilir. Bulanık karar verme sürecinin çıkışında yargı sonuçlarını ifade eden sözel ifadeler ve bunların destek dereceleri bulanık çıkışlar olarak adlandırılır. Eğer bilgisayar çıkışta bir makineye bilgi yolluyorsa, bulanık çıkışlar yine makinelerin anlayacağı dil olan sayısal çıkış değerlerine dönüştürülmelidir. Bu dönüştürme işlemi durulaştırma ya da berraklaştırma katında yapılır.



Şekil 6.1 Bulanık karar verme sisteminin yapısı [46]

6.3.2 Bulanık Mantıkla Proje Başarı Modelinin Oluşturulması

Önceki çalışmada elde edilen sonuçlara dayanarak Weka’da yapay sinir ağları yöntemi olarak kullanılan MultiLayer Perceptron fonksiyonu hangi özelliklerin girdi olarak değerlendirileceği çalışılmıştır. Fonksiyon, gizli katman sayısı önce otomatik Weka tarafından tayin edilecek şekilde sonra da gizli katman sayısı 10 olarak çalıştırıldığında doğruluk oranlarındaki farklılığın %0,04 olduğu görülmüştür. Bu nedenle gizli katman sayısı, otomatik olarak seçilip Çizelge 6.12’de gösterildiği gibi farklı girdiler için sonuçlar hem 10 çapraz doğrulama (cross validation) için hem de %66 deneme setine göre elde çalıştırılmıştır.

Çizelge 6.12 Özelliklere göre yapay sinir ağları modelinin sonuçları

Modelde Girdi Olarak Kullanılan Özellikler	10 Çapraz Doğrulama Oranı	%66 Deneme Setine Göre Doğruluk Oranı
Karmaşıklık, Değişiklik Sayısı, Risk Sayısı, Proje Ekip Sayısı, Süreçlerin Paralellik Durumu, Analiz Süresi, Proje Süresi	%52,06	%53,73
Değişiklik Sayısı, Risk Sayısı, Proje Ekip Sayısı, Süreçlerin Paralellik Durumu, Analiz Süresi, Proje Süresi	%54,31	%53,40
Risk Sayısı, Proje Ekip Sayısı, Süreçlerin Paralellik Durumu, Analiz Süresi, Proje Süresi	%55,60	%51,71
Risk Sayısı, Proje Ekip Sayısı, Süreçlerin Paralellik Durumu, Analiz Süresi	%56,41	%52,74
Karmaşıklık, Değişiklik Sayısı, Risk Sayısı, Proje Ekip Sayısı, Süreçlerin Paralellik Durumu, Analiz Süresi	%56,29	%53,43

Çizelge 6.12'deki sonuçlar değerlendirildiğinde proje başarısını belirleyen faktörlerden biri olan proje sponsor notunun belirlenmesinde en çok etkileyen girdi faktörleri;

- Risk Sayısı
- Proje Ekip Sayısı
- Süreçlerin Paralellik Durumu
- Analiz Süresi
- Projedeki Teknik Altyapının Karmaşıklık Seviyesi
- Projedeki Değişiklik Sayısı

olarak belirlenmiştir. Proje süresini modele eklediğimizde doğruluk oranının düştüğü görülmektedir.

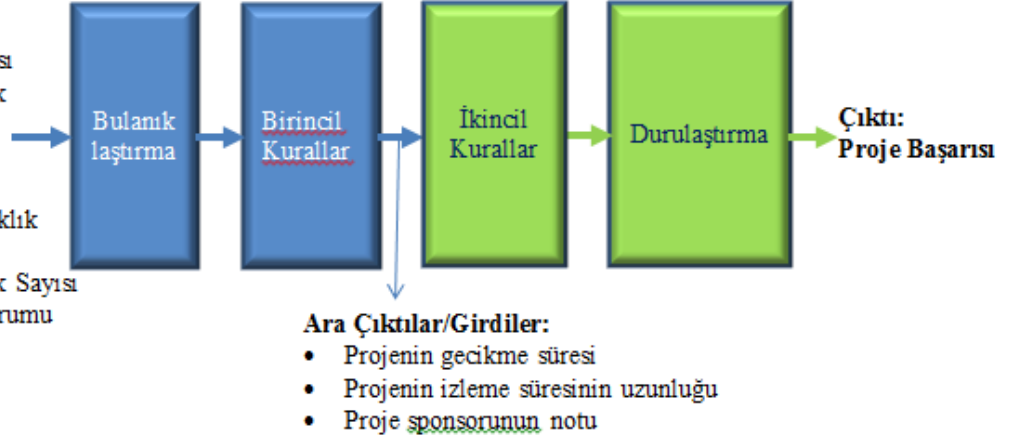
Uygulama verisinde temel proje başarısını oluşturan üç temel kavramdan (zaman, kalite ve maliyet) üç temel faktörden maliyete dair bulgu olmadığı için proje başarısı aşağıdaki verilere dayanarak ölçümlenebilmektedir.

- Projenin gecikme süresi
- Projenin izleme süresinin uzunluğu
- Proje sponsorunun notu

Şekil 6.2'de gösterildiği gibi iki katmanlı bir model oluşturularak bu üç özellik, bulanık mantık modelinde ara çıktısı olarak değerlendirilmiş ve projenin başarısı tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Girdiler:

- Risk Sayısı
- Proje Ekibinin Sayısı
- Süreçlerin Paralellik Durumu
- Analiz Süresi
- Projedeki Teknik Altyapının Karmaşıklık Seviyesi
- Projedeki Değişiklik Sayısı
- Projenin aciliyet durumu



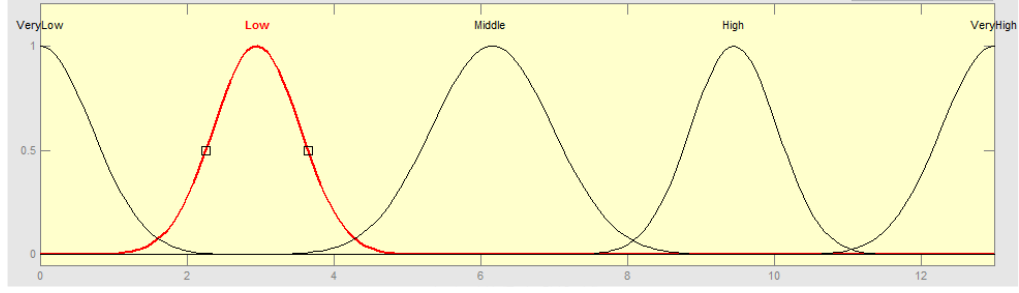
Şekil 6.2 Proje başarıları bulanık karar verme modeli

Önceki çalışmaya sonuçlarına istinaden birinci kurallar ve ikinci kurallar oluşturulmaya çalışılmıştır. Birinci kurallar için elimizde aşağıdaki bulgular bulunmaktadır:

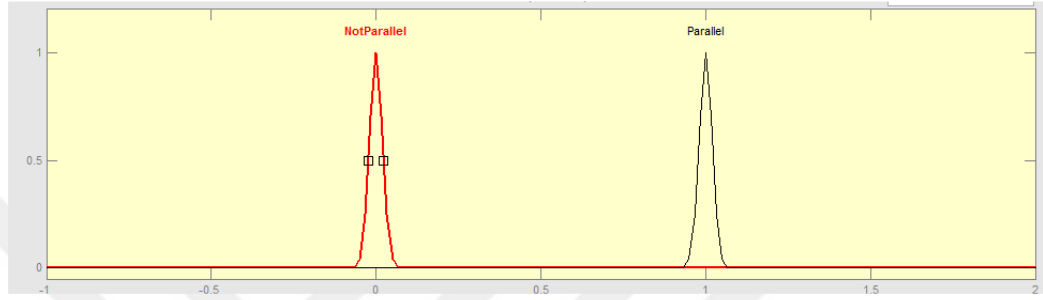
- Süreç paralel ise risk sayısı az ve gecikme süresi oranı yüksektir.
- Süreç paralel değilse ve analiz süresi uzunsa risk sayısı çok ve gecikme süresi kısadır.
- Analiz süresi uzun ise proje gecikme süresi yoktur.
- Risk sayısı yüksek ise izleme süresi de uzundur.
- Ekip sayısı düşük olan projelerde gecikme süresi fazladır.
- Ekip sayısının yüksek olduğu projelerde risk sayısı yüksektir.
- Acil projelerde risk sayısı fazladır.
- Acil projelerde izleme süresi uzundur.

Bu bulgulara göre girdiler alabileceği değerlerin kombinasyonlarıyla Ek C’de belirtilen birincil ve ikincil kurallar geliştirilmiştir.

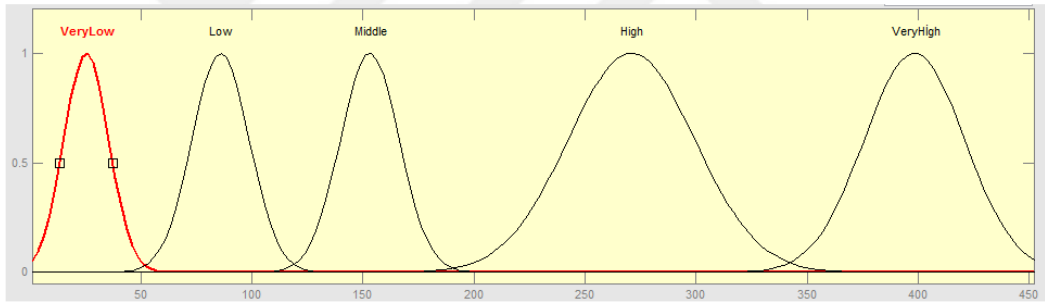
Oluşturulan proje başarı tahmin modelinde proje ekip sayısının, teknik altyapı karmaşıklığının ve projenin aciliyet durumunun çıkan değerler üzerinde etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuca göre girdi sayısı azaltılarak model yeniden oluşturulmuştur. Bu yeni modelde girdi olarak risk sayısı, paralellik durumu, analiz süresi ve değişiklik sayısı için Matlab’te üyelik fonksiyonları, veri setindeki değerlerine göre Şekil 6.3’teki gibi belirlenmiştir.



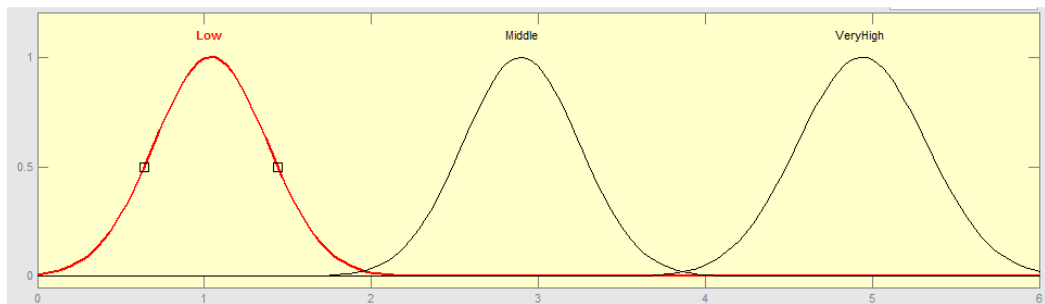
(a) Risk sayısı üyelik fonksiyonu



(b) Parallelik durumu üyelik fonksiyonu



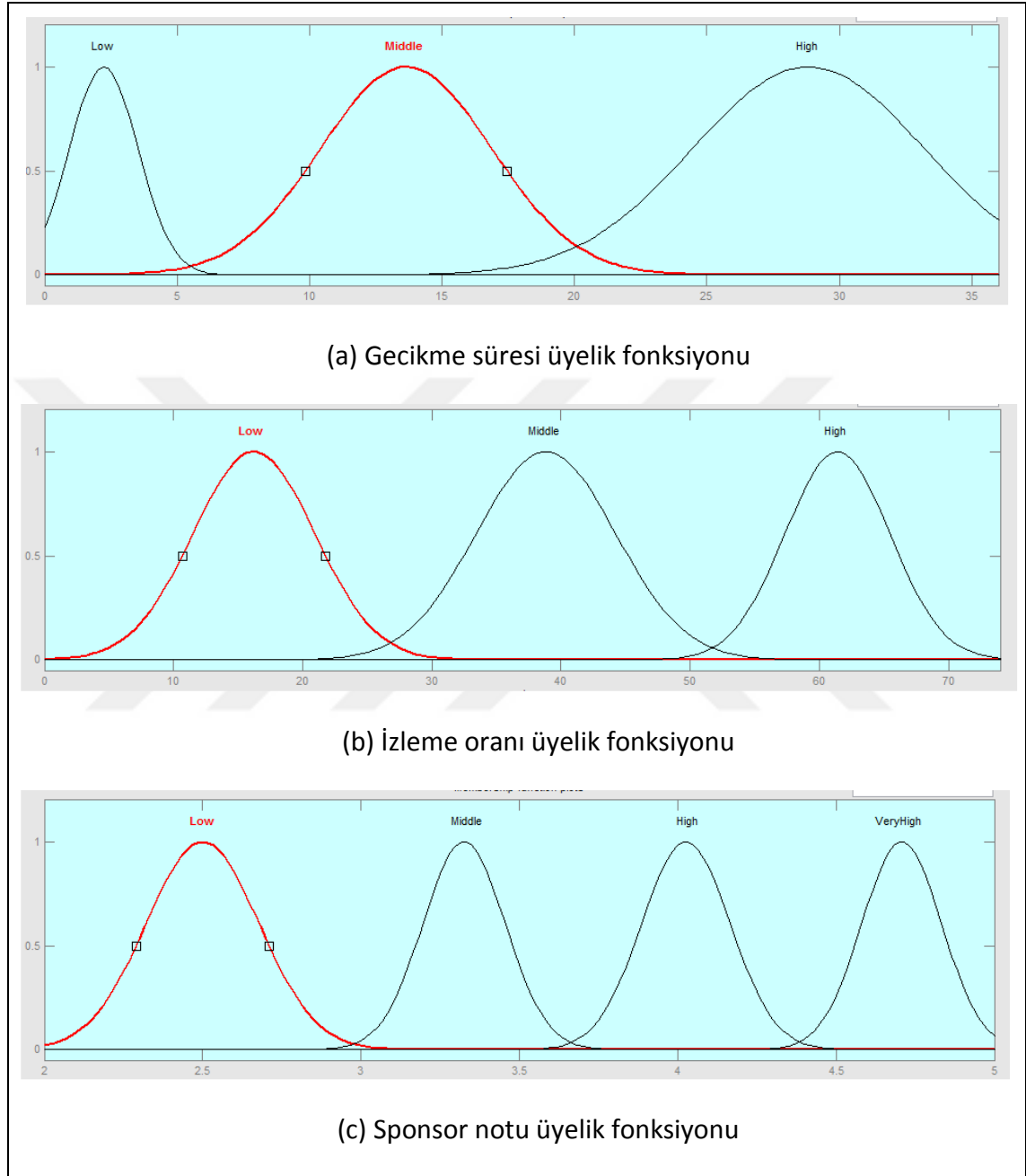
(c) Analiz süresi üyelik fonksiyonu



(d) Talep değişiklik sayısı üyelik fonksiyonu

Şekil 6.3 Bulanık karar verme modelindeki girdilerin üyelik fonksiyonları

Birincil kurallara göre elde edilen ara çıktılarla (proje gecikme süresi, proje izleme süresinin uzunluğu ve proje sponsor notu) özelliklerinin üyelik fonksiyonları Şekil 6.4'te gösterilmiştir.



Bu özelliklerin proje veri setindeki gerçek değerleri, modelin ikinci kısmından geçirildiğinde tahmin etme başarı oranının ortalama %80 olduğu görülmüştür.

Proje başarısının sapma oranlarına göre proje başarı tahminleme modelinin başarı oranı Çizelge 6.13'de gösterilmiştir. Bu sonuca göre bir projenin başarısı $\pm\%10$

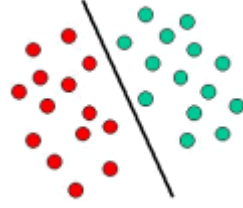
sapmayla %50,57 oranında; $\pm\%20$ sapmayla %76,86 oranında doğru tahmin edebildiği görülmüştür.

Çizelge 6.13 Proje başarısı tahminleme modelinin başarısı

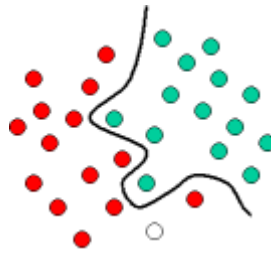
Modelin Başarı Aralığı	$\pm\%10$	$\pm\%20$
Modelin Başarı Oranı	%50,57	%76,86

6.4 Karar Destek Makineleriyle Proje Başarısının Tahmin Edilmesi

Sınıflandırma ve kestirim metotlarından biri olan karar destek makineleri (support vector machines - SVM), nesneleri Şekil 6.4'te gösterildiği gibi doğrusal veya Şekil 6.5'te gösterildiği gibi doğrusal olmayan şekilde sınıflandırabilir. Özellikler arasındaki ilişki hakkında hiçbir bilgi olmadığı durumlarda sınıflandırma yöntemi olarak SVM kullanılabilir [47].



Şekil 6.4 Doğrusal sınıflandırılmış veri [47]



Şekil 6.5 Doğrusal olmayan sınıflandırılmış veri [47]

Tahminleme için verimli bir algoritma olan SVM, kendi kendine öğrenen bir sistemdir. Birden fazla sınıfın ortaya konmasında başarılı olan SVM'nin performansını verinin boyutları diğer tahminleme modellerine göre daha az etkilemektedir [47].

6.4.1 Karar Destek Makinesi ile Proje Süresinin Tahmin Edilmesi - Weka

Proje süresini tahmin etmek için oluşturulan SVM modelinde aşağıdaki özellikler girdi olarak kullanılmıştır:

- Değişiklik sayısı
- Risk sayısı
- Projenin teknik karmaşıklık düzeyi
- Analiz süresi
- Analiz ve geliştirme süreçlerinin paralellik durumu

Weka’da SVM fonksiyonu olarak geliştirilen LibSVM metodu kullanıldığında örneklerin 5 sınıfa %70,09 ile doğru sınıflandırıldığı görülmüştür. Bu çalışmanın mutlak hata oranı 0,1196 saptanmıştır. Uygulama verisinin %25’i test verisi olarak bu modele uygulandığında elde edilen sonuçlar Çizelge 6.14’te gösterilmiştir.

Çizelge 6.14 Weka’da SVM ile hesaplanan proje süreleri

Proje No	Gerçek Süre Sınıfı	Tahmini Süre Sınıfı	Gerçek süre ile tahmini süre sınıfı arasında fark var mı?
1	5	5	Yok
2	5	5	Yok
3	4	3	Var
4	4	4	Yok
5	2	2	Yok
6	5	2	Var
7	2	2	Yok
8	2	2	Yok
9	2	2	Yok
10	3	3	Yok
11	2	2	Yok
12	3	3	Yok
13	4	3	Var
14	4	2	Var
15	4	2	Var
16	4	2	Var
17	3	3	Yok
18	2	2	Yok
19	3	2	Var
20	3	3	Yok

6.4.2 Karar Destek Makinesi ile Proje Süresinin Tahmin Edilmesi - Matlab

Matlab’de LIBSVM kütüphanesinde yer alan svmTrain ve svmPredict fonksiyonları kullanılarak aynı girdilerle oluşturulan SVM modeliyle proje süresi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Tüm veri setinin %30’u test veri vektörü olacak şekilde kullanılmıştır. %70,4167 doğruluk oranıyla elde edilen modelde tahmin edilen süre sınıflarıyla gerçek sınıf değerleri Çizelge 6.15’te gösterilmiştir.

Çizelge 6.15 Matlab'te SVM ile proje süresinin tahmin edilmesi

Proje No	Gerçek Süre Sınıfı	Tahmini Süre Sınıfı	Gerçek süre ile tahmini süre sınıfı arasında fark var mı?
1	4	2	Var
2	4	2	Var
3	4	2	Var
4	3	3	Yok
5	2	2	Yok
6	3	2	Var
7	3	3	Yok
8	3	3	Yok
9	4	3	Var
10	4	2	Var
11	5	5	Yok
12	2	2	Yok
13	2	2	Yok
14	2	2	Yok
15	3	3	Yok
16	2	3	Var
17	1	1	Yok
18	2	2	Yok
19	2	2	Yok
20	3	3	Yok

6.4.3 Karar Destek Makinesi ile Proje Sponsor Notunun Tahmin Edilmesi - Weka

Weka'da SVM metodunu kullanarak proje sponsor notu tahmin edilmeye çalışılmıştır. 0.1508 performansla %62 doğruluk oranıyla elde edilen sonuca göre sponsor notu 5 sınıf üzerinden değerlendirilmiştir. Çizelge 6.16'da test verisi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 6.16 Weka’da SVN ile hesaplanan sponsor notu

Proje No	Gerçek Sponsor Notu Sınıfı	Tahmini Sponsor Notu Sınıfı	Gerçek sponsor notu ile tahmini sponsor notu arasında fark var mı?
1	4	4	Yok
2	3	4	Var
3	3	3	Yok
4	3	4	Var
5	3	4	Var
6	4	4	Yok
7	4	4	Yok
8	3	4	Var
9	3	4	Var
10	3	4	Var
11	4	4	Yok
12	3	4	Var
13	5	4	Var
14	3	4	Var
15	3	3	Yok
16	3	4	Var
17	5	4	Var
18	5	4	Var
19	3	3	Yok
20	4	4	Yok

6.4.4 Karar Destek Makinesi ile Proje Sponsor Notunun Tahmin Edilmesi - Matlab

Matlab’te SVM metodunu kullanarak proje sponsor notu tahmin edilmeye çalışılmıştır. %63 doğruluk oranıyla elde edilen sonuca göre sponsor notu 5 sınıf üzerinden değerlendirilmiştir. Çizelge 6.17’de test verisi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 6.17 Matlab'te SVM ile hesaplanan sponsor notu

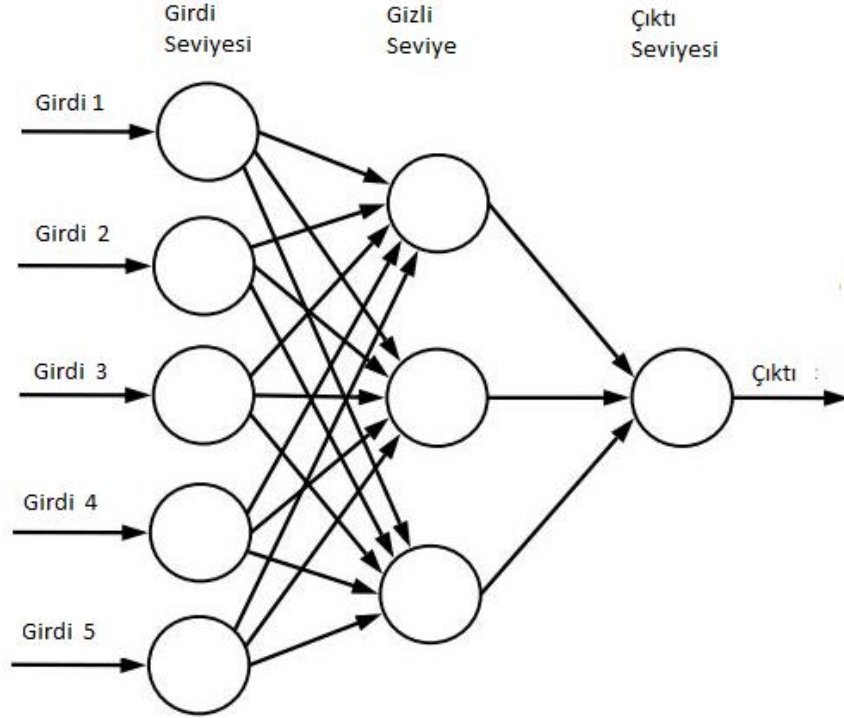
Proje No	Gerçek Sponsor Notu Sınıfı	Tahmini Sponsor Notu Sınıfı	Gerçek sponsor notu ile tahmini sponsor notu arasında fark var mı?
1	4	4	Yok
2	3	4	Var
3	3	3	Yok
4	3	4	Var
5	3	4	Var
6	4	4	Yok
7	4	4	Yok
8	3	4	Var
9	3	4	Var
10	3	4	Var
11	4	4	Yok
12	3	3	Yok
13	5	4	Var
14	3	3	Yok
15	3	3	Yok
16	3	4	Var
17	5	4	Var
18	5	4	Var
19	3	3	Yok
20	4	4	Yok

6.5 Yapay Sinir Ağı ile Proje Başarısının Tahmin Edilmesi

Yapay sinir ağı (Artificial Neural Network – ANN), tahminleme algoritmasıdır. Yapay sinir ağı mimarisi, Şekil 6.5'te gösterildiği gibi nöronlardan ve gizli seviyelerden oluşur [42]. Bu mimari dört önemli parçadan oluşur.

- Girdiler
- Seviyeler arasındaki bağlantılar

- Aktivasyon fonksiyonu
- Girdi ve çıktının ağırlıklarının fonksiyonu



Şekil 6.3 Yapay sinir ağı mimarisi [42]

6.5.1 Yapay Sinir Ağı ile Proje Süresinin ve Sponsor Notunun Tahmin Edilmesi - Matlab

Bir seviyeden oluşturulan yapay sinir ağı modelinde;

- Değişiklik sayısı
- Risk sayısı
- Proje ekibi sayısı
- Karmaşıklık
- Analiz süresi
- Analiz ve geliştirme süreçlerinin paralel olması durumu

girdi olarak kullanılmıştır. Bu girdilerle model üzerinden tahmin edilen proje süresi ve proje sponsor notu Çizelge 6.18’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.18 Matlab’te ANN ile proje süresi ve sponsor notunun 6 girdi ile tahmin edilmesi

Gerçek Sponsor Notu	Tahmini Sponsor Notu	Gerçek Proje Süresi	Tahmini Proje Süresi
3,6	3,9	439	239
3,6	4,0	363	253
4	3,8	320	293
3,4	3,9	192	186
4,5	4,1	372	278
2,8	4,0	194	181
4,8	4,1	187	179
4	4,1	258	299
4,4	4,0	175	160
3,6	4,1	217	191

Çizelge 6.18’de gösterilen 10 test verisinin sonuçlarına göre tahmini sonuçlar gerçek sonuçlarla tutarlı görünmemektedir. Bu değerlendirmeye dayanarak modelde kullanılan bazı girdileri elemek üzere Weka bulunan CfsSubsetEval fonksiyonu kullanılmıştır. Değerlendirme sonucunda proje ekip sayısı ve karmaşıklık özellikleri modelden çıkarılmış; veri setinde bulunan baseline sayısı girdi olarak modele eklenmiştir. Beş girdiyle oluşturulan ANN modeli sonucunda elde edilen değerler Çizelge 6.19’da gösterilmiştir.

Çizelge 6.19 Matlab'te ANN ile proje süresi ve sponsor notunun 5 girdi ile tahmin edilmesi

Gerçek Sponsor Notu	Tahmini Sponsor Notu	Gerçek Proje Süresi	Tahmini Proje Süresi
3,6	4,0	439	247
3,6	3,9	363	269
4,0	3,9	320	319
3,4	3,9	192	221
4,5	4,0	372	284
2,8	3,9	194	191
4,8	4,0	187	187
4,0	4,0	258	305
4,4	3,9	175	175
3,6	4,0	217	221

Çizelge 6.19'da elde edilen sonuçları, Çizelge 6.20'dekilerle kıyasladığımızda proje süresi tahmin başarısının arttığı ancak proje sponsor notu tahmin edilmesinde başarı oranında değişim olmadığı görülmektedir.

6.5.2 Yapay Sinir Ağı ile Proje Süresinin ve Sponsor Notunun Tahmin Edilmesi - Weka

Matlab'te oluşturulan modelde kullanılan girdiler Weka'daki ANN modelinde kullanıldığında %53 doğruluk oranıyla elde edilen sonuçlar, Çizelge 6.20'de gösterilmiştir.

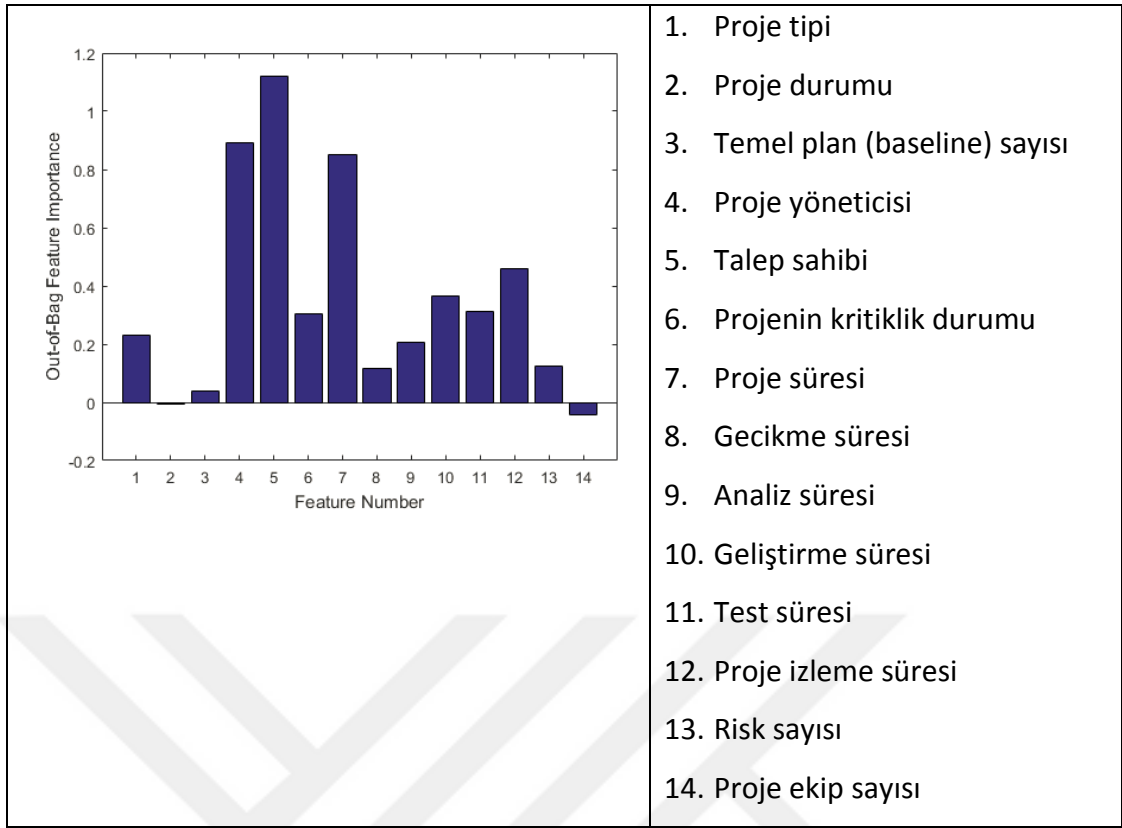
Çizelge 6.20 Weka’da ANN ile proje süresi ve sponsor notunun tahmin edilmesi

Gerçek Sponsor Notu Sınıfı	Tahmini Sponsor Notu Sınıfı	Gerçek Proje Süresi Sınıfı	Tahmini Proje Süresi Sınıfı	Hata Durumu
4	4	5	5	Fark yok
3	4	5	5	Sponsor notu farklı
3	3	4	2	Proje süresi farklı
3	4	4	5	Sponsor notu ve proje süresi farklı
3	4	5	3	Sponsor notu ve proje süresi farklı
4	4	2	2	Fark yok
4	4	2	2	Fark yok
3	4	3	2	Sponsor notu ve proje süresi farklı
4	4	3	3	Fark yok
3	3	2	2	Fark yok

Weka’da ANN metodu sınıflandırma mantığına dayalı olarak sonuçlandırıldığı için test verisi üzerinde yapılan çalışmada sponsor notu tahmin edilmesi daha başarılı gözükmemektedir.

6.6 Sponsor Notunun Tahmin Edilmesi Üzerine Yapılan Diğer Çalışmalar

Proje veri setine, proje yöneticisi ve projenin şirket içindeki talep sahibi bilgileri proje faktörü olarak eklenerek projenin sponsor notu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda proje faktörleri üzerinde Matlab’te Tree Bagger algoritması çalıştırılarak elde edilen sonuçlar (sponsor notuna hangi özelliğin ne kadar etki ettiği) Şekil 6.4’te gösterilmiştir.



Şekil 6.4 Proje faktörlerinin proje sponsor notu üzerinde etkileri

Şekil 6.4'te görüldüğü üzere projenin durumu ve proje ekip sayısı özelliklerinin proje sponsor notu üzerindeki etkisi, diğer faktörlerine göre çok düşük seviyededir. Projenin talep sahibinin, proje yöneticisinin ve proje süresinin, sponsor notu üzerinde etkisini yüksek olduğu görülmektedir.

Yapılan bu çalışmanın doğruluğunu tespit etmek adına WEKA'da bulunan çeşitli sınıflandırma algoritmaları veri seti üzerinde çalıştırılmıştır. Modeldeki çıktımız olan sponsor notu, sayısal bir değer olduğu için yapay ağlar gibi sayısal girdilerle kullanarak sayısal sonuç üreten fonksiyonlar seçilmiştir. Fonksiyon tabanlı regresyon yöntemlerinden özelliklerin genel ve lokal etkisinin tespi etmek adına doğrusal regresyonun yanı sıra çok katmanlı regresyon (Multi Layer Perception – MLP) ve radyal temelli regresyon (Radial Based Function – RBF) yöntemleri seçilmiştir [48]. Karar destek makinesi yöntemlerinden Kernel tabanlı olan SMO ve Gauss süreçleri (Gaussian Processes - GP) [49]; örnek tabanlı yöntemlerden, 1-en yakın komşu algoritması (1-Nearest Neighbour) [50]; kural tabanlı yöntemlerden [51] farklı algoritmaları içeren

karar ağaç yöntemleri seçilmiştir. Son olarak da rastgele ağaç algoritması (Random Tree) ağaç tabanlı sınıflandırmaya örnek olarak seçilmiştir [52].

Belirlenen 14 özellik için 10 çapraz doğrulama (cross validation) için 10 kez yapılan iterasyon sonucunda elde edilen ortalama mutlak yüzde hata oranı (mean absolute percentage error – MAPE) sonuçları Çizelge 6.21’de gösterilmiştir. Aşağıdaki 6.1 denklemle hesaplanan MAPE değeri her algortimanın proje veri seti üzerindeki başarı performansını göstermektedir.

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|SSO_i - SSE_i|}{SSO_i} \quad (6.1)$$

MAPE, N tahmin sayısına göre SSO’nun (orijinal sponsor puanı), SSE’ye (tahmini sponsor puanı) farkının oranının toplamına göre hesaplanır.

Çizelge 6.21 Sponsor notu tahmin etmesinde kullanılan algoritmaların MAPE değerleri

	Function Based Regression			SVM		Nearest Neighbour	Decision Trees			
	Linear Regression	MLP Regression	RBF Regression	SMO Regression (RBF Kernel)	Gaussian Processes SVM (RBF Kernel)		Decision Table (Best First Search)	Decision Table (TABU Search)	Decision Stump Tree	Random Tree
Tüm kriterlere göre	0,120	0,130	0,120	0,115	0,116	0,151	0,118	0,125	0,116	0,120
CFS (3)	0,116	0,117	0,116	0,115	0,116	0,146	0,116	0,125	0,116	0,136
Relief (8)	0,125	0,123	0,123	0,125	0,125	0,175	0,124	0,125	0,123	0,133
LSA (3)	0,131	0,128	0,120	0,119	0,122	0,153	0,122	0,125	0,116	0,120
PCA (106)	0,123	0,130	0,123	0,120	0,120	0,153	0,121	0,125	0,123	0,124
Average	0,123	0,126	0,120	0,119	0,120	0,156	0,120	0,125	0,119	0,127

Çizelge 6.21’de görüleceği üzere sadece tüm özellikler için değil WEKA’nın sunduğu özellik seçim fonksiyonlarıyla belirlenen alt veri setleri üzerinde de yöntemler çalıştırılmıştır. CFS (CFSSubsetEval) [53] fonksiyonu özellik sayısını 3’e indirirken Relief fonksiyonu 8’e indirmiştir. Anlamsal analiz (Latent Semantic Analysis- LSA) fonksiyonu [54], proje faktörü özelliklerini harmanlayarak 3 özellik; temel bileşen analizi (Principal Component Analysis – PCA) fonksiyonu [55] ise aynı özellikleri harmanlayarak 106 yeni özellik türetmiştir.

Çizelge 6.21’de gösterilen fonksiyonlar, kendilerine özgü çeşitli parametrelerle defalarca çalıştırılmıştır. En iyi performans gösteren parametrik değerlerini kısaca özetlersek;

MLP fonksiyonunda 1 gizli katman ve 2 nörondan oluşturulmuştur.

RBF fonksiyonunda her birinin kendi SCALE faktörü olan 2 gizli katmandan oluşturulmuştur.

Karar destek ağacı fonksiyonları olan SVM ve Gauss süreç RBF Kernel yöntemi seçilmiştir.

- En yakın komşu algoritmasında örnekler arasındaki ağırlıklandırma değiştirilmeden Öklid örnekleme için doğrusal araştırma (linear search) kullanılmıştır.
- En iyi birinci araştırma yönteminde ardışık olmayan beş iterasyon adımı seçilmektedir.
- TABU araştırma yönteminde ise çeşitlendirme olasılığı (diversification probability) 1 seçilerek özelliklerin komşuluk ilişkilerinin sayısı sınırlandırılmamıştır.
- Rastgele ağaç algoritmasında sınırsız derinlikle 100 ağaç seçilmiştir.

Yukarıda açıklandığı gibi proje sponsor notu üzerinde etkisi az olarak tespit edilen projenin durumu ve proje ekip sayısı özellikleri çıkarılarak Şekil 6.4’te gösterilen tüm yöntemler hem orijinal hem de alt veri setleri üzerinde yeniden çalıştırılmıştır. Çizelge 6.22’de elde edilen MAPE sonuçlarını, Çizelge 6.21’deki MAPE değerleriyle karşılaştırıldığında değişimin binde 3 olduğu görülmektedir. Bu küçük fark, daha önce belirlendiği gibi bu iki proje faktörünün etkisinin az olduğunu göstermektedir.

Çizelge 6.22 12 Proje faktörü ile sponsor notu tahmin etmesinde kullanılan algoritmaların MAPE değerleri

Proje durumu ve ekip sayısı çıkarıldığında	Function Based Regression			SVM		Nearest Neighbour	Decision Trees			
	Linear Regression	MLP Regression	RBF Regression	SMO Regression (RBF Kernel)	Gaussian Processes SVM (RBF Kernel)	1 Nearest Neighbour	Decision Table (Best First Search)	Decision Table (TABU Search)	Decision Stump Tree	Random Tree
Tüm kriterlere göre	0,123	0,132	0,124	0,120	0,120	0,156	0,122	0,125	0,123	0,123
CFS (3)	0,123	0,130	0,124	0,120	0,120	0,138	0,121	0,125	0,123	0,124
Relief (8)	0,123	0,130	0,125	0,121	0,121	0,158	0,122	0,125	0,123	0,128
LSA (3)	0,125	0,123	0,123	0,123	0,125	0,175	0,125	0,125	0,123	0,133
PCA (106)	0,138	0,132	0,124	0,124	0,122	0,155	0,123	0,125	0,124	0,122
Average	0,126	0,129	0,124	0,122	0,122	0,156	0,123	0,125	0,123	0,126

Çizelge 6.21’de ve Çizelge 6.22’de gösterildiği gibi en iyi sonucu veren (MAPE değeri en düşük olan) yöntemler, orijinal veri seti ve CFS ile ortaya çıkan alt veri seti üzerinde çalıştırılan karar destek ağacı modelleridir. Bu çalışmanın doruluğunu bir daha sınamak adına bu ikie SVM modeli (SMO Regresyon ve Gauss Süreç SVM) için %66 rastgele eğitim setiyle 10 iterasyon ve 100 iterasyon için çalıştırıldığında elde edilen sonuçlar, Çizelge 6.23’te gösterilmiştir.

Çizelge 6.23 Karar Destek Ağacı moldellerinin MAPE değerleri

	10 kez		100 kez	
	SMO Regression (RBF Kernel)	Gaussian Processes SVM (RBF Kernel)	SMO Regression (RBF Kernel)	Gaussian Processes SVM (RBF Kernel)
Tüm kriterlere göre	0,1207	0,1203	0,1210	0,1207
CFS (3)	0,1209	0,1203	0,1211	0,1209
Ortalama	0,121	0,120	0,121	0,121

Çizelge 6.23’teki her iki model için de MAPE değerinin %12 civarında olması, proje sponsor notunun tahmin edilmesi için oluşturulan modelde karar destek ağacı yönteminin başarısının kabul edilebilir seviyede olduğunu göstermektedir.

PROJE YÖNETİCİSİNİN PROJE BAŞARISI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

1990 yıllarının başından itibaren proje başarısı üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda [56,57,58,59] sadece bütçe, zaman ve kapsamın planlandığı gibi yerine getirilmesinin yeterli olmadığı proje paydaşlarının algılarının da proje başarısında önemli rol oynadığı saptanmıştır. Bu konuda birçok çalışmada referans verilen Freeman ve Beale için başarı tanımı: “Her insan için başarının tanımı farklıdır.” [60]

Proje başarısını tanımlamak üzere yapılan çalışmalarda proje yöneticisinin de başarı üzerindeki etkisi de ortaya konmuştur. Aslında başarılı bir proje yönetimi sonucunda bir proje başarısız olabilir ancak başarısız bir proje yönetimi sonucu proje başarısızlıkla sonuçlanmaktadır [61]. Bu çalışmada proje yöneticisinin proje başarısı üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla bir anket uygulaması geliştirilmiştir. Ankette proje yöneticisinin deneyiminin ve proje yönetimindeki bilgi alanlarına bakış açısı değerlendirilerek projeye etkisi ölçümlenmeye çalışılmıştır. Soruları, Çizelge 7.1’de gösterilen ankete sorularına 29 proje yönetici katılmıştır. Sorulara verilen cevapların demografik dağılımı EK-D’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.1 Proje yöneticileri anket soruları

Bilgi Türü	Sorular
Demografik Bilgiler	Cinsiyet, Yaş
Eğitim Bilgileri	Öğrenim Düzeyi
Tecrübe Bilgileri	• Çalıştığı Sektör • Toplam İş Tecrübesi • Proje Yöneticisi Olarak İş Tecrübesi • Proje Yönetimi Sertifikasının Varlığı • Yönettiği En Yüksek Bütçeli Proje ve En Uzun Proje
Yönetim Tarzına Yönelik Bilgiler	• Proje Başarısındaki Etkenler • Proje Başarısızlığındaki Etkenler • Gelişime Açık Yönleri • Güçlü Yönleri • Paralel Yürütülen Proje Sayısı • Yazılım Geliştirme Metodolojilerindeki Deneyim

Ankete cevap veren proje yöneticilerinin %86'sı 30 yaşın üstünde ve bunlardan %71,5'inin iş tecrübesi 10 yılın üstündedir. İş tecrübesi 10 yılın üstünde olanların yarısından fazlası ise (%35,7'sinin) tecrübesi proje yönetimi üzerinde olması anket katılımcılarının bilinçli olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Proje yöneticilerinin proje yönetimi konusunda tecrübesini anlamak için yürüttükleri projelerin zaman ve bütçe açısından büyüklüğü sorulmuştur. Bu sorulara verilen cevaplara istinaden %57'si bir milyon TL'den yüksek ve yaklaşık %78'i de bir yıl üstü proje yönettiği belirlenmiştir.

Proje yöneticilerinin proje başarısındaki ölçütlerine bakış açılarını değerlendirmek üzere farklı sorular yönetilmiştir. Bir projenin başarısında rol oynayan ilk üç özellik ile kendilerinin başarılı veya başarısız olduğu projelerde öne çıkan ilk üç özellik Çizelge 7.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.1 Proje yöneticisine göre proje başarısındaki etkenler

Başarılı Projedeki Etkenler	Başarısız Olduğu Projedeki Etkenler	Başarılı Olduğu Projedeki Etkenler
Kapsamın net olması	Gerçekçi olmayan zaman planlaması	İyi proje yönetimi ve üst yönetiminin desteği
Proje planının iyi yapılması	İyi tanımlanmamış net olmayan kapsam	Gerçekçi zaman planlaması
Proje yöneticisinin deneyimli olması	Üst yönetim desteğinin eksikliği	Talebin eksiksiz ve doğru iletilmesi

Çizelge 7.2’de görüldüğü gibi kapsamın net olması ve proje planının iyi yapılması her üç soruda da projenin başarısını doğrudan etkileyen etken olarak ilk üç sıralamada yerini almaktadır. Verilen cevaplara göre bir projenin başarılı olmasında proje yöneticisinin etkisi olduğu düşünülmekte ama projenin başarısız olmasında proje yöneticisinin etkisinin olmadığı düşünülmektedir. Bu ankete katılanların proje yöneticisi olduğu göz önüne alındığında bu yorumun tarafsız bir gözle bakılmadığından kaynaklandığı düşünülebilir.

Anket çalışmasının başında proje yöneticilerinin kendilerini nasıl değerlendirdiğine yönelik sorulara alınan cevaplarda öne çıkan ilk üç özellik Çizelge 7.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 7.3 Proje yöneticisinin güçlü ve gelişime açık konular

Güçlü Yönler	Gelişime Açık Yönler
Kapsam yönetimi	Maliyet yönetimi
İletişim yönetimi	Risk yönetimi
Zaman yönetimi	Zaman yönetimi

Ankete katılanların %93’ü yönettiği projelerin %60 üzerinde başarılı değerlendirmesi ve başarılı bir projede en önemli etken olarak kapsamın net olmasına bağlı olarak kapsamın yönetiminin proje yöneticilerinin en güçlü özelliği olarak ortaya çıkması doğal

görülmektedir. Çizelge 7.3'te zaman yönetiminin hem güçlü hem de gelişime açık yön olarak çıkmasının ileride yapılacak çalışmalarda detaylı olarak araştırılması uygun olur.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan literatür araştırması sonucunda bir yazılım projesinin başarısını etkileyen iç ve dış birçok faktör olduğu görülmüştür. Bu çalışmada telekomünikasyon sektöründe geliştirilen yazılım projelerine özgü iç faktörleri dikkate alınarak proje faktörleri ile proje riskleri ve proje başarısı arasındaki ilişkiler ortaya konmaya çalışılmıştır. Çünkü bir projenin başarısı ya da başarısızlığı projenin erken aşamalarından itibaren risk yönetiminin verimli şekilde uygulanıp uygulanmamasına bağlıdır [62].

Oluşturulan farklı modellerle proje risklerin tanımlamasında ve proje başarısında proje analiz sürecinin doğrudan etkisi olduğu belirlenmiştir. Yazılım geliştirme sürecindeki analiz aşaması tamamlanmadan geliştirme sürecinin analize paralel olarak başlaması ve analiz süresi temel alınarak oluşturulan modellerde proje başarısının nasıl etkilendiği gösterilmiştir. İsterlerin net olduğu bir yazılım projesinde analiz süreci, projenin başarısını doğrudan etkilemektedir.

İzleme süresinin eşik değerinin üstünde olması, proje sonundaki çıktı kullanılmaya başlandıktan sonra beklenen fonksiyonları istenen kalitede gerçekleştirmediğinin göstergesidir. Bu çalışmada da oluşturulan modelle risk sayısı ortalamanın üstünde olan projelerde izleme süresinin de uzun olduğu gösterilmiştir. Acil projelerde izleme süresinin uzun olduğu ilişki de benzer bir durumu ortaya koymaktadır. Çünkü acil projede çıkıtının hemen kullanılma alınması kısaltılan geliştirme ve test süreçlerinin kaliteyi etkileyebilir. İzleme süresi boyunca kalitesizlikten kaynaklanan bu hataların giderilmesi için işgücü harcanmış olma olasılığı yüksektir.

Bu çalışmanın ikinci aşamasında birbirine etkilediği belirlenen proje faktörleriyle bir projenin başarıyla ve zamanında tamamlanıp tamamlanma riski belirlenmeye

alışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda toplanan verisinde tutarlığı yakalamak için veri temizliği yapılmıştır. Proje başarısını ve projenin suresini doğru tahmin etmek üzere modele girdi oluşturacak özelliklerin seçiminde kumeleme ve sınıflama tekniklerinden faydalanılmıştır. Bulanık mantık yöntemiyle oluşturulan tahminleme modelinin başarı oranı tatmin edici seviyededir.

Bu çalışmada kullandığımız veride bütçe ve sponsor hariç diğer proje paydaşlarının proje başarısına dair görüşüne ait bilgiler yer almadığı için Browning'in çalışmasında[63] belirttiği gibi genel bir proje başarı erevesi oluşturulamamıştır. Çalışmanın devamında oluşturulan proje başarısı tahminleme modeline maliyetle ilgili veriler girdi olarak kullanıldığında modelin nasıl çalışacağı ve maliyet bacağındaki başarısı ölçümlenebilir.

Bu çalışmada proje yöneticisinin projenin başarısı üzerindeki rolünü tespit etmek amacıyla yapılan anket çalışması sonucunda proje yöneticisinin tecrübesi ve proje yönetimi sertifikasyon sahibi olması durumuna göre başarıyla bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu çıkarım, anket katılımcılarının beyanlarına göre tespit edildiği için ileride daha farklı yöntemlerle veri toplanarak proje yöneticisinin özelliklerinin de dahil edildiği genel bir proje başarı erevesi oluşturularak proje başarısının nasıl tahmin edileceği araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Boehm, B., (1991). "Software Risk Management: Principles and Practices", Software IEEE, 8:32-41.
- [2] Gayet, B.E. ve Briand, L.C., (1994). "METRIX: A Tool for Software-Risk Analysis and Management", Annual Reliability and Maintainability Symposium, 310-314.
- [3] Foo, S.W. ve Muruganantham, A., (2000). "Software Risk Assessment Model", IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology (ICMIT), 2:536-544.
- [4] Liu, F.X. ve diğerleri, (2003). "An Intelligent Early Warning System for Quality Improvement and Project Management", 15th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI'03).
- [5] Gupta, D. ve Sadiq, M., (2008). " Software Risk Assessment and Estimation Model", IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology.
- [6] Sadiq, M. ve diğerleri, (2010). "Software Risk Assessment and Evaluation Process (SRAEP) using Model Based Approach", Proceedings of the International Conference on Networking and Information Technology, 171-177.
- [7] Gartner Inc., <http://www.gartner.com>, 11 Mart 2015.
- [8] Project Management Institute, (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), 5.
- [9] Repiso, L.R., Setchi R. ve Salmeron, J.L., (2007). "Modeling IT projects success: Emerging methodologies reviewed" Technovation 27(10):582-594.
- [10] Reyes, F., Cerpa N., Candia-Vejar A. ve Bardeen M, (2011). "The optimization of success probability for software projects using genetic algorithms", Journal of System and Software, 84(5): 775-785.
- [11] Futrell, R.T., Shafer, D.F. ve Safer, L.I., (2002). Quality Software Project Management, Prentice Hall.
- [12] Albayrak, B., (2005). Proje Yönetimi, Nobel Yayın Dağıtım.
- [13] Sommerville, I., (2011). Software Engineering, 9.baskı, Addison-Wesley.

- [14] Maciaszek, L.C. ve Liong, B.L.; Practical Software Engineering, Pearson, 2005.
- [15] Pandian, C. R., (2007). Applied Software Risk Management – A Guide for Software Project Managers, Auerbach Publications.
- [16] Pressman, R., (2005). Software Engineering, 6.baskı, McGraw-Hill.
- [17] Pressman, R., (1997). Software Engineering, 4.baskı, McGraw-Hill.
- [18] McManus, J., (2004). Risk Management in Software Development Projects, Elsevier.
- [19] Jalote, P., (2002). Software Project Management in Practice, Pearson Education.
- [20] Sadaba, S.M. ve diğerleri, (2014), “Project Risk Management Methodology for Small Firms”, International Journal of Project Management, Şubat 2014, 2(2):327-340.
- [21] Bowles, J.B., (2003), “An Assesment of RPN Prioritization in a Failure Modes Effects and Kritikity Analysis”, IEEE Realibility and Maintainability Symposium, 380-386.
- [22] Primavera, <http://www.primavera.com>, 20 Aralık 2015.
- [23] Pertmaster, http://www.prmyazilim.com/docs/Pertmaster_tr.pdf, 20 Aralık 2015.
- [24] Palisade, http://www.palisade.com/risk/?ad=G_R4P-5&gclid=COqAvLq86bcCFXQftAod_zcAhg, 20 Aralık 2015.
- [25] Monte Carlo, <http://www.oracle.com/us/products/applications/crystalball/risk-analysis-overview-404902.pdf>, 20 Aralık 2015.
- [26] Monte Carlo, http://www.palisade.com/risk/monte_carlo_simulation.asp, 20 Aralık 2015.
- [27] Jiamthubthugsin, W. ve Sutivong, D., (2006). “Resource Decisions in Software Development Using Risk Assessment Model”, Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences.
- [28] Jiang, H. ve diğerleri, (2007). “A History-Based Automatic Scheduling Model for Personnel Risk Management”, 31st Annual International Computer Software and Applications Conference(COMPSAC).
- [29] Uzzafer, M., (2011). “ A Novel Risk Assessment Model for Software Projects”, International Conference on Computer and Management (CAMAN 2011), 19-21 Mayıs 2011, Wuhan, China, 1-5.
- [30] Saxena, U.R. ve Singh, S.P., (2012). “Software effort estimation using Neuro-fuzzy approach”, Software Engineering (CONSEG), CSI Sixth International Conference on.
- [31] Sheeta, A. (2006). “Software Effort Estimation and Stock Market Prediction Using Takagi-Sugeno Fuzzy Models”, 2006 IEEE International Conference on Fuzzy Systems.

- [32] Sipayung, J.J.P. ve Sembiring, J., (2015), "Risk assessment model of application development using Bayesian Network and Boehm's Software Risk Principles", 2015 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), Bandung, pp. 1-5.
- [33] Roiger, R.J. ve Geatz, M.W., (2003), Data Mining A Tutorial-Based Primer, Addison Wesley.
- [34] Turban, E., Sharda, R. Ve Delen, D., (2011), Decision Support and Business Intelligence Systems, 9.baskı, Prentice Hall Pearson, Boston.
- [35] Buharalı Olcaysoy, A. ve Kalıpsız, O., (2014). "Bilişim Projelerinde Yazılım RiskYönetimi: Telekomünikasyon Örneği", XIX. Türkiye Internet Konferansı, İzmir, 26-29 Kasım 2014.
- [36] Buharalı Olcaysoy, A. ve Kalıpsız, O., (2015). "Data Verification of Telecommunication Projects for Risk Assessment Models", The First International Conference on Advances and Trends in Software Engineering(SOFTENG 2015), Barselona, 19-24 Nisan 2015.
- [37] Bhattacharya, S. ve Dutta, P. (2015), "Handbook of Research on Swarm Intelligence in Engineering", Engineering Science Reference.
- [38] Han, J., Kamber, M. ve Pei, J. (2012), Data Mining - Concepts and Techniques, Elsevier, Amsterdam.
- [39] Işık, M. ve Çamurcu, A.Y., (2007), K-Means, K-Medoids ve Bulanık C-Means Algoritmalarının Uygulamalı Olarak Performanslarının Tespiti, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi,6:11, 31-45.
- [40] Buharalı Olcaysoy, A., Kalıpsız, O., Gürlesi, T. ve Türkdoğan, Ş.,(2015). "Yazılım Proje Faktörlerinin Risklerle Etkileşimi: Telekomünikasyon Örneği", XI.UYMS (Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu), İzmir, 9-11 Eylül 2015.
- [41] Lu, Y.ve diğerleri, (2013), " Implementation of the Fuzzy C-Means Clustering Algorithm in Meteorological Data", International Journal of Database Theory and Application, 6:6, 1-18.
- [42] Zimmerman,H.J., (1987). Fuzzy Sets,Decision Making, and Expert Systems", Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [43] McNeil, F.M. ve Thro, E., (1994), Fuzzy Logic A Practical Approach, AP Professional, Londra.
- [44] Chawla, R., Ahlawat, D. Ve Kumer, M., (2014),"Software Development Effort Estimation Techniques: A Review", International Journal of Electronics Communication and Computer Engineering, 5(5), 1166-1170.
- [45] Lee, K.H., (2005). First Course on Fuzzy Theory and Applications, Springer.
- [46] Manalif, E., (2013). "Fuzzy Expert-COCOMO Risk Assessment and Effort Contingency Model in Software Project Management" ,University of Western Ontario - Electronic Thesis and Dissertation Repository.

- [47] David M., (5 Ağustos 2015). "Support Vector Machines", <https://cran.r-project.org/web/packages/e1071/vignettes/svmdoc.pdf>, 20 Aralık 2015.
- [48] Alpaydin, E., (2014), "Introduction to Machine Learning. Adaptive Computation and Machine Learning", <https://books.google.com.tr/books?id=NP5bBAAAQBA>, (04 Ocak 2016).
- [49] Perez-Cruz, F., Vaerenbergh, S.V., Murillo-Fuentes, J.J., Lazaro-Gredilla, M., Santamaria, I., (2013), "Gaussian processes for nonlinear signal processing: An overview of recent advances", IEEE Signal Processing Magazine 30(4):40-50. DOI 10.1109/MSP.2013.2250352
- [50] Biau, G., Devroye, L., (2015), Lectures on the Nearest Neighbor Method, Springer Series in the Data Sciences. Springer International Publishing, <https://books.google.com.tr/books?id=GhQpCwAAQBAJ>, 4 Ocak 2015.
- [51] Chikalov, I., Hussain, S., Moshkov, M., (2013), "Rough Sets and Intelligent Systems" Volume 2, pp. 203:222. Springer Berlin Heidelberg, Berlin.
- [52] Suma, V., Pushphavathi, T.P., Ramaswamy, V., 2014, ICT and Critical Infrastructure: Proceedings of the 48th Annual Convention of Computer Society of India- Vol II: Hosted by CSI Vishakapatnam Chapter, chap. An Approach to Predict Software Project Success Based on Random Forest Classifier, pp. 329-336. Springer International Publishing, Cham.
- [53] Aksenova, S.S., (2004), Machine Learning with WEKA Explorer Tutorial, School of Engineering and Computer Science Department of Computer Science California State University, Sacramento Kaliforniya, 95819.
- [54] Landauer, T.K., McNamara, D.S., Dennis, S. ve Kintsch, W., (2011), Handbook of Latent Semantic Analysis, Lawrence Erlbaum Associates Inc., New Jersey.
- [55] Kaluza, B., (2013), Instant Weka How-to, Packt Publishing, Birmingham.
- [56] Narayan, S., Balasubramanian, S. ve Swaminathan, J.M., (2011), "Managing Outsourced Software Projects An Analysis of Project Performance and Customer Satisfaction", Production and operation Management, Temmuz-Ağustos 2011, 20(4):508-521.
- [57] Shenhar, A.J., Levy, O. Ve Dvir, D., (1997), "Mapping the Dimensions of Project Success", Project Management Journal, Haziran 1997, 28(2):5-14.
- [58] Xia, X. Ve diğerleri, (2015), "Customer Satisfaction Feedback in an IT Outsourcing Company: A Case Study on the Insigne Hengtian Company", EASE 2015, Nanjing, Çin, 27-29 Nisan 2015.
- [59] Prabhakar, G.P., (2008) ,"What is Project Success : A Literature Review", International Journal of Business and Management, Eylül 2008, 3(9):3-10.
- [60] Freeman, M. Ve Beale, P., (1992), "Measuring Project Success", Project Management Journal, 1: 8-17.
- [61] Ika, L.A., (2009), "Project Success as a Topic in Project Management Journals", Project Management Journal, 40(4):6-19.

- [62] Islam, S., Mouratidis, H. ve Weippl, E.R., (2014), “An Empirical Study on The Implementation and Evaluation of a Goal-Driven Software Development Risk Management Model” , Information and Software Technology, 56, 117–133.
- [63] Browning, T.R., (2014), “A Quantitative Framework for Managing Project Value, Risk, and Opportunity”, IEEE Transactions on Engineering Management, Kasım 2014, 61(4):583-598.



PMI'IN RİSK YÖNETİM SÜRECİ

PMI, risk yönetim süreci için tanımladığı altı adımın girdi, araç teknik ve çıktılarını aşağıda bulabilirsiniz:

1. Risk Yönetimi Planlama		
Girdiler	Araç ve Teknikler	Çıktılar
Proje açılış dökümanı	Planlama toplantıları	Risk yönetim planı
Organizasyonun risk yönetimi politikaları		
Paydaşların risk toleransı		
Organizasyonun risk taslağı		
Yönetim planı		
İş bölümü yapısı (Work breakdown structure)		
Kısıtlar ve kabuller		
Tanımlanan riskler		

2. Risk Tanımlama		
Girdiler	Araç ve Teknikler	Çıktılar
Risk yönetim planı	Dökümanları gözden geçirmek	Tanımlanmış riskler
Proje planı çıktıları	Bilgi toplama teknikleri	Tetikleyici unsurlar
Risk kategorileri	Kontrol listeleri	
Uygulanan yazılım risk yönetimi	Varsayım analizi	
Tarihsel bilgi	Diyafram teknikleri	
Kısıtlar ve kabuller		
Tanımlanan riskler		

3. Nitel Risk Analizi		
Girdiler	Araç ve Teknikler	Çıktılar
Risk yönetim planı	Riskin olasılığı ve etkisi	Projenin tüm risklerinin sıralanması
Tanımlanmış riskler	Olasılık-etki-risk matrisi	Önceliklendirilmiş risklerin listesi
Projenin durumu	Proje varsayım testleri	Nitel risk analizi sonuçlarının eğilimi
Projenin tipi	Veri hassasiyeti sıralaması	İlave analiz ve yönetim risklerin listesi
Veri hassasiyeti		
Olasılık ve etki ölçütleri		
Kısıtlar ve kabuller		

4. Nicel Risk Analizi		
Girdiler	Araç ve Teknikler	Çıktılar
Risk yönetim planı	Görüşme	Önceliklendirilmiş sayısal risklerin listesi
Tanımlanmış riskler	Yönetim süreci	Projenin olasılık analizi
Önceliklendirilmiş risklerin listesi	Hassasiyet analizi	Maliyet ve zaman hedeflerinin başarılmaması olasılığı
İlave analiz ve yönetim risklerin listesi	Karar ağacı analizi	Nicel ve nitel risklerin eğilimi
Tarihsel bilgi	Simülasyon	Analiz sonuçları
Olasılık ve etki ölçütleri		
Uzman değerlendirmesi		
Diğer planların çıktıları		

5. Risk Önlem Planlama		
Girdiler	Araç ve Teknikler	Çıktılar
Risk yönetim planı	Kaçınma	Risk önlem planı
Sırlanmış proje riskleri	Aktarma	Kalan riskler
Önceliklendirilmiş risklerin listesi	Azaltma	İkincil riskler
Önceliklendirilmiş sayısal risklerin listesi	Kabullenme	Sözleşmeler
Projenin olasılık analizi		Gerekli acil rezerv miktarı
Maliyet ve zaman hedeflerinin başarılmaması olasılığı		Diğer süreçlere girdiler
Potansiyel önlemlerin listesi		Yedek proje planı için girdiler
Risk eşikleri		
Risk sahipleri		
Genel risk sebepleri		
Nicel ve nitel risklerin eğilimi		

6. Risk İzleme ve Kontrol		
Girdiler	Araç ve Teknikler	Çıktılar
Risk yönetim planı	Proje risk önlem denetimleri	Geçici çözüm planı
Risk önlem planı	Periyodik proje risk kontrolleri	Düzeltilme aksiyonları
Proje iletişimi	Kazanılmış değer analizi	Proje-değişiklik talepleri
İlave risk tanımlama ve analizi	Teknik performans ölçümü	Risk önlem planı güncellemeleri
Kapsam değişiklikleri	İlave risk-önlem planlama	Risk veritabanı
Uygulanan yazılım risk yönetimi		Risk tanımlama kontrol listesi güncellemeleri

YAZILIM PROJE VERİ SETİNİN ÖZELLİKLERİ

Özellik Adı	Açıklama	Tipi
Proje No	Sistemin otomatik ürettiği proje numarasıdır.	Sayı
Proje Tipi	Projenin kapsamına ve amacına göre belirlenir.	Metin (Çoktan seçmeli)
Proje Durumu	Projenin hangi aşamada olduğunu gösterir.	Metin (Çoktan seçmeli)
Metodoloji	Projede kullanılan yazılım geliştirme metodunu gösterir.	Metin (Çoktan seçmeli)
Değerlendirme Kategorisi	Projenin zaman mı kapsam mı açısından önemli olduğunu gösterir.	Metin (Çoktan seçmeli)
Baseline Sayısı	Proje süresince alınan toplam baseline sayısını gösterir.	Sayı
Lansman Durumu	Projede lansman yapıp yapılmadığını gösterir.	Metin (Çoktan seçmeli)
Kritiklik Durumu	Projenin kritik olup olmadığını gösterir.	Metin (Çoktan seçmeli)
Proje Başlangıç Tarihi	Projenin başlangıç tarihi	Tarih
Proje Kapanış Tarihi	Projenin kapandığı tarih	Tarih

Analiz Başlangıç Tarihi	Analizin başladığı tarih	Tarih
Analiz Bitiş Tarihi	Analizin tamamlandığı tarih	Tarih
Geliştirme Başlangıç Tarihi	Geliştirmenin başladığı tarih	Tarih
Geliştirme Bitiş Tarihi	Geliştirmenin tamamlandığı tarih	Tarih
Test Başlangıç Tarihi	Testin başladığı tarih	Tarih
Test Bitiş Tarihi	Testin tamamlandığı tarih	Tarih
Risk Sayısı	Proje süresince belirlenen toplam risk sayısını gösterir.	Sayı
Değişiklik Sayısı	Proje süresince projede kabul edilen değişiklik talebi sayısını gösterir.	Sayı
Ekip Sayısı	Projede çalışanların toplam sayısı	Sayı
Sponsor Notu	Proje sponsorunun proje kapandıktan sonra verdiği değerlendirme notunu gösterir.	Sayı
Stand-By Süresi	Proje belli bir dönem için bekleme alındıysa bunun süresini gösterir.	Sayı
Stand-By Nedeni	Projenin beklemeye alınmasının nedenini gösterir.	Metin
İptal Nedeni	Proje iptal edilmişse nedenini gösterir.	Metin

PROJE BAŞARI TAHMİNLEME MODELİ KURALLARI

Proje Başarı Tahminleme Modeli Birincil Kurallar

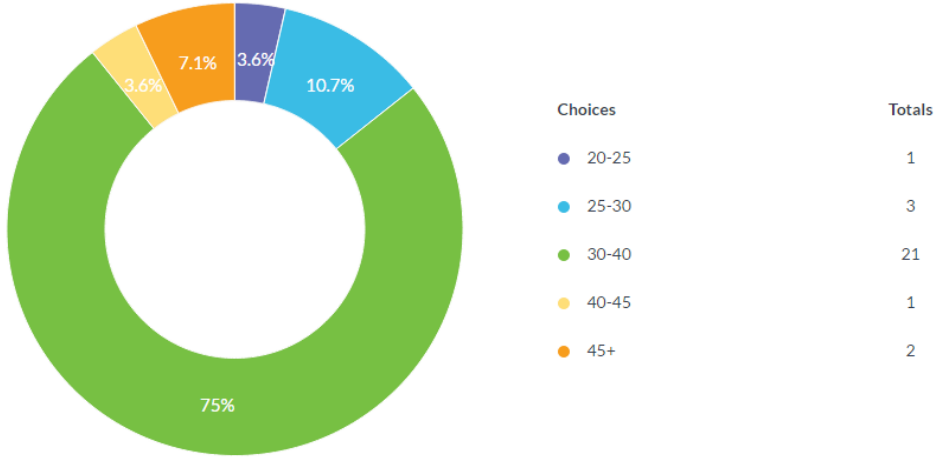
Risk Sayısı	Parallellik Durumu	Analiz Süresi	Değişiklik Talebi Sayısı	Gecikme Oranı	İzleme Süresi Oranı	Proje Sponsor Notu
Düşük	Değil	Çok düşük	Düşük	Yüksek	Düşük	Çok yüksek
Düşük	Değil	Yüksek	Düşük	Orta	Düşük	Çok yüksek
Düşük	Paralel	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Yüksek
Düşük	Paralel	Yüksek	Düşük	Orta	Düşük	Orta
Düşük	Paralel	Çok Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	Çok Yüksek
Yüksek	Paralel	Çok Düşük	Orta	Orta	Orta	Düşük
Çok Yüksek	Değil	Çok Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük

Proje Başarı Tahminleme Modeli İkincil Kurallar

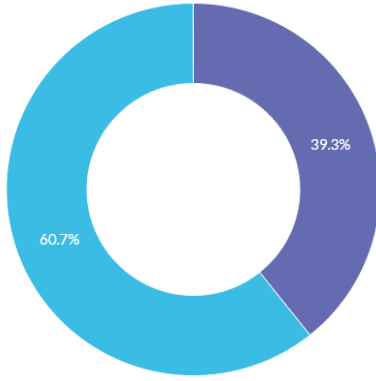
Gecikme Oranı	İzleme Süresi Oranı	Sponsor Notu	Proje Başarısı
Düşük	Düşük	Çok Yüksek	Başarılı
Düşük	Orta	Orta	Normal
Düşük	Orta	Yüksek	Başarılı
Düşük	Orta	Çok Yüksek	Başarılı
Düşük	Yüksek	Düşük	Başarısız
Düşük	Yüksek	Orta	Normal
Düşük	Yüksek	Yüksek	Başarılı
Düşük	Yüksek	Çok Yüksek	Başarılı
Orta	Düşük	Düşük	Başarısız
Orta	Orta	Düşük	Başarısız
Orta	Orta	Orta	Normal
Orta	Orta	Çok Yüksek	Başarılı
Orta	Orta	Yüksek	Normal
Yüksek	Yüksek	Düşük	Başarısız
Yüksek	Orta	Çok Yüksek	Normal
Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek	Normal
Yüksek	Yüksek	Yüksek	Normal

PROJE YÖNETİCİLERİNE YÖNELİK ANKET SONUÇLARININ DEMOGRAFİK DAĞILIMI

Q1 Yaş aralığınız nedir?
Multiple Choice



Q2

Cinsiyetiniz
Multiple Choice

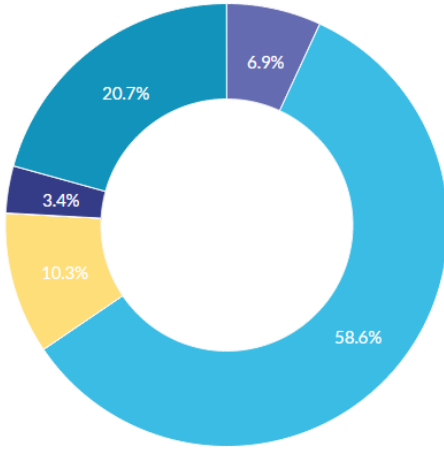
Choices

- Kadın
- Erkek

Totals

11
17

Q3

Hangi sektörde çalışıyorsunuz?
Multiple Choice

Choices

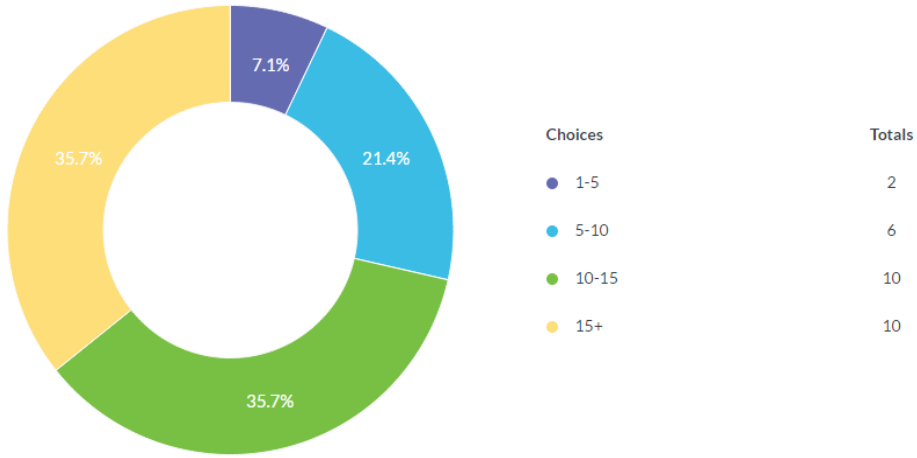
- Finans/Banka
- Telekomünikasyon
- Sağlık
- İnşaat
- Ticaret
- Üretim/Endüstriyel Ürünler
- Turizm
- Diğer

Totals

2
17
0
3
0
0
1
6

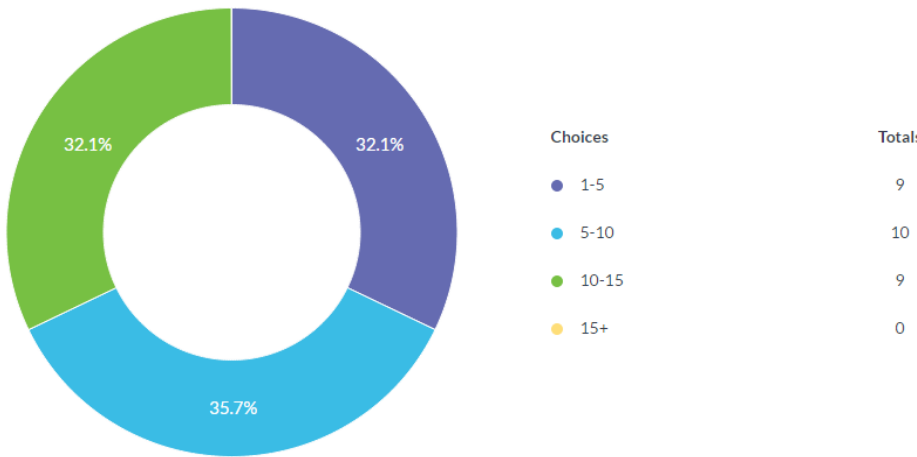
Q4

İş tecrübeniz(yıl)
Multiple Choice



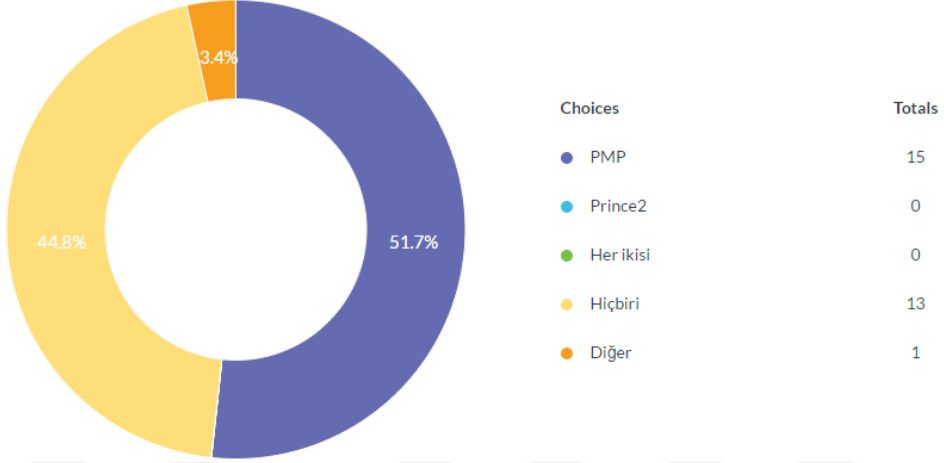
Q5

Proje yönetimde kaç yıldır çalışıyorsunuz?
Multiple Choice



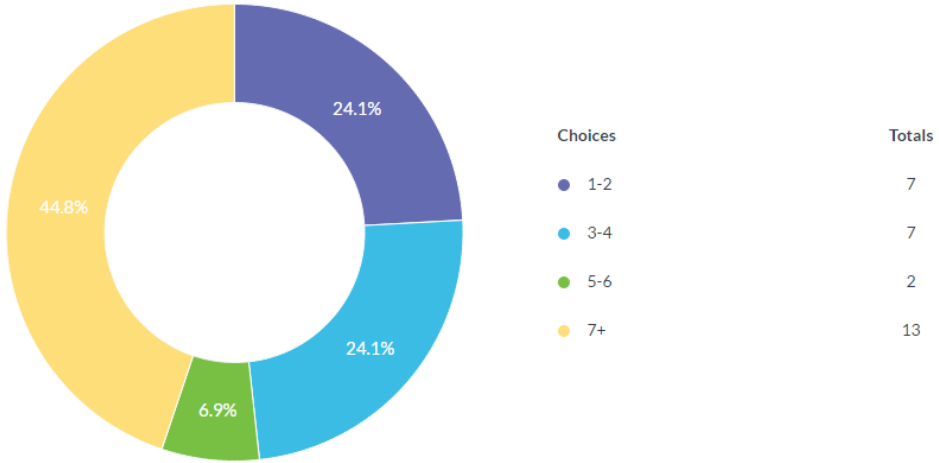
Q6

Herhangi bir proje yönetim sertifikanız var mı?
Multiple Choice



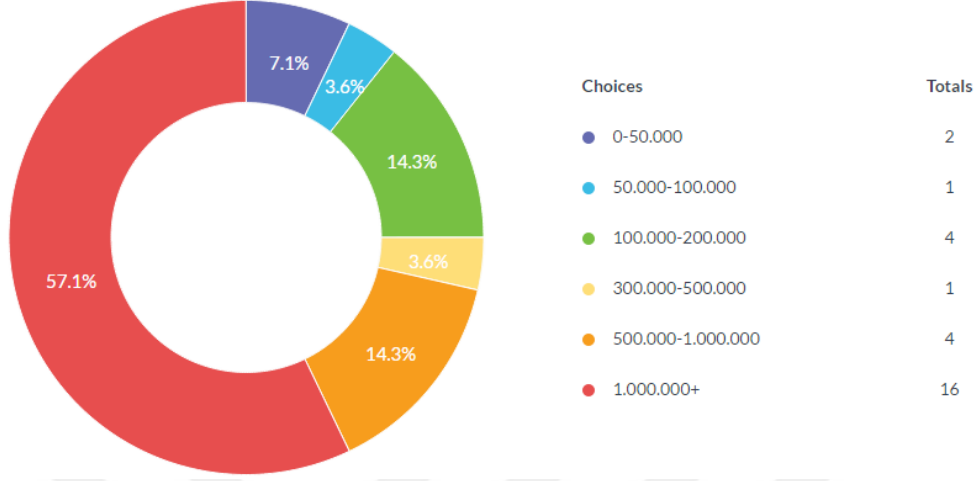
Q7

Şu anda eş zamanlı olarak kaç projenin yöneticiliğini yapıyorsunuz?
Multiple Choice



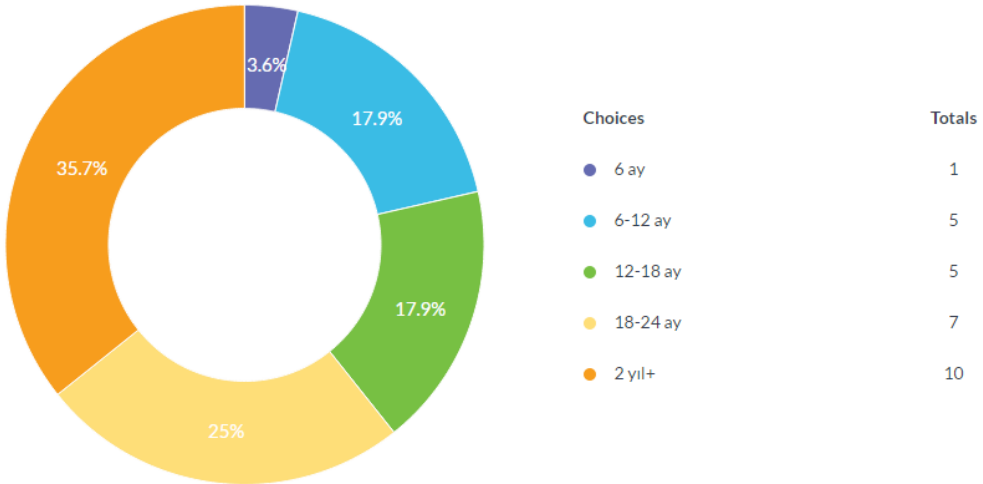
Q8

Şu ana kadar yürüttüğünüz en yüksek bütçeli projenizin bütçesi nedir?(tl)
Multiple Choice



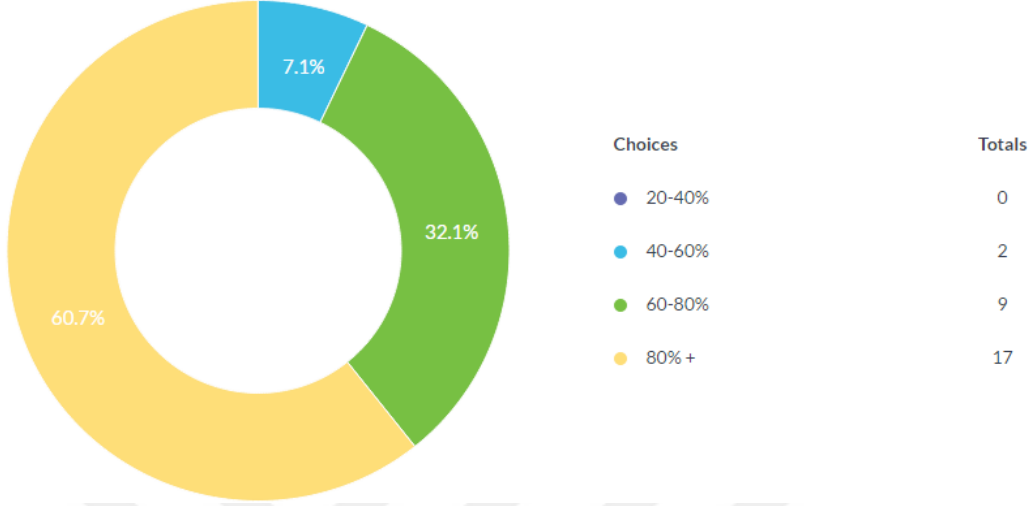
Q9

Şu ana kadar yürüttüğünüz en uzun projenizin süresi nedir?
Multiple Choice



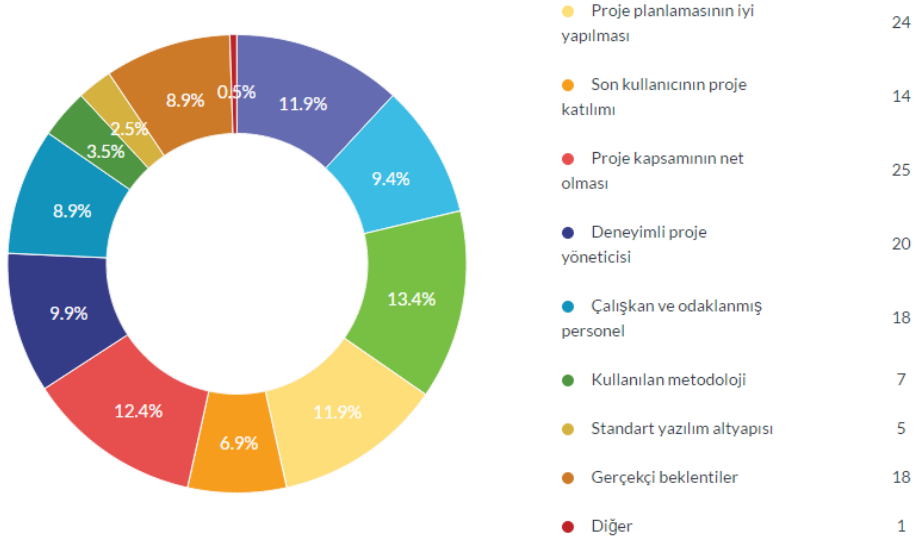
Q10

Bugüne kadar yürüttüğünüz projelerin ortalama başarısı nedir?
Multiple Choice



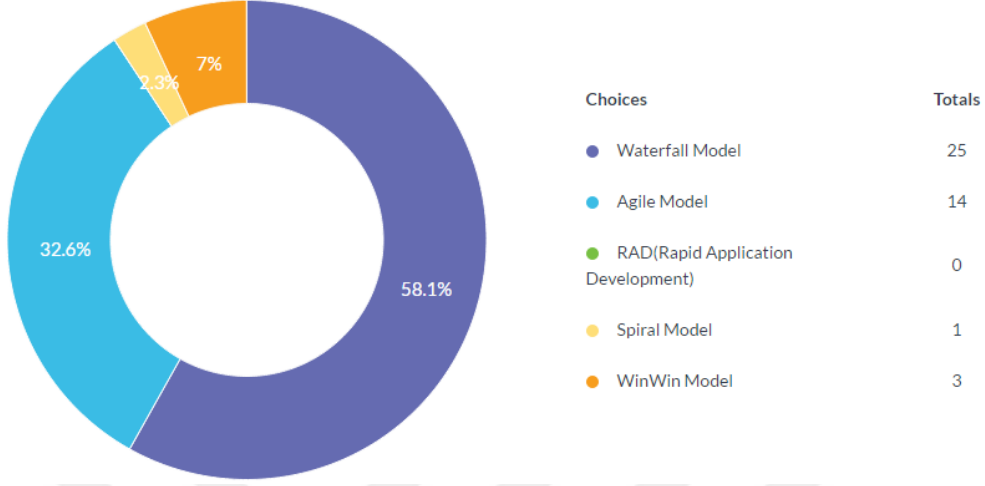
Q11

Sizce bir projenin başarı kriterleri nelerdir?(birden çok yanıt)
Multiple Choice



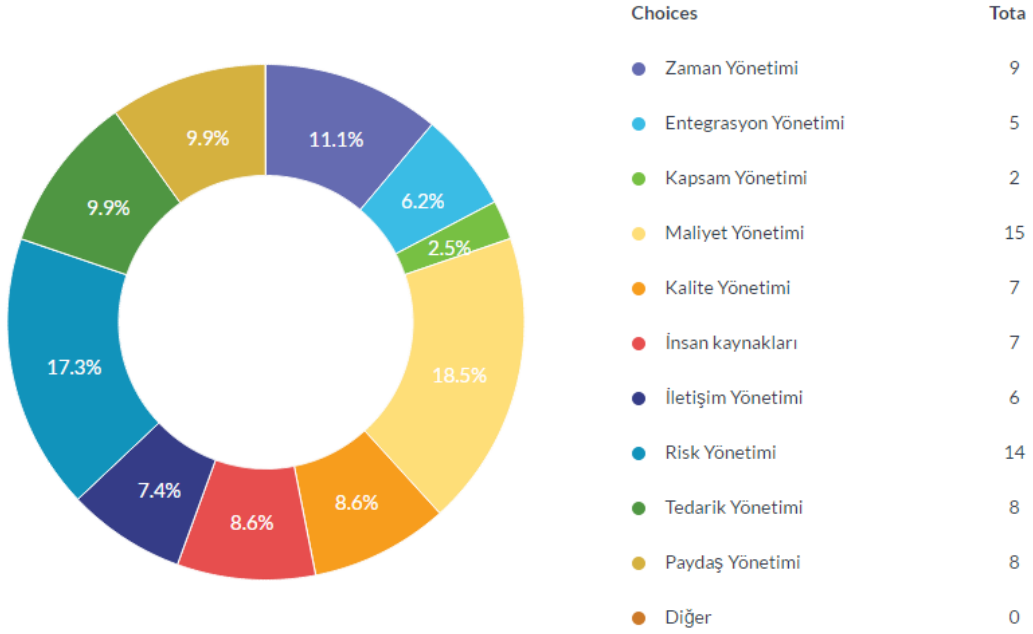
Q12

Bugüne kadar yürüttüğünüz projelerinizde hangi metodolojileri kullandınız?
Multiple Choice



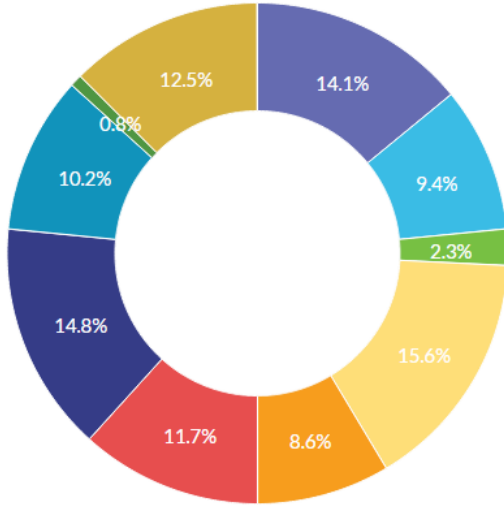
Q13

Proje yöneticisi olarak kendinizi geliştirmeye açık alanlar hangileridir?
Multiple Choice



Q14

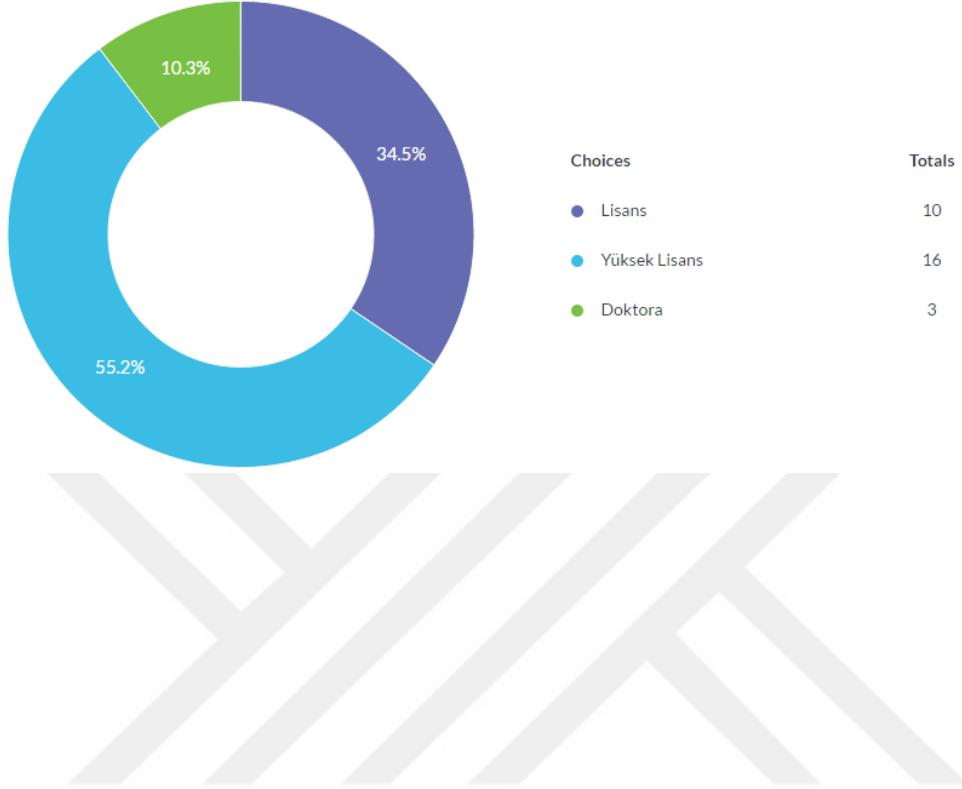
Proje yöneticisi olarak en güçlü olduğunuz alanlar nelerdir?
Multiple Choice



Choices	Totals
Zaman Yönetimi	18
Entegrasyon Yönetimi	12
Maliyet Yönetimi	3
Kapsam Yönetimi	20
Kalite Yönetimi	11
İnsan Kaynakları	15
İletişim Yönetimi	19
Risk Yönetimi	13
Tedarik Yönetimi	1
Paydaş Yönetimi	16
Diğer	0

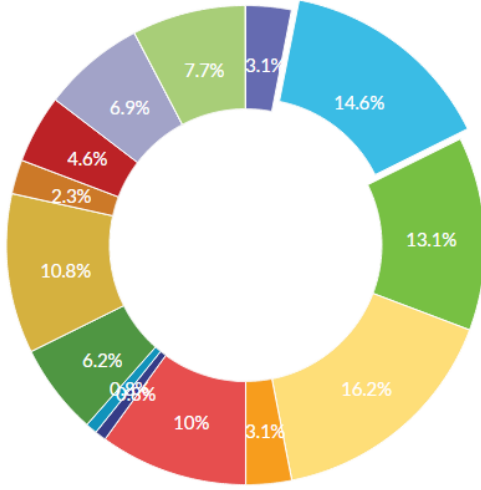
Q15

Eğitim durumunuz nedir?
Multiple Choice



Q16

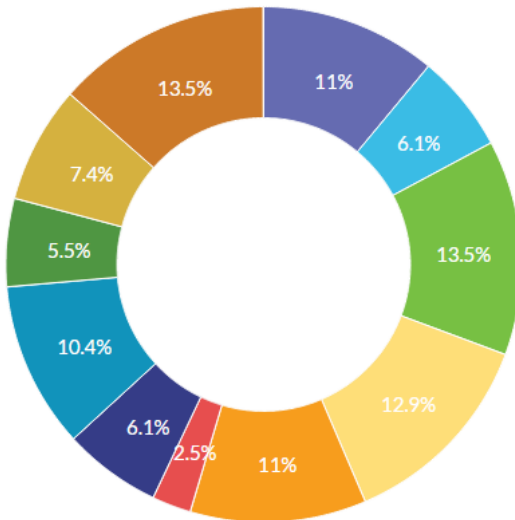
Başarısız olduğunuz projelerdeki temel etkenler nelerdir?
Multiple Choice



Choices	Totals
Stratejik planlama eksikliği	4
İyi tanımlanmamış, net olmayan kapsam	19
Üst yönetim destek eksikliği	17
Gerçekçi olmayan zaman planlaması	21
Bütçe yetersizliği	4
Talebin eksik ya da yanlış iletilmesi	13
Proje liderliği eksikliği	1
Teknolojik yetersizlik	1

Q17

Başarı ile tamamlanan projelerinizdeki temel etkenler nelerdir?
Multiple Choice



Üst yönetim desteği	22
Gerçekçi zaman planlaması	21
Talebin eksiksiz ve doğru iletimi	18
Teknolojik yeterlilik	4
İnsan kaynakları	10
Paydaşların katılımı	17
Risk yönetimi	9
Proje sürecinde kontrol kriterlerinin doğru ve eksiksiz tanımlanması	12
İyi proje yönetimi	22
Diğer	0

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ayşe BUHARALI OLCAYSOY
Doğum Tarihi ve Yeri : 04.02.1976 / Ankara
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ayse.buharali@turkcell.com.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Bilgisayar Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2004
Y. Lisans	İşletme Yönetimi	Yıldız Teknik Üniversitesi	2002
Lisans	Bilgisayar Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	1999
Lise	Fen/Matematik	Kadıköy Anadolu Lisesi	1994

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2004-...	Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş.	Proje Yöneticisi
1999-2004	Yıldız Teknik Üniversitesi / Bilgisayar Mühendisliği Bölümü	Araştırma Görevlisi
1999 (6 ay)	Mikado Bilgisayar (Yarı Zamanlı)	Yazılım Geliştirme ve Test

YAYINLARI

Bildiri

1. (2014) Buharalı Olcaysoy, A. ve Kalıpsız, O., “Bilişim Projelerinde Yazılım Risk Yönetimi: Telekomünikasyon Örneği”, XIX. Türkiye Internet Konferansı, İzmir, 26-29 Kasım.
2. (2015) Buharalı Olcaysoy, A. ve Kalıpsız, O., “Data Verification of Telecommunication Projects for Risk Assessment Models”, The First International Conference on Advances and Trends in Software Engineering(SOFTENG 2015), Barselona, 19-24 Nisan.
3. (2015) Buharalı Olcaysoy, A., Kalıpsız, O., Gürlesi, T. ve Türkdoğan, Ş., “Yazılım Proje Faktörlerinin Risklerle Etkileşimi: Telekomünikasyon Örneği”, XI.UYMS (Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu), İzmir, 9-11 Eylül.