

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**KURUMSALLAŞMA SÜRECİNDEKİ YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA
RİSK YÖNETİM UYGULAMALARININ MALİYET PERFORMANSI
ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Gökçen ARSLAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2021

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**KURUMSALLAŞMA SÜRECİNDEKİ YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA
RİSK YÖNETİM UYGULAMALARININ MALİYET PERFORMANSI
ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Gökçen ARSLAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2021

ANTALYA

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

**KURUMSALLAŞMA SÜRECİNDEKİ YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA
RİSK YÖNETİM UYGULAMALARININ MALİYET PERFORMANSI
ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Gökçen ARSLAN
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Bu tez TÜBİTAK tarafından 117M308 nolu proje ile desteklenmiştir.

ARALIK 2021

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KURUMSALLAŞMA SÜRECİNDEKİ YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA
RİSK YÖNETİM UYGULAMALARININ MALİYET PERFORMANSI
ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Gökçen ARSLAN
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 17/12/2021 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Aynur KAZAZ (Danışman)
Prof. Dr. Serdar ULUBEYLİ
Doç. Dr. Sevil KÖFTECİ

ÖZET

KURUMSALLAŞMA SÜRECİNDEKİ YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA RİSK YÖNETİM UYGULAMALARININ MALİYET PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Gökçen ARSLAN

Yüksek Lisans, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Aralık 2021; 112 sayfa

İnşaat sektörü, başta gelişmekte olan ülkeler olmak üzere; ülke ekonomileri için öncü sektör olma özelliğine sahiptir. Ülke ve dünya ekonomilerinin kalkınmasında büyük payı olan inşaat sektöründe gerçekleştirilen projelerin özgün, tek seferlik, dinamik ve karmaşık yapısı nedeniyle fazla sayıda riski bünyesinde barındırmaktadır. Projelerde karşılaşılabilecek bu riskler, inşaat projelerinin istenilen kalitede, belirlenen bütçe ve süre içerisinde başarı ile sonuçlandırılmasına engel olmaktadır. İnşaat projelerinin belirlenen bütçe ve sürelerde ve istenilen kalitede tamamlanamaması, mikro düzeyde proje sahibi yüklenici firmalara, makro düzeyde ise ülke ekonomisine ciddi zararlar vermektedir.

İnşaat sektöründe faaliyet gösteren yüklenici firmaların, sürdürülebilirliklerini sağlamak ve sektör içerisindeki yüksek rekabete ortak olabilmek adına projelerini proaktif bir yaklaşımla yönetmeleri gerekmektedir. Bu durum inşaat projeleri için sistematik bir risk yönetimini kaçınılmaz hale getirmektedir.

Bu tez çalışmasında; Türk İnşaat sektöründe faaliyet gösteren firmaların, risk yönetimi uygulamalarının inşaat projelerinin maliyet performansına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Türkiye’de faaliyet gösteren üç ayrı inşaat firmasına ait projeler vaka çalışması olarak seçilmiş ve projelerde maliyet ve süre aşımına sebep olan riskler proje yöneticilerinin görüşleri doğrultusunda belirlenerek, her bir proje için nitel ve nicel risk analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, projelerde yaşanan gerçek maliyet ve süre aşımaları ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, firmaların risk algısı ve alınan risk önlemlerinin maliyete etkisi incelenmiş ve başarılı bir risk yönetimi için kritik faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca tez çalışması kapsamında; 117M308 Nolu TÜBİTAK 1001 “Yapım Projelerinde Proaktif Yönetime Geçiş Amaçlı İç Kontrol ve Risk Yönetim Kapasitesinin Geliştirilmesi İçin Bir Araç: Ortak Proje Yönetim Portalı” isimli proje altyapısı kullanılarak oluşturulan “Ortak Proje Yönetim Portalı” yazılımı, vaka çalışması olarak seçilen projelerde görev alan proje müdürlerine tanıtılarak, portal kullanımının proje risk yönetimindeki etkisi, simülasyon analizi ile ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Yapılan tez çalışmasından elde edilen sayısal verilerin inşaat projelerinde risk yönetiminin önemini ortaya koyarak, risk yönetimi konusunda yeterli bilgi birikimine sahip olmayan küçük ve orta ölçekli inşaat firmalarına yol gösterici olabileceği düşünülmektedir. Gelecekte farklı tip ve büyüklükteki inşaat projeleri üzerinde gerçekleştirilebilecek benzer çalışmalar ile, inşaat projelerinde risk yönetimini etkileyen

ana faktörler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarabileceği ve inşaat projelerinde risk yönetimi uygulamalarının geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Risk Yönetimi, İnşaat Yönetimi, Proje Yönetimi, Monte Carlo Simülasyonu

JÜRİ: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Prof. Dr. Serdar ULUBEYLİ

Doç. Dr. Sevil KÖFTECİ



ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF RISK MANAGEMENT APPLICATIONS ON COST PERFORMANCE IN CONTRACTOR CONSTRUCTION COMPANIES IN THE PROCESS OF INSTITUTIONALIZATION

Gökçen ARSLAN

MSc Thesis in Civil Engineering Department

Supervisor: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

December 2021; 112 pages

The construction sector, especially in developing countries; has the feature of being the leading sector for the national economies. Due to the unique, one-off, dynamic and complex structure of the projects in the construction sector, which has a great share in the development of national and world economies, construction projects contain a wide range of risks. These risks that may be encountered in the projects prevent the successful conclusion of the construction projects in the desired quality, within the determined budget and time. Failure to complete the construction projects within the determined budget and time frames and with the desired quality causes great loss to the contractor companies at the micro level and to the country's economy at the macro level.

Contractor companies operating in the construction sector need to manage their projects with a proactive approach in order to ensure their sustainability and to be a partner in the high competitive environment in the sector. This situation inclines, a systematic risk management to be inevitable for construction projects.

In this study; It is aimed to examine the effect of risk management practices of contractor firms in the Turkish construction sector on the cost performance of construction projects. For this purpose, three different construction projects were selected as case studies, and the risks that cause time and cost exceedings in the projects were determined in line with the opinions of the project managers, and qualitative and quantitative risk analyzes were carried out for each project. The results obtained were compared with the actual time and cost variances experienced in the projects. As a result of the comparisons, the risk perception of the companies and the effect of the risk measures taken on the cost were examined and the critical factors for a successful risk management were tried to be determined. In addition, within the scope of the thesis; The “Joint Project Management Portal” software, which was created using the project infrastructure of TUBITAK 1001 No. 117M308, “A Tool for Improving Internal Control and Risk Management Capacity for Transition to Proactive Management in Construction Projects: Joint Project Management Portal”, was introduced to the project managers involved in the projects selected as a case study. The effect of portal use on project risk management has been tried to be revealed by simulation analysis.

It is thought that the numerical data obtained from the thesis study can be a guide for small and medium-sized construction companies that do not have sufficient

knowledge on risk management by revealing the importance of risk management in construction projects. It is thought that similar studies that can be carried out on construction projects of different types and sizes in the future will reveal the relationships between the main factors affecting risk management in construction projects and contribute to the development of risk management practices in construction projects.

KEYWORDS: Risk Management, Construction Management, Project Management, Monte Carlo Simulation

COMMITTEE: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Prof. Dr. Serdar ULUBEYLI

Assoc. Prof. Dr. Sevil KOFTECI



ÖNSÖZ

Bu çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren inşaat firmalarının risk yönetimi uygulamalarının proje maliyet performansına etkisi incelenmiş ve başarılı bir risk yönetimi için kritik faktörlerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Günümüz dünyasında, gelişen teknolojisi ile birlikte gün geçtikçe artan rekabet ortamında inşaat firmalarının, faaliyetlerini sürdürebilmeleri için daha nitelikli projeleri daha hızlı bir şekilde ve daha düşük kar oranlarıyla gerçekleştirebilmeleri gerekmektedir. Bu durum, risk yönetimini inşaat projeleri için kaçınılmaz hale getirmiştir. Bu çalışmada, inşaat projelerinde yaşanan süre ve maliyet sapmalarını minimize etmek amacıyla başarılı bir risk yönetimi için kritik faktörlerin belirlenebilmesine yönelik veriler elde edilmiştir.

Yüksek lisans tez çalışmasının; planlanmasında, araştırılmasında ve yürütülmesinde derin bilgi ve deneyimini benimle paylaşan, yönlendirmeleriyle çalışmamın şekillenmesi ve sonuçlandırılmasında büyük emeği geçen değerli hocam Prof. Dr. Aynur KAZAZ’a teşekkür ederim.

Tez çalışmasını, 117M308 numaralı TÜBİTAK 1001 projesi ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu’na (TÜBİTAK) teşekkürlerimi sunarım.

Vaka çalışmaları için veri paylaşımına izin veren ve kıymetli vakitlerini ayırarak görüşlerini benimle paylaşan, tezin en önemli aşamalarından birinin tamamlanmasını sağlayan tüm proje yöneticilerine çok teşekkür ederim. Ayrıca simülasyon analizini gerçekleştirebilmem için gerekli yazılım desteğini sağlayan ve değerli teknik bilgilerini benimle paylaşan Akım Mühendislik ekibine de teşekkürü bir borç bilirim.

Attığım her adımda en büyük desteğim olan, maddi ve manevi hiçbir imkânlarını benden esirgemeyen başta sevgili annem Aynur ARSLAN olmak üzere tüm aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	ix
KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. İnşaat Projelerinde Risk Yönetiminin Önemi	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve İzlenen Yol	2
2. KAYNAK TARAMASI	4
2.1. Risk ve Belirsizlik Kavramı	4
2.2. Risk Yönetimi.....	7
2.2.1. Risk yönetiminin gelişimi	8
2.2.2. Risk yönetiminin sağladığı avantajlar	9
2.2.3. Risk yönetimi süreci.....	11
2.3. Proje Risk Yönetimi	12
2.3.1. Proje kavramı	12
2.3.2. Tipik proje riskleri.....	13
2.3.3. Proje risk yönetimine giriş	14
2.3.4. Proje risk yönetimi metodolojileri	15
2.3.4.1. Proje risk analizi ve yönetimi (PRAM).....	15
2.3.4.2. Projeler için risk analizi ve yönetimi (RAMP)	16
2.3.4.3. Proje yönetimi bilgi birikimi (PMI)	18
2.3.5. Risk yönetimi planı	21
2.3.6. Risklerin Tanımlanması	23
2.3.7. Risk analizi.....	25
2.3.7.1. Nitel risk analizi	26
2.3.7.2. Nicel risk analizi	29
2.3.8. Risk yanıtlarının planlanması.....	33
2.3.9. Risk yanıtlarının uygulanması	34

2.3.10. Risklerin izlenmesi.....	35
2.4. İnşaat Projelerinde Risk Yönetimi	36
2.4.1. İnşaat projelerinde risk sınıflandırmaları	37
2.4.2. İnşaat projelerinde risk yönetimi üzerine yapılan çalışmalar.....	41
3. MATERYAL VE METOT	46
4. BULGULAR.....	50
4.1. Proje Risklerinin Sınıflandırılması.....	50
4.2. Vaka A Projesi İş Programı ve Maliyet Analizi.....	52
4.3. Vaka A Projesi Risk Skorları	52
4.4. Vaka A Projesi Süre Frekans Dağılımı	58
4.5. Vaka A Projesi Maliyet Frekans Dağılımı	59
4.6. Vaka A Projesinde Süre ve Maliyet Duyarlılığı Analizi.....	60
4.7. Vaka A Projesi Risk Tepkilerinin Planlanması ve Etkilerinin Analizi	62
4.8. Vaka A Projesinde OPYP Kullanımı Katkısının Analizi.....	65
4.9. Vaka A Projesinde Risk Tepkisi Öncesi – Sonrası ve OPYP Kullanımına Ait Senaryo Analizlerinin Karşılaştırılması	67
4.10. Vaka B Projesi İş Programı ve Maliyet Analizi	68
4.11. Vaka B Projesi Risk Skorları.....	69
4.12. Vaka B Projesi Süre – Frekans Dağılımı.....	74
4.13. Vaka B Projesi Maliyet – Frekans Dağılımı	75
4.14. Vaka B Projesi Süre ve Maliyet Duyarlılığı Analizi.....	76
4.15. Vaka B Projesi Risk Tepkilerinin Planlanması ve Etkilerinin Analizi	79
4.16. Vaka B Projesinde Risk Tepkisi Öncesi ve Sonrasına Ait Senaryo Analizlerinin Karşılaştırılması.....	81
4.17. Vaka C Projesi İş Programı ve Maliyet Analizi	82
4.18. Vaka C Projesi Risk Skorları.....	82
4.19. Vaka C Projesi Süre Frekans Dağılımı.....	88
4.20. Vaka C Projesi Maliyet Frekans Dağılımı	89
4.21. Vaka C Projesinde Süre ve Maliyet Duyarlılığı Analizi	90
4.22. Vaka C Projesi Risk Tepkilerinin Planlanması ve Etkilerinin Analizi	92
4.23. Vaka C Projesinde OPYP Kullanımı Katkısının Analizi	94

4.24. Vaka C Projesinde Risk Tepkisi Öncesi – Sonrası ve OPYP Kullanımına Ait Senaryo Analizlerinin Karşılaştırılması	96
5. TARTIŞMA	99
6. SONUÇLAR	103
7. KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Kurumsallaşma Sürecindeki Yüklenici İnşaat Firmalarında Risk Yönetim Uygulamalarının Maliyet Performansı Üzerine Etkisinin Araştırılması” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

17/12/2021

Gökçen ARSLAN

KISALTMALAR

Kısaltmalar

3DGİS	: 3 Boyutlu Coğrafi Bilgi Sistemi
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci
ANP	: Analitik Ağ Süreci
ANSI	: Amerika Ulusal Standartlar Enstitüsü
APM	: Proje Yönetimi Birliği
BİM	: Yapı Bilgi Modellemesi
CBR	: Vaka Tabanlı Akıl Yürütme
CPM	: Kritik Yol Metodu
DEMATEL	: Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı
GVM	: Gri Verhulst Modeli
ICE	: İnşaat Mühendisleri Enstitüsü
ISO	: Uluslararası Standartlar Organizasyonu
KÖİ	: Kamu Özel İşbirliği
OPYP	: Ortak Proje Yönetim Portalı
PERT	: Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği
PMBOK	: Proje Yönetimi Bilgi Birikimi Kılavuzu
PMI	: Proje Yönetimi Enstitüsü
PRA	: Primavera Risk Analysis
PRAM	: Proje Risk Analizi ve Yönetimi
RAMP	: Projeler için Risk Analizi ve Yönetimi
RKY	: Risk Kırılım Yapısı

SWOT : Güçlü Zayıf Fırsat Tehdit

TÜBİTAK : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

*Ondalıktan sonra nokta tercih edilmiştir.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Risk yönetim süreçleri	11
Şekil 2.2. RAMP süreci	17
Şekil 2.3. PMBOK bilgi alanları	19
Şekil 2.4. Risk yönetim planı	21
Şekil 2.5. Risk yönetiminin planlanması	23
Şekil 2.6. Risklerin tanımlanması	24
Şekil 2.7. Proje süreçlerinde risk analizi	25
Şekil 2.8. Niteliksel risk analizinin yapılması	26
Şekil 2.9. Örnek balık kılçığı diyagramı	28
Şekil 2.10. Niceliksel risk analizinin yapılması	29
Şekil 2.11. Karar ağacı modeli	31
Şekil 2.12. Monte Carlo yöntemine ilişkin akış şeması	32
Şekil 2.13. Risk yanıtlarının planlanması	33
Şekil 2.14. Risk yanıtlarının uygulanması	34
Şekil 2.15. Risklerin izlenmesi	35
Şekil 3.1. OPYP ana modülleri	48
Şekil 3.2. OPYP risk yönetimi modülü ekran görüntüsü	48
Şekil 3.3. OPYP risk kontrol haritası ekran görüntüsü	49
Şekil 4.1. Vaka A – Risk skorlarına göre sıralama	53
Şekil 4.2. Vaka A – Organizasyonel risklerin risk skorlarına göre sıralaması	53
Şekil 4.3. Vaka A – Finansal risklerin risk skorlarına göre sıralaması	54
Şekil 4.4. Vaka A – Yapım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	55
Şekil 4.5. Vaka A – Tasarım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	55
Şekil 4.6. Vaka A – Yönetim risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	56
Şekil 4.7. Vaka A – Sözleşme risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	56

Şekil 4.8. Vaka A – Politik risklerin risk skorlarına göre sıralaması	57
Şekil 4.9. Vaka A – Çevresel risklerin risk skorlarına göre sıralaması	57
Şekil 4.10. Vaka A – Proje süresi frekans dağılımı	58
Şekil 4.11. Vaka A – proje maliyeti frekans dağılımı	59
Şekil 4.12. Vaka A – Temel süreçlere ait süre duyarlılığı	60
Şekil 4.13. Vaka A – Temel süreçlere ait maliyet duyarlılığı.....	61
Şekil 4.14. Vaka A – Risklerin süre duyarlılığına göre sıralaması.....	61
Şekil 4.15. Vaka A – Risklerin maliyet duyarlılığına göre sıralaması	62
Şekil 4.16. Vaka A – Risk tepkisi öncesi ve sonrası süre olasılık dağılımı karşılaştırması	64
Şekil 4.17. Vaka A – Risk tepkisi öncesi ve sonrası maliyet olasılık dağılımı karşılaştırması	64
Şekil 4.18. Vaka A – OPYP kullanımı sonrası süre- frekans dağılımı	65
Şekil 4.19. Vaka A – OPYP kullanımı sonrası maliyet - frekans dağılımı.....	66
Şekil 4.20. Vaka A – Süre – Olasılık Dağılımı Karşılaştırmaları.....	67
Şekil 4.21. Vaka A – Maliyet – Olasılık Dağılımı Karşılaştırmaları.....	68
Şekil 4.22. Vaka B – Risk skorlarına göre risk sıralaması.....	69
Şekil 4.23. Vaka B – Organizasyonel risklerin risk skorlarına göre sıralaması	70
Şekil 4.24. Vaka B – Yapım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	71
Şekil 4.25. Vaka B – Tasarım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	71
Şekil 4.26. Vaka B – Finansal risklerin risk skorlarına göre sıralaması	72
Şekil 4.27. Vaka B – Yönetim risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	72
Şekil 4.28. Vaka B – Sözleşme risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	73
Şekil 4.29. Vaka B – Politik risklerin risk skorlarına göre sıralaması.....	73
Şekil 4.30. Vaka B – Çevresel risklerin risk skorlarına göre sıralaması.....	74
Şekil 4.31. Vaka B – proje süresi frekans dağılımı.....	75

Şekil 4.32. Vaka B – proje maliyet frekans dağılımı	76
Şekil 4.33. Vaka B – Temel süreçler süre duyarlılığı	77
Şekil 4.34. Vaka B – Temel süreçler maliyet duyarlılığı.....	77
Şekil 4.35. Vaka B – Risklerin süre duyarlılığına göre sıralaması	78
Şekil 4.36. Vaka B – Risklerin maliyet duyarlılığına göre sıralaması.....	78
Şekil 4.37. Vaka B – Risk tepkisi öncesi ve sonrası süre - olasılık dağılımı karşılaştırmaları.....	80
Şekil 4.38. Vaka B – Risk tepkisi öncesi ve sonrası süre - maliyet dağılımı karşılaştırmaları.....	81
Şekil 4.39. Vaka C Proje risklerinin risk skorlarına göre sıralanması	83
Şekil 4.40. Vaka C – Organizasyonel risklerin risk skorlarına göre sıralaması	83
Şekil 4.41. Vaka C – Yapım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	84
Şekil 4.42. Vaka C – Finansal risklerin risk skorlarına göre sıralaması	85
Şekil 4.43. Vaka C – Tasarım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	85
Şekil 4.44. Vaka C – Politik risklerin risk skorlarına göre sıralaması.....	86
Şekil 4.45. Vaka C – Yönetim risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	86
Şekil 4.46. Vaka C – Sözleşme risklerinin risk skorlarına göre sıralaması	87
Şekil 4.47. Vaka C – Çevresel risklerin risk skorlarına göre sıralaması.....	87
Şekil 4.48. Vaka C – proje süresi frekans dağılımı.....	88
Şekil 4.49. Vaka C – proje maliyet frekans dağılımı	89
Şekil 4.50. Vaka C – Temel süreçlere ait süre duyarlılığı	90
Şekil 4.51. Vaka C – Temel süreçlere ait maliyet duyarlılığı	90
Şekil 4.52. Vaka C – Proje risklerine ait süre duyarlılığı	91
Şekil 4.53. Vaka C – Proje risklerine ait süre duyarlılığı	91
Şekil 4.54. Vaka C – Risk tepkisi öncesi ve sonrası süre olasılık dağılımı karşılaştırmaları	93

Şekil 4.55. Vaka C – Risk tepkisi öncesi ve sonrası maliyet olasılık dağılımı karşılaştırması	94
Şekil 4.56. Vaka C – OPYP kullanımı sonrası süre - olasılık dağılımı	95
Şekil 4.57. Vaka C – OPYP kullanımı sonrası maliyet - olasılık dağılımı.....	96
Şekil 4.58. Vaka C – Süre – olasılık dağılımı karşılaştırmaları.....	97
Şekil 4.59. Vaka C – Temel süreçlere ait maliyet duyarlılığı.....	98



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Literatürde yapılmış bazı risk tanımları.....	4
Çizelge 2.2. Risk yönetimi gelişim süreci	9
Çizelge 2.3. Literatürde yapılmış olan inşaat proje risklerinin sınıflandırılması.....	37
Çizelge 3.1. Risk skorunun belirlenmesinde kullanılan değerlendirme skalası	47
Çizelge 4.1. Risk sınıflandırması	50
Çizelge 4.2. Vaka A projesine ait iş programı ve proje maliyet bilgisi	52
Çizelge 4.3. Vaka A projesi için planlanan risk tepkileri ve alınabilecek risk önlemleri	62
Çizelge 4.4. Vaka A'nın farklı senaryolarda toplam proje süresi ve maliyeti	67
Çizelge 4.5. Vaka B iş programı ve maliyet bilgileri	68
Çizelge 4.6. Vaka B projesi için planlanan risk tepkileri ve alınabilecek risk önlemleri	79
Çizelge 4.7. Vaka B'nin farklı senaryolarda toplam proje süresi ve maliyeti	81
Çizelge 4.8. Vaka C projesi iş programı ve maliyet analizi.....	82
Çizelge 4.9. Vaka C projesi için planlanan risk tepkileri ve alınabilecek risk önlemleri	92
Çizelge 4.10. Vaka C'nin farklı senaryolarda toplam proje süresi ve maliyeti	97

1. GİRİŞ

Günümüzün hızla değişen, gelişen ve her geçen gün küreselleşen dünyasında, teknolojik, ekonomik ve politik değişimler dolayısıyla her geçen gün artan belirsizlikler ve riskler firmaların alacağı karar mekanizmalarında etkin rol oynamaktadır. Bu artan belirsizlik ortamında, firmaların geleceğe yönelik stratejilerini belirleyebilmesi, hedeflerine ve misyonlarına ulaşabilmesi için risk yönetim sistemini anlamaları ve başarıyla uygulamaları gerekmektedir.

İnşaat sektörünün karmaşık yapısı, farklı birçok disiplinden uzmanlığa gereksinimi olması ve yapısındaki birçok belirsizlik, inşaat projelerini risklere karşı daha savunmasız hale getirmektedir. Proje hedeflerine ulaşılmasında engel teşkil eden çok sayıda riskle karşı karşıya kalan inşaat projeleri için sistematik bir risk yönetimi, sağlıklı stratejilerin oluşturulması ve projelerin başarı ile sonuçlandırılmasında kritik bir öneme sahip olmaktadır. Çeşitli risklere karşı doğru önlemler alarak risk etkilerinin minimize edilmesi proje hedeflerinin başarılması açısından bir gerekliliktir ve ancak proje risk yönetimi sisteminin tüm organizasyon tarafından anlaşılması, benimsenmesi ve uygulanması ile gerçekleştirilebilmektedir. İnşaat projelerinde risk yönetimi, inşaat sektöründeki kritik önemine rağmen maalesef, ülkemizde etkin ve yaygın bir kullanıma sahip değildir.

Bu çalışma kapsamında, risk yönetimi kavramı ve risk yönetimi ile ilgili farklı yaklaşımların tanıtılması, risk yönetiminin inşaat sektöründeki öneminin ve gerekliliğinin vurgulanması, küçük, orta ve büyük ölçekli inşaat projelerine ait risk yönetim modelleri ile proje risk yönetimi sisteminin daha iyi anlaşılması, modellerin kendi aralarında kıyaslanmasıyla firma yapısı (kurumsallığı) ve risk yönetim sistemlerinin maliyet performansı arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Söz konusu amaçların gerçekleştirilmesi doğrultusunda, altı bölümden oluşan tez çalışmasının ilk bölümünde tez çalışmasının amacı ve kapsamından bahsedilmiştir. Tezin ikinci bölümünde ise literatür taramasına yer verilmiştir. Kaynak taraması kısmında risk ve risk yönetimi kavramları detaylı olarak açıklanmış, inşaat projelerinde sıklıkla karşılaşılan riskler ve risk sınıflandırılması ile ilgili bilgiler verilmiştir. Literatür taraması, inşaat projelerinin risk yönetimi üzerine son yıllarda yapılan akademik çalışmaların kısa bir özeti ile sonlandırılmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, tez çalışması kapsamında incelenecek olan verilerin elde edilmesi ve analizinde kullanılacak teknikler ve araçlar hakkında bilgi verilmiştir. Tez çalışmasının dördüncü bölümünü oluşturan bulgular kısmında, vaka çalışması olarak alınan üç adet projenin analiz sonuçları paylaşılmıştır. Tartışma kısmında ise analizden elde edilen bulgular literatürde daha önce yapılmış olan çalışmalarla kıyaslanarak yorumlanmıştır. Son kısımda çalışma sonuçları özetlenerek, literatüre ve sektöre sağlayabileceği katkılar ortaya konulmuştur.

1.1. İnşaat Projelerinde Risk Yönetiminin Önemi

İnşaat projelerinin kompleks, dinamik, çok paydaşlı ve tek seferlik yapısı projeleri risklere karşı savunmasız hale getirmektedir. Proje üzerinde olumlu etkisi olabilecek risklerin fırsata çevrilmesi, proje hedeflerinin başarılmasına engel teşkil edebilecek

risklerin ise minimize edilmesi için sistematik bir risk yönetimi kritik önem arz etmektedir.

Teknolojide yaşanan gelişmelere paralel olarak değişen müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve yüksek rekabet ortamında kurumsal sürdürülebilirliklerini koruyabilmek için, günümüzde inşaat firmalarının daha nitelikli ve karmaşık yapıları daha kısa sürede ve düşük bütçe ile gerçekleştirebilmeleri gerekmektedir. Geleneksel risk yönetimi anlayışı kapsamında, risklere karşı önlem olarak maliyetlere risk primlerinin yansıtılarak kar oranlarının artırılması, günümüz koşullarında inşaat projelerinin risk yönetimi için yeterliliğini yitirmiştir. Gün geçtikçe proje karmaşıklığının arttığı ve kar oranlarının azaldığı inşaat projelerinde sistematik ve proaktif bir risk yönetimi, proje başarısı için kilit faktörlerden biri haline gelmiştir.

Risk yönetimi, inşaat projelerinde maliyet, zaman, kalite yönetimi, teklif verme, fizibilite çalışmaları, pazar araştırmaları ve acil durum yönetimi gibi alanlarda geniş kullanım alanına sahiptir (Öztürk 2017).

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde gerçekleştirilen inşaat projelerinde, yapımdan kaynaklı riskler kadar siyasi ve ekonomik istikrarın sağlanamamasından kaynaklanan risklerin de sistematik olarak değerlendirilmemesi nedeniyle proje süresinde ve maliyetinde aşımaların yaşandığı ve projelerin başarısızlıkla sonuçlandığı görülmektedir. Tüm proje paydaşları tarafından, inşaat projelerinin risklere karşı savunmasız olduğu ve yapısında çok sayıda belirsizlik ve risk içerdiği kabul edilmesine karşın, bu risklerin sistematik olarak ele alınması ve proje yönetim süreçlerine dahil edilmesine yönelik çalışmalara genel olarak rastlanılmadığı literatürde yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Birgönül ve Özdoğan 1997, Atakul 2010).

Yapılan çalışmalarda, risk yönetiminin risklerin temel proje hedefleri üzerindeki etkilerini belirlemek ve risklere karşı alınabilecek önlemlerin planlanmasında en etkili yöntem olduğu; risk yönetimi hususunda projelerdeki en büyük eksikliğin ise risk değerlendirme sürecindeki öznellik ve insanların başarısızlık nedenlerini paylaşmak konusunda istekli olmadıkları vurgulanmıştır (Dikmen vd. 2008).

1.2. Çalışmanın Amacı ve İzlenen Yol

Risk yönetimi, proje sonucuna olumlu etkisi olacak risklerin fırsata dönüştürülmesini, hedeflerin başarılmasında engel teşkil edecek risklerin ise minimize edilmesini sağlamak amacıyla yürütülen süreçler bütünüdür.

Inşaat projeleri tasarım aşamasından ihale sürecine, yapımdan teslimine ve hatta işletme süreçlerinde çok sayıda ve çeşitte riske maruz kalmaktadır. Bu riskler inşaat projelerinin istenilen sürede ve belirlenen maliyette bitirilememesine hedeflenen kaliteye ulaşamamasına neden olmaktadır. Projenin farklı süreçlerinde ortaya çıkan bu riskler, bir ya da birden fazla proje paydaşını doğru yönetilemediği takdirde olumsuz etkilemektedir. Proje yapısı, büyüklüğü, karmaşıklığı ve yapıım türüne göre çeşitli riskler barındıran inşaat projeleri risk yönetiminin uygulanması gereken öncelikli proje türleri içinde yer almaktadır.

İnşaat projelerinde risklerin çok sayıda ve çeşitte olduğu bilinmesine rağmen bu risklerin projeye olan etkilerinin sayısallaştırılarak sistematik bir risk yönetimi sürecine dahil edilmesi ve olumsuz sonuçlarının minimize edilmesi için strateji geliştirmeye yönelik çalışmalar özellikle ülkemiz inşaat sektöründe çok az sayıda firma tarafından kullanılmaktadır.

Tez çalışmasının temel amacı, risk yönetimi uygulamalarının inşaat projelerinin maliyet performansı üzerindeki etkisini incelemek ve etkili bir risk yönetimi için kritik başarı faktörlerini belirleyebilmektedir. Bu amaç doğrultusunda, tamamlanmış üç farklı üstyapı projesi vaka çalışması olarak ele alınmış, proje yetkililerinden alınan görüş doğrultusunda nitel ve nicel risk analizleri yapılmıştır. Ardından analiz sonuçları ile gerçekleşen durum kıyaslanarak risk yönetiminin proje maliyet performansına etkisi incelenmiştir. Farklı projeler üzerinde yapılan karşılaştırmalı analizler birbirleri ile kıyaslanarak, risk yönetimini başarılı kılan faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Tez kapsamında ayrıca Ortak Proje Yönetimi Portalı'nın (OPYP) olası kullanımının proje maliyet performansına etkisi uzmanların görüşleri doğrultusunda belirlenmiş ve simülasyon analizi sonucunda OPYP kullanımının katkısı araştırılmıştır.

İnşaat projelerinde karşılaşılabilecek risklerin genel bir sınıflandırılması; literatür taraması, inşaat proje yönetiminde deneyimli proje müdürleri ve planlama mühendislerinin uzman görüşü doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Vaka çalışması olarak incelenecek projeler ait planlama bilgileri, belirlenen risklerin proje hedefleri üzerindeki etkisi ve risklere karşı alınabilecek önlemler proje yetkililerin görüşlerine başvurularak belirlenmiştir. Nitel risk analizi olasılık etki matrisleriyle, sayısal analiz ise Monte Carlo simülasyon tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Simülasyon sonuçlarının birbirleri arasında ve gerçekleşen durumlarla yapılan karşılaştırılması sonucunda elde edilen bilgiler tartışma bölümünde yorumlanmış ve sonuç bölümünde özetlenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

Tez çalışmasının bu bölümünde, öncelikli olarak risk yönetiminin daha iyi anlaşılabilmesi için risk ve belirsizlik kavramları kısaca açıklanmaya çalışılmış; risk yönetimi metodolojileri ve inşaat sektörüne özgü riskler ve inşaat projelerinde risk yönetimi üzerine literatürde yapılan çalışmalar derlenip özetlenmiştir.

2.1. Risk ve Belirsizlik Kavramı

Sözlükte yer alan tanımına göre risk, zarara uğrama tehlikesi olarak ifade edilmektedir. Risk, belirlenen hedeflere ulaşmayı etkileyen her türlü engel olarak da tanımlanabilmektedir. Berk (1992) kişi ve kurumlar yönünden geleceğin belirsizlik taşıdığını ve riskin gelecekte ortaya çıkması istenmeyen bir olayın gerçekleşme olasılığı olarak nitelendirilebileceğini belirtmektedir.

Risk algısı, meslek grupları arasında değişiklik gösterdiğinden dolayı; risk değerlendirilmesi zor soyut bir kavram olarak da nitelendirilebilmektedir. Risk algısındaki çeşitliliğe örnek olarak; mühendis, tasarımcı ve yüklenicilerin riskleri teknolojik açıdan değerlendirirken; sponsorların bunu ekonomik ve finansal boyutta ele almasını; sağlık çalışanları, çevreciler ve kimya mühendislerinin ise riski güvenlik ve çevresel bir bakış açısı ile ele almaları verilebilmektedir (Baloi ve Price 2003). Benzer şekilde, risk kelimesinin kullanımı kültürler arasında da farklılık gösterebilmektedir. Bu bağlamda, genel olarak gelişmekte olan toplumlarda risk, hasar veya kayıp olarak tanımlanabilirken, gelişmiş toplumlarda kâr veya kazanç kaybı olarak değerlendirilmektedir (Al- Bahar ve Crandall 1990). Literatürde farklı araştırmacılar tarafından yapılmış olan risk tanımları Çizelge 2.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. Literatürde yapılmış bazı risk tanımları

Yıl	Araştırmacı Adı	Risk Tanımı
1984	Hertz ve Thomas	Risk, yaralanma veya kayıp olasılığın yaşanmasıdır.
1991	Chapman	Risk, ekonomik ve finansal kayıp veya kazançlara, fiziksel zarara, süre gecikmelerine sebebiyet verebilecek belirsizliklerdir.
1994	Raftery	Risk, beklenen sonucun; öngörülen değerden sapması durumu olarak ifade edilebilen soyut bir kavramdır.
1996	İngiliz Standart Enstitüsü	Risk, planlamanın yapısında var olan belirsizlik ve proje amacının başarıya ulaşmasını etkileyebilecek bir olayın gerçekleşme olasılığıdır.
1998	Renn	Risk, insanların değer verdiği şeyler üzerinde etkisi olan sonuçlara yol açan, insan eylemlerinin veya olayların olasılığıdır.
2004	Cohen	Basit bir anlatımla risk; bir görevin veya amacın başarıyla tamamlanmasına engel oluşturabilecek olası durumlar ve problemlerdir.
2006	Chia	Gerçekleşme olasılığı %0’dan fazla, %100’den az olan gerçekleşmesi ihtimalinde kapsam, süre, maliyet ve kaliteden en az birini olumsuz etkileyecek olan belirsizliklerdir.

devamı arkada

Çizelge 2.1.'in devamı

Yıl	Araştırmacı Adı	Risk Tanımı
2009	Gephart	Riskin fırsatları avantaja çevirmek gibi bir pozitif etkisinden söz etmek mümkün olsa da risk çoğunlukla olumsuz ve arzu edilmeyen sonuçlar doğuran bir olgu olarak görülmektedir.
2010	Tworek	Genel anlamda risk; zamanla çok çeşitli etkilere yol açarak kayıplara sebep olabilecek, dinamik bir olgudur.
2014	Serbella ve diğ.	Risk, genellikle meydana gelebilecek belirsiz bir olayı, durumu veya koşulu belirtir.
2015	Türker	Risk, projenin hedeflerine, meydana geldiği takdirde pozitif veya negatif olarak etki eden olay veya durumdur.
2018	Hopkin	Risk, bir organizasyonun temel süreçlerinin etkinliğini ve verimliliğini etkileme (engelleme, artırma veya şüphe yaratma) yeteneğine sahip bir olay olarak tanımlanabilmektedir.
2018	International Organization for Standardization	Risk, belirsizliğin hedefler üzerindeki etkisidir.
2019	Süllüoğlu	Risk, hedeflenen sonuçlardan sapma büyüklüğünün sınırlarını belirleyen bir kavramdır.
2019	Won	Proje riski, bir proje hedefi üzerinde olumlu veya olumsuz bir etkiye sahip olan belirsiz bir olay veya durumdur.
2020	Memioğlu	Risk; hedeflenen süre, maliyet ve kaliteyi etkileyen risk kaynağının ortaya çıkması ve bu kaynağın yanlış değerlendirilmesiyle yaşanan olumsuz yönlü sapmalardır.

Literatürde yapılmış olan tanımlamaların ortak noktası olarak, riskin; belirsizliğin olduğu ortamlarda gerçekleşebilen, pozitif etkisinden söz etmek mümkün olsa da genellikle proje temel hedefleri üzerinde olumsuz sonuçlara neden olan dinamik bir olgu olduğu söylenilebilmektedir.

Kavramın daha iyi anlaşılabilmesi adına Karabay (1997), riskin belirlenmesi ve değerlendirilmesindeki eksikliklerden kaynaklanan sorunların giderilmesi için riski belirsizlik, risk kaynağı, riski etkileyen unsurlar, risk olayı ve risk olarak tanımladığı bileşenler ile açıklamıştır (Yüzbaşı 2008). Bu bileşenler;

- **Belirsizlik:** Risk kaynağına sebep olabilecek unsurlardır.
- **Risk kaynağı:** Analizin yapılacağı alandaki belirsizliği belirleyen öğelerden kaynaklanabilecek olay ya da gelişmelerdir.
- **Riski etkileyen unsurlar:** Risk kaynağının hedeflerde bir sapmaya neden olmadığı, durumun değişmesi ya da durdurulma olasılığının mevcut bulunduğu ve riski etkileyen durumlardır.

- **Risk olayı:** Risk kaynağının ortaya çıkması sonucu değişen koşulların yol açabileceği olay ya da gelişmelerdir.
- **Risk:** Bu risk olaylarının gerçekleşmesi ile belirlenen hedeflerden sapmalardır.

Risk kayıp ya da kazanca maruz kalma olarak tanımlanabilmekte veya kayıp/kazanç oluşma olasılığının her birinin ayrı ayrı büyüklüğü ile çarpımı olarak ifade edilebilmektedir. Olaylar, eğer oluşma olasılığı %100 ise belirli olarak söylenebilmekte veya oluşma olasılığı %0 ise tamamen belirsiz olarak telaffuz edilebilmektedir. Belirsizlik, bu aşırı uçlar arasında çok geniş bir şekilde değişiklik gösterebilmektedir (Çam 2005).

Literatürde yer alan risk tanımlarından hareketle; risk ve belirsizlik kavramlarının birbiri ile oldukça ilişkili olduğunu söylemek mümkündür. Hatta, Ward (2003), proje sürecinde risk yönetimi ve değer yönetimine ek olarak belirsizlik yönetiminin de gerekliliğinden bahsederek, belirsizliğin önemini de vurgulamaktadır (Eker 2015). Chapman ve Ward (2002)'e göre, belirsizlik kesinliğin eksikliğidir; değişkenlik ve muğlaklık içermektedir. Belirsizlik yönetimi ise öngörülen tehditleri, fırsatları ve risk etkilerini ve ayrıca tehditler ve fırsatlardan doğabilecek çeşitli belirsizlik kaynaklarını yönetmektir. Benzer bir yaklaşımla Raftery (1994)'e göre 'belirsizlik' kelimesi, olayın meydana gelme olasılığı açısından duruma karar verilmesi imkansız olduğu zaman kullanılmaktadır (Zabun 2012).

Belirsizlik hakkında çok az bilgiye ulaşılabilen olaylarla ilgili olmakta ve olasılık dağılımı bilinmeyen bazı olayların oluşma şansı olarak dikkate alınmaktadır. Risk ve belirsizlik arasındaki en belirgin fark ise, riskin istatistiksel yöntemlerle tahmin edilebilir hale getirilebilmesidir (Smith 1999).

Flanagan ve diğerleri ile Pilcher; risk ve belirsizlik arasında fark olduğunu savunmaktadır. Belirsizlik kavramında geçmiş bir bilgiden bahsedilemeyeceğine, ancak; risk tanımının uygun geçmiş bilgilerden yararlanılarak olasılıksal olarak tanımlanan başarı veya başarısızlık durumları için kullanılabileceğini belirtmektedirler. Nicel olarak ifade edilen belirsizliğin artık belirsizlik değil, risk olarak tanımlandığını ve yönetilmesi gereken bir olgu olduğunu ifade etmektedirler (Öztaş ve Ökmen 2005). Buna karşın Newendrop, Moavenzadeh ve Rossow risk ve belirsizlik arasında hiçbir fark görmemektedir ve bu iki terimi eşanlamlıymış gibi kullanmaktadırlar (Ababneh 2000, Kuyucu 2008).

Risk ve belirsizlik üzerine yapılan çeşitli tanımlamalar ve farklı araştırmacıların risk ve belirsizlik üzerine görüşleri göz önünde bulundurulduğunda; risk ve belirsizlik kavramlarının keskin olarak birbirinden ayrılmadığı, kavramlar arasında güçlü bir bağ bulunduğu görülmektedir. Belirsizliklerin tanımlanıp gerçekleşme ihtimallerinden söz edilebildiği noktada, kavram tanımının belirsizlikten riske geçtiği, riskin kısaca ölçülebilir belirsizlik olarak tanımlanabileceği anlaşılmaktadır.

Risk yönetiminde oldukça sık karşılaşılan bu iki kavramın tanımlarının ve aralarındaki bağın kuvvetli bir şekilde algılanması, risk yönetim süreçlerinin sınıflandırma, analiz ve değerlendirme aşamalarının anlaşılmasında büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

2.2. Risk Yönetimi

Günümüz dünyasında her geçen gün artan küreselleşme hızı ve teknolojik gelişmelerle birlikte siyasi ve ekonomik yapının dinamizmi, geleceğe yönelik belirsizlikleri ve riskleri artırmaktadır. Artan belirsizlik ve risk ortamında ise, firmaların ileriye yönelik stratejilerini belirleyebilmesi ve hedeflerine ulaşabilmesi için risk yönetim sistemlerini içselleştirmesi gerekmektedir. Yüksek rekabet ortamı, varlığını sürdürmek ve başarılı olmak isteyen firmalar için etkin bir risk yönetimini gerekli kılmaktadır.

Risk yönetimi, işletmelerin risklerini en optimum ve en ekonomik seviyede değerlendirip, risklerden en az derecede etkilenmeyi sağlayan yöntemler topluluğudur (Rejda 1992). Fraser ile Sykes ise risk yönetimini, başarılı bir şekilde tamamlanan bir projedeki riskleri minimize etme, performansı da optimum düzeye çıkarma bilimi olarak tanımlamaktadır (Ababneh 2000). Projelerin karmaşıklığının artması rekabeti de gittikçe zorlaştırmakta ve bu durum risk yönetimini başarılı bir proje yönetimi için kritik bir etken haline getirmektedir. Riskler projenin amaçları üzerindeki potansiyel etkileriyle değerlendirildikleri için etkin risk yönetimiyle proje başarısı arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır (Baloi ve Price 2003).

Risk yönetimi işletmeler açısından stratejik bir konudur. İşletmeler, kuvvetli risk yönetimi hamleleri sayesinde hem maruz kalabilecekleri riskleri kontrol ederek zararlarını azaltabilmekte, diğer yandan da bu riskleri önlemeye yönelik stratejiler geliştirebilmektedirler. Sağlam bir risk yönetim sistemi olan işletmeler piyasa, kredi ve operasyonel riskleri ayrıntılı olarak inceleyerek, meydana gelebilecek kriz durumlarını önceden belirlemekte, bu kayıpları minimize etmek için önlemler almakta, aldıkları risk ile kazançlarını ve riski almaya değip değmeyeceğini önceden değerlendirmektedirler (Köylüoğlu 2004, Cavlı 2010).

Risk yönetimi; ürünün, projenin, hizmetin düşünce aşamasından, müşteriye bir sonuç çıktısının sunulmasına kadar tüm aşamaları kapsayan bir süreçtir. Risk yönetimi; risklerin belirlendiği, öncelikli risk tespiti için değerlendirildiği, risklerle müdahale için stratejilerin üretildiği ve uygulandığı sistematik bir yapıdır. Belirsizlikleri ve belirsizliklerden kaynaklanan olumsuz etkileri daha kabul edilebilir düzeye indirmeyi amaçlayan bir disiplin olduğu kadar, bu belirsizliklerden doğacak olan fırsatları değerlendirme sanatı olduğu da söylenebilir (Kuşan ve Özdemir 2008).

Risk yönetimi, yönetim politikalarının, prosedürlerinin ve uygulamalarının, iletişim, danışmanlık, bağlam oluşturma ve riskleri tanımlama, analiz etme, değerlendirme, işleme, izleme ve gözden geçirme eylemlerini sistemli bir şekilde uygulanmasıdır. Risk yönetiminin temel amacı, proje başarısı için risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve kontrol edilmesidir (Hey 2017, Süllüoğlu 2019).

Amos ve Dent (1997), risklerin belirlenebildiği sürece ölçülebileceğini ve kontrol edilebileceğini savunmaktadır. Ayrıca risk yönetimi için belirledikleri altın kuralları şu şekilde sıralamaktadırlar:

- Riskler hiçbir çözüm düşünülmeden mutlaka uygun bir şekilde tanımlanmalı, sınıflandırılmalı ve analiz edilmelidir.
- Tanımlanan riskler artık risk değildir. Artık risk, yönetsel birer sorundur.

- Riskleri yönetmek için sezgisel yaklaşımlara ve hislere güvenmemek gerekir.
- Risk yönetimi süreci proje başlangıcından sonuna kadar devam etmelidir.
- Yönetim kademesine risklerin ve risk kaynaklarının raporlandığından emin olunmalıdır.
- Düzgün tanımlanmamış risk yapısı daha çok riski beraberinde getirir.
- Geleceğe daha geniş açıyla ve hedefe odaklanarak bakılması gerekir.
- Yaratıcı ve olumsuzlukları dikkate alan beyin fırtınası metodu kullanılmalı, gerçeklerle yüz yüze gelmekten kaçılmamalıdır.
- En kötü sonuçla başa çıkabilecek şekilde her zaman bir acil durum planı bulunmalıdır.
- Risk yönetim sistemleri çok karmaşık veya sıkıcı olmamalı, firmanın günlük işlemleri ile entegre olmalıdır.
- Bir projedeki sorunlar ve olası başarısızlıklar mümkün olduğu kadar erken tespit edilmelidir. Tespit edilmeyen sorunlar boşa giden büyük paralara sebep olabilir.

2.2.1. Risk yönetiminin gelişimi

Risk yönetimi sistemsiz olarak uzun zamandır kullanılmaktadır. Tarih öncesi insanlar, hayatın belirsizlikleri karşısında korunma ihtiyacını gidermek, sorumlulukları paylaşmak ve kaynakları korumak için bir araya gelmişlerdir. Bugün bile risk yönetimi hemen hemen herkes tarafından bilinçli ya da bilinçsiz olarak uygulanmaktadır. Risk yönetimi, insanların kazalarda yaralanma ihtimalini azaltmak için emniyet kemeri takması gibi hayatın tüm faaliyetlerinde uygulanmaktadır (Williams vd. 1995, İncir 2003).

Sistematik risk yönetimi tarihi çok kısa bir süreç ve dar bir faaliyet sahası içerisinde bulunmaktadır. Risk yönetimi 2. Dünya savaşı zamanında ortaya çıkmış ve 1960'lara kadar sınırlı bir faaliyet alanında kullanılmıştır (Williams vd. 1995, İncir 2003).

1969 yılında ABD Savunma Sekreterliği sistem tedarikinde, risk değerlendirme süreçlerinin eksikliğine vurgu yaptığı bir rapor hazırlamıştır. Tedarik programlarında, Savunma Departmanı (Defence of Department) tarafından gerekli görülen 11 gerek (öncelik) teknik riskin görünürlüğünü artırmıştır. 1986'da A.B.D. Genel Muhasebe Ofisi (General Accounting Office), "Teknik Risk Değerlendirme-Savunma Departmanı Mevcut Çabalarının Durumu" adlı bir rapor yayınlamıştır. Bu raporda, 25 program ofisinde, teknik risk değerlendirmede kullanılan metodolojiler incelenmiştir. Bu incelemelerde bulunan eksikliklerin giderilmesi yönünde yapılan çalışmalar risk yönetiminin önemini artırmıştır. Aynı yıl içerisinde İngiltere Savunma Bakanlığı, 12 savunma projesinde yürüttüğü incelemeler sonucunda, %90'lara varan maliyet artışlarının olduğunu saptamıştır. Bu inceleme sonucunda, proje geliştirme-tanımlama aşamasında, risklerin sistematik olarak ele alınması ve süre-maliyet tahminlerinin risk analiz sonuçlarını dikkate alarak yapılması gerekliliği sonucuna varmıştır. Proje geliştirme-tanımlama aşamasında, risklerin belirlenmesi, sonuç üzerindeki etkilerinin analiz edilmesi ve azaltılması gerekliliği görülmüştür. Proje geliştirme-tanımlama aşamasında, gerçekleştirilen tüm risk yönetim faaliyetlerinin "Risk Kayıt Dokümanı"nda raporlanmasına karar verilmiştir (Çam 2005).

1970 ve 1980 yılları arasında risk yönetimi kavramının geniş bir kullanım alanı bulunmakta ve risk yönetimi sistematik olarak değerlendirilmektedir. Bu yıllar arasında

risk finanslama faaliyetleri, bireysel sigorta planları, sigorta şirketleri, risk üstlenme grupları, sigorta planları ortaya çıkmıştır. 1980’li yıllarda ilk olarak süre ve maliyet analizleri gerçekleştirilmiş, etki diyagramları, risk kontrol listeleri, anketler ve risk eylem planları yaygın bir şekilde uygulanmaya, taraflar arasında risk paylaşımı sözleşmeler yardımı ile düzenlenmeye başlanmıştır (Artto ve Hawk 1999, İncir 2003). Çizelge 2.2’de proje ve risk yönetim süreçlerinin gelişimi gösterilmektedir.

Çizelge 2.2. Risk yönetimi gelişim süreci (Artto ve Hawk (1999) ‘dan geliştirilmiştir)

Yıllar	Proje Yönetimi Uygulamaları	Risk Yönetimi Uygulamaları
1950	Yönetim, planlama	Şebeke Modelleri
1960	Programlama, Proje Yönetim Sistemleri	PERT Metodu, Olasılıklı Şebeke Modelleri
1970	Organizasyon, Liderlik, Takım	Olasılık Modelleri, Karar Ağacı, Olasılıklar
1980	Modelleme ve Bilgisayar Uygulamaları, Kalite	Olasılık Yazılımları, Kontrol Listeleri, Tepki Listeleri, Etki Diyagramları, Sözleşme Yönetimi
1990	Yöntemler, Bilgi ve İletişim Teknolojileri, Şebeke	Takım Çalışması, İletişim, Organizasyonel Öğrenme, Risk Yönetimi Süreci
2000	İş Birliği Modelleri, Organizasyonlar, Yaratıcılık, Öğrenme, Proje Şirketleri	Organizasyonel Bilgi Temelli Risk Yönetim Sistemi, Yaratıcılık, İş birliği, Tepki Planları
2010	Çevik Yöntemler, Ağ Tabanlı Entegre Yönetim Modelleri, Mobil Yönetim Uygulamaları	Kurumsal Risk Yönetimi, Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) Tabanlı Risk Yönetimi, Risk Zekası

2.2.2. Risk yönetiminin sağladığı avantajlar

Risk yönetiminin mikro ölçekte kişiler ve kurumlar bazında makro ölçekte ise ülke ve dünya ekonomisi üzerinde çeşitli ve çok sayıda faydası bulunmaktadır. Risk yönetiminin kurum ve ülke bazında sağladığı katkılardan bazıları aşağıda listelenmiştir (Gürer 1997, Çam 2005):

- Risklerden kaynaklanan kayıp ve zararların azaltılması ya da giderilmesi, işletme mallarının, makine ve teçhizatın uğrayabileceği zararın kontrol edilebilmesi, milli ekonominin kayıplarını engellemektedir.
- İşletme kayıplarının azaltılması, işletmede üretim giderlerini azaltarak karı artırmaktadır. Yükselen kar miktarının işçi ücretlerine yansıtılması olumlu anlamda alım gücünü etkilemekte ve bu durum ekonomiyi canlandırmaktadır. Pazara yönelik ihtiyacın artması, yeni pazar arayışlarına ve dolayısıyla ihracata iterek ülke ekonomisinin gelişmesine katkı sağlamaktadır.
- Risklerin gerçekleşmesi sonucu ortaya çıkan üretim kesintileri ortadan kalkmakta; böylece, çalışanlar için işsiz kalma ve ücret kaybı olasılığı söz konusu bulunmamaktadır.
- Belirsizliğin ortadan kalkması çalışanlar için daha rahat ve huzurlu bir ortam sağlamakta ve çalışanlar güvenilir ve sağlıklı kararlar alabilmekte, daha istekli ve

etkin çalışabilmektedirler. Böyle bir ekonomide toplam verimlilik artmakta, sosyal riskler ve bunların neden olabileceği olumsuzluklar engellenmektedir.

- İşletmelerin aşırı riskli kaynaklara para bağlaması önlenmekte, üretim sürekli ve verimli biçimde yapılmakta, işletmelerin nakit akışı ve geliri düzenli olmaktadır. Çalışanların ücretlerine de yansımaları halinde toplam gelirin düzenli artış gösterdiği bir ekonomi, kriz ya da sıkıntı konusu olmamaktadır.
- İş kazası (yaralanma ve ölüm olayları) azalmakta bunlardan kaynaklanan kayıp ve zararların karşılanması, ücret ve gelir kaybı olasılığı ortadan kalkmaktadır. Ekonomi için en önemli kaynak sayılan ve değeri biçilemeyen tek unsur olan insan hayatı hususunda sağlanan bu fayda, risk yönetiminin en olumlu sonucudur.
- İşletmeler riskleri daha iyi tanımak amacı ile pazar yapısını ve özelliğini araştırmaktadırlar. Pazarı iyi tanıyan işletmelerin ürün yenileme ve geliştirme programları daha başarılı olabilmektedir.
- Böylece başarılı risk yönetimi yapan işletmeler sürekli büyüyerek yeni yatırımlara yönelebilmektedir. Bunun sonucunda yeni iş alanları açılmakta ve daha çok insana istihdam olanağı doğmaktadır (Gürer 1997, Çam 2005).

Proje ile ilgili herhangi bir fizibilite çalışması, gelecekle ilgili birçok varsayımı gerekli kılmaktadır. Sistemik risk yönetimi belirsizliğin ölçülmesine yardımcı olmaktadır. Videman'a (1986) göre sistemik risk yönetiminin avantajları;

- Projenin başarısını artıracak varsayımların araştırılması,
- Risklerin kontrol edilmesi için faaliyetler üzerinde dikkatlerin toplanması ve
- Faaliyetlerin maliyet faydalarının değerlendirilmesidir.

İncir (2003), risklerin dikkatli bir şekilde yönetilmesi sonucunda;

- Etkili bir stratejik planlamanın gerçekleştirileceğini,
- Olumsuz sonuçlardan kaçınmak için daha düşük önleme maliyetlerinin ortaya çıkarılacağını,
- Sürekli iyileştirme sürecinin gerçekleştirilmesi ve karar vermede kolaylık sağlanacağını,
- Proje sonuçlarının tahmini değerlere daha yakın gerçekleşeceğini,
- Proje hedeflerine ulaşmakta zorlukların minimize, fırsat kullanımının maksimize edilebileceğini belirtmektedir.
- Risk yönetiminin uygulanmasının genel anlamda projeye birçok katkısı bulunmaktadır. Bu katkılardan bazıları aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir:
- Karar verme mekanizmasını daha sistemik ve de proaktif kılmak, nesnelliği azaltmak,
- Her bir riskin göreceli önemini ve proje üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak,
- Projenin tüm safhalarının ve farklı senaryoların incelenmesi ile genel çerçevenin yöneticiler tarafından çok iyi anlaşılması,
- Firmanın proje üzerindeki hassasiyetinin müşteriler tarafından anlaşılması,
- Proje yönetim birimlerine proje neticesinin bir olasılık dağılımında dolayısı ile kendi performansları doğrultusunda gerçekleşeceği yönünde motivasyon ve
- Organizasyon içi iletişimin takım ruhunun ve de tecrübenin artırılması (Özcan 2010).

Risk yönetim çalışmaları, yalnızca problemin oluşmadan önlenmesini sağlamakla kalmayıp, önemli fırsatları da yakalama olanağı sunacaktır. Risk yönetimi ile iki açıdan yarar elde edilecektir. Birincisi, problemlerin oluşmadan önlenerek ya da sonuca olumsuz etkilerini en aza indirgeyerek performans, maliyet ve çizelgede belirlenen hedeflere ulaşmaktır. İkincisi ise, büyük risklerin temel nedenlerinin belirlenerek, önleme çalışmaları ile atılım niteliğinde kazançlara ulaşmaktır. Örneğin; yeni teknoloji kullanılması kararı önemli ölçüde risk almayı gerektirirken; rekabetçi bir ürünle pazara hakim olmayı ve büyük fırsatları da getirecektir. Yüksek riskli kararlar, risklerin iyi yönetilmemesi durumunda önemli kayıplara neden olabilecektir (Kaya 2010).

Yapılan çalışmalar göstermektedir ki; risk yönetimi için gerekli olan pazar araştırmaları, proje planlaması ve stratejik hedeflerin oluşturulması, projelerin daha detaylı incelenmesini sağlayarak, kurumsal yapının oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Başarılı bir risk yönetimi, proje maliyetlerinin artmasını engelleyerek hatta uygun fırsatların kullanılması ile maliyetlerin azaltılmasını sağlayarak, öncelikle proje ve kurum bazında karı artıracak ve büyük ölçekte ülke ve dünya ekonomisine ivme kazandıracaktır. Yapılan çalışmalar başarılı bir risk yönetimi sonucunda ivme kazanan ekonominin, toplum düzenin sağlanması ve üretkenliğin artırılmasında da etkili olabileceğini göstermektedir.

2.2.3. Risk yönetimi süreci

Al-Bahar ve Crandall (1990), yükleniciler açısından ele aldıkları risk yönetim sürecini şu şekilde tanımlamaktadırlar: Risk yönetimi, proje süreci içinde ortaya çıkabilecek riskleri gidermek, azaltmak ya da kontrol altına alabilmek için yapılan sistematik bir tanımlama, analiz ve riske uygun strateji geliştirme sürecidir.



Şekil 2.1. Risk yönetim süreçleri

Risk yönetimi, risk analizi sonucunda ortaya konan ve yorumlanan risklerin önüne geçmek veya azaltmak amacıyla uygun, maliyet etkin karşı önlemlerin alınması işlemidir. Şekil 2.1’de gösterildiği üzere risk yönetimi risklerin belirlenmesi, analizi, kontrolü ve raporlama süreçlerinden oluşmaktadır. Risk tanımlama, projenin ana elementlerini ve

bunlara bağı olan risklerin tümünü belirlemez. Risk analizi, tüm bu elementleri farklı risk düzeylerine göre sınıflandırmadır. Risk kontrolü, riskleri azaltabilecek denetimlerin saptanmasıdır. Risk etkisinin hangi şartlarda azaltılabilmesi veya önlenbilmesi adına hareket ve karar verme sürecini içerir. Risk raporlama, proje üyelerinin, çalışma grubunun ve üst yönetiminin bilgilendirilme eylemidir (Özcan 2010).

Risk yönetimi, risk analizi sonucunda ortaya konan ve yorumlanan risklerin önüne geçmek veya azaltmak amacıyla uygun, maliyet etkin karşı önlemlerin alınması işlemidir. Riskin potansiyel zarar kadar fırsat da içerdiği felsefesine dayalı bir risk yönetiminde;

- Belirsizlik tanımlanmakta, çözümlenmekte ve tepki verme süreci gözden geçirilmektedir.
- Fırsatlar ortaya çıkarılmakta ve tehdit/tehlikelerin etkileri azaltılmaktadır.
- Risk derecesi ya da büyüklüğü sayısallaştırılmakta ve kabul edilebilir risk düzeyi ya da eşik değer ya da risk toleransı belirlenmektedir (Çam 2005).

Risk yönetimi genellikle temel planı destekleyen acil durum planının hesaplanması ve geliştirilmesi üzerinde durmaktadır (Chapman ve Ward 1997). Dolayısıyla risk yönetim süreci dahilinde öngörülemeyen riskler karşısında hazırlanan beklenmedik durum planları da yer almaktadır. Literatür araştırmasından da anlaşıldığı üzere her proje kendine özgü ve tek olduğundan risk yönetim süreci her projede farklılık göstermektedir. Çünkü risk yönetim planı projeye entegre olarak, proje risklerine ve şartlarına göre şekillenmektedir. ISO 31000 (2009)'da risk yönetim sürecinin, yönetimin ayrılmaz bir parçası, kültürle ve pratikle iç içe geçmiş ve organizasyonun iş süreçlerine tam olarak uygun olması gerektiği vurgulanmıştır.

Uğur (2006) ise risk yönetim aşamalarını şu şekilde sıralamaktadır:

- **Riskin tanımlanması:** Riskin kaynağı ve tipi belirlenmektedir.
- **Riskin sınıflandırılması:** Risk tipi göz önünde bulundurularak bunun kişi veya kuruluş üzerindeki etkisi değerlendirilmektedir.
- **Risk analizi:** Riskin veya risk gruplarının tipine bağlı sonuçlar, analitik teknikler kullanılarak değerlendirilmektedir. Çeşitli risk ölçüm teknikleri kullanarak riskin etkilerine değeri biçilmektedir.
- **Risk tutumu:** Risk hakkındaki herhangi bir karar, kararı alan kişi veya kuruluşun tutumundan önemli ölçüde etkilenecektir.
- **Risk tepkisi:** Riskin ne şekilde yönetilmesi gerektiği (bir başka tarafın üzerine aktararak mı yoksa yüklenilerek mi) ele alınmaktadır.

2.3. Proje Risk Yönetimi

2.3.1. Proje kavramı

Proje, belirlenmiş bir probleme çözüm üretmek amacıyla, belirli süre ve bütçe dahilinde, birbiriyle ilişkili ve ortak hedefi bulunan faaliyetler bütünüdür. Bir başka

tanıma göre proje; “bir sonuca ulaştırılması gereken özgün, dinamik ve süreli bir değişim sürecidir” (Kindinger 1999). Projelerin tanımı, aşağıdaki belirleyici özelliklerin ortaya konulması ile yapılabilir;

- Bir ihtiyacın giderilmesini ya da bir problemin çözümünü sağlamaktır..
- Projede temel hedef, söz konusu ihtiyacın giderilmesi ya da problemin çözümüdür.
- Önceden belirlenen bir süre, maliyet ve kalite düzeyine sahiptir.
- Hedefe yönelik faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için; malzeme, insan gücü, makine, süre ve para gibi kaynaklara ihtiyaç duyar.
- Birden fazla katılımcı projelerin aynı ya da farklı süreçlerine dahil olabilir.
- Kendine özgü ve tekrar edilemez yapıdadır.
- Bir iş programına ve yaşam döngüsüne sahiptir.
- Varsayımları net ve kabul edilebilirdir.
- Bünyesinde var olan belirsizliklerin bitime doğru azaldığı birbiriyle bağlantılı faaliyetlerden oluşur ve bu faaliyetler farklı katılımcılar tarafından yürütülebilen karmaşık bir süreçtir.

2.3.2. Tipik proje riskleri

Projelerde karşılaşılan en büyük sorunlardan biri projenin planlanan zamanda bitirilememesidir. Kaynakların doğru kullanılmaması sonucu pek çok proje başarısızlıkla sonuçlanmaktadır Projenin zamanında bitmemesinin sonuçlarına bakıldığında pek çok neden görülebilmektedir. Proje süresi tahminleri yapılmadan belirlenen proje bitiş süresi, sonuna gelindiğinde projenin başarısızlığı olarak karşımıza çıkacaktır. Ya da belirlenen sürede, tedarikçilerin taahhütlerine uymamaları, proje ekibinin gerekli çalışmaları zamanında yürütmemesi gibi öngörülmemiş sorunlar dolayısıyla işlerin yapılamaması gibi sorunlar projeyi başarısızlığa götürür. Doğru geliştirilen proje süresi tahminleri projenin başarısızlık riskini azaltmaktadır (Kuyucu 2008).

Büyük ölçekli projelerde aşağıdaki risk değişkenleri ile tipik olarak karşılaşılmaktadır:

- **Teşvik Riskleri:** Faaliyetleri desteklemek için yapılan yatırımların kaybedilme olasılığı (projeden vazgeçme)
- **Pazar Riski, hacim:** Tahmini satış değerlerine ulaşamama olasılığı
- **Pazar Riski, fiyat:** Gerçek birim fiyatların tahmin edilenden daha düşük olma olasılığı.
- **Politik Riskler:** Kamulaştırma, vergi rejimleri ve çevresel kuralları kapsayan ayırımcı yasal ve düzenleyici değişiklikler, ayrıcalıklar, kargaşa, grev, savaş, istila, terörizm gibi kontrol edilemeyen politik olaylar.
- **Teknik Riskler:** Projenin, ilgili teknik şartnameler ve kanunlarda istenilen gereklilikleri yerine getirememesi olasılığı

- **Finansman Riskleri:** Projeden beklenen gelirler elde edilemediğinden projenin finansmanın sağlanamaması, giderlerin gelirlerden fazla olması olasılığı
- **Çevresel Riskler:** Projenin, toplum tarafından ve kurallar çerçevesinde kabul edilemeyecek düzeyde çevreye zarar verme olasılığı
- **Maliyet Tahmini Riskleri :** Projenin iş kalemlerine ait birimlerde ya da birim fiyatlarında hata yapılması, beklenen maliyet değerlerinin aşılması
- **Gecikme Riski:** Projenin belirlenen sürede teslim edilememe olasılığı
- **İşletme Riskleri:** Tesisin tüm fonksiyonel olmaması, planlanan hacimde ve kalitede üretim yapamaması olasılığı
- **Organizasyonel Riskler:** Projenin gerçekleştirilmesi amacı ile bir araya getirilen farklı birimlerin uyum içinde çalışamamasından kaynaklı proje performansında düşüş yaşanması olasılığı
- **Entegrasyon Riski:** Projenin temel katılımcıları olan işveren, yüklenici, tasarımcı ve sponsorun iletişim problemi yaşaması riski
- **Mücbir Sebepler:** Kontrol ötesindeki olayların oluşma olasılığı, doğal afetler (Jaafari 2001, Çam 2005).

2.3.3. Proje risk yönetimine giriş

Günümüz dünyasında, projeler daha karmaşık hale gelip rekabet gittikçe zorlaşmakta ve bu durum risk yönetimini, başarılı bir proje yönetimi için kritik bir etken haline getirmiştir. Riskler projenin amaçları üzerindeki potansiyel etkileriyle değerlendirildikleri için etkin risk yönetimiyle proje başarısı arasında doğrudan bir ilişki vardır (Baloi ve Price 2003, Cavlı 2010).

Proje risk yönetimi, risk yönetimi ile ilgili planlama, tespit etme, analiz etme, strateji oluşturma, izleme ve kontrol süreçlerinin oluşturduğu bir döngüdür. Proje risk yönetiminin temel amacı, proje hedeflerine olumsuz etkisi olabilecek riskleri minimize etmek ve proje için yeni kazanımlar sağlayabilecek fırsatlardan yararlanmaktır.

Proje düzeyinde değerlendirildiği takdirde risk olgusuna yönelik tanımlar aşağıda belirtilmiştir:

- Proje hedeflerini olumsuz yönde etkileyen, belirsiz olayların (şanslarının) olasılıklarının birikerek artan etkisidir.
- Bir olayda ortaya çıkabilecek birçok risk biraz ileri görüş ve hünerle fırsata dönüşebilir.
- Projelerdeki riskler ihmal edildiği zaman fırsatlarda gözden kaçırılır (Karaçar 2000).

Proje risk yönetiminde asıl amaç, belirsizliği fırsatlara doğru yönlendirerek risklerden uzak tutmaktır. Her türlü projede girdi, süreç, çıktı ve geri bildirimlerden oluşan döngüyle basit bir yönetim söz konusuysa risk yönetiminde belirsizlik, olasılık

veya tahmin edilemeyen durumlar söz konusudur. Proje risk yönetimi, muhtemel ters olaylar gerçekleştikten sonra müdahale değil, bu olaylar gerçekleşmeden yapılan hazırlıklardır. İleriye dönük planlarla projeyi amaçlardan sapmadan başarıya ulaştırabilecek alternatif planı seçmek mümkündür (Kuyucu 2008).

2.3.4. Proje risk yönetimi metodolojileri

Proje risk yönetimi üzerine farklı yaklaşımların bulunmakta ve proje risk yönetimini başarı ile sürdürmek için bir tane “doğru” yol vardır genellemesi yapılamamaktadır. Herhangi bir proje için en iyi yaklaşım, çoğunlukla projenin kendine özgü yapısı çerçevesinde şekillenmektedir. Bununla beraber, tüm risk yönetimine evrensel olarak uygulanan belirli ilkeler bulunmaktadır (Pennock vd. 2002, Çam 2005).

Günümüzde, en kapsamlı ve altyapısı kuvvetli proje risk yönetimi metodolojilerini ve süreçlerini; Chapman tarafından APM (Proje Yöneticileri Derneği) için çalışmalarına başlanan, 1997’de Simon tarafından geliştirilen PRAM (Proje Risk Analiz ve Yönetimi); 1998’de İnşaat Mühendisleri Enstitüsü (ICE) tarafından geliştirilen RAMP (Projeler için Risk Analizi ve Yönetimi) ve Proje Yönetim Enstitüsü (PMI) tarafından yayımlanan Proje Yönetimi Bilgi Birikimi Kılavuzu (PMBOK) oluşturmaktadır (Süllüoğlu 2019).

2.3.4.1. Proje risk analizi ve yönetimi (PRAM)

Proje Risk Analizi ve Yönetimi (PRAM) Kılavuzu Proje Yöneticileri Derneği için 1997’ de Chapman tarafından hazırlanmıştır. PRAM, risk yönetim sürecini birkaç yıl başarıyla kullanan çok sayıda kuruluşun deneyimlerinin diğer proje yöneticileri ile paylaşarak, risk yönetimini projeler için resmi bir yönetim sürecine evirmeyi amaçlamaktadır. Projenin tüm paydaşları tarafından, risk yönetim sürecinin proje yönetiminin diğer alanları ile entegre olarak yürütülmesi gerektiğini öneren PRAM, risk yönetim sürecini, 9 kademe tanımlamıştır (Süllüoğlu 2019):

1. **Tanımla:** Tanımlama aşaması ile projenin kapsam, maliyet, süre ve güvenlik hedeflerinin açık ve net bir şekilde ortaya konulması ve proje aktivitelerinin belirlenerek iş programının, maliyet tahminlerinin ve kaynak planlamasının gerçekleştirilmesi ve tüm çıktıların birbiri ile doğru şekilde entegre edilmesi amaçlanmaktadır. Tanımlama safhasında, projenin tüm önemli unsurlarının açık, anlaşılır ve ortak bir anlayışla tespit edilmesi önem teşkil etmektedir.
2. **Odaklan:** Odaklanma aşamasında, risk yönetim sürecinin kapsamını tanımlamak ve risk yönetim sürecinin tüm katılımcılar tarafından açık ve net bir şekilde anlaşılması amaçlanmaktadır.
3. **Tespit Et:** Risk kaynaklarının tahmin edilmesine yönelik araştırmaların yapılacağı, risklere karşı oluşturulabilecek tepkilerin belirlenmesi ve planlanan tepkilere yönelik nelerin istenmeyen bir şekilde ilerleyebileceğinin belirlendiği aşamadır.
4. **Yapı:** Yapı aşamasının amacı, basitleştirici hipotezlerin teste tabi tutulması ve gereksinim görüldüğünde fırsatların daha da azalmasına karşı daha kompleks bir yapının kurulabilmesidir.

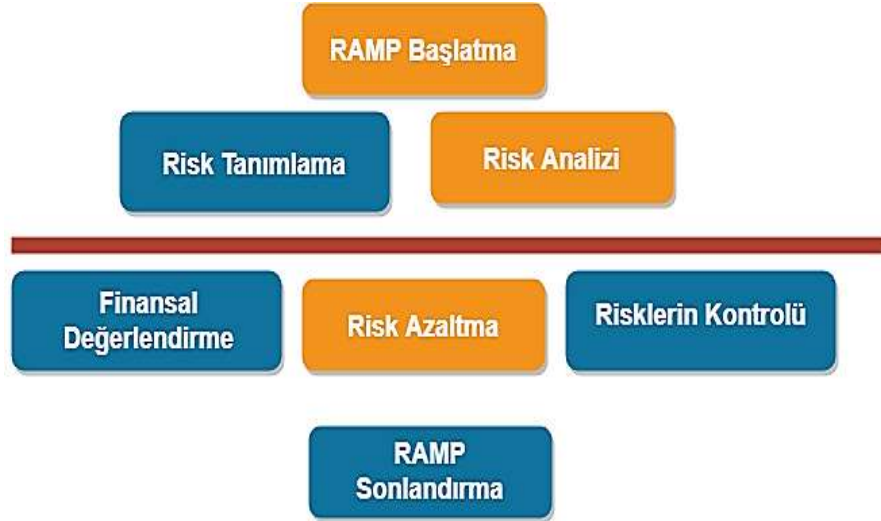
5. **Sahiplik:** Belirlenen risk ve risk tepkilerinin sorumluluk dağılımının yapıldığı süreçtir.
6. **Tahmin Et:** Tahmin safhası maliyet, zaman, kalite vb. performans ölçümlerini kapsamakta ve verilerin derlenmesi ve analizinin gerçekçi ve düzgün yapılabilmesi için yüksek önem içeren alanlara ait belirsizliklerin tanımlanmasıdır.
7. **Değerlendir:** Değerlendirme aşamasının amacı, kararların işverenin bakış açısıyla, tahmin aşamasının sonuçlarının sentez ve değerlendirilmesidir.
8. **Planla:** Plan aşaması, proje yönetimi süreci için uygulamaya ve ilgili risk yönetimi planlarına taban oluşturacak proje planı üretmektir. Hazırlanan proje planı için önceki risk yönetim sürecinin tüm çalışmalarını kullanır.
9. **Yönet:** Tüm risk yönetim sürecinin, projenin gerçek ilerlemesini ve ilgili risk yönetim planlarını izlemeyi, bu planlardan herhangi bir ayrılışa cevap vermeyi ve yakın gelecek için daha ayrıntılı planlar geliştirmeyi amaçlayan bir yönetim aşaması vardır (Chapman 1997).

2.3.4.2.Projeler için risk analizi ve yönetimi (RAMP)

Projeler için risk analizi ve yönetimi (RAMP) süreci ise inşaat sektörü için tasarlanmıştır, ancak yine de kapsam, yapı ve fikir açısından PRAM sürecininkine benzer özelliklere sahiptir. RAMP, risklerin etkin bir şekilde yönetilebileceği ve bunlara yüklenen Finansal değerlerin yer aldığı, kapsamlı, projenin tüm yaşam döngüsünü kapsayan bir çerçevedir. RAMP süreci risk azaltımını kolaylaştırır ve risklerin kontrolü için bir sistem sağlar. RAMP süreci projenin yaşam döngüsünde farklı zamanlarda gerçekleştirilen dört ana faaliyetten oluşmaktadır (Süllüoğlu 2019):

- Proses Başlatma: Yatırım yaşam döngüsünün erken zamanlarında yürütülür
- Risk Gözden Geçirme: Anahtar kararlardan önce veya aralıklı olarak yürütülür.
- Risk Yönetimi: Risk gözden geçirmeleri arasında sürekli olarak yürütülür.
- Proses Sona Erdirme: Yatırım yaşam döngüsünün sonunda veya vakitsiz sona erdirmelerde yürütülür.

Her aktivite, her bir proses adımları sayısını oluşturan birçok aşamalardan meydana gelir. İlk ve son aktiviteler, proses başlatma ve proses sona erdirmeye, sadece birer kez gerçekleştirilir. Yatırım yaşam döngüsü boyunca hayati aşamalarda veya zaman aralıklarında gerçekleştirilen çok sayıda risk gözden geçirmesi vardır. Risk yönetimi aktiviteleri, önceki risk gözden geçirmelerinden üretilen analizlere, stratejilere ve planlara dayalı risk gözden geçirmeleri arasında sürekli olarak gerçekleştirilir (Çam 2005).



Şekil 2.2. RAMP süreci

- **RAMP Başlatma:** Proje hedefleri, kapsamı ve süre planlaması ile ilgili; projenin yaşam döngüsü boyunca risklerin değerlendirilmesi ve yönetimi için geçerli tüm stratejilerin belirlendiği süreçtir.
- **Risk Tanımlama:** Proje hedeflerini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilecek tüm belirsizlik ve risk kaynaklarının ve hedeflere yönelik kilit parametrelerin tespit edilmesi, risklerin birbirini nasıl etkilediğinin ve risk analizi için sınıflandırmanın nasıl yapılacağının tayin edildiği süreçtir. Risk yönetiminin en kritik aşamasını oluşturur.

Risk Analizi: Belirlenmiş olan tüm risklerin; projede gerçekleşme olasılığı, gerçekleşmesi durumunda proje hedeflerine olan etkisi, projenin hangi aşamasında ya da faaliyeti esnasında en yüksek gerçekleşme olasılığının bulunduğu, risklere karşı alınacak önlemler sonrasında proje ve kurum için kabul edilebilir risk düzeyinin belirlenmesi amacı ile nitel ve nicel teknikler yardımı ile analizinin gerçekleştirildiği aşamadır.

- Riskin olasılığı/frekansı
- Risk oluşursa potansiyel sonuçları
- Yatırımın tüm yaşam döngüsü süresince oluşan riskin en olası frekansı
- Risklerin etkisinin muhtemel zamanlaması
- Risk değerlendirme tabloları kullanarak, olasılığı sonuçlarla birleştirme yolu ile kabul edilen değer

Aşağıdakilere yol açabilecek riskleri tanımlamak ve sınıflandırmak için özel ilgi ve dikkat gösterilmelidir:

- Ciddi veya kritik sonuçlar veya yüksek beklenen değerler
- Fevkalade olumlu sonuçlar

Finansal Değerlendirme: Bir yatırım modeli ve parametre tahminleri kullanarak, risklerin yatırımın tüm yaşam net bugünkü değeri üzerindeki bütün etkileri belirlenmelidir.

Risk Azaltma: Riskleri azaltma ve olumsuz etkilerini hafifletme etkin risk yönetiminin esasını oluşturur. Eğer doğru olarak uygulanırsa, başarılı bir risk azaltma stratejisi projenin Finansal kazançlarındaki olumsuz değişiklikleri azaltır. Risk azaltma projenin başlangıcından sona erdirilmesine kadar tüm aşamaları kapsamalıdır. Risk yönetimi stratejisi bağlamında risklerle mücadele etmek için dört tane ana yol vardır. Riskler;

- Azaltılabilir veya elimine edilebilir
- Transfer edilebilir
- Kaçınılabilir
- Üstlenilebilir veya paylaşılabılır

Ayrıca, belirsizlikleri azaltmak için araştırmalar yapmaya değip değmediği de sorulabilecek bir sorudur.

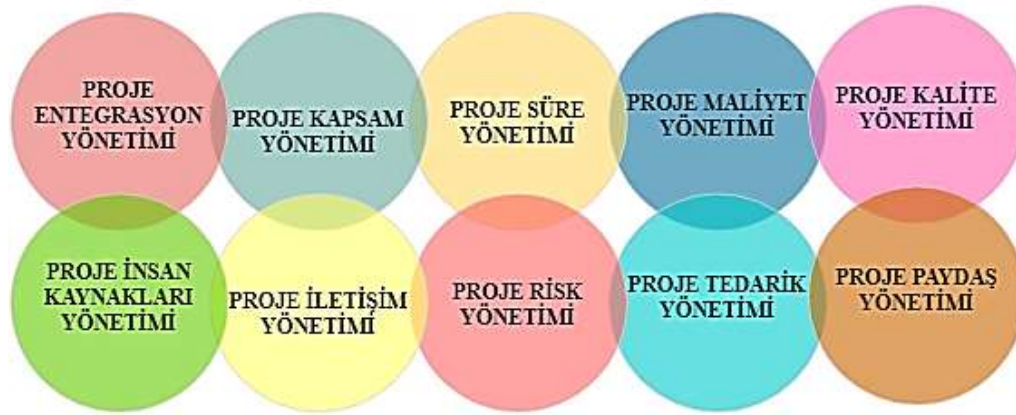
Risklerin Kontrolü: RAMP'in bu aşamasındaki anahtar görev arta kalan risklerin analizi, risk azaltma stratejileri ve risk tepki planlarına dâhil olan risklerin izlenmesidir. Yatırım yaşam döngüsünün kalan aşamalarındaki diğer riskler de ayrıca izlenmelidir. Risklerdeki önemli bir değişiklik veya yeni riskler hemen rapor edilmeli ve değerlendirilmelidir.

RAMP Sonlandırma: Yatırım yaşam döngüsünün sonunda veya projenin sonlandırılmasından önce, yatırımın, yatırıma uygulanan RAMP prosesinin katkısının ve etkinliğinin geriye dönük gözden geçirmesi yapılacaktır. Gözden geçirmenin sonuçları, ilerideki yatırımlar için kolaylıkla kullanılmak üzere, RAMP sona erdirme raporuna kaydedilecektir.

2.3.4.3. Proje yönetimi bilgi birikimi (PMI)

Proje Yönetim Enstitüsü (PMI) farklı ülkelerden 100.000'in üzerinde üyeye sahip proje yönetimi alanında faaliyet gösteren bir kurum olmakla beraber, yayınlamış olduğu Proje Yönetimi Bilgi Birikimi (PMBOK) Kılavuzunu proje yönetim alanındaki gelişmeler doğrultusunda güncellemektedir. PMBOK, proje yöneticilerinin iş birliğini ve bilgi birikimini yansıtan ve çeşitli türlerdeki projelere uygulanması nedeniyle proje yönetiminin temel ilkelerini sağlayan bir araçtır (PMBOK 2017).

PMBOK sürecinin önemi, Amerika Ulusal Standartlar Enstitüsü (ANSI) standardına olan eğilimindedir. PRAM ve RAMP, bir "İngiliz-Avrupalı" nın proje risk yönetim tarzını yansıtmaktadır; bunun yanında PMBOK 'un Proje Risk Yönetim Bölümü, Kuzey Amerika ve Avrupa'dan gelen katkılar ile hazırlanmıştır. Buna rağmen, Kuzey Amerika ve Avrupa'daki proje yönetim uygulamaları çok büyük farklılık göstermemektedir (Arıkan 2005, Süllüoğlu 2019). PMBOK proje yönetimi süreçlerini on adet ana bilgi alanına ayırmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. PMBOK bilgi alanları

PMI, Proje Yönetim Bilgi Birikimi Kılavuzu (PMBOK) olarak adlandırılan sektör katılımcıları tarafından risk yönetimi uygulamasının kayıt dışılığını ortadan kaldırmak için, olumlu olayların olasılığını artırmak, olumsuz olayların olasılığını azaltmayı hedefleyen bir risk yönetimi metodolojisi önermiştir. Bu metodolojinin Proje risk yönetim ile ilgili süreçleri şu şekilde tanımlanmıştır.

Risk yönetim planlaması: Risk yönetimi planlaması, bir proje için risk yönetimi faaliyetlerinin nasıl yürütüleceğini belirleme sürecidir. Risk yönetim planı, proje yönetimi süreci boyunca risk yönetim sürecini desteklenmesini ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamak için tüm paydaşlarla iletişimi desteklemekte, hayati önem taşımaktadır. Dikkatli ve açık planlama diğer risk yönetimi süreçleri için başarı olasılığını artırır. Planlama, risk yönetimi faaliyetleri için yeterli kaynak ve zaman sağlamak, riskleri değerlendirmek için üzerinde anlaşmaya varılmış bir temel oluşturmak için de önemlidir. Risk yönetimi planlama süreci, bir proje tasarlandığında başlamalı ve proje planlamasından önce tamamlanmalıdır.

Risk tanımlama: Riskleri tanımlamak, hangi risklerin projeyi etkileyebileceğini ve özelliklerinin belgelenebileceğini belirleme sürecidir. Bu sürecin temel faydası, mevcut risklerin belgelenmesi ve olayları öngörmek için proje ekibine bilgi ve yetenek sağlamasıdır. Riskleri tanımlamak yinelemeli bir süreçtir; çünkü proje, yaşam döngüsü boyunca ilerledikçe yeni riskler gelişebilir veya bilinebilir. Her döngüde yineleme ve katılım sıklığı duruma göre değişir. Risk analizlerinin formatı, her bir riskin etkili analiz ve yanıt geliştirmeyi desteklemek amacıyla açık ve net bir şekilde anlaşılmalı, tutarlı olmalıdır. Risk beyanı, bir riskin diğer risklere karşı projedeki etkilerini karşılaştırma yeteneğini desteklemelidir. Süreç, proje ekibini içermelidir; böylece riskler ve ilgili risk müdahale eylemleri için bir mülkiyet ve sorumluluk duygusu geliştirebilir ve korunabilir.

Kalitatif risk analizi: Kalitatif risk analizinin gerçekleştirilmesi, meydana gelme olasılığını ve etkilerini değerlendirerek ve birleştirerek daha fazla analiz veya eylem için riskleri önceliklendirme sürecidir. Bu sürecin temel faydası, proje yöneticilerinin belirsizlik düzeyini azaltmalarına ve yüksek öncelikli risklere odaklanmalarına olanak tanımasıdır. Kalitatif risk analizinin gerçekleştirilmesi, risklerin ortaya çıkma olasılığını veya tanımlanmış risklerin önceliğini, risklerin ortaya çıkması durumunda proje hedefleri

üzerindeki etkiyi, ayrıca yanıt için zaman çerçevesi ve kuruluşun maliyet, program, kapsam ve kaliteden oluşan proje kısıtlamaları ile ilgili risk toleransı gibi diğer faktörleri değerlendirir. Bu tür değerlendirmeler, proje ekibinin ve diğer paydaşların risk tutumunu etkiler. Bu nedenle etkili değerlendirme, kalitatif risk analizi işlemini gerçekleştirirken kilit katılımcıların açık bir şekilde tanımlanmasını ve risk yaklaşımlarının yönetilmesini gerektirir. Bu risk yaklaşımları, tanımlanmış risklerin değerlendirilmesinde önyargı oluşturduğunda, önyargıyı tespit etmeye ve düzeltmeye dikkat edilmelidir.

Kantitatif risk analizi: Kantitatif risk analizini yapmak, tanımlanmış risklerin genel proje hedefleri üzerindeki etkisini sayısal olarak analiz etme sürecidir. Bu sürecin en önemli faydası, proje belirsizliğini azaltmak için karar vermeyi desteklemek amacıyla niceliksel risk bilgisi üretmesidir. Kantitatif risk analizi, potansiyel olarak ve esasen projenin rekabet taleplerini etkileyecek şekilde, kalitatif risk analizi sürecinin öncelik verdiği riskler üzerinde gerçekleştirilir. Kantitatif risk analizi gerçekleştirme işlemi, bu risklerin proje hedefleri üzerindeki etkisini analiz eder. Genellikle projeyi etkileyen tüm risklerin toplam etkisini değerlendirmek için kullanılır. Riskler kantitatif analizden geçerken, süreç bu risklere bireysel olarak öncelikli notu atayabilir. Kantitatif risk analizini gerçekleşmesi, genellikle kalitatif risk analizi işlemini takip eder. Bazı durumlarda, uygun modellerin geliştirilmesi için veri eksikliğinden dolayı kantitatif risk analizi işleminin gerçekleştirilmesi mümkün olmayabilir. Proje yöneticisi, niceliksel risk analizinin gerekliliğini ve uygulanabilirliğini belirlemek için uzman kararı kullanabilir. Zaman ve bütçe mevcudiyeti, risk ve etkilerle ilgili niteliksel veya niceliksel ifadelere duyulan ihtiyaç, herhangi bir projede hangi yöntem ya da yöntemlerin kullanılacağını belirleyecektir.

Risk Tepki Planlama: Risk tepki planlama, fırsatları geliştirmek ve proje hedeflerine yönelik tehditleri azaltmak için seçenekler ve eylemler geliştirme sürecidir. Bu sürecin en önemli yararı, riskleri önceliklerine göre ele almak, kaynak ve faaliyetleri bütçeye, programa ve proje yönetim planına gerektiği şekilde eklemektir. Risk tepki planlama süreci, eğer kullanılıyorsa kantitatif risk analizi işlemini takip eder. Her bir risk tepkisi, riski ele alacak mekanizmanın anlaşılmasını gerektirir. Bu, risk tepki planının istenen etkiye sahip olup olmadığını analiz etmek için kullanılan mekanizmadır. Anlaşmaya varılan ve finanse edilen her risk tepkisinin sorumluluğunu üstlenmek üzere bir kişinin belirlenmesi ve atanmasını içerir. Risk tepkileri, riskin önemi için uygun, proje kapsamında gerçekçi, ilgili tüm taraflarca üzerinde mutabakata varılmış, sorumlu bir kişiye ait olmalıdır. Genellikle, çeşitli seçeneklerden optimum risk tepkisinin seçilmesi gereklidir.

Risklerin Kontrolü: Risklerin kontrolü, risk tepki planlarının uygulanması, belirlenen risklerin izlenmesi, kalan risklerin izlenmesi, yeni risklerin tanımlanması ve proje boyunca risk süreçlerinin etkinliğinin değerlendirilmesi sürecidir. Bu sürecin temel faydası, risk tepkilerini sürekli olarak optimize etmek için proje yaşam döngüsü boyunca risk yaklaşımının etkinliğini artırmasıdır. Risklerin kontrol süreci, proje yürütme sırasında üretilen performans bilgilerinin kullanılmasını gerektiren varyans ve trend analizi gibi teknikleri uygular. Risklerin kontrolü, alternatif stratejilerin seçilmesini, bir beklenmedik durumun veya geri dönüş planının yürütülmesini, düzeltici önlemlerin alınmasını ve proje yönetim planının değiştirilmesini içerebilir. Risk yanıtı sahibi, planın etkinliği, beklenmedik etkiler ve riskin uygun şekilde ele alınması için gerekli her türlü düzeltme hakkında periyodik olarak proje yöneticisine rapor verir. Risklerin kontrolü,

gelecekteki projelerin faydaları için proje dersleri veri tabanları ve risk yönetimi şablonları da dahil olmak üzere Organizasyonel süreç varlıklarının güncellenmesini de içerir.

2.3.5. Risk yönetimi planı

Risk yönetim planı, proje planlarını oluşturan elemanlar kümesidir ve projeler başlamadan önce hazırlanmaktadır. Şekil 2.4'te örnek bir risk yönetim planı gösterilmekte olup, devamında her bir risk yönetimi sürecinde kullanılabilecek yöntem ve gereçler listelenmiştir. (Dorofee vd. 1996, Çam 2005).



Şekil 2.4. Risk yönetim planı (Dorofee vd. 1996)

Risk yönetiminin tanımlama sürecinde kullanılabilecek yöntem ve gereçler:

- Risk belirleme ve analiz detayları
- Beyin fırtınası
- Periyodik risk raporları
- Proje ile ilgili sorular
- Risk bilgi dokümanları
- Sınıflandırma
- Anket

Risk yönetiminin analiz sürecinde kullanılabilecek yöntem ve gereçler:

- İlişkilerin belirlenmesi
- Çubuk Diyagramlar
- Risk belirleme ve analiz detayları
- İkili değerlendirme
- Karşılaştırmalı risk sıralaması

- İlan etme
- Pareto analizi
- Risk formları
- Risk bilgi dokümanları
- Bilimsel sınıflandırma

Risk yönetiminin planlama sürecinde kullanılabilecek yöntem ve gereçler:

- Faaliyet listeleri
- Detaylı planlama
- Karar akış grafikleri
- Problem çözüm planları
- Beyin fırtınası
- Sebep-sonuç analizi
- Fayda-maliyet analizi
- Çubuk diyagramlar
- İlişki diyagramları
- PERT tabloları
- İş kırılım yapısı
- Risk bilgi dokümanları

Risk yönetiminin izleme sürecinde kullanılabilecek yöntem ve gereçler:

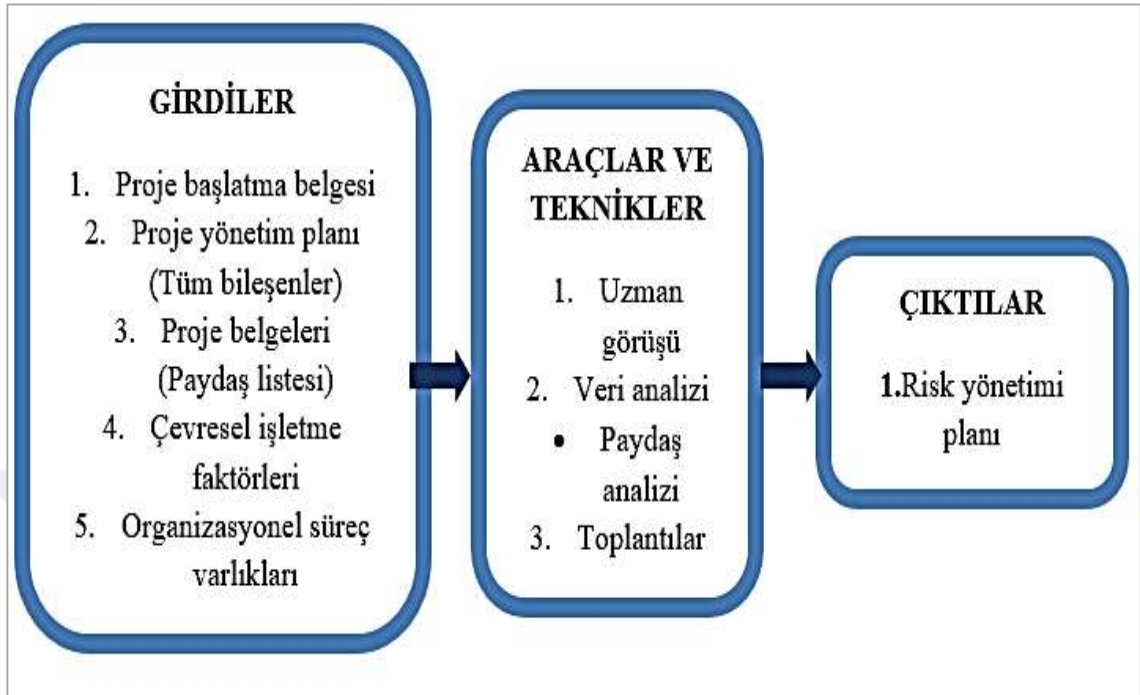
- Çubuk diyagramlar
- Etki azaltma durum raporu
- Risk bilgi dokümanları
- Risk izleme tabloları
- Önleme tabloları
- Zaman korelasyon grafiği
- Zaman grafikleri

Risk yönetiminin kontrol sürecinde kullanılabilecek yöntem ve gereçler:

- Risk belirleme ve analiz detayları
- Beyin fırtınası
- Periyodik risk raporları
- Proje ile ilgili sorular
- Risk bilgi dokümanları
- Sınıflandırma
- Anket

Risk yönetiminin planlanması, proje için risk yönetimi aktivitelerinin nasıl yürütüleceğini tanımlama sürecidir. Bu sürecin ana yararı, risk yönetiminin derecesi, türü ve görünürlüğünün hem riskler hem de projenin organizasyon ve diğer paydaşlar için önemi ile orantılı olmasını sağlamasıdır. Bu süreç, projede bir kez veya önceden

tanımlanmış noktalarda gerçekleştirilir. Sürecin girdileri, araçları ve teknikleri, çıktıları Şekil 2.5'te gösterilmektedir.



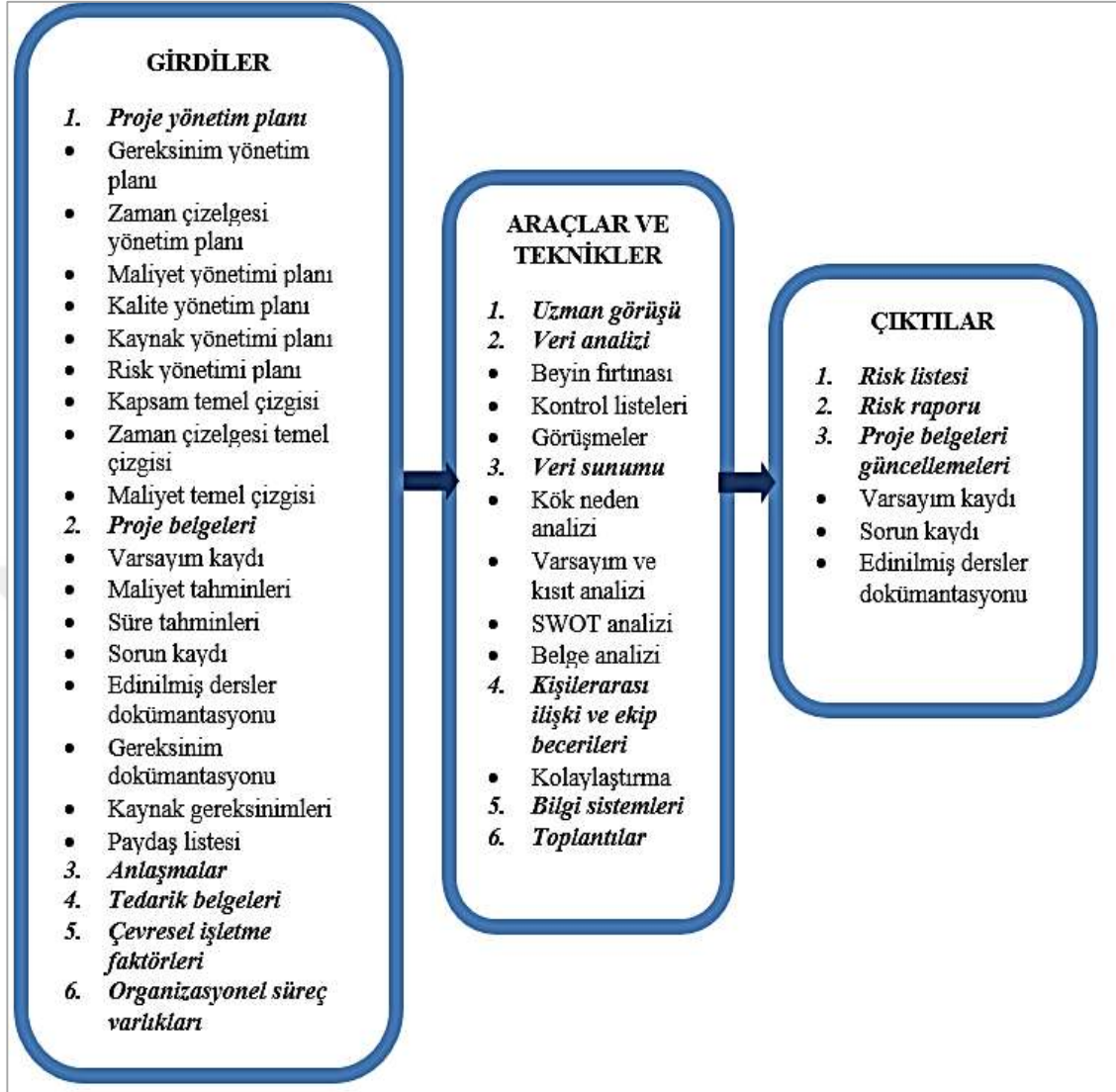
Şekil 2.5. Risk yönetiminin planlanması (PMBOK 2017)

Risk yönetimi planlama süreci, bir projenin tasarımı aşamasında başlamalı ve uygulama başlangıcında tamamlanmalıdır. Proje kapsamının büyük ölçüde değiştiği durumlarda ya da risk yönetimi etkinliğinin gözden geçirilmesi sonucu risk yönetim sürecinin yeniden tasarlanması gerektiği durumlarda, risk yönetimi planlama sürecinin tekrar yapılandırılmasına ihtiyaç duyulabilmektedir.

2.3.6. Risklerin Tanımlanması

Bir risk kaynağının analiz edilip değerlendirilebilmesi için tanımlanmış olması gerekmektedir. Tanımlama, proje ile ilgili belli önemdeki risk kaynaklarının, sistematik ve devamlı olarak ortaya konması ve sınıflandırılması çalışmasıdır. Risk kaynaklarını belli gruplar içinde tanımlamak daha kolaydır. Amaç, hangi tip risk olaylarıyla karşılaşılacağını anlamaya çalışmaktır (Şener 2012).

Risk yönetimi sistemini ilk aşamasındaki amaç, söz konusu proje ile ilgili belirsizliklerin ve risk faktörlerinin belirlenmesi ve bu faktörlerin proje üzerindeki potansiyel etkilerinin saptanmasıdır. Araştırmalar ve tecrübe göstermiştir ki projenin büyüklüğüne ve doğasına göre 5-10 adet ana risk faktörü tespit edilmesi sağlıklı ve de yeterli olmaktadır (Thompson ve Perry 1979, Özcan 2010).



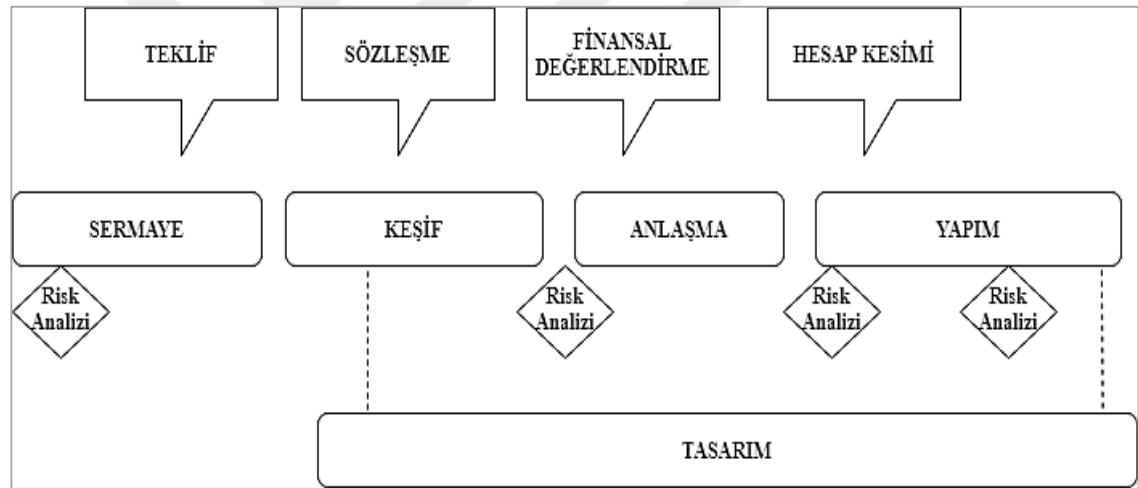
Şekil 2.6. Risklerin tanımlanması (PMBOK 2017)

Risklerin tanımlanması, tekil risklerin yanı sıra genel risk kaynaklarını belirleme ve bunların karakteristik özelliklerini belgeleme sürecidir. Bu sürecin ana yararı, mevcut tekil proje risklerini ve genel proje risk kaynaklarını belgelemesidir. Ayrıca bilgiyi bir araya getirmekte ve proje ekibinin tanımlanmış risklere uygun şekilde yanıt vermelerine yardımcı olmaktadır. Bu süreç, projenin döngüsü içerisinde sürekli olarak gerçekleştirilmektedir. Sürecin girdileri, araç ve teknikleri, çıktıları Şekil 2.6'da gösterilmektedir. Risklerin tanımlanması, tekil proje risklerinin ve genel projenin kaynaklarını dikkate almaktadır. Risk tanımlama aktivitelerinin katılımcıları arasında; proje yöneticisi, proje ekibi üyeleri, proje risk uzmanı, müşteriler, proje ekibinin dışından konu uzmanları, son kullanıcılar, diğer proje yöneticileri, operasyon yöneticileri, paydaşlar ve organizasyon içinden risk yönetimi uzmanları bulunabilmektedir. Ancak tekil risklerin belirlenmesinde tüm proje paydaşlarının tanımlamaya dahili teşvik edilmelidir (PMBOK 2017).

Risk belirleme sürecinde, riskin farkına varılması ve algılanması öncelikli önemdedir. Proje risklerinin belirlenmesinde, benzer proje verileri ve dokümanları, iş akış şemaları, süreç çıktıları ilk olarak incelenmektedir. Çıktı olarak elde edilen risk tanımlamaları, risklerle ilgili alınacak karar ve risk azaltma süreçleri için gerekli girdileri oluşturmaktadır. Risklerin belirlenmesi süreci genellikle subjektif bir bakış açısıyla değerlendirilmektedir. Bu sebeple başarılı bir risk tanımlama süreci bilgi, deneyim ve sezginin bileşimine ihtiyaç duymaktadır. Riskleri belirlemek için tekniklerden yararlanmak, subjektiflik payını azaltabilecektir. Risk tanımlama süreci içinde sıklıkla başvurulan teknikler arasında; görüşmeler, beyin fırtınası, toplantılar, kontrol listeleri, kök neden analizi, SWOT analizi, Delphi tekniği, varsayım analizi bulunmaktadır.

2.3.7. Risk analizi

Risk yönetiminde, riskin tanımlanması sürecini risk analizi aşaması izlemektedir. Risk analizi belirlenmiş olan risklerin, proje üzerindeki potansiyel etkilerinin araştırıldığı süreç olarak tanımlanabilmektedir. Risk analizinin projenin başlangıç sürecinden bitimine kadar tekrar edilmesi gerekmektedir. Risk analizinin proje boyunca tekrarlanması gereken kritik noktalar Şekil 2.7’de verilmiştir. Risk analiz aşaması hem nitel hem de nicel analiz tekniklerini kapsamaktadır.



Şekil 2.7. Proje süreçlerinde risk analizi (Özcan 2010)

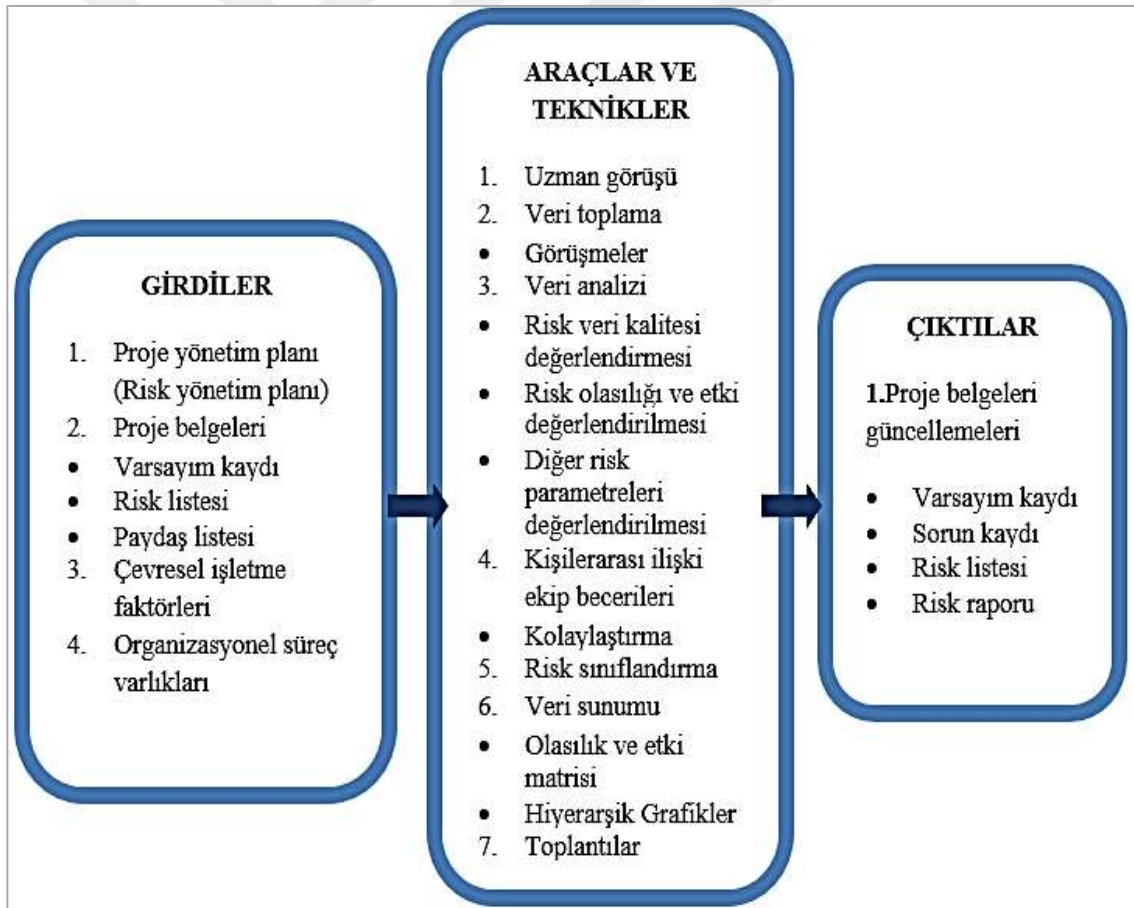
Risk analizinin özellikle gerekli olduğu proje tipleri ise aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- Büyük ölçekte yatırım gerektiren makro-ekonomik düzeydeki projeler,
- Dengesiz ve düzensiz nakit akış tablolarının yürürlükte olduğu belirlenen projeler,
- Yeni teknolojilerin deneneceği büyük projeler,
- Alışlagelmemiş hukuki düzenlemelerin ve sözleşme tiplerinin geçerli olduğu projeler,
- Belirsiz ekonomik ve Politik parametrelere duyarlı ortamlarda gerçekleştirilen projeler
- Katı kuralların konulduğu, özellikle çevre koruma ve güvenlik önlemlerinin yer aldığı projeler (Birgönül ve Dikmen 1996)

Risk analiz yöntemleri risk kaynağının ciddiyetini, meydana gelme olasılığını ve meydana gelme zamanını saptamaya yarar. Olası tüm senaryolar incelenerek risk kaynağının yaratabileceği sonucun maliyeti bulunmaya çalışılır. Analizin ilk adımında maruz kalınabilecek riskli durumlara dair veriler toplanır. Bu veriler ya geçmiş kayıtlardan ya da işin uzmanı kişilerden alınır. Daha önceki projelerden elde edilen kayıtlar varsa bu kayıtlar nesnel veri olarak kabul edilip analizlerde kullanılabilir. Ne yazık ki inşaat uygulamalarında bu tür verilere ulaşmak mümkün olmamaktadır. Bu sebeple, uygun veriler genelde konu ile ilgili uzmanların kişisel bilgilerinin sorgulanması ile elde edilmektedir (Al-Bahar ve Crandall 1990).

2.3.7.1. Nitel risk analizi

Nitel risk analizinde, tanımlanan riskler olasılık ve etkilerinin niteliksel analiz metotları kullanılarak değerlendirilmektedir. Nitel analizler genelde risk seviyesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Nitel risk analizi, riski tanımlamak için yapılan eleme çalışması, daha ayrıntılı bir analiz gerektirdiğinde ya da nicel analizde ihtiyaç duyulan miktarda sayısal veri bulunmadığında da kullanılmaktadır (Kuyucu 2008).



Şekil 2.8. Niteliksel risk analizinin yapılması (PMBOK 2017)

Nitel risk analizinin yapılması tekil proje risklerini, diğer özelliklerinin yanı sıra gerçekleşme olasılıklarını ve etkilerini değerlendirmek suretiyle daha ileri analiz veya

eylem için önceliklendirme sürecidir. Bu sürecin ana yararı, yüksek öncelikli riskler konusundaki çabalara odaklanmasıdır. Bu süreç, proje boyunca tekrar edilmektedir. Sürece ait girdiler, araç ve teknikleri, çıktılar Şekil 2.8’de gösterilmektedir. Niteliksel risk analiz süreci, tanımlanan tekil risklerin meydana gelme olasılıkları kullanılmak üzere önceliklerini, gerçekleşmesi halinde ise proje hedeflerine olan etkisini ve diğer faktörleri değerlendirmektedir. Bu değerlendirmeler, proje ekibi ve diğer paydaşların risk algılarına bağlı olması sebebiyle subjektif özelliktedir. Dolayısıyla etkin bir değerlendirme, nitel risk analizi sürecinin ana katılımcılarının risk tutumlarının açık bir şekilde tanımlanmasını ve yönetilmesini gerektirmektedir (PMBOK 2017).

Nitel risk analizi tekniklerinden bazıları aşağıda kısaca özetlenmiştir:

Uzman görüşü: Projede tanımlanan risklerin olasılığını ve etkisinin büyüklüğünü belirlemede görüşme teknikleri kullanılır. Uzmanlar ile yapılacak görüşmeler sonucunda projenin temel hedeflerinde sapmaya neden olabilecek faktörler belirlenebilmektedir.

Risk olasılığı ve etki değerlendirmesi: Belirli bir riskin gerçekleşme olasılığı ve riskin proje süre, maliyet, kalite ve performans hedeflerine olan etkisine dayanan bir değerlendirme tekniğidir.

Beyin fırtınası: Bir grup insanın yaratıcı bir şekilde düşünerek fikir üretmesi tekniğidir. Beyin fırtınası, mevcut bazı kural ve teknikleri kullanarak yeni fikirlerin ortaya çıkarılması yöntemidir. Beyin fırtınasının sağladığı yararları şu şekilde sıralamak mümkündür (Kaya 2010):

- Yaratıcılığa teşvik eder.
- Kısa sürede çok sayıda fikir üretilmesine olanak sağlar.
- Problemi genele yayar ve ekipteki tüm bireylerin problem ile aynı düzeyde ilgilenmesini sağlar.
- Paylaşımı geliştirir
- Çıktıları, diğer analiz tekniklerine girdi oluşturur.
- Uygun çalışma ortamı yaratır.
- Çalışanlarda sorumluluk bilincini geliştirmeye yardımcı olur.
- Çalışanlar arası iletişimi güçlendirir.

Delfi tekniği: Uzmanların fikir birliğine ulaşmasını sağlayan Delfi tekniğine, proje risk uzmanları birey olarak değil de grup olarak katılmaktadırlar. Önemli riskler hakkında bilgi edinmek için bir anket hazırlanır. Sonuçlar özetlenir ve daha ileri yorumlar alınmak üzere tekrar uzmanlara dağıtılır. Bu işlem birkaç kez tekrarlandıktan sonra bir uzlaşmaya varılır. Delfi yöntemi, bilgi toplamadaki yanlı ve taraflı tutumu azaltmakta ve çıkan sonuçlardan dolayı katılanların tesir altında kalmasını engellemektedir (Gürer 2008).

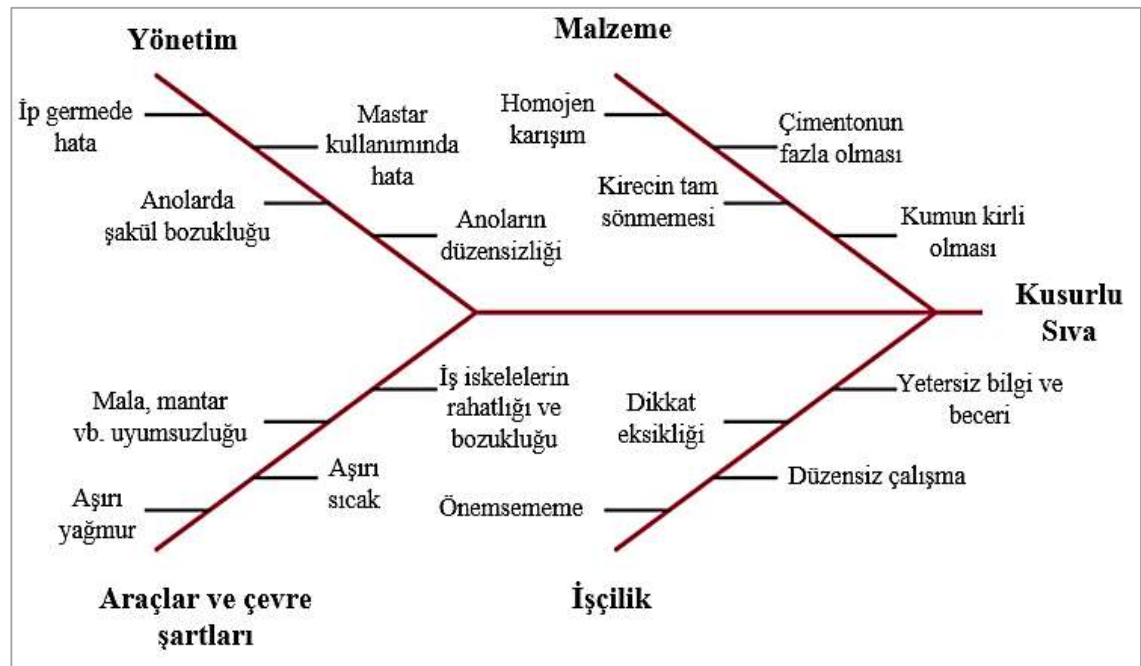
SWOT analizi: Farklı sektörlerde geniş kullanım alanına sahip olan bir risk analizi tekniği olan SWOT analizi, inşaat proje risklerinin analiz edilmesinde sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Teknikte 4 adet ana unsur ayrı olarak incelenmekte ve birbirlerine olan üstünlükleri incelenmektedir. SWOT analizi sayesinde sırf iç riskler değil harici bütün riskler de ortaya konabilmekte ve eğer olumlu yönler olumsuzları aşıyor ise pozitif bir yönelme ortaya çıkartmaktadır. SWOT analizinde temel başarı, doğru soruyu sorup,

bu soruya doğru cevabı verebilmekte yatmaktadır. SWOT analizi genel itibarı ile bir matris içerisinde gösterilir. Her 4 temel unsurdan biri bir hücrede gösterilir ve 2'ye 2 bir dörtgen oluşturulur (Şener 2012).

SWOT analizinin ilk bölümü projenin güçlü yanlarını belirtmektedir. Bu bölüm SWOT adının içindeki S, yani Strength'ten gelmektedir. İkinci bölümde ise olumsuz koşullar listelenmekte ve projenin zayıf yönlerini vurgulamaktadır. Adını da SWOT içerisinde W'dan, yani Weakness kelimesinden almaktadır. Üçüncü bölümde ise proje fırsatları sıralanmaktadır. O ile ifade edilir ve İngilizce anlamı Opportunity olan kelimedenden gelir. Dördüncü ve son bölüm ise projenin ne tür risk ve tehditlerle karşılaşabileceğini ifade eder. Adı de yine tehdit anlamına gelen Threats kelimesinden gelmektedir (Şener 2012).

Balık kılçığı diyagramı: Risk ve etkenleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Örneğin, kusurlu bir imalatın oluşmasında etken olan malzeme, işçilik, yönetim, araçlar ve çevre şartları olabilmektedir. Diyagramın oluşturulmasında izlenilecek yöntem aşağıda sıralanmıştır.

- Risk özelliklerinin belirlenmesi
- Belirlenen özelliklerden bir tanesini kâğıdın sağ tarafına yazarak, soldan sağa doğru sırt kılçığının çizilmesi
- Özelliğin bir dörtgen içerisine alınarak etkileyen ana nedenlerinin büyük kılçıklar olarak dikdörtgen içine alınması
- Ana nedenleri etkileyen ikincil nedenler orta kılçıklar olarak ikincil nedenleri etkileyen üçüncül sebepler ise küçük kılçıklar olarak yazılması
- Her faktöre bir etki oranı verilmesi ve önemli olan faktörler belirlenmesi
- Varsa diğer gerekli bilgilerin kaydedilmesi



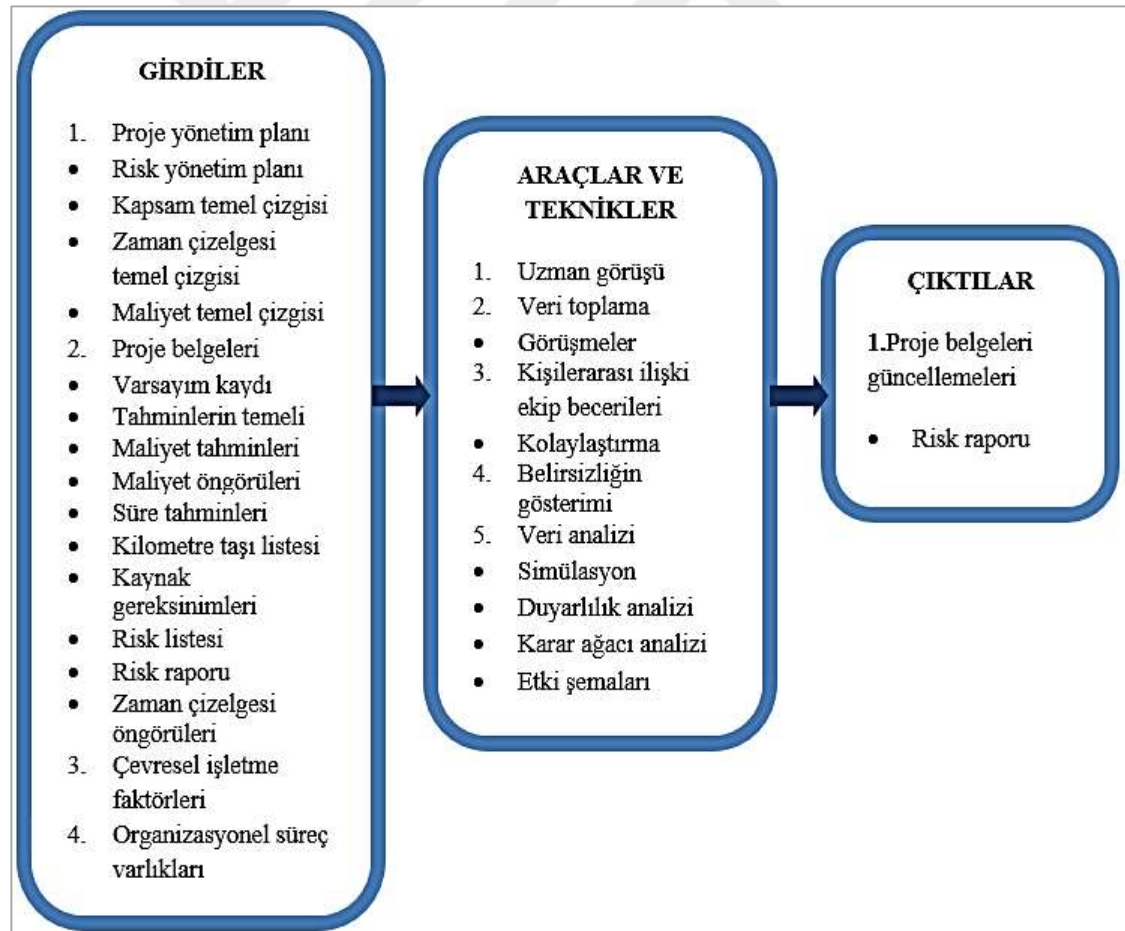
Şekil 2.9. Örnek balık kılçığı diyagramı (Akyıldız 2010)

Balık kılıcı diyagramı hazırlanırken nedenler, önce küçük kılıçıklardan orta kılıçıklara ve daha sonra orta kılıçıklardan büyük kılıçıklara doğru ilerleyecek şekilde sistematik bir şekilde düzenlenmelidir. Şekil 2.9’ da kusurlu bir sıva imalatı ile ilgili olarak düzenlenmiş bir balık kılıcı diyagramı görülmektedir (Akyıldız 2010).

2.3.7.2.Nicel risk analizi

Nicel analiz genellikle nitel analizin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Kontrol edilebilir deterministik risklerin hangi durumlarda hangi maliyet veya süre değerlerini alabilecekleri belirlendikten sonra, belirsiz durumların yarattığı stokastik (olasılık dağılımlı) risklerin sonuçlarının belirlendiği vakalar, nicel analizin kapsamındadır. Stokastik risklerin etkilerinin tek bir değer yerine, olasılık dağılımı olarak bulunması, riskleri belirsizlikten çıkarıp birer yönetim problemine dönüştürmektir (Özcan 2010).

Nicel risk analizi işlemleri, her bir riskin olasılığının sayısal olarak gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Proje hedeflerinin başarılabilmesi olasılığının belirlenmesinde, ortaya çıkan risklerin değerlendirilmesinde, risk önceliklerinin ve maliyet boyutunun belirlenmesinde, gerçekçi maliyet ve süre hedeflerinin kararlaştırılmasında nicel risk analizi teknikleri kullanılmaktadır.



Şekil 2.10. Niceliksel risk analizinin yapılması (PMBOK 2017)

Yarı nicel risk analizi, ağırlık göstergeleriyle yapılan kalitatif risk analizi metodudur. Her nitel ölçek için seçilen sayı, olasılık ya da sonucun asıl boyutu için gerçek bir ilişkiyi doğrulamayabilir. Sadece analitik amaçlar için büyüklük sıralaması yapmayı sağlar. Nitel analizlerde elde edilenden fazla olarak, risklerin daha detaylı biçimde önceliklendirilmesi sağlar. Nicel analizlerde olduğu gibi gerçek değerleri sağlamamaktadır (Kuyucu 2008).

Niceliksel risk analizi, tanımlanmış risklerinin ve diğer belirsizlik kaynaklarının genel proje hedefleri üzerindeki birleşik etkisini sayısal olarak analiz etme sürecidir. Sürecin ana yararı genel proje riskine maruz kalmayı ölçmesi ve aynı zamanda risk yanıt planlamasını desteklemek için ilave nicel risk bilgileri sağlıyor olmasıdır. Bu süreç her proje için gerekli olmayıp, ancak kullanılması durumunda proje boyunca tekrar edilmesi gerekmektedir. Sürece ait girdi ve çıktılar, Şekil 2.10'da görülmektedir. Nicel analizi doğru ve etkin bir şekilde gerçekleştirmek, proje riskleri hakkında yüksek kaliteli verinin diğer belirsizlik kaynaklarının yanı sıra kapsam, zaman çizelgesi ve maliyet için esaslı bir temel teşkil eden proje temel çizgisinin kullanılabilirliğine bağlıdır. Niceliksel risk analizi genellikle risk modellerinin geliştirilmesi ve yorumlanması için özel bir risk yazılımı ve uzmanlık gerektirmektedir. Ayrıca nicel analizin gerçekleştirilmesi ilave süre ve maliyete ihtiyaç duymaktadır. Büyük veya karmaşık projeler, stratejik açıdan büyük önem taşıyan projeler, sözleşme gereği olan projeler veya ana paydaşın gerektirdiği projeler için büyük olasılıkla uygun olmaktadır. Nicel risk analizi, tüm proje risklerinin ve diğer belirsizlik kaynaklarının proje sonuçları üzerindeki toplanmış etkisinin değerlendirilmesi yoluyla genel proje riskini değerlendirmek için güvenilir tek metottur (PMBOK 2017).

Nicel risk analizinde kullanılabilecek bazı yöntemlerden aşağıda kısaca bahsedilmektedir:

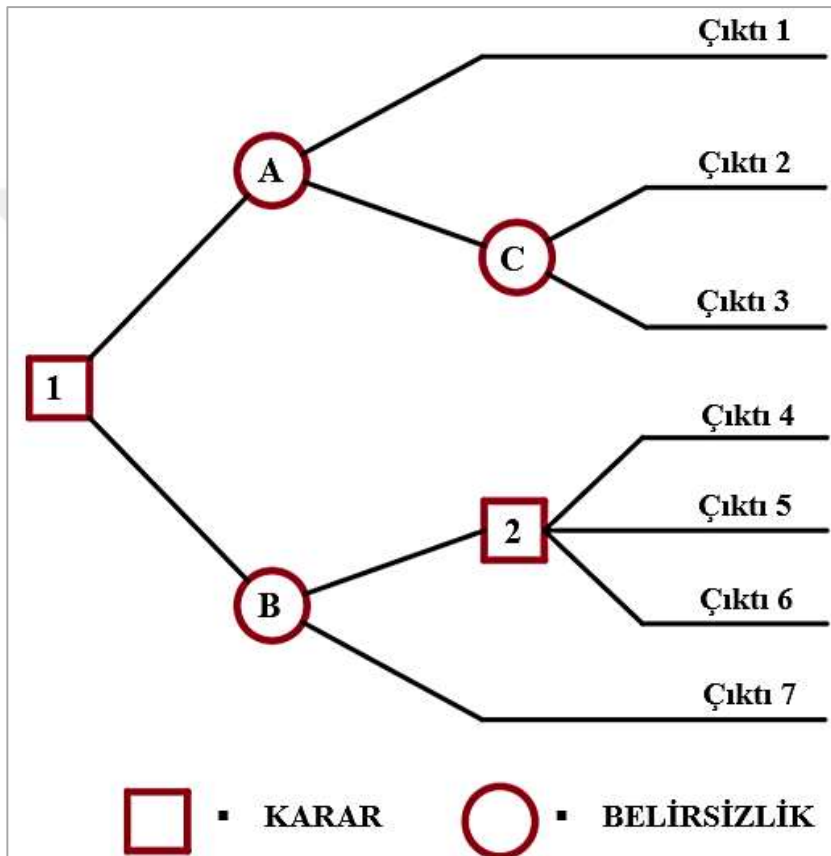
Beklenen parasal değer analizi: Beklenen parasal değer analizi, proje için öngörülen senaryoların gerçekleşmesi ya da gerçekleşmemesi olasılıklarına göre ortalama sonucun hesaplanmasında kullanılan istatistiksel bir metottur. Bu metot uygulanırken, genellikle risklerin beklenen mali değerleri negatif, fırsatların beklenen mali değerleri pozitif olarak adlandırılır. Her bir senaryonun oluşma olasılığı, bu olasılık için öngörülen değerlerin çarpılması ve bunların toplamı ile beklenen mali değer hesaplanabilir (Kuşan 2009; Kaplan 2014)

Bulanık mantık: İncelenen olay çok karmaşık olduğunda ve yeterli bilginin bulunamadığı durumlarda kişilerin görüş ve değer yargılarına yer verildiğinde ya da insan yargısına, kavrayışına ve karar vermesine ihtiyaç duyulduğunda bulanık mantık tekniği tercih edilmektedir. Bulanık mantığın özellikleri Zadeh tarafından şöyle sıralanmıştır (Elmas 2007, Yıldırım 2018):

- Kesin değerlere dayanan düşünme yerine yaklaşık düşünme kullanılır.
- Her şey $[0,1]$ aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bilgi büyük, küçük, çok az gibi sözel ifadeler şeklindedir.
- Çıkarım işlemi sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallarla yapılır.
- Her mantıksal işlem bulanık olarak ifade edilir.
- Matematiksel modeli çok zor kurulan sistemler için uygundur.

Duyarlılık analizi: En temel ve yaygın olarak kullanılan risk analiz metotlarından biridir. Olası proje risklerinin, proje üzerindeki genel etkisini değerlendirmek için kullanılır. Duyarlılık analizi risklerin olasılıklarının belirlenemediği durumlarda karar vermek için kullanılır. Proje risklerindeki bir değişikliğin proje geneline etkileri ve kritik olabilecek risklerin değerlendirilmesinde kullanılır (Hayes vd. 1986, Şener 2012).

Karar ağacı analizi: Adı şeklinden gelmekte olan bu teknikte, karar noktaları ve olasılık değerleri birbiri ardına ağaç gibi gelmektedir. Şekil 2.11’de basit bir karar ağacı örneği yer almaktadır. Dikdörtgen kutu karar noktası olmakla birlikte dairesel olanlar ise olasılık değerlerini ifade etmektedir (Akyıldız 2010).



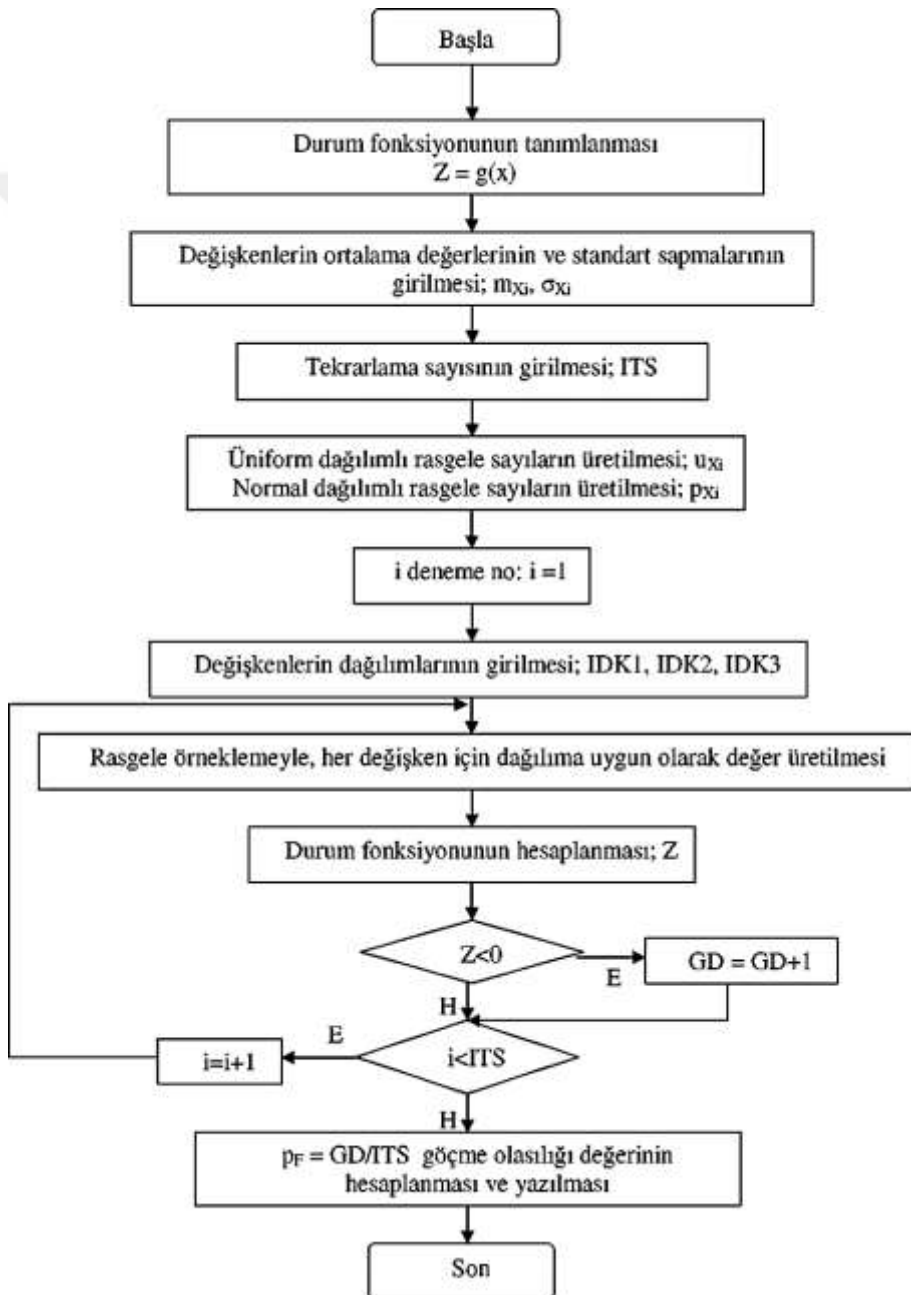
Şekil 2.11. Karar ağacı modeli (Akyıldız 2010).

Monte Carlo Simülasyonu: İstatiksel ve matematiksel tekniklere dayanan bir simülasyon yöntemi olup olasılık teorisi üzerine kurulmuştur. Bu sayede bir deney veya çözülmesi gereken fiziksel bir olay gelişigüzel sayıların defalarca kullanılması sonucu bilgisayar ortamında canlandırılıp çözülmektedir. Analitik sonuçların kolayca elde edilemediği oldukça karmaşık problemlerin anlaşılmasında kolaylık sağlamaktadır. Bu yöntemi diğer sayısal analiz yöntemlerinden ayıran özellik, Monte Carlo tekniğinin eldeki problemin çözümünü oluşturmak için rastgele örnekleme metodunu kullanması ve uygun olasılık dağılımlarına dayanarak değişkenler üzerine stokastik bir model kurmasıdır. Bu sebeple, varılan sonuç her zaman problemin sayısal çözümünün istatistiksel bir tahmini olacaktır.

Monte Carlo simülasyonuna ait temel aşamalar kısaca aşağıda özetlenmiştir (Kurihara ve Nishiuchi 2002, İncir 2003).

- 0 -1 aralığında rasgele sayıların oluşturulması,
- Rasgele sayıların uygun istatistiksel dağılıma göre dönüştürülmesi ve sonuç değerlerin, rasgele değişken olarak belirlemesi,
- Modelde rasgele değişkenlerin, uygun değişkenlerin yerine konulması,
- Model içerisinde istenilen sonuç parametrelerinin hesaplanması,
- İleri istatistiksel analizler için sonuçların kaydedilmesi,
- Yukarıda bahsedilen işlemlerin belirlenen iterasyon sayısı kadar tekrarlanmasıdır.

Monte Carlo simülasyon tekniğinin daha iyi anlaşılması adına tekniğe ilişkin akış şeması Şekil 2.12’de gösterilmektedir (Menteş 2009).

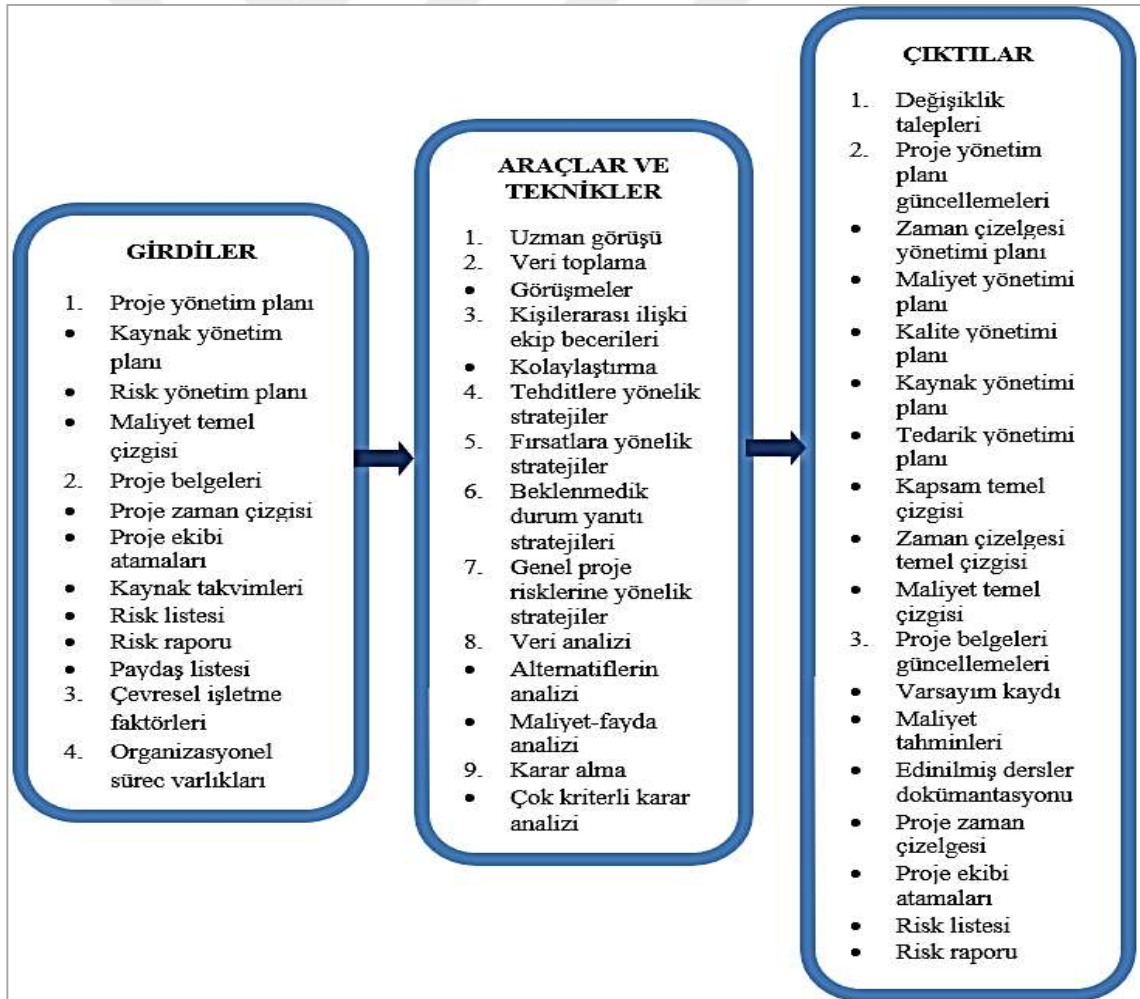


Şekil 2.12. Monte Carlo yöntemine ilişkin akış şeması (Menteş 2009)

Korelasyon ve regresyon analizi: İki veya daha çok sayıda değişken arasında bir ilişki bulunup bulunmadığı, eğer varsa bu ilişkinin derecesinin saptanması istatistikte sık araştırılan konulardan biridir. İstatistik anlamda iki değişken arasındaki ilişki, değerlerinin karşılıklı değişimleri arasında bir bağıllık seklindedir. X değişkeninin değerleri değişirken buna bağlı olarak Y değişkeninin değerleri de aynı veya zıt yönde değişiyorsa, bu iki değişken arasında bir ilişki olduğu söylenebilir. Korelasyon analizi, serbest ve bağımlı değişkenler arasındaki ilişki düzeyini veya derecesini ölçen analizdir. Regresyon, bilinen değerlerden yararlanılıp bilinmeyen durumların tahmin edilmesinde kullanılan bir tekniktir (Düzcan 2010, Kaplan 2014).

2.3.8. Risk yanıtlarının planlanması

Risk yanıtlarının planlanması, seçenekler geliştirme, stratejileri seçme ve genel proje riskine maruz kalma ile başa çıkmaya yönelik olarak eylemler üzerinde anlaşmanın yanı sıra proje risklerini tedavi etme sürecidir. Bu sürecin ana yararı, genel proje riskini ve tekil proje risklerini ele almak için uygun yolların belirlenebilmesidir. Bu süreç aynı zamanda kaynakları atar ve gerektiğinde proje belgelerine ve proje yönetim planına aktiviteler ekler. Sürecin girdileri, kullanılan araç ve teknikler ve süreç çıktıları Şekil 2.13'te gösterilmektedir (PMBOK 2017).

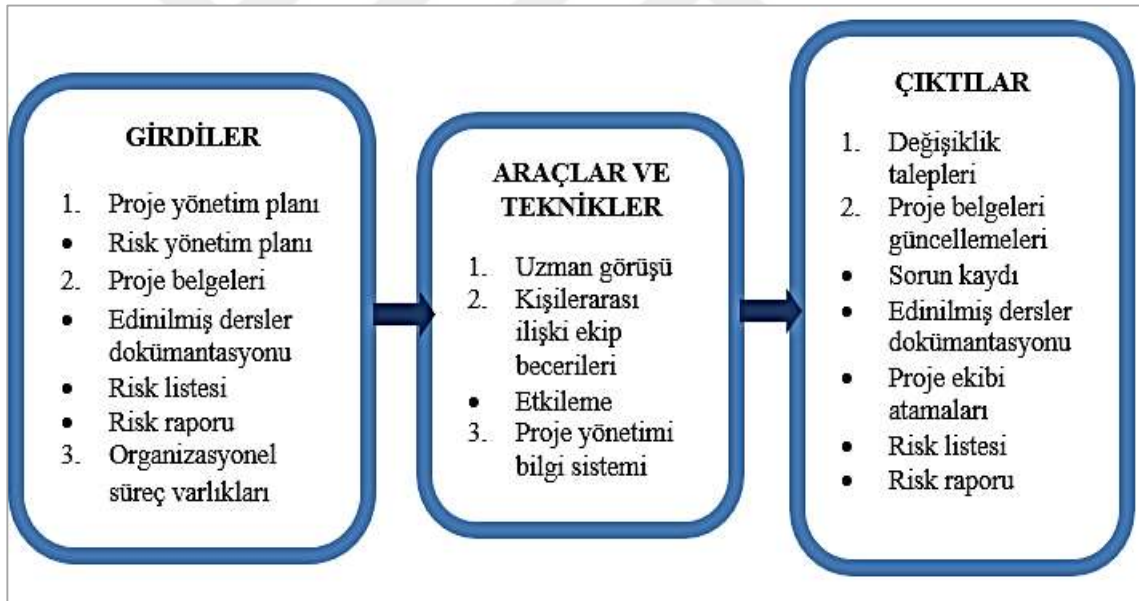


Şekil 2.13. Risk yanıtlarının planlanması (PMBOK 2017)

Etkin ve uygun risk yanıtları tekil tehditleri en aza tekil fırsatları ise en üst seviyeye çekebilir ve genel proje riskine maruz kalma seviyesini azaltabilmektedir. Uygun olmayan risk yanıtları ise ters etki gösterebilmektedirler. Proje yöneticisi, genel proje riskinin mevcut seviyesine nasıl uygun bir şekilde yanıt vereceğini de düşünmelidir. Risk yanıtları riskin önemi için uygun, zorluğun üstesinden gelmek için uygun maliyetli, proje bağlamında gerçekçi, ilgili tüm taraflarca üzerinde karar verilmiş ve sorumlu bir kişi tarafından sahiplenilmiş olmalıdır. Her bir risk için, etkili olması muhtemel strateji veya stratejilerin karışımı seçilmelidir. En uygun yanıtı seçmek yapılandırılmış karar alma teknikleri kullanılabilmektedir. Büyük veya karmaşık projelerde, alternatif risk yanıtları stratejilerin daha sağlam bir ekonomik analizi matematiksel optimizasyon modeli veya gerçek seçenek analizi kullanmak uygun olabilmektedir (PMBOK 2017).

2.3.9. Risk yanıtlarının uygulanması

Risk yanıtlarının uygulanması üzerinde anlaşmaya varılmış risk yanıt planlarının gerçekleştirilmesidir. Bu süreçteki temel fayda, genel proje riskine maruz kalınmanın ele alınması, tekil proje tehditlerini en aza indirecek fırsatları ise en üst seviyeye çekecek risk yanıtlarının planlanana göre gerçekleştirileceğinden emin olunmasıdır. Sürece ait girdi, çıktı ve süreçte kullanılabilecek araç ve teknikler Şekil 2.14'te gösterilmektedir (PMBOK 2017).



Şekil 2.14. Risk yanıtlarının uygulanması (PMBOK 2017)

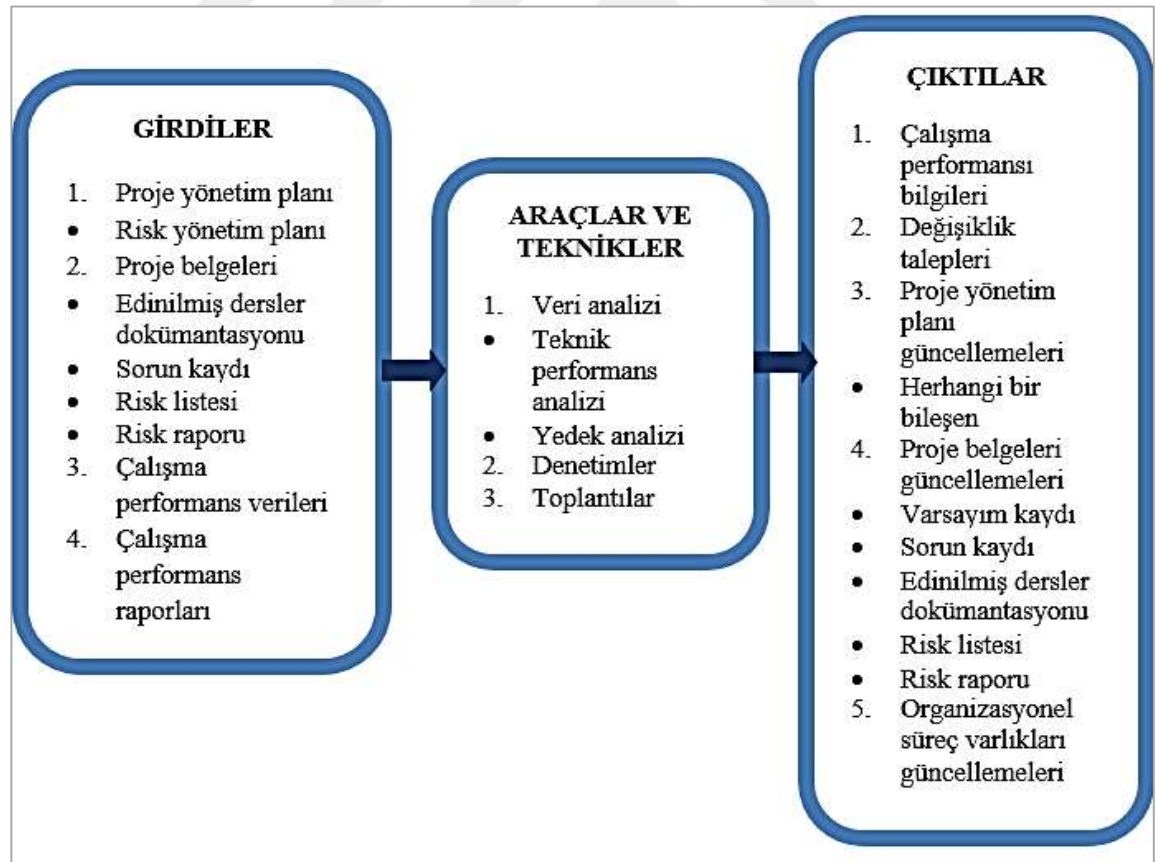
Risk yanıtlarının uygulanmasına verilen önem ve süreçte gösterilecek dikkat, üzerinde tüm paydaşlar tarafından karar verilmiş risk yanıtlarının gerçekten yürütülmesini sağlayacaktır. Proje risk yönetimi ile ilgili yaygın bir sorun, proje ekiplerinin riskleri tanımlamak, analiz etmek ve de risk yanıtlarını geliştirmek için çaba sarf etmesi, daha sonra risk yanıtları üzerinde ortak bir karara varılması ancak riski yönetmek için herhangi bir eylemin gerçekleştirilmemesidir (PMBOK 2017).

2.3.10. Risklerin izlenmesi

Risklerin izlenmesi üzerinde anlaşmaya varılan risk yanıt planlarının uygulanmasının izlenmesi, tanımlanmış risklerin takip edilmesi, yeni risklerin belirlenmesi ve analiz edilmesi ve proje boyunca risk sürecinin etkinliğinin değerlendirilmesi sürecidir. Sürecin temel faydası, proje kararlarının genel proje riskine maruz kalma ve tekil proje riskleri hakkındaki mevcut bilgilere dayanmasını sağlamasıdır. Sürece ait girdi ve çıktılar ve süreçte kullanılabilen araç ve teknikler Şekil 2.15'te gösterilmektedir. (PMBOK 2017).

Risk izlenmesinin ve kontrolünün amacı:

- Riske karşı koyma stratejilerinin planlandığı gibi uygulanıp uygulanmadığını kontrol etmek,
- Riske karşı koyma faaliyetlerinin etkinliğinin kontrolü ve yeni stratejilerin geliştirilip geliştirilemeyeceğini belirlemek
- Projeye ait varsayımların hala geçerli olup olmadığını kontrol etmek
- Risklere ait görünümün ilk duruma göre değişip değişmediğinin kontrolü
- Uygun Politika ve prosedürlerin izlenip izlenmediğinin kontrolü
- Riski ortaya çıkaran olayların kontrolü
- Önceden tanımlanan risklerin ortaya çıkıp çıkmadığının kontrolüdür (İncir 2003).



Şekil 2.15. Risklerin izlenmesi (PMBOK 2017)

Proje ekibinin ve ana paydaşların mevcut riske maruz kalma seviyesinin farkında olmasını sağlamak için proje çalışması, yeni, değişen ve güncel olmayan tekil proje riskleri için ve genel proje riski seviyesinde değişiklikler için risklerin izlenmesi süreci uygulanarak sürekli olarak izlenmelidir. Risklerin izlenmesi süreci, projenin yürütülmesi esnasında oluşturulan performans bilgilerini kullanarak aşağıdakilerin doğru olup olmadığını belirler:

- Uygulanan risk yanıtları etkilidir.
- Genel proje riskinin seviyesi değişmiştir.
- Tanımlanan tekil proje risklerinin durumu değişmiştir.
- Yeni tekil proje riskleri ortaya çıkmıştır.
- Risk yönetimi yaklaşımı halen uygundur.
- Proje varsayımları halen geçerlidir.
- Risk yönetimi Politikaları ve prosedürleri takip edilmektedir.
- Maliyet veya zaman çizelgesi için beklenmedik durum yedekleri değişiklik yapılmasını gerektirmektedir
- Proje stratejisi halen geçerlidir (PMBOK 2017).

2.4. İnşaat Projelerinde Risk Yönetimi

İnşaat sektöründe, diğer sektörlerle kıyasla içerik, kalite, zaman ve maliyet sapmalarına daha sık rastlanmaktadır. Bu durum, inşaat etkinliklerinin uzun süreli olması, karmaşık aşamaları, her bir projenin birbirinden değişik özelliklere sahip olması, dış etkenlerin etkisinde kalması, yüksek maliyetli olması, kullanılan teknikler ve hareketli organizasyon yapısı gibi kendine özgü niteliklerinden kaynaklanmaktadır (Flanagan ve Norman 2003, Akintoye ve Macleod 1997, Smith vd. 2006, Yüzbaşı 2008).

Bir inşaat projesi çoğunlukla değişik beceri ve ilgilere sahip kişilerin bir araya gelmesini ve birbiriyle ilgisiz çok çeşitli etkinliklerin eşgüdümünü gerektirmektedir. Bunun yanında; projenin özellikleri ve dış etkenler de göz önünde bulundurulduğunda bu durum daha da karmaşık bir hal alacaktır. Shen (1997)'e göre tüm bu karmaşıklık sonucunda; çeşitli riskler dolayısıyla maliyet artışlarına, süre gecikmelerine ve düşük kaliteye sahip inşaat projelerine rastlamak fazlaca karşılaşılan bir durumdur (Atakul 2010).

İnşaat projeleri, işverenler, tasarımcılar, yükleniciler, taşeronlar, tedarikçiler gibi birçok paydaşın katılımı ile gerçekleşmektedir. Bu katılımcıları farklı süreçlerde ve düzeylerde etkileyebilecek riskler, bu risklerin etkili analizi ve yönetimi, sektördeki uygulayıcılar için büyük bir sorun teşkil etmektedir (Chatterjee vd. 2018, PMI 2019).

İnşaat projelerinin; maliyet artışı, proje gecikmesi ve hatta proje başarısızlığı gibi sonuçlar doğuran birçok risk kaynağı ile karşı karşıya kalabileceği ortadadır. İnşaat projelerinin; proje, ülke ve pazardan kaynaklanan pek çok belirsizliği bünyesinde barındırması, inşaat projelerinde risk yönetimi uygulamalarını zorlaştırmış ve işlemin sistematik olarak yürütülebilmesi için, değişen senaryolar altında proje performansının ölçülmesi ve geçmiş proje deneyimlerinin yeni projeler için kullanılması gibi konuları kapsayan risk yönetim sistemlerinin geliştirilmesini ve kullanımını kaçınılmaz hale getirmiştir (Arıkan vd. 2005).

İnşaat projelerinde risk yönetimi, kalite, güvenlik, maliyet, zaman yönetimi gibi alanlarda kalmayıp teklif kararı verme, fizibilite çalışmalarında, piyasa araştırmalarında, performans geliştirmede ve acil durum yönetiminde, proje hayat döngüsünün her aşamasında kullanılabilir. İnşaat projeleriyle alakalı karar verme alanlarında risk yönetimi yaygın olarak uygulanabilmektedir (Han vd. 2008).

Tüm bu bilgilerin ışığında; her bir inşaat projesinin kendine özgü, çeşitli ve çok sayıda riski barındırdığı ve bu risklerden projelerin farklı süreçlerine dahil olan paydaşların olumsuz etkilenecek, projelerin temel hedeflerini gerçekleştirmekte başarısız olabileceği açık bir şekilde görülmektedir. İnşaat projelerinde sistematik bir risk yönetiminin, projelerin başarı ile sonuçlandırılması için büyük önem taşıdığını söylemek mümkündür. Sistematik bir risk yönetimi için öncelikli olarak risklerin gerçekçi bir şekilde belirlenmesi, belirlenen risklerin analiz edilerek risklere karşı tepki planlarının oluşturulması ve proje süreci boyunca risklerin ve risk tepkilerinin sürekli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

2.4.1. İnşaat projelerinde risk sınıflandırmaları

İnşaat projelerinde etkili bir risk yönetimi için, risk yönetiminin sistematikleştirilerek proje yönetimine ait diğer bilgi alanlarına entegre edilmesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda risklerin öncelikli olarak doğru bir şekilde tespit edilmesi ve sınıflandırılması gerekmektedir. İnşaat projelerinin yukarıdaki bölümlerde de bahsi geçen çok sayıda katılımcının farklı süreçlerde dahil olmasına; çeşitli malzeme, ekipman ve yapım tekniklerinin bir arada kullanılmasına ihtiyaç duyan tek seferlik ve özgün yapısı risklerin belirlenmesi ve sınıflandırılmasını karmaşıktırmaktadır. Tez çalışmasının bu bölümünde literatürde inşaat proje risklerinin sınıflandırılması üzerine yapılmış olan çalışmalar incelenerek, farklı araştırmacılar tarafından yapılan sınıflandırmalar ortaya konulmaya çalışılmıştır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Literatürde yapılmış olan inşaat proje risklerinin sınıflandırılması

Yıl	Araştırmacı Adı	Risk Sınıfları
1985	Perry ve Hayes	Fiziksel Riskler, Çevresel Riskler, Tasarım Riskleri, Lojistik Riskleri Finansal Riskler, Bina Riskleri
1990	Al-Bahar ve Crandall	Doğal Afet Riskleri, Çevresel Riskler, Tasarım Riskleri, Lojistik Riskleri, Finansal Riskler, Bina Riskleri
2001	Chapman	Çevre, Endüstri, Müşteri, Proje
2002	Dey	Teknik Risk, Finansal ve Ekonomik Risk, Örgütsel Risk, Tanrı Yasaları, Gümrükleme Riski
2003	Tan vd.	Dış Riskler (Çevresel, Finansal, Politik, Sosyal, Pazar) İç Riskler (İletişim, İnşaat, Coğrafi, Yasal, Teknolojik)
2003	Nasir vd.	Çevresel, Geoteknik, İşgücü, İşveren, Tasarım, Şantiye Durumu, Politik, Yüklenici, Ekipman, Malzeme
2004	Wang vd.	Proje Düzeyi, Ülke Düzeyi, Piyasa Düzeyi

devamı arkada

Çizelge 2.3'ün devamı

Yıl	Araştırmacı Adı	Risk Sınıfları
2005	Bing vd.	Makro Düzeyde Riskler (Politik, Makroekonomik, Yasal, Sosyal, Doğal Afet) Bölgesel Düzeyde Riskler (Proje Seçimi, Proje Finansmanı, Artık Risk, Tasarım, İnşaat, Operasyonel); Mikro Seviyede Riskler (Bağlantı, Üçüncü Taraf)
2005	Molenaar	Ekonomik, Çevresel, Üçüncü Taraf, İrtifak Hakkı, Yönetim, Geoteknik, Tasarım, Yapım, İkincil Riskler
2005	Mousa ve Hmaid	Doğal Afetler, Fiziksel, Finansal ve Ekonomik, Politik ve Çevresel, Tasarım, Yapım
2006	Schieg	Kalite Riskleri, Personel Riskleri, Maliyet Riskleri, Süre Riskleri, Stratejik Riskler, Dış Riskler
2006	Zou vd.	Maliyetle İlgili Riskler:, Zamanla İlgili Riskler, Kalite Riskleri, Çevre İle İlgili Riskler, Güvenlik İle İlgili Riskler
2007	Dikmen vd.	Kaynak, Verimlilik, Tasarım, Yönetimsel, Ödeme, Müşteri, Teknik, Altyüklenici
2007	Zou P vd.	Kalite Riskleri, Çevresel Riskler, Güvenlik Riskleri, Maliyetle İlgili Riskler, Zamanla İlgili Riskler
2008	El-Sayegh	İşsel Riskler (İşverenler, Yükleniciler, Altyükleniciler, Tasarımcılar, Tedarikçiler) Dışsal Riskler (Sosyal ve Kültürel, Ekonomik, Politik, Doğal, Diğer Riskler)
2009	Al-Kharashi ve Skitmore	Müşteri, Danışman, İşgücü, Sözleşme, Yüklenici, İlişki, Malzeme
2009	Perera vd.	Ekonomik-Finansal ve Politik Riskler, Teknik ve Sözleşme Riskleri, Yönetimsel Riskler, Dış Riskler ve Saha Riskleri
2010	Zavadskas vd.	Dışsal Riskler (Politik Risk, Ekonomik Risk, Sosyal Risk, Hava Şartları) Proje Riskleri (Süre Riski, Maliyet Riski, Kalite Riski, Yapım Riski, Teknolojik Risk) İşsel Riskler (Kaynak Riski, Paydaş Riski, Şantiye Riski, Belge Ve Bilgi Riski)
2010	Zou ve Li	Ekonomik ve Finansal Riskler, Planlama Riskleri, Sözleşmesel ve Yasal Riskler, Tasarım Riskleri, Jeolojik Riskler, Yapım Riskleri
2010	Cheng vd.	Dış Kaynaklı Riskler (Politik Riskler, Finans Riskler, Doğa Riskler) İç Kaynaklı Riskler (Piyasa Riski, Üretim Riski, Teknoloji Riski, Yönetim Riski, Tamamlanma Riski)
2010	Ebrahimnejad	Organizasyonel Riskler, Teknik Riskler, Dış Kaynaklı Riskler
2011	Nieto-Morote ve Ruz-Vila	Proje Yönetimi Riski, Tasarım Riski, Yapım Riski, Tedarikçi Riski

devamı arkada

Çizelge 2.3'ün devamı

Yıl	Araştırmacı Adı	Risk Sınıfları
2012	Tadayon	Finansal Riskler, İnşaat Riskleri, Talep / Ürün Riskleri, Politik Riskler, Çevresel Riskler, Teknolojik Riskler, Coğrafi Riskler, Geoteknik Riskler, İletişim Riskleri, Yasal Riskler, Sosyal Riskler
2012	Abdul-rahman vd.	Finansal, Yönetimsel, İnşaat, Tasarım, Operasyonel, İş Sağlığı ve Güvenliği
2012	Rezakhani	Dış Kaynaklı Riskler, Operasyonel Riskler, Proje Yönetimi Riskleri, Mühendislik Riskleri, Finansal
2012	Karim vd.	İnşaat, Politik ve Sözleşmesel, Finansal, Tasarım, Çevre
2012	Chileshe ve Yirenkyi-Fianko	Finansal, Kaynak, Teknik, Ekonomik, Çevresel, Operasyonel, Politik, İlişki, Güvenlik, Yasal
2013	Kuo ve Lu	İş Sağlığı Ve Güvenliği Riskleri, İnşaat Yönetimi Riskleri; Tasarım Riskleri, Doğal Afetler, Sosyo Ve Ekonomik Riskler
2013	Li vd.	Genel Risk Faktörleri (Ekonomik Durum, Siyasi ve Sosyal Durum) Kurum İçi Risk Faktörleri (İnşaat Planlama, İnşaat Koordinasyonu ve Kontrolü, Tasarımda Değişim, Tasarım Kalitesi, Malzeme Tedarik Süresi, Malzeme Kalitesi, İşgücü Riskleri, Ekipmanı Durumu) Şantiye Risk Faktörleri (Sıcaklık, Rüzgar Hızı, Saha Koşulu, İnşaat Ekipmanları Durumu)
2013	Hwang vd.	İç Kaynaklı Riskler, Dış Kaynaklı Riskler, Proje Riskleri, Özel Riskler
2014	Choudhry vd.	Sağlık Ve Güvenlik Riskleri, Sözleşme Riskleri, Finansal Riskler, Tasarım Riskleri, Yönetim Riskleri, İnşaat Riskleri, Dış Riskler
2015	Enshassi ve Mosa	Yasal, Fiziksel, Tasarım, Politik, Çevresel, Lojistik, Yönetim, İnşaat
2015	Eker	İç Riskler (İşveren Riskleri, Tasarımcı Riskleri, Sözleşmeye Bağlı Riskler, Taşeronluk Riskleri) Dış Riskler (Finansal Riskler, Düzenleme Riskleri, Politika Riskleri, Çevresel Riskler)
2015	Ahn	İhale, Sözleşme, Tasarım, Satın Alma, İnşaat, Test
2015	Befrouei ve Taghipour	Maliyetle İlgili Riskler, Süreyle İlgili Riskler, Kalite Riskleri, Çevresel Riskler, Güvenlik Riskleri
2016	Sanchez-Cazorla vd.	Tasarım Riskleri, Yasal ve / veya Politik Riskler, Sözleşmeden Doğan Riskler, İnşaat Riskleri, İşletme ve Bakım Riskleri, İşgücü Riskleri, Müşteri / Kullanıcı / Toplum Riskleri, Finansal ve / veya Ekonomik Riskler, Mücbir Sebepler
2016	Sastoque vd.	Siyasi, Makroekonomik, Yasal, Sosyal, Doğal, Proje Seçimi, Finansal, Tasarım, İnşaat, İşletme, İlişki
2016	Zou vd.	Ekonomik, Tasarım, İnşaat
2016	Gómez vd.	Siyasi Riskler, Teknik Riskler, Ekonomik Riskler, Gecikme Riskleri, Yasal Riskler, Sosyal Riskler

devamı arkada

Çizelge 2.3'ün devamı

Yıl	Araştırmacı Adı	Risk Sınıfları
2017	Abd El-Karim vd.	Saha Koşulları Riskleri ; Kaynak Riskleri, Paydaş Riskleri, Proje Riskleri
2017	Dehdasht vd.	Teknik, Finansal, Çevresel, Tasarım ve İnşaat, Sözleşme, Politik
2017	Samantra vd.	Mühendislik Tasarımı, İnşaat Yönetimi, İş Sağlığı Ve Güvenliği Riskleri, Doğal Afetler, Sosyal ve Ekonomik Riskler
2017	Jung ve Han	Politik Risk, Ekonomik Risk, Sosyal Risk, İşveren Riski, Sözleşme Riski, Saha Riski, Yönetim Riski, Teknik Risk, Ortak Riski
2017	Mao ve Zang	Makro Seviyede Riskler (Politik Risk, Yasal Risk, Makroekonomik Risk, Doğa Risk, Sosyal Risk, Piyasa Riski) Meso Seviyesi Riskler (Proje-Kuruluş Riski, Teknik Risk, İnşaat Riski, Finansman Riski, Yönetim Riski) Mikro Seviye Riski (İş birliği Riski, Kredi Riski)
2018	Forcael vd.	Yüklenici Riskleri, Proje Tasarım Riskleri, İşveren Riskleri, İşgücü Riskleri, Malzeme ve Ekipman Riskleri, Proje Riskleri, Dış Riskler
2018	Chatterjee vd.	Dış Riskler (Siyasi Kararsızlık, Ekonomik Risk, Sosyal Risk) Proje Riski (Teknolojik Risk, İş Kalitesi Riski, Zaman Ve Maliyet Riski) Dahili Riskler (Kaynak Riski, Belge Ve Bilgi Riski, Paydaş Riski)
2019	Taofeeq vd.	Fiziksel Riskler, İşgücü Riskleri, Danışman Riskleri, Sahip Riskleri, Malzeme Riskleri, Ekipman Riskleri, İnşaat Süreci Riskleri, Çevresel Riskler, İş Sağlığı Ve Güvenliği Riskleri, Politika Riskleri, Finansal Riskler
2019	Adeleke vd.	Siyasi Riskler, Ekonomik Riskler, Teknoloji Riskleri, Yönetim Riskleri, Malzeme Riskleri, Tasarım Riskleri, Finans Riskleri, İşgücü ve Ekipman Riskleri
2019	Tawalare	İnşaat Riski, Kamu Sektörü Yönetimi Riski, Mühendislik Riski, Kaynak Alım Riski, Sosyal Risk
2020	Nguyen ve Nguyen	Politika, Ekonomi ve Finans, Tasarım, Sözleşme ve İhale, İnşaat
2020	Darko vd.	Planlama ve Tasarım Riski, İmalat Riskleri, Lojistik Riskleri, Yerinde Montaj Riskleri, Çok Fazlı Riskler, Evrensel Riskler
2020	Srinivasan ve Rangaraj	Piyasa Riski, Yönetim Riski, Teknik Risk, Sosyal Risk, Yasal Risk, Çevresel Riskler
2021	El-Sayegh vd.	Yönetim, Teknik, Paydaş, Malzeme ve Teknoloji, Yasal ve Ekonomik
2021	Lin ve Chen	Müşteri Riskleri, Tasarım Riskleri, Yüklenici Riskleri, Taşeronluk Riskleri, Dış Riskler
2021	Kumar ve Narayan	Finansal Risk, Yönetim Riski, Piyasa Riski, Teknik Risk, Yasal Risk, Politik Risk, Çevresel Risk

İnşaat projeleri özelinde farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiş olan risk sınıflandırmaları göz önüne alındığında; tasarım, finansal, politik, yapım, yasal ve çevresel riskler ortak risk türleri olarak görülmektedir.

2.4.2. İnşaat projelerinde risk yönetimi üzerine yapılan çalışmalar

İnşaat projelerinin karmaşık, dinamik ve riske yatkın yapısı risk yönetiminin sektör için önemini her geçen gün artırmaktadır. Bu durum akademik çalışmalarda da öne çıkmış ve inşaat sektörü özelinde risk yönetimi ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Tez çalışmasının bu bölümünde literatürde yapılmış olan bazı çalışmalar kısaca özetlenmeye çalışılmıştır.

Befrouei ve Taghipour 2015 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında inşaat proje risklerini temelde maliyet, süre, kalite, çevresel ve güvenlik riskleri olarak 5 kategoriye ayırmışlardır. Her bir risk kategorisi için kritik öneme sahip 8 risk faktörünü belirlemiş ve anket çalışması ile belirlenen risk faktörlerinin, 5 ayrı risk kategorisine olan etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucunda ise maliyet riskini en fazla etkileyen ilk üç faktörün; sıkıştırılmış proje programı, enflasyon ve malzeme fiyatlarında artış ve anlaşmazlıkların ortaya çıkması olduğunu belirlemişlerdir. Süre riskini ise sırasıyla sıkıştırılmış proje programı, tasarım revizeleri, ve bürokratik işlemlerin uzaması faktörleri ağırlıklı olarak etkilediği ortaya çıkmıştır. Kaliteyi olumsuz yönde en çok etkileyen faktörlere bakıldığında ise; sıkıştırılmış proje programı, proje paydaşları arasında iletişim eksikliği ve yetkin işgücü eksikliği faktörlerinin öne çıktığı görülmektedir. Sıkıştırılmış proje programı, yapımın kaynaklı gürültü kirliliği ve şantiye hakkında bilgi eksikliği faktörlerinin ise çevresel riskleri en fazla etkileyen faktörler olduğu görülmüştür. İş sağlığı ve güvenliği risklerini ise sırasıyla sıkıştırılmış proje programı, güvenlik önlemlerinin eksikliği ve etkisiz alt yüklenici yönetimi olduğu yapılan bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Sıkıştırılmış proje takviminin maliyet, süre, kalite, çevresel ve güvenlik risklerinin hepsi için en etkili faktör olarak ortaya konulması; risklerin hesaba dahil edileceği doğru ve gerçekçi bir planlamanın proje başarısı için kritik önem taşıdığını açıkça göstermektedir. Lin ve Chen'in 2021 yılında yayımlanan çalışmaları, Tayvan'da gerçekleştirilen inşaat projeleri risklerin yüklenici, altyüklenici, işveren, tasarım ve dış kaynaklı riskler olmak üzere 5 ana risk grubu altında toplanabileceğini göstermektedir. Bu risk grupları arasında proje hedeflerini en çok etkileyen ilk üç riskin yüklenici, altyüklenici ve tasarım riskleri olduğu işveren riskleri olduğu ve dış kaynaklı risklerin proje hedefleri üzerinde fazla etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Yüklenici risk grubu içerisinde en yüksek etkiye sahada yetersiz kontrol ve hatalı yapım risk faktörleri neden olurken; altyüklenici risk grubu için en yüksek etki ise hatalı yapım ve operatörlere verilen eksik eğitim risk faktörlerinden kaynaklanmıştır. Tasarım ekibinin deneyim eksikliği ve tasarım bilgisi yetersizliği ise tasarım risk grubunda en yüksek etkiyi veren risk faktörleri olarak ortaya konulmuştur. Araştırmacılar Tayvan inşaat projelerinin başarılı bir risk yönetimi için aşağıdaki önerilerde bulunmuşlardır:

- Yükleniciler, şantiye denetimi ve yönetimini geliştirmelidirler.
- Alt yükleniciler, saha çalışanlarının tasarım projeleri okuma becerisini geliştirmeli ve operatörler için verilen eğitimleri iyileştirmelidirler.

- Tasarımcıların mesleki bilgilerine saygı gösterilmeli ve tasarım değişiklikleri yakından takip edilmelidir.
- Proje paydaşları ve birimler arasında iletişim ve koordinasyon artırılmalıdır.
- Yapım tekniklikleri geliştirilmeli ve yasal değişiklikler yakından takip edilmelidir.

Gomez vd. 2016 yılında gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, İspanya’da bir fotovoltaik tesis inşaatı vaka çalışması olarak seçilerek, fotovoltaik tesis inşaatına ait riskleri sınıflandırmışlardır. Risk sınıflandırması için, proje uzmanlarının görüşleri alınmış ve elde edilen bilgiler doğrultusunda Delphi analizi gerçekleştirilerek üç seviyeli hiyerarşik risk kırılım yapısı oluşturulmuştur. 56 adet üçüncü seviye, 16 adet ikinci seviye riski barındıran risk kırılım yapısında ilk seviye risklerini; Politik riskler, teknik riskler, ekonomik riskler, gecikme riskleri, yasal riskler ve sosyal riskler oluşturmaktadır. Qin ve arkadaşları 2016 yılında gerçekleştirdikleri araştırmalarında; yeşil binaların yaşam döngüsü boyunca etkili olabilecek riskleri sınıflandırarak, anahtar risk faktörlerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma kapsamında belirlenen 56 risk faktörü anket yolu ile işveren, yüklenici, tasarımcı ve saha mühendisleri grupları tarafından değerlendirilmiş ve yeşil binaların yaşam döngüsü boyunca en etkili olabilecek ilk beş risk faktörünün; bürokrasi ve karmaşık onay süreçleri, yetersiz yeşil bina bakımı, yeşil bina tasarımında deneyim eksikliği, mülk yönetiminde deneyim eksikliği ve sürdürülebilirlik hedeflerinde sapma olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca yapılan çalışmada proje paydaşlarının risk algısındaki farklılıkları da ortaya konulmuştur. Yenilenebilir enerji tesisi yapımlarında risk yönetimi üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise CBR (Vaka Tabanlı Akıl Yürütme) ve bulanık mantık yöntemlerin birleştirildiği hibrit bir risk tanımlama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model bir rüzgar santrali projesinde uygulanmış ve iş paketi düzeyinde 14 adet risk belirlenmiştir (Lee vd. 2020). Sürdürülebilir inşaat proje risklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi konusunda, El- Sayegh ve arkadaşlarının (2021) gerçekleştirmiş olduğu çalışmalarında 30 adet risk, yönetim, teknik, yeşil ekip, yeşil malzeme ve ekonomik risk grupları altında sınıflandırılmıştır. En yüksek etkiye sahip ilk 5 risk faktörünün ise; işverenin finansman sıkıntısı, hatalı sürdürülebilir tasarım, tasarım değişiklikleri, sıkışık program ve hatalı kapsam tanımı olarak belirlenmiştir.

Sastoque vd. (2016) çalışmalarında, Kolombiya’da kamu – özel sektör iş birliği ile yapılacak olan bir okul projesinin risklerinin tanımlanarak paydaşlar arası risk dağılımını belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma kapsamında, toplamda 62 risk belirlenmiş ve bu riskler 11 risk grubuna ayrılmıştır. Belirlenen risk grupları arasında; Politik, yasal, operasyonel, iletişim, tasarım, yapım, makroekonomik, doğal afet, sosyal, proje seçimi ve Finansal riskler bulunmaktadır. Araştırma sonucunda kamu-özel sektör iş birliği projeleri için anahtar risk faktörlerinin yasal ve iletişim riskleri olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda doğal afet, Finansal, makroekonomik gösterge, yapım, tasarım ve operasyonel risklerin özel sektör tarafından; sosyal risklerin ve proje seçimi riskinin kamu tarafından üstlenilmesinin; yasal, Politik ve iletişim risk dağılımının ise her iki tarafa eşit yüklenilmesinin proje başarısı için kilit öneme sahip olduğu vurgulanmıştır. Bir başka araştırmada vaka çalışması olarak seçilen tasarla – inşa at teslim yöntemi ile yapılacak olan Vietnam’daki bir inşaat projesi için risk analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında toplam 28 risk belirlenerek bu riskler Politik ve yasal, ekonomik ve Finansal, tasarım, sözleşme ve tasarım riskleri olarak 5 ayrı gruba ayrılmıştır. Yapılan risk analizi sonucunda en önemli ilk 3 risk faktörünün; proje onayının gecikmesi, enflasyon ve hatalı tasarım - tasarım değişikliği olduğu ortaya konulmuştur (Nguyen ve Nguyen 2020).

İnşaat sektörü, iş sağlığı ve güvenliği açısından diğer sektörlerle kıyasla daha yüksek risk içermektedir. Bu durum risk yönetimi uygulamalarının, inşaat projelerinin iş sağlığı ve güvenliği alanında yüksek oranda kullanımına sebep olmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği açısından daha etkili bir risk yönetiminin geliştirilmesi için akademik olarak da birçok sayıda çalışma yapılmıştır. Zhang vd. 2015 yılında tünel projelerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının geliştirilmesi için BIM (Building Information Modelling) tabanlı bir risk tanımlama modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen model Çin'in Wuhan metro hattı ve Mingdu istasyonunun yapım süresince kullanılmış ve modelin risk tanımlama sonuçları yüklenici tarafından inşaat boyunca uygulanmıştır. Uygulanan etkin güvenlik tedbirleri sayesinde istasyonun yapım süreci boyunca hiçbir kaza yaşanmadığı yapılan çalışma ile ortaya konulmuştur. Darko vd. (2020), modüler inşaat risklerinin yönetilmesinde BIM tabanlı risk yönetim uygulamalarını, detaylı bir literatür taraması ile araştırmış ve modüler inşaat riskleri için kullanılabilecek BIM tabanlı stratejileri öneren bir çerçeve sunmuş ve konu üzerinde gelecekte karşılaşılabilecek ihtiyaçları belirlemiştir. Risk yönetiminin BIM ile entegre edildiği başka bir çalışma da Lee ve arkadaşları tarafından 2020 yılında gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma kapsamında derin kazı inşaatlarında risk yönetimi takibi amacıyla optimize edilmiş Gri Verhulst Modeli'ne (GVM) dayalı BIM ve 3DGIS (3 boyutlu coğrafi bilgi sistemi) tabanlı bir modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model, sensörler yardımı ile sahadan aldığı deplasman bilgilerini GVM ile tahmin serilerine dönüştürerek BIM-3DGIS platformuna aktarmaktadır. Platforma tanımlanmış olan sınır değerlere ulaşıldığında ise uyarı mesajları ilgili birimlere iletilmektedir. Geliştirilen model seçilen bir çalışmaya bir yıl süre ile uygulanmış ve modelin yapı ve çevresini izlemek ve gerekli bilgi iletimini daha hızlı sağlayabilmek için etkili olduğu ortaya konulmuştur. Zou ve arkadaşları 2016 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında, köprü projeleri için BIM'e entegre edilmiş özelleştirilmiş bir RKY (Risk Kırılım Yapısı) modeli geliştirmişlerdir. Çalışma kapsamında köprü projeleri için özelleştirilmiş 16 adet risk içeren, 3 seviyeli bir risk kırılım yapısı ve 4 ana süreç ve 6 teknik sistemden oluşan hiyerarşik yapı ortaya konulmuştur. Belirlenen riskler, dört ana süreç ile ilişkilendirilerek köprü inşaatlarına özel BIM tabanlı bir kavramsal çerçeve modeli geliştirilmiştir.

Ahmadi vd. (2017), karayolu projelerine özel risk ve risk tepkilerini belirledikleri ve çok kriterli karar verme teknikleri yardımı ile risk tepkilerinin seçimi için bir karar destek modeli geliştirdikleri çalışmaları için İran'ın Zanzan-Bijar arası 4 şeritli karayolu projesini vaka çalışması olarak seçmişlerdir. Çalışma sonucunda karayolu projesinde en etkili olan ilk beş risk olayı; yetersiz bütçe tahsisi, ödemelerin gecikmesi, katran fiyatlarında artış, yüklenicinin öz kaynak sıkıntısı ve katran harici diğer malzemelerde ani fiyat artışı olarak ortaya konulmuştur. Katran fiyatlarında artış riski için; ek bütçe ayrılması, katran yerine sıkıştırılmış beton kullanılan yeni bir tasarımın geliştirilmesi, fiyat artışlarını kabul edilmesi ve katranın önceden tedarik edilerek depolanması olmak üzere 4 adet risk tepkisi belirlenmiştir. Belirlenen risk tepkileri arasında çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak yapılan analiz sonucunda en etkili risk tepkisinin tasarım değişikliği olacağı ortaya konulmuştur. 2017 yılında yayımlanan bir diğer çalışmada ise Dang ve arkadaşları, Vietnam'daki yol ve köprü projelerine ait riskleri küçük ve orta ölçekli, büyük ölçekli, kamu destekli ve özel sektör destekli dört farklı grup için belirlemişlerdir. Çalışma kapsamında yapılan anket araştırması sonucu; 51 risk belirlenmiş ve bu riskler yüklenici riskleri, işveren riskleri, proje riskleri ve dış riskler olarak 4 ana gruba ayrılmıştır. Küçük ve orta ölçekli projelerde en etkili yüklenici riskinin

malzeme temininde gecikme, proje riskinin şantiye tesliminin gecikmesi, işveren riskinin hakedişlerin hatalı hesaplanması, en etkili dış riskin ise enflasyon olduğu ortaya konulmuştur. Büyük ölçekli projelerde ise en etkili yüklenici, proje, işveren ve dış risk ise sırasıyla malzeme temininde gecikme, şantiye tesliminin gecikmesi, işverenin Finansal kapasitesi ve enflasyon olarak belirlenmiştir. Kamu destekli ve diğer sponsorluklar altında gerçekleştirilen projelerde ise en etkili işveren riski yine enflasyon olarak belirlenirken işveren riskleri arasında hakediş ödemelerinin gecikmesinin en etkili olduğu ortaya konulmuştur. Yapılan çalışma, ayrıca kamu destekli projelerde en etkili yüklenici ve proje riskinin sırasıyla malzeme teminin gecikmesi ve kamunun projeye karşı çıkması olduğunu göstermektedir. Kamu dışı sponsorluklarla desteklenen projelerde ise en etkili yüklenici riskinin Organizasyonel problemler ve şantiye tesliminin gecikmesi olduğu görülmektedir.

Dehdasht vd. (2017) yapmış oldukları çalışma ile petrol ve gaz tesisi inşaatlarında kritik risk faktörlerinin belirlenmesi için DEMATEL (Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı) ve ANP (Analitik Ağ Süreçleri) tekniklerini birleştiren hibrit bir model geliştirmişlerdir.

Bahamid ve Doh (2017), inşaat projelerinin risk yönetimi üzerine bir literatür incelemesi yapmış ve gelişmekte olan ülkelerde en fazla tercih edilen risk tanımlama ve analiz teknikleri ile risk tepkilerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Çalışma sonunda gelişmekte olan ülkelerde inşaat proje risklerinin belirlenmesi için en çok kullanılan teknikleri sırasıyla kontrol listeleri, uzaman görüşünün alınması, geçmiş proje deneyimlerinden yararlanılması ve beyin fırtınası olarak belirlemişlerdir. Risk analizi teknikleri arasında daha fazla başvuru alan tekniklerin ise risk matrisi, Monte Carlo simülasyonu, analitik hiyerarşi prosesi (AHP), bulanık mantık, hata türü ve etkileri analizi, beklenen parasal değer ve uzman görüşü tekniklerinin olduğu ortaya konulmuştur. Riski kabul etmek, riski azaltmak, riski paylaşmak risk tepkileri arasında en çok uygulanan ilk üç yanıt olarak ortaya konulurken bu tepkileri sırasıyla risk kontrolü, riskten kaçınma ve risk transferi tepkilerinin takip ettiği belirtilmiştir.

Risk faktörlerinin inşaat maliyetlerine etkisini incelemek amacıyla Odeyinka ve arkadaşları 2006 yılında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Nijeryalı inşaat firmalarından anket yolu ile elde edilen verilerin analizi sonucunda en etkili ilk üç riskin; finansal, politik ve fiziksel risk olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, sonuçlanmış 22 farklı inşaat projesinin maliyet artış nedenlerinin incelenmesi sonucu maliyet artışının yaklaşık %71'inin Finansal risklerden kaynaklandığı ortaya konularak yapılan anket sonuçları ile uyumluluğu ortaya konulmuştur. Ökmen ve Öztaş (2010), risklerin inşaat proje maliyetine etkisinin incelenmesi amacıyla simülasyona dayalı bir maliyet-risk modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model, vaka çalışması olarak seçilen bir proje ile denenmiş ve yapılan simülasyon analizi sonucunda, proje maliyeti üzerinde en etkili olan ilk üç risk faktörünün, iş gücü verimliliğinde dalgalanmalar, Finansal sıkıntılar ve projede yaşanan gecikmeler olarak belirlenmiştir.

Serpell vd. (2015), inşaat projelerinde risk yönetimi uygulamalarının değerlendirilmesine yönelik bir risk yönetimi olgunluk modeli geliştirmişlerdir. Organizasyon, iletişim, bilgi, entegrasyon ve süreç olmak üzere 5 ana faktör ve toplam 14 alt faktörden oluşan risk yönetimi olgunluk modeli 3 ayrı inşaat firması üzerinde uygulanmış ve elde edilen sonuçlar irdelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 1-4 arası

ölçeğe sahip olgunluk modelinde A, B ve C firmalarının olgunluk düzeyleri sırasıyla 1.7, 2.1 ve 2.2 olarak belirlenmiştir. 3 farklı şirkete ait olgunluk düzeyleri incelendiğinde ise, en eksik faktörlerin sırasıyla bilgi, organizasyon ve süreç faktörleri olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar etkili bir risk yönetimi için geçmiş projelerden edinilen derslerin ve deneyimin kayıt altında tutulması ve bilgi yönetiminin gerekliliğini vurgulamışlardır. Jung ve Han 2017 yılında yayımlanan çalışmalarında, inşaat projelerinde maliyet kontrolü için en kritik risk yönetimi sürecini belirlemeye çalışmışlardır. Koreli yüklenici firmaların üstlendiği uluslararası inşaat projelerinden alınan verilerin ampirik analizi sonucunda risk tanımlama, risk değerlendirme ve risk tepkilerinin planlanması ve uygulanması süreçleri arasında proje maliyet performansına en fazla etki eden sürecin risk tanımlama süreci olduğu ayrıca etkili bir risk değerlendirme ve risk yanıt planlaması için gerçekçi bir risk tanımlamanın ön şart olduğu ortaya konulmuştur.



3. MATERYAL VE METOT

İnşaat projelerinin yüksek risk eğilimli yapısı, projelerin temel hedeflerini gerçekleştirmede engel teşkil etmekte ve proje süresi ve maliyetlerinde sapmalara ve nihai kalitenin düşmesine sebep olmaktadır. Küreselleşen dünyada artan yüksek rekabet ortamı inşaat firmalarının sürdürülebilirliklerini sağlamak için proje hedeflerindeki sapmaları minimize edecek etkili bir risk yönetimini firmalar için kaçınılmaz hale getirmektedir. İnşaat sektöründe risk yönetimi öneminin giderek artması araştırmacıların da bu konuya ilgisini yükseltmiş ve bu konuda literatürde çok sayıda ve çeşitlilikte çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar, özellikle gelişmekte olan ülkelerde inşaat risk yönetimi uygulamalarının yetersiz kaldığını ancak gelişmeye açık olduğunu göstermektedir. Türk inşaat firmaları için de durumun, gelişmekte olan ülkelerdeki risk yönetimine benzer olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılacak olan tez çalışmasında Türk inşaat sektörünün risk yönetimi uygulamalarının maliyet performansı odağında değerlendirilmesinin yapılması, risk yönetiminin etkinliğinin artırılması için geliştirilmiş olan “Ortak Proje Yönetim Portalı” (OPYP) kullanımının katkısının araştırılması amaçlanmıştır.

Başarılı bir risk yönetimi için kritik faktörlerin belirlenmesi ve risk yönetimi uygulamalarının proje maliyet performansı üzerindeki etkisinin araştırılması bu tez çalışmasının ana motivasyonunu oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda üç farklı Türk inşaat firmasına ait birer adet üstyapı projesi vaka çalışması olarak seçilmiştir. Vaka A, Vaka B ve Vaka C olarak adlandırılan üç projeye ait veriler ilgili projelerin, proje müdürleri, planlama ekibi ve saha mühendisleri ile yüz yüze ve çevrimiçi platformlar üzerinden yapılan görüşmeler ile elde edilmiştir. Alınan veriler doğrultusunda öncelikli olarak proje programları oluşturulmuştur. Elde edilen veriler sonrasında proje müdürleri, planlama ekibinin uzman görüşleri ve detaylı bir literatür taraması sonrası proje riskleri belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır. Sonraki aşamada belirlenen risklerin uzman görüşleri doğrultusunda vaka çalışması olarak seçilen projelerde gerçekleşme olasılıkları ve projelerin maliyet ve süre performanslarına etkisi belirlenerek, riskler projelerin ilgili süreçlerine tanımlanmıştır. Proje süreçlerine ilgili risklerin tanımlanmasından sonra; risklerin göz önünde bulundurulduğu ancak risklere karşı hiçbir önlem alınmadığı ve risklere karşı risk tepkilerinin planlandığı iki farklı durum için simülasyon analizi yapılmıştır. Simülasyon analizi sonuçları, projelerde gerçekleşen süre ve maliyet sapmaları ile karşılaştırılarak üç farklı proje için risk yönetimi uygulamalarının maliyet performansı üzerine etkisi incelenmiştir. Vaka çalışması olarak seçilen üç proje arasında yapılan kıyaslamaya göre etkili bir risk yönetimi için kritik risk faktörleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca tez çalışması kapsamında seçilen Vaka A ve Vaka C projelerinin uzmanlarına; 117M308 Nolu TÜBİTAK 1001 “Yapım Projelerinde Proaktif Yönetime Geçiş Amaçlı İç Kontrol ve Risk Yönetim Kapasitesinin Geliştirilmesi İçin Bir Araç: Ortak Proje Yönetim Portalı” isimli proje altyapısı kullanılarak oluşturulan “Ortak Proje Yönetim Portalı” yazılımı tanıtılmış ve görüşleri doğrultusunda OPYP kullanımının risk yönetimi performansına katkısının simülasyon analizi yardımı ile araştırılması amaçlanmıştır.

Detaylı bir literatür taraması sonucunda; vaka çalışması olarak seçilen projelerin planlama ekibi ve proje müdürlerinin görüşlerine başvurularak 63 adet inşaat proje riski belirlenmiş ve bu riskler 8 adet ana risk grubu altında sınıflandırılmıştır.

Seçilen projelerin, iş programı için gerekli süre ve maliyet değerleri ilgili projelerin planlama ekibinden alınmış ve temelde CPM (kritik yol metodu) tekniğine dayalı olan Primavera P6 yazılımı aracılığı ile projelerin planlaması gerçekleştirilmiştir. Seçilen projelerin yetkililerinden alınan görüşler doğrultusunda, tanımlanan risklerin projelerde gerçekleşme olasılıkları ve proje süresi ve maliyetine olan etkileri belirlenerek risk skorları hesaplanmıştır. Risk skorları, risklerin süre ve maliyete olan etkilerinin ortalaması ile gerçekleşme olasılığının çarpımı sonucu elde edilmiştir. Risklerin gerçekleşme olasılıkları ve projelerin süre ve maliyet hedeflerine etkisinin belirlenmesinde Tablo 3.1’de gösterilen ölçekler kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Risk skorunun belirlenmesinde kullanılan değerlendirme skalası

Risk Skoru Bileşenleri	Değerlendirme Skalası				
	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Risklin gerçekleşme olasılığı	1	2	3	4	5
Risklin proje süresine etkisi	1	2	3	4	5
Risklin proje maliyetine etkisi	1	2	3	4	5

Risklerin gerçekleşme olasılıkları ve süre maliyet etkileri belirlendikten sonra, uzman görüşüne başvurularak projeler için uygun görülen risk tepkileri ve bu tepkilerin risk olasılık ve etkilerini ne kadar azaltabileceği konusunda bilgiler elde edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, Primavera Risk Analysis (PRA) yazılımı aracılığıyla ilgili proje aktivitelerine olası riskler ve risk önlemleri tanımlanmış ve risklerin göz önünde bulundurulduğu ancak herhangi bir risk tepkisinin verilmediği ve risklere karşı önlem planlarının oluşturulduğu iki ayrı durum için Monte Carlo simülasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

OPYP kullanımının proje risk yönetimine katkısının incelenmesi amacıyla öncelikli olarak OPYP’ye ilişkin bilgiler proje yöneticileri ile paylaşılmış ve portalın olası kullanımının etkileri konusunda proje yetkililerinin görüşlerine başvurulmuştur. Alınan görüşler doğrultusunda, Vaka A ve Vaka C projeleri için simülasyon analizi yapılmış ve çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir. Vaka B projesinde OPYP benzeri bir platform üzerinden proje yönetimi gerçekleştirildiğinden, bu proje için ayrı bir simülasyon analizi gerçekleştirilmemiştir.

İnşaat projelerinde risk yönetimi uygulamalarının yaygınlaştırılması, risk yönetiminin diğer proje yönetimi bileşenleri ile entegre edilerek kurumsal risk yönetimine geçişin kolaylaştırılması için geliştirilmiş Web tabanlı bir yazılım olan OPYP; organizasyon yönetimi, sözleşme yönetimi, proje yönetimi, süreç yönetimi, risk yönetimi, iç kontrol yönetimi ve performans yönetimi olmak üzere Şekil 3.1’de gösterildiği üzere yedi adet modülden oluşmaktadır.

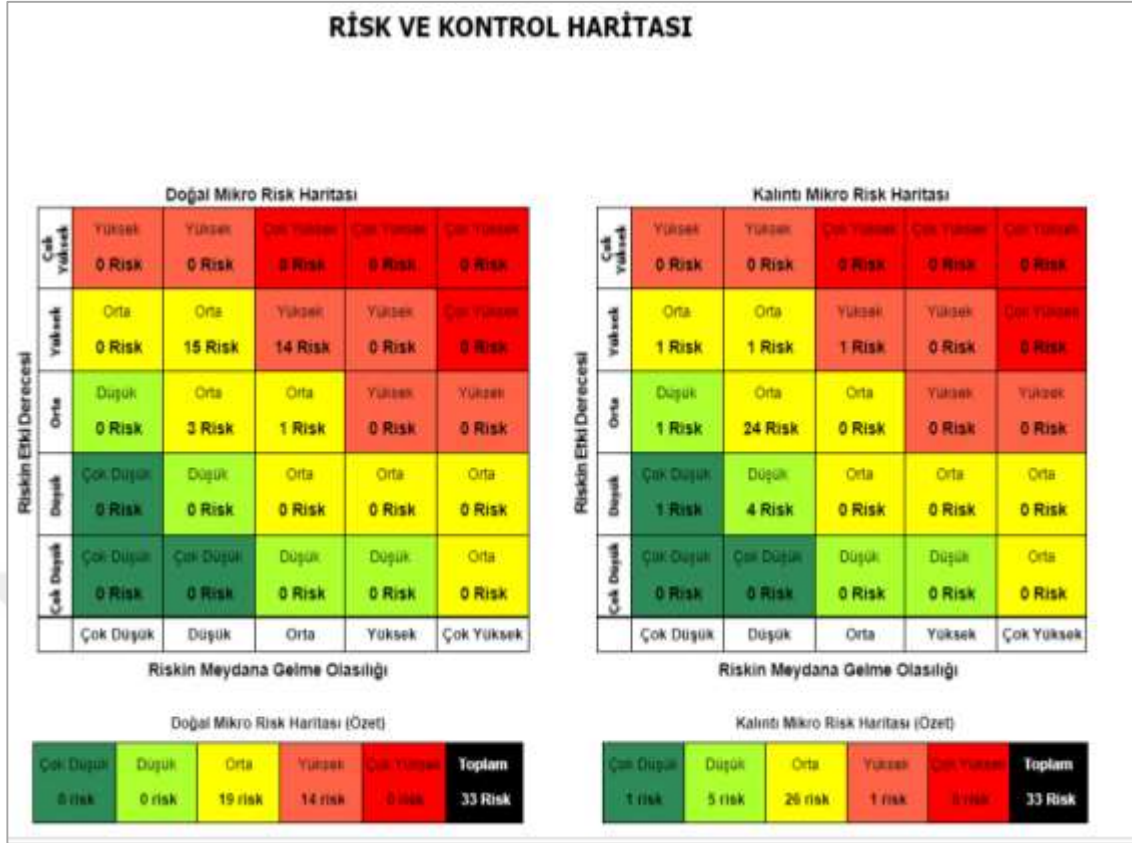


Şekil 3.1. Ortak Proje Yönetim Portalı ana modülleri

Portal kapsamında modüller arasında senkronizasyon sağlanarak, iletişimsizliğin önüne geçilmesi, interaktif bir ortam oluşturularak birimler arası dinamizmin sağlanması, proje süreçlerinin izlenerek süreç kontrolünün sağlanması ve proje bazında analiz edilmiş risklerin şirket riskleriyle entegre edilmesi ve şirket risk iştahıyla uygunluğunun sağlanması, performans yönetimi ile verimliliğin artırılması amaçlanmıştır. Portala ait yedi adet ana modüle ve alt modüllere ilişkin ekran görüntülerine yazılımın daha iyi anlaşılabilmesi adına aşağıda yer verilmiştir (Şekil 3.2).

Risk No	Risk Tanımı	Risk Türü	Değer Risk			Bakım Risk			Risk İhtiyacı	Durum
			Ölçülebilir	Ölçülebilir	Seriyelik	Ölçülebilir	Ölçülebilir	Seriyelik		
6.1.1.1	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Proje Raporu	Yüksek	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.1.2	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.1	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.2	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.3	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.4	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.5	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.6	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.7	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.8	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.9	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.10	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.11	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.12	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.13	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.14	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.15	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.16	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.17	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.18	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.19	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓
6.1.2.20	Proje raporlarının analizlerinden çıkartılan	Operasyonel	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Kontrol Ediliyor	✓

Şekil 3.2. OPYP risk yönetimi modülü ekran görüntüsü



Şekil 3.3. OPYP risk kontrol haritası ekran görüntüsü

Proje risklerinin kurum stratejileri doğrultusunda kabul edilebilirliğinin değerlendirilebilmesi için oluşturulan süreç kartları ile proje riskleri süreçlere etki ettirilmektedir. Süreçlere tanımlanan risklere ait önlemler belirlenerek kontrol haritaları hazırlanmaktadır. Portal üzerinden projeye risklerin kurum stratejileri ile uygunluğunun kontrol edilmesi için projeye ait doğal ve kalıntı riskler belirlenmektedir. Süreçlere ait risklerin tanımlanması sonucu risk etki ve olasılıkları göz önünde bulundurularak risk değerlendirilmesi yapılmakta ve birim, proje ve son olarak şirket bazında risk haritaları çıkarılmaktadır (Şekil 3.3).

Simülasyon analizlerinden elde edilen sonuçlar, projelerde gerçekleşen gerçek maliyet ve süre sapmalarıyla karşılaştırılarak her bir proje için risk yönetimi uygulamalarının performansı değerlendirilmiş ve inşaat projeleri için en etkili risk yönetimi uygulamaları belirlenmiştir. Üç farklı proje içinde en etkili risk yönetimi uygulamaları incelenerek, risk yönetimi için kritik başarı faktörleri belirlenmeye çalışılmıştır.

4. BULGULAR

İnşaat projeleri, farklı disiplinlerden uzmanların ortak katılımına ihtiyaç duyan karmaşık ve dinamik yapısı sebebi ile yüksek risk eğilimi göstermektedir. Bu durum inşaat projelerinin temel hedefleri olan kapsam, süre, maliyet ve kalite hedeflerinde sapma yaşanmasına neden olmaktadır. Bu tez çalışmasında, üstyapı projeleri özelinde etkili olabilecek risklerin tanımlanması ve belirlenen risklerin inşaat projelerinin maliyet performansına olan etkisi araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda önce literatür taraması ve uzman görüşlerine dayalı bir risk sınıflandırılması yapılmıştır. Ardından vaka çalışması olarak seçilen projelerin, proje müdürleri ve planlama ekiplerinden alınan bilgiler doğrultusunda iş programı oluşturulmuştur. Alınan bilgiler ışığında proje için öngörülen risk ve risk önlemlerinin proje süresine ve maliyetine olan etkileri ilgili proje aktivitelerine tanımlanarak 1000 iterasyonlu bir simülasyon analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

4.1. Proje Risklerinin Sınıflandırılması

Çalışma kapsamında öncelikli olarak literatürden yapılan çalışmalar incelenmiş ve üstyapı projelerinde deneyimli planlama mühendisleri ve proje müdürlerinin görüşü alınarak etkili olabilecek riskler belirlenerek, sınıflandırılmıştır. Belirlenen riskler ve sınıflandırmaları Çizelge 4.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Risk sınıflandırması

Risk Kodu	Risk Grubu	Risk Açıklaması
TR001	Tasarım Riskleri	Tasarım projeleri arasında uyumsuzluk
TR002	Tasarım Riskleri	Tasarım standartlarının değişimi
TR003	Tasarım Riskleri	Hatalı tasarım
TR004	Tasarım Riskleri	Tasarım ekibinin performans düşüklüğü
TR005	Tasarım Riskleri	Tasarımcıların farklı ülkelerin standartlarına adaptasyon problemi
TR006	Tasarım Riskleri	Revizyon talebi
SR001	Sözleşmesel Riskler	Sözleşme dokümanlarının eksikliği
SR002	Sözleşmesel Riskler	Sözleşme maddelerindeki belirsizlik
SR003	Sözleşmesel Riskler	Dengesiz sorumluluk (risk) dağılımı
SR004	Sözleşmesel Riskler	Proje kapsamının net olmaması
SR005	Sözleşmesel Riskler	Sözleşmede anlaşmazlıkların çözümü ile ilgili maddelerin bulunmaması
PR001	Politik Riskler	Savaş darbe vb. nedenlerle işin sekteye uğraması
PR002	Politik Riskler	Terör vb. güvenlik sorunları nedeniyle işin sekteye uğraması
PR003	Politik Riskler	Bürokratik işlemlerin uzaması
PR004	Politik Riskler	Ambargo ve kota uygulamaları
PR005	Politik Riskler	Ülke çapında grev yapılması
FR001	Finansal Riskler	Nakit akışı sıkıntısı
FR002	Finansal Riskler	Hatalı maliyet tahmini
FR003	Finansal Riskler	Malzeme fiyatlarında artış

devamı arkada

Çizelge 4.1'in devamı

Risk Kodu	Risk Grubu	Risk Açıklaması
FR004	Finansal Riskler	İşçilik maliyetlerinde artış
FR005	Finansal Riskler	Küresel çapta kriz yaşanması
YR001	Yönetimsel Riskler	Yönetim kararlarının/onaylarının gecikmesi
YR002	Yönetimsel Riskler	Üst yönetim değişikliği
YR003	Yönetimsel Riskler	Projeye uygun sözleşme tipinin seçilmemesi
YR004	Yönetimsel Riskler	Hatalı yüklenici/altyüklenici seçimi
YR005	Yönetimsel Riskler	Hatalı müşavir firma/kontrolör seçimi
OR001	Organizasyonel Riskler	Malzeme eksikliği/ temininde gecikme
OR002	Organizasyonel Riskler	Ekipman eksikliği/ temininde gecikme
OR003	Organizasyonel Riskler	Proje ekibinin performans düşüklüğü
OR004	Organizasyonel Riskler	Proje ekibinin yetersizliği
OR005	Organizasyonel Riskler	Proje ekibinin uyumsuzluğu
OR006	Organizasyonel Riskler	Etkisiz/Yetersiz organizasyon yapısı
OR007	Organizasyonel Riskler	Kamunun projeye karşı çıkması
OR008	Organizasyonel Riskler	Paydaşlar arası iletişim sıkıntısı
OR009	Organizasyonel Riskler	Fikrî-mülkiyet ihlali
OR010	Organizasyonel Riskler	Optimum ISG önlemlerinin alınmaması
OR011	Organizasyonel Riskler	Şantiye (yer) tesliminin gecikmesi
OR012	Organizasyonel Riskler	Altyapı sıkıntısı
OR013	Organizasyonel Riskler	Sosyo-kültürel problemler
OR014	Organizasyonel Riskler	Yerleşim planı sıkıntısı
OR015	Organizasyonel Riskler	Hatalı/yetersiz planlama
OR016	Organizasyonel Riskler	Yetersiz proje kontrolü
OR017	Organizasyonel Riskler	Demobilizasyon sorunları
OR018	Organizasyonel Riskler	Ekipman ve malzeme çalınması
IR001	Yapım Riskleri	Hatalı yapım uygulamaları
IR002	Yapım Riskleri	Ekipman arızası
IR003	Yapım Riskleri	Malzeme kalitesizliği
IR004	Yapım Riskleri	Geçici kabulde sorun yaşanması
IR005	Yapım Riskleri	Kesin kabulde sorun yaşanması
IR006	Yapım Riskleri	Malzeme kaybı (firesi)
IR007	Yapım Riskleri	Hatalı inşaat tekniği
IR008	Yapım Riskleri	Jeolojik problemler
IR009	Yapım Riskleri	Tarihsel bulgular
IR010	Yapım Riskleri	Yapımın çevreye zarar vermesi
IR011	Yapım Riskleri	İşgücü eksikliği
IR012	Yapım Riskleri	İşgücü performansında düşüklük
IR013	Yapım Riskleri	Ölümlü ya da ağır yaralanma ile sonuçlanan iş kazası
IR014	Yapım Riskleri	Orta ve hafif derecede yaralanma ile sonuçlanan iş kazası
IR015	Yapım Riskleri	Zorlu hava şartları
CR001	Çevresel Riskler	Deprem
CR002	Çevresel Riskler	Sel (fırtına)
CR003	Çevresel Riskler	Toprak kayması, erozyon
CR004	Çevresel Riskler	Salgın hastalık gerçekleşmesi

4.2. Vaka A Projesi İş Programı ve Maliyet Analizi

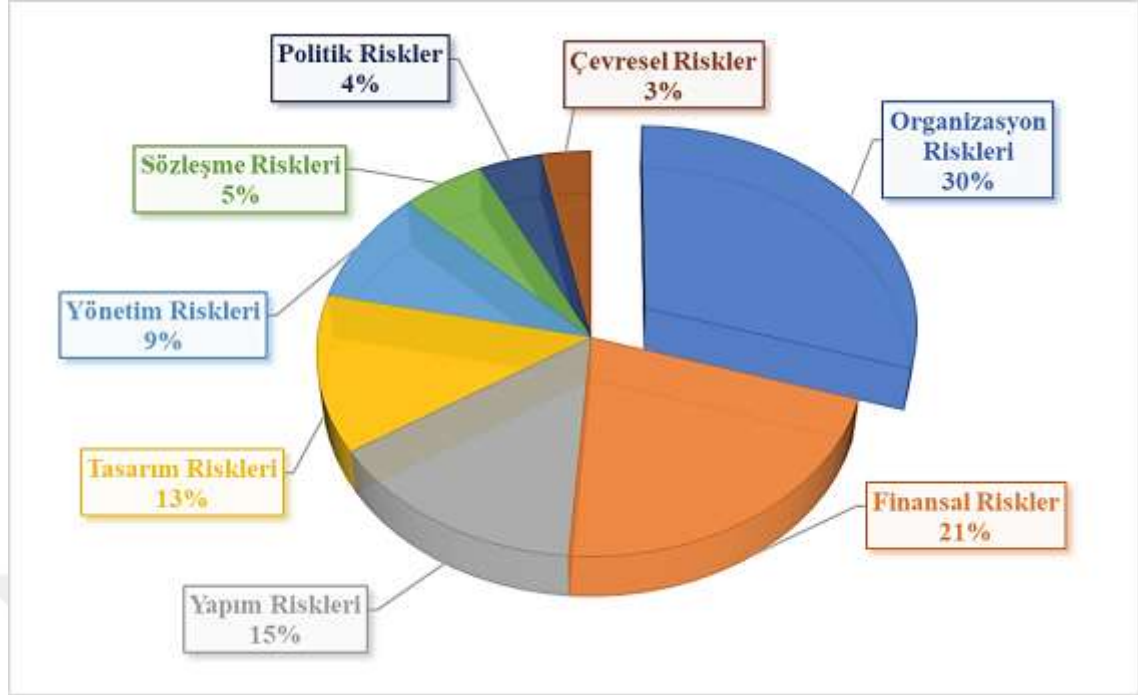
Tez kapsamında incelenen ilk proje olan Vaka A projesi, Türkiye’de gerçekleştirilen konut ve işyeri kullanımı amaçlı 4 bloklu bir üstyapı projesidir. Projenin toplam alanı 89,065 m² olup, projede birim fiyat tipi sözleşme yapılmıştır. Tasarla-inşa et modeli ile teslim edilen projenin temel süreçlerine ait iş programı ve proje maliyet değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmektedir. Proje risklerinin göz önünde bulundurulmadığı durum için projenin 904 gün içerisinde ve 107,197,703 TL bütçe ile sonlandırılabilceği öngörülmüştür.

Çizelge 4.2. Vaka A projesine ait iş programı ve proje maliyet bilgisi

Proje Ana Süreçleri	Aktivite Süresi (Gün)	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Aktivite Maliyeti (TL)
Vaka A Projesi	904	16.01.2017	7.07.2019	₺107,197,703
Başlangıç Süreci	1	16.01.2017	16.01.2017	₺0
Tasarım Süreci	97	16.01.2017	22.04.2017	₺2,015,000
Sözleşme Süreci	25	24.03.2017	17.04.2017	₺20,000
Şantiye Teslim Süreci	50	18.04.2017	6.06.2017	₺90,000
Kaba İşler Süreci	509	7.06.2017	28.10.2018	₺31,632,194
İnce İşler Süreci	833	16.01.2017	28.04.2019	₺32,232,337
Mekanik İşler Süreci	510	2.09.2017	24.01.2019	₺11,776,523
Elektrik İşler Süreci	596	6.09.2017	24.04.2019	₺14,608,349
Peyzaj İşleri Süreci	110	28.01.2019	17.05.2019	₺3,100,000
Teslim Süreci	70	29.04.2019	7.07.2019	₺80,000
Genel giderleri				₺11,643,300

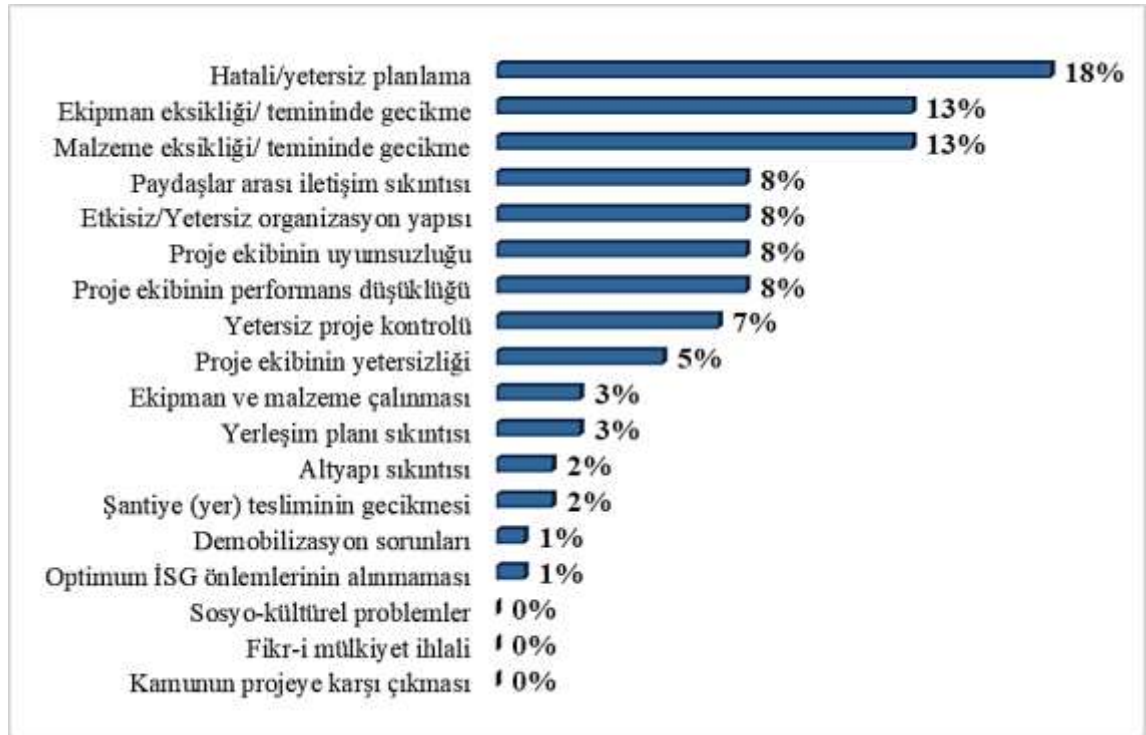
4.3. Vaka A Projesi Risk Skorları

Belirlenen risklerin gerçekleşme olasılıkları ve proje süresi ve maliyetine etkileri, planlamam ekibinin ve proje müdürlerinin görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Risklere ait proje skorları, risklerin gerçekleşme olasılıklarının risklerin süre ve maliyet etkilerinin ortalaması ile çarpımı sonucu elde edilmiştir. Örneğin Vaka A projesi için bürokratik işlemlerin uzama olasılığı çok yüksek yani “5” olarak belirlenmiştir. Söz konusu riskin süreye olan etkisi yüksek (4) olarak maliyete olan etkisi ise düşük (2) olarak belirlenmiştir. Risk etkileri ortalaması 3 ile riskin gerçekleşme olasılığı 5 değerinin çarpımı ile, bürokratik işlemlerin uzaması riskine ait risk skoru 15 olarak hesaplanmıştır. Vaka A projesi için ana risk gruplarının, risk skorlarına göre sıralaması Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Vaka A projesine etki eden risklerin risk skorları göz önünde bulundurulduğunda en yüksek etkiye sahip risk grubunun %30 oran ile organizasyon riskleri olduğu görülmektedir. Organizasyon risklerini ikinci sırada %21 oran ile Finansal riskler ve üçüncü sırada %15 ile yapım riskleri takip etmektedir. Yapım risklerini ise sırasıyla tasarım riskleri (%13), yönetim riskleri (%9), sözleşme riskleri (%5), politik riskler (%4) ve çevresel riskler (%3) takip etmektedir.



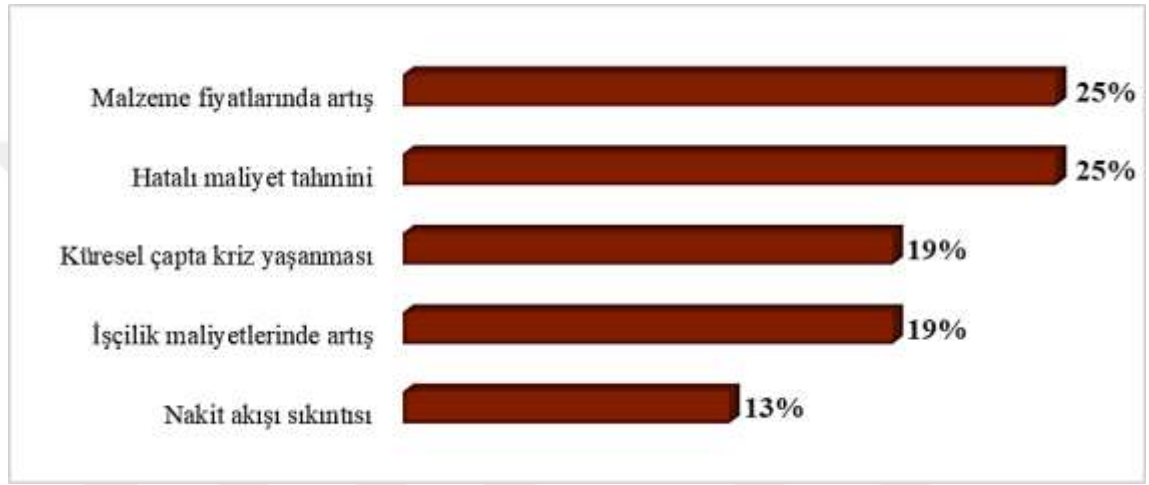
Şekil 4.1. Vaka A – Risk Skorlarına Göre Sıralama

Risk skorlarına göre ilk sırada yer alan organizasyon risklerine ait risk faktörlerinin sıralaması Şekil 4.2’de verilmiştir. Risk skorları baz alınarak yapılan sıralamada organizasyon riskleri arasında en yüksek etkiye sahip olan risk faktörünün hatalı ve veya yetersiz planlama riski olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.2. Vaka A – Organizasyonel risklerin risk skorlarına göre sıralaması

Organizasyonel risk grubu içerisinde hatalı ve yetersiz planlama riskini, risk skoru sıralamasına göre ekipman eksikliği/temininde gecikme ikinci sıra ile; malzeme eksikliği/temininde gecikme ise üçüncü sıra ile takip etmektedir. İlk üç sıra risk faktörünün ardından sırasıyla paydaşlar arası iletişim sıkıntısı, etkisiz organizasyon yapısı, proje ekibinin uyumsuzluğu, proje ekibinin performans düşüklüğü, yetersiz proje kontrolü, proje ekibinin yetersizliği, ekipman ve malzeme çalınması, yerleşim planı sıkıntısı, altyapı sıkıntısı, şantiye tesliminin gecikmesi, demobilizasyon sorunları ve optimum İSG önlemlerinin alınmaması riskleri Organizasyonel riskler içerisinde en etkili olan riskler olarak tanımlanmıştır. Proje uzmanlarının görüşleri doğrultusunda, Sosyo-kültürel problemler, fikr-i mülkiyet ihlali ve kamunun projeye karşı çıkması risklerinin ihmal edilebilir derecede etkisiz olacağı kabulüne varılmıştır.



Şekil 4.3. Vaka A – Finansal risklerin risk skorlarına göre sıralaması

Finansal risk grubu içerisinde en yüksek risk faktörleri %25 oranı ile malzeme fiyatlarında artış ve hatalı maliyet tahmini riskleridir. Finansal risk grubu içerisinde üçüncü ve dördüncü sırayı, %19 oran ile ekonomik kriz yaşanması ve işçilik maliyetlerinde artış riski almaktadır. Nakit akış sıkıntısı ise Finansal risk faktörleri arasında %13 oran ile en son sırada yer almaktadır (Şekil 4.3).

Risk skorları açısından Organizasyonel ve Finansal risk gruplarından sonra en etkili risk grubu olarak yapım riskleri gelmektedir. Yapım risklerini oluşturan risk faktörleri arasında ise %22 oran ile ölümlü ya da ağır yaralanma ile sonuçlanan iş kazası ve hatalı yapım uygulamaları en etkili yapım riskleri olarak belirlenmiştir. üçüncü ve dördüncü sırada orta ve hafif derecede yaralanma ile sonuçlanan iş kazası ve kesin kabulde sorun yaşanması riskleri bulunmaktadır. Şekil 4.4'te görüldüğü üzere yapımın çevreye zarar vermesi (%5), malzeme kalitesizliği (%5), ekipman arızası (%5), zorlu hava şartları (%4), işgücü performansında düşüklük (%4), işgücü eksikliği (%4), tarihsel bulgular (%4), jeolojik problemler (%4), hatalı inşaat tekniği (%2) ve malzeme kaybı riskleri (%2) ise ilk dört risk faktörünün ardından yapım riskleri arasında en etkili olan risk faktörleridir.



Şekil 4.4. Vaka A – Yapım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

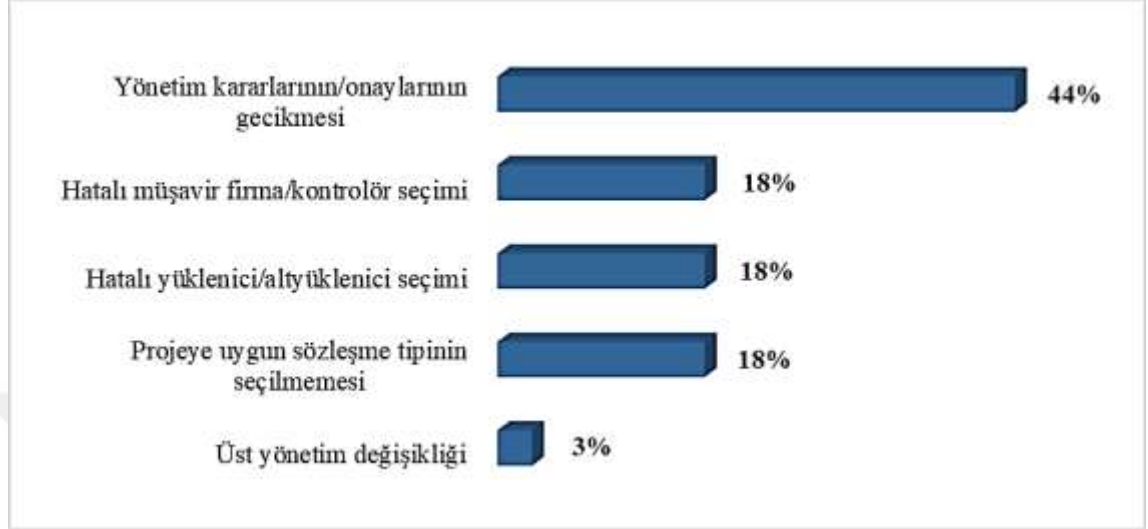
Tasarım riskleri arasında ise %53 oran ile en etkili olan risk faktörünün revizyon talepleri olacağı öngörülmektedir. Revizyon talebi risk faktörünü sırasıyla %32 oran ile tasarım projeleri arasında uyumsuzluk, %9 oran ile tasarım standartlarının değişimi, %4 oran ile hatalı tasarım ve %2 oranında tasarım ekibinin performans düşüklüğü takip etmektedir. Tasarım ekibinin farklı ülke standartlarına adaptasyon problemi riskinin ise bu proje için geçerli olmayacağı düşünüldüğü için, bu risk Vaka A projesi için göz önünde bulundurulmamıştır (Şekil 4.5)



Şekil 4.5. Vaka A – Tasarım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

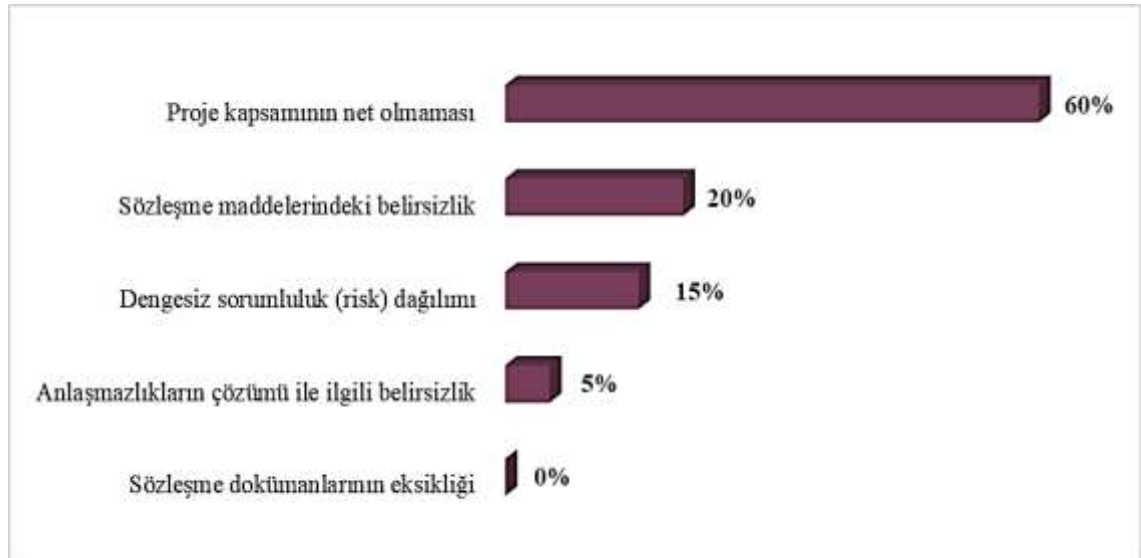
Yönetim kararlarının/onaylarının gecikmesi riskinin, Şekil 4.6’da görüldüğü üzere %44 pay ile Vaka A projesi için yönetim riskleri arasında en etkili risk faktörü

olarak belirlenmiştir. Risk skoru büyüklüğüne göre yapılan sıralamada yönetim kararlarının gecikmesi riskini sırası ile hatalı müşavir seçimi, yüklenici ve altyüklenici seçimlerinde hata yapılması, yanlış sözleşme tipi seçimi ve üst yönetim değişikliği riskleri takip etmektedir.



Şekil 4.6. Vaka A – Yönetim risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

Sözleşme riskleri arasında risk skorlarına göre yapılan sıralama incelendiğinde %60 pay ile birinci sırada proje kapsamının net olmaması riskinin bulunduğu görülmektedir. Sözleşme maddelerinin belirsizliği, taraflar arası dengesiz risk dağılımı, anlaşmazlıkların çözümü ile ilgili belirsizlikler ve sözleşme dokümanlarının eksikliği ise sözleşme riskleri arasında risk skorlarına göre proje kapsamının net olmaması riskini takip eden diğer risk faktörleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 4.7).



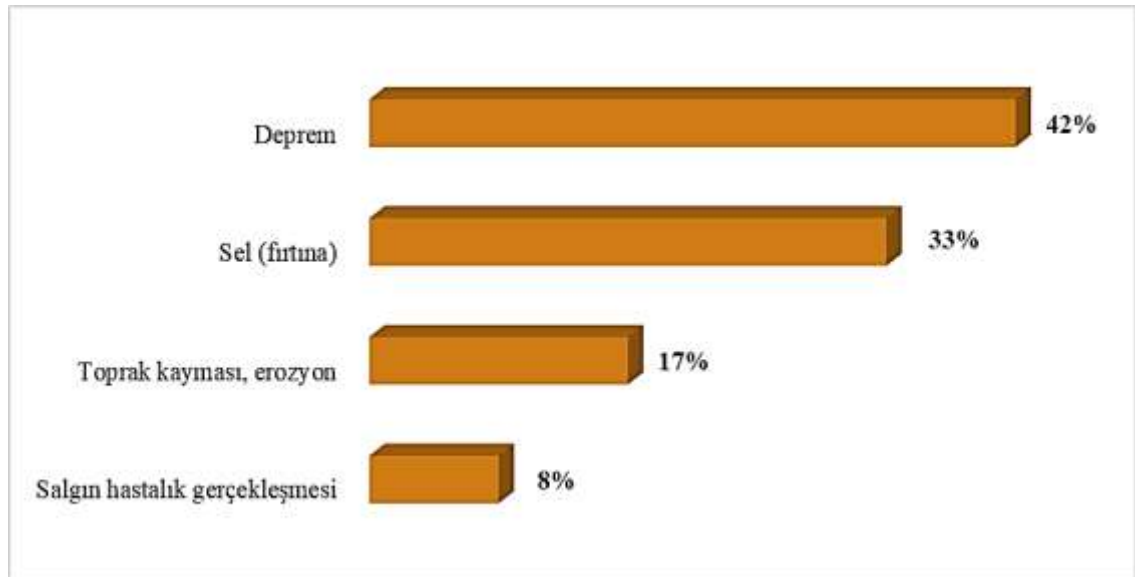
Şekil 4.7. Vaka A – Sözleşme risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

Bürokratik işlerin uzaması, ülke çapında grev yapılması, ambargo ve kota uygulamaları, terör vb. güvenlik nedeniyle işin sekteye uğraması, savaş darbe vb. nedenlerle işin sekteye uğraması riskleri arasında Vaka A için geçerli olabilecek Politik risk faktörünün bürokratik işlemlerin uzaması riski olacağı öngörülmüş ve diğer politik risk faktörlerinin bu proje için ihmal edilebileceği düşünülerek bu riskler göz önünde bulundurulmamıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Vaka A – Politik risklerin risk skorlarına göre sıralaması

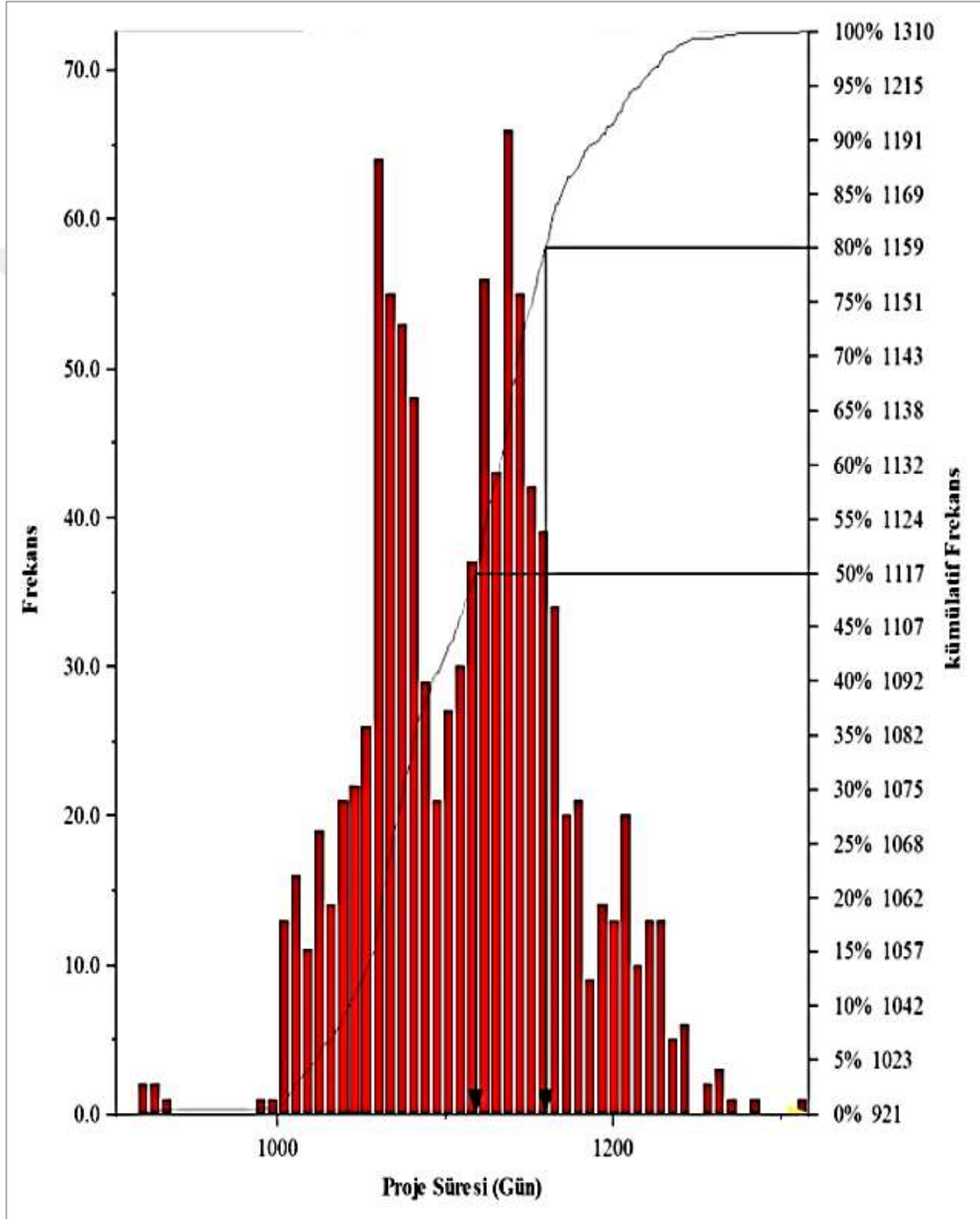
Vaka A projesi için risk grupları arasında en düşük risk skoruna sahip olan grubun çevresel riskler olacağı öngörülmüştü. Çevresel risk faktörleri içerisinde en etkili olabilecek risk faktörleri Şekil 4.9’da görüldüğü üzere deprem, sel, toprak kayması ve salgın hastalık gerçekleşmesi riskleri olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.9. Vaka A – Çevresel risklerin risk skorlarına göre sıralaması

4.4. Vaka A Projesi Süre Frekans Dağılımı

Risk skorları belirlenen riskler Vaka A projesi için ilgili proje aktivitelerine tanımlanmış ve PRA yazılımı yardımıyla simülasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Risklerin hesaba dahil edildiği ancak herhangi bir risk önleminin alınmadığı durum için yapılan simülasyon analizi sonucunda proje süresinde gerçekleşebilecek değişimler Şekil 4.10'da gösterilmektedir.

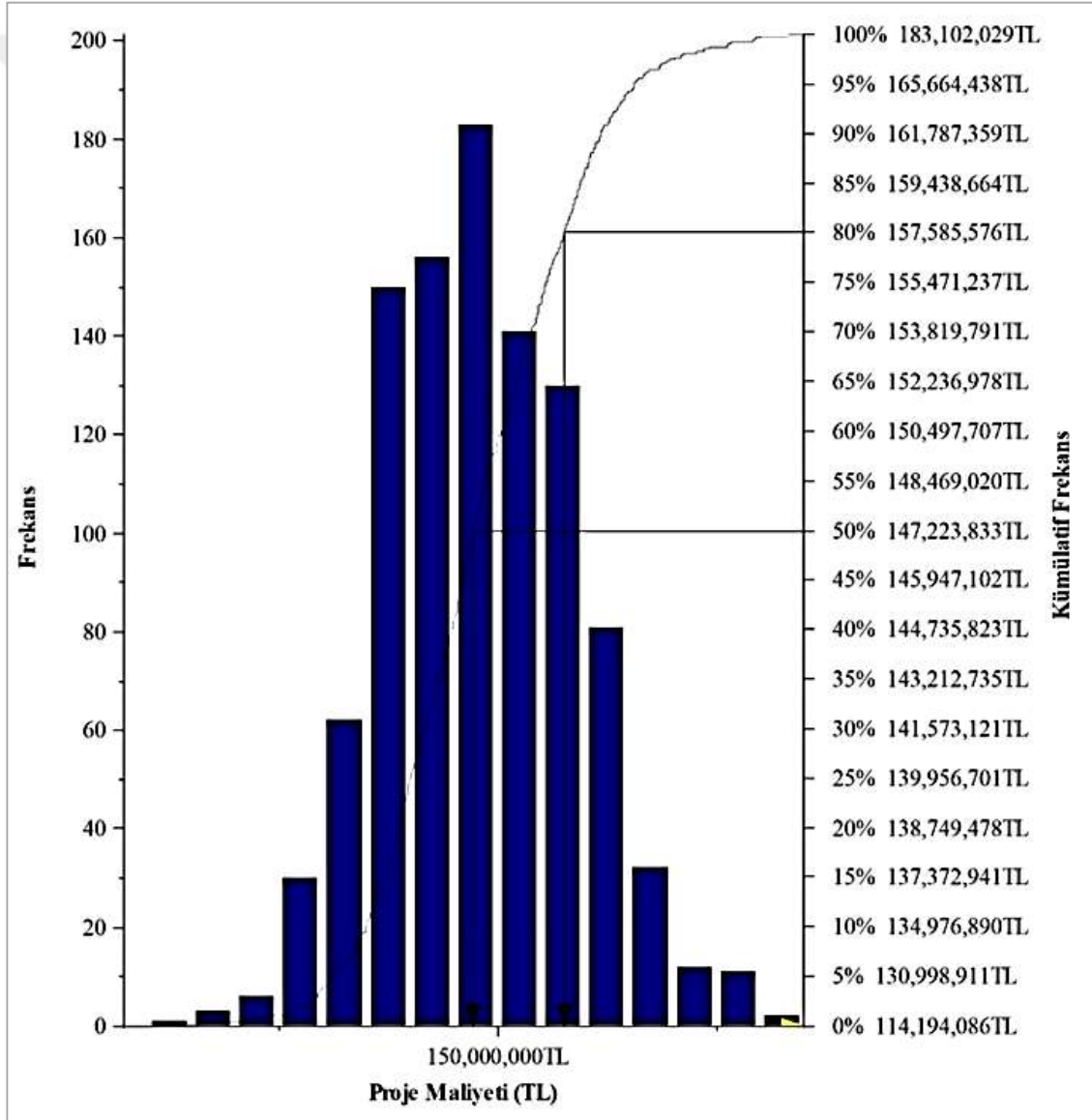


Şekil 4.10. Vaka A – proje süresi frekans dağılımı

Belirlenen risk etkileri altında yapılan 1000 iterasyonlu simülasyon analizi sonrası projenin öngörülen 904 gün içerisinde bitirileme olasılığının %1'den daha düşük olduğu Şekil 4.10'da verilen süre frekans dağılımından görülmektedir. Riskler göz önünde bulundurulduğunda projenin %80 ihtimalle 1159 günde bitirilebileceği öngörülmektedir. Yapılan risk değerlendirmesi sonrası projenin en geç 1310 günde bitirilebileceği belirlenmiştir.

4.5. Vaka A Projesi Maliyet Frekans Dağılımı

Vaka A projesi için öngörülen risklerin projenin ilgili aktivitelerine etki ettirilmesi sonucu proje maliyetinin 114,194,086 TL'den 183,102,029 TL'ye kadar değişebileceği yapılan simülasyon analizi sonucunda gözlemlenmiştir. Risklerin göz önüne alındığı durum için yapılan analiz sonucu elde edilen maliyet-frekans dağılımı Şekil 4.11'de gösterilmektedir.

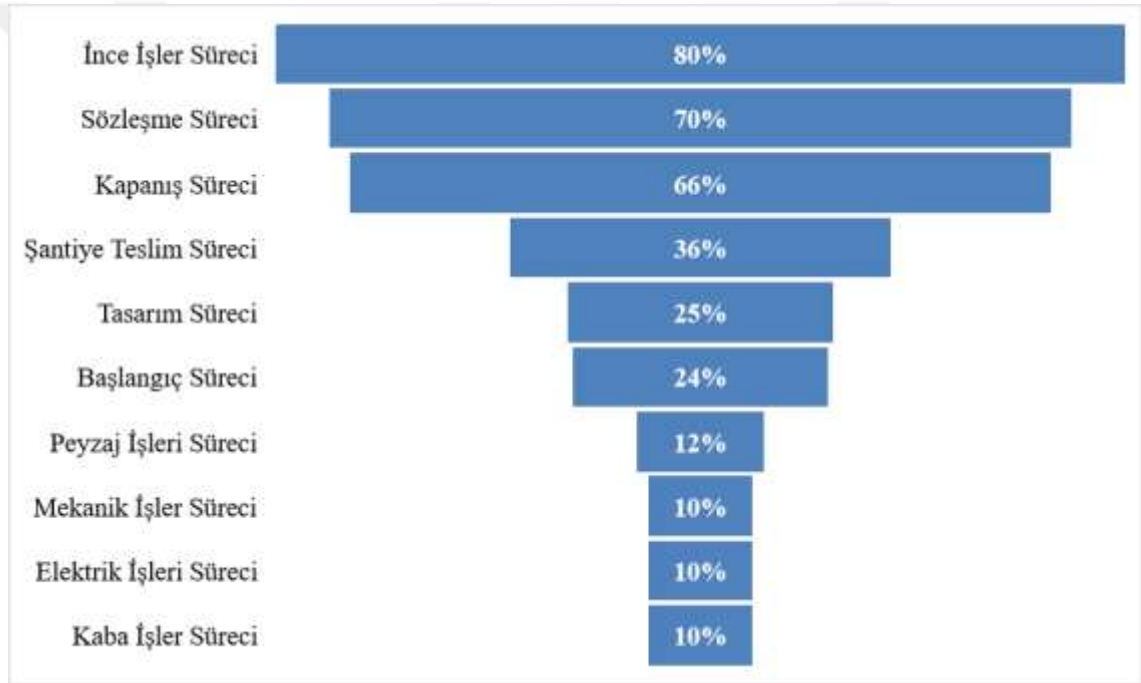


Şekil 4.11. Vaka A – proje maliyeti frekans dağılımı

Risklerin hesaba dahil edildiği ancak herhangi bir riske karşı hiçbir önlem alınmadığı senaryosu için yapılan analiz sonucunda, projenin %80 ihtimalle 157,585,576 TL maliyetle bitirebileceği öngörülmüştür. Planlama aşamasında proje için belirlenen 107,197,703 TL maliyet hedefinin gerçekleşme olasılığı ise süre hedefinde olduğu gibi %1’ den daha azdır. Süre ve maliyet hedefleri için belirlenen değerlere ulaşılması olasılığının %1’den daha az olması, proje için gerçekçi ve doğru bir planlama yapılmadığını göstermektedir.

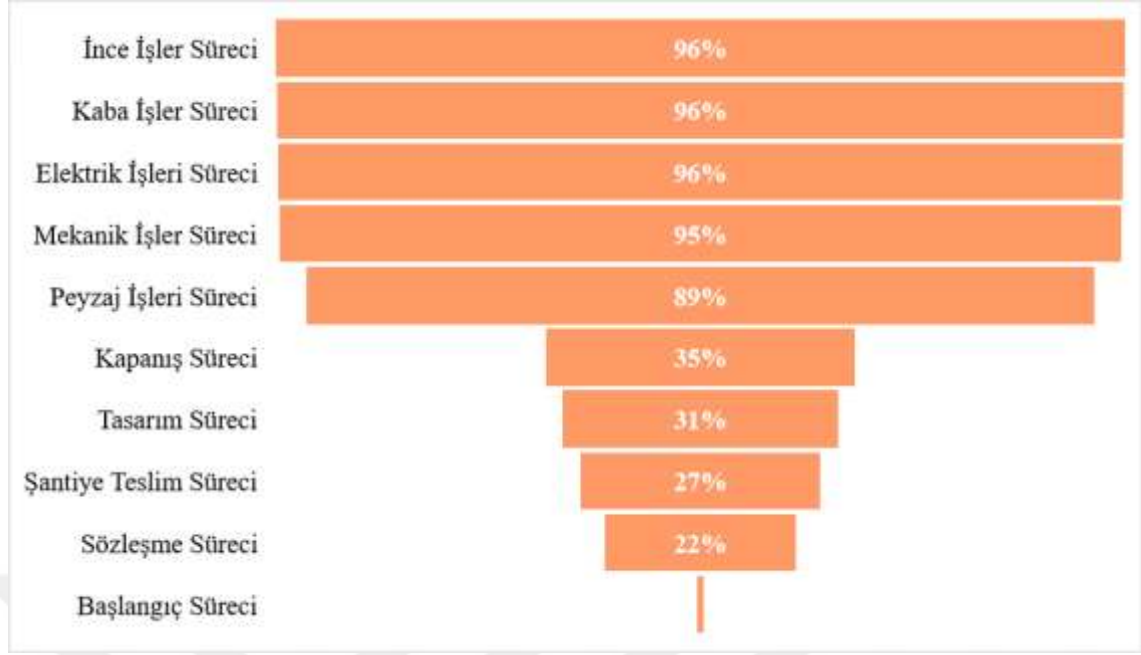
4.6. Vaka A Projesinde Süre ve Maliyet Duyarlılığı Analizi

Simülasyon analizi sonrasında, Vaka A projesinde belirlenen riskler altında proje süresine en duyarlı olan sürecin ince işler süreci olduğu belirtilmiştir. Proje süresi duyarlılığında ince işler sürecini sırasıyla; sözleşme süreci, kapanış süreci, şantiye teslim süreci, tasarım süreci, başlangıç süreci, peyzaj işleri süreci, mekanik işler süreci, elektrik işleri süreci ve kaba işler süreci takip etmektedir (Şekil 4.12).



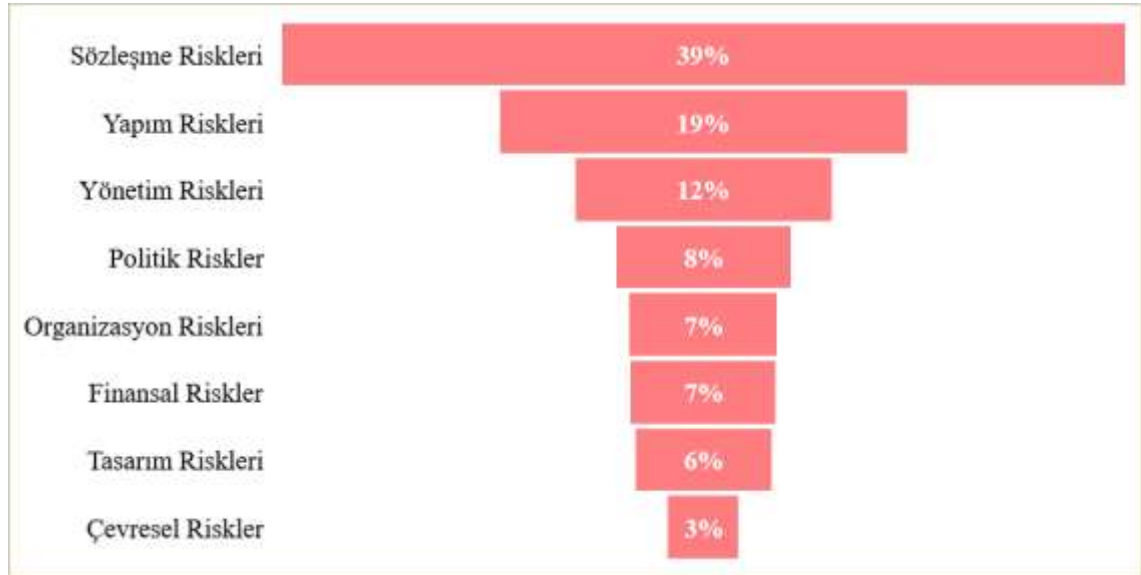
Şekil 4.12. Vaka A – Temel süreçlere ait süre duyarlılığı

Proje süreçlerinin proje maliyetine olan duyarlılığı incelendiğinde ise ince işler, kaba işler, elektrik işleri ve mekanik işler sürecinin %95 ve üstü oranda proje maliyetine duyarlılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Yapılan 1000 iterasyondan en az 950 tanesinde ince işler, kaba işler, elektrik işleri ve mekanik işler süreçlerinde yaşanan artış proje maliyetinde de artışa neden olmuştur. Peyzaj işler sürecinin toplam proje maliyetine olan bağımlılığı ise %89, kapanış sürecinde bu oranın %35, tasarım sürecinde ise %31 olduğu görülmektedir. Şantiye teslim süreci maliyeti ile toplam proje maliyeti arasındaki korelasyon oranının %27, sözleşme süreci ile proje maliyeti süreci arasındaki korelasyon oranının ise %22 oranında olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Vaka A – Temel süreçlere ait maliyet duyarlılığı

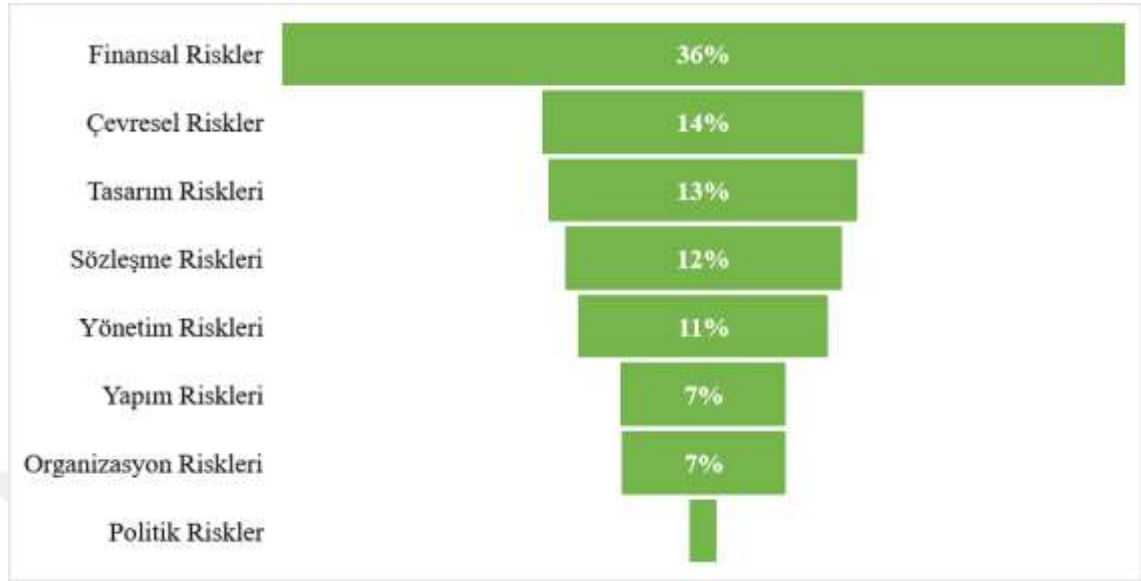
Yapılan analiz sonucunda, risklerin proje süresi ve maliyetine olan duyarlılığı göz önünde bulundurulduğunda süre duyarlılığına göre ilk sıralamada sözleşme riskleri bulunmaktadır. Şekil 4.14’te gösterildiği üzere yapım riskleri, yönetim riskleri, politik riskler, organizasyon riskleri, Finansal riskler, tasarım riskleri ve çevresel risklerin; süre duyarlılığına göre sıralamasında sözleşme risklerini takip ettiği görülmektedir.



Şekil 4.14. Vaka A – Risklerin Süre Duyarlılığına Göre Sıralaması

Risklerin maliyet duyarlılığına göre sıralamasına bakıldığında ise Finansal risklerin diğer risklere oranla %36 oran ile birinci sırada yer aldığı görülmektedir. Finansal riskleri ise sırasıyla çevresel riskler, tasarım riskleri, sözleşme riskleri, yönetim

riskleri, yapım riskleri, organizasyon riskleri ve Politik riskler takip etmektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Vaka A – Risklerin Maliyet Duyarlılığına Göre Sıralaması

4.7. Vaka A Projesi Risk Tepkilerinin Planlanması ve Etkilerinin Analizi

Proje için öngörülen risklere karşı tepki stratejilerinin oluşturulması ve planlanan önlemlerin proje süresi ve maliyetine etkilerinin belirlenmesi konusunda proje yetkililerinin görüşünden yararlanılmıştır. Görüşmeler sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda alınabilecek önlemler ve olası etkileri tanımlanarak simülasyon analizi tekrarlanmıştır. Vaka A projesi için planlanan risk tepkileri ve alınabilecek önlemler Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Vaka A projesi için planlanan risk tepkileri ve alınabilecek risk önlemleri

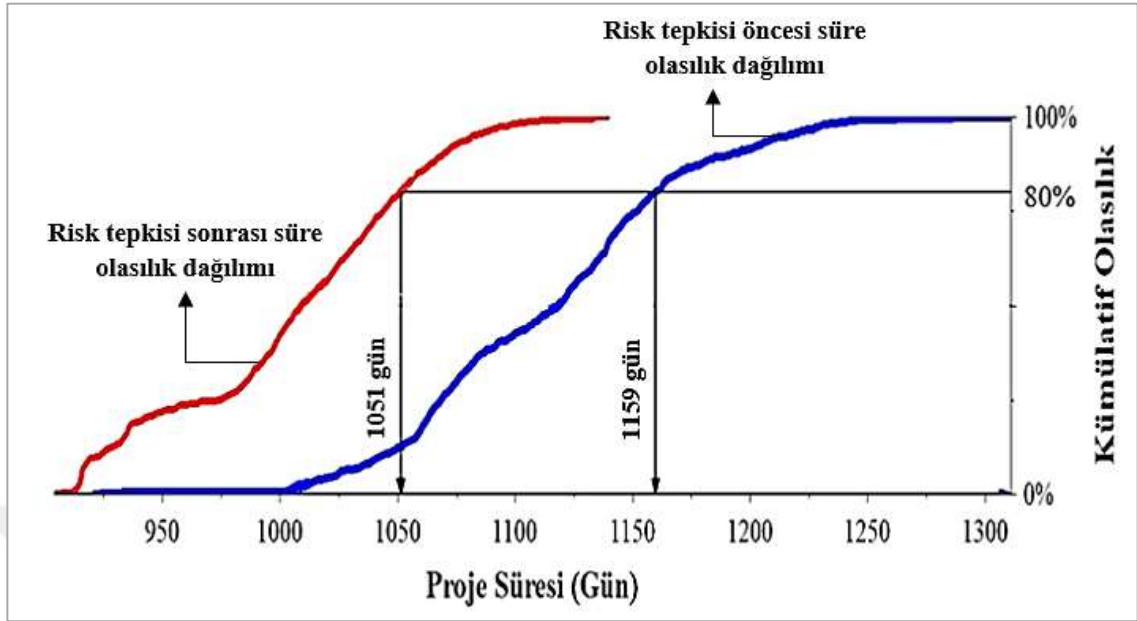
Risk Sınıfı	Tepki Stratejileri	Alınabilecek Önlemler
Tasarım	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Doğru tasarım ekibinin seçilmesi Tasarım değişikliklerine karşı sözleşmeye ek madde kullanılması Tasarımın yerinde uygulanabilirliğinin kontrol edilmesi Müşteri ihtiyaçlarının iyi analiz edilmesi
Sözleşmesel	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Sözleşmelerin dikkatli incelenmesi Standart sözleşmelerin projeye uygun adaptasyonu Sözleşme yönetimi için danışmanlık alınması
Politik	Riski kabullenme Riskin azaltılması Riskin transferi	Bürokratik yapılarla ilişkilerin iyi tutulması Sigorta poliçelerine Politik risklerin ilave edilmesi

devamı arkada

Çizelge 4.3'ün devamı

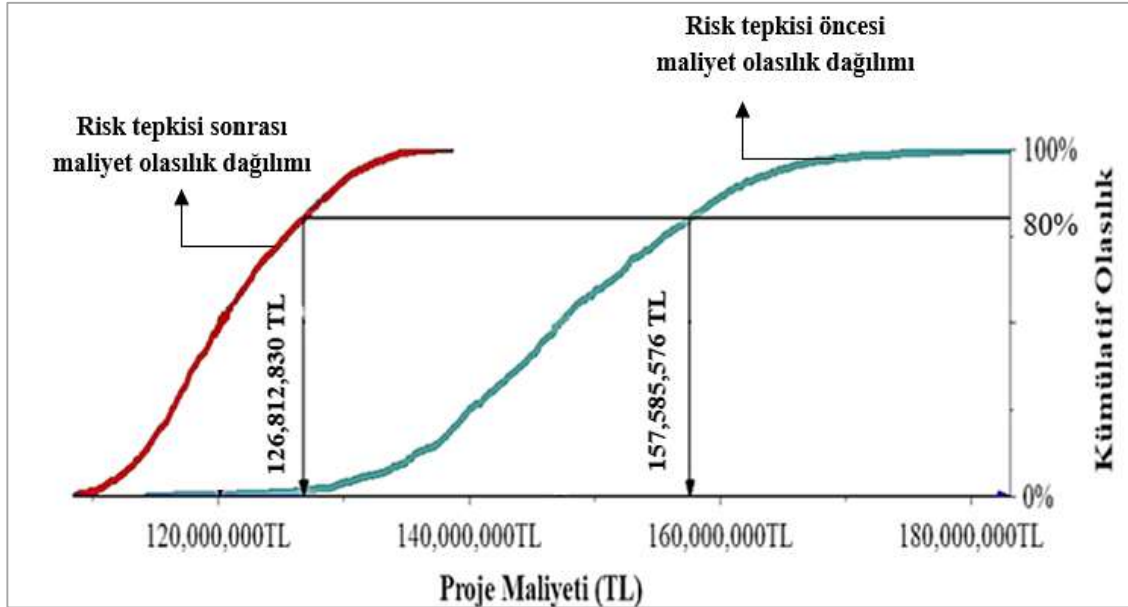
Risk Sınıfı	Tepki Stratejileri	Alınabilecek Önlemler
Finansal	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Etkili Pazar analizi ve doğru fizibilite çalışması Metraj ve keşiflerin dikkatli hazırlanması Proje iş programına uygun ilerlenmesi Kredi çekilen kurumların güvenilirliğinin sağlanması Sözleşmede eskalasyon koşulunun yer alması Götürü bedel sözleşmelerinden kaçınılması İş kalemlerine risk primlerinin etki ettirilmesi
Yönetimsel	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Yatırım kararlarının doğru alınması Birimler arası açık ve hızlı iletişimin sağlanması Doğru altyüklenici ve tedarikçi seçimi Müşavir firmalar hakkında iyi araştırma yapılması
Organizasyonel	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Deneyimli saha mühendisleri ve planlama ekibi ile çalışılması Doğru şantiye organizasyonu Tedarik ve kaynak planlamasının dikkatli yapılması Verimin artırılması için çalışma ortamının iyileştirilmesi ve belirli aralıklarla proje ekibi için sosyal etkinliklerin düzenlenmesi
Yapım	Riski kabullenme Riskin azaltılması Riskin transferi	Yetkin altyüklenici seçimi Düzenli ve etkili şantiye/proje kontrolünün sağlanması Deneyimli ve dinamik saha ekibi ile çalışılması Çalışanlara düzenli ve etkili eğitimlerin verilmesi Sağlıklı ve düzenli çalışma ortamının sağlanması İş programının dikkatli hazırlanması İSG konusunda çalışanların doğru bilgilendirilmesi ve optimum İSG önlemlerinin alınması Sigorta
Çevresel ve Doğal	Riskin azaltılması Riskin transferi	Mücbir sebeplerin sözleşmelerde açık ve doğru olarak tanımlanması, doğal afet kaynaklı maliyet artışı ve gecikmeler ile ilgili maddelerin eklenmesi Sigorta

Risklere karşı risk tepkilerinin planlandığı durum için yapılan simülasyon analizi sonrasında projenin %80 ihtimalle 1051 günde tamamlanabileceği ortaya konulmuştur. Şekil 4.16'da verilen risk tepkisi öncesi ve sonrasına ait süre-olasılık dağılımı karşılaştırması incelendiğinde, risklere karşı alınabilecek önlemlerle proje süresinin 108 gün kısaltılabileceği öngörülmüştür.



Şekil 4.16. Vaka A – Risk tepkisi öncesi ve sonrası süre olasılık dağılımı karşılaştırması

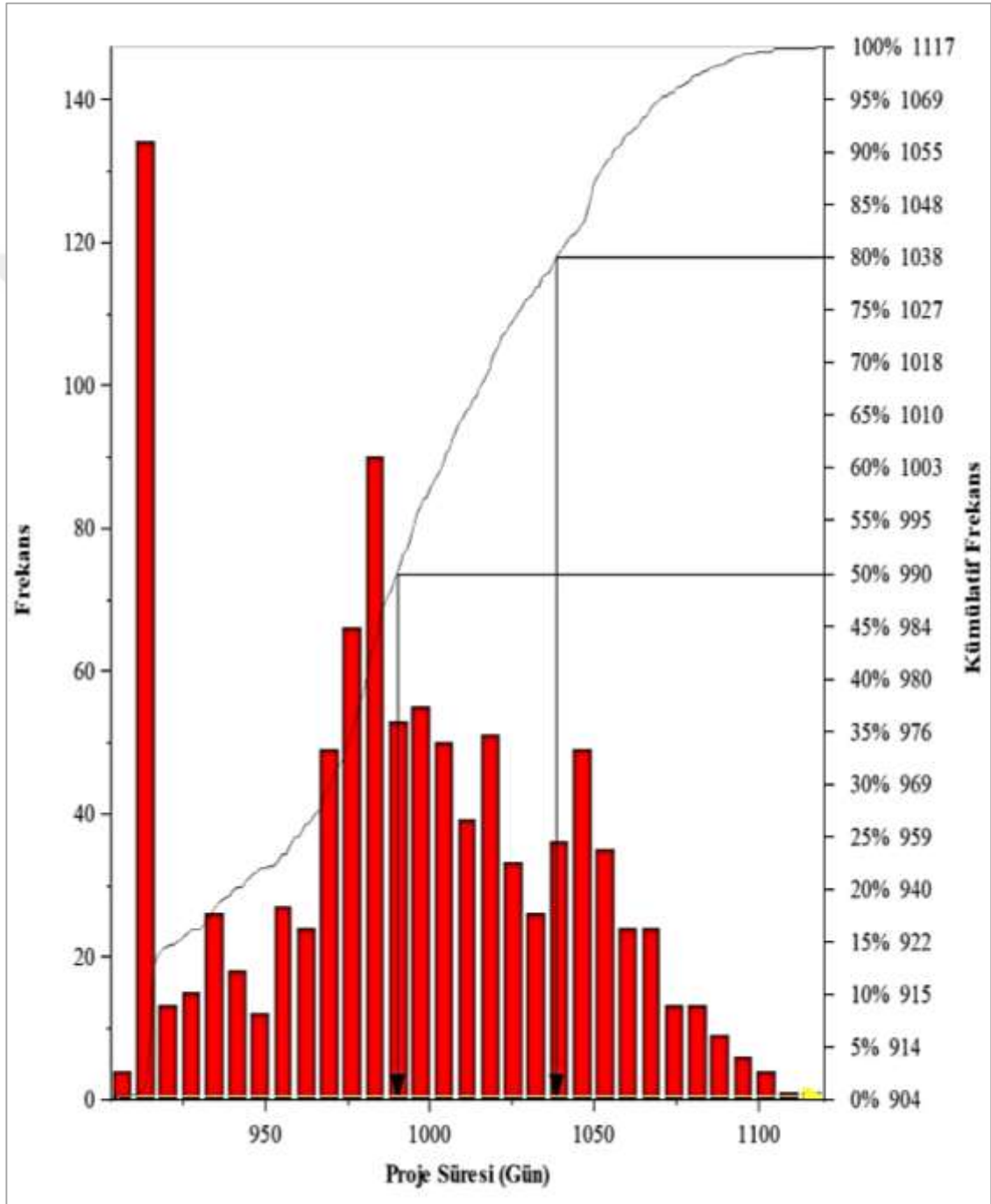
Risk yanıtlarının planlandığı senaryo için yapılan analiz sonucunda projenin %80 ihtimal ile 126,812,830 TL ile bitirilebileceği tahmin edilmiştir. Şekil 4.17’de verilen karşılaştırmalı maliyet olasılık dağılımı incelendiğinde planlanan risk yanıtları ile proje maliyetinin 30,772,746 TL azaltılarak 126,812,830 TL’ye indirilebileceği düşünülmüştür.



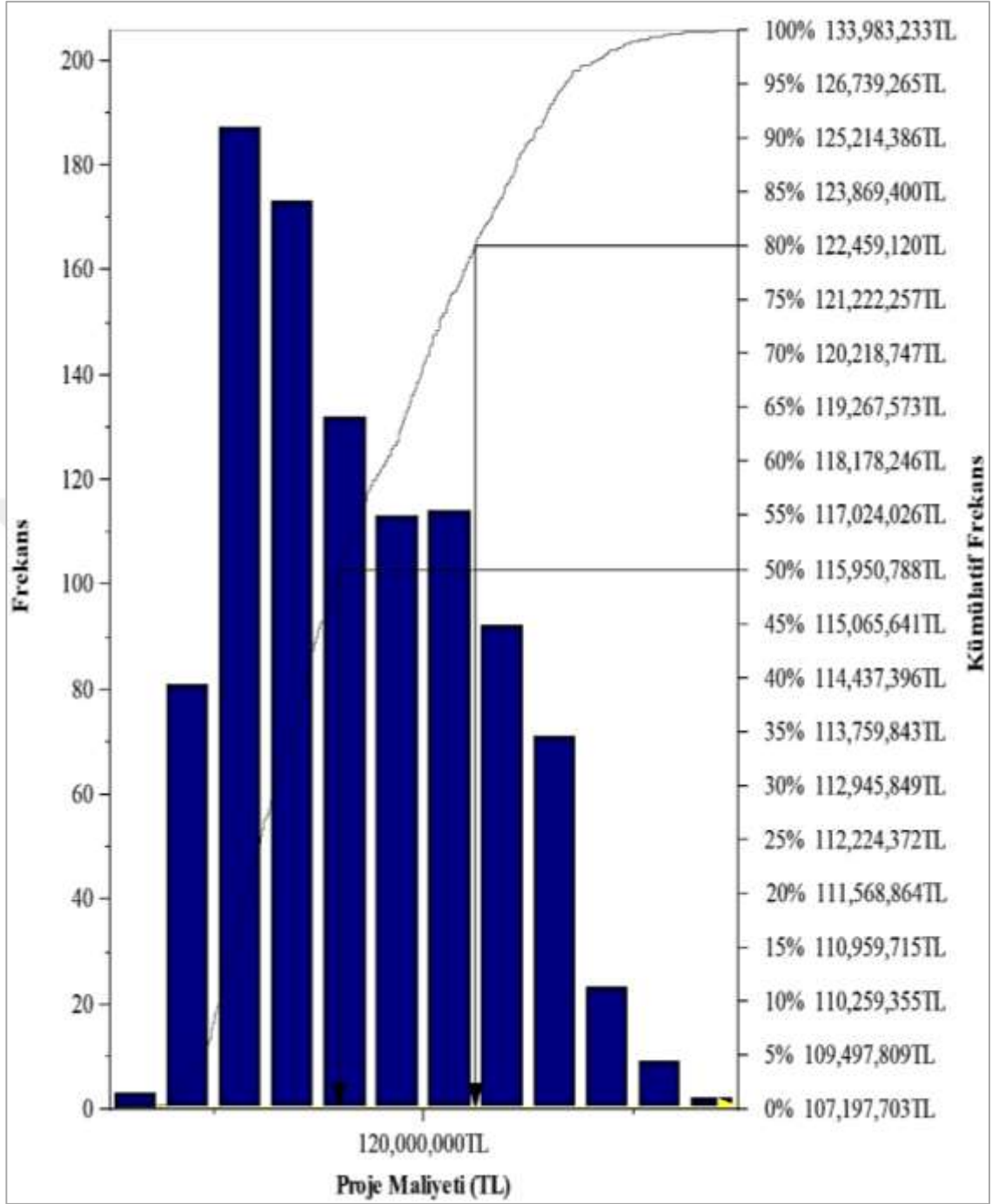
Şekil 4.17. Vaka A Risk tepkisi öncesi ve sonrası maliyet olasılık dağılımı karşılaştırması

4.8. Vaka A Projesinde OPYP Kullanımı Katkısının Analizi

Vaka A proje yöneticisi ve proje ekibine risk önlemlerine ilave olarak kullanabilecekleri web tabanlı OPYP platformu tanıtılmış ve projelerinde OPYP kullanımının proje risk yönetimine olası katkısının belirlenmesi için görüşleri alınmıştır. Proje ekibinden alınan veriler doğrultusunda yapılan simülasyon analizi sonucunda, proje süresinin %80 ihtimalle 1038 güne indirilebileceği öngörülmüştür (Şekil 4.18.).



Şekil 4.18. Vaka A – OPYP kullanımı sonrası süre- frekans dağılımı



Şekil 4.19. Vaka A – OPYP kullanımı sonrası maliyet - frekans dağılımı

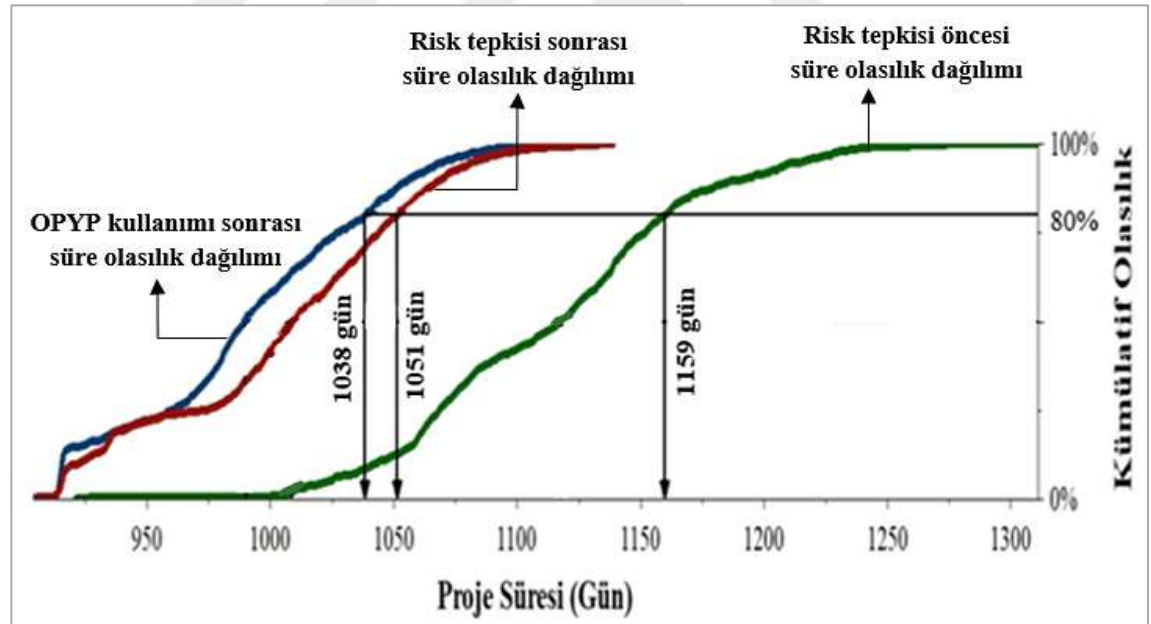
Proje ekibinden alınan veriler ışığında yapılan simülasyon analizi sonucunda, OPYP kullanımının Vaka A projesi için proje maliyetinin %80 ihtimalle 122,459,120 TL'ye azaltılabileceği tahmin edilmektedir (Şekil 4.19).

4.9. Vaka A Projesinde Risk Tepkisi Öncesi – Sonrası ve OPYP Kullanımına Ait Senaryo Analizlerinin Karşılaştırılması

Vaka A projesinin analizi sonucunda, farklı senaryolar altında projenin süresi ve bütçesi için öngörülen bu değerler incelendiğinde, risklerin proje süresini yaklaşık olarak %28 maliyetini ise %47 oranında artıracakları belirlenmiştir. Risklere karşı risk tepkilerinin planlanması ve uygulanması sonucunda bu artışın; proje süresinde %42 oranında, proje maliyetinde ise %61’lik bir oranda azaltılabileceği öngörülmüştür. Risklere karşı alınabilecek önlemlere ilave olarak OPYP kullanımının ise; proje süresindeki artışı %5 oranında daha azaltarak toplam %47 oranında, proje maliyetindeki artışı ise %9 daha azaltarak toplamda %70 oranında azaltılabileceği öngörülmüştür (Çizelge 4.4).

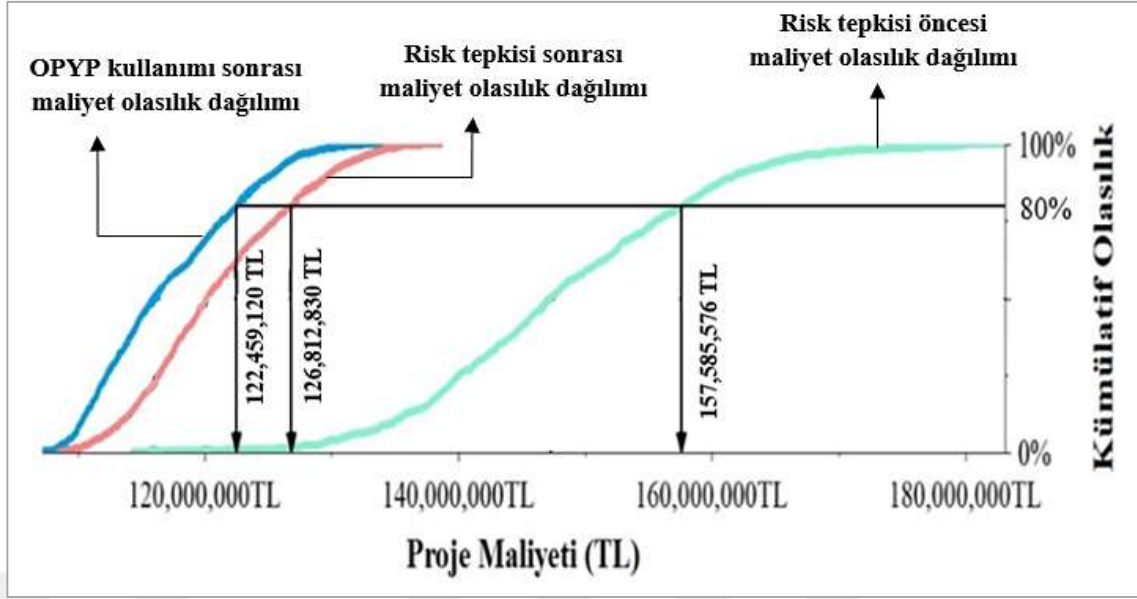
Çizelge 4.4. Vaka A’nın farklı senaryolarda toplam proje süresi ve maliyeti

Senaryolar (Vaka A)	Toplam Proje Süresi (gün)	Toplam Proje Maliyeti (TL)
Senaryo 1	904	₺107,197,103
Senaryo 2	1159	₺157,585,576
Senaryo 3	1051	₺126,812,830
Senaryo 4	1038	₺122,459,120



Şekil 4.20. Vaka A – Süre – Olasılık Dağılımı Karşılaştırmaları

Vaka A için belirlenen üç farklı durum için simülasyon analizi sonuçları karşılaştırmalı olarak süre ve maliyet frekans dağılımları için ayrı ayrı Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’de gösterilmektedir.



Şekil 4.21. Vaka A – Maliyet – Olasılık Dağılımı Karşılaştırmaları

Vaka A için gerçekleşen durumda ise proje, 1081 gün içerisinde ve toplamda 133,849,567 TL maliyet ile tamamlanmıştır. Gerçekleşen durum ile risk tepkilerinin verilmesi sonrasında yaşanabilecek durum yani Senaryo 3 sonuçları kıyaslandığında; yüklenici firmanın risk yönetiminden beklediği performans süre artışında %42 oranında bir azalma sağlanması iken gerçekte süre artışında ancak %28 azalma sağlanabildiği görülmüştür. Maliyet artışında beklenen azalma oranı %61 iken gerçekte ise bu artış ancak %46 oranında sağlanabilmiştir. Firmanın risk yönetiminden beklediği süre ve maliyet performansı ile gerçekte yaşanan durum karşılaştırıldığında ise; firmanın risk yönetiminde hedeflediği süre ve maliyet artışlarını önleme konusunda, proje süresinde %67 oranında proje maliyetinde ise %75 oranında bir başarı sağlayabildiği ortaya çıkmıştır.

4.10. Vaka B Projesi İş Programı ve Maliyet Analizi

Vaka çalışması olarak seçilen ikinci proje Vaka B projesi olarak adlandırılmıştır. Vaka B projesi Kamu Özel İşbirliği (KÖİ) ile yapılmış olan bir hastane projesidir. Projede yap-işlet-devret sistemi uygulanmıştır. Risklerin göz önünde bulundurulmadığı durum için yapılan temel süreçlere ait iş programı ve proje maliyet bilgileri Çizelge 4.5'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.5. Vaka B iş programı ve maliyet bilgileri

Proje Temel Süreçleri	Süre (Gün)	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Maliyet (Euro)
Vaka B Projesi	816	2.04.2014	25.06.2016	€ 214,303,593
Proje başlangıcı	1	2.04.2014	2.04.2014	€ 0
Tasarım ve Mühendislik	501	2.04.2014	15.08.2015	€ 2,723,712

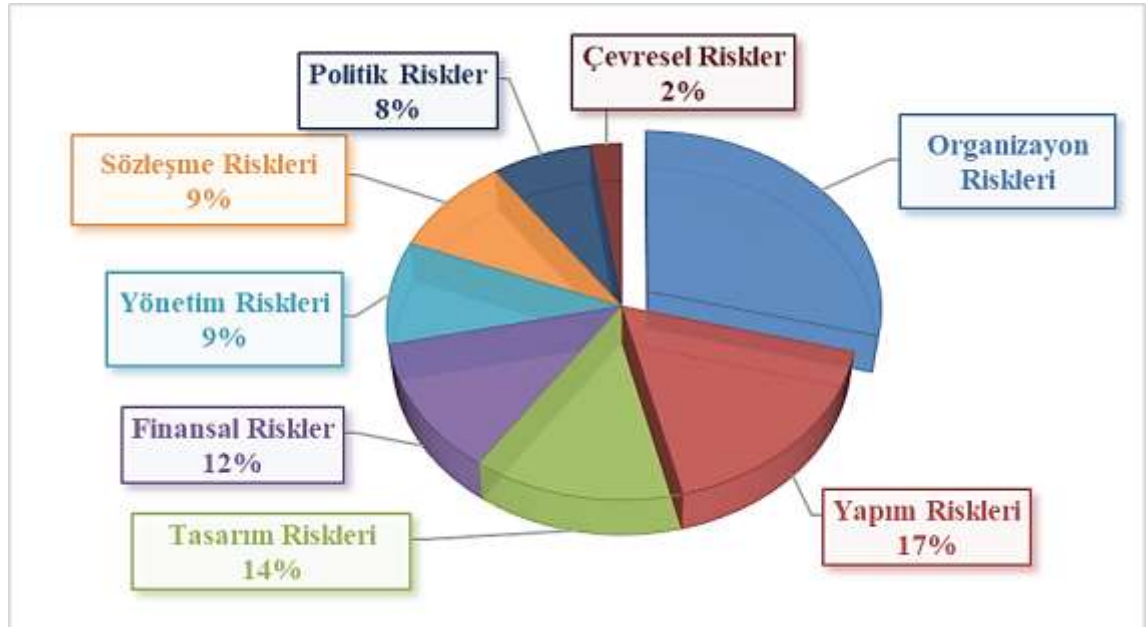
devamı arkada

Çizelge 4.5'in devamı

Proje Temel Süreçleri	Süre (Gün)	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Maliyet (Euro)
Toprak İşleri	355	28.05.2014	17.05.2015	€ 1,558,345
İnce İnşaat İşleri	440	16.12.2014	28.02.2016	€ 62,511,324
Mekanik İşler	405	8.01.2015	16.02.2016	€ 43,016,095
Elektrik İşleri	461	13.10.2014	16.01.2016	€ 29,957,546
Altyapı İşleri	325	25.10.2014	14.09.2015	€ 736,848
Test Etme ve Devreye Alma	770	15.05.2014	22.06.2016	€ 0
Proje bitiş	0	23.06.2016	22.06.2016	€ 0
Şantiye genel giderleri	757	28.05.2014	22.06.2016	€ 15,560,135

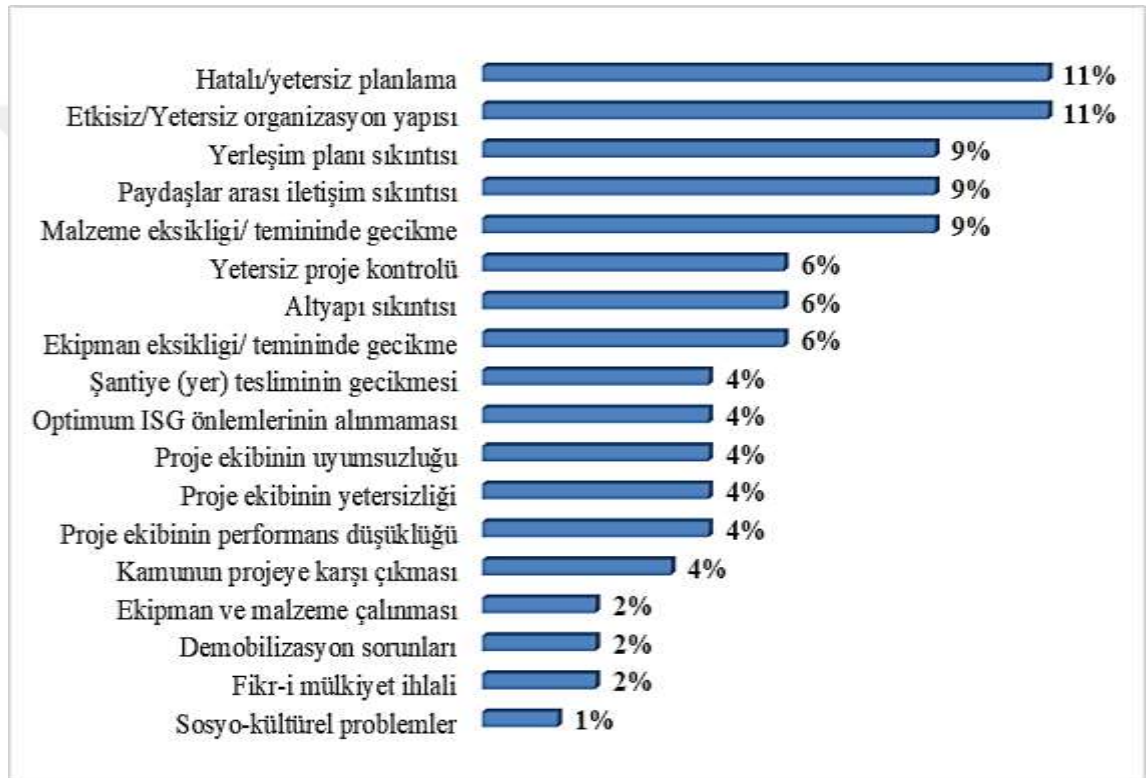
4.11. Vaka B Projesi Risk Skorları

Çalışma kapsamında belirlenen risklerin gerçekleşme olasılıkları ve proje süresine ve maliyetine etkileri, planlama ekibinin ve proje müdürlerinin görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Vaka B projesi için ana risk gruplarının, risk skorlarına göre sıralaması Şekil 4.22'de gösterilmektedir. Vaka B projesine etki eden risklerin risk skorları göz önünde bulundurulduğunda en yüksek etkiye sahip risk grubunun %29 oran ile organizasyon riskleri olduğu görülmektedir. Organizasyon risklerini ikinci sırada %17 oran ile yapım riskleri ve üçüncü sırada %14 ile tasarım riskleri takip etmektedir. Tasarım risklerini ise sırasıyla Finansal riskler (%12), yönetim riskleri (%9), sözleşme riskleri (%9), Politik riskler (%8) ve çevresel riskler (%2) takip etmektedir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Vaka B – Risk skorlarına göre risk sıralaması

Risk skorlarına göre ilk sırada yer alan organizasyon risklerine ait risk faktörlerinin sıralaması Şekil 4.23'te verilmiştir. Risk skorları baz alınarak yapılan sıralamada organizasyon riskleri arasında en yüksek etkiye sahip olan risk faktörünün hatalı planlama ve veya yetersiz organizasyon yapısı riskleri olduğu ortaya konulmuştur. İkinci sırada %9 oran ile yerleşim planı sıkıntısı, paydaşlar arası iletişim sıkıntısı ve malzeme temininde gecikme riskleri yer almaktadır. Bu riskleri sırasıyla yetersiz proje kontrolü (%6), altyapı sıkıntısı (%6), ekipman temininde gecikme (%6), yer tesliminin gecikmesi (%4), optimum İSG önlemlerinin alınmaması (%4), proje ekibinin uyumsuzluğu (%4), proje ekibinin yetersizliği (%4), proje ekibinin performans düşüklüğü (%4), kamunun projeye karşı çıkması (%4), ekipman ve malzeme çalınması (%2), demobilizasyon sorunları (%2), fikr-i mülkiyet ihlali (%2) ve sosyo-kültürel problemlerin ortaya çıkma riskleri (%1) izlemektedir.



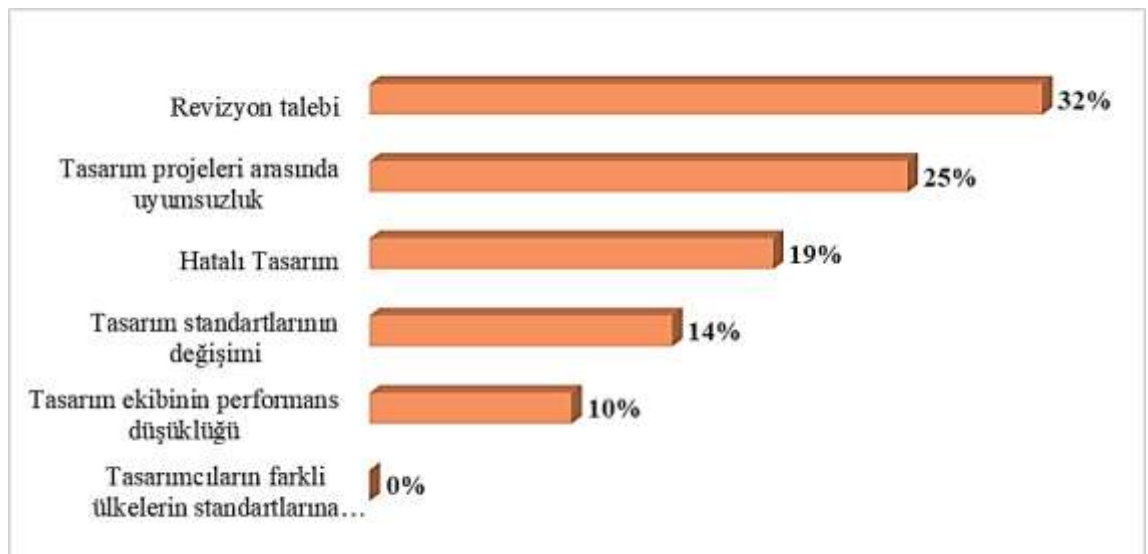
Şekil 4.23. Vaka B – Organizasyonel risklerin risk skorlarına göre sıralaması

Yapım riskleri arasında en etkili risk faktörlerinin %11 oranı ile hatalı yapım uygulamaları ve ölümlü ya da ağır yaralanma ile sonuçlanan iş kazası riskleri olarak belirlenmiştir. Risk skoru sıralamasında ikinci sırayı %10 oran ile malzeme kalitesizliği, ekipman arızası ve zorlu hava şartları risk faktörleri almaktadır. Bu riskleri ise orta ve hafif derecede yaralanma ile sonuçlanan iş kazası (%8), işgücü performansında düşüklük (%8), tarihsel bulgular (%6), kesin kabulde sorun yaşanması (%5), geçici kabulde sorun yaşanması (%5), işgücü eksikliği (%4), jeolojik problemler (%4), hatalı inşaat tekniği (%4), yapımın çevreye zarar vermesi (%3) ve malzeme kaybı (%3) riskleri takip etmektedir (Şekil 4.24).



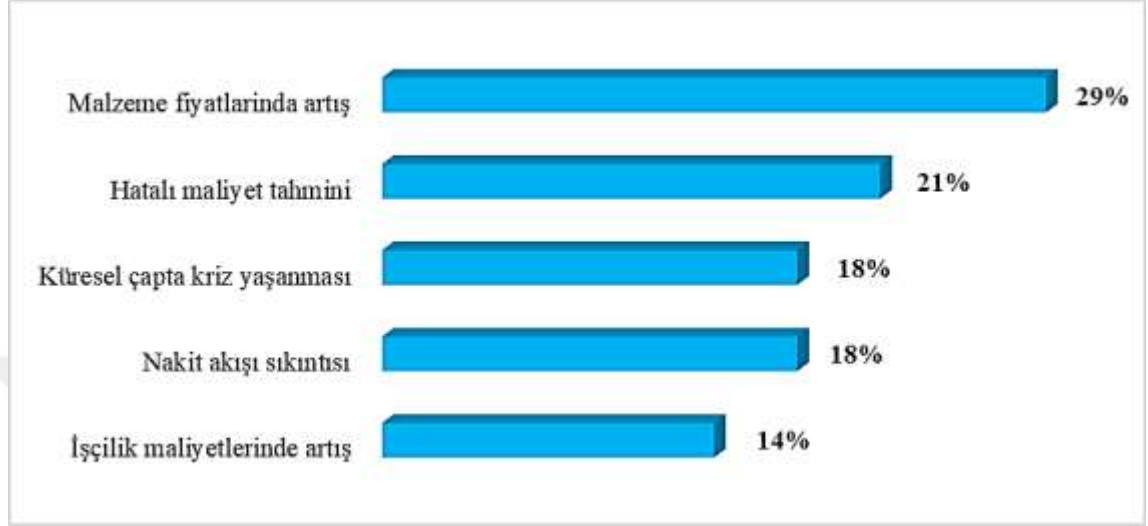
Şekil 4.24. Vaka B – Yapım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

Risk skorlarına göre yapılan sıralamada tasarım riskleri arasında en etkili risk faktörünün %32 oran ile revizyon talebi riski olduğu görülmektedir. Revizyon talebi riskini sırasıyla tasarım projeleri arasında uyumsuzluk (%25), hatalı tasarım (%19), tasarım standartlarının değişimi (%14) ve tasarım ekibinin performans düşüklüğü (%10) risk faktörleri izlemektedir. Şekil 4.25'te de görüldüğü üzere, Vaka B projesi için tasarımcıların farklı ülkelerin standartlarına adaptasyon problemi risk faktörü ihmal edilmiş ve hesaplamalarda göz önünde bulundurulmamıştır.



Şekil 4.25. Vaka B – Tasarım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

Finansal riskler arasında malzeme fiyatlarında artış risk faktörü %29 oran ile birinci sırayı alırken, hatalı maliyet tahmini (%21) ve küresel çapta kriz yaşanması (%18) sırasıyla ikinci ve üçüncü sırayı almıştır. Nakit akışı sıkıntısı ve işçilik maliyetlerinde artış riskleri ise %18 ve %14 oran ile küresel çapta kriz yaşanması riskini takip etmektedir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Vaka B – Finansal risklerin risk skorlarına göre sıralaması

Şekil 4.27’de gösterilen grafik incelendiğinde yönetim riskleri arasındaki sıralamanın; hatalı yüklenici ve altyüklenici seçimi, yanlış sözleşme tipi seçimi, yönetim kararlarının gecikmesi, hatalı müşavir seçimi ve üst yönetim değişikliği şeklinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.27. Vaka B – Yönetim risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

Sözleşme riskleri arasında en yüksek risk skoruna sahip risk faktörü proje kapsamının net olmaması riskidir. İkinci sırada sözleşme maddelerindeki belirsizlik riski yer alırken bu riski taraflar arası dengesiz risk dağılımı, sözleşme dokümanlarının

eksikliği ve anlaşmazlıkların çözümleri hakkında belirsizlik riski izlemektedir (Şekil 4.28).



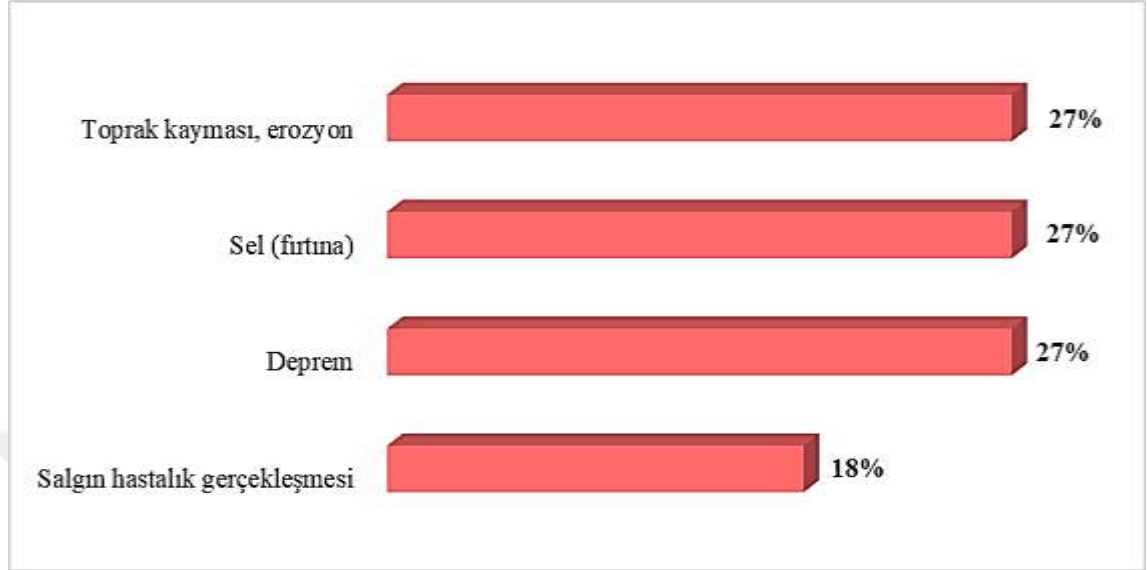
Şekil 4.28. Vaka B – Sözleşme risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

Politik risklere ait risk skoru sıralamasına bakıldığında bürokratik işlemlerin uzaması riski %46 oran ile ilk sırada yer almaktadır. %14 oran ile ikinci sırayı ambargo ve kota uygulamalar, terör vb. güvenlik sorunları ile işin sekteye uğraması ve savaş çıkma riskleri paylaşmaktadır. Şekil 4.29’da görüldüğü üzere ülke çapında grev yapılması riski ise %11 oran ile Politik riskler arasında en düşük risk skoruna sahip olan risk olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.29. Vaka B – Politik risklerin risk skorlarına göre sıralaması

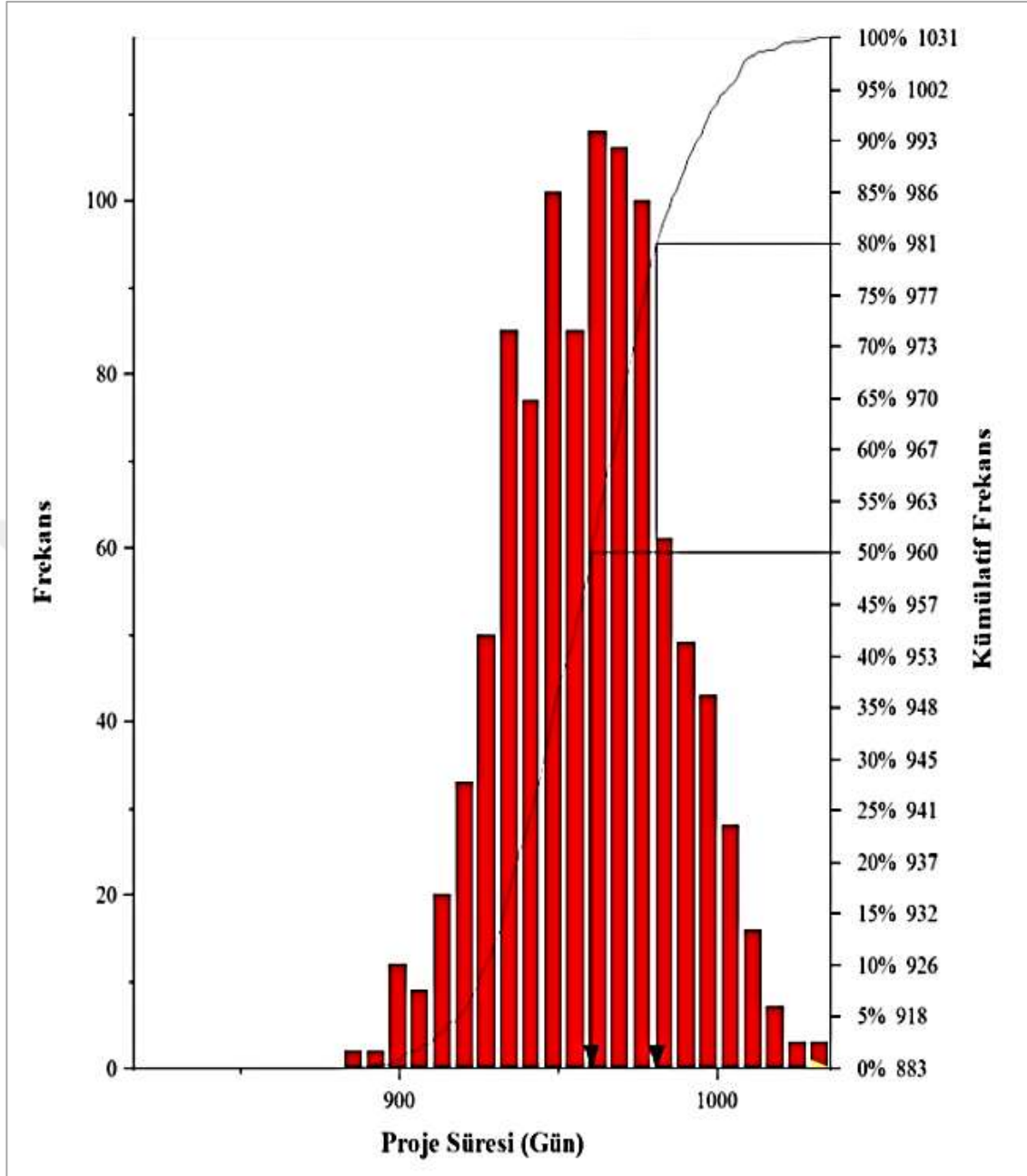
Şekil 4.30’da verilen grafik incelendiğinde toprak kayması, sel ve deprem risklerinin %27 oran ile çevresel riskler arasında ilk sırada yer aldığı ve salgın hastalık gerçekleşme riskinin %18 oran ile diğer riskleri takip ettiği görülmektedir.



Şekil 4.30. Vaka B – Çevresel risklerin risk skorlarına göre sıralaması

4.12. Vaka B Projesi Süre – Frekans Dağılımı

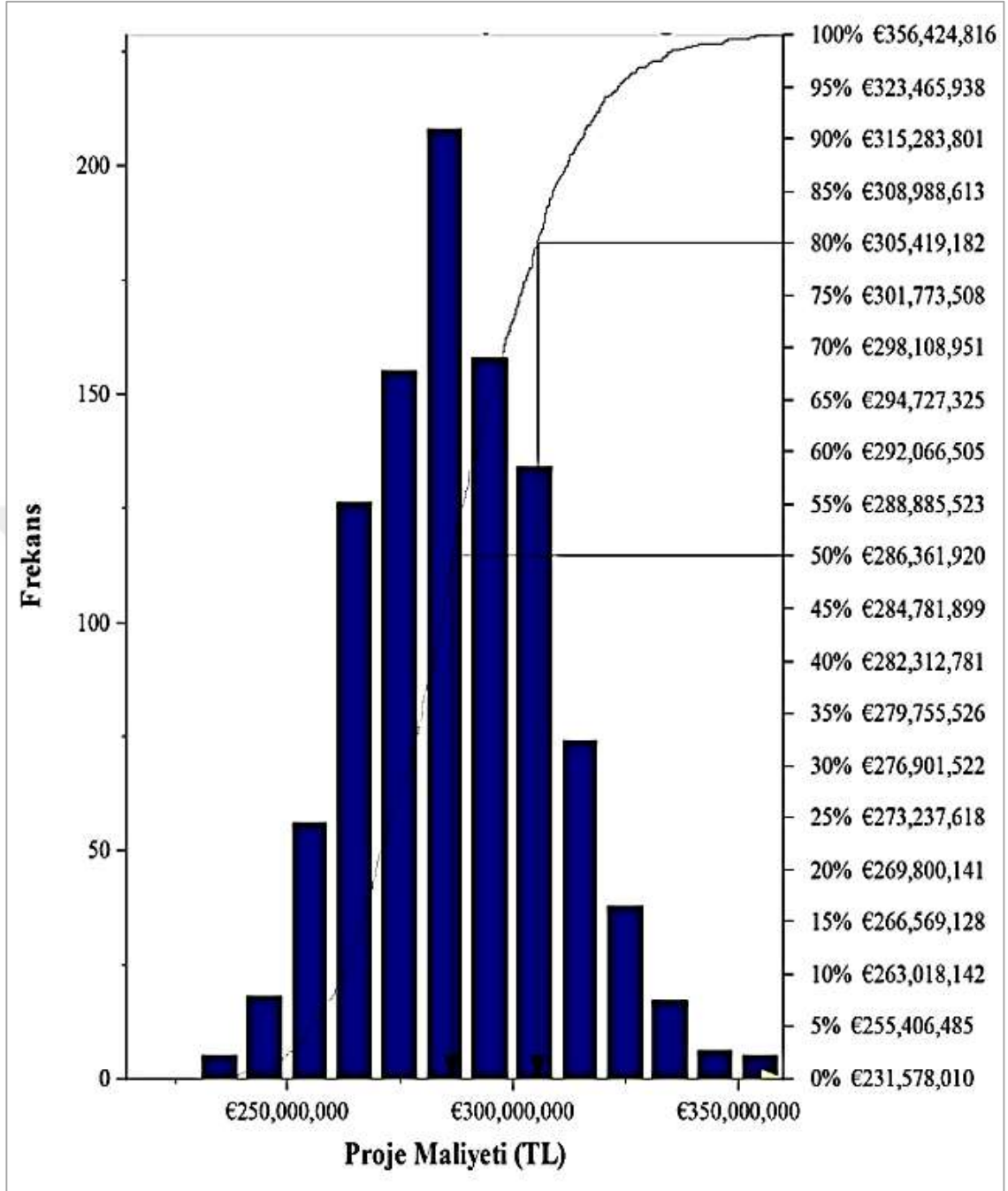
Risk skorları belirlenen riskler Vaka A projesi için ilgili proje aktivitelerine tanımlanmış ve PRA yazılımı yardımıyla simülasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Risklerin hesaba dahil edildiği ancak herhangi bir risk önleminin alınmadığı durum için yapılan simülasyon analizi sonucunda proje süresinde gerçekleşebilecek değişimler Şekil 4.31’de gösterilmektedir. Belirlenen riskler etkisinde proje süresi için hedeflenen 816 günün gerçekleşme olasılığının %1’den küçük olduğu görülmektedir. %80 ihtimalle projenin 981 günde, en kötü ihtimalle ise 1031 gün içerisinde bitirilebileceği öngörülmektedir.



Şekil 4.31. Vaka B – proje süresi frekans dağılımı

4.13. Vaka B Projesi Maliyet – Frekans Dağılımı

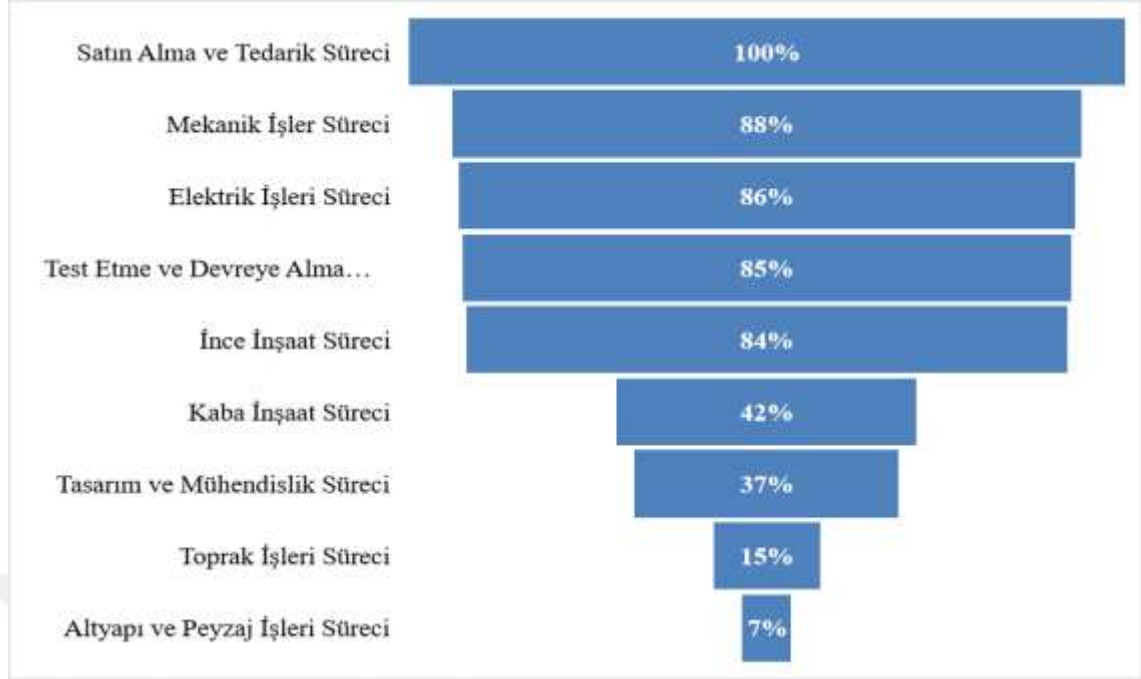
Risklerin hesaba dahil edildiği ancak herhangi bir riske karşı hiçbir önlem alınmadığı senaryosu için yapılan analiz sonucunda, projenin %80 ihtimalle €305,419,182 maliyetle bitirebileceği öngörülmüştür. Planlama aşamasında proje için belirlenen €214,303,593 maliyet hedefinin gerçekleşme olasılığı ise süre hedefinde olduğu gibi %1’ den daha azdır (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Vaka B – proje maliyet frekans dağılımı

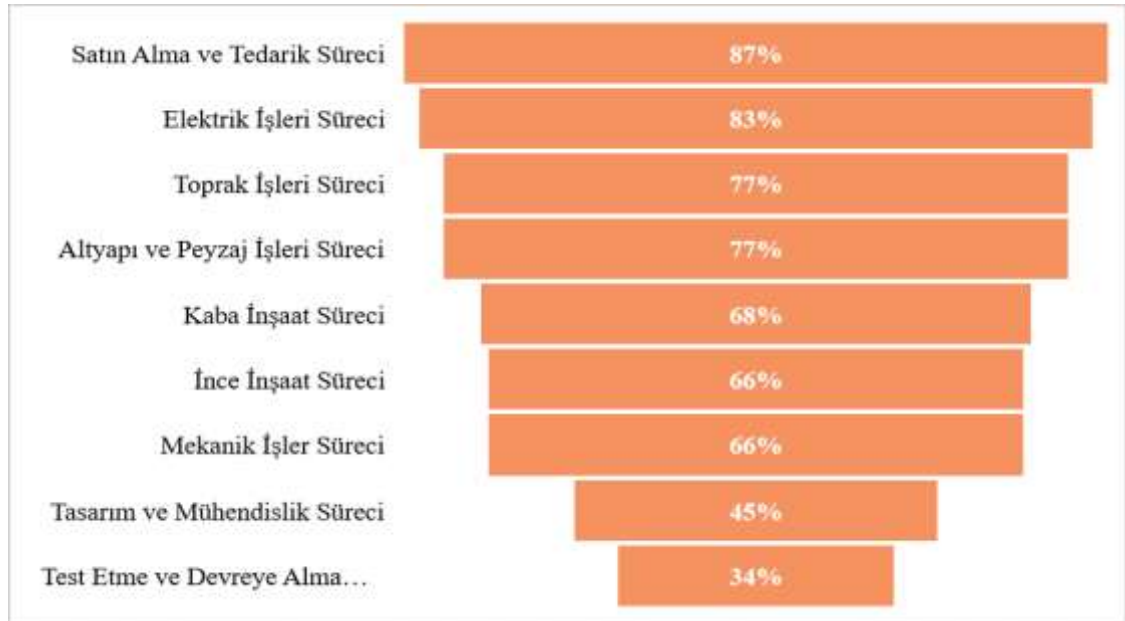
4.14. Vaka B Projesi Süre ve Maliyet Duyarlılığı Analizi

Proje süreçlerinin proje süresine olan duyarlılığı incelendiğinde satın alma ve tedarik sürecinin %100 oran ile ilk sırada yer almaktadır. Mekanik işler süreci %88 oran ile ikinci sırayı ardından %86 oranı ile elektrik işler süreci ise üçüncü sırayı almaktadır. Süre duyarlılığına göre elektrik işleri sürecini izleyen diğer süreçler sırasıyla test etme ve devreye alma süreci (%85), ince inşaat süreci (%84), kaba inşaat süreci (%42), tasarım ve mühendislik süreci (%37), toprak işleri süreci (%15) ve altyapı ve peyzaj işleri (%7) süreçleridir (Şekil 4.33).



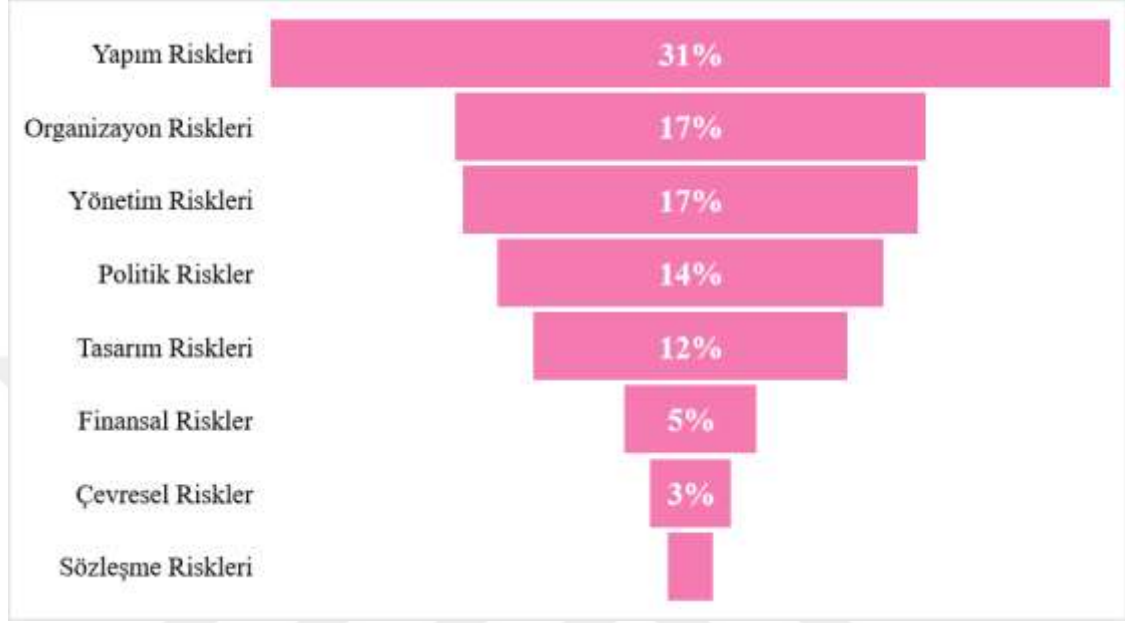
Şekil 4.33. Vaka B – Temel süreçler süre duyarlılığı

Temel süreçlere ait maliyet duyarlılığı sıralamasına bakıldığında satın alma ve tedarik sürecinin %87 oranı ile proje maliyetine karşı en çok duyarlılık gösteren süreç olduğu görülmektedir. Elektrik işleri süreci %83 oranla ikinci sırada yer alırken %77 oran ile toprak işleri süreci ve altyapı ve peyzaj işleri süreci üçüncü sırayı paylaşmaktadırlar. Dördüncü sırayı %68 oran ile kaba inşaat süreci alırken kaba inşaat sürecini sırasıyla ince inşaat süreci (%66), mekanik işler süreci (%66), tasarım ve mühendislik süreci (%45) ve test etme ve devreye alma süreçleri (%34) izlemektedir (Şekil 4.34).



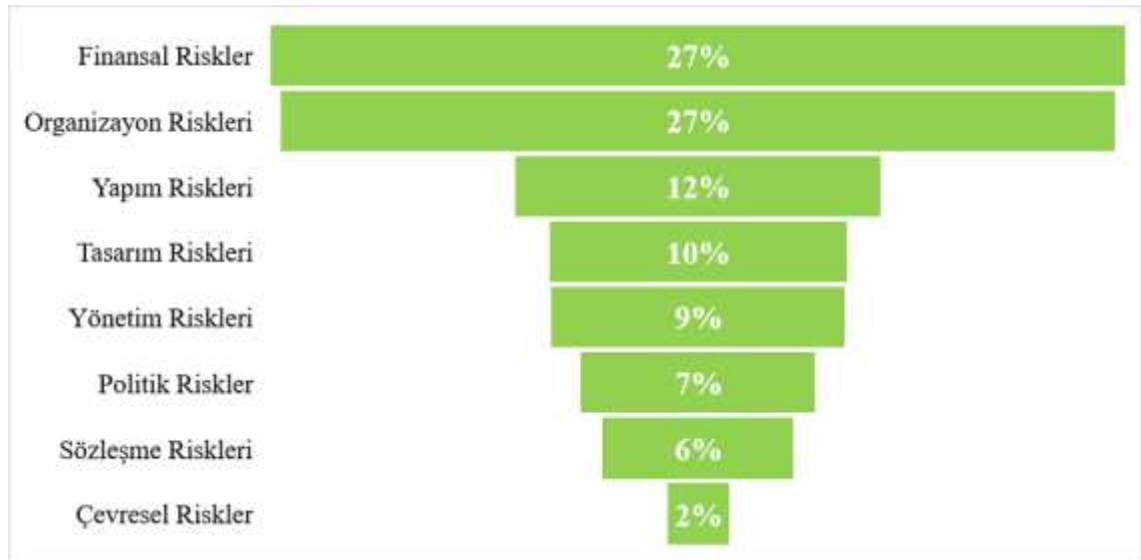
Şekil 4.34. Vaka B – Temel süreçler maliyet duyarlılığı

Belirlenen risklerin Vaka B projesinin süre duyarlılığına göre yapılan sıralama Şekil 4.35'te verilmiştir. Yapım risklerinin %31 oranla süre duyarlılığı en yüksek risk grubu olduğu ortaya konulurken yapım risklerini sırasıyla organizasyon riskleri, yönetim riskleri, Politik riskler, tasarım riskleri, Finansal riskler, çevresel riskler ve sözleşme riskleri takip etmektedir.



Şekil 4.35. Vaka B – Risklerin süre duyarlılığına göre sıralaması

Finansal riskler ve organizasyon riskleri, maliyet duyarlılığına göre yapılan sıralamada birinci sırayı paylaşıırken; ikinci sırada %12 oranla yapım riskleri üçüncü sırada ise %10 oran ile tasarım riskleri yer almaktadır. Yapım risklerini ise sırası ile yönetim riskleri, politik riskler, sözleşme riskleri ve çevresel riskler izlemektedir (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. Vaka B – Risklerin maliyet duyarlılığına göre sıralaması

4.15. Vaka B Projesi Risk Tepkilerinin Planlanması ve Etkilerinin Analizi

Proje için öngörülen risklere karşı tepki stratejilerinin oluşturulması ve planlanan önlemlerin proje süresi ve maliyetine etkilerinin belirlenmesi konusunda proje yetkililerinin görüşünden yararlanılmıştır. Görüşmeler sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda alınabilecek önlemler ve olası etkileri tanımlanarak simülasyon analizi tekrarlanmıştır. Vaka B projesi için planlanan risk tepkileri ve alınabilecek önlemler Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Vaka B projesi için planlanan risk tepkileri ve alınabilecek risk önlemleri

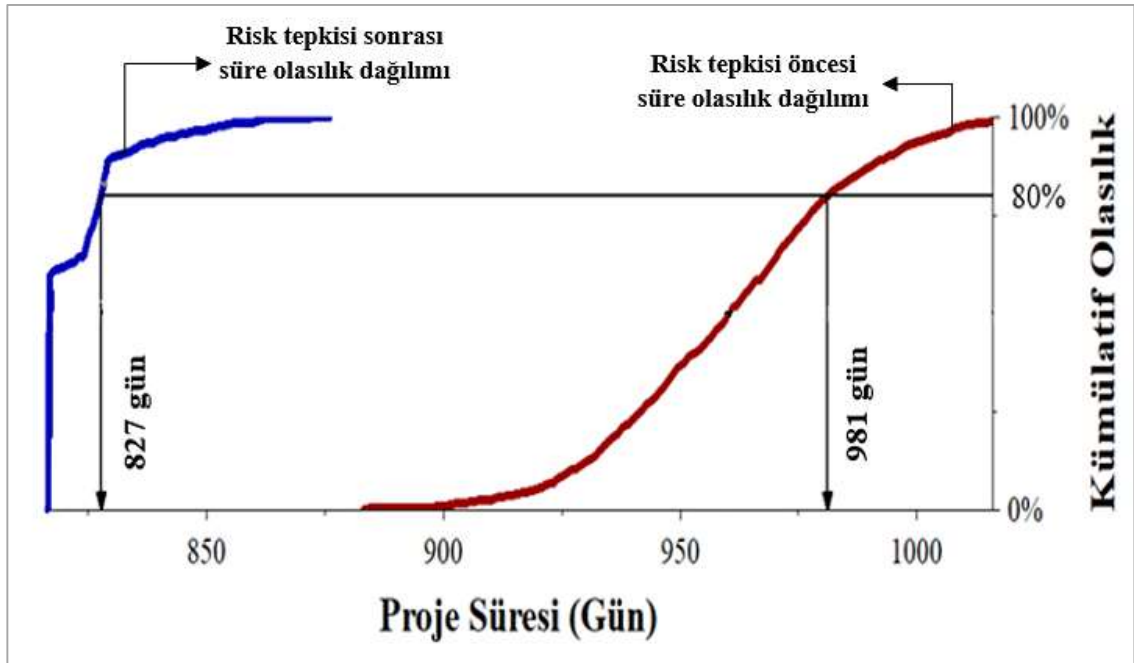
Risk Sınıfı	Tepki Stratejileri	Alınabilecek Önlemler
Tasarım	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Doğru tasarım ekibinin seçilmesi Tasarım değişikliklerine karşı sözleşmeye ek madde kullanılması Tasarımın yerinde uygulanabilirliğinin kontrol edilmesi Müşteri ihtiyaçlarının iyi analiz edilmesi BIM tabanlı tasarım uygulaması
Sözleşmesel	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Sözleşmelerin dikkatli incelenmesi Standart sözleşmelerin projeye uygun adaptasyonu Yetkin sözleşme ekibi ile çalışma Efektif kapsama yönetimi
Politik	Riski kabullenme Riskin azaltılması Riskin transferi	Bürokratik yapılarla ilişkilerin iyi tutulması Sigorta poliçelerine Politik risklerin ilave edilmesi Satın alma ekibinin deneyimi İyi fizibilite çalışması
Finansal	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Etkili Pazar analizi ve doğru fizibilite çalışması BIM tabanlı maliyet yönetimi Proje iş programına uygun ilerlenmesi Kredi çekilen kurumların güvenilirliğinin sağlanması Sözleşmede eskalasyon koşulunun yer alması Götürü bedel sözleşmelerinden kaçınılması İş kalemlerine risk primlerinin etki ettirilmesi Doğru kaynak dengeleme
Yönetimsel	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Yatırım kararlarının doğru alınması Yalın yönetim anlayışının benimsenmesi Altyüklenici ve tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanması Müşavir firmalar hakkında iyi araştırma yapılması
Organizasyonel	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Deneyimli ve yetkin İSG ekipleri ile çalışma Doğru şantiye organizasyonu Tedarik ve kaynak planlamasının dikkatli yapılması BIM tabanlı proje yönetimi Yalın yönetim uygulamaları Verimin artırılması için çalışma ortamının iyileştirilmesi ve belirli aralıklarla proje ekibi için sosyal etkinliklerin düzenlenmesi Siber güvenliğin güçlendirilmesi Proje faydalarının kamuoyuna doğru aktarımı

devamı arkada

Çizelge 4.6'nın devamı

Risk Sınıfı	Tepki Stratejileri	Alınabilecek Önlemler
Yapım	Riski kabullenme Riskin azaltılması Riskin transferi	Yetkin altyüklenici seçimi Düzenli ve etkili şantiye/proje kontrolünün sağlanması Deneyimli ve dinamik saha ekibi ile çalışılması Çalışanlara düzenli ve etkili eğitimlerin verilmesi Sağlıklı ve düzenli çalışma ortamının sağlanması İş programının dikkatli hazırlanması İSG konusunda çalışanların doğru bilgilendirilmesi ve optimum İSG önlemlerinin alınması BIM tabanlı tasarım ve proje yönetimi Sigorta
Çevresel ve Doğal	Riskin azaltılması Riskin transferi	Mücbir sebeplerin sözleşmelerde açık ve doğru olarak tanımlanması, doğal afet kaynaklı maliyet artışı ve gecikmeler ile ilgili maddelerin eklenmesi Sigorta

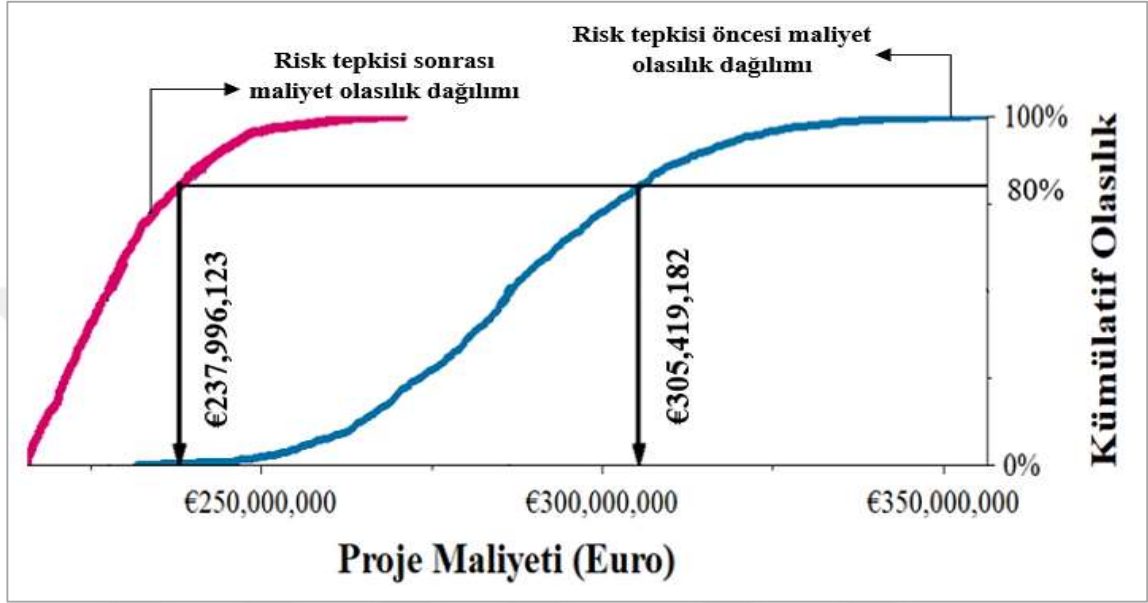
Risklere karşı risk tepkilerinin planlandığı durum için yapılan simülasyon analizi sonrasında projenin %80 ihtimalle 827 günde tamamlanabileceği ortaya konulmuştur. Şekil 4.37'de verilen süre-olasılık dağılımı karşılaştırması incelendiğinde, risklere karşı alınabilecek önlemlerle proje süresinin 154 gün kısaltılabileceği öngörülmüştür.



Şekil 4.37. Vaka B – Risk tepkisi öncesi ve sonrası süre - olasılık dağılımı

karşılaştırmaları

Risk stratejilerinin belirlendiği durum için yapılan simülasyon analizi sonrası projenin maliyetinde gerçekleşebilecek değişim, Şekil 4.38’de verilen risk tepkisi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı maliyet olasılık dağılımı grafiğinde gösterilmektedir. Proje ekibi tarafından belirlenen risk yanıtları ile proje maliyetinin €67,423,069 azaltılarak %80 olasılık ile €237,996,123’ya düşürülebileceği tahmin edilmiştir.



Şekil 4.38. Vaka B – Risk tepkisi öncesi ve sonrası süre - maliyet dağılımı karşılaştırmaları

4.16. Vaka B Projesinde Risk Tepkisi Öncesi ve Sonrasına Ait Senaryo Analizlerinin Karşılaştırılması

Vaka B projesinin analizi sonucunda, farklı senaryolar altında projenin süresi ve bütçesi için öngörülen bu değerler incelendiğinde, risklerin proje süresini yaklaşık olarak %20 maliyetini ise %43 oranında artırabileceği tahmin edilmiştir. Risklere karşı risk tepkilerinin planlanması ve uygulanması sonucunda bu artışın; proje süresinde %93 oranında, proje maliyetinde ise %74’lük bir oranda azaltılabileceği öngörülmüştür. (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Vaka B’nin farklı senaryolarda toplam proje süresi ve maliyeti

Senaryolar (Vaka B)	Toplam Proje Süresi (gün)	Toplam Proje Maliyeti (Euro)
Senaryo 1	816	€ 214,303,593
Senaryo 2	981	€ 305,419,182
Senaryo 3	827	€ 237,996,123

Vaka B için gerçekleşen durumda ise proje, 838 gün içerisinde ve toplamda €250,501,047 maliyet ile tamamlanmıştır. Gerçekleşen durum ile risk tepkilerinin verilmesi sonrasında

yaşanabilecek durum yani Senaryo 3 sonuçları kıyaslandığında; yüklenici firmanın risk yönetiminden beklediği performans süre artışında %93 oranında bir azalma sağlanması iken gerçekte süre artışında %87 azalma sağlanabildiği görülmüştür. Maliyet artışında beklenen azalma oranı %74 iken gerçekte ise bu artış ancak %60 oranında sağlanabilmektedir. Firmanın risk yönetiminden beklediği süre ve maliyet performansı ile gerçekte yaşanan durum karşılaştırıldığında ise; firmanın risk yönetiminde hedeflediği süre ve maliyet artışlarını önleme konusunda, proje süresinde %94 oranında proje maliyetinde ise %81 oranında bir başarı sağlayabildiği ortaya çıkmıştır.

4.17. Vaka C Projesi İş Programı ve Maliyet Analizi

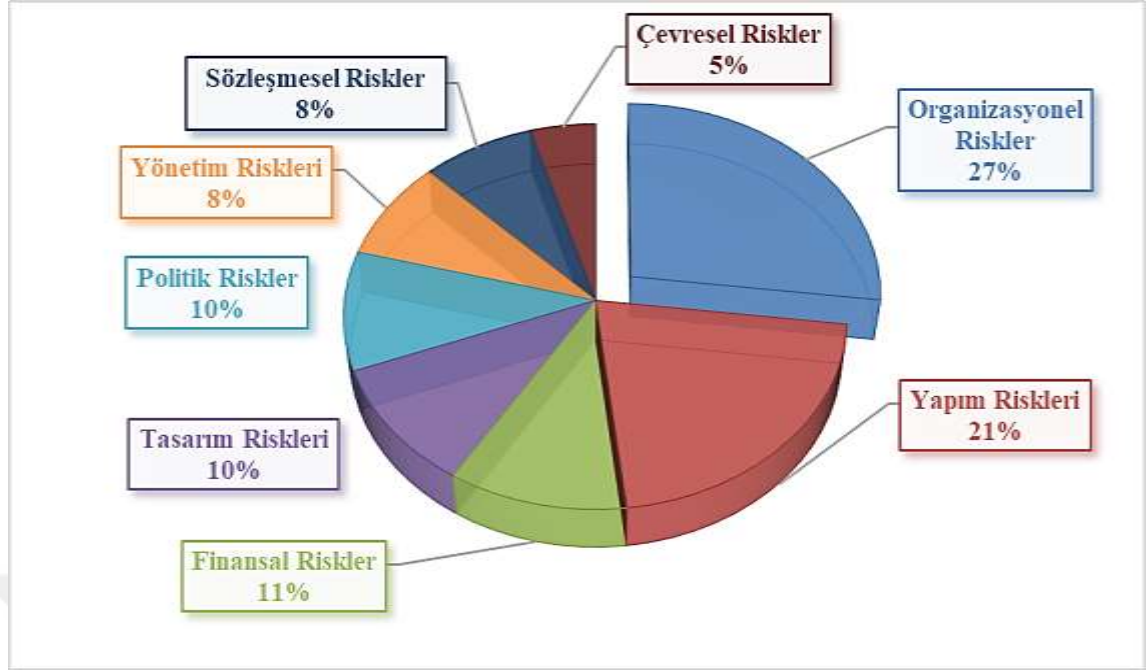
Tez kapsamında incelenen son proje olan Vaka C projesi, Kazakistan’da Türk bir yüklenici firma tarafından gerçekleştirilen 42 adet villa, 2 adet alışveriş merkezi, 2 spor merkezi ve bir sosyal tesisten oluşan bir üstyapı projesidir. Projenin toplam oturma alanı 120,045 m² olup, projede birim fiyat tipi sözleşme yapılmıştır. Projenin temel süreçlerine ait iş programı ve proje maliyet değerleri Çizelge 4.8’de gösterilmektedir. Proje risklerinin göz önünde bulundurulmadığı durum için projenin 671 gün içerisinde ve 67,332,816 \$ bütçe ile sonlandırılabilmesi öngörülmüştür.

Çizelge 4.8. Vaka C projesi iş programı ve maliyet analizi

Proje Ana Süreçleri	Aktivite Süresi (Gün)	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Aktivite Maliyeti (\$)
Vaka C Projesi	671	1.03.2005	31.12.2006	\$67,332,816
Başlangıç Süreci	1	1.03.2005	1.03.2005	\$0
Mobilizasyon Süreci	44	1.03.2005	13.04.2005	\$920,354
Kaba İnşaat Süreci	494	15.03.2005	21.07.2006	\$11,604,412
İnce İnşaat Süreci	570	27.05.2005	17.12.2006	\$22,437,907
Mekanik İşler Süreci	506	26.07.2005	13.12.2006	\$10,467,253
Elektrik İşler Süreci	584	27.05.2005	31.12.2006	\$11,096,074
Peyzaj ve Altyapı İşleri Süreci	641	15.03.2005	15.12.2006	\$5,004,008
Teslim Süreci	0	1.01.2007	31.12.2006	\$0
Genel giderleri	671	1.03.2005	31.12.2006	\$5,802,808

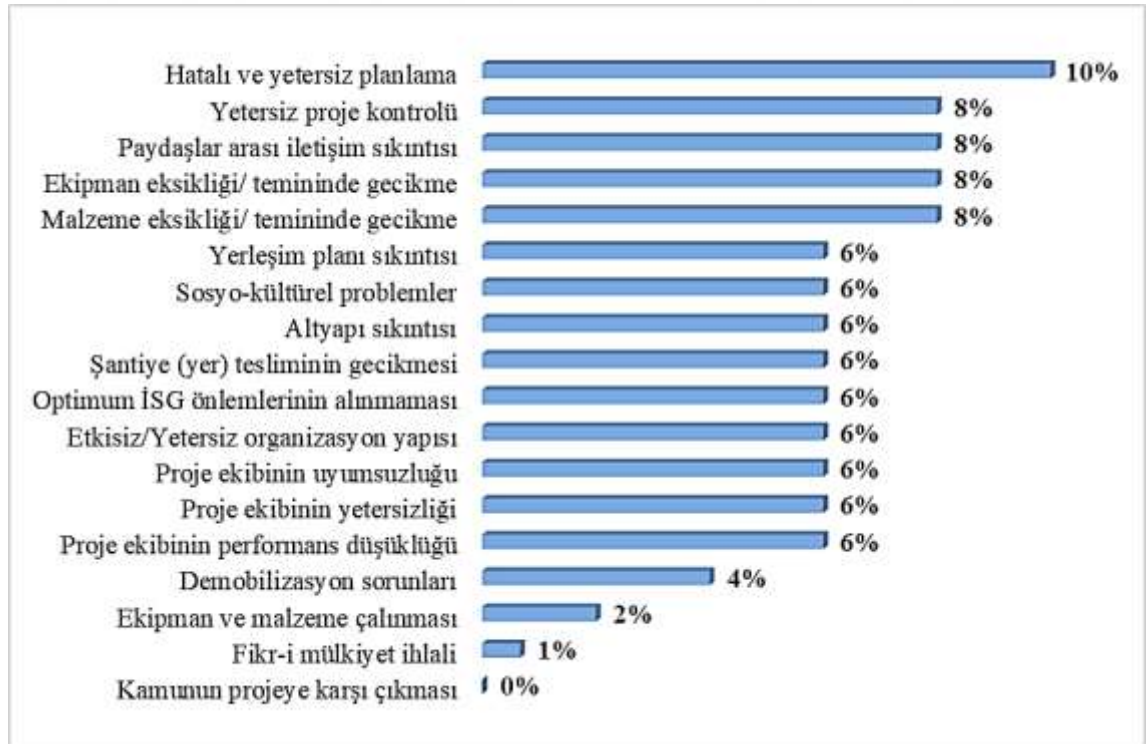
4.18. Vaka C Projesi Risk Skorları

Belirlenen risklerin gerçekleşme olasılıkları ve proje süresi ve maliyetine etkileri, planlama ekibinin ve proje müdürlerinin görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Vaka C projesi için ana risk gruplarının, risk skorlarına göre sıralaması Şekil 4.39’da verilmiştir. Vaka C projesine etki eden risklerin risk skorları göz önünde bulundurulduğunda en yüksek etkiye sahip risk grubunun %27 oran ile organizasyon riskleri olduğu görülmektedir. Organizasyon risklerini ikinci sırada %21 oran ile yapım riskleri ve üçüncü sırada %11 ile finansal riskler takip etmektedir. Finansal riskleri ise sırasıyla tasarım riskleri (%10), politik riskler (%10), yönetim riskleri (%8), sözleşme riskleri (%8) ve çevresel riskler (%5) takip etmektedir.



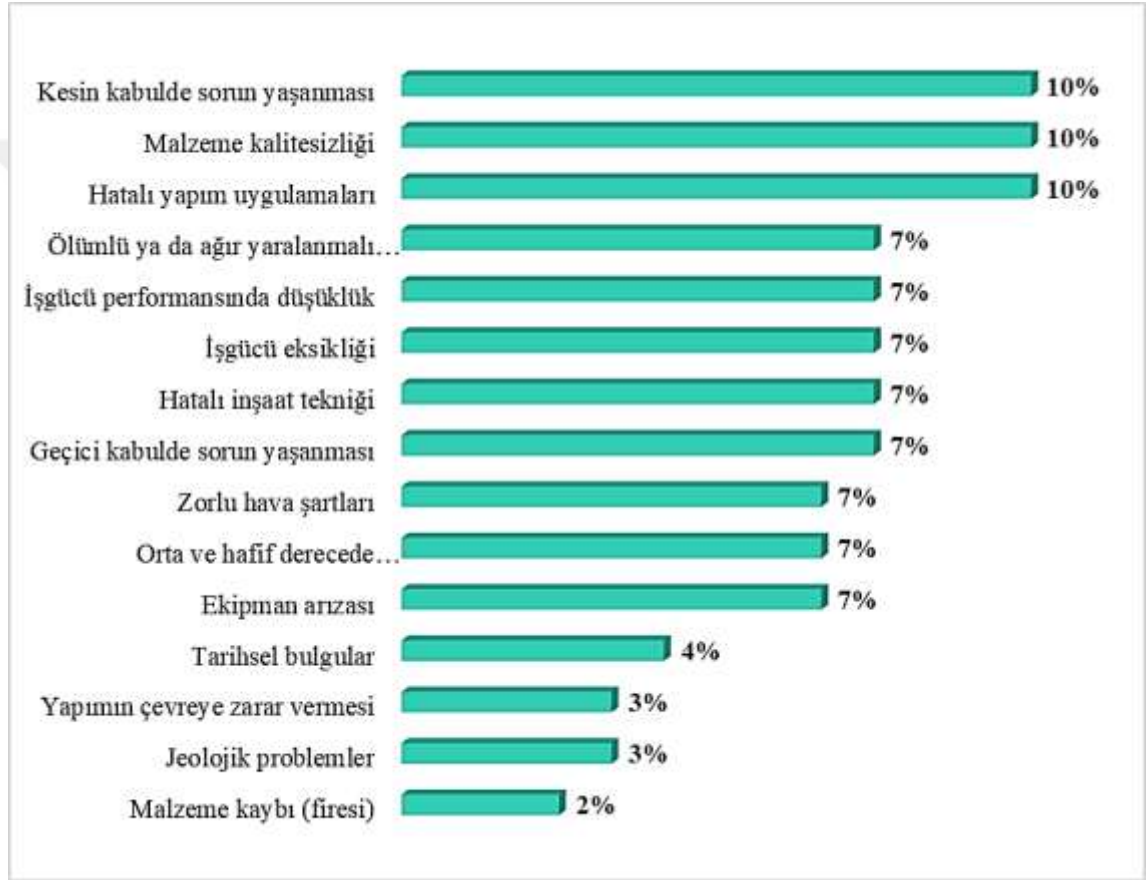
Şekil 4.39. Vaka C Proje risklerinin risk skorlarına göre sıralanması

Risk skorlarına göre ilk sırada yer alan organizasyon risklerine ait risk faktörlerinin sıralaması Şekil 4.40'ta verilmiştir. Risk skorları baz alınarak yapılan sıralamada organizasyon riskleri arasında en yüksek etkiye sahip olan risk faktörünün hatalı ve veya yetersiz planlama riski olarak belirlenmiştir.



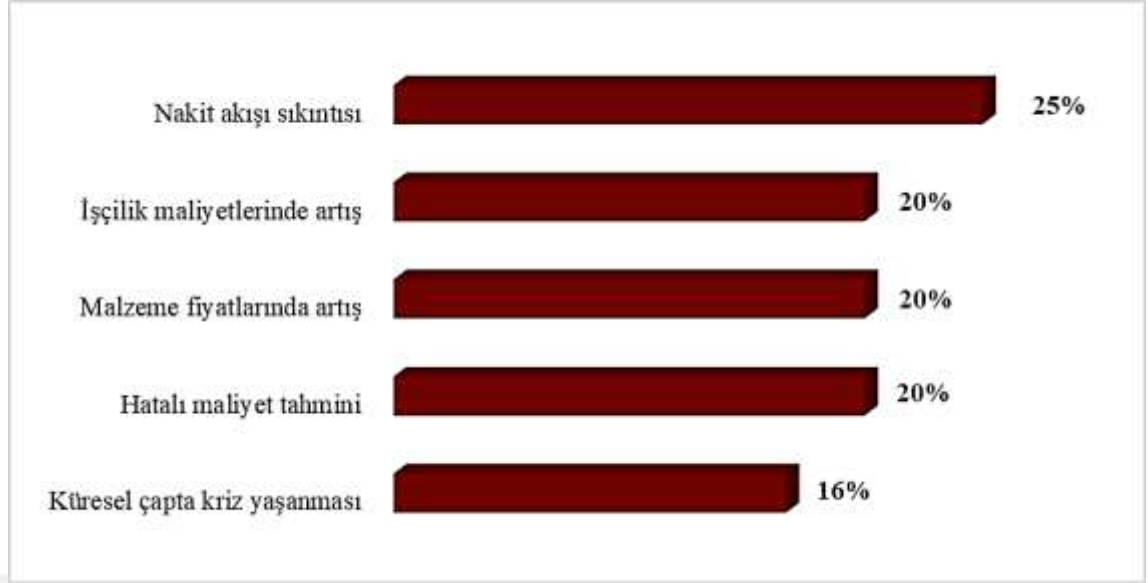
Şekil 4.40. Vaka C – Organizasyonel risklerin risk skorlarına göre sıralaması

Organizasyonel risk grubu içerisinde hatalı ve yetersiz planlama riskini, risk skoru sıralamasına göre yetersiz proje kontrolü, paydaşlar arası iletişim sıkıntısı, ekipman eksikliği/temininde gecikme, malzeme eksikliği/ temininde gecikme riskleri %8 oran ile takip etmektedir. Organizasyonel risk faktörleri sıralamasında üçüncü sırayı %6 pay ile yerleşim planı sıkıntısı, Sosyo-kültürel problemler, altyapı sıkıntısı, şantiye tesliminin gecikmesi, optimum İSG önlemlerinin alınmaması, etkisiz yetersiz organizasyon yapısı, proje ekibinin uyumsuzluğu, proje ekibinin yetersizliği ve proje ekibinin performans düşüklüğü riskleri almaktadır. Bu riskleri ise sırasıyla demobilizasyon sorunları (%4), ekipman ve malzeme çalınması (%2) ve fikr-i mülkiyet ihlali (%1) riskleri izlemektedir. Proje uzmanlarının görüşleri doğrultusunda, kamunun projeye karşı çıkması riskinin bu proje için ihmal edilebilir olacağı kabulüne varılmıştır.



Şekil 4.41. Vaka C – Yapım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

Yapım riskleri grubu içerisinde en yüksek risk faktörleri %10 oran ile kesin kabulde sorun yaşanması, malzeme kalitesizliği ve hatalı yapım uygulamaları riskleridir. Yapım riskleri grubu içerisinde; ölümlü ya da ağır yaralanma ile sonuçlanan iş kazası, işgücü performansında düşüklük, işgücü eksikliği, hatalı inşaat tekniği, geçici kabulde sorun yaşanması, zorlu hava şartları, orta ve hafif derecede yaralanma ile sonuçlanan iş kazası ve ekipman arızası riskleri %7 pay ile üçüncü sırada yer almaktadır. Bu riskleri ise %4 oranda tarihsel bulgular, %3 oran ile yapımın çevreye zarar vermesi ve jeolojik problemler riski izlemektedir. Son sırada ise %2 oran ile malzeme kaybı riski yer almaktadır. (Şekil 4.41).



Şekil 4.42. Vaka C – Finansal risklerin risk skorlarına göre sıralaması

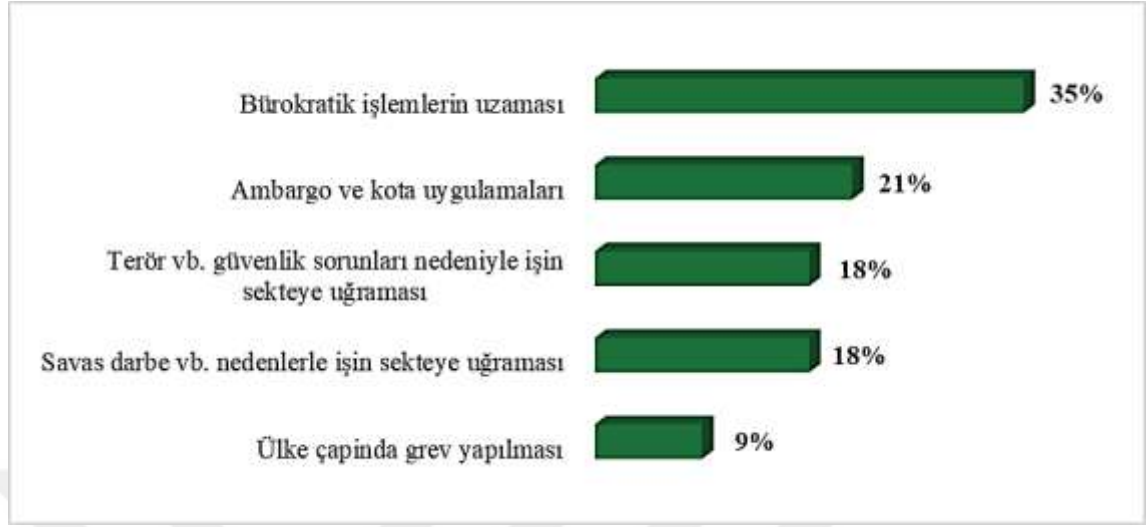
Risk skorları açısından organizasyonel ve yapım risk gruplarından sonra en etkili risk grubu olarak finansal riskler gelmektedir. Finansal riskleri oluşturan risk faktörleri arasında ise %25 oran ile nakit akışı sıkıntısı riski en etkili finansal risk olarak belirlenmiştir. %20 oran ile işçilik maliyetlerinde artış, malzeme fiyatlarında artış ve hatalı maliyet tahmini riskleri ikinci sırayı paylaşmaktadırlar. Şekil 4.42’de görüldüğü üzere %16 oran ile küresel çapta kriz yaşanması riski finansal riskler arasında son sırada yer almaktadır.



Şekil 4.43. Vaka C – Tasarım risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

Tasarım riskleri arasında ise %25 oran ile en etkili olan risk faktörünün revizyon talepleri olacağı öngörülmektedir. Revizyon talebi risk faktörünü sırasıyla %20 oran ile tasarım projeleri arasında uyumsuzluk, %15 oran ile tasarımcıların farklı ülkelerin standartlarına adaptasyon problemi ve hatalı tasarım riskleri izlemektedir. %14 oran ile

tasarım standartlarının değişimi ve %10 oranında tasarım ekibinin performans düşüklüğü riskleri ise tasarım riskleri grubu içerisinde son sırada yer almaktadır. (Şekil 4.43)



Şekil 4.44. Vaka C – Politik risklerin risk skorlarına göre sıralaması

Bürokratik işlerin uzaması %35 oran ile politik riskler arasında en etkili risk faktörü olarak birinci sırada yer almaktadır. Ambargo ve kota uygulamaları (%21), terör vb. güvenlik nedeniyle işin sekteye uğraması (%18) ve savaş darbe vb. nedenlerle işin sekteye uğraması (%18) riskleri ise ikinci ve üçüncü sırada yer almaktadır. Ülke çapında grev yapılması riski ise %9 oran ile Vaka C projesi için geçerli olabilecek politik risk faktörleri arasında son sırayı almıştır. (Şekil 4.44).



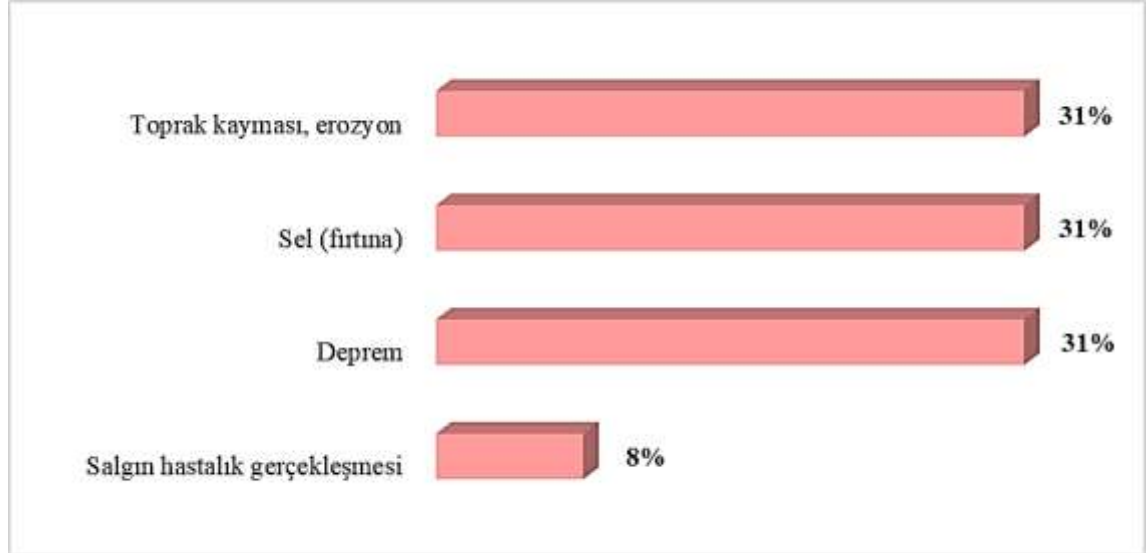
Şekil 4.45. Vaka C – Yönetim risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

Yönetim riskleri arasında en etkili risk faktörünün hatalı yüklenici/alt yüklenici seçimi riski olduğu belirlenirken; %25 oran ile hatalı müşavir firma seçiminin ikinci sırada ve %19 oran ile yönetim onaylarının gecikmesi riskinin ise üçüncü sırada yer aldığı belirlenmiştir. Bu riskleri sırasıyla %17 ve %8 oran ile proje için optimum sözleşme tipinin seçilmemesi ve üst yönetim değişikliği risk faktörleri izlemektedir. (Şekil 4.45).



Şekil 4.46. Vaka C – Sözleşme risklerinin risk skorlarına göre sıralaması

Sözleşme riskleri arasında en yüksek risk skoruna sahip risk faktörleri; proje kapsamının net olmaması, dengesiz sorumluluk dağılımı ve sözleşme maddelerindeki belirsizlik riskleridir. İkinci ve üçüncü sırada ise sırasıyla anlaşmazlıkların çözümleri hakkında belirsizlik ve sözleşme dokümanlarının eksikliği riskleri yer almaktadır. (Şekil 4.46).

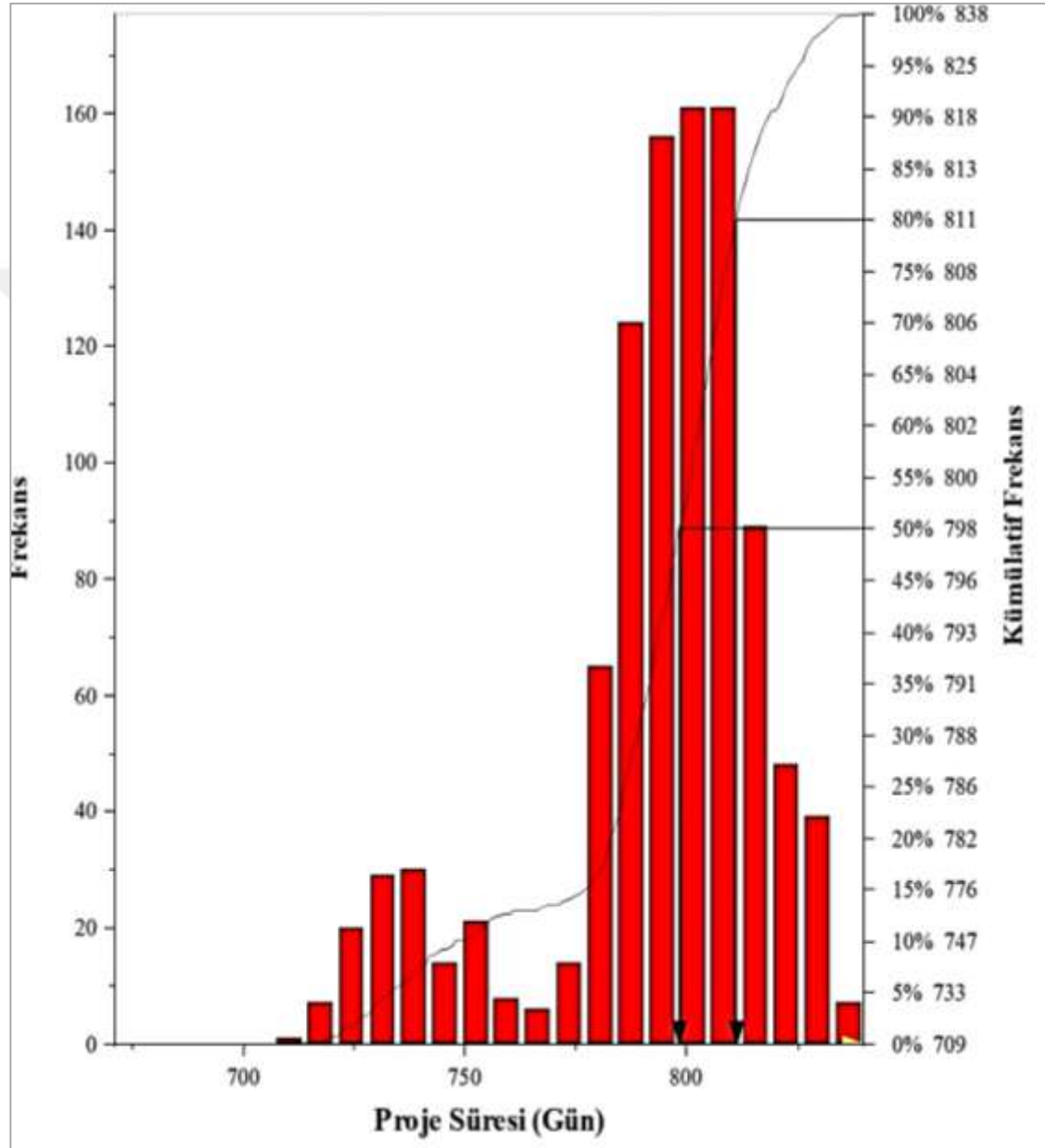


Şekil 4.47. Vaka C – Çevresel risklerin risk skorlarına göre sıralaması

Risk grupları arasında son sırada yer alan çevresel riskler içerisinde toprak kayması, sel ve deprem risk faktörleri %31'er oran ile ilk sırada yer almaktadır. Şekil 4.47'de görüldüğü üzere salgın hastalık gerçekleşmesi riski %8 ile çevresel riskler arasında en düşük risk skoruna sahip risk faktörüdür.

4.19. Vaka C Projesi Süre Frekans Dağılımı

Risk skorları belirlenen riskler Vaka C projesi için ilgili proje aktivitelerine tanımlanmış ve PRA yazılımı yardımıyla simülasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Risklerin hesaba dahil edildiği ancak herhangi bir risk önleminin alınmadığı durum için yapılan simülasyon analizi sonucunda proje süresinde gerçekleşebilecek değişimler Şekil 4.48’de gösterilmektedir.



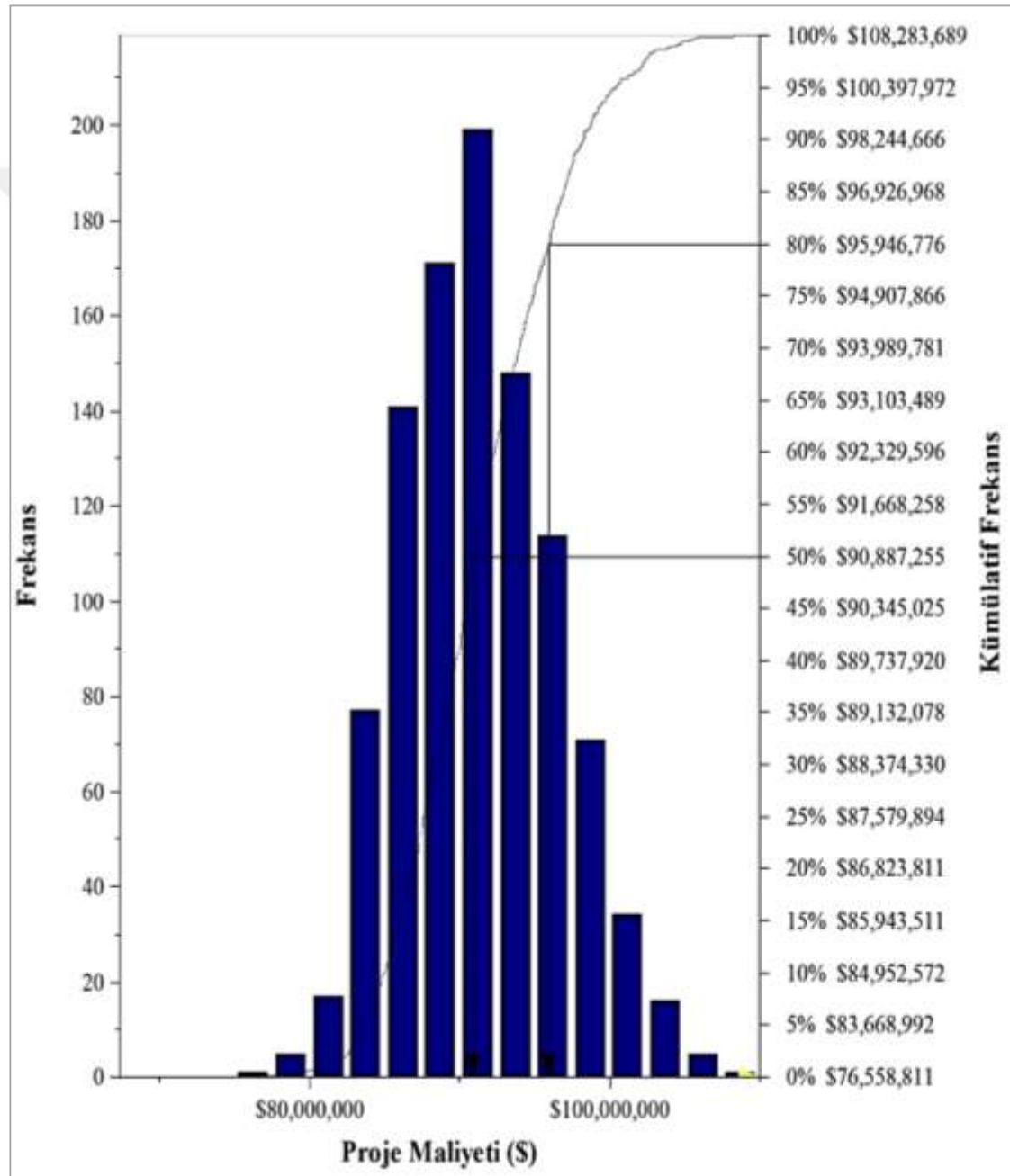
Şekil 4.48. Vaka C – proje süresi frekans dağılımı

Belirlenen risk etkileri altında yapılan 1000 iterasyonlu simülasyon analizi sonrası projenin öngörülen 671 gün içerisinde bitirilme olasılığının %1’den daha düşük olduğu şekilde verilen süre frekans dağılımından görülmektedir. Riskler göz önünde bulundurulduğunda projenin %80 ihtimalle 811 günde bitirilebileceği öngörülmektedir.

Yapılan risk değerlendirmesi sonrası projenin en iyi ihtimalle 709 günde bitirilebileceği öngörülürken, en kötü ihtimalle 838 günde bitirilebileceği belirlenmiştir.

4.20. Vaka C Projesi Maliyet Frekans Dağılımı

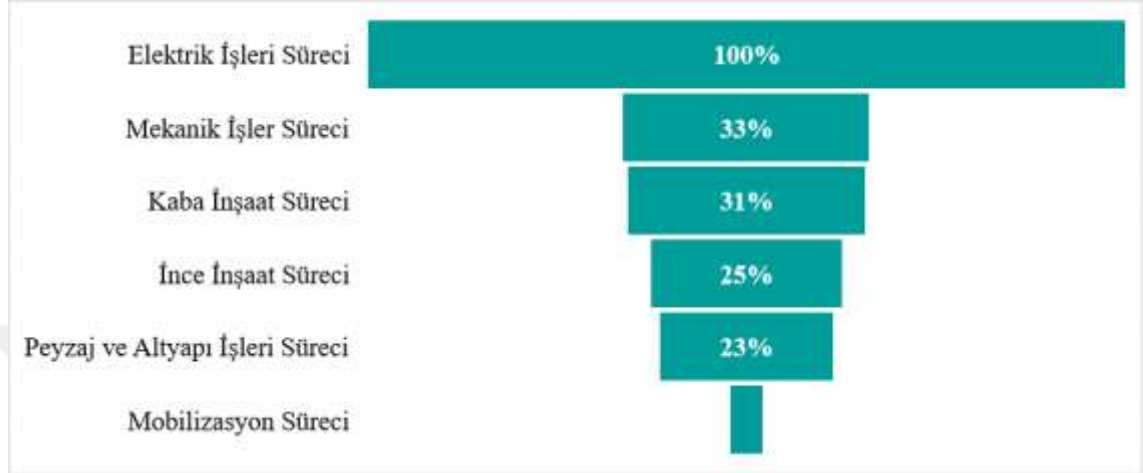
Risklerin hesaba dahil edildiği ancak herhangi bir riske karşı hiçbir önlem alınmadığı durum için yapılan analiz sonucunda, projenin %80 ihtimalle \$95,946,776 maliyetle bitirebileceği öngörülmüştür. Planlama aşamasında proje için belirlenen \$67,332,816 maliyet hedefinin gerçekleşme olasılığının ise süre hedefinde olduğu gibi %1’ den daha az olduğu ortaya konulmuştur. (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. Vaka C – proje maliyet frekans dağılımı

4.21. Vaka C Projesinde Süre ve Maliyet Duyarlılığı Analizi

Simülasyon analizi sonrasında, Vaka C projesinde belirlenen riskler altında proje süresine en duyarlı olan sürecin elektrik işleri süreci olduğu belirlenmiştir. Proje süresi duyarlılığında elektrik işleri sürecini sırasıyla; mekanik işler, kaba inşaat, ince inşaat, peyzaj ve altyapı işleri ve mobilizasyon süreçleri takip etmektedir (Şekil 4.50).



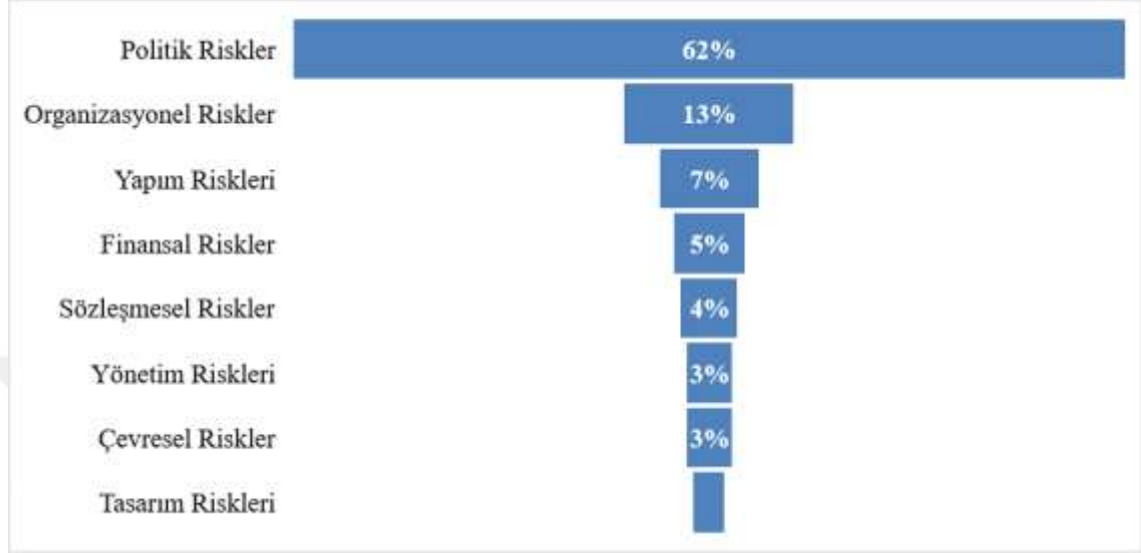
Şekil 4.50. Vaka C – Temel süreçlere ait süre duyarlılığı

Proje süreçlerinin proje maliyetine olan duyarlılığı incelendiğinde ise kaba işler ve ince işler süreçlerinin %95 ve üstü oranda proje maliyetine duyarlılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Yapılan 1000 iterasyondan en az 950 tanesinde ince işler ve kaba işler süreçlerinde yaşanan artış proje maliyetinde de artışa neden olmuştur. Mekanik işler sürecinin toplam proje maliyetine olan bağımlılığı %91, elektrik işleri sürecinde bu oranın %90 olduğu görülmektedir. Peyzaj ve altyapı süreci maliyeti ile toplam proje maliyeti arasındaki korelasyon oranının %66, mobilizasyon süreci ile proje maliyeti süreci arasındaki korelasyon oranının ise %60 oranında olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 4.51).



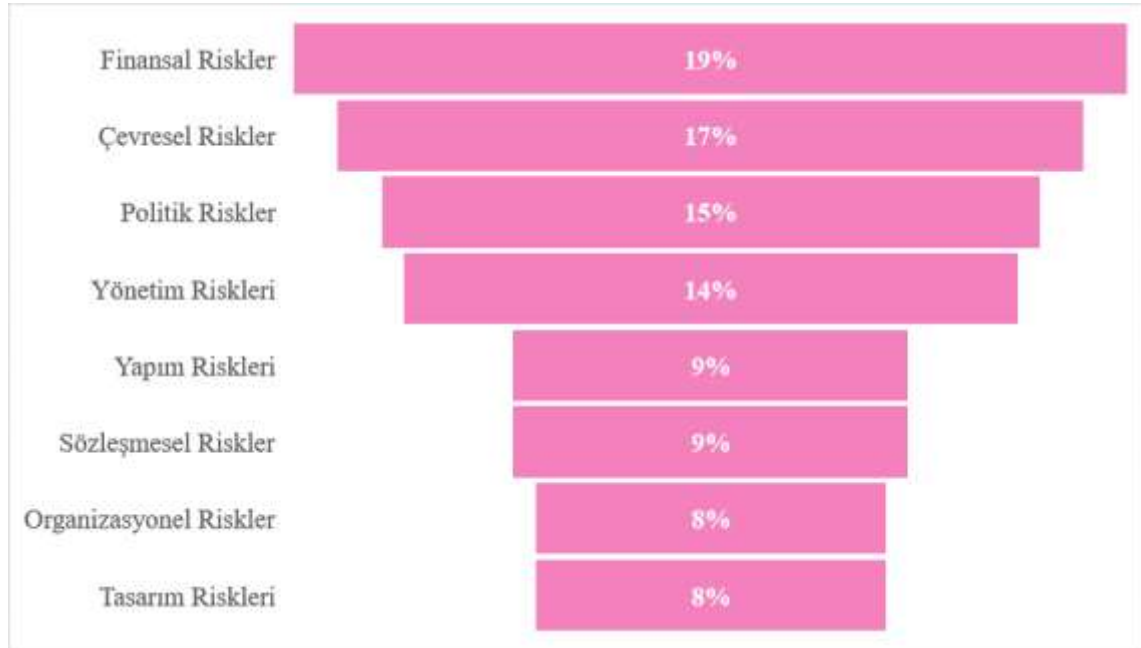
Şekil 4.51. Vaka C – Temel süreçlere ait maliyet duyarlılığı

Belirlenen risklerin Vaka C projesinin süre duyarlılığına göre yapılan sıralama Şekil 4.52’de verilmiştir. Politik risklerinin %62 oranla süre duyarlılığı en yüksek risk grubu olduğu ortaya konulurken politik riskleri sırasıyla organizasyon riskleri (%13), yapım riskleri (%7), finansal riskler (%5), sözleşme riskleri (%4), yönetim riskleri (%3), çevresel riskler (%3) ve tasarım riskleri (%2) takip etmektedir.



Şekil 4.52. Vaka C – Proje risklerine ait süre duyarlılığı

Finansal riskler ve çevresel riskler, maliyet duyarlılığına göre yapılan sıralamada ilk iki sırayı alırken; üçüncü sırada %15 oranla politik risklerin bulunduğu görülmektedir. Politik riskleri ise sırası ile yönetim riskleri, yapım riskleri, sözleşme riskleri, organizasyonel riskler ve tasarım riskleri izlemektedir (Şekil 4.53).



Şekil 4.53. Vaka C – Proje risklerine ait maliyet duyarlılığı

4.22. Vaka C Projesi Risk Tepkilerinin Planlanması ve Etkilerinin Analizi

Proje için öngörülen risklere karşı tepki stratejilerinin oluşturulması ve planlanan önlemlerin proje süresi ve maliyetine etkilerinin belirlenmesi konusunda proje yetkililerinin görüşünden yararlanılmıştır. Görüşmeler sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda alınabilecek önlemler ve olası etkileri tanımlanarak simülasyon analizi tekrarlanmıştır. Vaka C projesi için planlanan risk tepkileri ve alınabilecek önlemler Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Vaka C projesi için planlanan risk tepkileri ve alınabilecek risk önlemleri

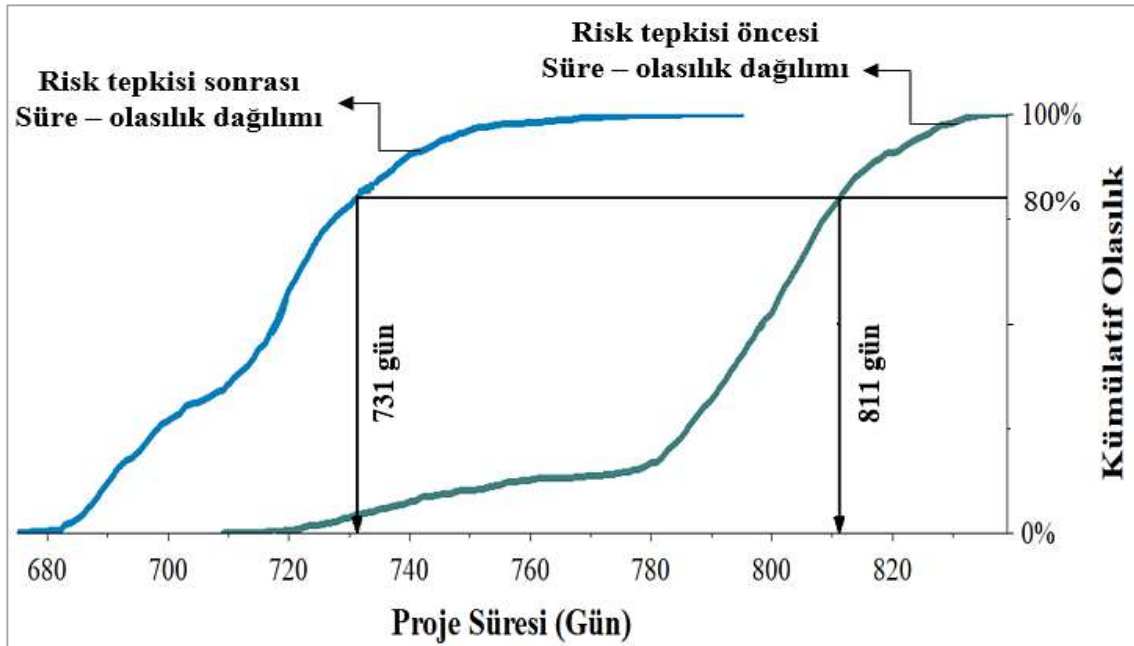
Risk Sınıfı	Tepki Stratejileri	Alınabilecek Önlemler
Tasarım	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Doğru tasarım ekibinin seçilmesi Tasarım değişikliklerine karşı sözleşmeye ek madde kullanılması Yerel tasarım ofislerinden danışmanlık alma Müşteri ihtiyaçlarının iyi analiz edilmesi
Sözleşmesel	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Sözleşmelerin dikkatli incelenmesi Standart sözleşmelerin projeye uygun adaptasyonu Sözleşme yönetimi için danışmanlık alınması
Politik	Riski kabullenme Riskin azaltılması Riskin transferi	Bürokratik yapılarla ilişkilerin iyi tutulması Projenin gerçekleştirileceği ülkenin siyasi durumu hakkında araştırma yapılması Sigorta poliçelerine politik risklerin ilave edilmesi
Finansal	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Etkili Pazar analizi ve doğru fizibilite çalışması Metraj ve keşiflerin dikkatli hazırlanması Proje iş programına uygun ilerlenmesi Kredi çekilen kurumların güvenilirliğinin sağlanması Sözleşmede eskalasyon koşulunun yer alması Götürü bedel sözleşmelerden kaçınılması İş kalemlerine risk primlerinin aktarılması
Yönetimsel	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Yatırım kararlarının doğru alınması Birimler arası açık ve hızlı iletişimin sağlanması Doğru altyüklenici ve tedarikçi seçimi Müşavir firmalar hakkında iyi araştırma yapılması
Organizasyonel	Riski kabullenme Riskin azaltılması	Deneyimli saha mühendisleri ve planlama ekibi ile çalışılması Doğru şantiye organizasyonu Tedarik ve kaynak planlamasının dikkatli yapılması Verimin artırılması için çalışma ortamının iyileştirilmesi ve belirli aralıklarla proje ekibi için sosyal etkinliklerin düzenlenmesi Projenin gerçekleştirileceği yere ait kültür hakkında bilgi sahibi olmak Ekibe yerli personel dahil edilmesi

devamı arkada

Çizelge 4.9'un devamı

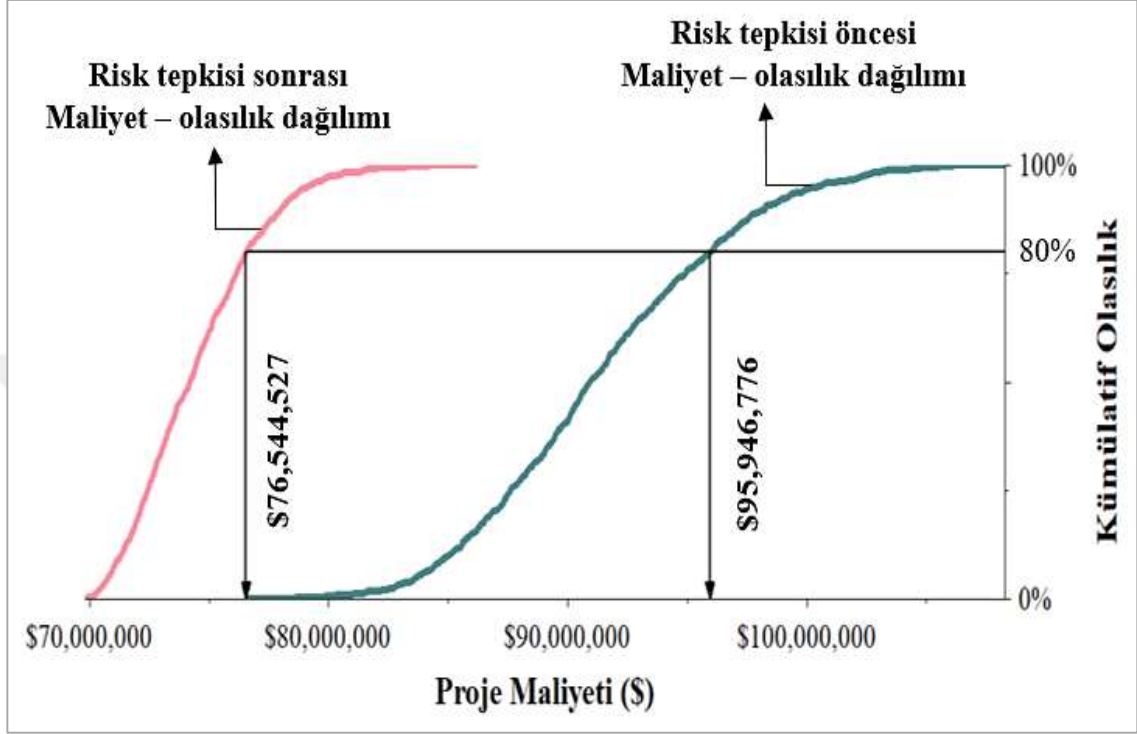
Risk Sınıfı	Tepki Stratejileri	Alınabilecek Önlemler
Yapım	Riski kabullenme Riskin azaltılması Riskin transferi	Yetkin altyüklenici seçimi Düzenli ve etkili şantiye/proje kontrolünün sağlanması Deneyimli ve dinamik saha ekibi ile çalışılması Çalışanlara düzenli ve etkili eğitimlerin verilmesi Sağlıklı ve düzenli çalışma ortamının sağlanması İş programının dikkatli hazırlanması İSG konusunda çalışanların doğru bilgilendirilmesi ve optimum İSG önlemlerinin alınması Sigorta
Çevresel ve Doğal	Riskin azaltılması Riskin transferi	Mücbir sebeplerin sözleşmelerde açık ve doğru olarak tanımlanması, doğal afet kaynaklı maliyet artışı ve gecikmeler ile ilgili maddelerin eklenmesi Sigorta Doğal afet kaynaklı maliyet artışı ve proje gecikmeleri konusunda

Risklere karşı risk tepkilerinin planlandığı durum için yapılan simülasyon analizi sonrasında projenin %80 ihtimalle 731 günde tamamlanabileceği ortaya konulmuştur. Şekil 4.54'te verilen risk tepkisi öncesi ve sonrasına ait süre-olasılık dağılımı karşılaştırması incelendiğinde, risklere karşı alınabilecek önlemlerle proje süresinin 80 gün kısaltılabileceği öngörülmüştür.



Şekil 4.54. Vaka C – Risk tepkisi öncesi ve sonrası süre olasılık dağılımı karşılaştırması

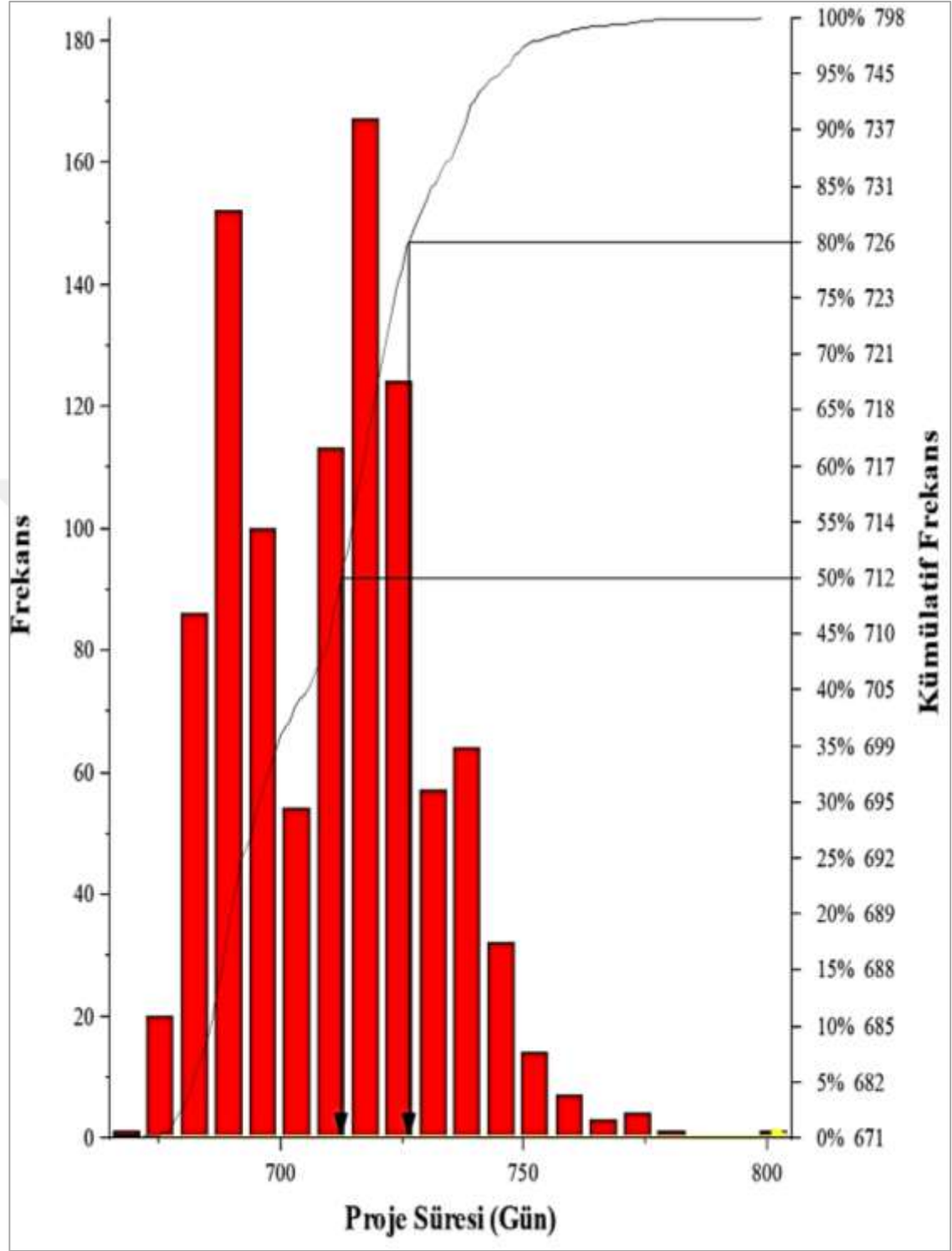
Risklere karşı herhangi bir önlem alınmayan senaryo için yapılan analiz sonucunda projenin %80 ihtimal ile \$95,946,776 ile bitirilebileceği tahmin edilmiştir. Şekil 4.55'te verilen karşılaştırmalı maliyet olasılık dağılımı incelendiğinde planlanan risk yanıtları ile proje maliyetinin \$19,402,249 azaltılarak \$76,544,527'a indirilebileceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.55. Vaka C – Risk tepkisi öncesi ve sonrası maliyet olasılık dağılımı karşılaştırması

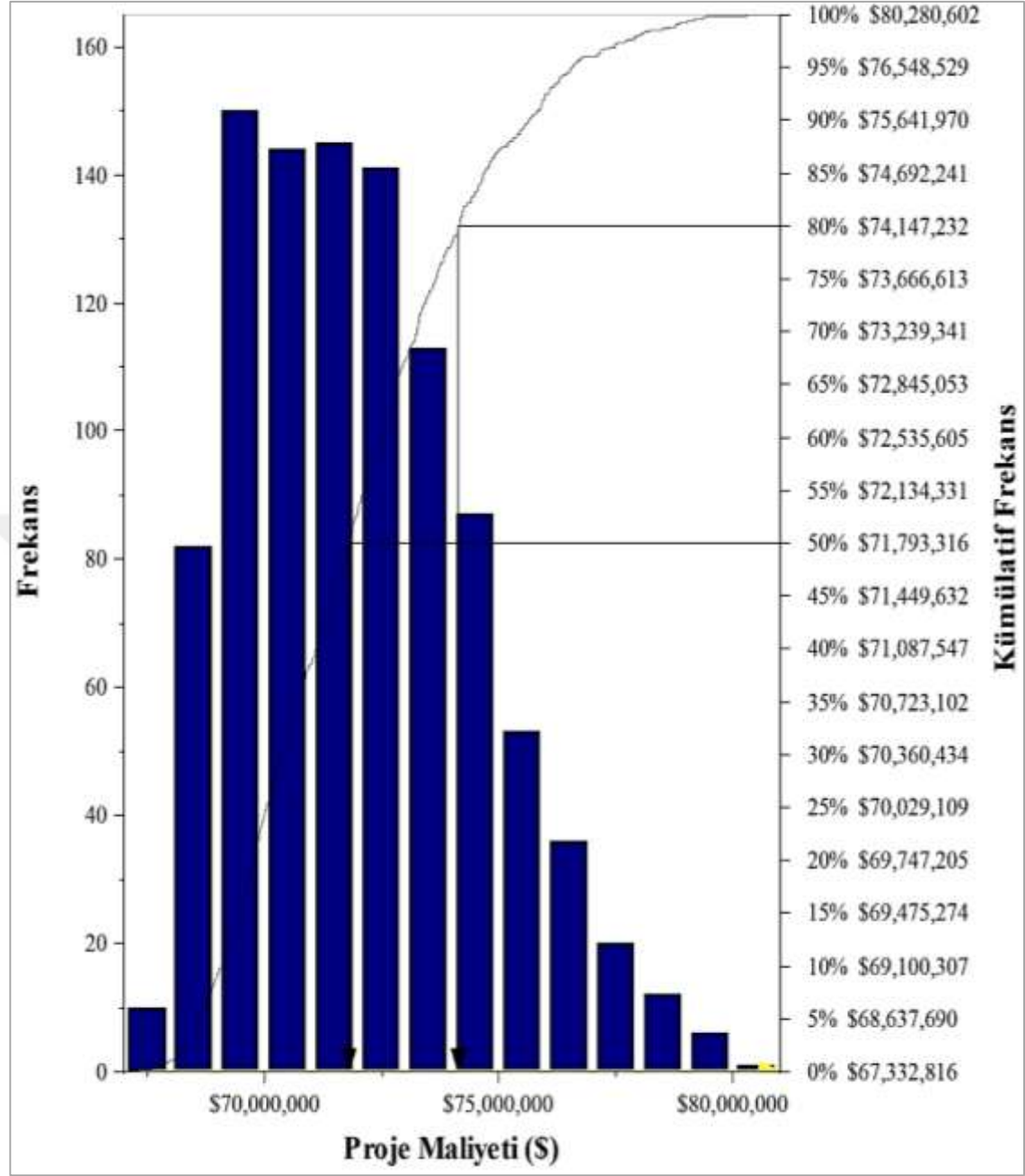
4.23. Vaka C Projesinde OPYP Kullanımı Katkısının Analizi

Vaka C proje yöneticisi ve proje ekibine risk önlemlerine ilave olarak kullanabilecekleri web tabanlı OPYP platformu tanıtılmış ve projelerinde OPYP kullanımının proje risk yönetimine olası katkısının belirlenmesi için görüşleri alınmıştır. Proje ekibinden alınan veriler doğrultusunda yapılan simülasyon analizi sonucunda, proje süresinin, belirlenen risk önlemlerine ilave olarak 5 gün daha kısaltılabileceği öngörülmüştür. OPYP kullanımı sonrasında projenin %80 ihtimalle 726 gün içerisinde bitirilebileceği Şekil 4.56'da gösterilmektedir.



Şekil 4.56. Vaka C – OPYP kullanımı sonrası süre - olasılık dağılımı

Proje ekibinden alınan veriler ışığında yapılan simülasyon analizi sonucunda, OPYP kullanımının Vaka C projesi için proje maliyetini %80 ihtimalle \$74,147,232 maliyetine düşürülebileceği tahmin edilmektedir (Şekil 4.57).



Şekil 4.57. Vaka C – OPYP kullanımı sonrası maliyet - olasılık dağılımı

4.24. Vaka C Projesinde Risk Tepkisi Öncesi – Sonrası ve OPYP Kullanımına Ait Senaryo Analizlerinin Karşılaştırılması

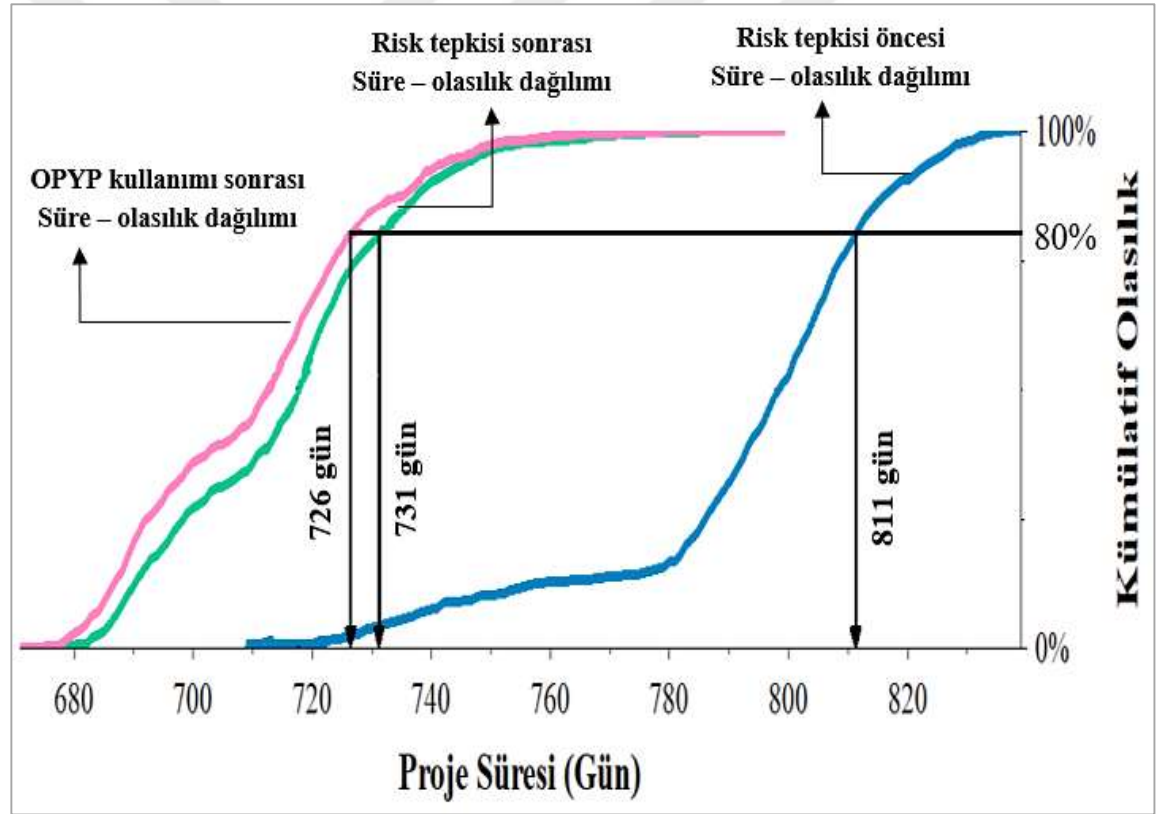
Vaka C projesinin analizi sonucunda, farklı senaryolar altında projenin süresi ve bütçesi için öngörülen bu değerler incelendiğinde, risklerin proje süresini yaklaşık olarak %21 maliyetini ise %42 oranında artıracakları belirlenmiştir. Risklere karşı risk tepkilerinin planlanması ve uygulanması sonucunda bu artışın; proje süresinde %57 oranında, proje maliyetinde ise %67’lik bir oranda azaltılabileceği öngörülmüştür. Risklere karşı alınabilecek önlemlere ilave olarak OPYP kullanımının ise; proje süresindeki artışı %5

oranında daha azaltarak toplam %62 oranında, proje maliyetindeki artışı ise %9 daha azaltarak toplamda %76 oranında azaltabileceği öngörülmüştür (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Vaka C'nin farklı senaryolarda toplam proje süresi ve maliyeti

Senaryolar (Vaka C)	Toplam Proje Süresi (gün)	Toplam Proje Maliyeti (\$)
Senaryo 1	671	\$67,332,816
Senaryo 2	811	\$95,946,776
Senaryo 3	731	\$76,544,527
Senaryo 4	726	\$74,147,232

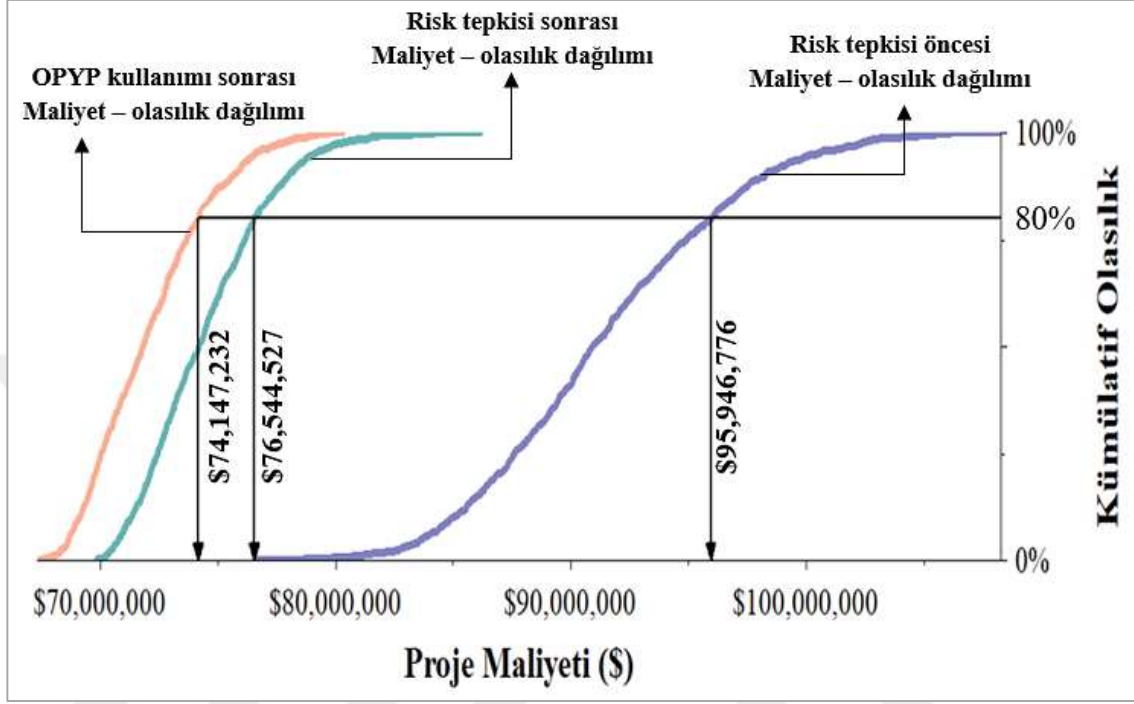
Vaka C için belirlenen üç farklı durum için simülasyon analizi sonuçları karşılaştırmalı olarak süre ve maliyet frekans dağılımları için ayrı ayrı Şekil 4.58 ve Şekil 4.59'da gösterilmektedir.



Şekil 4.58. Vaka C – Süre – Olasılık Dağılımı Karşılaştırmaları

Vaka C için gerçekleşen durumda ise proje, 740 gün içerisinde ve toplamda \$79,803,334 maliyet ile tamamlanmıştır. Gerçekleşen durum ile risk tepkilerinin verilmesi sonrasında yaşanabilecek durum yani Senaryo 3 sonuçları kıyaslandığında; yüklenici firmanın risk yönetiminden beklediği performans süre artışında %57 oranında bir azalma sağlanması iken gerçekte süre artışında ancak %52 azalma sağlanabildiği görülmüştür. Maliyet artışında beklenen azalma oranı %67 iken gerçekte ise bu artış

ancak %55 oranında sağlanabilmiştir. Firmanın risk yönetiminden beklediği süre ve maliyet performansı ile gerçekte yaşanan durum karşılaştırıldığında ise; firmanın risk yönetiminde hedeflediği süre ve maliyet artışlarını önleme konusunda, proje süresinde %91 oranında proje maliyetinde ise %82 oranında bir başarı sağlayabildiği ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.59. Vaka C – Süre – Maliyet Dağılımı Karşılaştırmaları

5. TARTIŞMA

İnşaat projelerinde etkili risklerin belirlenmesi ve risk yönetiminin başarı ile uygulanabilmesi için kilit faktörlerin ortaya konulabilmesi amacı ile gerçekleştirilen bu tez çalışmasında, iki farklı proje vaka çalışması olarak seçilmiş ve belirlenen riskler ve risk tepkileri altında simülasyon analizleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan ilk proje olan Vaka A projesinin analizi sonucunda, proje için en etkili üç riskin Organizasyonel riskler, finansal riskler ve yapım risklerinin olacağı ortaya konulmuştur. Organizasyonel riskler içinde en etkili risk faktörünün hatalı planlama; finansal riskler için malzeme fiyatlarında artış ve hatalı maliyet tahmini; yapım riskleri arasında ise en etkili risk faktörlerinin hatalı imalat ve ölümle sonuçlanan iş kazası riski olduğu ortaya konulmuştur. Proje süreçleri arasında süre ve maliyet duyarlılığı en yüksek sürecin ince işler süreci olduğu öne çıkarken; süre duyarlılığı en yüksek riskin sözleşme riskleri, maliyet duyarlılığı en yüksek riskin ise finansal riskler olabileceği belirlenmiştir. Proje bitiminde öngörülen riskler içerisinde projede süre ve maliyet aşımına en fazla etki eden unsurların; işverenin revize talepleri, enflasyon ve malzeme fiyatlarında artış, yetersiz planlama ve işgücü eksikliği, karar mekanizmasında yaşanan gecikmeler ve sahada çalışan teknik ekibin performans düşüklüğü olduğu görülmüştür. Proje ekibinin görüşleri doğrultusunda, Vaka A projesinde risklerin proje süresini yaklaşık olarak %28 oranında proje maliyetini ise yaklaşık %47 oranında artırabileceği öngörülmüştür. Risk tepkileri ile proje süresinde karşılaşılabilecek artışın %42 oranında azaltılabileceği; risklerin proje maliyeti üzerindeki etkisinin ise %61 oranında düşürülebileceği planlanmıştır. Proje bitiminde %20 süre, %25 maliyet artışı yaşanmıştır. Gerçekleşen duruma göre, proje süresindeki olası sapmanın %28 oranında azaltılabildiği, maliyet artışında ise %46 oranında bir iyileştirme yapılabildiği belirlenmiştir. Firmanın risk yönetiminden beklediği süre performansında %67 başarı oranı sağlanırken maliyet performansında başarı oranı %75 olarak belirlenmiştir.

Tez çalışması kapsamında vaka çalışması olarak seçilen ikinci proje olan Vaka B projesinden elde edilen analiz sonuçları doğrultusunda en etkili risk grubunun, Vaka A'da olduğu gibi organizasyonel riskler olduğu ve bu grup içerisinde en etkili risk faktörlerinin hatalı planlama ve yetersiz organizasyon yapısı olduğu ortaya çıkmıştır. Organizasyon risklerinin ardından en yüksek etkiye sahip risk gruplarının sırasıyla yapım ve tasarım riskleri olduğu belirlenmiştir. Hatalı yapım ve ölümlü iş kazası yaşanması riskleri yapım risk grubunda; revizyon talebi riski ise tasarım risk grubunda en etkili risk faktörleri olarak tanımlanmıştır. Süre ve maliyet duyarlılığı en yüksek proje sürecinin satın alma ve tedarik süreci olacağı öngörülmüşken; risk grupları arasında ise en yüksek süre duyarlılığına sahip riskin yapım riskleri, en yüksek maliyet duyarlılığına sahip riskin ise finansal riskler olabileceği tahmin edilmiştir. Proje yetkilileri ile yapılan görüşmeler doğrultusunda; proje yapımı sürecinde, süre ve maliyet artışına en yüksek etkisi olan faktörlerin, işverenin değişiklik talepleri ve işveren onaylarında yaşanan gecikmeler, sıkıştırılmış iş programı, altyüklenicilerin yetersizliği, altyükleniciler arası organizasyon problemi ve yer tesliminin gecikmesi olduğu anlaşılmıştır. Yapılan nicel analiz sonuçları doğrultusunda, belirlenen risklerin proje süresini %20, maliyetini ise %43 oranında artırılabilmesi tahmin edilmiştir. Risklere karşı alınabilecek önlemlerle risklerin süreye olan etkisinin %93, maliyete olan etkisinin ise %74 oranında azaltılabileceği planlanmıştır. Proje, sürede %3 maliyette ise %17'lik bir sapma ile sonuçlandırılmıştır. Yaşanan süre ve maliyet sapmalarına göre, risklerin süreye olan etkisinin %87 oranında

düşürülebildiği, olası maliyet sapmalarının ise %60 oranında azaltılabildiği görülmüştür. Vaka B projesi için planlanan risk yönetimi uygulamalarının süre performansında beklenen etkisinin %94; maliyet performansında beklenen etkisinin ise %81 oranında başarıldığı ortaya çıkmıştır.

Tez çalışması kapsamında incelenen son proje olan Vaka C projesinden elde edilen analiz sonuçları doğrultusunda en etkili risk grubunun, diğer vakalarda da olduğu gibi organizasyonel riskler olacağı ve bu grup içerisinde en etkili risk faktörlerinin ise yetersiz ve hatalı planlama riski olacağı öngörülmüştür. Organizasyon risklerinin ardından en yüksek etkiye sahip risk gruplarının sırasıyla yapım ve finansal riskler olduğu belirlenmiştir. Kesin kabulde sorun yaşanması, malzeme kalitesizliği ve hatalı yapım riskleri finansal risk grubunda; nakit akışı problemi en etkili risk faktörleri olarak tanımlanmıştır. Süre ve maliyet duyarlılığı en yüksek proje süreçlerinin sırası ile elektrik işleri ve kaba işler olacağı öngörüldükçe; risk grupları arasında ise en yüksek süre duyarlılığına sahip riskin politik riskler, en yüksek maliyet duyarlılığına sahip riskin ise finansal riskler olabileceği tahmin edilmiştir. Proje sonunda, projenin süre ve maliyet hedeflerine olumsuz yönde en çok etkisi olan faktörlerin gümrükte malzemelerin beklemesi, tedarikte gecikme, yerli işçilerin performans düşüklüğü, altyüklenicinin işi yarıda bırakması sebebiyle zorunlu altyüklenici değişimi, tasarım revizeleri, zorlu hava koşulları ve öngörülemeyen zemin iyileştirme uygulamaları olduğu yapılan görüşmeler doğrultusunda anlaşılmıştır. Yapılan nicel analiz sonuçları doğrultusunda, belirlenen risklerin proje süresini %21, maliyetini ise %42 oranında artırılabilceği tahmin edilmiştir. Risklere karşı alınabilecek önlemlerle risklerin süreye olan etkisinin %57, maliyete olan etkisinin ise %67 oranında azaltılabileceği planlanmıştır. Proje, %10 oranında süre sapması ve maliyette yaşanan %20 artış ile sonuçlandırılmıştır. Gerçekleşen durumda ise risklerin süreye olan etkisinin %52 oranında düşürülebildiği, olası maliyet sapmalarının ise %55 oranında azaltılabildiği görülmüştür. Vaka C projesi için planlanan risk yönetimi uygulamalarının süre performansında beklenen etkisinin %91; maliyet performansında beklenen etkisinin ise %82 oranında başarıldığı ortaya çıkmıştır.

Risk yönetimi uygulamalarının başarı oranları kıyaslandığında Vaka B projesinin süre ve maliyet performansında daha etkili olduğu görülmektedir. Vaka B proje ekibi ile yapılan görüşmeler sonucu, projede BIM kullanımının, süre ve maliyet performanslarının BIM ile daha etkin bir şekilde izlenebilmesinin, planlama ve saha ekibi arasında ortak proje dilinin oluşturulmasının, tek bir yönetim platformu üzerinden katılımcılar arası iletişimin kolaylaştırılmasının, geçmiş proje deneyimlerinin düzgün dokümantasyonunun ve iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları da dahil olmak üzere tüm süreçlerde yalın yönetim ilkelerinin benimsenmesinin risk yönetimi performansına olumlu yönde etkisi olduğu anlaşılmıştır.

İncir (2003) gerçekleştirdiği çalışmada inşaat sektörü için en etkili risklerin ekonomik ve finansal riskler olduğunu ve örnek bir proje üzerinde yapmış olduğu simülasyon analizi sonucunda proje maliyetinin yaklaşık olarak %22 oranında artış gösterdiğini belirtmiştir. 2010 yılında Uzuntaş tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise bir güçlendirme projesi vaka çalışması olarak alınmış ve risklerin göz önünde bulundurulmadığı, risklerin hesaba dahil edildiği ancak herhangi bir önlem alınmadığı ve risklere karşı tepki planlarının oluşturulduğu üç farklı durum için simülasyon analizi

yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda risklerin proje maliyetini yaklaşık olarak %92 oranında artırabileceği ve planlanan risk tepkileri sonrası risklerin maliyete olan etkisinin %74 oranında azaltılabileceği ortaya konulmuştur. Marmaray projesinin örnek proje olarak ele alındığı benzer bir çalışmada Abdollahi (2010), gerçekleştirilen simülasyon analizi sonucunda risklerin proje süresinde %177 oranında bir sapmaya neden olurken, proje maliyetinde ise %50 oranında bir artışa yol açabileceği ortaya konulmuştur. Alınabilecek risk önlemleri ile proje süresine olan etkinin %66 oranında, maliyete olan etkisinin ise %79 oranında azaltılabileceğini belirtmiştir. 2015 yılında Türker, 13 katlı bir betonarme konut projesinde risk ve risk tepkilerinin proje süresi ve maliyetine olan etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışma sonunda risklerin proje süresini %34 oranında proje maliyetini ise %12 oranında artırabileceği tahmin edilmiştir. Risk tepkilerinin planlanması ve uygulamaya alınması sonucunda belirlenen risklerin süreye olan etkisinin %42 maliyete olan etkisinin ise %45 oranında indirilebileceği öngörülmüştür. Tez çalışmasının sonuçları ile yapılan diğer çalışmaların sonuçları kıyaslandığında, risklerin süreye olan etkileri arasında projeler arası belirgin farklar olmasına rağmen maliyete olan etkileri arasında çok ciddi farklar görülmemektedir. İnşaat projelerinin, kendine özgü ve tek seferlik yapısı, büyüklüğü ve karmaşıklık derecesi, yüklenici firmaların risk kültürü ve risk değerlendirmelerinin ağırlıklı olarak proje yöneticilerinin deneyimlerine dayanmasının proje risklerinin süre ve maliyete olan etkilerinin farklılaşmasında etkili olduğu açıkça görülmektedir. Ele alınan çalışmalarda proje risklerinin süreye olan etkisinin maliyete olan etkisine göre daha fazla farklılık göstermesinin bir nedeninin de iş programlarındaki bolluk değerleri ve kritik faaliyet sayıları olduğu düşünülmektedir. Bolluk değerlerinin daha az ve kritik faaliyet sayılarının daha yüksek olduğu projelerde süre etkisinin daha yüksek çıkacağı tahmin edilmektedir.

Kazaz ve Ulubeyli (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada 68 adet Türk inşaat firmasına yapılan anket sonucu elde edilen veriler analiz edilmiş ve en önemli ilk üç risk grubu Finansal-ekonomik riskler, yapım riskleri ve fiziksel riskler olarak belirlenmiştir. Şener'in 2012 yılında tez çalışmasında kapsamında yapmış olduğu araştırma sonucunda planlama mühendisleri açısından en kritik riskin tasarım riskinin olduğu, proje müdürleri tarafından en etkili risk olarak ekonomik kaynaklı risklerin belirlendiği, proje koordinatörlerinin ise pazar riskini en etkili risk olarak tanımladığı ortaya konulmuştur. Kazaz vd. (2012) inşaat projelerinde süre ve maliyet aşımına neden olan faktörlerin belirlenmesi amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiş ve en etkili ilk üç faktörün sırasıyla Finansal etkenler, devlet etkileri ve işgücü kaynaklı etkenler olduğunu belirtmişlerdir. 2015 yılında Eker inşaat sektöründe risklerin proje süreci ve proje hedefleri ile olan ilişkisini incelediği çalışmasında; iç kaynaklı riskler arasında maliyeti yüksek derecede etkileyen ilk üç risk faktörünün üstün teknoloji gerektiren tasarımlar, projenin yapılacağı yer hakkında yetersiz bilgiye sahip olunması ve hatalı yapım uygulamaları olduğunu belirtmiştir. İç kaynaklı risk faktörlerinden proje süresini en fazla etkileyen risk faktörlerinin ise işin tamamının ya da bir kısmının durdurulması, hatalı bütçe ve süre planlaması ve hatalı yapım uygulamaları olduğu ortaya çıkmıştır. Savaş, enflasyon ve kur farkında yaşanan dalgalanmaların maliyeti en fazla etkileyen dış kaynaklı risk faktörleri; savaş, doğal afet ve bürokratik işlemlerin uzaması risklerinin ise süreyi en çok etkileyen ilk üç risk faktörü olduğunu belirtmiştir. Farklı çalışmaların ortak noktası olarak projelerin süre ve maliyet performansında en etkili olan risk faktörlerinin finansal riskler olduğu görülmektedir. Vaka çalışması olarak ele alınan projelerin, analiz

sonuçlarında da projelerde en yüksek maliyet duyarlılığına sahip riski finansal riskler olarak belirlenmiş ve önceki çalışma sonuçları ile paralellik göstermiştir.



6. SONUÇLAR

Tez çalışmasında, inşaat projelerinde risklerin ve risklere karşı alınabilecek önlemlerin belirlenmesi, risk yönetimi uygulamalarının maliyet performansına etkisinin ve etkin risk yönetimi için kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak üç farklı üstyapı projesi örnek olay olarak ele alınmıştır.

Tez çalışmasında önce risk kavramı, inşaat proje riskleri ve risk yönetimi adımları ile ilgili literatür taraması yapılmış ve elde edilen bilgiler kaynak taraması bölümünde verilmiştir. Çalışmanın devamında, proje yöneticileri ile yapılan görüşmeler sonucunda inşaat projelerine etki edebileceği düşünülen riskler tanımlanarak, sınıflandırılmıştır. Belirlenen risklerin , örnek olay olarak seçilen projelere olası etkileri belirlenerek simülasyon analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar örnek projelerde yaşanan gerçek durumlarla kıyaslanmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, inşaat projeleri için en etkili risk faktörlerinin yetersiz yüklenici seçimi, hatalı ve yetersiz planlama, enflasyon ve malzeme fiyatlarında artış, malzeme ve ekipman temininde gecikme faktörleri olduğu; en etkili risk gruplarının ise finansal, organizasyonel ve yapım riskleri olduğu ortaya konulmuştur. Projeler için öngörülen risklerin, proje süresini yaklaşık olarak %23 oranında proje süresini ise yaklaşık %44 oranında artırabildiği, risklere karşı alınabilecek önlemler ile proje süresinde yaşanan sapmanın %52 oranında azaltılarak ortalama %11'e; maliyette yaşanan aşımaların ise %55 oranında azaltılarak yaklaşık olarak %20'ye düşürülebildiği görülmüştür. OPYP gibi proje yönetim portalı yazılımlarının, proje ve risk yönetimini sistematikleştirerek, kurumsal risk yönetimine geçişi kolaylaştırabileceği ve örnek projeler için belirlenen risk tepkilerine ilave olarak OPYP kullanımının, risklerin süreye olan etkisini yaklaşık olarak %5 oranında, maliyete olan etkisini ise yaklaşık olarak %9 oranında düşürebileceği yapılan analizler sonucu öngörülmüştür.

Vaka çalışmalarının değerlendirilmesi sonucu, öngörülen risklerin gerçekleşen risk olayları ile tutarlı olduğu yani proje yöneticilerinin riskleri büyük ölçüde doğru tanımlayabildiği ve risk algılarının gerçekçi olduğu görülmüştür. Ancak planlanan risk tepkilerinin uygulanması konusunda, risk yönetiminden beklenen performansın altında kaldığı gözlemlenmiştir.

Vaka projeleri arasında yapılan kıyaslama sonucu risk yönetiminde en başarılı olan projenin, Vaka B projesi olduğu ortaya çıkmıştır. Proje yetkililerinden alınan bilgiler doğrultusunda, risk yönetiminin tüm proje süreci boyunca ve tüm birimlerin katılımıyla sürdürülmesi gereken sistematik bir süreç olduğu; risk kayıtlarının ve edinilmiş derslerin düzenli dokümantasyonu, proje yönetimi için ortak bir dilin oluşturulması, özellikle saha ekibi ve planlama ekibi arasında sürekli ve açık bir iletişimin sağlanması, risk yönetimi için kritik başarı faktörleri olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada farklı özelliklere ve fonksiyonlara sahip 3 ayrı proje ele alınmıştır. Yapılan analizler ve değerlendirmeler sonucunda, risk yönetiminin projelerin temel hedefleri üzerindeki öneminin daha iyi anlaşılacağı ve incelenen projeler sonucu belirlenen proje riskleri ve alınabilecek önlemlerin proje yöneticilerine bir çerçeve oluşturulabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmanın, ileri de yapılabilecek daha fazla örnek olay incelemesi ile geliştirilebileceği ve yurt içi ve yurt dışında gerçekleştirilecek

inşaat projeleri için risk kontrol listeleri oluşturulabileceği, vaka tabanlı mantıksal çıkarım (CBR) teknikleri ile benzer projelerin risk yönetim süreçlerine girdi olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Ababneh, W. A. 2000. An integrated approach of construction risk management and evaluation. PhD Thesis, İstanbul Technical University, İstanbul, 370 p.
- Abd-Karim, N. A., Rahman, I. A., Memmon, A. H., Jamil, N., & Azis, A. A. A. 2012. Significant risk factors in construction projects: Contractor's perception. IEEE Colloquium on Humanities, Science and Engineering (CHUSER) (pp. 347-350). IEEE
- Abdollahi, N. 2010. Bir inşaat altyapı projesinde süre-maliyet iyileştirilmesi için bir risk yönetim modeli. Yüksek lisans tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 226 s.
- Abd El-Karim, M. S. B. A., Mosa El Nawawy, O. A., and Abdel-Alim, A. M. 2017. Identification and assessment of risk factors affecting construction projects. *HBRC journal*, 13(2): 202-216.
- Abdul-Rahman, H., Loo, S. C., and Wang, C. 2012. Risk identification and mitigation for architectural, engineering, and construction firms operating in the Gulf region. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 39 (1): 55-71.
- Adeleke, A. Q., Bahaudin, A. Y., Kamaruddeen, A. M., Bamgbade, J. A., and Ali, M. W. 2019. An empirical analysis of organizational external factors on construction risk management. *Int J Suppl Chain Manag*, 8(1), 932.
- Ahmadi, M., Behzadian, K., Ardeshir, A., and Kapelan, Z. 2017. Comprehensive risk management using fuzzy FMEA and MCDA techniques in highway construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(2): 300-310.
- Akintoye, A.S. and Macleod, M J. 1997, Risk Analysis and Management in Construction. *International Journal of Project Management*, 15: 31-38.
- Akyıldız, B. (2010). Anahtar teslim-sabit fiyat sözleşme usulünce alınan bir projenin risk değerlendirilmesinin yapılması için metot önerisi ve örnek uygulama. Yüksek Lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 139 s.
- Al-Bahar, J. and Crandall K. C. 1990. Systematic risk management approach for construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 116 (3): 533-546.
- Amos, J. and Dent, P. 1997. Risk analysis and management for major construction projects. In Proceedings: RICS COBRA Conference pp. 1-35, September
- Arıkan, A. E. 2005. Development of a risk management decision support system for international construction projects, MSc Thesis. Middle East Technical University, Ankara, 102 p.
- Arıkan, A.E., Dikmen, İ. ve Birgönül, M.T. 2005 Bütünleşik bir risk yönetim karar destek sistemi, 3.Yapı İşletmesi Kongresi, ss.90-101, İzmir.
- Artto, K.,and Hawk, D. 1999. Industry models of risk management and their future. In Project Management Institute PMI'99, Philadelphia Pennsylvania, pp. 1000-1007. Project Management Institute PMI.
- Atakul, N. 2010. İnşaat projelerinin uygulama aşamasındaki risklerin yönetimi. Yüksek Lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 114 s.

- Baloi, D. and Price, A. D. F. 2003. Modelling global risk factors affecting construction cost performance. *International Journal of Project Management*, 21: 261-269
- Bahamid, R. A., and Doh, S. I. 2017. A review of risk management process in construction projects of developing countries. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 271, No. 1, p. 012042). IOP Publishing.
- Berk, N. 1992. Sigortacılıkta Risk Yönetimi. Emek Sigorta Yayını. İstanbul.
- Bing, L., Akintoye, A., Edwards, P. J., and Hardcastle, C. 2005. The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK. *International Journal Of Project Management*, 23(1): 25-35.
- Birgönül, M.T. ve Özdoğan, İ. 1997. İnşaat projelerinin risk yönetimi. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, Ocak: 387.
- Birgönül, M. T. ve Dikmen, İ. 1996. İnşaat projelerinin risk yönetimi. *IMO Teknik Dergi*, 7 (4): 1305-1326.
- British Standard 6079 HMSO 1996. Risk Management: Part 3-Guide To Risk Analysis of Technological Systems. British Standards Institute. 29.
- Cavlı, E. E. 2010. İnşaat Sektörünün Risk Tutumu. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 79 s.
- Chapman, C. B. 1991. Risk, in Investment, Procurement and Performance in Construction. E. & F. N. London.
- Chapman, C. 1997. Project Risk Analysis and Management-PRAM The Generic Process. *International Journal of Project Management*, 15: 273-281.
- Chapman, R. J. (2001). Chapman, The controlling influences on effective risk identification and assesment for construction design management. *International Journal of Project Management*, 19: 147-160.
- Chapman, C. B. and Ward, S. C. 1997. Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights, John Wiley and Sons. Chichester.
- Chatterjee, K., Zavadskas, E. K., Tamošaitienė, J., Adhikary, K., and Kar, S. 2018. A hybrid MCDM technique for risk management in construction projects. *Symmetry*. 10 (2): 46.
- Cheng, H., Shimiao, J., & Danfeng, Z. 2010. Risk identification of public infrastructure projects based on VFPE. In 2010 The 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE) (Vol. 4, pp. 173-176). IEEE.
- Chia, E. S. 2006. Risk assessment framework for project management. IEEE International Engineering Management Conference, pp. 376-379.
- Chileshe, N., and Yirenkyi-Fianko, A. B. 2012. An evaluation of risk factors impacting construction projects in Ghana. *Journal of Engineering, Design and Technology*.
- Choudhry, R. M., Aslam, M. A., Hinze, J. W., and Arain, F. M. 2014. Cost and schedule risk analysis of bridge construction in Pakistan: Establishing risk guidelines. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(7): 04014020.
- Cohen, M. W. and Palmer, G. R. 2004. Project risk identification and management. *AACE*

International Transactions, IN11.

- Çam, F. 2005. İnşaat sektöründe proje risk yönetimi ve bir risk modellemesi örneği. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 152 s.
- Dang, C. N., Le-Hoai, L., Kim, S. Y., Van Nguyen, C., Lee, Y. D., and Lee, S. H. (2017). Identification of risk patterns in Vietnamese road and bridge construction: Contractor's perspective. *Built Environment Project and Asset Management*.
- Darko, A., Chan, A. P., Yang, Y., and Tetteh, M. O. 2020. Building information modeling (BIM)-based modular integrated construction risk management–Critical survey and future needs. *Computers in Industry*, 123, 103327.
- Dehdasht, G., Mohamad Zin, R., Ferwati, M. S., Abdullahi, M., Keyvanfar, A., and McCaffer, R. (2017). DEMATEL-ANP risk assessment in oil and gas construction projects. *Sustainability*, 9(8): 1420.
- Dey, P. K. 2002. Project risk management: a combined analytic hierarchy process and decision tree approach. *Cost Engineering*, 44 (3): 13-27.
- Dikmen I., Birgönül M.T., Anac C., Tah J.H.M., Aouad G. 2008. learning from risks: A tool for post-project risk assessment, *Automation in Construction*, 18(1): 42-50
- Dorofee, A. J., Walker, J. A., Alberts, C. J., Higuera, R. P., and Murphy, R. L. 1996. Continuous Risk Management Guidebook. Carnegie-Mellon Univ Pittsburgh PA.
- Eker, D. 2015. İnşaat projelerinde risk faktörlerinin proje süreci ve proje hedefleri ile olan ilişkisi. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 146 s.
- Elmas, Ç. 2007. Yapay Zeka Uygulamaları (1. Baskı) Seçkin Yayıncılık. Ankara.
- El-Sayegh, S. M., Manjikian, S., Ibrahim, A., Abouelyousr, A., & Jabbour, R. 2021. Risk identification and assessment in sustainable construction projects in the UAE. *International Journal of Construction Management*, 21(4), 327-336.
- Flanagan, R. and Norman, G., 2003, Risk Management And Construction, Blackwell Scientific Publications, Oxford University Press.
- Forcael, E., Morales, H., Agdas, D., Rodríguez, C., & León, C. 2018. Risk identification in the Chilean tunneling industry. *Engineering Management Journal*, 30(3), 203-215.
- Fraser, D. C. 1978. Risk minimization in giant projects. OYEZ – IBC Conference: “The Successful Accomplishment of Giant Projects” pp. 11, 17-18 May, London.
- Gephart, R. P., Maanen, J.V. ve Oberlechner, T. 2009. Organizations and risk in late modernity. *Organization Studies*, 30: 141-155.
- Gürer, E.E., 1997. İnşaat Sektöründeki Riskler Korunma Seçenekleri ve İnşaat Sigortaları, Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 209 s.
- Gürer, E. E. 2008. Türkiye inşaat sektörü için bir risk yönetim modeli. Doktora tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 113 s.
- Han S. H., Kim D.Y., Kim .H. and Jang W.S. 2008. A Web-based integrated system for international project risk management. *Automation In Construction*, 17(3): 342-356.

- Hayes, R. W., John, G. P., Thompson, P. A. And Willmer, G. 1986. Risk Management in Engineering Construction, Thomas Telford Ltd. London.
- Hertz, D. B. and Thomas, H. 1984. Risk Analysis And Its Application. John Wiley & Sons. Chichester.
- Hey, R. B. 2017. Performance Management For The Oil, Gas, and Process Industries: A Systems Approach. Gulf Professional Publishing.
- Hopkin, P. 2018. Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Risk Management. Kogan Page Publishers.
- Hwang, B. G., Zhao, X., and Yu, G. S. 2016. Risk identification and allocation in underground rail construction joint ventures: Contractors' perspective. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22(6): 758-767.
- International Organization for Standardization (ISO). 2018. Risk Management Guidelines. ISO Standard No 31000.
- ISO-31000. 2009. Risk management-Principles and Guidelines, Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- İncir, F. 2003. İnşaat sektöründe risk yönetimi ve kaliteye etkisi. Yüksek lisans tezi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 107 s.
- Jaafari, A., 2001. Management of risks, uncertainties and opportunities on projects: time for a fundamental shift. *International Journal of Project Management*, 19: 89-101..
- Jung, W., and Han, S. H. 2017. Which risk management is most crucial for controlling project cost?. *Journal of Management in Engineering*, 33(5), 04017029.
- Kaplan, B. 2014. Genetik algoritma ve monte carlo simülasyonu ile bir inşaat projesinde alt yüklenici seçimine ilişkin süre maliyet kalite optimizasyonu ve risk değerlendirmesi. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 113 s.
- Kara, I., 2004. Türkiye koşullarında profesyonel proje yönetim şirketlerinin yapısı için model önerisi. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 136 s.
- Karabay, M. 1997. Uluslararası inşaat sektöründe politik risk ve bulanık kümeler yardımıyla analizi için bir yöntem önerisi. Doktora tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 154 s.
- Karaçar, P. 2000. Türk inşaat sektöründe ihale sürecine yönelik risk yönetimi kapsamında alan çalışması, Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 124 s.
- Kaya, Ö. 2010. Türk inşaat sektöründe risk analizi ve yönetiminin araştırılması. Yüksek lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 116 s.
- Kazaz, A., and Ulubeyli, S. 2009. Cost and time focused risk analysis in the Turkish construction industry. In Proc. of the 5th International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-V), Collaboration and Integration in Engineering, Management, and Technology (pp. 20-22).
- Kazaz, A., Ulubeyli, S., and Tuncbilekli, N. A. 2012. Causes of delays in construction projects in Turkey. *Journal of civil Engineering and Management*, 18 (3): 426-435.

- Kindinger, J.P., 1999. Use of probabilistic cost and schedule analysis results for project budgeting and contingency analysis at los alamos national laboratory. Proceedings of the 30th Annual Project Management Institute 1999 Seminars & Symposium, October 10-16, Philadelphia, Pennsylvania.
- Kocakulak, M., 1997. Proje yönetim danışmanlığı yapan firma bakışıyla proje yönetim sistemi ve uygulama örneği. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 139 s.
- Kumar, K. S., and Narayanan, R. M. 2021. Review on construction risk and development of risk management procedural index—A case study from Chennai construction sector. *Materials Today: Proceedings*, 43, 1141-1146.
- Kurihara, K. and Nishiuchi, N. 2002. Efficient Monte Carlo simulation method of GERT-type network for project management. *Computers & Industrial Engineering*, 42 (2-4): 521-531.
- Kuşan, H. 2009. İnşaat projelerinde risklerin bulanık mantık modeli ile değerlendirilmesi. Doktora tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 197 s.
- Kuşan, H. & Özdemir, İ. 2008. İnşaat projelerinde risk yönetimi ve yapay zeka yöntemlerinin kullanımı. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 451: 38-42.
- Kuyucu, E. 2008. İnşaat projelerinde risk analizi, yönetimi: bir petrokimya fabrikasında uygulanması, Yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 110 s.
- Lee, P. C., Zheng, L. L., Lo, T. P., & Long, D. B. 2020. A risk management system for deep excavation based on BIM-3D GIS framework and optimized grey Verhulst model. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 24(3): 715-726.
- Li, H. X., Al-Hussein, M., Lei, Z., and Ajweh, Z. 2013. Risk identification and assessment of modular construction utilizing fuzzy analytic hierarchy process (AHP) and simulation. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 40 (12): 1184-1195.
- Lin, C. L., and Chen, B. K. 2021. Research for Risk Management of Construction Projects in Taiwan. *Sustainability*, 13(4), 2034.
- Mao, Y., & Zhang, Y. 2017. Risk identification and allocation of the utility tunnel PPP project. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1839, No. 1, p. 020132). AIP Publishing LLC.
- Memioğlu, C. 2020. İnşaat sektöründe ihale süreci kapsamında sözleşmelerde risk yönetimi. Yüksek lisans tezi. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 156 s.
- Menteş, K. 2009. Yapısal Sistemlerin Göçme Olasılığının Monte Carlo Yaklaşımı ile Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi. İstanbul, 87 s.
- Mohammad Ali Rezvani Befrouei, M. T. (2015). Identification and Management of Risks in Construction Projects. *American Journal of Civil Engineering*, 170-177.
- Molenaar, K. R. 2005. Programmatic cost risk analysis for highway megaprojects. *Journal Of Construction Engineering And Management*, 131(3): 343-353.
- Nasir, D., McCabe, B., and Hartono, L. 2003. Evaluating risk in construction—schedule model (ERIC-S): construction schedule risk model. *Journal Of Construction Engineering And Management*, 129 (5): 518-527.

- Nguyen, P. T., & Nguyen, P. C. 2020. Risk Management in Engineering and Construction. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 10 (1): 5237-5241.
- Odeyinka, H., Oladapo, A. A., and Akindele, O. 2006. Assessing risk impacts on construction cost. In RICS Foundation Construction and Building Research Conference (COBRA) (pp. 490-499). Royal Institution of Chartered Surveyors.
- Ökmen, Ö., and Öztaş, A. (2010). Construction cost analysis under uncertainty with correlated cost risk analysis model. *Construction Management and Economics*, 28(2): 203-212.
- Özcan, O. 2010. İnşaat projelerine teklif aşamasında simülasyon tekniğiyle risk yönetimi uygulaması, Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 151 s.
- Öztaş, A. and Ökmen, Ö. 2005. Judgmental risk analysis process development in construction projects. *Building and Environment*, 40 (9): 1244-1254.
- Öztürk, S. 2017. İnşaat sektöründe risk yönetimi. Yüksek Lisans tezi, Beykent Üniversitesi, İstanbul, 121 s.
- Pennock, M.J. and Haimes, Y.Y., 2002. Principles and guidelines for project risk management. *Systems Engineering*, 5: 89-108.
- Perry, J. G., and Hayes, R. W. 1985. Risk and its management in construction projects. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 78 (3): 499-521.
- Project Management Institute (PMI). 2008. A Guide To The Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Newton Square: Project Management Institute.
- Qin, X., Mo, Y., & Jing, L. 2016. Risk perceptions of the life-cycle of green buildings in China. *Journal of Cleaner Production*, 126, 148-158.
- Raftery, J. 1994. Risk Analysis in Project Management, E & FN. London.
- Renn, O., 1998. The role of risk perception for risk management, *Reliability Engineering and System Safety*, 59: 49-62.
- Rezakhani, P. 2012. Classifying key risk factors in construction projects. *Buletinul Institutului Politehnic din Iasi. Sectia Constructii, Arhitectura*, 58(2), 27.
- Samantra, C., Datta, S., and Mahapatra, S. S. 2017. Fuzzy based risk assessment module for metropolitan construction project: An empirical study. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 65: 449-464.
- Sanchez-Cazorla, A., Alfalla-Luque, R., & Irimia-Diequez, A. I. 2016. Risk identification in megaprojects as a crucial phase of risk management: A literature review. *Project Management Journal*, 47(6): 75-93.
- Sastoque, L. M., Arboleda, C. A., and Ponz, J. L. 2016. A proposal for risk allocation in social infrastructure projects applying PPP in Colombia. *Procedia Engineering*, 145: 1354-1361.
- Schieg, M. 2006. Risk management in construction project management. *Journal of Business Economics and Management*, 7(2): 77-83.
- Serpell, A., Ferrada, X., Rubio, L., and Arauzo, S. 2015. Evaluating risk management practices in construction organizations. *Procedia-Social and Behavioral*

Sciences, 194: 201-210.

- Serpella A. F., Ferrada X., Howard R., Rubio L. 2014. Risk management in construction projects: a knowledge-based approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119: 653 – 662.
- Serrano Gómez, L., and Muñoz Hernández, J. I. 2016. Risk ıdentıfıcation in large photovoltaic plants' construction projects. 20th International Congress on Project Management and Engineering Cartagena, 13-15th July.
- Shen, L. Y. 1997. Project risk management in Hong Kong. *International Journal Of Project Management*, 15 (2): 101-105.
- Skyes, A. 1978. The project overview – the key to successful accomplishment of giant projects. OYEZ – IBC Conference: “The Successful Accomplishment of Giant Projects” pp. 11, 17-18 May, London.
- Smith, N. J., Merna, T. and Jobling, P., 2006. Managing Risk in Construction Projects. Blackwell Scientific Publications. Oxford University Press.
- Srinivasan, N. P., & Rangaraj, A. 2020. Study on factors influencing risk management in construction projects. *Management*, 5(478): 18-259.
- Süllüoğlu, D. E. 2019. Türkiye inşaat sektöründe proje risk yönetimi olgunluğu üzerine değerlendirme. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 166 s.
- Şener, B. 2012. İnşaat şirketlerinde riskin algılanması ve risk azaltıcı tedbirler. Yüksek lisans tezi İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, 112 s.
- Tadayon, M., Jaafar, M., & Nasri, E. 2012. An assessment of risk identification in large construction projects in Iran. *Journal of Construction in Developing Countries*, 17.
- Tan, Y., Smith, N. J., and Bower, D. A. 2003. Improving risk identification by utilizing hybrid intelligent reasoning. *Assoc. Res. Constr. Manag.* 1: 3-5.
- Taofeeq, D. M., Adeleke, A. Q., & Hassan, A. K. 2019. Factors Affecting Contractors risk attitude from Malaysia construction industry perspective. *Social Science and Humanities Journal*, 3(6), 1281-1298.
- Tawalare, A. 2019. Identification of Risks for Indian Highway Construction. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 471, No. 10, p. 102003). IOP Publishing.
- Thompson, P. and Perry, J., 1979. Engineering Construction Risks - A Guide to Project Risk Analysis and Risk Management. Thomas Telford Services. London.
- Türker, M. 2015. İnşaat projelerinde maliyet ve süre risklerinin birlikte ele alındığı simülasyona dayalı bir risk yönetim modeli. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 51 s.
- Tworek, P. 2012. Integrated risk management in construction enterprises- theoretical approach. *Journal of Economics & Management*, 8: 126-135.
- Uğur L. O., 2006. İnşaat Sektöründe Riskler ve Risk Yönetimi Seminer Notları, Türkiye Müteahhitler Birliği.
- Uzuntaş, F. 2010. Proje Yönetiminde Risk Analizi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi,

İstanbul, 187 s.

- Videman, R. M. 1986. Risk Management. *Project Management Journal*, 17 (4): 20-26.
- Ward, S and Chapman, C. 2003. Transforming project risk management into project uncertainty management. *International Journal of Project Management*, 21: 97–105.
- Williams, C.A., Smith, M. L. And Young, P. C. 1995. Risk Management and Insurance. MCGrowHill. New York.
- Won, J. 2019. Identifying potential opportunities of bım for construction risk management. In Proceedings of the Korean Institute of Building Construction Conference pp. 201-202. The Korean Institute of Building Construction.
- Yıldırım, A. H. 2018. Genetik algoritma ve bulanık mantık yaklaşımı ile inşaat projelerinde süre-maliyet optimizasyon modeli. Yüksek lisans tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 179 s.
- Yüzbaşı, V. S. 2008. İnşaat risk yönetiminde iş miktarı artırılması sonucu maliyet değişiminin incelenmesinde bir uygulama. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 143 s.
- Zabun, A. Ö. 2012. Proje yapım sürecinde risk yönetimi üzerine örnek olay incelemeleri. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 111 s.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., and Tamošaitiene, J. 2010. Risk assessment of construction projects. *Journal Of Civil Engineering And Management*, 16 (1): 33-46.
- Zhang, L., Wu, X., Ding, L., Skibniewski, M. J., and Lu, Y. 2016. Bim-based risk identification system in tunnel construction. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22 (4): 529-539.
- Zou, P. X., and Li, J. 2010. Risk identification and assessment in subway projects: case study of Nanjing Subway Line 2. *Construction Management and Economics*, 28(12): 1219-1238.
- Zou, Y., Kiviniemi, A., and Jones, S. W. 2016. Developing a tailored RBS linking to BIM for risk management of bridge projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Zou, P. X., Zhang, G., and Wang, J. Y. 2006. Identifying key risks in construction projects: life cycle and stakeholder perspectives. Pacific Rim Real Estate Society Conference.

ÖZGEÇMİŞ

GÖKÇEN ARSLAN

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2018 - 2021	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı İşletmesi Bilim Dalı Antalya
Lisans 2006 - 2011	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Araştırma Görevlisi 2018-Devam ediyor	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya
İnşaat Mühendisi 2011-2018	Mizan Mühendislik Eskişehir

ESERLER

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1. Kazaz A., Arslan, G. and Ulubeyli S. (2019). An Application of Enterprise Risk Management And Internal Control in The Construction Sector: Joint Project Management Portal. 5th International Conference on Engineering and Natural Science, Prag, Çek Cumhuriyeti, 12 - 16 June 2019, pp.151
2. Kazaz A., Ulubeyli S., İmre A. E. and Arslan, G. (2019) A Tool For Assessment Of Risk Activities In Contractor Construction Companies: Joint Project Management Portal. 5th International Conference on Engineering and Natural Science, Prag, Çek Cumhuriyeti, 12 - 16 June 2019, pp.171
3. Kazaz A., Ulubeyli S., Arslan, G ve İmre A. E. (2019) Yüklenici İnşaat Firmalarının Risk Yönetimi Algısı Ve Risk Tutumu Üzerine Bir Değerlendirme. 5 th International Conference Onengineering & Natural Sciences, Van, Türkiye, 20 - 22 Aralık 2019, ss.176-190
4. Kazaz A. , Arslan G. , Uz A., Kahraman M. And Avcı A. (2020) Using the Earned Value Analysis in the Monitoring of Construction Projects. 6th International Project and Construction Management Conference (e-IPCMC2020), İstanbul, Turkey, 12 - 14 November 2020, pp.990-999
5. Kazaz A. and Arslan G. (2020) Investigation of the Effect of Risk Management on Cost Performance in Construction Projects. 6th International Project and Construction Management Conference (e-IPCMC2020), İstanbul, Turkey, 12 - 14 November 2020, pp.581-591