



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

**BİR ALTYAPI PROJESİNDEKİ RİSKLERİN TESPİT EDİLMESİ
VE SÖZLEŞME TUTARINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

HARUN KARTAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. RIFAT AKBIYIKLI**

DÜZCE, 2021

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR ALTYAPI PROJESİNDEKİ RİSKLERİN TESPİT EDİLMESİ
VE SÖZLEŞME TUTARINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Harun KARTAL tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Latif Onur UĞUR

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Osman AYTEKİN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 28/01/2021

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

28/01/2021

Harun KARTAL

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca gerek akademik gerekse iş hayatından bilgi ve tecrübelerini benim kullanımına sunan, lisans tez çalışmamda olduğu gibi yüksek lisans tez çalışmamda da danışmanlığımı yaparak beni onurlandıran ve gururlandıran, bir arkadaş gibi yakın davranarak sıkıntılarima kulak veren, bitmek bilmeyen enerjisiyle hayatıma renk katan, her zaman öğrenmeye ve öğretmeye açık karakteri sayesinde bana örnek olan kıymetli hocam Prof. Dr. Rifat AKBIYIKLI'ya sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunuyorum.

Bu tez çalışmam sırasında benden desteklerini, iyi niyetlerini ve fikirlerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli arkadaşlarım ve meslektaşlarım Elif GENÇ, Yasemin ÇELEBİ ve Feyza ERDEM'e; tez kapsamında kullanılan projenin benimle paylaşılması için değerli zamanını ayıran ve aklıma takılan her soru için samimiyet çerçevesinde cevaplar veren değerli arkadaşım ve meslektaşım Ekrem GÜMÜŞ'e; tez sürecim boyunca bilgi ve tecrübesini son damlasına kadar benimle paylaşmaya istekli, 1 soru sorduğumda 5 cevap veren, paylaşmayı kendine görev olarak edinmiş, samimiyeti ve iyiliği ile kendisi gibi insanların var olduğunu bana hatırlatan değerli meslektaşım Mutlu GUNDİLER'e; tez çalışmama ve bana güvenip değerli bilgi ve dokümanlarını tereddüt etmeden benimle paylaşan, tavsiyeleri ile eksikliklerimi kapatmaya yardımcı olan değerli meslektaşım Kutluhan ORAL'a; sahip olduğu konumunun getirdiği yoğunluk dolayısıyla elinden geldiğince benimle bilgi ve tecrübelerini paylaşan değerli meslektaşım Burcu KABA GENÇ'e sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunuyorum.

Maddi ve manevi desteklerini benden esirmeyen anne ve babama; sevgisiyle bana güç veren, sıkıntılı süreçlerimde her zaman destekçim olan kardeşime; her adımında bana güven, destek ve moral veren etrafımdaki herkese; beni abisi gibi görerek onlara abilik yapmamı sağlayan değerli kardeşlerime sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunuyorum.

28 Ocak 2021

Harun KARTAL

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
KISALTMALAR.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI	1
1.2. ÇALIŞMANIN HEDEFLERİ	2
1.3. ÇALIŞMANIN METODOLOJİSİ	2
1.4. ÇALIŞMANIN KAPSAMI	4
1.5. ARAŞTIRMA SORULARI	4
2. İNŞAAT PROJELERİNDE RİSK VE RİSK YÖNETİMİ.....	5
2.1. RİSK VE BELİRSİZLİK ARASINDAKİ İLİŞKİ	5
2.2. ÖZEL FİNANSMAN GİRİŞİMİ (PFI) VE RİSK	6
2.3. RİSK YÖNETİMİ.....	8
2.4. RİSK YÖNETİMİ EKİBİ VE SORUMLULUKLARI	11
2.5. RİSK YÖNETİMİNİN ÖNEMİ VE YARARLARI	12
2.6. RİSK YÖNETİMİ METODOLOJİLERİ	15
3. RİSK YÖNETİMİ SÜRECİ.....	17
3.1. PLANLAMA	20
3.2. TANIMLAMA	22
3.2.1. Sınıflandırma	30
3.2.2. Risk Uyarı Faktörleri.....	34
3.3. RİSK ANALİZİ.....	37
3.3.1. Nitel Risk Analizi.....	41
3.3.2. Nicel Risk Analizi	43
3.4. RİSKLERE KARŞI UYGUN STRATEJİNİN SEÇİLMESİ	46
3.4.1. Riskten Kaçınmak	48
3.4.2. Riski Transfer Etmek	48
3.4.3. Riski Hafifletmek	50
3.4.4. Riski Kabul Etmek	51
3.4.5. Risk Yanıt Stratejisinin Uygulanma Adımları	52
3.4.6. Risk Yanıt Stratejisinin İçermesi ve Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar	54
3.4.7. Risk Yanıt Stratejisi Hakkında Örnek Veriler	55
3.5. RİSKLERİN İZLENMESİ VE KONTROL EDİLMESİ	59
3.5.1. Risklerin İzlenmesi ve Kontrol Edilmesinde Tarafların Sorumlulukları.....	63
4. UYGULAMA PROJESİ	65
4.1. PROJE ÖZELİNDE İNCELENECEK RİSKLER	66

4.2. NİTEL RİSK ANALİZİ	66
4.3. NİCEL RİSK ANALİZİ	71
4.4. RİSKLERE KARŞI UYGUN STRATEJİNİN SEÇİLMESİ	72
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	78
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	87
7. KAYNAKLAR.....	90
ÖZGEÇMİŞ	97



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Başarılı risk yönetimi unsurları.	10
Şekil 2.2. Yaşam döngüsüne göre toplam proje riski.	13
Şekil 3.1. Risk yönetim süreci.	19
Şekil 3.2. Geleneksel ve önerilen risk yönetimi çaba düzeyi.	20
Şekil 3.3. Risk sınıfları 1.	30
Şekil 3.4. Risk sınıfları 2.	30
Şekil 3.5. Risk sınıfları 3.	31
Şekil 3.6. Risk sınıfları 4.	31
Şekil 3.7. Üçgen dağılım.....	45
Şekil 3.8. Risk stratejileri ve eylemleri.	47
Şekil 4.1. Tüm risklerin risk skorları.	69
Şekil 4.2. Risk skorlarına göre risk kategorileri.	70
Şekil 4.3. Risk matrisi.	70
Şekil 4.4. Aktiviteye uygulanan üçgen dağılım.	71
Şekil 4.5. Kaynağa uygulanan üçgen dağılım.....	72
Şekil 4.6. Uygulanan stratejiler sonucunda ortaya çıkan risk skorları ve karşılaştırması.....	76
Şekil 4.7. Risk stratejileri uygulandıktan sonra risk matrisi.	77
Şekil 5.1. Program duyarlılığı indeksi.	79
Şekil 5.2. Bitiş tarihi dağılım analizörü.	81
Şekil 5.3. Maliyet duyarlılığı.	82
Şekil 5.4. Maliyet dağılım analizörü.....	83

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1. Maliyet tahmini sınıflandırma sistemi.....	17
Çizelge 3.2. Risklerin tanımlanmasında kullanılan teknikler.....	23
Çizelge 3.3. Risklerin tanımlanmasındaki yardımcı sorular.....	27
Çizelge 3.4. Risk sınıfları 5.	31
Çizelge 3.5. Risk sınıfları ve kapsadığı riskler 1.	31
Çizelge 3.6. Risk sınıfları ve kapsadığı riskler 2.	32
Çizelge 3.7. Risk sınıfları ve kapsadığı riskler 3.	33
Çizelge 3.8. Risk analizinde kullanılan teknikler.	38
Çizelge 3.9. Risklere karşı uygun stratejilerin seçilmesinde kullanılan teknikler.	47
Çizelge 3.10. Maliyet aşımı görülen mega projeler.....	52
Çizelge 3.11. Bir karayolu projesi risk tepkisi eylem planı örneği.....	56
Çizelge 3.12. Risk yanıt stratejisi örneği.	57
Çizelge 3.13. Risk kayıt şablonu.	58
Çizelge 3.14. Risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesinde kullanılan teknikler.	62
Çizelge 4.1. İncelenecek riskler ve ait oldukları kırılım yapıları.....	66
Çizelge 4.2. Parametrelerin dereceleri ve bunlara karşılık gelen aralık değerleri.	67
Çizelge 4.3. Risklerin proje üzerindeki olasılık ve etki dereceleri.	67
Çizelge 4.4. Parametre x derece'ye karşılık gelen sayısal değerler.....	68
Çizelge 4.5. Risklerin etkilediği aktiviteler.	72
Çizelge 4.6. Risklere karşı uygulanan stratejiler ve eylemler.....	74

KISALTMALAR

AACEI	Uluslararası Maliyet Mühendisliği Geliştirme Birliği
ANSI	Amerika Ulusal Standartlar Enstitüsü
FMEA	Hata Türü ve Etkileri Analizi
HSE	Sağlık, Güvenlik ve Çevre
IEEE	Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
İKO	İç Karlılık Oranı
KÖİ	Kamu Özel İş birliği
KPG	Kilit Performans Göstergesi
NŞD	Net Şimdiki Değer
P x I	Olasılık x Etki
PFI	Özel Finansman Girişimi
PMBOK	Proje Yönetimi Bilgi Birikimi Kılavuzu
PMI	Proje Yönetimi Enstitüsü
PRAM	Proje Risk Analizi ve Yönetimi
QA	Kalite Güvence
QC	Kalite Kontrol
RAMP	Projeler için Risk Analizi ve Yönetimi
VFM	Paranın Değeri
VM	Değer Metodolojisi
WSDOT	Washington Eyaleti Ulaştırma Bakanlığı

ÖZET

BİR ALTYAPI PROJESİNDEKİ RİSKLERİN TESPİT EDİLMESİ VE SÖZLEŞME TUTARINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Harun KARTAL

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI

Ocak 2021, 96 sayfa

İnşaat sektörü, kendi içerisindeki projelerin karmaşıklığı ile sürekli olarak iç içe yaşamakta ve mücadele etmektedir. İnşaat projeleri, diğer projelere nazaran daha yüksek karmaşıklıkları içinde barındıran ve bu karmaşıklıkların ortaya çıkardığı çok sayıda belirsizlik nedeniyle her zaman yüksek risk nüfusuna sahiptir. Belirsizlik ve riskler nedeniyle birçok inşaat projesi, başlangıçta hedeflenen tamamlanma noktasından çok ötede tamamlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, ülkemizde eksikliğinin tespit edildiği risk yönetimi algısının artırılması, risk yönetimi alanındaki literatüre katkıda bulunulması, bir altyapı projesi üzerinden ihaleye girip girmeme konusunda karar verecek olan bir yapım firmasının yapması gereken risk değerlendirmesinin bir modeli sunularak risklerin proje üzerindeki olumsuz etkisinin ne boyutlarda olduğunun ve bu olumsuz etkilerin nasıl azaltılabileceğinin gösterilmesi, ihaleye girip girmeme kararı verecek olan bir yapım firmasının risk konusunda dikkate alması gereken noktalar gösterilerek vereceği kararın doğruluk payını artırmaktır. Örnek bir altyapı projesine etki edebilecek riskler tespit edilmiş, tespit edilen risklerin Olasılık-Etki Matrisi ve Primavera Risk Analysis programı kullanılarak risk analizi yapılmış, risk analizi sonuçlarına göre risklere karşı uygun stratejiler seçilmiş ve bu stratejilerin sağladığı iyileştirmeler tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilecek sonuçlar sayesinde, literatürün eksik olduğu konular giderilmeye, risk ve risk yönetimi hakkında bilgiler verilerek okuyucuları bu konu üzerinde bilinçlendirmeye ve ihaleye girip girmeme kararı verecek olan yapım firmalarının bu kararı verirken riskler üzerinde dikkat etmesi gereken noktalar gösterilmeye çalışılacaktır.

Anahtar sözcükler: İnşaat yönetimi, Risk, Risk analizi, Risk yönetimi, Sözleşme.

ABSTRACT

DETERMINATION OF RISKS IN AN INFRASTRUCTURE PROJECT AND INVESTIGATION OF EFFECTS ON CONTRACT AMOUNT

Harun KARTAL

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Civil Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI

January 2021, 96 pages

The construction industry is constantly intertwined and struggling with the complexity of its projects. Construction projects are always at high risk populations due to their higher complexity than other projects and due to the large number of uncertainties that these complexities create. Due to uncertainty and risks, many construction projects are completed well beyond the originally targeted completion point. The aim of this study is to increase the perception of risk management in which the deficiencies have been detected in our country, to contribute to the literature in the field of risk management, to present a model of the risk assessment that a production company should make a decision on whether to enter a tender through an infrastructure project, and to determine the extent of the negative impact of risks on the project to show how these negative effects can be reduced, and to increase the accuracy of the decision to be made by showing the points to be taken into consideration by a production company that will decide whether to enter the tender or not. Risks that could affect a sample infrastructure project were identified, risk analysis was made using the Probability-Impact Matrix and Primavera Risk Analysis program, the appropriate strategies against the risks were selected according to the risk analysis results, and the improvements provided by these strategies were determined. Thanks to the results to be obtained from the study, the issues that the literature is lacking will be eliminated, information about risk and risk management will be given to the readers, and the producers who will make a decision whether to enter the tender or not will try to show the points to be careful about the risks.

Keywords: Construction management, Contract, Risk, Risk analysis, Risk management.

1. GİRİŞ

İnşaat sektörü, kendi içerisindeki projelerin karmaşıklığı ile sürekli olarak iç içe yaşamakta ve mücadele etmektedir [1]. İnşaat projeleri, diğer projelere nazaran daha yüksek karmaşıklıkları içinde barındıran ve bu karmaşıklıkların ortaya çıkardığı çok sayıda belirsizlik nedeniyle her zaman yüksek risk nüfusuna sahiptir [2]. Bunun ana sebebi ise, projelerin birbirleri arasındaki değişen unsurlarıdır. Bu değişen unsurlar, belirsizliğe yol açarlar ve bu belirsizlikte risklerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu belirsizlik ve riskler nedeniyle birçok inşaat projesi başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Özellikle projenin karmaşıklık seviyesinin üst seviyelere çıkmasıyla beraber projeler, belirsizlik ve risklere karşı daha savunmasız konumda bulunmaktadır [3].

İnşaat projelerinin karmaşıklığının üst seviyelerde olduğu projeler, geniş çaptaki köprü, karayolu, tünel, viyadük, baraj gibi yapılar sayılabilmektedir. Bu yapıların tümünün tek bir noktada birleştiği program “Kamu Özel İş birliği (KÖİ)” dir. KÖİ projelerinin karmaşıklığının oldukça üst seviyelerde olduğu kabul edilmektedir. KÖİ projelerindeki belirsizlik ve riskler, varlıkların temin edilmesi, mülkiyeti, işletimi ve bakımı ile ilgili tarafların, kendi aralarındaki ilişkilerinin değişkenliklerinden kaynaklanmaktadır [4]. Bu belirsizlik ve riskleri yönetmeye çalışmak sadece geleceği tahmin etmek ile ilgili değildir, aynı zamanda mevcut projeyi anlamak ve gelecekte mevcut proje ile ilgili daha verimli kararlar almakla ilgilidir [5], [6]. Risk yönetimi, gelecekte meydana gelebilecek belirsizlikle değerlendirmek ve bunlar ile mücadele etmek için yapılandırılmış bir yol sağlamaktadır [4].

1.1. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde eksikliğinin tespit edildiği risk yönetimi algısının artırılması, risk yönetimi alanındaki literatüre katkıda bulunulması, bir altyapı projesi üzerinden ihaleye girip girmeme konusunda karar verecek olan bir yapım firmasının yapması gereken risk değerlendirmesinin bir modeli sunularak risklerin proje üzerindeki olumsuz etkisinin ne boyutlarda olduğunun ve bu olumsuz etkilerin nasıl azaltılabileceğinin gösterilmesi, ihaleye girip girmeme kararı verecek olan bir yapım

firmasının risk konusunda dikkate alması gereken noktalar gösterilerek vereceği kararın doğruluk payını artırmaktır.

1.2. ÇALIŞMANIN HEDEFLERİ

Çalışmanın belirtilen amacına ulaşabilmesi için:

- Türkçe literatürdeki çalışmalarda bahsedilmemiş konulardan bilgiler verilecek veya eksikliğin görüldüğü konulara katkı sağlayacak bilgiler sunulacak,
- Risk yönetimi algısının artırılması için risk yönetiminin sağladığı avantajlar açıklanacak ve proje karmaşıklığına göre hangi yolun izleneceği hakkında bilgiler verilerek risk yönetiminin sanıldığından daha kolay ve daha az işgücü sağlanarak yapılabileceği açıklanacak,
- Risk yönetimi planlanırken neler kullanılacağı ve hangi çıktı ürünlerine sahip olunacağı açıklanacak,
- Risklerin tanımlanabilmesi için nasıl bir yol izlenebileceği açıklanacak,
- Risklerin analizinin hangi teknikler kullanılarak, hangi yol izlenerek yapılacağı açıklanacak,
- Risklere karşı uygun stratejilerin uygulanabilmesi için kullanılacak stratejiler, hangi adımların izleneceği ve dikkat edilmesi gereken noktalar açıklanacak,
- Risklerin izlenmesi ve kontrol edilebilmesi için hangi tekniklerin kullanılacağı, uygulama aşamaları ve tarafların sorumlulukları açıklanacaktır.

1.3. ÇALIŞMANIN METODOLOJİSİ

Çalışma 6 ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler:

- 1. Bölüm, önce inşaat sektörü ve risk ilişkisi hakkında bilgiler içermekte, ardından sırasıyla çalışmanın amacı, çalışmanın hedefleri, çalışma metodolojisi, çalışmanın kapsamı ve araştırma soruları başlıkları hakkında bilgiler içermektedir.
- 2. Bölüm, inşaat projelerinde risk ve risk yönetimi hakkında geniş çaplı bilgiler içermektedir. Risk ile belirsizlik, Özel Finansman Girişimi (PFI) ile risk arasındaki ilişkiler açıklanmıştır. Risk yönetiminin önemi ve yararları, risk yönetim ekibinin

sorumlulukları açıklanmıştır. Bu bilgiler, İngilizce ve Türkçe bilimsel çalışmalar incelenmiş ve birbirleri arasında harmanlanarak bir araya getirilmiştir.

- 3. Bölüm, risk yönetimi süreci hakkında geniş ve derin bilgiler içermektedir. Washington Eyaleti Ulaştırma Bakanlığı (WSDOT) tarafından hazırlanan bir maliyet tahmini sınıflandırma sistemini içermektedir. Bu sınıflandırma sistemi baz alınarak risk yönetimi süreci kapsamında her aşamada kullanılacak tekniklerin de sınıflandırılmasını içermektedir. Risk yönetimi planlanırken neleri içermesi gerektiği hakkında bilgiler içermektedir. Tanımlama aşamasında kullanılacak tekniklerin ve bu tekniklerin açıklamalı bilgilerini, sorulması gereken soruları, sınıflandırma bölümünde farklı sınıflandırma örnekleri ve bu sınıflandırmalara dâhil olan risk çeşitlerini içermektedir. Risk analizi aşamasında kullanılacak teknik ve bu tekniklerin açıklamalı bilgilerini, nitel ve nicel risk analizi hakkında bilgileri içermektedir. Risklere karşı uygun stratejinin seçilmesi aşamasında kullanılan teknikleri, risk stratejilerinin ayrıntılı açıklama ve örneklerini, bu aşamasının uygulama adımlarını, bu aşamanın neden zayıf ve başarısız olabileceğini, dikkat edilmesi gereken noktaları, sorulması gereken soruları, 2 adet uygulanmış örneği ve 1 adet şablonu içermektedir. Risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesi aşamasının temel bileşenlerini, uyulması gereken adımları, önemini, kullanılabilecek teknikleri, tarafların sorumluluklarını ve sorulması gereken soruları içermektedir. Bu bilgiler, İngilizce ve Türkçe bilimsel çalışmalar ve uzman kişilerde elde edilen çalışmaları incelenmiş ve birbirleri arasında harmanlanarak bir araya getirilmiştir.
- 4. Bölüm, bir altyapı projesi üzerinde tanımlama, risk analizi ve risklere karşı uygun stratejinin seçilmesi aşamalarının uygulamalı hesaplarını içermektedir. Risklerin tanımlanması aşamasında mevcut proje üzerinde ortaya çıkabilecek riskler, literatür taramaları sonucunda elde edilen veriler, risk kontrol listeleri ve uzman kişiler ile iletişim sağlanarak tespit edilmiştir. Risk analizi aşamasını oluşturan nitel risk analizinde, uzman kişiler ile görüşmeler, Risk Öncelik Sıralaması ve Olasılık x Etki (P x I) matrisi teknikleri kullanılmış; nicel risk analizi aşamasında, Tahmin Aralıkları – Monte Carlo simülasyonu kullanılmıştır. Risklere karşı uygun stratejinin seçilmesi aşamasında, riskten kaçınmak, riski transfer etmek, riski hafifletmek ve riski kabul etmek stratejilerinin seçimi uzman kişiler ile birlikte yapılarak riskler üzerindeki iyileştirme seviyeleri tespit edilmiştir.
- 5. Bölüm, 4. Bölüm tamamlandığında elde edilen bulguları içermektedir.

- 6. Bölüm, bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçları ve önerileri içermektedir.

1.4. ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Bu çalışmanın kapsamı, köprü, karayolu, viyadük, alt ve üst geçit projeleri ile sınırlandırılmakla beraber çalışma içerisinde verilen risklerin değerlendirilmesi hakkındaki bilgiler agresif bir şekilde direk bu tür projelere yönelik değildir. Uygun şekilde revize edilmesi halinde farklı projelerde de kullanılabilir. Uygulama projesi başlığı içerisinde hesaplanan risk adımları bir projenin tümünü değil yazar ile paylaşılan belli bir kısmını kapsamaktadır. Bu nokta dikkate alındığında ulaşılan sonuç verileri de bir projenin tümünü kapsamamaktadır.

1.5. ARAŞTIRMA SORULARI

Araştırma soruları:

1. Altyapı (köprü, karayolu, viyadük, alt ve üst geçit) projelerinde hangi riskler ortaya çıkabilir?
2. Altyapı (köprü, karayolu, viyadük, alt ve üst geçit) projelerinde ortaya çıkabilecek riskler arasında en çok etki eden riskler hangileridir?
3. Altyapı (köprü, karayolu, viyadük, alt ve üst geçit) projelerinde risklere karşı uygun stratejinin belirlenmesi için hangi kriterler göz önüne alınmalıdır?
4. Risk yönetimi sürecinin etkisinin artırılması için hangi noktalara dikkat edilmelidir?

2. İNŞAAT PROJELERİNDE RİSK VE RİSK YÖNETİMİ

İnşaat sektöründe her proje, kendi içerisinde karmaşık bir yapıyı temsil etmektedir. Bu karmaşıklığın sebep olduğu birbirinden farklı olumsuzluklar, proje yaşam döngüsü boyunca projenin amaçlarından sapmasına yol açmaktadır. Projenin üzerinde önemli etkilere sahip olumsuzlukları meydana getiren parçalardan birisi de risk faktörüdür. Bu bölüm kapsamında risk faktörü ve bu faktöre bağlı parçalar açıklanmaya çalışılmıştır. Risk ve belirsizlik kavramlarının neleri ifade ettiği, risk yönetiminin ne olduğu, risk yönetiminin önemi ve yararlarının neler olduğu, risk yönetiminin verimli uygulanabilmesi için hangi süreçlerin izlenmesi gerektiği ve günümüzde en dikkate alınan risk yönetimi metodolojilerinin neler olduğu açıklanmaya çalışılmıştır.

2.1. RİSK VE BELİRSİZLİK ARASINDAKİ İLİŞKİ

Risk kavramı geçmişten günümüze kadar farklı şekilde kullanılmaktadır. Bu kullanımların en bariz olanı riskin genellikle olumsuz anlamda kullanılmış olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak riskin sadece olumsuz kısmından bahsetmek kullanımda eksiklik yaratabilmektedir. Riskin hem olumlu anlamıyla hem de olumsuz anlamıyla kullanılan tanımlamalar şunlardır: risk; hasar, zarar, kayıp olarak kullanılabildiği gibi fırsat ve kazanç olarak da kullanılmaktadır [7]. Risk, projenin hedeflerine, meydana geldiği takdirde pozitif veya negatif olarak etki eden olay veya durum olarak belirtilmiştir [8]. Risk, fırsat ve tehdit oluşturacak durumlar olarak ikiye ayrılmıştır. Risk, gelecekteki bir zaman aralığında, proje amaçlarına ulaşmanın, kaybı ya da zararı meydana getirme olasılığı ile bu olasılığın meydana gelmesi halindeki olumsuz etkinin şiddetinin fonksiyonudur[9]. Bazı tanımlamalarda riskin sadece olumsuz anlamlarda kullanılmasının sebebi, risklerin büyük çoğunluğunun olumsuz sonuçlar meydana getirdiği için kişi veya kurumların sadece riskin olumsuzluğa yol açtığını düşünmelerine sebebiyet vermiştir [10]. Risk, hedeflenen sonuçlardan sapma büyüklüğünün sınırlarını belirleyen bir kavramdır. Sapma ne kadar büyük bir düzeye ulaşır ise risk de o kadar artacaktır [9]. Risk, aşılması gereken bir eylem değildir. Risk, aşılması gereken bir eylemin oluşmasına neden olan faktördür [11].

Yukarıdaki tanımlamalardan yola çıkarak riski, olasılık ve etki şeklinde iki temel bileşene ayırmak mümkündür:

1. Hedeflenen bir sonuca ulaşamama olasılığı ya da istenmeyen olayın oluşma olasılığı (olasılık),
2. Riskin meydana geldiği durumda sonuca etkisi (etki) [9].

Risk kelime anlamı olarak belirsizlik kelimesi ile çoğu zaman aynı anlamda kullanılabilir. Ancak bu kullanımın pek doğru bir kullanım olduğu söylenememektedir. Öncelikle belirsizliğin kelime anlamını inceleyecek olursak belirsizlik, bir olayın meydana gelme olasılığının belirlenebilmesinin imkânsız olduğu durumlar olarak adlandırılmaktadır [8]. Bir diğer tanımlamada belirsizlik, büyük oranda tahmin olarak isimlendirilmektedir [12]. Bu tanımlamalardan yola çıkarak riskin istatistiksel olarak, belirsizliğin ise istatistikler olmayan durumlarda kullanılması daha mümkün görünmektedir [10].

İnşaat sektörü içerisinde her zaman söylediğimiz bir cümleler topluluğu vardır. Bu cümleler; her proje kendine özgüdür. Her projenin farklı yönetilme biçimleri vardır ve her projenin belirlenmiş bir amacı bulunmaktadır. Bu sebeple projenin sağlıklı bir çerçevede bitirilmesine katkı sağlamak istiyorsak, belirsizlikleri riske dönüştürmek zorundayız. Çünkü riskten etkilenmeyen herhangi bir inşaat projesinden bahsedilemez. Riskler, yönetilebilir, paylaşılabılır, transfer edilebilir veya riskin ortaya çıkaracağı etki kabul edilebilir fakat risk kesinlikle yok sayılamaz [7]. Belirsizliği riske dönüştürmeyi başarsak bile, risk genellikle kesin olarak bilinemez ya da kesin olarak öngörülemez. Risk, zamanla değişebilir [9]. Bu sebeplerden dolayı dönüşümü gerçekleştirilen riskleri aynı zamanda riski yönetmekte gerekmektedir. Bundan sonraki bölümlerde risk yönetimi hakkında gerekli bilgilendirmelere yer verilecektir.

2.2. ÖZEL FİNANSMAN GİRİŞİMİ (PFI) VE RİSK

PFI, tasarım, yapım, finansman ve işletmeye odaklanan, yüklenici tarafından yönetilen bir satın alma sistemini oluşturmaktadır. Bu sistem, ortaklığa dayalı bir ilişki kurar ve özel sektör, kamu sektörü tarafından belirlenen kaliteli hizmetleri tutarlı bir şekilde sonuçlandırmak için gerekli girdi ürünlerini belirlemektedir [13]. PFI içerisinde kamu sektörü, sağlayıcı değil, hizmetlerin tedarikçisi ve düzenleyicisi konumunda bulunmaktadır. Özel sektör belirlenen mal varlığını yaratır ve verilen hizmetin kalitesiyle

orantılı bir ödeme karşılığında hizmet sunmaktadır.-3- Kamu sektörü yalnızca alınan hizmet için ve yalnızca hizmetin önceden belirlenmiş çıktı şartnamesini karşılaması durumunda ödeme yapmaktadır [14]. Bu sistemin çözümü çıktı odaklı bir yaklaşımda hayat bulacağı için nihai ürün hakkında daha fazla kesinlik sağlanmaktadır. PFI felsefesi, hizmetin sunumundaki finansal sorunları ele almak; verimliliği, etkililiği, kaliteyi artırmak; yeni fırsatları daha verimli kullanabilmek için yönetim becerilerinin entegre edildiği bir hükümet politikasına dayanmaktadır [15]. PFI'nın önemli bir tarafı, risklerin sadece sponsorlar tarafından değil, aynı zamanda hisse senedi sahipleri, borç sağlayıcıları ve sermaye benzeri yatırımcılar gibi farklı yatırımcılar tarafından da üstlenilmesini sağlamaktadır [13].

Herhangi bir PFI projesinin iki temel özelliği vardır:

1. Özel sektöre gerçek bir “risk transferi”,
2. Vergi mükellefine “paranın karşılığını verme” nin sağlanması [16].

PFI ayrıca kamu sektörünün özel sektör yönetimi uzmanlığından yararlanmasını da sağlamaktadır. Özel sektör ortağının tecrübe etmesiyle kazanılan birikmiş bilgi, kamu sektörü üzerinde önemli bir avantaj sağlayan risk transferi müzakerelerini ve proje yönetimini yönetmekte yardım sağlamaktadır. Kamu sektörünün odak noktası ve birincil amacı nihai sonuçlar ve hizmet standartları olmaktadır. Kamu sektörü, özel sektörün değer katması için en iyi kapsamı sağlayan rotaya karar vermeli ve her durumda “Paranın Hayat Boyu Değer” ve “Optimum Risk Tahsisi” gibi temel ilkelere bağlı kalmalıdır. Böyle bir tutum ve yaklaşımla kamu hizmetlerinin verimli, etkili ve yenilikçi bir şekilde sunulması mümkün olacaktır [4]. İnşaat projelerindeki riskler:

- Müşteriden tasarımcıya ve yükleniciye,
- Yükleniciden alt yükleniciye,
- Müşteri, tasarımcı, yüklenici ve alt yükleniciden sigortacıya,
- Müteahhit ve taşeron kefillere şeklinde tahsis edilmektedir [17].

PFI aracılığıyla gerçekleştirilmesi planlanan projelerde riski oluşturan birçok farklı alan bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; yatırım niteliği, yatırımın tutarının fazla olması, proje paydaşlarının farklı tarafları oluşturması, imtiyaz süresinin uzunluğu, ortaya çıkacak mal veya hizmetin satış fiyatının tespiti, gelirin istenilen düzeyde elde edilmesindeki belirsizlik, ülkenin siyasi ve ekonomik koşullarıdır [18]. PFI projelerindeki risklerin en

ciddi etkileri:

- Maliyet tahminlerini karşılayamama,
- Proje tamamlanma tarihlerine ulaşılamaması,
- İmtiyaz sözleşmeleri ile belirlenen operasyonel gereksinimlere ulaşılamaması,
- Tahmini gelirlere ulaşılamaması,
- Geri ödemeleri karşılayamama,
- Bir tarafın imtiyaz sözleşmesi ile belirlenen yükümlülüklerini yerine getirememesidir [17].

2.3. RİSK YÖNETİMİ

Risk yönetimi, Proje Yönetimi Enstitüsü (PMI) tarafından belirlenmiş olan 10 proje yönetimi bilgi alanlarından biridir. Yani risk yönetimi proje yönetiminin ana parçalarından birini oluşturmaktadır [19].

Risk yönetimi, projenin amaçlarına ulaşabilmesi için hangi zaman diliminde ve hangi şekilde meydana geleceği belli olmayan risklerin, meydana gelmemesini sağlamak veya meydana gelmemesinin sağlanamadığı koşullarda etkilerin kabul edilebilir seviyeye indirmek için yapılan eylemler ve yöntemlerin bütünüdür [20]. Risk yönetimi, performans, maliyet ve süre üçlemesi arasında en uygun dengenin oluşmasını sağlamaktadır [7]. Risk yönetimi, karar verme aşamasında risklerin bir sistem içerisinde değerlendirilmesini hedef alan bir yönetim tekniğidir. Bu teknik uygulandığında riskleri ortadan kaldıran bir yöntem değildir. Risk yönetimi sayesinde projenin geleceğini tam anlamıyla güvenli bir şekilde tahmin etmek olası değildir. Risk yönetiminin asıl amacı, olası tüm senaryoların gözden geçirilmesini sağlamak ve olumsuz etkiler karşısında önlem almayı kapsamaktadır [21], [22]. Risk yönetimi, soyut olan riski ortaya koymak ve onu somut hale yani rakamlarla ölçülebilir hale getirilmesini sağlayan bir süreçtir [23]. Risk yönetimi, projenin kabul edilebilirlik sınırları içerisindeki riskleri almasını sağlar [24]. Projenin amaçlarını gerçekleştirebilmek için risk yönetimi, proje yönetiminin merkezinde yer almaktadır [25]. Risk yönetimi, proaktif bir yaklaşımdır [26].

Risk yönetimi:

- Bir Program Yönetim Aracıdır.

Risk yönetimi, program yönetiminin ayrılmaz bir parçasıdır. Proje müdürleri, kaynakların dengeli kullanılmasında, yönetim felsefelerinin yansıtılmasında, hükümetin ve yüklenicilerin sürece dâhil olmasında aktif bir rol almalıdır. Risk yönetimi, tüm satın alma programlarını kesen; maliyet, zamanlama ve performans risklerini inceleyen; riskleri birbirleri ile ilişkilendiren bir entegre program yönetimi aracı olarak kabul edilmektedir. Amaç, bir program içerisinde olan tarafları, tasarımda, geliştirmede ve sahada riskin dikkate alınması gerektiğinin farkına vardırmaktır. Risk, başka bir tarafın sorumluluğu olarak görülmemelidir.

- Resmi Bir Süreçtir.

Resmi risk yönetimi, risklerin sistematik olarak tespit edildiği, analiz edildiği, izlendiği ve kontrol edildiği bir süreci ifade etmektedir. Erken aşamalarda, sürekli olarak ve titizlik ile uygulanan risk yönetimi süreci, karar verme ve kaynaklarının etkili kullanımı için ciddi bir hava sağlamaktadır. Resmi bir risk yönetimi sürecinin ihtiyacı, riskin doğasından ve satın alma programlarının karmaşıklığının ortaya çıkmaktadır.

- Geleceğe Yöneliktir.

Etkili bir risk yönetimi süreci, risk olarak adlandırılan olası sorunların ortaya çıkmadan önce tanımlanmaları ve bu sorunlara karşı olumlu sonuçlar alma ihtimalini artıran stratejiler gerektirilmesi temeline dayanmaktadır. Bu düşüncenin hayata geçirilmesi, ileriye dönük değerlendirmeler kullanılarak yapılmaktadır.

- Entegre Ürün ve Süreç Geliştirme ile Bütünleşiktir.

Entegre ürün ve süreç geliştirmenin ilkelerinden biri, entegre ürün ekipleri aracılığıyla multidisipliner ekip çalışmasıdır. Entegre ürün ekipleri, bir risk yönetimi planının eksiklerinin tamamlanmasında yardımcı bir kaynak görevi görmektedir. Proje yöneticisi, kapsamlı entegre ürün ekibi gereksinimlerinin plana yansıtılmasını sağlamalıdır [27].

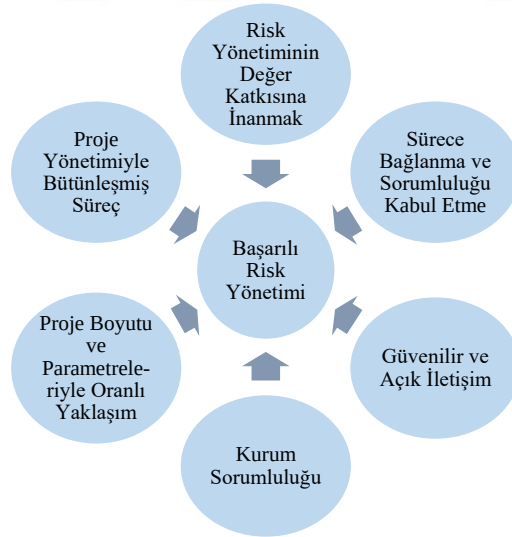
Risk yönetiminin oluşturulması ve verimli bir şekilde yürütülebilmesi için bazı kaynaklardan destek alınabilmektedir. Bu kaynaklar aşağıdakiler ile sınırlı olmamak kaydı ile şu şekilde sıralanabilir:

- Mevcut sözleşmeye dayalı belgelerden,
- PMI tarafından yayınlanan “Practice standard for Project Risk Management” kitaptan,

- Gower Publishing tarafından 2013 yılında yayınlanan “The Rules of Project Risk Management, Implementation Guidelines for Major Projects” kitaptan,
- ISO 31000 – Risk Yönetimi – İlkeler ve Yönergelerden,
- ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemlerinden,
- ISO 14001:2015 Çevre Yönetim Sistemlerinden,
- OHSAS 18001:2007 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinden,
- Katar İnşaat Standardı QCS 2014 – Bölüm 11, 2.4.01 – Risk Değerlendirme Kılavuzları ve Yöntem Açıklamalarından faydalanılabilmektedir [28].

Proje risk yönetimi, riskin kabul edilmesiyle başlar ve temel olarak dört aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; riskin tanımlanması, riskin sayısallaştırılması, riske karşı tepkinin oluşturulması ve riske oluşturulan tepkinin kontrolüdür [29].

Her projenin maruz kaldığı riskler farklı olduğundan projeye özel bir risk yönetiminin uygulanması daha verimli olur. Bir projede risk yönetimi çalışmalarının başarıyla yönetilebilmesi için üst yönetimlerin bu çalışmalara duyarlı davranması gerekmektedir [11]. Başarılı risk yönetiminde olması gerekenler aşağıda Şekil 2.1’de gösterilmiştir [30].



Şekil 2.1. Başarılı risk yönetimi unsurları.

2.4. RİSK YÖNETİMİ EKİBİ VE SORUMLULUKLARI

Risklerin proje üzerinde verimli bir şekilde yönetilebilmesi için bir risk yönetimi ekibi oluşturulmalıdır. Bu risk yönetimi ekibinin içerisinde bazı unvanlara sahip kişiler bulunması gerekmektedir. Bu unvanlar ise şu şekildedir:

- Proje Müdürü,
- Risk Yöneticisi,
- Kalite Güvence (QA)/Kalite Kontrol (QC) Yöneticisi,
- İnşaat yöneticisi,
- Sağlık, Güvenlik ve Çevre (HSE) Müdürü,
- Arayüz ve Paydaş Yöneticisi,
- Satın alma Müdürü [27], [28].

Oluşturulan bu risk yönetimi ekibinin planlanan düzeyde ihtiyaçlara cevap verebilmesi için belli başlı sorumlulukları üstlenmesi gerekmektedir. Ekip üyelerin üstlenmesi gereken sorumluluklar:

- Proje Müdürü: Proje müdürü, risk yönetimi süresince liderlik göstermeli, risk yönetimi planının gerekliliklerinin başarıyla yerine getirilmesini ve etkin bir şekilde yönetilmesini sağlamak için sorumluluğu üstlenmelidir. Risk yönetimi planını uygulamak ve koordine etmek için gereken tüm kaynakların hazır olarak bulunmasını sağlamalı ve risk yöneticisi ile birlikte risk yönetimi ekibiyle projeyi etkileyecek risk konuları hakkında iletişim kurmalı ve ekibin fikirlerine danışmalıdır. Hazırlanan risk yönetimi planının hayata geçirilmesi sağlayacak fonların mevcut kaynaklar içerisinde var olduğundan emin olmalıdır.
- Risk Yöneticisi: Risk yönetimi ekibinin bir üyesi, proje müdürü tarafından risk yöneticisi olarak atanacaktır. Proje risk yöneticisi, proje boyunca risk yönetim planının sürdürülmesi, uygulanması ve yürütülmesinden genel olarak sorumlu olmaktadır. Proje risk yöneticisi, risk yönetimi toplantıları ve çalıştaylarının organizasyonunu, proje risk kaydının güncel tutulmasını, proje yönetimi ekibi içinde iletişim, raporlama ve risk yönetimi ile ilgili olarak proje yönetimi danışmanı ile birlikte günlük operasyonel görevlerden sorumludur. Risk yöneticisi olarak görev yapan proje kontrol yöneticisi, risk yönetiminin tüm faaliyetlere tam olarak entegre

edilmesini sağlamak için risk kontrollerinin uygulanmasını sağlamalıdır.

- Risk Yönetimi Ekibi Diğer Üyeleri: Risk yönetimi ekibinin diğer üyeleri, sorumluluklarını üstlenmesinde proje müdürüne destek olmalıdırlar. Risk yöneticisi ile birlikte riskleri ve kontrol önlemlerini tanımlayan eylem planını geliştirmelidirler. Risk yönetimi ekibinin diğer üyeleri, risk yönetimi sürecine aktif olarak katılmalı ve proje risk kaydının kendi sorumluluk alanları dâhilindeki proje risklerinin tanımlanması, yönetimi ve izlenmesini doğru ve net bir şekilde yansıtmasını sağlamalıdır [27], [28].

Risk müdürünün sorumlulukları içerisinde bahsedilen risk yönetim toplantıları günlük/aylık bazda planlanabilmektedir. Bu risk yönetimi toplantılarına proje risk yöneticisi başkanlık etmektedir. Toplantıların gündemi ise aşağıdakiler ile sınırlı kalmamak kaydıyla şu şekilde olmaktadır:

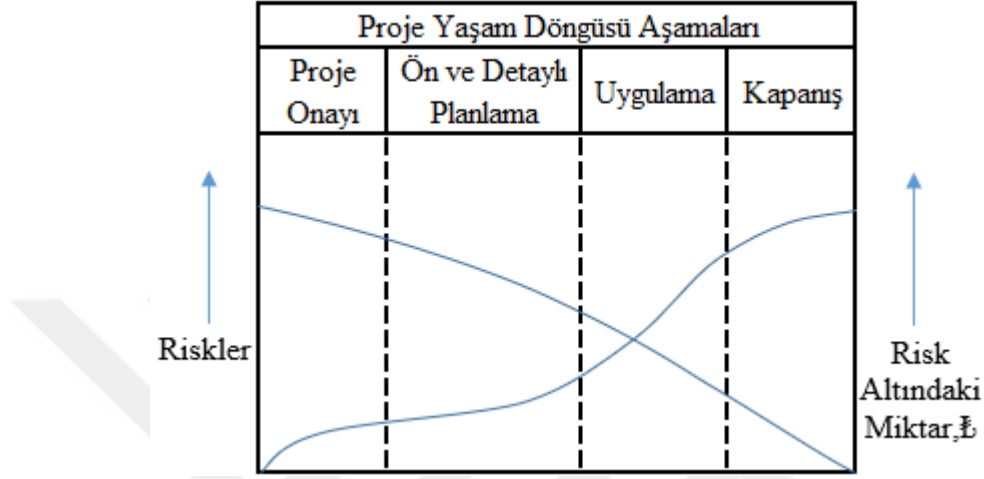
- Risk yönetimi açısından inşaat sürecinin gözden geçirilmesi,
- Risk yönetim planının gözden geçirilmesi,
- Proje risk kayıtlarının gözden geçirilmesi ve yeni risk eğilimlerinin gözden geçirilmesi,
- Yeni riskler için karşı cevap stratejilerinin oluşturulması.

Toplantılar esnasında gerçekleştirilen güncelleştirmeler ile ilgili tüm kararları kaydetmek için toplantı tutanağı tutulmalıdır. Risk yönetimi toplantılarının sonuçları, yüklenicinin aylık ilerleme raporlarına dâhil edilmelidir [28].

2.5. RİSK YÖNETİMİNİN ÖNEMİ VE YARARLARI

Projelerin amaçlarına ulaşması, problemleri ortaya çıkmadan öngörebilme ve bu problemlere karşı hamle oluşturma kabiliyetiyle doğrudan ilişkilidir [7]. Bu kabiliyetleri risk açısından değerlendirdiğimizde Şekil 2.2'deki grafiksel gösterim karşımıza çıkmaktadır. Şekilde gösterildiği gibi riskler yaşam döngüsü aşamalarına göre tanımlanabilmektedir. Erken yaşam döngüsü aşamalarında, toplam proje riski kısmen, kapsamlı ve doğru risk tanımlamasını engelleyebilecek bilgi eksikliğinden ve risk müdahale planları henüz geliştirilip uygulanmadığından yüksek olmaktadır. Daha sonraki yaşam döngüsü aşamalarında, finansal risk, hem yapılan yatırımlar (maliyet gibi) hem de kapanan seçenekler (fırsat maliyeti gibi) nedeniyle genellikle daha önemli olmaktadır

[31]. Problemlerin meydana gelmeden önce öngörülmesi ve meydana geldiğinde de etkilerinin en alt seviyede seyretmesi bizi, projenin amaçlarına daha yakında seyretnemize sebebiyet verecektir [7]. Risk yönetimi uygulanmadığında işlerin tekrarı gündeme gelmekte, hatalar daha sık oluşmakta ve proje amaçlarına ulaşamamaktadır [12].



Şekil 2.2. Yaşam döngüsüne göre toplam proje riski.

Aşağıdaki 2 temel unsur risk yönetiminin inşaat sektöründe neden önemli olması gerektiğini ortaya koymaktadır:

1. Sektör içerisinde her projenin kendi içerisinde özel şartları açığa çıkarması sebebiyle çok çeşitli risk unsurlarını ortaya çıkarmaktadır,
2. Proje amaçlarına başarılı bir şekilde varmanın yolu proje yönetiminden geçmektedir. Proje yönetiminin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesini sağlayan 10 unsurdan birisi de risk yönetimidir [12].

Firmaların bu yönetim disiplinine ihtiyaç duyma nedenleri aşağıdaki gibi basitleştirilebilir:

- Piyasaların daha küresel hale gelmesi,
- Dünya genelinde kredi başvurularında artış meydana gelmesi,
- Öngörülemeyen ve beklenmedik olaylar karşısında finansal açıdan sıkıntı meydana gelmesi sebebiyle kâr payının yönetilememesi,
- Projeler büyük çapa ulaşması ile beraberinde daha karmaşık problemlerin de ortaya çıkması nedeniyle projenin uygulanabilirliğini değerlendirme ve tespit etmek,

- Geleneksek yönetim tekniklerinin her an değişebilen piyasalarda yetersiz ve geri kalması [32]-[34].

Risk yönetimini projeler bazında sağladığı pek çok yarar mevcuttur. Bu yararlar arasında bir doğru orantı vardır. Yani, sağlanan bir yarar diğer yararı ortaya çıkarabilir veya ortaya çıkan bir yararı daha da güçlü hale getirebilir. Risk yönetiminin yararları:

- Risklerin sebebiyet verdiği olumsuzlukların azaltılması ya da olumsuzlukların etkisinin azaltılması proje paydaşlarını bu olumsuzluklara karşı daha dirençli hale getirecektir,
- Karar vermede sistemli bir yaklaşım sağlar,
- Karar vericilerin soyut halden somut hale getirilen riskleri gerçekçi bir şekilde görmesini sağlar,
- Karar aşamasında yargı ve sezgiyi ön plana çıkarır,
- Sezgisel değil, nesnel bir yöntemdir. Bu sebepler ortaya çıkan sonuçları doğrulanabilir ve belgelenebilir [7], [9].

Risk yönetiminin amaçları ise şu şekilde sıralanmaktadır:

- Proaktif bir yaklaşım temel alınarak olayların meydana gelmesinden önce tahmin etmeyi kolaylaştırmak,
- Gerçekleşmesi öngörülen olaylar hakkında bilgi sahibi olmak,
- Olaylara karşı karar vermenin kalitesini iyileştirmek,
- Risklerin yanlış veya eksik tanımlamalarından kaçınmak,
- Proje yönetim sürecini diğer 10 bilgi alanı ile birlikte daha açık ve şeffaf hale getirmek,
- Proje hedeflerine ulaşmasına yardımcı olmak için karşılaştırmalı kalite, zaman ve maliyet eşiklerine bilgi desteği vermek,
- Risklerin etki derecesinin yüksek olarak tanımlandığı durumlarda senaryo planlaması geliştirmek,
- Acil durum planlarını daha gelişmiş hale getirmek,
- Riskin planlamasını ve kontrolünü doğrulanabilir kayıtlar ile sağlamak [35], [36].

2.6. RİSK YÖNETİMİ METODOLOJİLERİ

Günümüzde, en dikkate alınan risk yönetimi metodolojilerini; Proje Risk Analizi ve Yönetimi (PRAM) 1997 yılında, Projeler için Risk Analizi ve Yönetimi (RAMP) 1998 yılında ve 7. Baskısının 2021 yılının başlarında çıkacağı açıklanan Proje Yönetimi Bilgi Birikimi Kılavuzu (PMBOK) oluşturmaktadır [10], [37], [38]. Bu metodolojiler, risk yönetiminin bulunduğu düzensiz ortamı daha düzenli ve verimli olarak kullanılabilir hale getirmeye çalışmaktadır. Temelinde süreç modellerini oluşturmaktadırlar. Bu bakımdan, uygulamada kullanılan yazılım sistemleri olarak değil metodoloji olarak var olmaktadır [39].

PRAM, projeler için risk yönetimi sürecini resmileştirmeyi amaçlamaktadır. PRAM, tüm proje paydaşları tarafından risk yönetim sürecini, proje yaşam döngüsünü oluşturan tüm aşamalara dâhil edilmesini önermektedir [40]. PRAM, risk yönetimi sürecini 9 aşama halinde oluşturmuştur. Bu aşamalar; belirleme, odaklanma, tanımlama, yapılandırma, sahiplik, hesaplama, değerlendirme, planlama ve yönetme şeklindedir. PRAM bu 9 aşamada 2004 yılında değişiklik yaparak yeni aşamaları birbirleri içinde gruplandırmış ancak ana sistem aynı şekilde kalmıştır. Bu yeni aşamalar; başlatma, tanımlama, değerlendirme, tepki planlama, tepkilerin uygulanması şeklinde oluşturulmuştur [8].

RAMP, tespit edilen risklerin etkin bir şekilde yönetilebileceği ve risklerin parasal değerleri ile ifade edilebileceği, projenin yaşam döngüsünü içine alan bir prosesdir [10], [41]. RAMP prosesi, riskleri tanımlama, riskleri analiz etme, riskin etkilerinin azaltılması ve artı kalan risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesi için bir sistem oluşturmaktadır [9], [10]. RAMP, proje yaşam döngüsünün ilk başlarında hedeflerin tanımlanması, yatırımın kapsamını ve zamanlamasını içeren süreç başlatma; kilit kararlardan önce ve aralıklar ile uygulanan risk değerlendirmesi; risk değerlendirme arasında yürütülen risk yönetimi; proje yaşam döngüsünün sonunda veya zamanından önce sona erdirmeye için kapatma işlemleri olarak 4 faaliyete ayrılmaktadır [10].

PMI tarafından oluşturulan PMBOK, proje yöneticilerinin koordinasyonunu ve bilgi birikimini yansıtmakta ve birçok farklı türdeki projelere uygulanması nedeniyle proje yönetiminin temel ilkelerini sağlamaktadır. PMBOK kılavuzunun önemi, Amerika Ulusal Standartlar Enstitüsü (ANSI) ve Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (IEEE) standartlarına olan eğilimindedir [10], [19].

PMBOK proje yönetimi süreçlerini on ana bilgi alanına ayırmaktadır. Bunlar şu

şekildedir;

- Proje entegrasyon yönetimi,
- Proje kapsam yönetimi,
- Proje süre yönetimi,
- Proje kalite yönetimi,
- Proje kalite yönetimi,
- Proje insan kaynakları yönetimi,
- Proje iletişim yönetimi,
- Proje risk yönetimi,
- Proje tedarik yönetimi,
- Proje paydaş yönetimi [10].

PMBOK, risk yönetimi uygulamalarının kayıt dışılığını ortadan kaldırmak, olumlu olayların olasılığını artırmak ve olumsuz olayların olasılığını azaltmayı hedefleyen bir risk yönetimi sürecini önermektedir. PMBOK risk yönetimi aşamalarını; risk yönetimi planlaması, risk tanımlaması, kalitatif risk analizi, kantitatif risk analizi, risk tepki planlaması ve risk kontrolü olarak açıklamaktadır [10].

Bu aşamaya kadar risk faktörü ve bu faktöre bağlı parçaların neler olduğu açıklanmıştır. Bu bölümün oluşturulma amacı, çalışma kapsamında yapılacak bir dizi tanımlama ve hesaplama işlemlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için zemin hazırlamak, okuyucuların risk faktörünün farkındalığına ulaşabilmeleri için yardımcı olmak ve risk faktörünün genel çerçevesini ortaya koymaktır.

3. RİSK YÖNETİMİ SÜRECİ

Risk yönetim süreci, belirlenen riskler gerçekleştikten sonra değil, gerçekleşmeden önce alınabilecek önlemler ve gerçekleştiği takdirde de nasıl tepki verileceğinin tespit edilmesi sürecini amaçlamaktadır [7]. Projenin erken aşamalarında bilgi eksikliğinden dolayı risk yönetiminde uygulanacak stratejilere karar vermek zor olsa da zamanla elde edilen tecrübeler, risk yönetimi sürecinin projenin erken aşamalarında uygulanmasının daha verimli olabileceğini göstermiştir [42]. Ayrıyeten, projenin erken aşamalarında, ileriki aşamalara kıyasla önlem almak için daha az kaynak gerekli olabileceği tecrübe edilmiştir [43]. Risk yönetim sürecini oluşturan tüm aşamalar hem birbirleri arasında hem de proje yönetimini oluşturan 10 bilgi alanı arasında bağlantı halinde olduğu düşünülmektedir [11].

Belirsizlik ve risk, proje geliştirme aşamalarında uygun şekilde ele alınmazsa, beklenmedik maliyet artışına neden olmada önemli bir rol oynamaktadırlar. Özellikle büyük ve karmaşık projelerde maliyetlerin tahmini gerçekleştirilirken, belirsizlik ve riskin oynayacakları rol daha da artmaktadır. Projenin, planlama ve programlama aşamalarında, tahmin ediciler bir proje maliyetini ortaya çıkarabilmek için çok az bilgiye sahiptirler ve sahip oldukları bilgiler de genellikle belirsizliklerle dolu olmaktadır. WSDOT, Uluslararası Maliyet Mühendisliği Geliştirme Birliği (AACEI) tarafından bir maliyet tahmini sınıflandırma sistemi sunulmaktadır. Bu sistem beş sınıflandırmaya ayrılmakta ve proje olgunluğuna göre her bir sınıflandırma için beklenen bir doğruluk aralığı ve temsili bir tahmin metodolojisi sağlamaktadır. Çizelge 3.1’de, sunulan maliyet tahmini sınıflandırma sistemi gösterilmektedir. Planlama aşamasında yapılan tahminlerin en düşük proje tanım düzeyini oluşturduğu ve nihai tasarım aşamasındaki tahminlerin en yüksek proje tanımına ve olgunluğuna en yakın düzeyi oluşturduğu görülmektedir [44].

Çizelge 3.1. Maliyet tahmini sınıflandırma sistemi.

Proje Geliştirme Aşaması	Proje Olgunluğu (tamamlanan proje tanımının yüzdesi)	Tahmin Metodolojisi	Tahmin Aralığı
Planlama	% 0 - 2	Parametrik (Stokastik veya Yargı)	-% 50 ile +% 200 arası
	% 1 - 15	Parametrik veya Geçmiş Teklif Tabanlı (Öncelikle Stokastik)	-% 40 ile +% 100 arası

Çizelge 3.1. (devam) Maliyet tahmini sınıflandırma sistemi.

Programlama (Kapsam Belirleme)	% 10 - 30	Geçmiş Teklif Temelli veya Maliyet Temelli (Karma, ancak Esasen Stokastik)	-% 30 ile +% 50 arası
Tasarım	% 30 - 90	Geçmiş Teklife Dayalı veya Maliyete Dayalı (Esasen Belirleyici)	-% 10 ile +% 25 arası
Nihai Tasarım	% 90 - 100	Maliyete Dayalı veya Geçmiş Teklife Dayalı (Deterministik)	-% 5 ile +% 10 arası

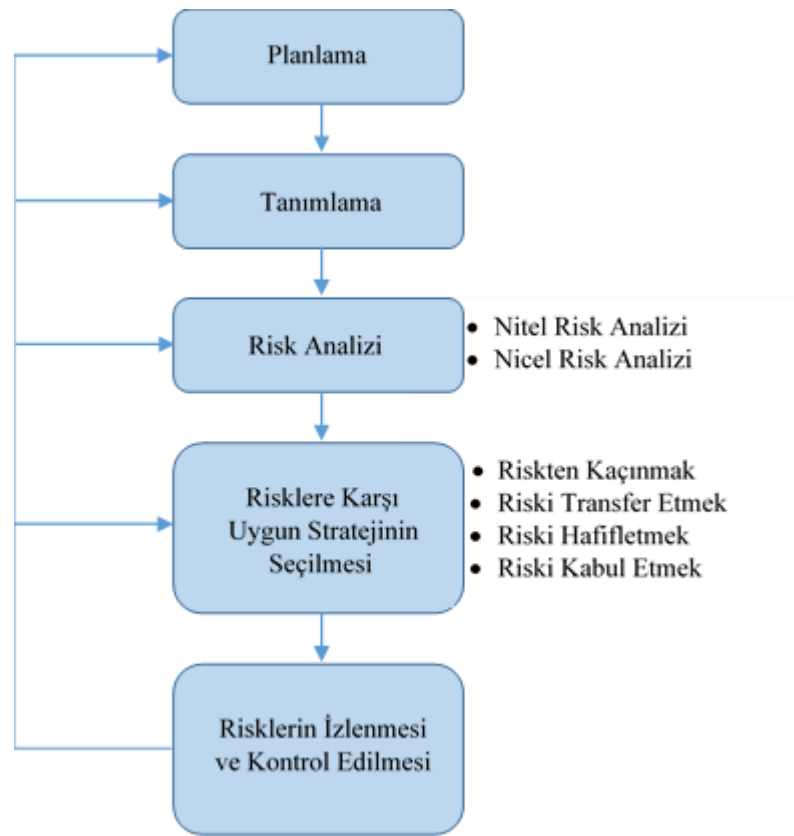
Risk yönetimi geçmişten günümüze sağlamlaşan bir yapı haline gelmektedir. Bunun en bariz örneklerinden bir tanesi risk yönetimi süreci üzerinde olmuştur. PMBOK, 1996 tarihli çalışmasında risk yönetim sürecini; riski tanımlama, riski analiz etme, risk yanıtlarının tespit edilmesi ve kontrol edilmesi olarak dört süreç şeklinde ele almıştır. Oysa 2008 tarihli çalışmasında bu süreci genişleterek risk yönetiminin planlanması, risklerin tanımlanması, risklerin analiz edilmesi, risklerin yanıtlarının planlanması, risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesi halini almıştır [45].

Risk yönetimi süreci hakkında literatür incelendiğinde birçok farklı süreç veya bazı aşamaların birleştirilip iki sürecin tek bir süreç haline getirilerek sunulduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında literatürdeki risk yönetimi süreçleri incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda risk yönetimi sürecini mümkün olduğu kadar sade bir halde ve süreçler kendi içlerine karışıklık yaratmayacak şekilde sunulmaya çalışılmıştır. Aşağıda risk yönetimi sürecinin bu çalışma kapsamında düzenlenmiş hali belirtilmiş ve Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Şekil 3.1’de aşamalar arasındaki bağlantılarla anlatılmak istenen yukarıdaki kısımlarda da anlatıldığı gibi tüm aşamaların birbirleri ile bağlantı halinde olduğu ve son aşama olan risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesi aşaması bittikten sonra çıkarılan sonuçlar, risk yönetimi sürecinin iyileştirilmesi için diğer tüm aşamalar ile bağlantılı olmak zorundadır. Aslında bu bağlantılardan bir sonuç çıkaracak olursak, risk yönetim süreci proje yaşam döngüsü boyunca sonsuz bir döngü olarak ilerlemektedir [7], [9], [11], [12], [23].

Risk yönetimi süreci:

1. Planlama
2. Tanımlama
3. Risk Analizi
 - Nitel risk analizi

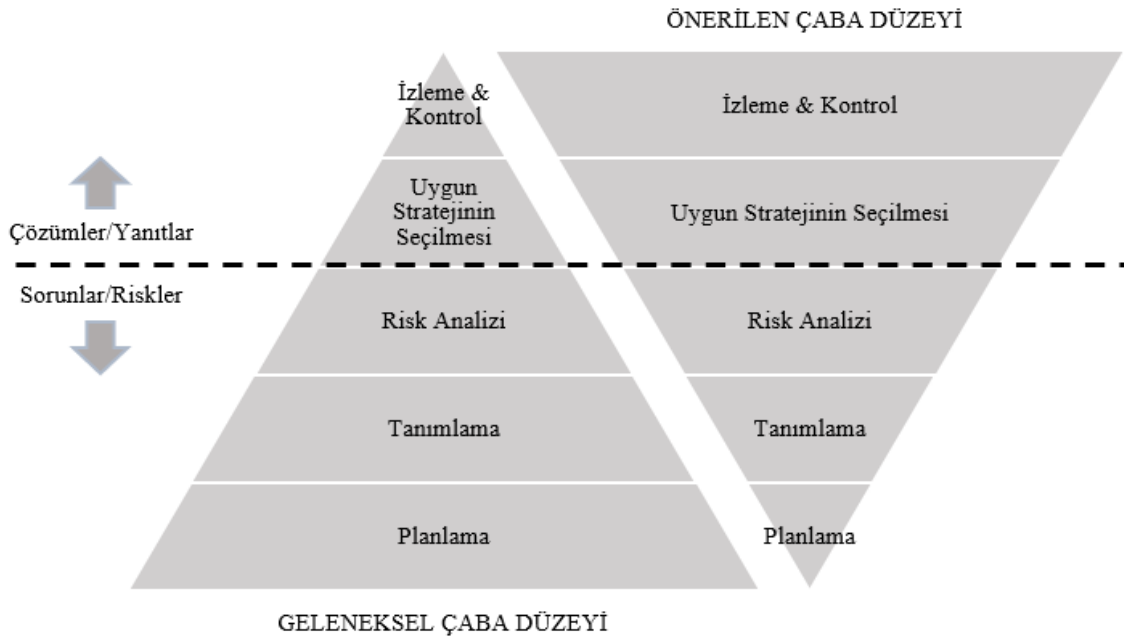
- Nicel risk analizi
4. Risklere karşı uygun stratejinin seçilmesi
- Riskten kaçınmak
 - Riski transfer etmek
 - Riski hafifletmek
 - Riski kabul etmek
5. Risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesi [7], [9], [11], [12], [23].



Şekil 3.1. Risk yönetim süreci.

Risk yönetimini en yüksek düzeyde çaba gerektiren bir bakış açısıyla düşünürsek, geleneksel anlayışın tam tersi şekilde hareket etmemiz gerekecektir. Geleneksel anlayışı bir piramit olarak ele alırsak, piramidin en alt basamağında bulunan planlama aşaması en fazla çaba gerektirecek aşama olarak, en üst basamağında bulunan izleme ve kontrol aşaması ise en az çaba gerektirecek aşama olarak karşımıza çıkmaktadır. İşte tam bu noktada Şekil 3.2’de görüldüğü şekilde piramidi baş aşağı çevirmek daha yararlı olmaktadır. Piramidin her aşamasında sahip olduğu boyutun, bu aşamaları

gerçekleştirmek için gereken çabaların ölçüsünü temsil ettiği varsayılırsa, süreçte ilerledikçe her adımın da boyu artmaktadır. Başka bir deyişle, uygun yanıtlar zamanında ve etkili bir şekilde geliştirilip uygulanmazsa, dünyadaki en iyi risk planlaması ve analizi boşa gitme tehlikesiyle karşılaşmaktadır. Bu nokta ilk bakışta önemsiz görünebilir, ancak deneyimler, "geleneksel" risk yönetiminin, çözümlere ve bunların uygulanmasının karşısında sorunlara ve analizlerine daha fazla önem vermektedir. Elbette, etkili risk yönetimi, riskler ve bunların tepkileri açısından dengeli bir yaklaşım gerektirmektedir. Burada vurgulanmak istenen şey, etkili risk yönetiminin analizden daha fazlasını gerektirmektedir. Sorunların uygulanabilir çözümler gerektirmesi gibi, riskler de uygun yanıtları gerektirmektedir [46].



Şekil 3.2. Geleneksel ve önerilen risk yönetimi çaba düzeyi.

3.1. PLANLAMA

Risk yönetimi sürecinde ilk aşamayı oluşturan planlama aşaması, risk yönetimi için hazırlık yapma ve geçmişte edinilmiş verileri ortaya koymayı amaçlamaktadır [7]. Uygulanacak proje özelinde, o proje ile ilgili riskleri tanımlayan, değerlendiren, strateji belirleyen, takip eden aşama ve faaliyetlerin anlatımını ve zamanlamasını içerisinde barındırmaktadır [9]. Yani kısaca, herhangi bir proje için risk yönetim çalışmalarının izleyeceği yolu nasıl tamamlaması gerektiğinin belirtildiği aşamadır [11], [12].

Risk yönetiminin planlama aşaması, projenin en başta şekillendiği aşamada geliştirilmeye

başlanır ve proje yaşam döngüsü sona erinceye kadar devam ettirilmelidir [25]. Risk yönetiminin planlama aşamasına gösterilecek dikkat ve özen risk yönetimi sürecinin de aynı etki ile sonuçlanmasını sağlayacaktır [11]. Planlama aşaması, risk yönetiminin proje boyunca etkili bir şekilde desteklenmesini sağlamak amacıyla tüm paydaşlarla iletişim halinde olmak, paydaşlarla fikir birliğine ulaşmak ve onların desteğini almak açısından önem arz etmektedir [19].

Risk yönetimi planlama aşaması kendi içinde 3 basamağa ayrılır. İlki, projenin başlangıç anında hazırlanan, risk yönetim stratejisi ve risk yönetiminin nasıl uygulanacağını faaliyetlerinin planlanmasıdır. Bu aşamanın ürünü, “risk yönetim planı”dır. İkincisi, tespit edilen ve analizi yapılan risklerin, meydana gelme olasılığını ve etkisini en az seviyeye getirmek amacıyla tepkisinin planlanmasıdır. Bu aşamanın ürünü, “risk azaltma planı”larıdır. Üçüncü planlama aşaması, tespit edilen risklerin, problem haline gelmesi durumunda, atılacak adımların tespit edilmesi ve planlanmasını amaçlayan önlemlerin planlanmasıdır. Bu aşamanın ürünü “önlem planları”dır [9].

Risk yönetimi planlaması içerisinde şunlar olmalıdır:

- Metodoloji: Risk yönetiminin gerçekleştirebilmesi için kullanılacak yaklaşımlar, araçlar ve veri kaynaklarını tanımlar.
- Roller ve sorumluluklar: Plandaki her görev için, lideri, katkıda bulunacak kişileri ve risk yönetimi ekibini tanımlar ve sorumluluklarını belirtir [11].

Risk yönetimi planı içeriğinin aşağıdaki öğelerin bir kısmını veya tamamını barındırması gerekmektedir:

- Proje Katılımcıları,
- Giriş,
- Özet,
- Tanımlar,
- Amaç,
- Referanslar, Standartlar ve Gereksinimler,
- Görev ve Sorumluluklar,
- Risk Yönetim Stratejisi ve Yaklaşımı,

- Risk Yönetimi Süreci,
- Risk Yönetimi Bilgi Sistemi, Dokümantasyon ve Raporları [28], [44].

Risk yönetimi planlama aşaması tamamlandığında elde edilecek çıktılar şunlardır:

- Risk yönetiminde kullanılacak metodun belirli hale getirilmesi,
- Takım üyelerinin rolleri ve sorumluluklarının belirlenmesi,
- Risk yönetiminin proje özelinde sağlıklı olabilmesini sağlayacak risk bütçesinin tespit edilmesi,
- Risk yönetiminin yapılabilmesi için belirlenen aktivitelerin zamansal olarak sıralamasının yapılması,
- Risklerin değerlendirilmesi sürecinde, risklerin önceliklendirilmesi ve derecelendirilmesi amacıyla kullanılacak olarak sınır ayrımları,
- Risk yönetiminin içerisinde belgeleme usullerinin belirlenmesi,
- Risklerin kontrol periyodunun belirlenmesi sonuçları ortaya çıkmaktadır [47], [48].

3.2. TANIMLAMA

Risklerin tanımlanma aşaması, risk yönetimi sürecinin ikinci aşamasını meydana getirmektedir. Bu aşamada, proje özelinde meydana gelebilecek risklerin tespit edilmeye çalışılması amaçlanmaktadır [47]. Projeyi etkileyebilecek risklerin belirlenmesi ve ayrıntılarının belgelenmesini içermektedir [49]. Risklerin tanımlanması aşaması, proje ile ilgili risk kaynaklarını sistemli ve sürekli olarak ortaya koymak ve sınıflandırılmasını amaçlamaktadır [7].

Risk tanımlama aşamasında belirlenen risklerin ortaya çıkmasındaki ana sebepler de riskler ile beraber belirlenmektedir. Bu ana sebepler, risk kararlarının alınması ve risklere karşı gösterilecek tepkilerin belirlenmesinde temel taşı oluşturmaktadır [9], [50]. Bu sebeple risklerin tanımlanma aşaması, risk yönetiminin sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Risklerin sağlıklı olarak tanımlanması ve ana sebeplerin belirlenebilmesi için şu 3 soru göz önünde bulundurulmalıdır:

1. Projeyi amaçlarından saptırabilecek olan riskler ne zaman, nerede, nasıl ve neden meydana gelebilir?

2. Öngörülen risklerin proje hedeflerine etkisi ne olabilir?
3. Öngörülen risklere hangi taraflar dâhil edilebilir? [51].

Çizelge 3.1’deki maliyet tahmini sınıflandırma sistemine baktığımızda, proje geliştirme aşamaları 3 ana bölüme ayrılmaktadır. Bunlar; planlama, programlama ve tasarım aşamalarıdır. Risk yönetiminin doğasına baktığımızda, tüm aşamalarda var olması gerektiğini görmekteyiz. Bu sebeple, risk yönetimi süreci içerisindeki tanımlama aşamasında kullanılan teknikleri proje geliştirme aşamalarına göre sınıflandırmak daha verimli bir yaklaşım sunmaktadır. Çizelge 3.2’de, tanımlama aşamasında kullanılan teknikler gösterilmektedir. Bu aşamada kullanılan tekniklerin aşağıdaki tablo ile sınırlı olmadığı unutulmamalıdır [44].

Çizelge 3.2. Risklerin tanımlanmasında kullanılan teknikler.

Sayı	Araç	Aşama	Karışıklık			Aşama	Karışıklık			Aşama	Karışıklık		
			Az	Kısmen	Çok		Az	Kısmen	Çok		Az	Kısmen	Çok
1	Kırmızı Bayrak Öğeleri	Planlama		•	•	Programlama	•	•		Tasarım	•	•	
2	Risk Kontrol Listeleri			•	•		•	•	•		•	•	•
3	Varsayım Analizi			•	•		•	•	•		•	•	•
4	Uzman Görüşmeleri			•	•			•	•		•	•	•
5	Crawford Slip Yöntemi			•	•			•	•			•	•
6	SWOT Analizi			•	•			•	•			•	•
7	Risk Yönetim Planı			•	•			•	•			•	•
8	Risk Çalıştayları				•				•				•
9	Risk Kırılım Yapısı				•				•				•
10	Risk Kaydı			•	•		•	•	•		•	•	•

Çizelge 3.2, içerisinde yer alan teknikler hakkında açıklayıcı bilgiler:

- Kırmızı Bayrak Öğeleri

Kırmızı bayrak öge listesi, en basit risk tanımlama ve risk yönetimi araçları arasındadır. Proje geliştirmenin ilk aşamasında kullanılmaktadır. Proje geliştirme sırasında kontrol listesi olarak dikkate alınmaktadır. Bu liste, kolaylaştırılmış bir nitel risk yönetimi sürücünde kullanılmaktadır. Bu teknik, resmi bir risk analizini içermemektedir. Proje geliştirmenin ilk aşaması olan planlama aşamasında, risk olarak kabul edilen öğelerin ilerleyen aşamalarda unutulmamasını sağlamaktadır. Sürekli güncellenerek çalışan bir listeyi korumak, bu öğelerin gözden kaybolmamasını ve daha sonra süreçlerde sorun yaratmamasını sağlamaktadır. Risk öğeleri ile oluşturulan bir liste geliştirilmekte ve bu listedeki öğelerin kırmızı ile işaretlenmesi sonucunda bu teknik ortaya çıkmaktadır.

Kırmızı bayrak ögeleri, kaçınılması gereken yerleri tanımlamamaktadır. Bunun aksine, ek çalışma, koordinasyon, tasarım, geçiş hakkı veya inşaat maliyeti gerektirecek yerleri belirtmektedir.

- Risk Kontrol Listeleri

Risk kontrol listeleri, geçmiş projelerde tanımlanan veya gerçekleşen risklerin geçmişe dönük bir listesini içermektedir. Risk kontrol listeleri sayesinde bazı risklerin göz ardı edilmesinin önüne geçilmesiyle birlikte, projeye özgü önemli riskleri içermeyebilmektedir. Bu sebeple, risklerin tanımlanmasında temel kaynak olarak değil, yardımcı kaynak olarak kullanılmalıdır. Bir risk yönetimi ekibi, risk kontrol listesine çok fazla güvenir ise projeye özgü olan riskleri kolayca gözden kaçırabilir ve riskler doğru şekilde tanımlanıp, aşamalandırılmayabilir.

- Varsayım Analizi

Proje geliştirme aşamalarında birçok varsayım yapılmalıdır. Bu varsayımlar, özellikle proje geliştirmenin ilk aşamalarında geçerlilik sağlamaktadır. Ortaya atılan varsayımlar, riskleri barındırabilmektedir. Her bir varsayımın analizini gerçekleştirmek, maliyet ve süre üzerindeki olası etkileri doğru bir şekilde tahmin edilebilir kılabilir. Varsayım analizi sonucunda, varsayımdan kaynaklanabilecek ek belirsizliklerde tespit edilebilmektedir.

- Uzman Görüşmeleri

Uzman görüşmeleri, proje ekibine ve risk analistlerine ek girdi sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Uzmanlar, kendi bilgi ve tecrübelerini kullanarak mevcut projenin görmediği noktalardaki riskleri tespit etmeye yardımcı olmaktadır. Bu da daha kapsamlı bir risk listesi oluşturmaya yardımcı olmaktadır. Uzmanlar ile yapılacak görüşme soruları açık uçlu olmalıdır. Tartışmalar, uzmanın bilgi sahibi olabileceği tüm alanları kapsamalıdır. Tartışmalar bir dizi farklı riski açığa çıkarabileceğinden ve olasılık-etki gibi risk tanımlamasının ötesinde bilgiler sağlanabileceğinden, tartışmaları belgelemek önemlidir. Projenin kapsamı tanımlandıktan sonra uzmanların görüşlerinin alınması daha verimli olacaktır. Uzmanlar ile yapılan görüşmeler sırasında, uzmanın özgürce konuşmasına ve dokümantasyon için olabildiğince fazla bilgiye ulaşmasına izin verilmelidir.

- Crawford Slip Yöntemi

Bu yöntem, proje ekip üyelerinin bir grup ortamında diğer ekip üyelerinin etkisine maruz kalmadan riskleri belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Crawford Slip, hızlı ve bağımsız bir beyin fırtınası seansını temsil etmektedir. Bu yöntem, 10 dakika süresince, her üyenin her dakika bir risk yazması mantığıyla çalışmaktadır. 10 dakika sonunda tüm riskler toplanır, birbirini tekrar eden riskler ortadan kaldırılarak geriye kalan riskler sınıflandırılmaktadır. Crawford Slip, kısa sürede çok sayıda potansiyel riskin tespit edilmesini sağlamaktadır. Bu yöntem, kısa sürede risklerin tanımlanması isteniyorsa kullanılmaktadır. Bu sebeple, diğer risk tanımlama araçları kadar kapsamlı olmamaktadır. Bu yöntem ile tespit edilen riskler, ileri aşamalarda daha ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir.

- SWOT Analizi

SWOT; güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler olarak dört kategorinin birleşiminden oluşmaktadır. SWOT analizi, proje ekibi veya uzmanlar tarafından bu dört kategorinin bilgilerinin listelenmesi mantığıyla çalışmaktadır. Bu tekniğin işleyiş biçimi, kategorilerin her birinde beyin fırtınası kullanımı ile aynı adımları izlemektedir. Her kategori sırayla incelenmekte ve tartışmalar belgelenmektedir. SWOT analizi, büyük miktarda bir bilgi kümesi oluşturmaktadır. Bu, geleneksel olarak kullanılan beyin fırtınasında tanımlanamayan risklerin ortaya çıkmasında yararlı olmaktadır. Bu teknik, iç ve dış riskleri de inceleyebilmektedir. Bu sayede, risk kırılım yapısının açığa çıkmasına yardımcı olmaktadır. Bu teknik genellikle stratejik planlama için kullanılmaktadır. Ancak riskleri tanımlamak için de kullanılmaktadır. Diğer risk tanımlama teknikleriyle beraber kullanıldığında, potansiyel risklerin kapsamlı bir çıktısını oluşturmayı sağlamaktadır.

- Risk Yönetim Planı

Plan, rehberlik sağlamakta ve bir projenin risk yönetimi yaklaşımından haberdar olmak isteyen taraflar için iletişim aracı olarak hizmet vermektedir. Plan, risk yönetimi sürecinde ortaya atılan fikirleri bir kalıba sokmakta ve risk yönetimi sürecindeki varsayımları netleştirmektedir. Risk yönetim planı, uygun risk yanıt stratejilerinin tespit edilmesini, uygulanması ve izlenmesini içermektedir. Her projenin kendine ait resmi bir risk yönetim planı bulunmalıdır. Bu planın detaylandırılması mevcut projenin karmaşıklık seviyesine göre yapılmalıdır. Risk yönetim planı, projenin planlanması ve kapsamının belirlenmesi süreçlerinde geliştirilmeli ve takip eden proje geliştirme aşamalarında güncel

tutulmalıdır.

- Risk Çalıştayları

Risk çalıştayları, tahmincilerin, proje ekibi üyelerinin, uzman kişileri ve risk ekibinin projeye etki edebilecek riskleri tespit edebilmek ve analiz edebilmek için ortak çalışma yaptıkları resmi toplantıları ifade etmektedir. Bu toplantılara proje paydaşlarının katılması da verimi artırabilmektedir. Risk çalıştaylarına katılacak tarafların projenin karmaşıklık seviyesine göre belirlenmesi daha uygun sonuçlar vermektedir. Bir risk çalıştayını, proje belirsizliklerini anlamayı ve bunların planlanmasına yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Risk çalıştayını sonucunda ortaya çıkabilecek ürünler; proje risklerinin bir listesi, olasılık-etki için risk ölçümü, acil durum tahminlerini desteklemek için bir dizi proje süresi ve maliyeti, ilk risk azaltma planları, ön risk kaydı ve risk yönetim planı olarak açığa çıkmaktadır.

- Risk Kırılım Yapısı

Risk kırılım yapısı, bir projenin veya programın yönetilebilir bileşenleri arasındaki bağlantıları açığa çıkarmak için kullanılan bir iş kırılım yapısı mantığıyla çalışmaktadır. Risk kırılım yapısı, riskleri belgelemek için kullanılan bir risk kaydının uzantısını oluşturmaktadır. Risk kırılım yapısı, risklerin tanımlanmasını daha verimli hale getirmek ve risk yönetimi sürecini oluşturan aşamalara yardımcı kaynak olmak için kullanılmaktadır. Bu yapı, risklerin tekil olarak değil, sistematik olarak ele alınmasına yardımcı olmaktadır. Bu sayede tespit edilen benzer riskler, benzer risk yönetimi stratejileri ile sonuca ulaştırılmaktadır.

- Risk Kaydı

Risk kaydı, proje ekiplerinin proje geliştirme aşamaları boyunca proje risklerini belgelemek için kullanılan bir tekniktir. Risk kaydı, proje dosyasının bir parçası olarak ele alınmalıdır. Risk kaydı, tüm tanımlanan riskleri, nedenlerini, meydana gelme olasılıklarını, proje hedefleri üzerindeki olumlu/olumsuz etkilerini, risklere karşı verilecek yanıt stratejilerini, risklerin kontrolü ve izlenmesi için görevlendirilen bireyleri ve daha birçok bilgiyi içerebilen, proje yaşam döngüsü boyunca yaşayan bir belgedir. Bu kayıt, proje yaşam döngüsü ilerledikçe ekip üyelerinin risklerin durumunu anlamalarına ve katkı sağlamalarına hizmet etmektedir. Bu kaydın ayrıntı düzeyi ne olursa olsun tüm projeler için önemli bir proje dosyasını temsil etmektedir. Ayrıntı düzeyi ise proje karmaşıklık seviyesine göre belirlenmektedir [44].

Projeye etki edebilecek risklerin tanımlanabilmesi ve etkilerinin tespit edilebilmesi için yukarıdaki açıklanan sorular ve tekniklere ek olarak Çizelge 3.3 içerisinde yer alan sorular da bu aşamanın tamamlanmasında baz alınabilir. Burada unutulmaması gereken nokta, anlatılan veya açıklanan soruların/tekniklerin buradakiler ile sınırlı olmadığıının unutulmamalıdır [52].

Çizelge 3.3. Risklerin tanımlanmasındaki yardımcı sorular.

Çevre ve Planlama
Çevre ve planlama politikasında, kanunlarında veya yönetmeliklerinde değişiklikler olabilir mi?
Projenin bulunduğu mevki üzerinde yerel bir etkisi muhtemel mi?(toz, gürültü, aydınlatma, güvenlik, rahatsızlık, istihdam vb.)
İzin alma olasılığı nedir?
İzinlere hangi koşullar eklenebilir?
Uzun vadeli kirlilik ve ekolojik zararlar meydana gelebilir mi?
Canlı türleri ve habitatlar tehlike altında mı olacak?
Atık geri dönüşüm hükümleri dikkate alındı mı?
Arkeolojik keşif olasılığı nedir?
Paydaş Çıkarları
Projenin kamusal görünürlüğü, önemi ve hassasiyeti nedir? Başarısızlığın olası etkisi nedir?
Kamuoyu, ilişkiler ve algılar nasıl işleniyor?
Sosyal topluluklar araştırıldı ve onlara danışıldı mı? Protesto veya destek olasılığı nedir?
Performans gereksinimleri ve beklenen standartlar ne kadar gerçektir?
Finansman
Hibe veya diğer finansman kaynakları mevcut mu?
Finansman konusunda herhangi bir kısıtlama veya koşul var mı?
Finansman düzenlemelerinde herhangi bir karmaşıklık var mı?
Müşterinin öz sermaye veya sermaye yönetimi nedir?
Herhangi bir ek fon var mı?
Vergilendirme politikasında veya mevzuatında herhangi bir değişiklik olasılığı var mı?
Fiyat dalgalanmalarının veya enflasyonun etkisi ne olacak?
Ekonomide veya inşaat piyasasında gerekli kar marjlarını, gelir hesaplamalarını, rekabeti veya arz ve talebi etkileyebilecek herhangi bir değişiklik olası mı?
Faiz oranlarında değişiklik olma olasılığı nedir?
Mevcut sigorta hükümleri yeterli mi?
Müşteri Liderliği ve Yönetim Etkinliği
Organizasyon genel olarak ne kadar yetkin?
Kuruluş, projeye ne kadar motive ve bağlı?
Organizasyon içinde herhangi bir çatışma potansiyeli var mı?
Hangi düzeyde katılım gerekli olacak?
Müşterinin bu tür bir proje ile ilgili herhangi bir deneyimi var mı?
Riskten ne kadar kaçınıyor?
Risk uygunluk seviyesi nedir?

Çizelge 3.3. (devam) Risklerin tanımlanmasındaki yardımcı sorular.

Kuruluşun yönetim yapısı ve politikası ne kadar istikrarlı?
Proje yöneticisinin ne kadar deneyimi var ve nitelikleri nelerdir?
Proje hedefleri açıkça tanımlanmış mı?
Yönetim Sistemi
Kullanılan proje yönetimi teknikleri ne kadar etkili ve uygun?
Mevcut bilgi dağıtımı ve bilgi yönetimi sistemleri yeterli mi?
Karar vermek için uygulanan prosedürler nelerdir?
Planlama ve programlama prosedürlerinin kalitesi nedir?
Saha kontrol ve denetiminin kalitesi nedir?
Koordinasyon, liderlik ve motivasyonun kalitesi nedir?
İzleme ve kontrol sistemlerinin kalitesi nedir?
Kuruluşun yerinde afet yönetimi prosedürleri var mı ve bir krize hazırlıklı olacaklar mı?
Teknik Özellikler
Kanıtlanmış ve kabul edilmiş teknik çözümler kullanılıyor mu?
Yenilikçi teknikleri test etmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç var mı?
Uygun malzemeler, teknolojiler ve ekipmanlar kolayca bulunabilir mi?
Teknik performans gereksinimleri, standartları ve düzenlemeleri açık mı?
Teknolojik değişiklikler devam eden araştırma programlarına tabi midir?
Malzemelerin kullanımı güvenilir ve kaliteli mi?
Malzemelerin örnekleme ve test gereksinimleri nelerdir?
Operasyonel verimlilik, güvenilirlik ve bakım gereksinimleri nelerdir?
Tutulan özelliklerin korunmaya ihtiyacı var mı?
Bilgi Kalitesi
Proje brifing belgesi açık mı?
Ön araştırmalar ne kadar kapsamlı?
Genel dökümantasyon kalitesi nasıldır? Hatalar, eksiklikler, çelişen bilgiler, yetersiz özellikler vb. var mı? Belgeler yeterli mi?
Karar vermek için kullanılacak bilginin kalitesi nedir? Zayıf veri tabanları veya geç kalmış, güncel olmayan, yanlış, belirsiz veya kullanılamaz bilgiler var mı?
Tasarım ve teknik özellikler eksiksiz ve doğru mu?
Kullanımla ilgili yasal kısıtlamalar var mı?
Çalışma alanının önemini tanımlayan bir koruma planı veya beyanı var mı?
Bir yönetim planı var mı?
Ölçülen araştırmanın, arkeolojik analizin, tarihi araştırmanın, jeolojik inceleme ve dendrokronoloji dâhil uzman incelemelerinin kalitesi nedir?
Bilgi yönetim sistemleri kullanılıyor mu?
Sözleşmeler ve Maliyetler
Standart olmayan bir sözleşme şekli kullanıldı mı?
Hangi tedarik stratejisi kullanıldı?
Sözleşmelere hangi ihtilaf ve talep prosedürleri dâhildir?
Sözleşme ihlalleri için hangi çözümler kullanılacak?
Mesleki sorumluluk ve teminat garantisi koruması ne kadar yeterlidir?
İflas veya tasfiye durumunda ne tür koruma mevcuttur?
Nakit akışı, ödeme sorunları ve gecikmeler nasıl çözülecek?
Programlama ve Zamanlama
Ön soruşturmalar için makul ödenekler ayrılmış mı?

Çizelge 3.3. (devam) Risklerin tanımlanmasındaki yardımcı sorular.

Başlangıç ve bitiş tarihlerinde esneklik var mı?
Malzemeleri teknolojiler ve ekipmanları elde etmek için uzun temin süreleri var mı?
İnsan Kaynakları
İletişim stratejisi ne kadar etkili?
Çalışma koşulları kabul edilebilir mi?
İstihdam mevzuatında herhangi bir potansiyel değişiklik var mı?
Hazır vasıflı ve güvenilir iş gücü arzı var mı?
Meslekler veya profesyonel disiplinler arasında farklı çalışma yolları ve potansiyel problemler var mı?
Kültürel veya kişilik farklılıkları sorun olabilir mi?
Proje ekibi uyumlu mu?
Geçmiş ilişkilerde güven var mı?
Proje ekibi yeterliliği ve deneyim seviyesi nedir?
Tüm organizasyonlarda kilit personel mevcut mu? Alternatif ekip üyeleri var mı?
Proje ekibi üyelerinin organizasyon yapısı ve hiyerarşisi zorluklara neden olabilir mi?
Sağlık, Güvenlik ve Doğa Olayları
Politika ve düzenlemelerde değişiklik olasılığı var mı?
Çalışma alanı içerisinde herhangi bir tehlikeli madde veya malzeme var mı?
Yangın veya patlama olasılığı var mı?
Çalışma alanı ne kadar güvenli?
Tüm proje ekibi üyeleri için bir kaza kaydı var mı?
Çökme veya toprak kayması olası mı?
Sel olasılığı var mı?
Olağanüstü hava durumu olası mı?
Koruma çalışmaları yeterince belirtilmiş mi?
Geleneksel malzemelerin kullanımından kaynaklanan hastalık veya sağlık riski var mı?
Çalışma alanı kirli mi?
Kötü niyetli hasar, hırsızlık veya Vandalizm potansiyeli nedir?
Afet yönetim planı var mı?
Sağlık ve güvenlik dosyası/bakım kılavuzu var mı?

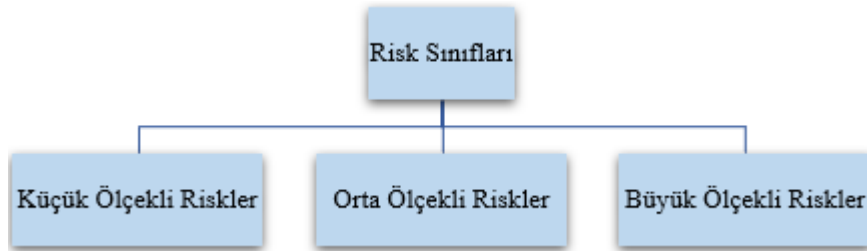
Risk tanımlama aşamasının sonuç ürünü bir kontrol listesidir. Bu kontrol listesi içerisinde projenin hedeflerine etki edebilecek riskler ve bu risklerin ortaya çıkmasındaki ana sebepler belirtilmektedir. Kontrol listesinin daha sağlıklı oluşturulmasında risk kırılım yapısı kullanılabilir. Risk kırılım yapısı, aynı iş kırılım yapısındaki mantık ile kurulmaktadır. Risk kırılım yapısının en alt basamağını oluşturan parametreler kontrol listesinin oluşturacak riskler olarak ele alınabilmektedir. Bu kontrol listesi oluşturulduğunda artık risk tanımlama aşaması bitirilmiş ve bir sonraki aşama için veri belirlenmiş olacaktır [9], [11], [23], [47].

Risk tanımlama aşaması, projenin tüm kilometre taşında kullanılmalıdır. Çünkü her kilometre taşından sonra yeni riskler ortaya çıkabilmektedir. Daha önce risk olarak ele

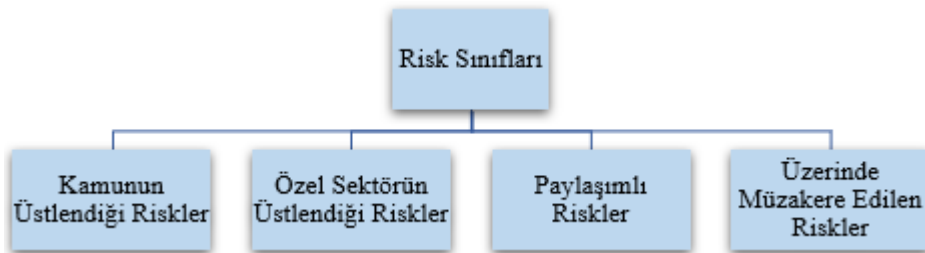
alınmış riskler, projenin gelinen noktasında bu özelliğe tabi tutulamayabilir. Bu yüzden bu riskler kontrol listesinde çıkarılmak zorundadır. Bu işlemlerin sonunca kontrol listesi ölü bir liste haline gelmeden yaşayan bir listeye dönüşmektedir [9], [11].

3.2.1. Sınıflandırma

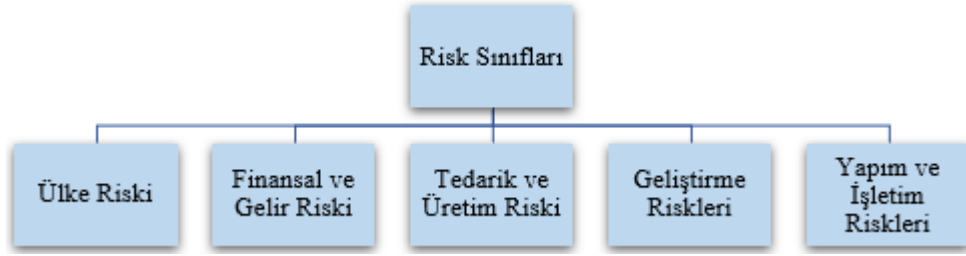
Risklerin tanımlanması aşamasının daha verimli ve daha kolay tamamlanabilmesi için yardımcı kaynaklardan biri de sınıflandırma yapmaktır. Riskler sınıflandırılarak bir risk kırılım yapısı ortaya çıkartılmaktadır. Risk kırılım yapısının çalışma mantığı, iş kırılım yapısının çalışma mantığı ile aynıdır ve ikisi de aynı ihtiyaca cevap vermektedir. Risklerin sınıflandırılması, birçok kişi tarafından bilimsel çalışmalar içerisinde paylaşılmış ve birçok farklı türde sınıflandırma yapılmış. “Sınıflandırma” başlığı içerisinde, literatür taraması esnasında bulunan sınıflandırma örnekleri ve kapsadıkları riskler paylaşılacaktır. Bazı örneklerde sadece risklerin sınıflandırılma verileri (Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6 ve Çizelge 3.4) bulunurken, bazılarında sınıflandırma verileri ile beraber o sınıflandırma içerisine dâhil olan risk çeşitlerinin verileri (Çizelge 3.5, Çizelge 3.6 ve Çizelge 3.7) bulunmaktadır. Burada unutulmaması gereken önemli nokta, bu örneklerde gösterilen sınıflandırma ve riskler her proje için geçerlilik sağlamamaktadır [4], [53] – [56].



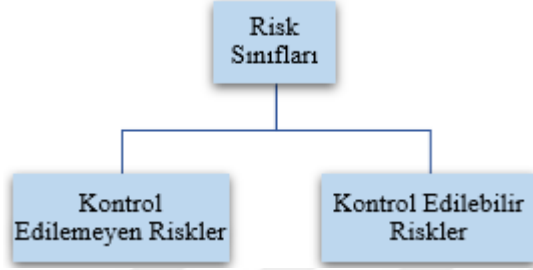
Şekil 3.3. Risk sınıfları 1.



Şekil 3.4. Risk sınıfları 2.



Şekil 3.5. Risk sınıfları 3.



Şekil 3.6. Risk sınıfları 4.

Çizelge 3.4. Risk sınıfları 5.

SLEEP T Metodolojisi	
Social	Sosyal
Legal	Yasal
Economic	Ekonomik
Environmental	Çevresel
Political	Siyasi
Technological	Teknolojik

Çizelge 3.5. Risk sınıfları ve kapsadığı riskler 1.

Politik Riskler	
İstikrarsız Hükümet	
Hükümet Müdahalesi	
Siyasi/Kamusal Muhalefet	
Kötü Kamu Karar Verme Süreci	
Proje Onay ve İzinlerinde Gecikme	
Yeterli Hükümet Desteği Olmaması	
Kamunun Benzer Projelerdeki Genel Deneyim	
Sorumlulukların ve Risklerin Yetersiz Dağılımı	
Devlet Tarafından İmtiyazın Feshi	
Faaliyetle İlgili Riskler	
Kamulaştırma	
Proje Değişiklikleri	
Malzeme/İşçilik Yetersizliği	
Kanıtlanmamış-Yeni Mühendislik Teknikleri	
Öngörülemeyen Jeolojik Koşullar	
Organizasyon ve Koordinasyon Riski	

Çizelge 3.5. (devam) Risk sınıfları ve kapsadığı riskler 1.

Yanlış-Eksik Tasarım
Uygulama Hataları/Karmaşıklık
İmtiyaz Sahibinin Benzer Projelerdeki Tecrübesi
Kalite Riski
Yasal Riskler
Yasalarda Değişiklik
Olgunlaşmamış/Eksik Hukuk ve Denetim Sistemi
Vergi Düzenlemesinde Değişiklik
Sözleşme Riski
Standart YİD Sözleşmesi Olmaması
Ekonomik Riskler
Faiz Oranı Dalgalanması
Döviz Kuru Dalgalanması
Enflasyon
Yüksek Maliyet Riski
İşletme Maliyet Aşımı
Bakım Maliyet Aşımı
Piyasa Talebindeki Değişim/Rekabet
Gider Ödeme Riski/Yetersiz Gelir
Diğer Riskler
Mücbir Sebepler
Altyapı Tesislerinin Mevcut Olmaması
Beklenmeyen Hava Koşulları
Çevre Riski
Proje İhale Riski(Rekabet)
Uzun İmtiyaz Süresi

Çizelge 3.6. Risk sınıfları ve kapsadığı riskler 2.

İç Riskler	Mal Sahipleri
	Yüklenicilere Gecikmeli Ödeme
	Makul Olmayan Şekilde Zorunlu Sıkı Program
	İyileştirici Müdahale
	Tasarım Değişikliği
	Kapsam Eksikliği
	Şantiye Erişimi Elde Etmede Gecikmeler
	Sözleşmenin İhlali
	Ani İflas
	Tasarımcılar
	Kusurlu Tasarım
	Çizimde Eksiklik
	Tasarımda Değişiklikler
	Zamanında Düzenlenmeyen Belgeler
	Müteahhitler
	İnşaat Kazaları
	Kötü Kalite
	Düşük Verimlilik

Çizelge 3.6. (devam) Risk sınıfları ve kapsadığı riskler 2.

	Kaynaklar ve Teknoloji
	Müteahhitlerin Yetersizliği
	Kalifiye Personelin Eksikliği veya Ayrılması
	Örgütsel Yapı
	Alt Yükleniciler
	Zayıf Performans
	Sözleşmenin İhlali
	Tedarikçiler
	Malzeme Kalitesi Sorunları
	Malzeme Temininin Gecikmesi
Dış Riskler	Siyasi
	Savaş Tehditleri
	İşçi Grevleri
	Kanunda Değişiklikler
	Yolsuzluk
	Onaylarda Gecikmeler
	Sosyal ve Kültürel
	Suç Eylemleri
	Madde Bağımlılığı
	Kültür Farklılıklarından Kaynaklanan Çatışmalar
	İletişim
	Ekonomik
	Enflasyon
	Döviz Dalgalanması
	Malzeme Bulunabilirliğinde Yetersizlik
	İşgücü Kullanılabilirliğinde Yetersizlik
	Ekipman Kullanılabilirliğinde Yetersizlik
	Doğal
	Beklenmedik Hava Durumları
	Öngörülemeyen Zemin Koşulları
	Diğerleri
	Sözleşmeden Kaynaklanan Sorunların Çözülmesinde Gecikmeler
	Dava Çözümünde Gecikmeler
	İhalede Haksızlık
	Sigorta Almada Zorluk
	Yönetim Kalitesi

Çizelge 3.7. Risk sınıfları ve kapsadığı riskler 3.

İnşaat Riskleri	Çevre Kirliliği
	İleri Çevresel Çalışmaların Sonuçları
	İnşaat Sırasında Arkeoloji Bulguları
	Protestocu Eylemler
	İnşaat İlerleme/Tamamlanma Gecikmesi
	Olumsuz Hava Koşulları
	Yetersiz Arazi
	Kamu Hizmetleri
	Yüklenici İflası
	İnşaat Enflasyonu Değişimi
	İnşaat Gürültüsü

Çizelge 3.7. (devam) Risk sınıfları ve kapsadığı riskler 3.

	Haşere Hasarı
	Trafik Yönetimi
	Yol Güvenliği Denetimi
	Konaklama İşleri
	Planlama Değişiklikleri/Gecikme (Uyumlu Teklif)
	Planlama Değişiklikleri/Gecikme (Değişken Teklif)
Zemin Durumu Riskleri	Yumuşak Zemin
	Sert Zemin
	Yeraltı Suyu
	Maden İşletmeleri
	Kaya Kalitesi ve Varlığı
Sözleşme Öncesi Riskler	Faiz Oranındaki Değişim
	Çalışan Gereksinimleri Değişiklikleri
	Program Maliyet Artışı
	Enflasyon Riski
Üçüncü Taraf Riskleri	İlgili Makamlar
	Taraflar
Tasarım Riskleri	Miktar Değişikliği
	İlk Tasarımdaki Değişiklikler
	Tasarım Standartlarında Değişiklik
	İşverenlerin Gereksinim Değişiklikleri
	İdare ve Yüklenici Çözüm Değişiklikleri
Yasama, Mali ve Ekonomik Değişim Riskleri	Genel Kanun Değişikliği
	Faiz Oranı Riski (Finansal Sonrası Kapanış)
	KDV Durum Riski
	Enflasyon Riski
	Kullanılabilirlik Riski
	Trafik Kullanım Riski
	Performans Riski
İşletme ve Bakım Riskleri	Öngörülemeyen Hatalar(Yol Kaplaması Hatası Dâhil)
	Kaza Hasarı
	Vandalizm
	Hava Durumu
	Trafik Yükleme
	Yapıların ve Altyapıların Yenilenmesi ve Değiştirilmesi
	Kamu Hizmetleri Erişimi
	Su Tahliyesi, İşaretler, Bariyerler vb. Değiştirilmesi
	Yol Kaplaması Yaması
	Mevcut Yapıların Bozulması
	İade Etme Kontrolleri
	Yol Güvenliği Denetimleri
	Personel Maliyetleri
	Taşıyonların Yetersiz Performansı
	Mücbir Sebepler
	Yüklenici Temerrüdünün Feshi
	Diğer Fesih

3.2.2. Risk Uyarı Faktörleri

Bu başlık altında anlatılan faktörlerin her biri, bir Kilit Performans Göstergesi (KPG) olarak adlandırılmaktadır. Bu göstergelerin sayısı proje ekipleri veya firmalar tarafından artırılabilir. Bu göstergelerin kullanılmasındaki temel amaç, düzenli olarak bu

göstergeler izlenerek oluşabilecek değişimleri kriz oluşturmada önce tanımlayabilmektir. Bu göstergeler, risklerin daha hızlı algılanmasına yardımcı olan erken uyarı sistemleridir. Birçok farklı departman veya proje paydaşları tarafından kullanılabilir. Bu göstergeler:

- Öz sermaye Karlılık Oranı (Return On Equity)

Bu oran, hissedarların kar elde edebilmek için gerçekleştirmiş oldukları yatırımın verimlilik düzeyinin ne kadar olduğunu göstermektedir. Yönetim kadrosunun performansının ölçülmesinde en etkili olan yöntemdir. Bu oranın yüksek seviyelerde çıkması, şirketin/projenin kredi kullanma ve borçlanma ihtiyacının daha az olasılıkta olduğunu göstermektedir. Bu oran (3.1)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Özsermaye Karlılık Oranı} = \frac{\text{Net Kar (t dönemi içinde)}}{\text{(t) dönemi içinde ortalama özkaynak}} \times 100 \quad (3.1)$$

(t) döneminde ortalama öz kaynak, bilançodaki toplam varlıklardan toplam borçların çıkartılmasıyla elde edilmektedir. %14-20 öz sermaye karlılık oranına sahip olduğunda olumlu olarak yorumlanmaktadır.

- İşletme Sermayesi Oranı (Working Capital Ratio)

Bu oranın sonucu bize, “Şirket, nakit akışını iyi yönetebiliyor mu?” sorusunun cevabını vermektedir. Bu oran (3.2) ve (3.3)'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{İşletme Sermayesi} = \text{Cari Varlıklar} - \text{Cari Borçlar} \quad (3.2)$$

$$\text{İşletme Sermayesi Oranı} = \frac{\text{Cari Varlıklar}}{\text{Cari Borçlar}} \quad (3.3)$$

Kuruluşun elindeki likit varlıkların belirlenmesi amacıyla bu oran hesaplanmaktadır. Bu oranın 1,2-2,0 aralığında olması sağlıklı bir sonucu işaret etmektedir.

- Müşteri Gerçekleşme Oranı (Conversion Rate)

Bu oranın sonucu bize, “Potansiyel müşterileri gerçek müşteriye dönüştürebilme konusunda ne kadar başarılıyız?” sorusunun cevabını vermektedir. Bu oranın yüksekliği, bütçelenen karlılığın ve Pazar payının gerçekleşmesi yönünde önemli bir işaret olarak görülmektedir. Bu oran (3.4)'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Müşteri Ger.Oranı} = \frac{\text{Satış Gerçekleşen Müşteri Sayısı}}{\text{Satış İçin Yatırım Yapılan Olası Müşteri Sayısı}} \times 100 \quad (3.4)$$

Bu oranın sonucunun %5-10 aralığında elde edilmesi olumlu olarak yorumlanmaktadır.

- Çalışan Giriş-Çıkış Oranı (Employee Turnover Rate)

Bu oranın sonucu bize, “Çalışanlarımızın kalıcılığını sağlamakta ne kadar başarılıyız?” sorusunun cevabını vermektedir. Bu oran (3.5) ve (3.6)’da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Çalışan Giriş – Çıkış Oranı} = \frac{(t) \text{ dönemi işten ayrılan sayısı } (A)}{(t) \text{ dönemi ortalama toplam çalışan sayısı } (T)} \quad (3.5)$$

$$T = \frac{T(\text{başı}) + T(\text{sonu})}{2} \quad (3.6)$$

T (Başı): Belirlenen dönemin başlangıcındaki toplam çalışan sayısı

T (Sonu): Belirlenen dönemin sonundaki toplam çalışan sayısı

Bu oranın sonucunda %15’i aşan bir değer elde ediliyor ise olumsuz olarak değerlendirilmektedir.

- İç Karlılık Oranı (Internal Rate of Return)

Yatırım projelerinin değerlendirilmesin yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir sermaye yatırımının karlılığını % olarak sonucunun tespit edilmesi, bu yöntemin en büyük avantajıdır. İç karlılık oranı, bir yatırım için nakit akışlarının şimdiki değerini yatırım bedeline eşitleyen orandır. İç Karlılık Oranı (İKO), Net Şimdiki Değeri (NŞD) sıfıra eşitleyen faiz oranıdır. Yani, “başa baş faiz oranı”dır. Bu oran (3.7)’te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{İç Karlılık Oranı} = i_{(+)} + \frac{N\text{ŞD}(+)}{N\text{ŞD}(+) + N\text{ŞD}(-)} \times (i_{(-)} - i_{(+)}) \quad (3.7)$$

$i_{(+)}$ = Net Şimdiki Değerini (+)’ya geçiren faiz oranıdır.

$i_{(-)}$ = Net Şimdiki Değerini (-)’ye geçiren faiz oranıdır.

$N\text{ŞD}(+) = i_{(+)}$ faiz oranı sayesinde elde edilen değerdir.

NŞD (-) = i (-) faiz oranı sayesinde elde edilen değerdir [57], [58].

3.3. RİSK ANALİZİ

Risk analizi, tanımlanacak riskleri önem sırasına göre sıralayarak önceliklendirmek ve önceliklendirilen riskleri sayısallaştırmak amacıyla yapılmaktadır [7]. Risk analizi aşaması, analitik düşünmeyi ve projenin ilerleyen aşamaları ile ilgili kararlar vermeyi baz alması nedeniyle risk yönetim süreci içerisindeki en zor aşama olarak tanımlanabilmektedir [59]. Risk analizi aşaması, risklerin proje üzerinde meydana getireceği etkiler hakkında bilgi edinmeyi, projenin geleceğine yönelik tahminlerin yapılabilmesini ve tek nokta varsayımları yerine, muhtemel pek çok nokta üzerinden analiz gerçekleştirilebilmesini sağlamaktadır [60]. Risk analizinin yapılması, projenin hedeflerine göre ilerleyememesi durumunda ne olabileceği konusunda bir anlam kazanılmasını sağlamaktadır [9]. Risk analizi aşağıdaki nedenlerden dolayı çok önemli bir konuma sahiptir:

- Paranın Değeri (VFM)’ni kanıtlamak,
- PFI seçiminin arkadaşındaki varsayımların sağlamlığını kanıtlamak,
- Satın alınabilirlik varsayımlarını açık hale getirmek,
- Hangi risklerin kamu kesimi tarafından muhafaza edileceğini ve hangi risklerin özel sektöre devredileceğini belirlemek [61].

Çizelge 3.1’de proje geliştirme aşamaları; planlama, programlama ve tasarım olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tabloda açıklanan üç aşamada da risk yönetimi doğası gereği varlığını sürdürmelidir. Bu sebeple, risk yönetimi süreci içerisindeki risklerin analiz edilmesi aşamasında kullanılan teknikleri, proje geliştirme aşamalarına göre sınıflandırmak daha doğru bir yaklaşım sunmaktadır. Çizelge 3.8’de, risklerin analiz edilmesi aşamasında kullanılan teknikler gösterilmektedir. Bu aşamada kullanılan tekniklerin aşağıdaki tablo ile sınırlı olmadığı unutulmamalıdır [44].

Çizelge 3.8. Risk analizinde kullanılan teknikler.

Sayı	Araç	Aşama	Karışıklık			Aşama	Karışıklık			Aşama	Karışıklık		
			Az	Kısmen	Çok		Az	Kısmen	Çok		Az	Kısmen	Çok
1	Uzman Görüşmeleri	Planlama		•	•	Programlama	•	•	•	Tasarım	•	•	•
2	Olasılık – Beklenmedik Durum Yüzdesi			•			•	•			•	•	
3	Tahmin Aralıkları - Monte Carlo Simülasyonu				•			•	•			•	•
4	Risk Çalıştayları			•	•			•	•			•	•
5	Risk Öncelik Sıralaması			•			•	•			•	•	
6	Olasılık x Etki (P x I) Matrisi			•	•		•	•	•		•	•	•
7	Risk Karşılaştırma Tablosu			•	•		•	•	•		•	•	•
8	Risk Haritası				•		•	•	•		•	•	•
9	Risk Yönetimi Bilgi Sistemi				•				•				•
10	Kendi Kendine Modelleme Çalışma Sayfası							•	•			•	•
11	Kırmızı Bayrak Öğeleri										•	•	

Çizelge 3.8 içerisinde yer alan tekniklerin bazıları “Tanımlama” başlığı altında açıklanmıştır. Tanımlama başlığı altında açıklanmayan teknikler hakkında açıklayıcı bilgiler ise şu şekildedir:

- Olasılık – Beklenmedik Durum Yüzdesi

Proje ekipleri, geleceği tahmin etmeye çalıştıkları için ve maliyet tahmininin yapılabilmesinin doğasında zorluk barındığı için tüm tahminlerde, beklenmedik durum yüzdesini dâhil etmek akıllıca olmaktadır. Maliyet tahminleri; bilinen ve ölçülebilir maliyetler, bilinen ancak ölçülemeyen maliyetler ve bilinmeyen-ölçülemeyen maliyetler olarak üç bileşenden oluşmaktadır. Beklenmedik durum yüzdesi, bilinen ancak ölçülemeyen maliyetler ile bilinmeyen-ölçülemeyen maliyetler için tanımlanmaktadır. Bu teknik, proje ekiplerinin risk ve acil durum analizlerinin yapılabilmesi için gereken kaynakların sınırlı veya mevcut olmadığı durumlarda kullanılan yaygın bir yaklaşımdır.

- Tahmin Aralıkları - Monte Carlo Simülasyonu

Monte Carlo Simülasyonu, proje maliyetini ve süresini grafiksel temele dayandırarak dağılım sağlayabilmektedir. Bu dağılım, bir tahmin aralığı oluşturmak için kullanılmaktadır. Bu teknik hakkında ayrıntılı bilgiler nicel risk analizi başlığı altında anlatılmıştır.

- Risk Öncelik Sıralaması

Risklerin önceliklendirilmesi, risk yönetimi sürecinin önemli bir adımı temsil etmektedir. Risklerin doğru bir şekilde önceliklendirilmesi, proje ekibinin en çok müdahale etmesi gereken noktaları görmesini sağlamaktadır. Önceliklendirme sürecinin gerçekleştirilmesinde kullanılan kriterler; projenin hedeflerine ve kurumun yapısına bağlı olmaktadır.

- Olasılık x Etki Matrisi (P x I)

Risk yönetimi süreci içerisindeki nitel risk analizi aşamasının gerçekleştirilmesi için P x I matrisi kullanılmaktadır. Riskleri sıralamak veya projede risklere atanacak öncelik düzeyini tespit edebilmek için her bir riskin gerçekleşme olasılığı ile proje hedefleri üzerindeki olumlu/olumsuz etkisinin bir araya getirilmesiyle kategorilendirilmektedir. Bu kategorileri temsil eden renkler üçe ayrılmaktadır; kırmızı, sarı ve yeşil. Kırmızı renk, yüksek risk düzeyini ifade etmektedir. Yüksek risk, ya orta derecede bir etki ile birlikte yüksek derecede bir gerçekleşme olasılığı sonucunda ya da orta derecede gerçekleşme olasılığı ile birlikte yüksek derecede bir etki sonucunda ortaya çıkmaktadır. Sarı renk, orta risk düzeyini ifade etmektedir. Orta risk, ya yüksek derecede etki ile birlikte düşük derecede bir gerçekleşme olasılığı sonucunda ya da yüksek derecede gerçekleşme olasılığı ile birlikte düşük derecede etki sonucunda ortaya çıkmaktadır. Yeşil renk, düşük risk düzeyini ifade etmektedir. Düşük risk, ya orta derecede etki ile birlikte düşük derecede bir gerçekleşme olasılığı sonucunda ya da orta derecede bir gerçekleşme olasılığı ile birlikte düşük derecede etki sonucunda ya da düşük bir gerçekleşme olasılığı ile birlikte düşük bir etki sonucunda ortaya çıkmaktadır. P x I matrisi, proje ekibinin riskleri önceliklendirmesine ve bu sayede proje yöneticisinin eldeki mevcut kaynakları daha doğru kullanmasına yardım etmektedir. Bu aşama sonucunda çıkan ürün, nicel risk analizi için temel mahiyetindedir.

- Risk Karşılaştırma Tablosu

Risk karşılaştırma tablosu, olası etkilerine göre sırayla bir dizi riski önceliklendirmek için kullanılan bir araçtır. Bu tablonun kullanılmasının nedeni, hemen hemen riskin önceliklendirilmesi işlemi ile aynı olmaktadır. Risk karşılaştırma tablosu, riskleri yan yana getirerek karşılaştırma işlemine dayanmaktadır. Karşılaştırma, proje ekibinin her üyesi tarafından gerçekleştirilmektedir. Riskler yan yana getirilerek karşılaştırılır ve ekip, iki riskten hangisinin önceliğe sahip olması gerektiğini oylayarak tespit etmektedir. Bu

teknik, tüm proje riskleri için ikişerli gruplar halinde tekrarlanmaktadır.

- Risk Haritası

Risk haritası, bir proje veya programdaki risklerin olasılığı ve etkisini görselleştirmek için kullanılan önemli bir araçtır. Risk haritası, tüm risklerin okunması ve anlaşılması kolay bir biçimde bütünsel olarak riskleri göstermektedir.

- Risk Yönetimi Bilgi Sistemi

Proje geliştirme aşamaları boyunca, belirlenen proje risklerinin belgelenmesi ve bu bilgilerin zamanla güncellenmesi için kullanılan bir araçtır. Proje ekiplerinin riskleri izlemek ve acil durum etkilerini belgelemesine yardımcı olmaktadır.

- Kendi Kendine Modelleme Çalışma Sayfası

WSDOT tarafından kullanılan bu teknik, risklerin listelenmesi, ölçülmesi ve analiz edilmesi adımlarını hayata geçirmektedir. Bu teknik, 10-25 milyon ABD Doları arasındaki projelerde kullanılmaktadır. Kendi kendine modelleme tekniği, listelenen belirsizlikleri ele alır ve olası proje maliyetinin ve süresinin dağılımını ortaya çıkarmak için Monte Carlo Simülasyonunu kullanmaktadır. Çalışma sayfası, her risk için üç noktalı bir tahmin mantığı kullanmakta ve bu sayede dağılımları ortaya çıkarmaktadır. Bu teknik, tüm risk yönetimi süreci içerisinde kullanılabilir. Teknik ayrıca proje hedefleri üzerinde mevcut anda tehdit oluşturması öngörülme riskleri kaldırmayı sağlamaktadır [44].

Risk analizi aşamasının gerçekleştirilmesi sonucunda bir dizi çıktı verileri elde edilmektedir. Bu çıktı ürünleri aşağıdakiler ile sınırlı olmamak kaydı ile şu şekilde sıralanabilir:

- Proje risk sınıfları ve bu sınıflar içerisinde tanımlanmış proje riskleri,
- Önceliklendirilmiş risk listesi,
- Proje maliyetinin ve/veya takviminin aşılma olasılığı,
- Projenin planlanan performans ihtiyaçlarına ulaşamama olasılığı,
- Risklerin proje üzerinde yaratacağı olumsuz durumların oluşturacağı etki büyüklüğü,
- Risklerin hangi proje aktivitelerine etki edeceği ve bu etkinin büyüklüğü [31].

Risk analizi aşamasının iki temel bileşeni bulunmaktadır. Bunlar:

1. Nitel Risk Analizi
2. Nicel Risk Analizi

3.3.1. Nitel Risk Analizi

Nitel risk analizi aşaması, tanımlanmış risklerin oluşma olasılıklarını ve oluşması durumunda proje amaçlarına yapacağı etkinin değerlendirilmesini ve risklerin önceliklendirilmesini içermektedir. Risklerin önceliklendirilmesi verimli risk yönetimi için çok önemli bir adımı oluşturmaktadır. Proje özelinde tanımlanan risklerin tümü için bir cevap stratejisi oluşturulmasına gerek duyulmamaktadır. Eğer bunu yapmaya çalışırsak ilk başta risk yönetiminin projeye olumsuz etkileri bertaraf etme savımızdan kopmuş oluruz. Çünkü bunu yaparsak biz belki de olumsuz etkisinin yüksek olmadığı bir risk üzerinde çabalamış oluruz ve gereksiz iş yükü harcamış oluruz. Bu sebeple bize gerçekten büyük olumsuz etkileri olacak riskleri tespit etmemiz gerekmektedir. İşte bu gerekçe nedeniyle riskleri önceliklendirmeye ihtiyaç duymaktayız. Nitel risk analizi, nicel risk analizinin yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan sayısal verilerin hesaplanmasını sağlamaktadır. Bu aşama sonucunda elde edilen önceliklendirilmiş riskler bir sonraki adım olarak nicel risk analizinde ya da direkt olarak risklere cevap planı oluşturma aşamasının temelini oluşturacaktır [11], [12], [47], [62].

Çizelge 3.8’de açıklanan Olasılık x Etki Matrisi tekniği, nitel risk analizi aşamasında kullanılmaktadır. Bu teknik matris temelli bir teknik olmasına karşın tek matris temelli teknik değildir. Matris temelli teknikler üçe ayrılmaktadır. Bunlar:

1. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA, programdaki hatalar için iyileştirme yapılmasının planlanması yerine, tüm program üzerinde en geniş faydayı sağlayacak hataları önceliklendiren bir mühendislik metodudur. FMEA metodu, erken aşamalarda seçim yapılması ve sadece önemli olduğu kararlaştırılan hatalar için veri toplamaktadır. Günümüzde aktif olarak kullanılan bir kalite iyileştirme metodudur.

FMEA yönteminde, önceliklendirme yapılırken üç bileşen temel alınmaktadır. Bunlar:

- Olasılık (O)
- Etki (E)
- Saptanabilirlik (S) (Farkedilebilirlik)

Bu üç bileşen kullanılarak hesap edilen risk skorunun formülü (3.8)'de gösterilmektedir.

$$Risk\ Skoru = Olasılık(O) \times Etki(E) \times Saplanabilirlik(S) \quad (3.8)$$

2. Fine-Kinney Yöntemi

Bu yöntemin kullanımı, L tipi matris yöntemi gibi kolaydır. Ölçek aralıkları daha geniştir. Önceliklendirme yapılırken kullanılan üç temel bileşeni vardır. Bunlar:

- Olasılık (O)
- Etki (E)
- Frekans (F)

Bu üç bileşen kullanılarak hesap edilen risk skorunun formülü (3.9)'da gösterilmiştir.

$$Risk\ Skoru = Olasılık(O) \times Etki(E) \times Frekans(F) \quad (3.9)$$

3. L Tipi Matris Yöntemi

L tipi matris yöntemi, olasılık x etki matrisi adı ile de kullanılmaktadır. Nitekim bu çalışma kapsamında olasılık x etki matrisi olarak anılmaktadır. L tipi matris (5 x5) yönteminde, bir riskin gerçekleşme olasılığı ile gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkaracağı etkinin tespit edilmesini temel almaktadır. L tipi matris yöntemi, sadelik ve uygulanabilirlik açısından en fazla kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Bu yöntem sayesinde neden-sonuç ilişkilerinin sona erdirilmesi daha verimli olmaktadır.

L tipi matris yönteminde risk skorunun hesaplanması için iki temel bileşen kullanılmaktadır. Bunlar:

- Olasılık (O)
- Etki (E)

Bu bileşenler sayesinde hesaplanan risk skorunun formülü ise (3.10)'da gösterilmiştir [63].

$$Risk\ Skoru = Olasılık(O) \times Etki(E) \quad (3.10)$$

Bu üç matris yöntemi, projenin karmaşıklık düzeyine göre tek başına kullanımı yeterli olmayıp, başka teknikler ile birlikte kullanılması gerekmektedir. Aynı zamanda bu metotların başarıya ulaşma oranları, risk ekibinin tecrübe birikimine göre değişiklik göstermektedir. Bu metotların, özellikle hızlı sonuç elde edilmek istenen ve acilen önlem alınması gereken riskler için kullanımı daha uygun görülmekle birlikte aciliyet ortaya çıkmasa dahi çokça kullanımı tercih edilmektedir [64].

Bu çalışma kapsamında nitel risk analizi yapılırken Uzman Görüşmeleri, Risk Öncelik Sıralaması ve Olasılık x Etki (P x I) Matrisi teknikleri beraber kullanılmıştır. Bu aşamanın ayrıntılı hesaplama basamakları “Uygulama Projesi” başlığı altında anlatılacak ve hesaplama işlemleri yapılacaktır.

3.3.2. Nicel Risk Analizi

Niceliksel risk analizi aşaması, nitel risk analizi aşaması sayesinde önceliklendirilmiş risklerin proje amaçları üzerindeki etkilerini sayısal olarak ortaya koymaktadır. Niceliksel risk analizi ile risklerin olasılık ve etki tanımlamalarının sayısallaştırılması sayesinde proje amaçları üzerindeki etkilerinin somutlaştırılması amaçlanmaktadır. Nicel risk analizinin gerekliliği birçok sebebe bağlanabilmektedir. Bunlar arasında projelerin kapsamlarının daha geniş alanlara yayılması, risk yönetimi kavramının daha somutlaşmış hale getirilme isteği ve risk yönetiminde kullanılan tekniklerin daha rasyonel adımlar atmaya elverişli veriler sağlaması sebep olarak kabul görmektedir [12], [11], [47].

Çizelge 3.8’de açıklanan teknikler arasında nicel risk analizi aşamasında, kısmen ve çok karmaşık projelerde yaygın olarak kullanılan teknik “Tahmin Aralıkları - Monte Carlo Simülasyonu” dur. Monte Carlo Simülasyonu, bir stokastik tekniktir. Stokastik teknikler, deterministik tekniklerin aksine, %100 kesinlik gibi bir varsayım yerine olasılıksal çözümler üretmektedir. Bu sayede olasılıklı terimler veya dağılımlar kullanıcıya sunulduğu için projenin çerçevesinde oluşan belirsizlik değerlendirilebilmektedir. Bu avantajından dolayı, stokastik teknikler proje yöneticileri ve karar vericiler tarafından daha ağırlıklı olarak tercih edilmektedir [65].

Projede büyük riskler var ise, risklerin etkileri ölçülebiliyor ise, büyük olasılıkla tam bir bilgisayar tabanlı analiz tekniklerinin kullanılması gerekmektedir [17]. Bu tekniklerden birisi de simülasyon tekniğidir. Simülasyon, hâlihazırdaki veya önerilen bir sistemin sergilediği davranışın çoğaltılması işlemini içermektedir. Sistem için bir model tasarlamaktan ve bu tasarlanan model ile sistemin işleyişini daha iyi kavramak veya

sistemin yönetimi için uygun stratejileri göz önünde bulundurarak değerlendirme işlemi için deneyler yapmaktan meydana gelmektedir [66]. Simülasyonlar içerisinde kullanılan Monte Carlo Simülasyonu, projelerin zamanında ve bütçesinde bitirilme olasılığını tahmin etmek için birçok farklı endüstride kullanılmaktadır [67]. Monte Carlo Simülasyonu, stokastik bir benzetim tekniğidir. Bu teknik, proje değişkenlerinin birçok olasılık dağılımıyla modellenebileceğini varsaymaktadır [68]. Bu teknik, bir dizi bitiş tarihi ve olası sonuçları üretmektedir, yani projenin bitirilebileceği en erken, en geç bitiş tarihleri ve aradaki tarihler gösterilmektedir. Başka bir deyişle, projenin belirli bir tarihte bittiği gösterilmemektedir (deterministik çizelge), bir dizi olası tarihte (olasılıklı çizelge) bittiği gösterilmektedir. Monte Carlo Simülasyonu, proje yöneticilerinin ve risk analistlerinin belirsizlik ve riski açıklamasını sağlayan matematiksel bir yöntemdir [67].

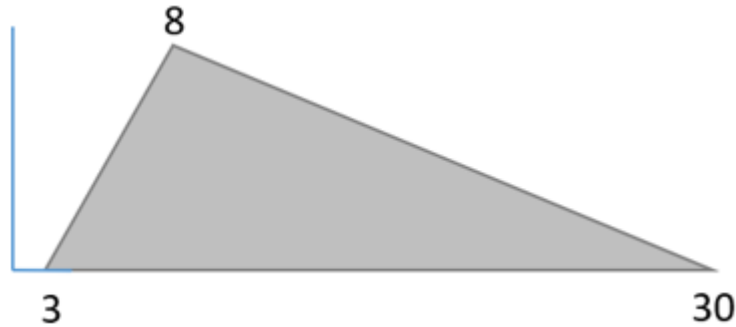
Monte Carlo Simülasyonunda, sisteme girişler, sistemin matematiksel bir modeli aracılığıyla çıktılara dönüştürülmektedir. Bu model, sistemin önemli özelliklerinin yeterince ayrıntılı olarak temsil edileceği şekilde geliştirilmiştir. Monte Carlo simülasyonundaki ana adımlar, girdileri bir araya getirmek, sistemin bir modelini hazırlamak, girdileri ve modeli kullanarak deneyler yapmak ve çıktıyı analiz etmektir. Bazen, sistemin bir parametresi sistematik olarak değiştirilmekte ve sistemin özelliklerindeki değişikliklere ne kadar duyarlı olduğunu belirlemek için çıktı değişen koşullarda izlenmektedir [66]. Proje değişkenlerinin her birinin olasılık dağılımından bir değer seçilmekte ve proje modeli üzerinde çalıştırılmaktadır. Proje modeli üzerindeki her tekrara yineleme adı verilmektedir. Sonuçların istatistikler önyargıdan arınmış olmasını sağlamak için proje modeli üzerinde 1000 veya daha fazla yineleme yapılması normal karşılanmaktadır [17]. Bu sayede, gerçek projenin özelliklerini yansıtan çok sayıda varsayımsal proje üretilmektedir [69].

Yukarıda da anlatıldığı gibi Monte Carlo Simülasyonunun gerçekleştirilebilmesi için olasılık dağılımlarının kullanılması gerekmektedir. Monte Carlo Simülasyonu içerisindeki olasılık dağılımları şunlardır:

- Beta Pert,
- Değiştirilmiş Beta Pert,
- Kümülatif,
- Ayrık,

- Geliştirilmiş,
- Genel,
- Log Normal,
- Normal,
- Üçgen,
- Trigen,
- Tekdüze [70].

Tüm bu olasılık dağılımları arasından üçgen dağılım, en yaygın olarak kullanılan olasılık dağılımlarından biridir. Üçgen dağılım, proje değişkenleri hakkında objektif veri bulunmadığı durumlarda da simülasyonun yapılmasını sağlamaktadır. Bu dağılımda, değişkenlerin en küçük, en olası ve en büyük değerlerinin belirlenebilmesi subjektif olarak kolaylıkla yapılabildiği için diğer dağılımlara nazaran kullanılmasında daha kolaylık sağlamaktadır. Üçgen dağılımın uç noktalarının gerçekleşme olasılığı düşük seyrederken, en olası tahmine yaklaşıldığında gerçekleşme olasılığı artmaktadır. Bu sebep ile bu dağılım, daha gerçekçi bir yaklaşım olarak göze çarpmaktadır. Üçgen dağılım subjektif verilere dayandığından, kullanıcıların kendi görüşlerini daha kolay yansıtabilmekte ve çok fazla bilgi gerektirmemektedir [71]. Şekil 3.7’de bir üçgen dağılımın ana şekli gösterilmiştir. Bu şekil bir proje değişkenine ait süre dağılımını ifade etmektedir. Bu değişkenin en düşük sürede tamamlanma günü 3 gün, en olası tamamlanma günü 8 gün, en yüksek tamamlanma günü ise 30 gün olarak görülmektedir [70].



Şekil 3.7. Üçgen dağılım.

Monte Carlo simülasyonunun ana avantajları, sistemin, girdilerinin, çıktılarının ve parametrelerinin ayrıntılı tanımlamasına izin vermesidir. Diğer avantajları arasında

zaman ve maliyet tasarrufu da vardır. Sentetik olarak üretilen verilerin gözlemlenen verilerin yerine geçmediğini hatırlamak önemlidir, ancak bu, analistin mevcut verilerden ayrıntılı bilgi almasını sağlayan kullanışlı bir pragmatik araçtır [66].

Bu çalışma kapsamında yapılacak olan nicel risk analizi aşamasında, Tahmin Aralıkları - Monte Carlo Simülasyonu kullanılmıştır. Primavera Risk Analysis programı vasıtasıyla bu simülasyon gerçekleştirilmiştir. Nicel risk analizi aşamasının ayrıntılı hesaplamaları “Uygulama Projesi” başlığı altında anlatılmıştır.

3.4. RİSKLERE KARŞI UYGUN STRATEJİNİN SEÇİLMESİ

Risk yönetimi sürecindeki bir diğer aşama ise risklere karşı uygun stratejinin seçilmesi aşamasıdır. Bu aşamada, risk kaynakları için nasıl bir yol izlenebileceği belirlenmektedir. Bu aşamada uygulanacak stratejiler risk kaynağının yapısına, olası sonuçlarına ve firmanın ya da karar verici kişilerin riskler hakkındaki duyarlılığına bağlı olarak şekillenmektedir [7]. Bu aşamadaki asıl amaç olumsuz etki meydana getirebilecek risklerin proje hedefleri üzerindeki etkilerinin azaltmaktır [72]. Risklere karşı uygun stratejileri belirlerken, bu stratejiler başka bir riski ortaya çıkarabilme veya mevcut risklerden birinin olasılığını ve etkisini artırabilme ihtimali göz ardı edilmemelidir [9].

Risk yanıt stratejilerinin uygun olanlarının belirlenmesini ve elde edilecek verimi artıracak şekilde geliştirilmesi için dikkate alınabilecek veya alınması gereken bazı yaklaşımlar vardır. Bu yaklaşımlardan bir tanesi değer metodolojisi (VM)’dir. VM, yıllar içerisinde değer mühendisliği, değer analizi ve değer yönetimi gibi birkaç farklı isim altında var olmuştur. Değer metodolojisi, hangi alanda uygulanacak olursa olsun değeri iyileştirmeye ilişkin kapsamlı bilgi birikimini ifade etmektedir. Değer metodolojisi, fonksiyonların analizi yoluyla projelerin değerini artırmak için çok disiplinli bir ekip tarafından kullanılan sistematik bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Değer metodolojisi, tersine, nesnelerin ne olduklarından çok nasıl işlediğiyle ilgilenir. Bu işlevsel düşünce, işlerin nasıl yürüdüğüne dair anlayışımızı derinleştirerek bizi yenilikçi çözümlere yönlendirmeye yatkındır. Bu düşünce, değer metodolojisinin özünü oluşturmaktadır. Risk değerlendirmesi ve değer metodolojisinin birbirleriyle ilişki olarak yürütülmesi tavsiye edilmektedir. İki süreç birbirleriyle uyumludur. Risk değerlendirmesi sorunları tanımlar ve karakterize ederken, değer metodolojisi çözümleri üretmekte ve geliştirmektedir [46].

Çizelge 3.1’deki maliyet tahmini sınıflandırma sistemi içerisinde yer alan proje geliştirme

aşamaları; planlama, programlama ve tasarımıdır. Risk yönetiminin, projenin tüm aşamalarında var olması gerektiği bu çalışma kapsamında birçok kez tekrarlanmaktadır. Bu sebeple, risk yönetimi süreci içerisindeki aşamalarda kullanılan teknikleri, proje geliştirme aşamalarına göre sınıflandırmak zaman kazanımına fayda sağlamaktadır. Çizelge 3.9’da risklere karşı uygun stratejilerin seçilmesi aşamasında kullanılan teknikler gösterilmektedir. Tablo içerisinde yer alan teknikler hakkında açıklayıcı bilgiler tanımlama ve risk analizi başlıkları içerisinde verilmiştir. Bu aşamada kullanılan tekniklerin aşağıdaki tablo ile sınırlı olmadığı unutulmamalıdır [44].

Çizelge 3.9. Risklere karşı uygun stratejilerin seçilmesinde kullanılan teknikler.

Sayı	Araç	Aşama	Karışıklık			Aşama	Karışıklık			Aşama	Karışıklık		
			Az	Kısmen	Çok		Az	Kısmen	Çok		Az	Kısmen	Çok
1	Risk Yönetim Planı	Planlama		•	•	Programlama	•	•	•	Tasarım	•	•	•
2	Risk Kaydı			•	•		•	•	•		•	•	•
3	Kırmızı Bayrak Öğeleri						•	•			•	•	
4	Tahmin Aralıkları - Monte Carlo Analizi							•	•			•	•
5	Risk Çalıştayları							•	•			•	•
6	Risk Kırılım Yapısı							•	•			•	•
7	Risk Yönetimi Bilgi Sistemi							•	•			•	•

Risklere karşı uygun stratejinin seçilebilmesin sağlayan 4 strateji bulunmaktadır. Bu stratejiler; riskten kaçınmak, riski transfer etmek, riski hafifletmek ve riski kabul etmektir. Şekil 3.8’de risk stratejileri ve bu stratejilerin ne anlama geldikleri gösterilmiştir [9], [23], [50], [73].



Şekil 3.8. Risk stratejileri ve eylemleri.

3.4.1. Riskten Kaçınmak

Riskten kaçınma stratejisi, oluşma olasılığının ve etkisinin çok yüksek olumsuz sonuçlar doğuracağı öngörülen riskler üzerinden uygulanmaktadır. Riskten kaçınma stratejisi, riski kabul etmek veya riski hafifletmenin aksine direk olarak ortaya çıkabilme ihtimali olan olayı reddetmek ile alakalıdır [47], [74], [75].

Riskten kaçınma stratejisinin kullanılması gereken birçok durum oluşabilmektedir. Örnek verilecek olursa; bir istinat duvarının jeolojik koşulları ile ilgili bir maliyet riskinin oluşabileceğini öngörüyoruz. Bu istinat duvarını ortadan kaldırır isek, riskin oluşma olasılığı sıfıra indirilmiş olur. Yani öngördüğümüz maliyet riski tamamen önlemiş olur. İstinat duvarının, bir set ile değiştirilmesine izin verecek ek gayrimenkul elde etmek için proje maliyetinin artırılması öngörülebilmektedir. Bu aşamaya geldiğimizde sorulacak soru şudur: öngördüğümüz riski önlemenin maliyeti, riskin meydana geldiğinde açığa çıkaracağı maliyetten daha az mı olacak? Bu soruya cevap olarak “evet” denilebiliyor ise, bu stratejiyi benimsemek, projenin olumsuz etkilenme düzeyini daha alt seviyelere çekecektir [46]. Bu örnek haricinde incelenen proje için teklif vermemek, çok yüksek fiyatlar vermek, sözleşmenin incelenen kısmında daha az riskli kısımlarına teklif vermek; proje yönetim planında değişiklik yapmak, kaynak kullanımında değişiklik yapmak, tedarik planın değişiklik yapmak riskten kaçınma stratejisinin deneyimlenebileceği diğer örneklerdir [47], [65].

Proje yaşam döngüsünde olumsuz etki yaratacak tüm risklerken kaçınılamamaktadır. Risklerden kaçınmak eğer proje için daha büyük olumsuz etkiler meydana getirmeyecek ise tercih edilmektedir [47].

3.4.2. Riski Transfer Etmek

En çok kullanılan stratejiler arasında riski transfer etme stratejisi bulunmaktadır. Bu strateji, riskin meydana gelmesi halinde oluşturacağı etkinin bir kısmının taraflar arasında paylaştırılmasını veya tamamının karşı tarafa transfer edilmesini sağlamaktadır. Ancak riskin taraflar arasında paylaştırılması veya belirli bir tarafa transfer edilmesi meseleyi tamamen çözüme kavuşturmamaktadır. Örneğin; yüklenici, alt yüklenici ile bir sözleşme imzalarken, geç tamamlanma için hem sözleşmenin zararlarını hem de kendisinin uğradığı zararın değerlendirmesini içeren bir tazminat maddesi koyabilir. Alt yüklenici, sözleşme aracılığıyla devredilen riskin farkında olmayabilir veya bu riski taşıyacak mali pozisyonda olmayabilir. Bu durumda yapılan risk transferi, öngörülen mevcut riski

önemli ölçüde artırabilmektedir. Burada önemli olan nokta riskin paylaştırıldığı veya transfer edildiğini tarafın, riski üstlenme, kontrol altında tutma ve azaltma becerilerine sahip olmasıdır [7], [47], [65], [69].

Kamu sektörünün de tüm riskleri otomatik olarak özel sektöre devretmeye çalışmaması, kamu sektörünün bir risk transferiyle VFM elde edebildiği zaman riski devretmesi son derece önemlidir. PFI sözleşmelerinin riski, kamu sektöründen özel sektöre transfer etmesi, PFI kullanımının avantajlarından biri olarak görülmektedir. Risklerin özel sektöre devredilmesi, vergi mükellefini gereksiz yüklerden kurtarmakta, özel sektörün planlanan bütçede ve zamanında projeyi teslim etmesi için daha büyük bir teşvik yaratmaktadır [76]. Kamu sektörü içerisindeki bazı önemli risk transferleri:

- Tasarım riski,
- Planlama riski,
- Tamamlama riski,
- Operasyonel risk,
- Artık değer riski,
- İflas riskidir [77].

Riski transfer etmek ile risk ortadan kalkmış ya da riskten kaçınılmış olunmamaktadır. Örneğin, bir metro projesinde, mal sahibi, tünel açma makinesini yükleniciye vereceğini planladı. Yüklenici mevcut işi ile ilgili planlanandan düşük bir verimlilik sergiliyor ise, bu sorunun ortaya çıkmasında mal sahibi tarafından sağlanan tünel açma makinesini sorumlu tutabilir. Yüklenici bu sebebi temel göstererek ek taleplerde bulunabilir. Bu yaklaşım uygulanırsa daha büyük bir riskin ortaya çıkabileceği öngörülebilir. Bu yeni ve daha büyük risk ile karşılaşılması için, yükleniciye kendi tünel açma makinesini temin etmesi istenmelidir. Tabi ki, bu risk transferinin bir bedeli olacaktır. Risk yönetimi ekibinin analizi, bunu yapmanın maliyetinin, bunu yapmanın ortaya çıkaracağı maliyetten daha az olduğunu gösteriyor ise bu işlem yapılmalıdır [7], [46], [47].

Sigorta, risk aktarımının en çok kullanılan yöntemi haline gelmiştir. Sigortalama aslen, belirli bir maliyet ile belirsiz bir durumun değiştirilmesi yöntemidir. Bu işlem sonucunda, risk bir para değerine dönüştürülmektedir. Sigortanın da bazı dezavantajları bulunmaktadır. Sigorta, en pahalı risk transfer yöntemidir ve ödeme taleplerinde anlaşmazlıklar yaşanabilmektedir. Ayrıca, sigorta bir sorumluluğun transferi olmaktan

çok, finansal bir transferdir. Sigortanın aksine, risklerin sözleşme aracılığı ile başka bir tarafa transfer edilmesi hem sorumluluğu hem de mali sonuçları transfer edilen tarafa kaydıracaktır [65], [69].

3.4.3. Riski Hafifletmek

Riski hafifletme stratejisi, riskin proje üzerinde oluşturacağı olumsuz etkiyi kabul edilebilir bir düzeye indirgemesini sağlamaktadır. Riski hafifletmek için iki yol izlenmektedir. Bunlar:

1. Riskin ortaya çıkma olasılığını azaltmak,
2. Risk ortaya çıktığında, riskin sebep olduğu olumsuz etkiyi azaltmaktır [7], [47].

Genellikle risk yönetimi ekipleri, riskin ortaya çıkma olasılığını azaltmayı tercih ederler. Çünkü risk ortaya çıktığında etkisini azaltmak daha pahalıya mal olma eğilimindedir [78] – [81].

Bu stratejiye örnek olarak; bir karayolu projesinin bir bölgesinde, konutların 3 metre yakınında uzun sayılabilecek bir süre boyunca ağır inşaat çalışmalarının yapılacağını düşünelim. Bu çalışma yapılırken çevreye verilen zarardan ötürü risk oluşabileceğini düşünelim. Bu riskle başa çıkmak için hiçbir şey yapılmaz ise, o bölgede yaşamını sürdüren sakinlerin bir dava açması sonucunda, proje maliyetlerinin artması ve daha da önemlisi inşaatın süresiz olarak ertelenme durumu ile karşı karşıya kalınabilir. Bu risk için bir hafifletme müdahale stratejisi olarak, o bölgede yaşamını sürdüren sakinlerin bir süreliğine geçici olarak yer değiştirmeleri için müzakerelerin gerçekleştirilmesi ve böylelikle yaşanabilecek olumsuzlukların azaltılabilmesi mümkün olacaktır. Bu azaltma stratejisi kesinlikle proje maliyetlerini artıracaktır, ancak özellikle riskin meydana geldiği andaki programa etkilerini azaltarak genel tablo çerçevesinde riskin azalması mümkün olmaktadır. Bir başka örnek verecek olursak, bir bina projesinde çok sık görülen bir risk azaltma durumu olan, bir sprinkler sisteminin kurulumun faydası üzerinde duralım. Yönetmelikler, sprinkler sisteminin kurulumunu gerektirmese de müşteri sprinkler sisteminin kurulumu için harcama yaparak yangının sebep olabileceği hasarlardan kaynaklanan zarar olasılığını azaltma ihtiyacını hissetmektedir. Bu basit yöntem ile risk hafifletilmiş olmaktadır. Riski hafifletmek için alternatif sözleşme yolları denemek, değişik yapım tekniklerini uygulamaya dâhil etmek veya yeni tasarım yollarını izleme yöntemleri de kullanılabilmektedir [34], [46], [69].

3.4.4. Riski Kabul Etmek

Riski kabul etme stratejisi, riskin transfer edilmesi ya da riskten kaçınma stratejilerinin izlenemediği durumlarda ve riske cevap üretip uygulamak riskin meydana gelmesi durumunda oluşturacağı etkiden daha çok maliyetli olacaksa tercih edilmesi gerekmektedir. Oluşma olasılığının düşük olduğu ya da oluştuğunda etkisinin düşük seviyede olduğu riskler için uygulanmaktadır. Bu strateji, pasif ve aktif kabul etme olarak ikiye ayrılmaktadır. Pasif kabul etmede, “risk meydana gelsin o zaman düşünürüz” anlayışı benimsenmektedir. Aktif kabul etmede ise riske zaman ve maliyet ayırılmasını öngören bir anlayış benimsenmektedir [47].

Yukarıda anlatılan 4 adet risk stratejisinin ve bu stratejilere verilen örneklerin görüldüğü gibi iki ortak noktası vardır. Bunlar; süre ve maliyet artışlarının nasıl daha hafife indirgenebilmesidir. Çizelge 3.10’da bizlere maliyet aşımının görüldüğü mega projeler gösterilmektedir [82], [85]. Çizelge 3.10’da sunulan mega projeler arasında Türkiye sınırları içerisinde yapılan mega projeler gösterilmemiştir. Bunun nedeni ise, Türkiye’deki yapılan mega projelerin maliyet artışının olup/olmadığının, olduysa bile şu kadar maliyet artışı olduğu bilgisinin net bir şekilde bulunmamasıdır. Mega projeler, hiçbir zaman önceden öngörülen maliyette ve planlanan zamanda tamamlanamamakta, bütçeler ise tahmin edilenden sürekli fazla olmaktadır. Mega projeler bütünü içerisindeki her 10 projeden 9’unda maliyetler planlanan sınırdan aşılmakta, hükümetler, vergi ödeyenler ve tüketiciler aracılığıyla bu maliyetler karşılanmaktadır [82]. Bu tablodaki maliyet artışının ortaya çıkma sebebinin sadece risk etmenine bağlı olduğunu söyleyemeyiz. Ancak şu da unutulmamalıdır ki risk etmenini iyi yönetememek tabloda gösterilen rakamlara ulaşmayı daha kolay hale getirecektir. Bu tür mega projelerde, sabit fiyatlarda %50-%100 düzeylerinde maliyet aşımaları görülmekte ve sık şekilde meydana gelmese de %100’den fazla maliyet aşımaları da görülebilmektedir. Demiryolu projeleri, maliyet aşımının en yüksek düzeylerde görüldüğü projeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Demiryolu projelerinde, tahmini tamamlanma maliyeti ile gerçekleşen tamamlanma maliyeti arasında ortalama olarak %45’lik bir sapma vardır. Köprü ve tünel projelerinde, bu oran ortalama olarak %34, karayolu projelerinde ise bu oran ortalama olarak %20 düzeylerinde görülmektedir. Demiryolu projelerindeki bu aşırı maliyet artışı, gelişmiş olan ülkelere nazaran gelişmekte olan ülkelerde daha belirgindir. [83], [84].

Çizelge 3.10. Maliyet aşımı görülen mega projeler.

Proje	Maliyet Aşımı (%)
Süveyş Kanalı, Mısır	1900
İskoç Parlamento Binası, İskoçya	1600
Sidney Opera Binası, Avustralya	1400
Troy and Greenfield Demiryolu, ABD	900
Furka Tüneli, İsviçre	300
Boston Tüneli, ABD	275
Panama Kanalı, Panama	200
Denver Uluslararası Havalimanı, ABD	200
Humber Köprüsü, Birleşik Krallık	175
Dublin Port Tüneli, İrlanda	160
London Limehouse Tüneli, Birleşik Krallık	110
Karlsruhe-Bretten Hafif Treni, Almanya	80
Bangkok Metrosu, Tayland	67
Güney Yüksek Hızlı Tren Hattı, Hollanda	60
Büyük Belt Batı Köprüsü, Danimarka	50

3.4.5. Risk Yanıt Stratejisinin Uygulanma Adımları

Risklere karşı uygun stratejinin seçilebilmesi için bir dizi işlem basamağı takip edilmelidir. Bunlar şu şekildedir:

1. Gündemdeki bir risk ile ilgili özel olarak bir tedaviye ihtiyaç duyulup duyulmadığına veya standart yönetim metotları ve faaliyetlerinin gerçekleşmesi esnasında riske amaçlanan tepkinin verilip verilmediğine karar verilmelidir. Hangi stratejilerin uygulanabileceğini değerlendirmeden önce, standart uygulamaların bir kontrol işlevi gördüğü yolları veya bu standart uygulamaların riski yeterince kontrol etmek için değiştirilebileceği yolları dikkate almak yararlıdır.
2. Üzerinde durulan risk için ne tür bir stratejinin gerekli olduğu belirlenmelidir. Bu riske tepki verirken amacın ne olduğu belirlenmelidir. Amaç; tamamen önlemek mi, olasılığını veya sonucunu azaltmak mı, riski devretmek mi yoksa riski kabul etmek mi? Risk stratejisi seçilirken, riskin niteliğine ve bu riske yönelik tolerans aralığına dikkat edilmelidir.
3. Riske karşı hangi amacın güdülmesine karar verildikten sonra güdülen amaca uygun tepki seçenekleri belirlenmeli ve tasarlanmalıdır. Bu maddeyi sağlıklı bir düzeyde tamamlayabilmek için risk olayının doğasını ve nasıl ortaya çıktığını iyi bilmek gerekmektedir.
4. Riske karşı tepki seçenekleri değerlendirilmeli ve bu seçeneklerin risk toleransına

göre fizibilitesi değerlendirilmelidir. Seçenekler istenen tepki etkisine sahip gibi görünüyor mu (yani, riski amaçlanan sonuca götürüyor mu?)

- Uygulanması planlanan seçenekler başka riskleri tetikleyebilir mi?
- Uygulanması planlanan seçenekler faydalı mı yoksa uygun maliyetli mi? Seçeneği uygulamanın maliyeti, seçeneğin uygulanmadığında meydana gelen olaydan kaynaklanan maliyetten daha mı ağır basıyor? Kısaca, bu seçeneği uygulamanın maliyeti gündemdeki risk için daha mı makul? [86].

Bu 4 aşamaya gelinceye kadarki tüm aşamalarda beyin fırtınası tekniğinden yardım alınabilir. Bir tür nitel veya nicel analizin gerçekleştirildiği varsayıldığında, proje riskleri, bir olasılık ve etki matrisi aracılığıyla önceliklendirilmiş olacaktır. En yüksek öncelikli risklerden başlayarak, her risk için mümkün olduğunca çok sayıda olası seçeneği belirlemek için beyin fırtınası kullanılabilir. İyi beyin fırtınası sürecinin sağlanması için fikirlerin miktarına vurgu yapılmalı ve eleştiriden kaçınılmalıdır. En iyi fikirlere ulaşmanın en etkili yolu, birçok fikre sahip olmaktır [46].

5. Risklere karşı uygulanan tepki seçenekleri belgelenmelidir. Risklere karşı stratejiler belirlendikten sonra bir risk strateji/tedavi/tepki planı hazırlanmalıdır. Bu planlar, yapılacak işlem için sorumlulukları, uygulama için zaman çerçevelerini, bütçe gereksinimlerini veya kaynak etkilerini, performans ölçümlerini ve uygun olduğu yerlerde gözden geçirme sürecini tanımlanmalıdır.
6. Karara varılan risk tepki seçenekleri uygulanmalıdır. Kaynak sağlama, finansman veya diğer hareketler için yetkilendirmeyi gerektiren herhangi bir seçenek onaylandıktan sonra, bu seçenekleri yapma sorumluluğuna sahip olduğu belirlenen kişiler tarafından seçenekler uygulanmalıdır. Risk için birincil sorumlulukla görevlendirilen kişi, nihayetinde risk tepki seçeneklerinden sorumlu bulunmaktadır.
7. Risk tepki seçenekleri uygulandıktan sonra kalan risk düzeyi değerlendirilmelidir. Bir risk tepkisi gerçekleştirildiğinde ve kontroller uygulandığında bile risk tamamen ortadan kaldırılamayabilir. Kalan risk seviyesi, risk tepkisi uygulandıktan sonra ortaya çıkan riskin olasılığını ve sonucunu ifade etmektedir. Kalan risk derecelendirmesi genellikle orijinal risk derecelendirmesinden daha düşüktür, aksi takdirde risk tepki seçeneklerinin etkili olmadığı kabul edilmelidir. Kalan risk belgelenmeli, izlenmeli ve gözden geçirilmelidir. Uygun olduğu durumlarda, daha ileri risk tepki seçenekleri faydalı olabilir. Kalan risk hakkında iyi bir farkındalığa

sahip olmak, riskin sürekli olarak izlenmesi ve gözden geçirilmesi açısından önemlidir [86].

Aşağıda maddeler halinde risklere karşı yanıt planlarının neden zayıf ve başarısız olduğuna dair unsurlar belirtilmiştir:

- Proje yöneticilerinin zayıf performansı,
- Risk müdahale ekibinin seçimi ile ilgili olarak yetki devri sorunu,
- Risk müdahale planının zamanında tamamlanmaması,
- Risk müdahale planını izleme sürecinde denetçilerin rolünü ihmal etmek,
- Risk müdahale ekibinin eğitimi ve sürekli gelişimi için fon eksikliği,
- Yüksek riskli yetersiz strateji,
- Finansal ödemelerdeki gecikme,
- Projenin planlama aşamasından uygulama aşamasına kadar tahmin edilen maliyet kriterlerindeki değişiklikler,
- İç etkenler (terörizm, sabotaj vs.) için risk müdahale planını doğru bir şekilde uygulamanın zorluğu [87].

Risklere karşı cevap oluşturma aşaması, kendi içerisinde bir döngüsel süreci izlemektedir. Bu döngüsel süreci meydana getiren adımlar:

- Risklere karşı atılması gereken tepki adımlarının değerlendirilmesi,
- Oluşabilecek artık risk seviyelerinin ihmal edilebilir olup olmadığına karar verilmesi,
- İhmal edilemez ise yeni risk tepkisinin oluşturulması,
- Risklere karşı verilecek tepkilerin etkinliğinin değerlendirilmesidir [88].

3.4.6. Risk Yanıt Stratejisinin İçermesi ve Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

Risklere karşı yanıt stratejilerini planlamanın amacı, uygulanması düşünülen yanıt stratejilerinin nasıl uygulanacağını belgelemektir. Yanıt stratejilerinin istenilen uygulama verimliliğine ulaşabilmesi için ise, oluşturulan planlamanın içerisinde belli başlı bilgiler bulunmalıdır. Bu bilgiler:

- Risklere karşı gösterilmesi gereken tepkinin seçim nedeni ve bu tepki sayesinde kazanılması beklenen faydalar,

- Risklere karşı yanıt stratejilerini onaylamaktan ve uygulamaktan sorumlu olan taraflar,
- Önerilen ek eylemler,
- Kaynak gereksinimleri,
- Performans ölçümleri,
- Raporlama ve izleme gereksinimleridir [88].

Risklere karşı yanıt stratejilerinin istenilen verimliliğe ulaşmasını etkileyebilecek birçok faktör bulunmaktadır. Aşağıdaki maddeler ile sınırlı olmamak kaydı ile bu faktörlerden bazıları:

- Riskin meydana gelmesine neden olan tehlikeler hakkında bilgilerin miktarı ve kalitesi,
- Risk meydana geldiğinde oluşturabileceği zararın büyüklüğü hakkında bilgileri miktarı ve kalitesi,
- Proje yöneticisinin riskin yönetilmesine katkıda bulunduğu için elde edeceği fayda,
- Uygun maliyetli alternatif senaryoların tespiti [31].

Risklere karşı yanıt stratejilerini değerlendiren personel, başlangıç noktası olarak şu soruları sorabilir:

- Yanıt, istenilen bir şekilde uygulanabilir ve tespit edilen ihtiyaçları karşılayabilir mi?
- Yanıtın, riski kabul edilebilir bir düzeye indirme konusundaki yetkinliği nedir?
- Kaynaklar baz alındığında yanıt stratejisinin oluşturacağı ek hamleler karşılanabilir mi?
- Yanıt stratejisini uygulamak için gereken zaman mevcut mu?
- Yanıt stratejisinin genel iş programı üzerindeki etkisi nelerdir?
- Yanıt stratejisinin projenin performansı üzerinde ne düzeyde bir etkisi vardır? [31].

3.4.7. Risk Yanıt Stratejisi Hakkında Örnek Veriler

Önceki konularda da bahsedildiği gibi risk yanıt stratejileri detaylı bir şekilde geliştirilmeli ve belgelenmelidir. Çizelge 3.11'de bir karayolu projesi içerisindeki bir riskin belgelenmiş, risk tepkisi eylem planı örneği gösterilmektedir. Bu örnek içerisinde;

riskin tanımı, riskin türü, riski etki dereceleri, uygulanabilecek risk yanıtları, risk yanıtları sonucundaki risk etki dereceleri, bu yanıtların nasıl uygulanacağını açıklayan eylem planı, riskin sahibinin kim olduğu, riskin izlenebilmesi için gereken zaman planlanması bulunmaktadır. Tablo içerisindeki kısaltmalardan D = Düşük, O = Orta, Y = Yüksek, BD = Beklenen Değer ifadesine karşılık gelmektedir [46].

Risk yanıt stratejilerinin verimli uygulanması için birçok farklı yöntem ve şablon vardır. Yukarıdaki örnek tablo haricinde, bir başka örnek ise Çizelge 3.12’de görülmektedir. Bu tablo içerisindeki risk yanıt stratejileri beyin fırtınası tekniği ile tespit edilmiştir. Hangi yanıtların tehditleri en az seviyeye indirebilmesi veya fırsatları en üst seviyeye çıkarabilmesi için uygun olacağı tabloda görülmektedir. Her yanıt stratejisi, en az seviyeye indirebilme ve en üst seviyeye çıkarabilme kriterine göre niteliksel olarak değerlendirilmektedir. Tablo içerisinde yer alan kategoriler başlığı altında 3 farklı kategori bulunmaktadır. Bunlar; onay işareti, ünlem işareti ve çarpı işaretidir. Onay işareti kategorisine dâhil olan risk yanıtları, risk üzerinde ilk aşama olarak kullanılması için geliştirilen yanıtlardır. Ünlem işareti kategorisine dâhil olan risk yanıtları, ilk aşama yanıtlarının beklendiği kadar verimli bir şekilde çalışmaması durumunda kullanılması için geliştirilebilme olasılığına sahip risk yanıtlarıdır. Çarpı işareti kategorisine dâhil olan risk yanıtları, proje üzerinde kullanmak için geçersiz veya etkisiz risk yanıtları olarak kabul edilmektedir. Bu şekilde yapılan değerlendirme sayesinde, süreç basit tutulabilir ve zaman daha verimli kullanılabilir [46].

Çizelge 3.11. Bir karayolu projesi risk tepkisi eylem planı örneği.

Risk Yanıt Stratejileri												
Segment 1 - Risk Tepkisi Eylem Planları												
Risk Tanımı												
Risk No	Risk Adı	Tür	Tanım	Olasılık	Maliyet				Süre			
					D	O	Y	BD	D	O	Y	BD
10.2a	401 WQC - Yağmur suyu	Tehdit	Yağmur suyu yönetimi. Doğal Kaynaklar Bölümü(DNR)'nün Su Kalitesi Sertifikası(WQC)'sını vermeden önce yeterli düzeyde Toplam Askıda Katı Maddeler(TSS)'in kaldırılmasını gösteren plan gereklidir. Su Kalitesi Sertifikası(WQC)'nın olmaması, geçerli bir 404'e sahip olmadığınız anlamına gelir. Yağmur suyu yönetiminin koridor analizi programının gerisindedir. Bu, potansiyel olarak tüm projeleri geciktirebilir.	50%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	1.00	3.00	24.00	3.08
Risk Tepkisi Eylem Planı												
Risk Yanıt Stratejileri				Olasılık	Maliyet				Süre			
					D	O	Y	BD	D	O	Y	BD
1. Nihai yağmur suyu yönetim planını en kısa sürede yerine getirerek erken koordinasyon sağlayın.												
2. Mevcut yağmur suyu yönetimini mevcut kapsama göre yeniden												

Çizelge 3.11. (devam) Bir karayolu projesi risk tepkisi eylem planı örneği.

değerlendirin. 3. Danışman sözleşmelerinin nihai onayını almak için bir US41 danışman müşteri adayı belirleyin. 4. Zamanında teslimatı garantilemek için son teslim tarihi belirleyin ve programı yönetin.	25%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	1.00	3.00	24.00	1.54
Eylem Planı Açıklaması	Risk Sahibi		Risk İzleme Kilometre Taşı/Sıklık						
1, 2. Erken koordinasyon = Scott Ebel'dan yakın yönlendirmeli danışman tasarımcı (Donohue) ile BC süpervizörü, 41 proje yöneticisi, Tom Kobus'un Hey ve Associates'in bıraktığı yerden devam etmesi ve ele alınacak yağmur suyu yönetim planını tamamlaması / güncellemesi gerekir. DNR ile yapılan son koordinasyon toplantılarında, DNR'nin yağmur suyu yönetiminin mevcut tasarımından / analizinden memnun olmadığı ve biz ona daha fazla bilgi verene kadar nihai WQC'yi vermeye istekli olmayacağı açıkça ortaya çıktı. DNR'nin endişesini gidermek için, koordinasyonu hızlandırmak ve nihai yağmur suyu yönetim planının tamamlanmasını hızlandırmak için Donohue ve diğer danışman yağmur suyu havuzu tasarımcılarıyla iki haftada bir veya haftada bir toplantılar yaparak başlamalıyız. Daha sonra her ay DNR ile durumlarını güncellemek ve tasarım hakkında girdi almak için toplantılar yapılmalıdır. Bu göreve atanan Başbakan(Proje Yönetimi) yardımcısı Scott Ebel, bu konuyu yönetme ve bu toplantıların gündemini oluşturma ve koordine etme konusunda başı çekmelidir. Courtney Chlopek de not almak ve toplantı tutanağı göndermek için bu toplantıda olmalı. 3. Danışman sözleşmelerinin nihai onayını almak için US 41 müşteri adayını tanımlayın. 4. Donohue sözleşmesi organizasyon planı ve kilometre taşları için imzalanır imzalanmaz Scott Ebel, toplantıyı planlayın. Scott daha sonra, tekrarlanan toplantı gerçekleştirilince planı ve kilometre taşlarını yönetecek ve güncelleyecektir.	Lider Scott Ebel (WisDOT)		İki haftada bir gözden geçirme gereklidir. Bunun için son teslim tarihi segment 1 ve 2 için 1 Haziran 2010'dur. Not: Segment 1 ve 2 birlikte teslim edilmelidir.						
	Temel Maliyete Etkisi								
	Maliyete etkisi yok.								
	Temel Süreye Etkisi								
	Süreye etkisi yok.								

Çizelge 3.12. Risk yanıt stratejisi örneği.

Risk Yanıt Stratejileri Beyin Fırtınası Ekibi											
Risk No	Risk Adı	Tür	Tanım	Risk Nesnesi	Olasılık	Maliyet	Süre	Fonksiyon		Fikirler	Kategori
								Strateji	Nesne		
23.1	TransCanada boru hattının Main Ave/ CTH G üzerinden geçmesi	Tehdit	Kritik bir TransCanada boru hattı, güneye giden rampa terminalinin hemen batısındaki Main Ave / CTH G'yi geçiyor, ardından SB çıkış rampasının batı tarafını takip ederek US 41'i geçiyor. Bu boru hattı önerilen fırtına kanalizasyon sistemi, gölet kazısı ve sokak lambaları ile çelişiyor olabilir. TransCanada tipik olarak boru hatları ile menholler, girişler ve ışık direkleri gibi herhangi bir yapı arasında 25 fit genişliğinde açık bir bölge talep eder. Bu hat esasen geçiş hakkı dahilinde olsa da, yer değiştirmesi minimum düzeyde telafi edilebilir ve TransCanada'nın taşınması yavaş ve pahalıdır.	Boru Hattı Çakışması	75%	\$1.31	1.25	Hafifletmek	Boru Hattı Çakışması	TransCanada boru hattıyla tüm çatışmaları agresif ve net bir şekilde tanımlayın.	✓
								Hafifletmek		Boru konumunu belirlemek için TransCanada ile erken koordinasyon sağlayın.	✓
								Hafifletmek		TransCanada ile yasal koordinasyon sorunlarını erkenden araştırın.	✓
								Kaçınmak		Ardışık düzen ile herhangi bir çakışmayı ortadan kaldırmak için kesişimi yeniden tasarlayın.	✗
								Kaçınmak		Profili kaydırmak için sıkı bir elmas konfigürasyona geçin (her iki Ashland Ave. yapısının değiştirildiğini varsayarak)	!

Çizelge 3.12. (devam) Risk yanıt stratejisi örneği.

23.2	Hızlandırılmış Kamu Hizmeti Koordinasyonu	Tehdit	TRANS 220 zaman çizelgelerinin ihlal edilmesiyle ilişkili riskler veya kamu hizmetlerini adil bir şekilde tazmin etme ihtiyacı, inşaat gecikmelerini en aza indirme ihtiyacı nedeniyle ağır basabilir. Böylelikle Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı(DOT), çözülmemiş altyapı anlaşmazlıkları nedeniyle inşaat gecikmelerinden sorumlu olacaktır.	Kamu Hizmeti Sorumluluğu	95%	\$1.20	2.53	Kaçınmak	Kamu Hizmeti Sorumluluğu	TRANS 220 sürecini takip edin.	!
								Kabul Etmek		Projeleri daha erken inşa ettirmek için TRANS 220 sürecini ihlal edin ve gerekli fonları bütçeye tahsis edin.	✓
								Hafifletmek		Kamu hizmetleri ile ekstra koordinasyon içinde olun.	✓
								Hafifletmek		Koordinasyon için Beecher Hoppe ile NCG aylık toplantıları gerçekleştirin.	✓
								Transfer Etmek		Sorumluluğu yükleniciye kaydırın ve teklifte fiyat riskini ona verin.	!
24	Miktarları Yeniden Tahmin Etme	Fırsat	Miktarların yeniden tahmin edilmesinden kaynaklanan maliyet tasarruflarını gerçekleştirme fırsatı vardır.	Tasarruf	75%	\$6.88	0.00	Faydalanmak	Tasarruf	Maliyet tasarruflarını doğrulamak için güncel tahmin sağlamak için sözleşmeli danışman alın.	✓
								Faydalanmak		Birim fiyatların ne olacağını ve yüklenici teklif verme ortamının muhtemelen neyi aradığını "öğrenmek" için yaklaşan teklifleri gözden geçirin.	✓

Risk yanıtları stratejileri önceki tablolardaki gibi ayrı olarak işlenebileceği gibi risk kaydının içerisine dâhil edilerek de işlenebilmektedir. Çizelge 3.13’de bir riskin, risk kayıt şablonunun örneği gösterilmiştir [89].

Çizelge 3.13. Risk kayıt şablonu.

RİSK KAYDI			
KOD			
RİSK		Tanımlama tarihi	
RİSK SAHİBİ		R. Sahibi tanımlama tarihi	
RİSK AÇIKLAMASI		Durum	
OLASILIK	Açıklama		
Olası zamanlaması			
Meydana gelme sıklığı			
Gerçekleşme Olasılığı			
ETKİ	Açıklama		
Gerçekleşirse etkisi			
Etkilenen parametreler	Adı	Açıklama	
Etkilenen finansal parametre			
Riskle ilişkilendirilebilen varlıklar			
Riskle ilişkilendirilebilen faktörler			
Riskle ilişkilendirilebilen aktiviteler			

Çizelge 3.13. (devam) Risk kayıt şablonu.

OLASI RISK YANITLARI		
Risk yanıtı	Açıklama	Gerekli kaynaklar
OLASI NEDENLERİ	Açıklama	
TETİKLEYİCİ FAKTÖRLER	Açıklama	
OLASI SONUÇLARI	Açıklama	
Fiziksel sonuçlar		
Ekonomik sonuçlar		
Etkilenen proje kapsamı (ürün, hizmet, sonuç)		
DİĞER İLİŞKİLİ / İLGİLİ RİSKLER	Riskle ilişki şekli	
ORTAK GRUPLANAN RİSKLER	Grup adı, açıklama	
ETKİLENDİĞİ DİĞER RİSKLER	Açıklama (Risk ortadan kaldırılmalı mı)	

3.5. RİSKLERİN İZLENMESİ VE KONTROL EDİLMESİ

Projenin sürekli ilerleme kaydetmesi sebebiyle ortaya yeni riskler çıkabilmekte ve bu riskler tanımlanıp geriye dönük risk yönetimini aşamalarına dâhil edilmektedir. Yeni riskleri tanımlamanın dışında önceden tanımlanmış risklere karşı uygulanan stratejiler izlenmekte, stratejilerin ne kadar başarılı olduğu tespit edilmekte, risklerin özelliklerindeki değişimler ve risklerin meydana geldiğindeki etki alanındaki değişimler belirlenmektedir. Kısacası, risk yönetimi sürecini meydana getiren tüm aşamalar izlenmekte ve kontrol edilmektedir. Risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesi son aşama olarak görülmesine karşın, bu aşama risk yönetiminin son aşamasını meydana getirmemektedir. Bu aşama, tüm aşamalardan sonra uygulanmakla beraber geriye dönük bilgilendirme sağlamaktadır. Bu sebeple risk yönetimini döngüsel bir davranış biçimi haline getirmektedir [45], [90].

Bu aşama birkaç temel bileşenden oluşmaktadır. Bu temel bileşenler:

- Risk sahibinin kim olduğunu belirlenmelidir,

- Riski izlemek için kimin görevlendirileceği belirlenmelidir. Bu kişiye risk yöneticisi denilmektedir. Risk yöneticisi, planın verimliliği takip etmekten, istenmeyen sonuçları tespit etmekten ve riski daha düşük seviyeye indirgeyebilmek için plan boyunca düzeltme önerileri sunmakla sorumludur,
- Tüm riskler için risk yöneticisinin proje yöneticisine raporlama yapacağı niteliği ve sıklığı belirlenmelidir,
- Bu raporlamalar sayesinde yapılan güncellemelere ilişkin bir izleme prosedürü oluşturulmalıdır. Risk yöneticisinin güncellenmiş risk bilgilerini proje yöneticisine göndermesi sonucunda ana risk kaydı güncellenebilecektir,
- Proje yöneticisi, risk kaydı üzerinde yapılan güncellemeleri, her güncellemeden sonra risk yönetimi ekibine dağıtmalı veya düzenli bir program oluşturmalıdır (haftalık, aylık vb.) [46].

Risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesi aşamasının verimli gerçekleştirilebilmesi için uyulması gereken aşamalar şu şekildedir:

- Tüm projenin risk bilgilerini tek bir havuzda toplamak için standart araçlar ve teknikler kullanarak risklerin bilgileri belgelenmeli ve periyodik olarak güncellenmelidir,
- Risk yönetiminin tüm projeye entegrasyonu için uygun iletişim teknikleri kullanılarak proje yöneticisi ile koordinasyon sağlanmalıdır,
- Risk yönetimi faaliyetlerini ve mevcut durumunu takip etmek için risk yönetimi planı içerisinde belirtilen risk ile ilgili ölçümleri kullanarak raporlar oluşturulmalıdır,
- Risklere karşı cevap stratejilerinin performansları analiz edilerek izlenmeli, riskin kabul edilen seviyeye indirilmesini sağlamak ve oluşabilecek ikincil riskler için ek risk cevap stratejileri geliştirmek için paydaşlar ile koordinasyon sağlanmalıdır,
- Risk yönetimi planını güncel tutabilmek için ilgili iç ve dış girdiler gözetim altında tutularak elde edilen veriler ile risk yönetim planı güncellenmelidir,
- İlerleyen zamanlardaki projeler yaşam döngülerindeki ya da projelerdeki risk yönetim planlamasına dâhil etmek için proje risk yönetimi planından, risk kaydından, risk kontrol listesinden, risk yönetimi sürecindeki performans raporlarından öğrenilen risk dersleri belgelenmelidir [91].

Bu aşamaya gelene kadar birçok noktada risk yönetimi sürecini belgelemeden bahsedilmektedir. Peki, bu belgeleme işleminin önemi nedir?

- Projenin ilerleyen kademelerinde, değerlendirme ve güncellemeler için temel sağlamakta,
- Resmî belgeler, belgelenmemiş çabalara göre daha kapsamlı risk değerlendirmesi sağlamakta,
- Risklerin karşı gösterilecek tepki eylemlerinin izlenmesi ve sonuçlarının doğrulanması için bir temel sağlamakta,
- Projeye veya ekibe dâhil olacak yeni personel için projeye daha rahat ayak uydurabilmesi için destekleyici materyal sağlamakta,
- Projenin daha verimli yürütülebilmesi için bir yönetim aracı olmakta ve
- Proje içerisindeki kararların gerekçesini sağlamaktadır [44].

Risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesi aşaması birkaç sorulara yanıt verebilmek için yapılmaktadır. Bunlar:

- Risk stratejileri karar verilme anındaki gibi uygulanıyor mu?
- Risk stratejileri karar verilme anında düşünülen kadar etki ve verimliliğe yol açıyor mu?
- Tespit edilen riskler, nicel analiz sonunda öngörülen öncelik sıralamasını koruyor mu?
- Yeni bir riskin meydana gelmesine sebep olabilecek tetikleyiciler oluştu mu?
- Risk yönetim süreci doğru ve verimli bir şekilde uygulanıyor mu?
- Daha önceden öngörülemeyen riskler oluşuyor mu? [47].

Çizelge 3.1’de, WSDOT - AACEI tarafından oluşturulan, maliyet tahmini sınıflandırma sistemi içerisinde yer alan proje geliştirme aşamaları; planlama, programlama ve tasarımıdır. Risk yönetiminin istenilen şekilde verimli olabilmesi için projenin yaşam döngüsü boyunca varlığını sürdürmesi gerekmektedir. Bu nedenle, risk yönetimi içerisindeki kullanılan tekniklerin, proje geliştirme aşamalarına göre sınıflandırması gerekmektedir. Çizelge 3.14’de, risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesi aşamasında kullanılan teknikler gösterilmektedir. Tablo içerisinde yer alan teknikler hakkında

açıklayıcı bilgiler tanımlama ve risk analizi başlıkları içerisinde verilmiştir. Bu aşamada kullanılan tekniklerin aşağıdaki tablo ile sınırlı olmadığı unutulmamalıdır [44].

Çizelge 3.14. Risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesinde kullanılan teknikler.

Sayı	Araç	Aşama	Karışıklık			Aşama	Karışıklık			Aşama	Karışıklık		
			Az	Kısmen	Çok		Az	Kısmen	Çok		Az	Kısmen	Çok
1	Kırmızı Bayrak Ögeleri	Planlama		•		Programlama	•	•		Tasarım	•	•	
2	Risk Yönetim Planı			•	•		•	•	•		•	•	•
3	Risk Kaydı			•	•		•	•	•		•	•	•
4	Risk Yönetimi Bilgi Sistemi							•	•			•	•

Proje, sürekli değişikliğe açık ve hareketli yapıda olduğu için risk yönetimi de bu yapı ile paralel hareket etmesi gerekmektedir. Bu aşamaya destek olmak için risk kontrol listesi adı verilen kayıtlar oluşturulmaktadır. Bu sayede tüm riskler bir bütün halinde görülebilir ve gelecek projeler için bir bilgi altyapısı oluşturulmaktadır. Risk kontrol listesinde aşağıdaki bilgiler yer almalıdır:

- Risk kaynağı,
- Sebep tanımı,
- Oluşma olasılığı,
- Oluştığında açığa çıkardığı etki,
- Sorumluların kim oldukları,
- Hangi aktivitelerin etkilendiği,
- Risk stratejileri [92], [93].

Çizelge 3.14'e, ek olarak bu aşama için aşağıdaki teknikler dâhil edilebilir:

- Kazanılan Değer Yönetim

Bu teknik, kaynak planlamasını, çizelgeler ve teknik performans gereksinimleri ile ilişkilendirmektedir. Bu teknik, bir projenin maliyet performansını birçok parametre ile birlikte değerlendirmek için maliyet/zamanlama verisini kullanmaktadır. Proje özelinde planlanmış ve bütçelenmiş iş ile maliyet ve süre açısından gerçekleştirilen fiili işin belli aralıklar ile karşılaştırılmasını sağlar ve bu sayede, risklere karşı cevap stratejisi

eylemlerinin, planlanan şekilde sonuç verilerine ulaşp ulaşamadığını tespit edebilmek için zemin hazırlamaktadır.

- Teknik Performans Ölçümü

Teknik performans ölçümü, temel performans parametrelerinin tahmin edilen değerlerini, elde edilen değerler ile karşılaştıran ve ortaya çıkabilecek bir farkın sistem üzerindeki etkisini tespit eden bir tekniktir. Bu teknik, risk parametrelerinin planlanan ve elde edilen değerlerini karşılaştırarak risklerin izlenmesine katkı sağlamaktadır.

- Entegre Planlama ve Çizelgeleme

Bir proje için sözleşme imzalandıktan sonra, entegre planlama ve çizelgeleme, entegre ana çizelgeler gibi teknikler, paha biçilemez risk izleme araçları haline gelebilmektedir. Entegre planlama, gerekli olgunluğun veya ilerlemenin gerçekleştirildiğine dair kesinlik sağlamak için başarı kriterlerinin yanı sıra program için önemli sayılan olayları, kilometre taşlarını, tüm entegre teknik görevleri ve risk azaltma eylemlerini tanımlamaktadır [31], [27].

Bu aşamanın uygulanması sonucunda elde edilecek çıktılar şu şekilde sıralanabilir:

- Ölü değil yaşayan bir risk kontrol listesi oluşturulması,
- Riskler ile mücadele etmenin sağladığı risk öğretisi,
- Daha önceden tanımlanmamış veya karşılaşılmamış riskler karşısında öğrenilen yeni yaklaşımlar,
- Risk yönetim sürecine dâhil olan tüm aşamaların bir döngü içerisinde hareket ediyor olmasının ve sürekli geliştirilmesi gerekliliğinin farkındalığına erişmek [62].

3.5.1. Risklerin İzlenmesi ve Kontrol Edilmesinde Tarafların Sorumlulukları

Risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesi aşamasının sağlıklı gerçekleştirilebilmesi için projeye dâhil olan paydaşların üstlenmesi gereken bazı sorumluluklar bulunmaktadır. Bunlar:

- Mal sahibinin birincil sorumlulukları şunları içerir: Yetkin risk yönetimi birimi oluşturmak ve risk yönetimi birimi için yeterli düzeyde iş birliği ve destek sağlamaktır. Risk yönetimi planının ve acil durum planlarının değerlendirilmesini sağlamak, risk yönetimi ekibinin risk ile ilgili raporlarına ve önerilerine zamanında yanıt vermek ve uygulama kararını vermek, risk yönetimi biriminin önerilen

talimatları doğrultusunda inşaat sürecine katılan tüm tarafların etkili bir şekilde uygulanmasını denetlemektir.

- Risk kontrol biriminin temel sorumlulukları şunlardır: Mühendislik ile ilgili teknik ve ekonomik bilgilerin toplanması, uygun risk önleme ve kontrol önlemleri ve acil durum planlarının geliştirilmesi, proje risklerine kontrol uygulama planının hazırlanması, proje risk kontrol sisteminin kurulması, tüm risk kontrol sistemi tasarımının ve risk acil durum planlarının gözden geçirilmesi ve risk acil durum tatbikatlarının düzenlenmesi, inşaat riskinin dinamik takibi ve kontrolü, toplama ve uzman analizi risk verileri için bir bilgi merkezinin kurulması; çeşitli hazırlık ve performans aşamalarında risk kontrolünün değerlendirme raporunu hazırlamaktır.
- Denetim biriminin temel görevleri şunları içerir: Uygun risk denetimi kurallarının geliştirilmesi, risk kontrol testleri çalışmalarını organize etmeleri için risk yönetimi birimine yardımcı olunması, yüklenicinin proje uygulaması ve risk yönetimi bilgileri hakkında risk yönetimi birimine rapor verilmesi, risk ön kontrol önlemlerini ve acil durum planlarını uygulamak için risk yönetimi birimi ile aktif olarak işbirliğinin yapılması, risk yönetimi biriminin risk yönetimi raporunu hazırlamasına yardımcı olmaktır.
- Yüklenicinin temel görevleri şunları içerir: Yüklenici için risk analizi ve durum değerlendirmesine göre risk kontrol sistemini oluşturmak, önemli risk ve acil durum planlarının ön kontrol planlarını hazırlamak, projenin uygulanmasında tüm taraflara mevcut riskler ile ilgili zamanında bilgi vermek, risk olayı meydana geldiğinde zamanında kontrol önlemleri almak, risk yönetimi biriminin karar ve önerilerini uygulamaktır.
- Proje izleme tarafının (Uzaktan İzleme Merkezi) ana sorumlulukları şunları içerir: Proje uygulamasına dayalı uzaktan izleme verilerine göre risk yönetim birimlerine ve mal sahiplerine özel raporlar sunmak ve ön risk kontrol tavsiyeleri sunmak, teknik destek sağlamak ve proje uygulamasının gerçek zamanlı izlenmesine yönelik güvenilir bilgiler hazırlamak, risk yönetimi biriminin acil durum talimatlarına uygun olarak zamanında izleme sıklığının artırılması, proje izlemedeki deneyimi özetlemek ve risk yönetimi performansının uygulanmasını teşvik etmek [94].

4. UYGULAMA PROJESİ

Tez çalışması içerisinde yapılan hesaplar müteahhit bakış açısıyla yapılmıştır. Bu çalışma ihaleye girip girmeme konusunda karar vermesi gereken bir yapım firmasının yapması gereken bir risk değerlendirmesinin simülasyonudur.

Tez çalışması içerisinde kullanılan proje devlete ait bir otoyol projesidir. Karayolları Genel Müdürlüğüne Yap-İşlet-Devret (YİD) ihale modeli ile ihale edilmiştir. Projenin uzunluğu otoyol ve bağlantı yolları olmak üzere toplamda 430 km civarındadır. Tez çalışması içerisinde kullanılan proje verileri, tüm proje içerisindeki sorumluluk alanı 72 km olan bir müteahhit firmanın ilk 32 km'lik kısmını kapsamaktadır. Müteahhit firmanın tüm sorumluluk alanının proje içerisine dahil edilememesinin sebebi, projenin tamamen sonlandırılmamış olması nedeniyle geri kalan alanın verilerinin paylaşılmasının mümkün olmamasından kaynaklanmaktadır. Tez çalışması içerisinde kullanılan 32 km'lik projenin başlangıç tarihi 01.04.2015, bitiş tarihi 15.01.2018'dir. Toplam çalışılan proje süresi 986 gündür. Projenin öngörülen tamamlanma maliyeti 554.929.552,00 ₺'dir. Projenin maliyeti hesaplanırken 2020 birim fiyatları kullanılmıştır. Bu öngörülen tarih ve maliyet hesabında risklerin etkileri dâhil edilmemektedir. Projenin 32 km'lik olan kısmında 9,5 milyon m3 yarma toprağı, 6,8 milyon m3 dolgu toprağı, 63 adet menfez, 15 adet alt geçit köprüsü, 8 adet üst geçit köprüsü ve 3 adet viyadük bulunmaktadır.

Çalışma içerisinde yapılan tüm hesaplamalar risk alanında uzman bir kişi ile mail aracılığıyla görüşme sağlanarak beraber yapılmıştır. Proje hakkında tüm bilgilerin tez yazarına paylaşılmasının mümkün olmamasından dolayı ve bazı noktalarda yapılacak hesaplamaların tez bitiş süresi içerisinde yapılmasının mevcut şartlarda mümkün olmasından dolayı uzman kişinin tecrübelerinden yararlanılarak ortalama cevaplar ile hesaplara devam edilmiştir. Bu adımın kullanıldığı hesaplar yeri geldiğinde belirtilmiştir. Uzman kişi, Tekfen İnşaat şirketinde 2007-2019 yılları arasında çalışmış ve çalışma süresinin son 7 yılında Proje Risk Yönetimi Koordinatörü ve Risk Yöneticisi konumlarında görev yapmıştır. Risk Management Professional (PMI-RMP) ve (PMP) sertifikalarına sahiptir. EPC (Engineering, Procurement and Construction) sözleşmelerinde deneyime sahiptir.

4.1. PROJE ÖZELİNDE İNCELENECEK RİSKLER

Bu aşama için Çizelge 3.2 içerisindeki tekniklerden; risk kontrol listeleri, uzman görüşmeleri ve risk kırılım yapısı teknikleri kullanılmıştır. Bu teknikler haricinde çalışmanın konusu paralelinde yayınlanmış olan bilimsel çalışmalar içerisindeki riskler de incelenmiştir [4], [14], [18], [50], [53], [68], [95], [96]. Tüm bu incelemeler ve teknikler sonucunda çalışma içerisinde kullanılan projeye etki edebilecek riskler arasından, hemen hemen çoğu projeye etki etme ihtimali de olan 10 tane riskin incelemeye alınması uygun görülmüştür. Toplamda 10 adet risk incelenmiştir. Bu riskler; yönetim, yapım ve tasarım olmak üzere 3 kırılım yapısına sahiptir. Bu riskler hakkında irdeleyici bilgiler “Tartışma” başlığı altında verilmiştir. Çizelge 4.1’de bu riskler ve kırılım yapıları sıralanmıştır.

Çizelge 4.1. İncelenecek riskler ve ait oldukları kırılım yapıları.

Adet	Risk Kırılım Yapısı	Tür	Risk Adı
1	Yönetim	Tehdit	Projenin Yeterli Derecede Finanse Edilememesi
2		Tehdit	Ödemelerin Zamanında Yapılamaması
3		Tehdit	İşin Süresinde Tamamlanamamasından Kaynaklanan Maliyet ve Genel Gider Artışları, Gecikme Cezaları
4		Tehdit	Sözleşmeye Uygun Davranmamak
5		Tehdit	Tasarım ve İnşaat Süreçlerinin Entegrasyonu
6		Fırsat	Kapsam Değişikliği(Miktar/İş)
7	Yapım	Tehdit	Bilinmeyen Altyapı Deplasmanı
8		Tehdit	Arkeolojik Bulgular
9		Tehdit	Öngörülme Zemin Koşulları
10	Tasarım	Tehdit	Yetersiz Tasarım ve Tasarım Değişikliği Varyasyonlarındaki Fazlalık

4.2. NİTEL RİSK ANALİZİ

Bu aşama için Çizelge 3.8 içerisindeki tekniklerden; uzman görüşmeleri, risk öncelik sıralaması ve olasılık x etki (P x I) matrisi teknikleri kullanılmıştır. Nitel risk analizi aşamasına ilk olarak süre-maliyet-olasılık parametrelerinin aralık değerleri tespit edilerek başlanmıştır. Çizelge 4.2’de süre-maliyet-olasılık parametreleri çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olarak 5 dereceye ayrılmış ve bu derecelere karşılık gelen aralık değerleri gösterilmiştir. Çizelge içerisinde verilen süre ve maliyet değerleri, proje süresindeki ve maliyetindeki artışı temsil etmektedir. Çizelge 4.2 içerisindeki derecelerin ve bu derecelere karşılık gelen aralık değerlerinin belirlenmesinde PRAM ve PMBOK kılavuzları ile beraber [97] nolu çalışma içerisinde kullanılan projenin süre ve maliyet

değerleri bu çalışma içerisinde kullanılan projenin süre ve maliyet değerleri ile benzerlik gösterdiğinden bu çalışma da baz alınmıştır. Her projenin kendine özgü bir süre ve maliyet özelliğine sahip olduğu ve olasılık aralıklarının da riskten sorumlu ekip ve firmanın tutumu sebebiyle değişiklik gösterebileceği için Çizelge 4.2 içerisindeki verilerin kullanılacak proje özelinde revize edilerek kullanılması tavsiye edilmektedir.

Çizelge 4.2. Parametrelerin dereceleri ve bunlara karşılık gelen aralık değerleri.

	Çok Düşük (ÇD)	Düşük(D)	Orta(O)	Yüksek (Y)	Çok Yüksek (ÇY)
Süre (Gün)	<5	5-10	10-40	40-60	>60
Maliyet (₺)	<70.000	70.000-350.000	350.000-700.000	700.000-3.500.000	>3.500.000
Olasılık (%)	<10	10-20	20-40	40-60	>60

Çizelge 4.2 oluşturulduktan sonra çalışma içerisinde incelenecek olan 10 adet riskin, projeye hangi derecede etki ettiği tespit edilmiştir. Bu tespitin yapılmasında özellikle uzman görüşmeleri tekniğine çokça başvurulmuştur. Bu tespitler yapılırken riskler ne aşamada ne şekilde ortaya çıkabilir, ortaya çıktığında ne zararlar verebilir, verebileceği zararın boyutu nereye varabilir gibi çeşitli sorular ve tecrübeler temel alınmıştır. Bu işlem sırasında projenin bir parçası hakkında bilgi sahibi olarak karar verilmesi gereken noktalarda eldeki bilgi mevcut veya yeterli değil ise uzman kişinin tecrübeleri doğrultusunda ortalama bir etki derecesi seçilmiştir. Çizelge 4.3 dört sütuna ayrılmıştır. İlk sütunu 10 adet risk oluşturmaktadır. Bu risklerin olasılık dereceleri ikinci sütunu, süre etki dereceleri üçüncü sütunu ve maliyet etki dereceleri dördüncü sütunu oluşturmıştır.

Çizelge 4.3. Risklerin proje üzerindeki olasılık ve etki dereceleri.

Risk Adı	Olasılık	Süre	Maliyet
Projenin Yeterli Derecede Finanse Edilememesi	Y	ÇY	Y
Ödemelerin Zamanında Yapılamaması	ÇY	Y	Y
İşin Süresinde Tamamlanamamasından Kaynaklanan Maliyet ve Genel Gider Artışları, Gecikme Cezaları	ÇY	ÇY	ÇY
Sözleşmeye Uygun Davranmamak	Y	D	Y
Tasarım ve İnşaat Süreçlerinin Entegrasyonu	O	Y	Y
Kapsam Değişikliği (Miktar/İş)	O	D	D
Bilinmeyen Altyapı Deplasmanı	O	Y	Y
Arkeolojik Bulgular	ÇD	ÇY	ÇY
Öngörülme Zemin Koşulları	O	O	O
Yetersiz Tasarım ve Tasarım Değişikliği Varyasyonlarındaki Fazlalık	ÇY	Y	O

Risk skorunu hesaplayabilmek için tek eksik veri, olasılık ve etki derecelerine karşılık gelen sayısal değerlerdir. Bu değerler, Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. Çizelge 4.4’e

bakıldığında süre ve maliyet parametrelerinin sayısal değerlerinin aynı olduğu görülmektedir. Hem süre parametresi hem de maliyet parametresi, risklerin proje üzerindeki etkisini temsil ettiği için aynı sayısal değere sahiptir. Çizelge 4.4 içerisindeki süre, maliyet ve olasılık parametrelerinin derecelere göre sıralanmış sayısal değerleri PRAM ve PMBOK kılavuzları içerisinde - çoğu proje için uygun olabilecek - önerilen sayısal değerler baz alınarak oluşturulmuştur. Her ne kadar bu sayısal değerler, çoğu projeye uygun olabileceği kılavuz içerisinde bahsedilse de bu sayısal değerlerin projeden projeye veya risk ekibinden risk ekibine revize edilerek kullanmasının daha doğru bir kullanım olduğundan da bahsedilmektedir.

Çizelge 4.4. Parametre x derece'ye karşılık gelen sayısal değerler.

	Çok Düşük (ÇD)	Düşük(D)	Orta(O)	Yüksek (Y)	Çok Yüksek (ÇY)
Süre (Gün)	0,5	1	2	4	8
Maliyet (₺)	0,5	1	2	4	8
Olasılık (%)	1	3	5	7	9

Bir riskin, risk skoru aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplanmaktadır:

$$\text{Risk Skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Etki}$$

Örnek risk skoru hesabı:

- Hesabı yapılacak risk: 1 numaralı “Projenin Yeterli Derecede Finanse Edilememesi” riski.
- Olasılık: Bu riskin proje özelinde gerçekleşme olasılığı “%40-%60” aralığında öngörülmüştür. Çizelge 4.2’den bu aralığa denk gelen parametre derecesi “Yüksek (Y)” olarak tespit edilmiştir. Daha sonra Çizelge 4.4’den ise, “Olasılık” parametresi ile “Yüksek (Y)” derecesinin kesişimi olan “7” sayısal değeri elde edilmiştir.
- Etki: Daha önce de bahsedildiği gibi etkiyi temsil eden 2 parametre vardır; süre ve maliyet. Bu iki parametre içinde iki adet sayısal değer tespit edilecektir. Bu riskin projeye süre bazında etkisi “>60” gün olduğu öngörülmüştür. Çizelge 4.2’den bu aralığa denk gelen parametre derecesi “Çok Yüksek (ÇY)” olarak tespit edilmiştir. Daha sonra Çizelge 4.4’den ise, “Süre” parametresi ile “Çok Yüksek (ÇY)” derecesinin kesişimi olan “8” sayısal değeri elde edilmiştir. Bu riskin projeye maliyet bazında etkisi “700.000-3.500.000” ₺ olduğu öngörülmüştür. Çizelge 4.2’den bu aralığa denk gelen parametre derecesi “Yüksek (Y)” olarak tespit edilmiştir. Daha

sonra Çizelge 4.4’den ise, “Maliyet” parametresi ile “Yüksek (Y)” derecesinin kesişimi olan “4” sayısal değeri elde edilmiştir.

- Risk Skoru₁ = Olasılık x Süre = 7 x 8 = 56
- Risk Skoru₂ = Olasılık x Maliyet = 7 x 4 = 28
- Görüldüğü üzere bir risk için 2 farklı risk skoru hesaplanmıştır. Bu risk için kabul edilecek risk skoru en büyük olan risk skorudur. Yani örnek riskimizin risk skoru “56” olarak tespit edilmiştir.

Geriye kalan 9 adet riskin, risk skorları da bu şekilde hesaplanmıştır. Şekil 4.1’de diğer risklerin risk skorları ve risk skorlarına göre öncelik sıralamaları gösterilmiştir. Bir riskin risk skoru, bu riskin hem olasılık hem de etki bazında projeye etkisinin bütünsel olarak bir ifadesidir. Risk skoru değeri yükseldikçe riskin proje üzerindeki etkisi de yükselmektedir. Şekil 4.1’de baktığımızda 72 risk skoruna sahip “İşin Süresinden Tamamlanamamasından Kaynaklanan Maliyet ve Genel Gider Artışları, Gecikme Cezaları” riski, proje üzerinde en fazla olumsuz etki yaratacak risk olmaktadır. Tablo içerisindeki risk skoru sütununun kırmızı, sarı ve yeşil renkte boyalı olması o riskin sahip olduğu risk kategorisini temsil etmektedir. Şekil 4.2’de risk kategorileri gösterilmiştir. Şekil 4.2 içerisinde risk skorlarına göre ağırlıklandırılmış 3 risk kategorisi bulunmaktadır. Bu risk kategorileri ve ağırlıklandırmaları PRAM ve PMBOK kılavuzları içerisinde - çoğu proje için uygun olabilecek - önerilen risk kategorileri baz alınarak oluşturulmuştur. Her ne kadar bu risk kategorileri, çoğu projeye uygun olabileceği kılavuz içerisinde bahsedilse de bu risk kategorilerinin projeden projeye veya risk ekibinden risk ekibine revize edilerek kullanmasının daha doğru bir kullanım olduğundan da bahsedilmektedir.

Risk Adı	Risk Skoru
İşin Süresinde Tamamlanamamasından Kaynaklanan Maliyet ve Genel Gider Artışları, Gecikme Cezaları	72
Projenin Yeterli Derecede Finanse Edilememesi	56
Ödemelerin Zamanında Yapılamaması	36
Yetersiz Tasarım ve Tasarım Değişikliği Varyasyonlarındaki Fazlalık	36
Sözleşmeye Uygun Davranmamak	28
Tasarım ve İnşaat Süreçlerinin Entegrasyonu	20
Bilinmeyen Altyapı Deplasmanı	20
Öngörülme Zemin Koşulları	10
Arkeolojik Bulgular	8
Kapsam Değişikliği(Miktar/İş)	5

Şekil 4.1. Tüm risklerin risk skorları.

Risk Kategorisi	Risk Skoru	Renk
Yüksek	>23	Red
Orta	>5	Yellow
Düşük	<=5	Green

Şekil 4.2. Risk skorlarına göre risk kategorileri.

Tüm bu hesaplar yapıldıktan sonra 10 adet risk, bir risk matrisine yerleştirilmiştir. Şekil 4.3’de risk matrisi gösterilmiştir. Çizelge içerisinde riskler için öncelik sıralaması olasılıktan çok etkiye göre ağırlıklandırılmaktadır. Çok yüksek etkili/çok düşük olasılıklı bir riskin, çok düşük etkili/çok yüksek olasılıklı bir riskten daha önemli olduğu yaklaşımı bu ağırlıklandırmayı açığa çıkarmaktadır. Yüksek etkiler genellikle düşük etkilere kıyasla orantısız bir şekilde şiddetli olduğu bilindiğinden bu ağırlıklandırma, çoğu proje için uygun olduğu PRAM kılavuzu içerisinde bahsedilse de bu ağırlıklandırmanın projeden projeye veya risk ekibinden risk ekibine revize edilerek kullanmasının daha doğru bir kullanım olduğundan da bahsedilmektedir.

		ETKİ				
		Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
OLASILIK	Çok Yüksek				Ödemelerin Zamanında Yapılamaması Yetersiz Tasarım ve Tasarım Değişikliği Varyasyonlarındaki Fazlalık	İşin Süresinde Tamamlanamamasından Kaynaklanan Maliyet ve Genel Gider Artışları, Gecikme Cezaları
	Yüksek				Sözleşmeye Uygun Davranmamak	Projenin Yeterli Derecede Finanse Edilememesi
	Orta		Kapsam Değişikliği(Miktar/İş)	Öngörülme-yen Zemin Koşulları	Tasarım ve İnşaat Süreçlerinin Entegrasyonu Bilinmeyen Altyapı Deplasmanı	
	Düşük					
	Çok Düşük					Arkeolojik Bulgular

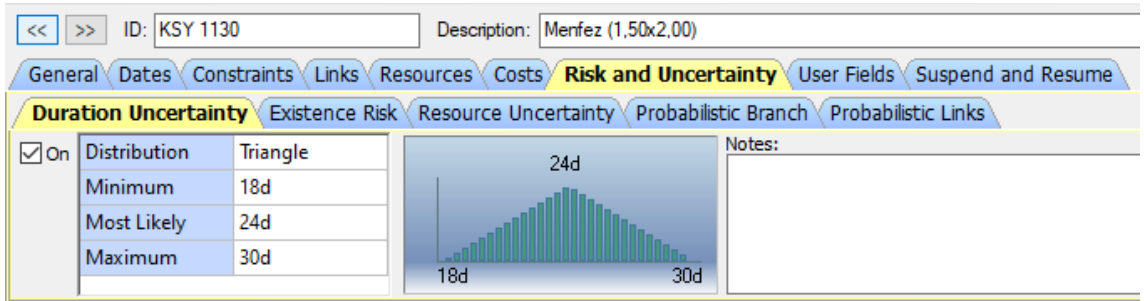
Şekil 4.3. Risk matrisi.

4.3. NİCEL RİSK ANALİZİ

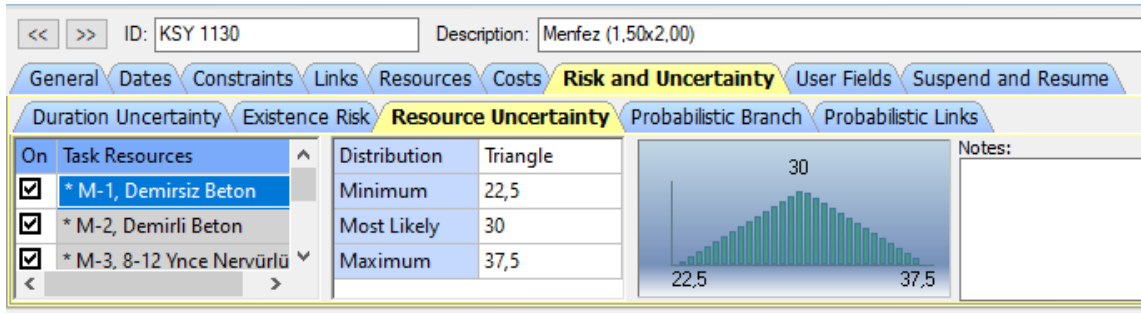
Bu aşama için Çizelge 3.8 içerisindeki tekniklerden; tahmin aralıkları – Monte Carlo Simülasyonu tekniği kullanılmıştır. Bu teknik, Primavera Risk Analysis programı aracılığıyla kullanılmıştır. Primavera programı ile hazırlanmış iş programı, Primavera Risk Analysis programı içerisine aktarılmıştır. Bu aktarım esnasında, Primavera Risk Analysis programının sağlıklı analiz yapabilmesi için gerekli kısımlar programın veri girişine uygun hale getirilmiştir. Monte Carlo Simülasyonu yapılırken kullanılan olasılık dağılımlarından üçgen dağılımın kullanılması tercih edilmiştir.

Üçgen dağılım, değişkenlerin en küçük, en olası ve en büyük değerlerinin belirlenebilmesi subjektif olarak kolaylıkla yapılabildiği için diğer dağılımlara nazaran kullanılmasında daha kolaylık sağlamaktadır. Üçgen dağılımın uç noktalarının gerçekleşme olasılığı düşük seyrederken, en olası tahmine yaklaşıldığında gerçekleşme olasılığı artmaktadır. Bu sebep ile bu dağılım, daha gerçekçi bir yaklaşım olarak göze çarpmaktadır. Üçgen dağılım subjektif verilere dayandığından, kullanıcıların kendi görüşlerini daha kolay yansıtabilmekte ve çok fazla bilgi gerektirmemektedir [71].

Primavera Risk Analysis programına aktarılan iş programının analize hazır hale getirilmesi için önce program içerisindeki “Duration Quick Risk” ve “Resource Quick Risk” seçenekleri çalıştırılmıştır. Bu iki seçenek hem aktivitelere hem de kaynaklara üçgen dağılım uygulamıştır. Şekil 4.4’de bir aktiviteye uygulanan üçgen dağılım gösterilmiştir. Şekil 4.5’de bir aktivitenin kaynağına uygulanan üçgen dağılım gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Aktiviteye uygulanan üçgen dağılım.



Şekil 4.5. Kaynağa uygulanan üçgen dağılım.

Aktivitelere ve kaynaklara üçgen dağılım yapıldıktan sonra Primavera Risk Analysis programı içerisine Çizelge 4.1 içerisindeki incelenen riskler, risk kaydı oluşturularak aktarılmıştır. Risk kaydı içerisinde Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4 ve Şekil 4.2 içerisindeki verilerin girişi uygun yerlere yapılmıştır. Bu veriler girildikten sonra elle hesaplanan risk skorları ile program tarafından hesaplanan risk skorları birbirlerini doğrulamışlardır. Bu veriler girildikten sonra hangi riskin hangi aktiviteye etki edeceği uzman görüşmeleri tekniği sonucunda tespit edilmiştir. Çizelge 4.5 içerisinde risklerin hangi aktiviteleri etkilediği sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Risklerin etkilediği aktiviteler.

Risk Adı	Etkilenen Aktivite/Aktiviteler
Projenin Yeterli Derecede Finanse Edilememesi	Tüm Proje
Ödemelerin Zamanında Yapılamaması	Tüm Proje
İşin Süresinde Tamamlanamamasından Kaynaklanan Maliyet ve Genel Gider Artışları, Gecikme Cezaları	Tüm Proje
Sözleşmeye Uygun Davranmamak	Tüm Proje
Tasarım ve İnşaat Süreçlerinin Entegrasyonu	Tüm Proje
Kapsam Değişikliği (Miktar/İş)	Toprak İşleri
Bilinmeyen Altyapı Deplasmanı	Tüm Proje
Arkeolojik Bulgular	Tüm Proje
Öngörülme Zemin Koşulları	Tüm Proje
Yetersiz Tasarım ve Tasarım Değişikliği Varyasyonlarındaki Fazlalık	Sanat Yapıları, Viyadükler

Risk analizi için gerekli olan son veri girişi de tamamlandıktan sonra riskler proje üzerinde analiz ettirilmiştir. Bu analiz sonuçları “Bulgular” başlığı altında sunulmuştur.

4.4. RİSKLERE KARŞI UYGUN STRATEJİNİN SEÇİLMESİ

Riskler analiz edildikten sonra Çizelge 3.9 içerisinde yer almayan uzman görüşmeleri tekniği, çizelge içerisindeki diğer tekniklerin verilerinin birleştirilmesi aracılığıyla bu aşamada kullanılmıştır. Risk analizi sonucunda risklerin projeye olumsuz etkilerinin

azaltılabilmesi için risklere karşı uygulanacak stratejiler, risk konusu hakkında uzman olan kişinin tecrübeleri aracılığıyla ve aşağıda bahsedilmiş olan kriterler hakkında mevcut bilgiler göz önüne alınarak seçilmiştir. Bu işlem sırasında projenin bir parçası hakkında bilgi sahibi olarak karar verilmesi gereken noktalarda eldeki bilgi mevcut veya yeterli değil ise uzman kişinin tecrübeleri doğrultusunda en çok kullanılan strateji seçilmiştir. Projenin güzergahının bir alternatifinin olmadığı bilinmektedir. Bu güzergâh üzerinde arkeolojik bir kalıntının ortaya çıkması konuyu ülke mirasına bağladığı için bu risk Kültür Bakanlığını iradesine kalmaktadır. Karar verilinceye kadar proje duraklatılmaktadır. Bu yüzden bu riski “Kabul Etmek” stratejisi seçilmiştir. Çünkü ilk aşamada risk ortaya çıkana kadar yapılacak bilecek bir adım bulunmamaktadır. Bunun aksine risk ortaya çıktıktan sonra yapılabilecek eylemleri önceden belirlemek gerekmektedir. Bu düşünce baz alınarak eylem adımları bu risk için çizelge içerisinde belirtilmiştir.

Risklere karşı uygulanacak stratejiler seçilirken birçok kriter göz önüne alınmaktadır ve bu kriterler projeden projeye veya riskten riske birçok etkende değişkenlik göstermektedir. Bu kriterlerden bazıları:

- Karayolunun hizmet ömrü,
- Hizmet sınıfı,
- Yapım maliyetleri,
- Kamulaştırma maliyetleri,
- İşletme maliyetleri,
- Karayolu güzergahının alternatifinin olup olmaması,
- Altyapı maliyetleri,
- Yolun geçtiği alanda yaptığı etkiler,
- Çevresel/sosyal etkiler,
- Zemin koşulları,
- Çok fazla toprak işinin olması/depo ve ariyet ocağı bulmada sıkıntı yaşanması,
- Şirketin belirlenen risk iştahı,
- Riskin, şirket risk seviyesine etkisi,
- Kaynakların risk odaklı dağılımı,

- Risk azaltıcı faaliyetler için kullanılacak kaynaklar,
- Riskin seviyesinin nereden nereye düşürüleceği,
- Riske özel kabul seviyesi,
- Risk azaltıcı faaliyetin olup olmamasıdır.

Risklere karşı uygulanacak stratejilerin hayata geçirilebilmesi için atılabilecek adımlar tespit edilmiştir. Çizelge 4.6 içerisinde hangi riske hangi stratejin uygulandığı ve bu stratejin hedefine ulaşması için hangi adımların atılacağı gösterilmiştir. Çizelge içerisindeki “Riskten Kaçınmak” stratejisi incelenen riskin meydana gelmemesi için gereken önlemler alınarak bu riske maruz kalmamayı ya da projeyi almama kararı vererek bu riske maruz kalmamayı içermekte, “Riski Kabul Etmek” stratejisi incelenen risk gerçekleşene kadar herhangi bir iyileştirme adımı atılmadığı için gerçekleşirse neler yapılacağını içermekte, “Riski Hafifletmek” stratejisi incelenen riskin etkisinin ya da olasılığının iyileştirilmesini içermekte ve “Faydalanmak” stratejisi ise incelenen risk gerçekleşirse bu riskten daha fazla yarar sağlamayı içermektedir. Çizelge içerisindeki “Eylemler” sütunundaki verilerin bazıları uzman kişinin görüşü alınarak bazıları da farklı çalışmalarda sunulan verilerden alınarak oluşturulmuştur [50], [98] - [102].

Çizelge 4.6. Risklere karşı uygulanan stratejiler ve eylemler.

Risk Adı	Strateji	Eylemler
Projenin Yeterli Derecede Finanse Edilememesi	Riskten Kaçınmak	• Müşterinin finansal gücünün yeterli olup olmadığı incelenmelidir. Projenin başlangıçta yeterli derecede finanse edilip edilmeyeceğini iyi incelenmelidir. Eğer ki finanse edilemeyecek ise (en uç noktadaki karar olarak) projeden (teklif vermekten) vazgeçilmelidir. • Projeden vazgeçilmeyecek ise gerekli finansmanın sağlanabilmesi için alternatif yollar incelenmelidir.
Ödemelerin Zamanında Yapılamaması	Riski Kabul Etmek	• Bu risk gerçekleştiği takdirde gerekli adımların atılabilmesi için aşağıdakiler önceden yapılmalıdır: • Müşteri iyi kontrol edilmelidir. Kredi raporları araştırılmalıdır. En azından diğer müteahhitler ile iletişime geçilerek haklarında bilgi edinilmelidir. • Tüm işletme sermayesinin bağlanıp/bağlanmayacağı tespit edilmelidir. En azından belli bir sermayenin hazırda durdurulması çıkacak sorunun etkisini azaltabilir. • Ödeme sözleşmelerinde gecikmeler ve geri ödemeler ile ilgili özel maddeler eklenmelidir. • Ödemelerin gecikmesinden kaynaklanan riskleri azaltmak için ön ödeme yapılması sağlanmalıdır.

Çizelge 4.6. (devam). Risklere karşı uygulanan stratejiler ve eylemler.

İşin Süresinde Tamamlanamamasın dan Kaynaklanan Maliyet ve Genel Gider Artışları, Gecikme Cezaları	Riski Hafifletmek	- İyi planlama ve yapım koordinasyonu yapılmalıdır. - Uygun sözleşme koşulları düzenlenmeli ve taşeronlardan gecikme cezaları talep edilmelidir. - Gecikme yaşanması halinde ilave kaynak (finansman, eleman, ekipman) ile gecikmenin telafi edilmesi planlanmalıdır (kurtarma planı – recovery plan).
Sözleşmeye Uygun Davranmamak	Riskten Kaçınmak	- Sözleşme yönetimine ciddiyle yaklaşılmalıdır. Bu işle ilgilenen bir profesyonel sözleşme yöneticisi bulundurulmalıdır. - Günlük olarak takip edilmesi gereken bir “sözleşmeye uyum” kontrolü mekanizması oluşturulmalıdır.
Tasarım ve İnşaat Süreçlerinin Entegrasyonu	Riski Hafifletmek	- Tasarımcı, tasarlanan projenin “uygulanabilirliği” konusunda izlenmeli ve gerekiyorsa yönlendirilmelidir. Ortaya çıkan tasarımların saha şartlarına uygunluğunun ve yapılabilirliğinin ihtimali artırılmalıdır. Bu şekilde “re-work” ya da iş başladıktan sonra proje revizyonlarının oluşması minimuma indirgenmektedir. - Tasarımın gecikmesini engellenmelidir. Tasarımın gecikmesi halinde tasarımcıya yükümlülük getiren sözleşme maddeleri koyulmalıdır. - Günlük bazda “Planlama-koordinasyon-yeniden planlama-revizyon” aşamaları izlenmelidir.
Kapsam Değişikliği (Miktar/İş)	Faydalanmak	- Detaylar üzerinde işverenle tam (yazılı) mutabakat yapılmalıdır. Değişiklik emirlerinin hangi noktada ek ücrete tabi olacağı iyi belirlenmelidir. - Değişiklik yönetimi (Change management) sayesinde sağlanacak faydalar artırılmalıdır. - Detay planlamaları, maliyet hesaplamaları ve sözleşme yönetimine önem verilmelidir.
Bilinmeyen Altyapı Deplasmanı	Riskten Kaçınmak	- Mevcut bilgiler güvenilir değil ise projeye girilmemelidir. - Mevcut bilgilerin güvenilir hale getirilip değerlendirme yapılabilmesi için: “Saha taraması” yapılmalıdır. Dedektörler ile olası boru (çelik, beton), betonarme altyapı, kablo vb. yapıların açığa çıkartılması gerekmektedir. - Saha kazı/hafriyat işlerine doğrudan iş makineleriyle girmeden önce elle deneme kazıları yaparak olası altyapı hasarlarını engellenmelidir.
Arkeolojik Bulgular	Riski Kabul Etmek	- Bu risk gerçekleştiği takdirde gerekli adımların atılabilmesi için aşağıdakiler önceden yapılmalıdır: - Arazinin düzeni ve geçmişi hakkında bilgi edinilmelidir. Arkeolojik bulguları yönetmenin maliyetlere ve programa nasıl etkideği tespit etmek için çalışmalar yapılmalıdır. - Arkeoloji ekipleri tarafından saha çalışmasının yapılması planlanmalıdır. - Yapılabildiği kadar olası zararlar sözleşme maddeleri aracılığıyla devlete transfer edilmelidir. - Bu riskin “mücbir sebep” olarak sayılmasını kabul eden sözleşmeler de yapılmaktadır. Bu yüzden de işe girme kararı verirken bu adımın taraflarca ele alınıp sözleşmeye belirtildiği şekilde ilave edilmesi tartışılmalıdır.

Çizelge 4.6. (devam). Risklere karşı uygulanan stratejiler ve eylemler.

Öngörülmeyen Zemin Koşulları	Risken Kaçınmak	- Sözleşmeden önce zemin mekaniği çalışması var ise sahada doğruluğu kontrol edilmeli, gereken hafriyat miktarları çıkartılmalı ve fiyatları buna göre verilmelidir. - Sözleşmeye eklenebilecek “farklı” zemin şartlarındaki fiyatlandırma maddelerini için müzakere gerçekleştirilmelidir. - Zemin mekaniği çalışması yok ise sözleşmeye göre de müteahhit taraf yapacaksa tüm zemin şartlarındaki hakediş çerçevesi iyi hazırlanmalıdır.
Yetersiz Tasarım ve Tasarım Değişikliği Varyasyonlarındaki Fazlalık	Riski Hafifletmek	“Tasarla-Yap” tipi sözleşme yapılmaya çalışılmalıdır. - Geciken projelerin kayda geçirilmesini sağlayan ve bu gecikmenin kimden kaynaklandığını hukuki olarak ortaya koyabilmek üzere dosyalama sistemi oluşturulmalıdır (Uyuşmazlık halinde). - Tasarım hatalarını en aza indirgeyebilmek için ön proje planlaması yapılmalıdır. - Tasarım değişikliklerinin dahil olduğu sorumluluk sigortası alınmalıdır. - İnşaat aşamasından önce kapsamlı saha araştırması düzenlenmelidir. - En az bir bağımsız mühendislik/mimarlık danışmanı tarafından çizimlerin ve tasarım kriterlerinin değerlendirilmesi/incelenmesi için organizasyon sağlanmalıdır.

Çizelge 4.6 içerisindeki veriler tespit edildikten sonra Primavera Risk Analysis programına giriş yapılmıştır. Programa bu stratejiler giriş yapıldıktan sonra yeniden risk skoru hesabı yapılmıştır. Yeniden hesaplanan risk skorları Şekil 4.6 içerisinde verilmiş ve risk stratejileri uygulanmadan önceki risk skorları ile karşılaştırılmıştır. İki durumun sonucunda risk skorlarının değişimine baktığımızda risklerin genel anlamda proje üzerindeki etkilerinin azaldığı söylenebilmektedir. Bu çizelge proje ekibine daha yüzeysel bir sonucu ifade etmektedir. “Bulgular” başlığı içerisinde bu risklerin proje üzerindeki süresel ve maliyetli etkileri ayrı ayrı sunulmuş ve bu sayede proje ekibine daha elle tutulur veriler sağlanmıştır.

Riskin Adı	Risk Skoru	
	Risk Stratejileri Uygulanmadan Önce	Risk Stratejileri Uygulandıktan Sonra
İşin Süresinde Tamamlanamamasından Kaynaklanan Maliyet ve Genel Gider Artışları, Gecikme Cezaları	72	28
Projenin Yeterli Derecede Finanse Edilememesi	56	20
Ödemelerin Zamanında Yapılamaması	36	36
Yetersiz Tasarım ve Tasarım Değişikliği Varyasyonlarındaki Fazlalık	36	14
Sözleşmeye Uygun Davranmamak	28	10
Tasarım ve İnşaat Süreçlerinin Entegrasyonu	20	6

Şekil 4.6. Uygulanan stratejiler sonucunda ortaya çıkan risk skorları ve karşılaştırması.

Bilinmeyen Altyapı Deplasmanı	20	12
ÖngörülmeYen Zemin Koşulları	10	5
Arkeolojik Bulgular	8	8
Kapsam Değişikliği(Miktar/İş)	5	4

Şekil 4.6. (devam) Uygulanan stratejiler sonucunda ortaya çıkan risk skorları ve karşılaştırması.

Stratejiler sonrasında hesaplanan risk skorları, uygun alanlara yerleştirilerek bir risk matrisi oluşturulmuştur. Şekil 4.7’de oluşturulan bu risk matrisi gösterilmiştir.

		ETKİ				
		Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
OLASILIK	Çok Yüksek				Ödemelerin Zamanında Yapılamaması	
	Yüksek	Kapsam Değişikliği(Miktar/İş)		Yetersiz Tasarım ve Tasarım Değişikliği Varyasyonlarındaki Fazlalık	İşin Süresinde Tamamlanamamasından Kaynaklanan Maliyet ve Genel Gider Artışları, Gecikme Cezaları	
	Orta		ÖngörülmeYen Zemin Koşulları	Sözleşmeye Uygun Davranmamak	Projenin Yeterli Derecede Finanse Edilememesi	
	Düşük			Tasarım ve İnşaat Süreçlerinin Entegrasyonu	Bilinmeyen Altyapı Deplasmanı	
	Çok Düşük					Arkeolojik Bulgular

Şekil 4.7. Risk stratejileri uygulandıktan sonra risk matrisi.

Tüm bu veri girişlerinden sonra risklerin proje üzerindeki etkileri yeniden programa analiz ettirilmiştir. Bu aşamaya kadar üç farklı risk analizi yapılmıştır. İlki, projeye herhangi bir risk verisi işlenmeden yapılan analiz, ikincisi projeye tespit edilen 10 adet riskin verisi işlenmiş ancak risk stratejileri uygulanmadan yapılan analiz ve üçüncü risk analizi ise risklerin proje üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için belirlenen risk stratejisi verilerinin uygulanması sonucu yapılan analizdir. Bu analizlerin karşılaştırmalı sonuçları “Bulgular” başlığı altında sunulmuştur.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

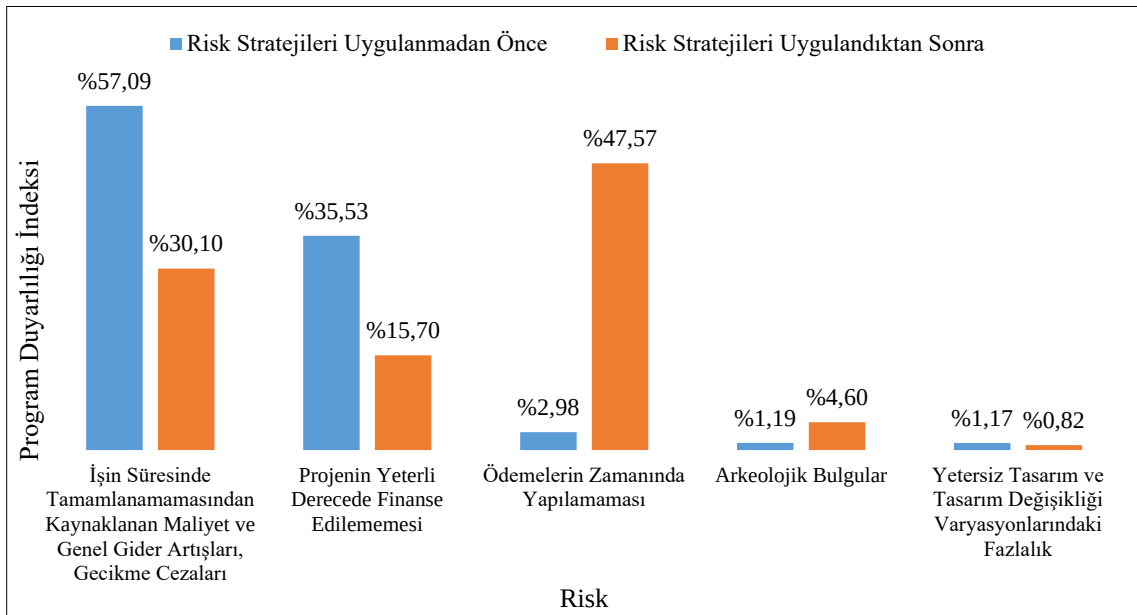
Bu başlık içerisinde ifade edilen veriler, Çizelge 4.10 içerisindeki risk skorlarının değişimini daha elle tutulur bir şekilde ifade etmek amacıyla düzenlenmiştir. İlk şekilde proje bitişini veya süresini en fazla artırma olasılığına sahip 5 adet riskin, risk stratejileri uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonraki verileri karşılaştırılmıştır. İkinci şekilde projeye herhangi bir risk verisi işlenmeden yapılan risk analizi sonucundaki proje bitiş tarihlerinin, projeye tespit edilen 10 adet riskin verisi işlendikten sonra yapılan risk analizi sonucundaki proje bitiş tarihlerinin ve risklerin proje üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltmak için risk stratejilerinin uygulanmasından sonra elde edilen risk analizi sonucundaki proje bitiş tarihlerinin bir karşılaştırılması verilmiştir. Bu sayede risklerin, proje bitişine veya süresine olan olumsuz etkileri geniş çaplı bir bakış açısı ile gösterilmiştir. Üçüncü şekilde projenin maliyetini en fazla artırma olasılığına sahip 5 adet riskin, risk stratejileri uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonraki verileri karşılaştırılmıştır. Dördüncü şekilde projeye herhangi bir risk verisi işlenmeden yapılan risk analizi sonucundaki proje tamamlanma maliyetinin, projeye tespit edilen 10 adet riskin verisi işlendikten sonra yapılan risk analizi sonucundaki proje tamamlanma maliyetinin ve risklerin proje üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltmak için risk stratejilerinin uygulanmasından sonra elde edilen risk analizi sonucundaki proje tamamlanma maliyetinin bir karşılaştırılması verilmiştir. Bu sayede risklerin, proje tamamlanma maliyetine olan olumsuz etkileri geniş çaplı bir bakış açısı ile gösterilmiştir.

Program duyarlılığı indeksi (Schedule sensitivity index – SSI), proje süresini veya bitişini etkileme olasılığı en yüksek olan görevleri/riskleri belirlemekte ve sıralamaktadır. Şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$SSI = (\text{Kritiklik İndeksi} \times \text{Görev Standart Sapması}) / \text{Proje Standart Sapması}$$

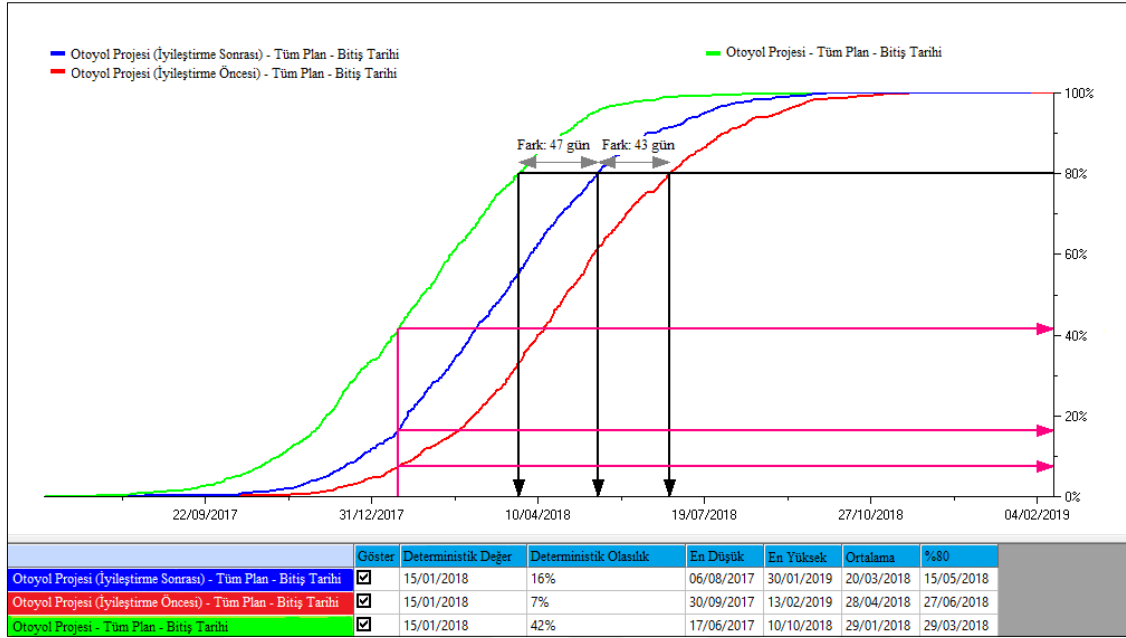
Kritikliği görev standart sapması ile birleştirmek, kritik yolda olan ve geniş bir belirsizlik aralığı olan görevlere en yüksek değerleri verir. Bu, kritikliğin tek bir görevdeki belirsizliği hesaba katmadığı ve sonuç olarak belirsizliği olmayan bir görevin yine de %100 kritikliğe sahip olabileceği gerçeğinin üstesinden gelir. Şekil 5.1 içerisindeki mavi renkli veriler risk stratejilerinin uygulanmadan önceki risklerin duyarlılık indeksini ve

turuncu renkli veriler ise risk stratejilerinin uygulandıktan sonraki risklerin duyarlılık indeksini göstermektedir. Grafik içerisinde riskler arasından en fazla olumsuz etkiye sebep olabilecek 5 risk dahil edilmiştir. Görüldüğü üzere grafik içerisinde bazı risklerin program duyarlılığı indeksi, risk stratejileri uygulandıktan sonra azalmış bazı risklerin ise artmıştır. Bir riske, risk stratejisi uygulandıktan sonra indeksinin azalması normal karşılanmaktadır. Buna karşın indeksinin artması bu stratejiler üzerinde düşünmeye yöneltmektedir. Bir riske ait program duyarlılığı indeksinin artması 2 maddeye bağlanmaktadır. Bunlardan birincisi diğer risklere uygulanan stratejiler olumlu bir şekilde etkiye azalma gösterse bile diğer risklere bu stratejileri uygularken başka bir riskin etkisi buna bağlı olarak artabilmektedir. Sonuçta proje bir bütündür ve parçaların birleşmesinden oluşmaktadır. Bir yerde yapılacak olumlu bir hareket, başka bir yerde olumsuzluğun etkisini artırabilmektedir. Bu indeksin artmasına sebep olan ikinci madde ise, riskin süre etkisinin değil maliyet etkisinin düşürülmesinden kaynaklanmaktadır. Bazen risklerin meydana getirebileceği olumsuz etkilerinin yani hem süre hem de maliyete etkisi birden azaltılamamaktadır. Bu sebeple “Ödemelerin Zamanında Yapılamaması” ve “Arkeolojik Bulgular” risklerinin süreye etkisi azaltılmamış maliyete etkisi azaltılmıştır. Risk stratejileri uygulandıktan sonra süreye etkisi azaltılmayan riskler, süreye etkisi azaltılan risklerle karşılaştırıldığında daha fazla etki yaratabileceği için indeksi artmıştır. Şekil 5.1’e baktığımızda proje hakkında büyük resmi görememekteyiz. Çünkü bir bütüne değil parçalara bakmaktayız. Bir sonraki şekilde verilen dağılım analizörü sayesinde büyük resim görülebilmektedir.



Şekil 5.1. Program duyarlılığı indeksi.

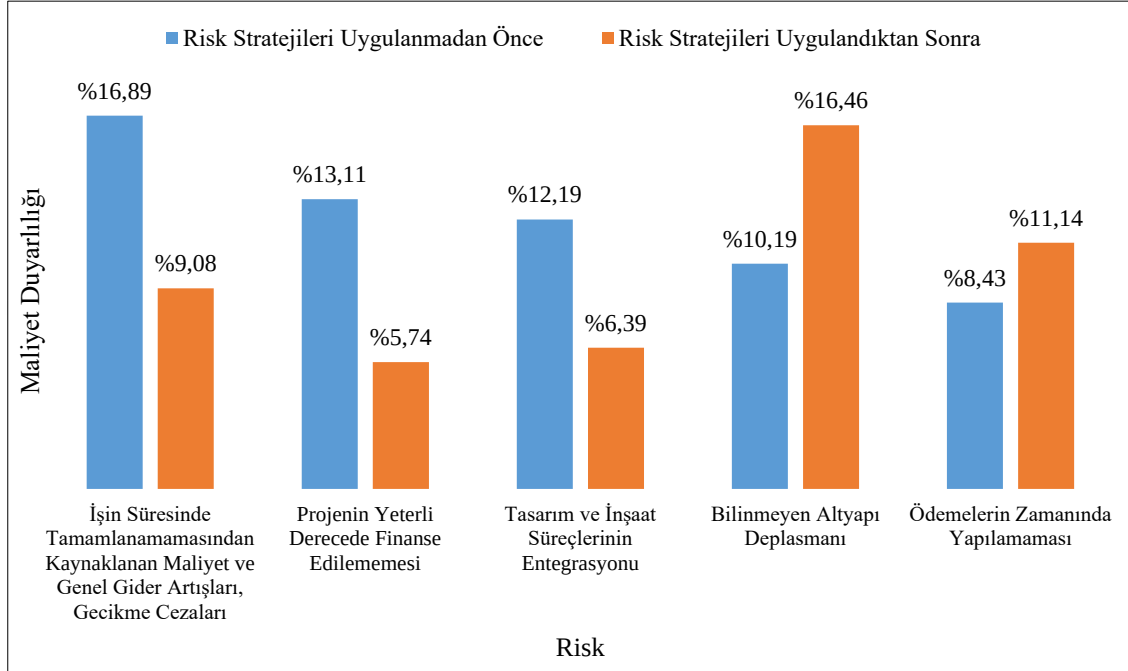
Dağılım analizörü, seçilen projeler ve/veya görevler için s-eğrilerinin ve histogramlarının karşılaştırılmasına izin verir. Şekil 5.2, çalışma içerisindeki projenin bitiş tarihinin bir dağılım analizörünü göstermektedir. Şekil içerisinde yeşil renkli veriler projeye herhangi bir risk verisi işlenmeden yapılan analiz sonucunu, kırmızı renkli veriler projeye tespit edilen 10 adet riskin verisi işlendikten sonra yapılan analiz sonucunu ve mavi renkli veriler risklerin proje üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için risk stratejilerinin uygulanmasından elde edilen analiz sonuçları göstermektedir. Bu dağılım analizörü tüm projenin ve risklerin içerisinde bulunduğu bir bütünü göstermektedir. Dağılım analizörü incelendiğinde risklerin proje üzerindeki olumsuz etkisini ortaya çıkaran 2 farklı bakış açısı bulunmuştur. İlki projenin primavera üzerindeki herhangi bir risk verisi hesaba katılmadan planlamasından elde edilen proje bitiş tarihi 15/01/2018 sabit tutularak güven seviyesindeki farklılıkların karşılaştırılmasıdır. Projenin bu tarihte tamamlanma olasılığı riskin hesaba katılmadığı (yeşil renkli) senaryoda %42 güven seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Riskin hesaba katıldığı ancak herhangi bir strateji uygulanmadığı (kırmızı renkli) senaryoda bu güven seviyesi %7'ye düşmüştür. Riskin hesaba katıldığı ve bu risklere karşı stratejinin uygulandığı (mavi renkli) senaryoda ise bu güven seviyesi %16'ya kadar çıkarılabilmektedir. Bu veriler ışığında projenin ilk başta belirtilen bitiş tarihi 15/01/2018'de tamamlanma ihtimalinin riskler iyileştirilse bile oldukça düşük olduğu ve bu bitiş tarihinin gerçekçi bir bitiş tarih olmadığı görülmüştür. İkincisi ise güven seviyesini %80'de sabit tutarak yeşil, kırmızı ve mavi renkli senaryolar arasındaki gün sayısındaki değişimlerin incelenmesidir. %80'lik güven seviyesinde yeşil renkli senaryonun proje bitiş tarihi 29/03/2018, kırmızı renkli senaryonun proje bitiş tarihi 27/06/2018 ve mavi renkli senaryonun proje bitiş tarihi 15/05/2018 olarak tespit edilmiştir. Riskin hesaba katılmadığı (yeşil renkli) senaryo ile riskin hesaba katıldığı ancak herhangi bir strateji uygulanmadığı (kırmızı renkli) senaryo arasında $47+43 = 90$ günlük süre artışı oluşmuştur. Bu 90 günlük süre artışı riskin hesaba katıldığı ve bu risklere karşı stratejinin uygulandığı (mavi renkli) senaryo sayesinde 90'den 47 güne indirgenebilmiştir. Riskin hesaba katıldığı ve bu risklere karşı stratejinin uygulandığı (mavi renkli) senaryo sayesinde 43 günlük süre artışı bertaraf edilebilmiştir. %80 güven seviyesi düzeyinde riskin hesaba katıldığı ve bu risklere karşı stratejinin uygulandığı (mavi renkli) senaryo sonucunda projenin bitiş tarihi 15/05/2018 olarak tespit edilmiş ve bu tarihin daha gerçekçi bir bitiş tarihi olduğu görülmüştür.



Şekil 5.2. Bitiş tarihi dağılım analizörü.

Maliyet duyarlılığı (Cost sensitivity), bir görevin maliyeti ile projenin maliyeti arasındaki ilişkinin bir ölçüsünü ifade etmektedir. Maliyet duyarlılığı en yüksek olan görev, proje maliyetini artırma olasılığı en yüksek olan görev özelliği taşımaktadır. Şekil 5.3 içerisindeki mavi renkli veriler risk stratejilerinin uygulanmadan önceki risklerin maliyet duyarlılığını ve turuncu renkli veriler ise risk stratejilerinin uygulandıktan sonraki risklerin maliyet duyarlılığını göstermektedir. Grafik içerisine riskler arasından en fazla olumsuz etkiye sebep olabilecek 5 risk dahil edilmiştir. Görüldüğü üzere grafik içerisinde bazı risklerin maliyet duyarlılığı, risk stratejileri uygulandıktan sonra azalmış bazı risklerin ise artmıştır. Bir riske, risk stratejisi uygulandıktan sonra duyarlılığın azalması normal karşılanmaktadır. Buna karşın duyarlılığının artması bu stratejiler üzerinde düşünmeye yöneltmektedir. Bir riske ait maliyet duyarlılığının artması 2 maddeye bağlanmaktadır. Bunlardan birincisi diğer risklere uygulanan stratejiler olumlu bir şekilde etkide azalma gösterse bile diğer risklere bu stratejileri uygularken başka bir riskin etkisi buna bağlı olarak artabilmektedir. Sonuçta proje bir bütündür ve parçaların birleşmesinden oluşmaktadır. Bir yerde yapılacak olumlu bir hareket, başka bir yerde olumsuzluğun etkisini artırabilmektedir. Bu duyarlılığın artmasına sebep olan ikinci madde ise, riskin maliyete etkisinin değil süreye etkisinin düşürülmesinden kaynaklanmaktadır. Bazen risklerin meydana getirebileceği olumsuz etkilerinin yani hem süre hem de maliyete etkisi birden azaltılamamaktadır. Bu sebeple “Bilinmeyen Altyapı Deplasmanı” ve “Ödemelerin Zamanında Yapılamaması” risklerinin maliyete etkisi

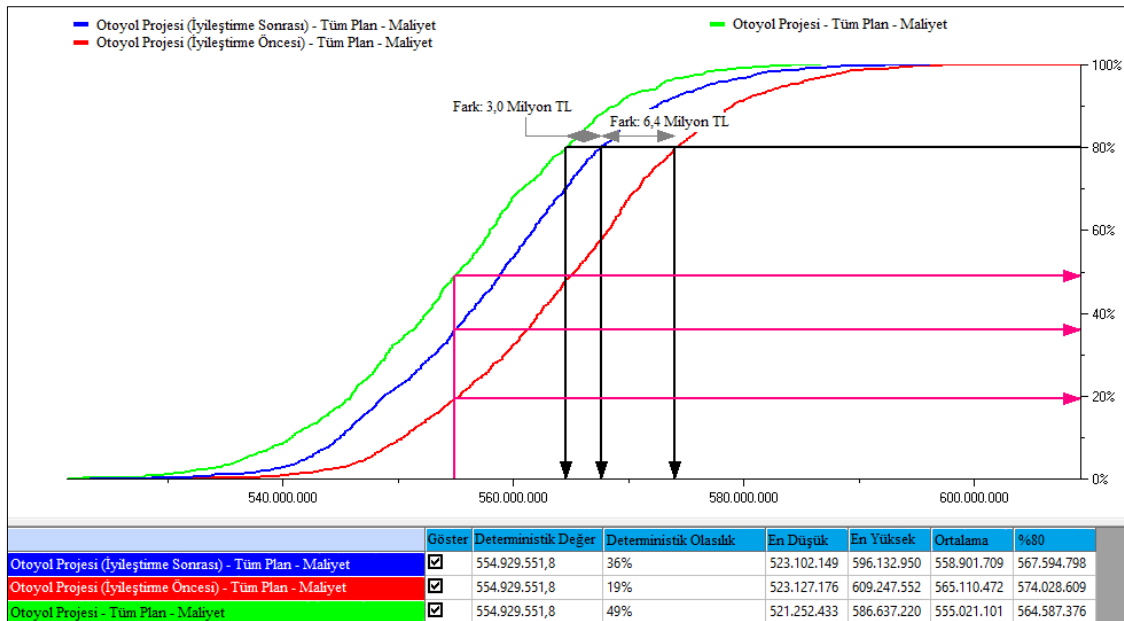
azaltılmamış süreye etkisi azaltılmıştır. Risk stratejileri uygulandıktan sonra maliyete etkisi azaltılmayan riskler, maliyete etkisi azaltılan risklerle karşılaştırıldığında daha fazla etki yaratabileceği için indeksi artmıştır. Şekil 5.3'e baktığımızda proje hakkında büyük resmi görememekteyiz. Çünkü bir bütüne değil parçalara bakmaktayız. Bir sonraki şekilde verilen dağılım analizörü sayesinde büyük resim görülebilmektedir.



Şekil 5.3. Maliyet duyarlılığı.

Şekil 5.4, çalışma içerisindeki projenin maliyetinin bir dağılım analizörünü göstermektedir. Şekil içerisinde yeşil renkli veriler projeye herhangi bir risk verisi işlenmeden yapılan analiz sonucunu, kırmızı renkli veriler projeye tespit edilen 10 adet riskin verisi işlendikten sonra yapılan analiz sonucunu ve mavi renkli veriler risklerin proje üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için risk stratejilerinin uygulanmasından elde edilen analiz sonuçları göstermektedir. Bu dağılım analizörü tüm projenin ve risklerin içerisinde bulunduğu bir bütünü göstermektedir. Dağılım analizörü incelendiğinde risklerin proje üzerindeki olumsuz etkisini ortaya çıkaran 2 farklı bakış açısı bulunmuştur. İlki projenin primavera üzerinde herhangi bir risk verisi hesaba katılmadan planlamasındaki maliyeti 555 milyon TL sabit tutularak güven seviyesindeki farklılıkların karşılaştırılmasıdır. Projenin bu tarihte tamamlanma maliyeti olasılığı riskin hesaba katılmadığı (yeşil renkli) senaryoda %49 güven seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Riskin hesaba katıldığı ancak herhangi bir strateji uygulanmadığı (kırmızı renkli) senaryoda bu güven seviyesi %19'a kadar düşmüştür. Riskin hesaba katıldığı ve

bu risklere karşı stratejinin uygulandığı (mavi renkli) senaryoda ise bu güven seviyesi %36'ya kadar çıkarılabilmektedir. Bu veriler ışığında projenin ilk başta belirtilen tamamlanma maliyeti 555 milyon TL'de tamamlanma ihtimalinin riskler iyileştirilse bile oldukça düşük olduğu ve bu tamamlanma maliyeti gerçekçi bir tamamlanma maliyeti olmadığı görülmüştür. İkincisi ise güven seviyesini %80'de sabit tutarak yeşil, kırmızı ve mavi renkli senaryolar arasındaki maliyet artışlarındaki değişimlerin incelenmesidir. %80'lik güven seviyesinde yeşil renkli senaryonun proje tamamlanma maliyeti 564 milyon TL, kırmızı renkli senaryonun proje tamamlanma maliyeti 574 milyon TL ve mavi renkli senaryonun proje tamamlanma maliyeti 567 milyon TL olarak tespit edilmiştir. Riskin hesaba katılmadığı (yeşil renkli) senaryo ile riskin hesaba katıldığı ancak herhangi bir strateji uygulanmadığı (kırmızı renkli) senaryo arasında $3,0 + 6,4 = 9,4$ milyon TL maliyet artışı oluşmuştur. Bu 9,4 milyon TL'lik maliyet artışı riskin hesaba katıldığı ve bu risklere karşı stratejinin uygulandığı (mavi renkli) senaryo sayesinde 9,4 milyon TL'den 3,0 milyon TL'ye indirgenebilmiştir. Riskin hesaba katıldığı ve bu risklere karşı stratejinin uygulandığı (mavi renkli) senaryo sayesinde 6,4 milyon TL'lik maliyet artışı bertaraf edilebilmiştir. %80 güven seviyesi düzeyinde riskin hesaba katıldığı ve bu risklere karşı stratejinin uygulandığı (mavi renkli) senaryo sonucunda projenin tamamlanma maliyeti 567 milyon TL olarak tespit edilmiş ve bu tamamlanma maliyetinin daha gerçekçi bir tamamlanma maliyeti olduğu görülmüştür.



Şekil 5.4. Maliyet dağılım analizörü.

Bu aşamadan itibaren verilen bilgiler yazarın ve ilişkili olduğu uzman kişinin görüşlerinden oluşturulmuştur.

Risklerin proje üzerindeki gerçekleşme olasılıkları tespit edilirken Çizelge 4.2 kullanılmıştır. Bu tablodaki olasılık aralıkları (%) <10, 10-20, 20-40, 40-60 ve >60 olarak işleme alınmıştır. Tüm bu adımlar tamamlandıktan sonra bu olasılık aralıklarının “çok sert” olduğu hem yazar hem de uzman görüşü aracılığıyla kabul edilmiştir. Dört adet değerlendirme derecesi ayrı ayrı %10’luk bir dilimi kapsarken beşinci değerlendirme %40’lık bir dilimi kapsamıştır. Bu da riskleri değerlendirmenin çözünürlüğünü azaltmıştır.

Risklerin proje üzerindeki maliyet ve süreye etkileri tespit edilirken Çizelge 4.2 kullanılmıştır. Bu tablodaki süre ve maliyet derecelerinin aralıkları 40-60 gün arası veya 70.000-350.000 ₺ gibi mutlak rakamlara bağlanmıştır. Mutlak rakamlara bağlanması sadece firmanın elindeki mevcut proje özelinde değerlendirme yapmasını mümkün kılmaktadır.

“Projenin Yeterli Derecede Finanse Edilememesi” riski bu projenin riski olarak tanımlanmıştır. Eğer bu risk “Paydaşların Finansal Yeterliliği” olarak tanımlanmaya çalışılırsa, bu bir proje riski olmaktan çıkıp bu projeyi yapan şirketin riski olarak ele alınmış olur. Bu risk bu proje için finansal bir risk değil yönetsel bir risk kategorisindedir. Çünkü projenin yeterli derecede finanse edilememesi yönetsel bir sorundur. Eğer ki başka bir ülkede proje yapılıyor ve o ülke ve bankaları ile ilgili bir sorun oluşma ihtimali var ise o zaman bu risk belki finans kategorisine eklenebilir. Şirketler genellikle projeyi başlangıçta alınacak proje avansı ile başlatmak üzerine planlama yapmaktadırlar, fakat avans çoğu zaman yetersiz kalabilmektedir. İş başlatmak için şirketin ilave finansmanı gerekmektedir. Bu olmazsa proje daha işin başında gecikebilir ve başlangıçtaki gecikme çok zor telafi edilmektedir. Proje sürecinde de, bir şekilde iş gecikebilir ve buna bağlı olarak hakedişlerin ödenmesi de gecikirse, yine şirketin finansmanı devreye girmelidir.

“Ödemelerin Zamanında Yapılamaması” Dünya’nın her yerinde, her türlü müşteri için ciddi bir risk oluşturmaktadır. İş sahibi, hakediş ödemelerini zamanında ödememek için bazı etik kuralları çiğnemeyi göze alabilmektedir. Yapılan işin hakediş dosyası müşteriye sunulduktan sonra müşterinin onu inceleyip onaylaması için belirli bir zamana ihtiyacı vardır. Devlet gibi bürokratik organizasyonlarda bu süre uzayabilmektedir. Proje finansal

olarak iyi durumdaysa gecikmenin ciddi bir etkisi olmayabilir. İşin devamı için hakedişlerin (finansmanın) devamı önemliyse bu risk açığa çıktığında ciddi sıkıntılar ortaya çıkabilmektedir. Bu sıkıntıların sonu tahkime kadar gidebilmektedir.

“İşin Süresinde Tamamlanamamasından Kaynaklanan Maliyet ve Genel Gider Artışları, Gecikme Cezaları” riskinin iki boyutu vardır. İlk boyutu gecikme cezalarıdır. Bu ceza maddesi sözleşmelerde mevcuttur ancak genellikle uygulanmaz. Uygulanması için müşteri ilişkilerinin kötü olması gerekmektedir. İlişkiler iyiye ceza ya işletilmez ya da hafifletilecek argümanlar bulunmaktadır. İkinci boyutu ise maliyet artışıdır. Projenin hangi aşamada olduğuna göre (çalışan elamanları tepe durumunda mı, sonlara doğru mu, vb.) değişmektedir. Şantiyenin en yoğun olduğu bir dönemde, örneğin bir ağır parçayı yerine yerleştirmek için gereken vincin gecikmesi/arızalanması, çok ciddi zaman ve âtıl bekleyen işgücü kaybına sebep olabilmektedir.

“Sözleşmeye Uygun Davranmamak” riski için günlük olarak takip edilmesi gereken bir “uyum” kontrolü mekanizması ile çalışmak gerekmektedir. Sözlü el sıkışma kültüründen gelen ülkelerin şirketlerinin ciddiyetini tam anlamıyla kavrayamadıkları bir risktir.

“Tasarım ve İnşaat Süreçlerinin Entegrasyonu” riski, projeler için en belalı risklerden birisini temsil etmektedir. Mühendislikteki aksamalar ve kapsam değişiklikleri yüzünden sıkça sekteye uğramaktadır. Genellikle yapım, mühendisliğin önünde ilerlemektedir. Yaşanan zaman kaybı ve zaman kaybının getireceği maliyetler açısından etkileri yüksek derecede seyretmektedir.

“Kapsam Değişikliği (Miktar/İş)” iyi yönetilmediği takdirde yani değişikliğin çerçevesi ve sınırları üzerinde taraflarca tam mutabık kalınmadığı takdirde kapsam değişikliği bir felaketle sonuçlanabilmektedir. İyi yönetilirse de çok uygun sonuçlar doğurabilmektedir. Bu risk beraberinde mühendislik, yeniden-yapım (rework) risklerini de getirebilmektedir. Maliyet artışları iyi hesaplandığında fırsat sonuna kadar kullanılabilir.

“Bilinmeyen Altyapı Deplasmanı” riski sözleşmeyi imzalamadan önce en ince ayrıntısına kadar çözülmediği takdirde proje batabileceği gibi beraberinde şirketi de batırabilmektedir. Bu risk özellikle meskûn mahallerde oldukça yüksek görülmektedir.

“Arkeolojik Bulgular” riski için olmadık bir güzergahta arkeolojik kalıntı çıktığında bakanlık ne yapılacağına karar verene kadar vakit kaybedilebilmektedir. Kalıntının çıktığı güzergahın hiç dokunulmamasına dair karar verilebilmektedir. Bunun sonucunda güzergâh değişikliğine varan proje revizyonları açığa çıkmaktadır.

“Öngörölmeven Zemin Koşulları” riski ortaya çıktığında risk azaltılırken maliyetin artırılmasına dikkat etmek gerekmektedir. Bu iki senaryonun kıyaslanması sonucunda karar vermek gerekmektedir. Güzergahı değıştirme işlemini de dikkate almak gerekmektedir.

“Yetersiz Tasarım ve Tasarım Değişikliği Varyasyonlarındaki Fazlalık” riski de projelerin en belalı riskleri arasında bulunmaktadır. Günümüzde yeni projeler, eskiden hayata geçirilmiş olan projelere benzetilerek taslak proje olarak hazırlanmakta ve maliyetleri bunun üzerinden hesaplanarak ihale edilmektedir. Bu durum, revizyon çokluğunu ilk etapta garanti etmektedir. Bu risk bir sözleşme yönetimi işini ifade etmektedir.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Risklerin değerlendirilmesi sonucunda projeye etki eden 10 adet risk arasından en fazla olumsuz etki oluşturabilecek riskler sırasıyla 72 risk skoruna sahip “İşin Süresinden Tamamlanamamasından Kaynaklanan Maliyet ve Genel Gider Artışları, Gecikme Cezaları” riski, 56 risk skoruna sahip “Projenin Yeterli Derecede Finanse Edilememesi” riski, 36 risk skoruna sahip “Ödemelerin Zamanında Yapılamaması” riski ve yine 36 risk skoruna sahip “Yetersiz Tasarım ve Tasarım Değişikliği Varyasyonlarındaki Fazlalık” riskidir. Risklere karşı uygun stratejiler uygulandığında en fazla olumsuz etki oluşturabilecek risklerin risk skorları sırasıyla 72’den 28’e, 56’dan 20’ye , 36’dan 14 olmasının sebebi “Riski Kabul Etmek” stratejisi seçilmesinden dolayı ve 36’dan 14 seviyesine düşürülebilmektedir. Risklere karşı uygun stratejiler uygulandıktan sonra oluşan risk skorları göstermektedir ki risklerin proje üzerindeki olumsuz etkisi azaltılabilmektedir. Risk skorlarına bakarak yapılan bir yorum sadece ihaleye girip girmeme konusunda karar vermesi gereken yapım firmasına bu proje üzerinde olumsuz etki yaratabilecek riskleri iyileştirebildiği görüşünü içermektedir. Bu iyileştirmenin süre ve maliyet parametrelerinde hangi boyutlarda olduğu, yapılan bu iyileştirme sonucunda oluşan tablonun yapım firmasının kabul edip edemeyeceği bir tablo mu olduğunu içermemektedir. Bunun için risk analizleri incelenmektedir.

Risk analizleri sonucunda risklerin süre parametresi üzerindeki etkisi %80 güven seviyesinde incelendiğinde risklere karşı uygun stratejiler uygulanmadan önce risklerin, proje süresinde 90 günlük artışa sebep olduğu gözlemlenmiştir. Risklere karşı uygun stratejiler uygulandığında ise bu 90 günlük süre artışı 47 güne indirilmiştir. Aradaki 43 günlük süre artışının bertaraf edilmesi risklere karşı uygun stratejilerin uygulanması sayesinde olmuştur.

Risk analizleri sonucunda risklerin maliyet parametresi üzerindeki etkisi %80 güven seviyesinde incelendiğinde risklere karşı uygun stratejiler uygulanmadan önce risklerin, proje maliyetinde 9,4 Milyon TL’lik artışa sebep olduğu gözlemlenmiştir. Risklere karşı uygun stratejiler uygulandığında ise bu 9,4 Milyon TL’lik maliyet artışı 3,0 Milyon TL’ye indirilmiştir. Aradaki 6,4 Milyon TL’lik maliyet artışının bertaraf edilmesi risklere karşı uygun stratejilerin uygulanması sayesinde olmuştur.

Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında ihaleye girip girmeme konusunda karar vermesi gereken bir yapım firması tez içerisindeki çalışmalara ek olarak aşağıdaki maddelere de dikkat ederek kararını vermelidir. Aşağıdaki maddelerin hesap edilebilmesi için gereken proje ve firma bilgilerine tez yazarının ulaşamamış olması nedeniyle bu maddeler hesap edilemediği için direk ihaleye girip girmeme kararının belirtilmesinin doğru olmadığı düşünülmüştür. Tez içerisinde yapılan çalışma ile aşağıdaki maddeler birleştirilerek bir karara varılması daha uygun görünmektedir.

1. Risklerin iyileştirilebilmesi için belirlenen risk stratejileri ve bu risk stratejilerinin hayata geçirilmesi için gereken eylemleri gerçekleştirirken ne kadar süre ve maliyet harcanması gerektiği tespit edilmelidir. Eğer belirlenen stratejilerin ve eylemlerin hayata geçirilmesi için gereken ek maliyet ve süre, bu stratejilerin ve eylemlerin hayata geçirildikten sonra iyileştireceği süre ve maliyetten daha az ise riskler tespit edilen seviyelere kadar iyileştirilebilir. Ancak bu durum tam tersi bir senaryoyu doğuracak ise farklı bir risk stratejisinin ve eyleminin belirlenip belirlenemeyeceği incelenmelidir.
2. Riskler için tespit edilen iyileştirme adımları hayata geçirilirken, bu adımların başka bir riskin olumsuz etkisini artırıp artırmadığı veya tamamen farklı bir risk ortaya çıkarıp çıkarmadığı tespit edilmelidir.
3. Firmanın riske karşı tutumu göz önüne alınarak bu adımlar hesaplanmalıdır. Bir firmanın riske karşı tutumu, riskin alınıp alınamayacağını, tolere edilip edilmeyeceğini, risklere karşı uygulanacak stratejilerini etkilemektedir. Eğer ki firmanın belirlenmiş bir risk tutumu yok ise bunun belirlenmesi için risk iştahının ve risk toleransının belirlenmesi gerekmektedir.

Tez içerisinde yapılan çalışma, 72 km’lik bütün bir proje yerine bu projenin tamamen bitmemiş olması sebebiyle sadece 32 km’lik kısmı üzerinden yapılmıştır. Bu çalışma projenin % 44’ü üzerinden yapılmıştır. Projenin tamamı düşünüldüğünde çalışma içerisinde açıklanan sonuç rakamlarının daha yüksek boyutlara ulaşacağı bilinmektedir. Risk değerlendirmesi yapacak firma veya kişilerin bu çalışma içerisindeki verilen rakamlar yerine çalışma içerisindeki verilen hesaplama adımlarını göz önüne almaları daha doğru olacaktır.

Yukarıda verilen üç maddeye ek olarak, “Parametrelerin dereceleri ve bunlara karşılık gelen aralık değerleri”, “Risklerin proje üzerindeki olasılık ve etki dereceleri”, “Risk

skorlarına göre risk kategorileri” ve “Risklere karşı uygulanan stratejiler ve eylemler” çizelgeleri ayrı ayrı ele alınarak bilimsel çalışma kapsamında değerlendirilebilir. Bu sayede risk değerlendirilmesi için kullanılan adımlar daha derin bir şekilde incelenebilir ve firmalar bu adımları farklı projeler karşısında daha verimli sonuç alacak şekilde revize edebilir.



7. KAYNAKLAR

- [1] J. M. Nicholas ve H. Steyn, “Managing Risks in Projects,” *Project Management for Engineering, Business and Technology*, 4. Baskı, New York, ABD: Routledge, 2012, bl. 10, ss. 351.
- [2] P. Papagiannakis, “Improving geotechnical risk management implementation in organizations and projects. A policy analysis approach,” Yüksek lisans tezi, İaat Yönetimi ve Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Delft Teknik Üniversitesi, Delft, Hollanda, 2016.
- [3] M. Hertogh ve E. Weterveld, “Playing with complexity management and organisation of large infrastructure projects,” Doktora tezi, Kamu Yönetimi, Rotterdam Erasmus Üniversitesi, Rotterdam, Hollanda, 2010.
- [4] R. Akbıyıklı, S. . Dikmen, ve D. Eaton, “Risk management in private finance initiative (PFI) road projects: a road case in the UK,” *Civil Engineering: Present Problems, Innovative Solutions*, ss. 57-83, 2018.
- [5] N. J. Smith, T. Merna, ve P. Jobling, “Project and Risk,” *Managing Risk in Construction Projects*, 2. Baskı, Oxford, İngiltere: Blackwell, 2006, bl. 1, ss. 1-9.
- [6] R. Akbıyıklı, D. Eaton, ve S. . Dikmen, “Controlling the cost of risk management by utilising a phase portrait methodology,” *Transport*, c. 33, sayı 1, ss. 315-321, 2018.
- [7] . Kaya, “Türk inşaat sektöründe risk analizi ve yönetiminin araştırılması,” Yüksek lisans tezi, İaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2010.
- [8] M. Türker, “İaat projelerinde maliyet ve süre risklerinin birlikte ele alındığı simülasyona dayalı bir risk yönetim modeli,” Yüksek lisans tezi, İaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2015.
- [9] N. Abdollahi, “Bir inşaat altyapı projesinde süre-maliyet iyileştirilmesi için bir risk yönetimi modeli,” Yüksek lisans tezi, İaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2010.
- [10] D. Eren Slloęlu, “Türkiye inşaat sektöründe proje risk yönetimi olgunluğu üzerine değerlendirme,” Yüksek lisans tezi, Proje ve Yapım Yönetimi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2019.
- [11] N. Yosmayan, “İaat projelerinde risk yönetimi: inşaat sektörüne ait bir uygulama,” Yüksek lisans tezi, İşletme Yönetimi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2011.
- [12] G. Güler, “İaat projelerinde çalışanların risk yönetimi ve risk azaltıcı tedbirler karşısındaki tutumları: Antalya rneęi,” Yüksek lisans tezi, İaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye, 2017.

- [13] R. Akbıyıklı, S. Ü. Dikmen, ve D. Eaton, “Private finance initiative (PFI) for road projects in UK: current practice with a case study,” *Promet – Traffic & Transportation*, c. 23, sayı 3, ss. 215-223, 2011.
- [14] R. Akbıyıklı, “Performance assessment of a private finance initiative road project,” *Transport*, c. 28, sayı 1, ss. 11-24, 2013.
- [15] R. Akbıyıklı ve D. Eaton, “Private finance initiative (PFI) unity in diversity in public sector service provision,” *4. Uluslararası Lisansüstü Konferansı*, Salford, İngiltere, 2004.
- [16] R. Akbıyıklı ve D. Eaton, “Operation and maintenance (O&M) management in PFI road projects in the UK”, *22. Yıllık Arcom Konferansı*, Birmingham, İngiltere, 2006, ss. 393-402.
- [17] N. J. Smith, T. Merna, ve P. Jobling, “Risk and Value Management - Quantitative Methods for Risk Analysis,” *Managing Risk in Construction Projects*, 2. Baskı, Oxford, İngiltere: Blackwell, 2006, böl. 4, ss. 36-77.
- [18] H. Aladağ, “Yap-işlet-devret (YİD) tipi ulaştırma projeleri için çok aracılı risk paylaşırma modeli,” Doktora tezi, Mimarlık, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2016.
- [19] Proje Yönetimi Enstitüsü(PMI) , *A guide to the project management body of knowledge*, 5. Baskı, Pennsylvania, ABD: Proje Yönetimi Enstitüsü, 2013, ss. 309-355.
- [20] B. Arısoy, “Risk yönetimi ve inşaat sigortaları,” Yüksek lisans tezi, Sigortacılık, Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1992.
- [21] İ. D. Toker, “İnşaat projelerinde risk yönetimi: temel kavramlar,” *ODTÜ AB Projeleri Yönetimi Yeniden Yapılanma Çalışması Konferansı*, Ankara, Türkiye, 2015.
- [22] A. Öztaş ve Ö. Ökmen, “Judgmental risk analysis process development in construction projects,” *Building and Environment*, c.40, sayı 9, ss. 1244-1254, 2005.
- [23] F. Almassri, “Yapım projelerinde karşılaşılan riskler ve risk yönetimi,” Yüksek lisans tezi, İnşaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2013.
- [24] Risk Active. (2007, 22 Ekim). *Reel Sektör Risk Yönetimi Sistemlerinin Kurulması ve Uygulanması Eğitimi Notları*. [Online]. Erişim: <https://academy.riskactive.com/alanlar/sirketlerde-risk-yonetimi>.
- [25] C. B. Gillanders, “When risk management turns into crisis management,” *Australian Institute of Project Management (AIPM) Ulusal Konferansı*, Sydney, Avustralya, 2003.
- [26] M. B. Akusta, (2020, 10 Aralık). *Proje Risk Yönetimi ve Önemi* [Online]. Erişim: <http://burakakusta.blogspot.com/2010/09/proje-risk-yonetimi-ve-onemi.html>.
- [27] Savunma Bakanlığı, “Risk and risk management – Risk management and program management - Risk management techniques,” *Risk Management Guide for Dod Acquisition*, 5. Baskı (2.versiyon), Virginia, ABD: Defense Acquisition Üniversitesi, 2003, böl. 2-5, ss. 5-90.

- [28] Redco-Porr Ic3 Ortak Girişimi, “Project risk management plan,” Katar, 2020.
- [29] Y. Göç ve E. Acar, “Yüklenici inşaat KOBİ’lerinde girişimci özellikleri ve risk yönetimi uygulamaları,” *1. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi*, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara, 2010, ss. 813-825.
- [30] G. E. Rejda, M. J. Mcnamara, ve W. H. Rabel, “Introduction to Risk Management,” *Principles of Risk Management and Insurance*, 14. baskı, Londra, İngiltere: Pearson Education, böl. 3, ss. 47-68, 2019.
- [31] H. Kerzner, “Risk management,” *Project Management a Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*, 10. Baskı, New Jersey, ABD; John Wiley & Sons, Inc., 2009, böl. 17, ss. 741-808.
- [32] E. Okay, “Bankacılıkta risk yönetiminin gelişimi ve önemi,” *İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi*, c. 1, sayı 2, ss. 123-133, 2002.
- [33] M. A. Özer, “Türkiye’de Sigorta Sektörü ve Risk Yönetimi,” *Millî Reasürans Dergisi*, sayı 78, ss. 14-32, 2010.
- [34] A. S. Akintoye ve M. J. Macleod, “Risk analysis and management in construction,” *International Journal of Project Management*, c. 15, sayı 1, ss. 31-38, 1997.
- [35] D. Eaton, “Introduction to risk management,” Sakarya Üniversitesi’nde sunuldu, Sakarya, 2004.
- [36] D. Eaton, “Risk transfer in PFI,” Sakarya Üniversitesi’nde sunuldu, Sakarya, 2004.
- [37] A. D. Cano ve M. P. Cruz, “Integrated methodology for project risk management,” *Journal of Construction Engineering and Management*, c. 128, ss. 473-485, 2002.
- [38] M. DePrisco. (2020, 10 Aralık). *A first look under the hood of the PMBOK® guide – seventh edition* [Online]. Erişim: https://community.pmi.org/t5/the-official-pmi-blog/a-first-look-under-the-hood-of-the-pmbok-guide-seventh-edition/ba-p/46#_=_.
- [39] V. Carr ve J. H. M. Tah, “A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system” *Advances in Engineering Software*, c. 32, sayı 10-11, ss. 847-857, 2001.
- [40] C. Chapman, “Project risk analysis and management: PRAM the generic process,” *International Journal of Project Management*, c. 15, sayı 5, ss. 273-281, 1997.
- [41] Institution of Civil Engineers, “Faculty of Actuaries in Scotland ve Institute of Actuaries,” *RAMP: Risk Analysis And Management For Projects*, 1. baskı, London, İngiltere: Thomas Telford, 1998, böl. 1, ss. 14-34.
- [42] G. Winch, *Managing Construction Projects; An Information Processing Approach*. 1. baskı, New Jersey, ABD: Wiley-Blackwell, 2002, böl. 13, ss. 346-378.
- [43] S. Hintze, “Risk analysis in foundation engineering with application to piling in loose friction soils in urban situations,” Doktora tezi, Zemin ve Kaya Mekaniği, Kraliyet Teknoloji Enstitüsü, Stockholm, İsveç, 1994.
- [44] K. Molenaar, S. Anderson, ve C. Schexnayder, “Guidebook on risk analysis tools and management practices to control transportation project costs,” National Cooperative Highway Research Program, ABD, Rap. 658, 2010.

- [45] A. Ö. Zabun, “Proje yapım sürecinde risk yönetimi üzerine örnek olay incelemeleri,” Yüksek lisans tezi, Mimarlık, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2012.
- [46] O. Cretu, R. Stewart, ve T. Berends, “Risk management,” *Risk Management for Design and Construction*, New Jersey, ABD: Wiley, 2011, böl. 5, ss. 149-169.
- [47] P. Fırat, “Proje risk yönetiminde olgunluk seviyesi için yeni bir yaklaşım,” Yüksek lisans tezi, Endüstri Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2009.
- [48] H. Kuşan, “İnşaat projelerinde risklerin bulanık mantık modeli ile değerlendirilmesi,” Doktora tezi, İnşaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2009.
- [49] D. Baloi ve A. D. F. Price, “Modelling global risk factors affecting construction cost performance,” *International Journal of Project Management*, c. 21, sayı 4, ss. 261-269, 2003.
- [50] U. Kızıltepe, “Mega projelerde inşaat ve risk yönetimi: Marmaray projesi kapsamında bir değerlendirme,” Yüksek lisans tezi, İnşaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2018.
- [51] H. P. Berg, “Risk management: procedures, methods and experiences,” *Theory and Applications*, ss. 79-95, 2010.
- [52] Royal Institution of Chartered Surveyors. (2020, 11 Aralık). *Checklist for common sources of risk on conservation projects* [Online]. Erişim: https://www.isurv.com/downloads/download/467/risk_checklist_on_conservation_projects.
- [53] H. Karadadaş, “Karayollarında yap-işlet-devret modeli risklerinin bulanık analitik hiyerarşi yöntemi ile değerlendirilmesi,” Yüksek lisans tezi, Mimarlık, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2019.
- [54] R. Akbıyıklı, S. Ü. Dikmek, D. Eaton, ve B. Akbıyıklı, “The critical success factors to achieve a successful private finance initiative road project,” *Civil Engineering: Present Problems, Innovative Solutions*, ss. 49-69, 2019.
- [55] R. Akbıyıklı, D. Eaton, M. Casensky, P. Sara, ve T. Peterka, “UK PFI model of procurement: improvements based upon current practice in UK schools and hospitals,” *Symposium on Sustainability and Value Through Construction Procurement*, Salford, İngiltere, 2006, ss. 146-158.
- [56] M. M. A. AL-Hasani, “An investigation into risk management practices in construction projects: the case of United Arab Emirates,” Doktora tezi, Toplum ve Tasarım Fakültesi, Bond Üniversitesi, Queensland, Avustralya, 2018.
- [57] R. Akbıyıklı, *Mühendislik Ekonomisi Temel Prensipleri ve Uygulamaları*, 2. Baskı, İstanbul, Türkiye: Birsan Yayınevi, 2014, böl. 4, ss. 192-209.
- [58] M. Belen, *Yönetirken Risksiz Misiniz?*, İstanbul, Türkiye: Optimist Yayın Grubu, 2018, böl. 3, ss. 197-202.
- [59] A. Webb, *The Project Manager's Guide to Handling Risk*, İngiltere: Gower Publishing Limited, 2003.
- [60] P. A. Thompson ve J. G. Perry, *Engineering Construction Risks*, London, İngiltere: Thomas Telford, London, 1992.

- [61] R. Akbıyıklı ve D. Eaton, "Value for money and payment mechanisms in PFI road projects in the UK," *Fifth International Postgraduate Research Conference*, Salford, İngiltere, 2005, ss. 565-587.
- [62] PMI: Proje Yönetimi Enstitüsü, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, 3. Baskı, Pennsylvania, ABD: Proje Yönetimi Enstitüsü, 2004.
- [63] E. Arslan, "İnşaat işyerlerinde risk değerlendirmesinin bulanık mantık yöntemi ile modellenmesi: bir fabrika örneği," Yüksek lisans tezi, İş Sağlığı ve Güvenliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye, 2019.
- [64] C. Alataş, "İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme metotları ve risk yönetimi," Yüksek lisans tezi, Çevre Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye, 2007.
- [65] Ö. Ökmen, "Risk analysis and management of construction projects tendered under design-build contract system," Yüksek lisans tezi, İnşaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep, 2002.
- [66] V. P. Singh, S. K. Jain, ve A. Tyagi, "Monte carlo simulation," *Risk and Reliability Analysis a Handbook for Civil and Environmental Engineers*, Virginia, ABD: American Society of Civil Engineers, 2007, böl. 11, ss. 437-486.
- [67] P. Monaghan, "An introduction to Oracle's Primavera Risk Analysis," *Collaborate 2014 Konferansı*, ABD, 2014.
- [68] M. Düzcan, "Uluslararası ihalelerde risk priminin saptanmasında bulanık mantık yaklaşımı," Yüksek lisans tezi, İnşaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2010.
- [69] R. Flanagan ve G. Norman, "The risk management system - Some of the tools and techniques of risk management," *Risk Management and Construction*, 1.Baskı, Oxford, İngiltere: Blackwell Science, 1993, böl.3, ss. 45-69, böl. 4, ss. 101-102.
- [70] Primavera Risk Analysis, *Bilgisayar Programı*, Oracle, Versiyon: 8.7.0012, 1984.
- [71] L. Y. Pouliquen, *Risk Analysis in Project Appraisal*, 1. baskı, Baltimore, ABD: The Johns Hopkins University Press, 1970.
- [72] C. Piney, "Risk response planning: selecting the right strategy," *Proceedings of The 2002 European Project Management Institute Conference*, Fransa, 2002.
- [73] D. Hillson, "Effective strategies for exploiting opportunities," *Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars&Symposium*, ABD, 2001a.
- [74] J. F. Al-Bahar ve K. C. Crandall, "Systematic risk management approach for construction projects," *Journal of Construction Engineering and Management*, c. 116, sayı 3, 1990, ss. 533-546.
- [75] Construction Risk Management Library on Internet. (2001). [Online] Erişim: <http://www.riskdriver.com/ie/practices/practices.html>
- [76] A. Smith, "Speech by Chief Secretary to the Treasury" Office of Government Commerce Partnership UK Konferansında sunuldu, 2001.
- [77] J. Fox ve N. Tott, *The PFI Handbook*, 1. baskı, Bristol, İngiltere: Herbert Smith – Jordan Publishing Limited, 1999.
- [78] E. W. Larson ve C. F. Gray, *Project Management: The Managerial Process*, 5th ed., Oregon, ABD: McGraw-Hill, Inc, 2011, böl. 7, ss. 210-252.

- [79] E. W. Larson ve C. F. Gray, *Project Management: The Managerial Process*, 7. Baskı, Oregon, ABD: McGraw-Hill, Inc, 2017, böl. 7, ss. 206-250..
- [80] Projects in Controlled Environments 2 (PRINCE2), *Managing Successful Projects With PRINCE2*, 5. Baskı, London, İngiltere: The Stationery Office, 2009.
- [81] E. E. Güner, “Türkiye inşaat sektörü için bir risk yönetim modeli,” Doktora tezi, İnşaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2008.
- [82] C. U. Baysal, “Mega projelere genel çerçeveden bakmak,” *Dört Aylık Mimarlık Kültürü Dergisi*, sayı 58, ss. 36-43, 2017.
- [83] B. Bruzelius, B. Flyvbjerg, ve W. Rothengatter, “Big decisions, big risks. Improving accountability in Mega Projects,” *Transport Policy*, c. 9, sayı 2, ss. 143-154, 2002.
- [84] B. Flyvbjerg ve J. R. Turner, “Do classics exist in megaproject management?,” *International Journal of Project Management*, c. 36, sayı 2, ss. 334-341, 2018.
- [85] B. Flyvbjerg, “What you should know about megaprojects and why: an overview,” *Project Management Journal*, c. 45, sayı 2, ss. 6-19, 2014.
- [86] The University of Adelaide, *Risk Management Handbook*, 1st ed., Adelaide, Avustralya: The University of Adelaide, 2019, böl.7, pp. 14-15.
- [87] I. N. Hafeth ve H. A. Rouwaida, “Risk response selection in construction projects,” *Civil Engineering Journal*, c. 3, sayı 12, ss. 1208-1221, 2017.
- [88] *Risk Management - Principles and Guidelines*, International Organization for Standardization (ISO) 31000:2009, 2009.
- [89] T. U. Evcimen, “İnşaat mühendisliğinde risk yönetimi,” İnşaat Mühendisleri Odasında sunuldu, Ankara, 2020.
- [90] L. Ren-hui ve Z. Feng-yong, “Model identification of risk management system,” *4th International Conference on Wireless Communications*, Çin, 2008.
- [91] Proje Yönetimi Enstitüsü, *PMI Risk Management Professional (PMI-RMP) Exam Content Outline*, Pennsylvania, ABD: Proje Yönetimi Enstitüsü, 2012, ss. 10-12.
- [92] S. C. Ward, “Assessing and managing important risks,” *International Journal of Project Management*, c. 17, sayı 6, ss. 331-336, 1999.
- [93] E. H. Conrow, *Effective Risk Management Some Keys to Success*, Virginia, ABD: Amerikan Havacılık ve Uzay Enstitüsü (AIAA), 2000.
- [94] Y. Ning ve Y. Mao, “The risk monitoring of coal construction project based on system dynamics model,” *China located International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*, Çin, 2011, ss. 330-334.
- [95] Ç. Arslan, “Risk identification and assessment for PPP integrated health campus projects in Turkey a case study: Kayseri integrated health campus,” Yüksek lisans tezi, İnşaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2019.
- [96] D. Eaton ve R. Akbıyıklı, “Quantifying quality: a report on PFI and the delivery of public services,” Manchester Salford Üniversitesi, İngiltere, Rap. 1, 2005.

- [97] E. G. Yılmaz, “Risk identification and analysis of private hospital constructions in Turkey,” Yüksek lisans tezi, İnşaat Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2010.
- [98] Holly Hughes-Barnes. (2021, 18 Şubat). *8 construction risks and how contractors can avoid them* [Online]. Erişim: <https://www.clockshark.com/Blog/the-10-biggest-risks-facing-construction-contractors>.
- [99] B. A. A. Harthi, “Risk management in fast-track projects: a study of UAE construction projects,” Doktora tezi, Wolverhampton Üniversitesi, Wolverhampton, İngiltere, 2015.
- [100] Croner-i. (2021, 18 Şubat). *Archaeological remains and project disruption* [Online]. Erişim: <https://app.croneri.co.uk/feature-articles/archaeological-remains-and-project-disruption>.
- [101] AECOM, “Archaeology and cultural heritage,” AECOM, Türkiye, Rapor 13, 2013.
- [102] S. Q. Wang, M. F. Dulaimi, ve M. Y. Aguria, “Risk management framework for construction projects in developing countries,” *Construction Management and Economics*, c. 22, sayı 3, ss. 237-252, 2004.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Harun KARTAL

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	İnşaat Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2021
Lisans	İnşaat Mühendisliği.	Düzce Üniversitesi	2018
Lise		İzzet Ünver Lisesi	2014

YAYINLAR

H. Kartal, E. Genç, Y. Çelebi ve F. Erdem, “İnşaat Projelerinde Tespit Edilen Proje Risklerinin Proje Süresine ve Maliyetine Etkisinin İncelenmesi” 2. *Hezarfen Uluslararası Fen Matematik ve Mühendislik Bilimleri Kongresi*, Antalya, Türkiye, 2020, ss. 93-105.