İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT PROJELERİNE TEKLİF AŞAMASINDA SİMÜLASYON TEKNİĞİYLE RİSK YÖNETİMİ UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Onur ÖZCAN

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Yapı İşletmesi

HAZİRAN 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT PROJELERİNE TEKLİF AŞAMASINDA SİMÜLASYON TEKNİĞİYLE RİSK YÖNETİMİ UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Onur ÖZCAN
501021448

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30 Nisan 2010
Tezin Savunulduğu Tarih : 04 Haziran 2010

Tez Danışmanı : Dr. Akın ERİŞKON (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Dr. Murat KURUOĞLU (İTÜ)
Dr. Erdoğan YILMAZ (YTÜ)

HAZİRAN 2010

Seher, Alican ve Can'a,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitim ve öğrenimimi, ortaya getirdiğim bu tez çalışmasıyla sonlandırırken;

Çalışmalarım boyunca bilgisi, sabrı, anlayışı ve hoşgörüsüyle desteklerini benden esirgemeyen danışmanım Dr. Akın ERİŞKON'a,

Deneyim ve bilgisiyle göstermiş olduğu değerli yardımları, anlayışı ve motivasyon desteğiyle Dr. Murat KURUOĞLU'na,

Mühendislik eğitimimde uzmanlık ve vizyon kazanmamı sağlayan, başta anabilim dalı başkanımız Yrd. Doç. Dr. Uğur MÜNGEN olmak üzere, tüm Yapı İşletmesi Anabilim Dalı akademisyenlerine,

İTÜ'de geçirdiğimiz seneler boyunca her daim birlikte olduğumuz, ilgisi, alakası, ve yardımları için dostum ve dönem arkadaşım İnş. Müh. Tufan EKŞİOĞLU'na,

Hayat boyu verdikleri destekleri, sabırları, inançları, emekleri ve sevgileri için ailem: Seher Özcan, Alican ÖZCAN ve Can ÖZCAN'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2010

Onur ÖZCAN

İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **iii**
KISALTMALAR ..... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xiii**
ÖZET ..... **xv**
SUMMARY ..... **xvii**
1. GİRİŞ **1**
1.1 İnşaat Sektörüne Genel Bir Bakış ve Risk Yönetimi Gereksinimi 2
1.2 Risk Yönetimi Sistemi 4
2. ÇALIŞMANIN AMACI VE METODU **7**
3. PROJE PLANLAMASINDA RİSK FAKTÖRÜ **11**
3.1 Proje Bütçesinin Oluşturulması 11
3.2 Uygun Bütçe Modeli Seçimi 11
3.3 Proje Analizi 13
3.4 Proje Analiz Değerlendirmesi 14
4. RİSK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ **15**
4.1 Risk Yönetiminde Kullanılabilecek Araç ve Tekniklerden Bazıları 15
4.2 Simülasyon Metodları 17
4.2.1 Statik simülasyon modelleri 19
4.2.2 Dinamik simülasyon modelleri 19
4.2.3 Deterministik simülasyon modelleri 19
4.2.4 Stokastik simülasyon modelleri 19
4.2.5 Sürekli modeller 20
4.2.6 Kesikli modeller 20
4.2.7 Monte Carlo simülasyonu 20
5. İNŞAAT PROJELERİNDE RİSK FAKTÖRLERİ **21**
5.1 İşverenler 21
5.2 Sosyal Çevre 22
5.2.1 Bölgesel toplum 22
5.2.2 Küresel toplum 23
5.3 Ekonomik Çevre 23
5.3.1 Makro ekonomik çevre ve enflasyon 23
5.3.2 Mikro ekonomik çevre 25
5.4 Siyasi Çevre 25
5.5 Hukuki Çevre 26
5.5.1 Sözleşme türlerinin riskleri 27
6. İNŞAAT PROJELERİNDE RİSK YÖNETİMİ **29**
6.1 Risklerin Tanımlanması 29
6.2 Risklerin Sınıflandırılması 31
6.3 Risk Ölçüm Süreci 33
6.4 Risklerin Analizi 33
6.4.1 Kuramsal analiz 34
6.4.2 Sayısal analiz 34

6.4.2.1 Monte Carlo benzetimi yöntemi 35
6.4.2.2 Monte Carlo ortalama risk toleransı 36
6.4.2.3 Bireysel faaliyet değerlerinin belirlenmesi 36
6.4.2.4 Proje değerinin belirlenmesi 36
6.4.2.5 Analizde bilgisayar yazılımlarının kullanımı 37
7. RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YÖNETİLMESİ 41
7.1 Risklerin Değerlendirilmesi 41
7.2 Risk Yönetimi 42
7.3 Risk Yönetim Süreci 44
7.4 Risk Yönetiminin Uygulanması ve Toplam Risk Yönetimi Yaklaşımı 45
7.5 İşveren ve Risk Yönetimi 47
7.6 Uygun Sözleşme Modelinin Seçilmesi 47
7.6.1 Maliyet artı kâr usulü 49
7.6.2 Birim fiyat usulü 49
7.6.3 Anahtar tesim usulü 50
7.6.4 İhale aşaması ve uygun teklifin belirlenmesi 51
7.7 Yüklenici ve Toplam Risk Yönetimi 54
7.7.1 Toplam risk yönetimi 54
7.8 Enflasyon Riski İçin Alınabilecek Önlemler 56
7.8.1 Fiyat endeksleme yöntemi 57
7.8.2 Sabit paraya endeksleme ve çapraz endeksleme yöntemleri 57
7.9 Proje Yönetimi ve Enflasyon Riski 58
8. TÜRKİYE'DE RİSK YÖNETİM YAKLAŞIMI VE MEVZUATLAR 61
8.1 Ülkemizde Risk Yönetiminin Yaygınlaşması 61
8.2 Kamu İhale Kanunu Çerçevesinde Risk Unsurlarının Saptanması 63
9. UYGULAMA PROJESİ 69
9.1 Uygulama Örneği 69
9.1.1 Teklif öncesi aşama 70
9.1.1.1 Proje yönetiminin genel riskleri tanımlaması 70
9.1.1.2 Riskler için ön analiz ve değerlendirme 71
9.1.2 Teklif aşaması 71
9.1.2.1 Proje genel risklerinin tanımlaması 71
9.1.2.2 Kuramsal analiz ve değerlendirme 72
9.1.2.3 Sayısal analiz 73
9.1.2.4 Kuramsal ve sayısal analizin değerlendirilmesi 75
9.2 Simülasyon Analizi 78
9.2.1 Bilgisayar yazılımlarının projeye uygulanması 79
9.2.2 Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi 81
10. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 87
KAYNAKLAR 89
EKLER 91

KISALTMALAR

AHP	**:** Analytic Hierarchy Process
CMF	**:** Central Medical Facility
DİE	**:** Devlet İstatistik Enstitüsü
EUR	**:** Avrupa Birliği Para Birimi
FIDIC	**:** Federation Internationale des Ingenieurs Conseils
FLF	**:** Full Cost with Flat Rate
GSMH	**:** Gayri Safi Milli Hasıla
ICRAM-1	**:** International Construction Risk Assessment Model-1
KİK	**:** Kamu İhale Kanunu
KİGT	**:** Kamu İhale Genel Tebliği
NATO	**:** North Atlantic Treaty Organization
NFPA	**:** National Fire Protection Association
OMEE	**:** Operation and Maintenance Engineering Enhancement
TL	**:** Türk Lirası
USAF	**:** United States Air Force
USD	**:** Amerika Birleşik Devletleri Para Birimi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 5.1 : Sözleşmelerin risk dağılımı. 27
Çizelge 6.1 : Ortalama risk toleransı örneği. 36
Çizelge 6.2 : Risk yönetim yazılımları 38
Çizelge 7.1 : Basit bir risk analiz örneği. 44
Çizelge 7.2 : En iyi değer seçim tablosu 54
Çizelge 9.1 : Yıllık libor faiz oranları 76
Çizelge A.1 : Ön analiz çizelgesi 93
Çizelge B.1 : Sayısal analiz çizelgesi 99

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Sabit oranlı maliyet modeli bütçesi olasılık yoğunluğu eğrisi. 12
Şekil 4.1 : ICRAM-1' in yapısı. 17
Şekil 6.1 : Risk sınıflandırma şeması. 31
Şekil 6.2 : Projenin tüm aşamalarında risk analizi. 34
Şekil 7.1 : Risk yönetimi. 42
Şekil 7.2 : Risk yönetim süreci. 44
Şekil 7.3 : Risk yönetimi akış şeması. 46
Şekil 7.4 : En iyi değer yaklaşımıyla ihale aşamaları. 52
Şekil 9.1 : Proje maliyetlerinin olasılık dağılımı. 75
Şekil 9.2 : Proje maliyetlerinin toplam olasılık dağılımı 75
Şekil 9.3 : Simülasyon ekranı 81
Şekil 9.4 : Proje maliyetlerinin toplam olasılık dağılımı 84
Şekil 9.5 : Proje maliyetlerinin kümülatif olasılık dağılımı 84

İNŞAAT PROJELERİNE TEKLİF AŞAMASINDA SİMÜLASYON TEKNİĞİYLE RİSK YÖNETİMİ UYGULAMASI

ÖZET

Bu çalışmada, inşaat sektöründe riskler ve inşaat projelerinde sistematik risk yönetim yaklaşımı uygulama prensipleri çerçevesinde, teklif aşamasında bir simülasyon tekniğine dayandırılarak analizine değinilmiştir. Yaklaşımın temeli, proje değerlerinin tek nokta değerleri yerine olasılık aralıkları olarak göz önünde bulundurularak karar verilmesi esasına dayanır. Metodun sistematik oluşu kişisel yorum ve yargıların etkisini asgariye indirmektedir. Belirsizliğin ve risklerin kaynakları açıklandıktan sonra bunları önlemek ve minimize edebilmek için yapılabilecek çalışmalara değinilmektedir.

Risk yönetimine, ağırlıkla yükleniciler açısından yaklaşılmış ve bir toplam risk yönetim sistemi geliştirilmiştir. Risk yönetimi sistemi, maliyet, süre, kalite gibi proje değişkenleri için geçerli olduğu halde, bu çalışmada daha çok finansal risklerin önlenebilmesi ve proje maliyetlerinin önceden sağlıklı olarak tespit edilebilmesi üzerinde durulacaktır.

Çalışmada risk yönetimi sisteminde öncelikle risklerin tanımlanması ve sınıflandırılmasının genel çerçevesi çizilirken, daha sonra bu risklerin kuramsal analizine değinilmektedir. Sonraki aşamada belirsizliklerin sayısal analizi için, nispeten daha karmaşık bir teknik olan "Monte Carlo Benzetimi Yöntemi" önerilmektedir.

Proje değerlerinin üzerinde enflasyonun etkisinin, finansal kıymetlerin zaman değeri yöntemiyle hesaba dahil edilmesi esnasında da yine aynı sistematik risk yaklaşımından yola çıkılmıştır. Risklerin ve belirsizliklerin analizinden sonra risklerin değerlendirilmesi, teklif aşaması, uygun teklifin belirlenmesi ve projenin yönetilmesi aşaması gelmektedir.

Çalışmanın amacı soyut teorik kuramsal yaklaşımlar, ya da çok detaylı matematiksel yöntemler ile uygulayıcıların daha fazla karmaşaya yöneltmektense, sektörün kendi dinamikleri içinde risk yönetimi uygulanmasını anlamlı bir bütün halinde ortaya koymaktır.

Tez çalışması gerçek uygulama örneği ile pekiştirilmiş, araştırmacının da içinde bulunduğu bu projenin sonuçları da sistemin savlarını destekler yönde sonuçlanmıştır.

RISK MANAGEMENT APPLICATION WITH SIMULATION TECHNIQUE IN BIDDING TO CONSTRUCTION PROJECTS

SUMMARY

In this study, the risk in the construction sector and systematic risk management approach applied in construction projects mentioned within the framework of principles, a simulation technique based on the bidding analysis. Its basic approach is based on the decision, the project value considering the probability ranges instead of single point value. Systematic method, minimize the impact of personal interpretation and judicial provides. After explaining the sources of uncertainty and risks, studies to do will discussed in order to minimize and prevent them.

Risk management has been approached more over in terms of the contractor and a total risk management system has been developed. Although risk management system is applicable to project variables such as cost, duration and quality, this study will focus on and emphasize further to prevent financial risks and previously healthy determination of project costs.

First in the study, in risk management system general framework is being drawn of risk identification and classifications, then the theoretical analysis of these risks are mentioned. In next stage for the numerical analysis of uncertainty, a technique relatively more complex, the "Monte Carlo Simulation Method" is recommended.

During the impact of inflation on project values, the same systematic approach to risk has been set out; estimations are included within the time value method of financial assets. After the analysis of risks and uncertainties; risk evaluation, bidding phase, identification of the appropriate bid and project management stage comes.

Purpose of the study, instead of directing practitioners towards more complexity with intangible theoretical and hypothetical approaches or with very detailed mathematical methods, is to put into a meaningful whole of risk management application within the industry's own dynamics.

Thesis has consolidated with a real life project application that the researcher also included. The result of this project finalized in the supporting direction of the arguments.

1. GİRİŞ

Hızla değişen, gelişen ve her geçen gün küreselleşen dünyamızda, teknolojik, ekonomik ve politik değişimler, dolayısıyla her geçen gün artan belirsizlikler ve riskler, firmaların alacağı karar mekanizmalarında etkin rol oynamaktadır. İnşaat işinin doğasında var olan risklere bakıldığında, riskin tanımlanması, analiz edilmesi ve tepki verilmesi için kullanılan yönetim tekniklerinin bu endüstride son yıllarda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.

Risk yönetimi, ürünün düşünce aşamasından başlayarak, müşteriye bir ürün olarak sunulabilmesine kadar tüm aşamaları kapsayan bir süreçtir. Risk yönetiminin, hızlı kararlar ve faaliyetlerle sürekli olarak risklerin belirlendiği, hangi risklerin öncelikle çözümlenmesi gerektiğinin değerlendirildiği, risklerle başa çıkmak için stratejiler ve planların geliştirilerek uygulandığı bir sistematik yapı veya belirsizlikleri ve belirsizliğin yaratacağı olumsuz etkileri daha kabul edilebilir düzeye indirgemeyi hedefleyen bir disiplin olduğunu söyleyebiliriz [1].

Günümüzde inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmalar varlıklarını, fırsatları değerlendirerek sürdürmektedirler. Dolayısı ile projeler yeni ve farklı şeyler ortaya koymak için üstlenilmekte, bu durumda da risk faktörü projelerin kaçınılmaz bir parçası haline gelmektedir. İnşaat sektöründeki firmaların çalışma programlarının, yürüttükleri projenin süresi ile sınırlı olması nedeniyle firmalar, uzun vadede piyasadaki varlıklarını sürdürebilmek için, kâr payı düşük ya da risk düzeyi yüksek projeleri üstlenmek durumunda kalabilmektedirler.

Öte yandan, sektörde proje üretim ve yönetim maliyetleri tahmine dayanmakta, öngörülen maliyet hedeflerinde sapmanın ortaya çıkması istenmedik sonuçlara yol açabilmektedir. Bunların yanı sıra, yeterince analiz etmeden, risk düzeyi yüksek olarak değerlendirilen projeleri üstlenmekten kaçınmanın, ekonomik kayıplara yol açacağı söz konusu olmaktadır. Nitekim sektörün bu nitelikleri, inşaat mühendisliğinde risk yönetimini gerekli kılmaktadır [2].

İnşaat projelerinin; proje, ülke ve pazardan kaynaklanan pek çok belirsizliği bünyesinde barındırması, inşaat projelerinde risk yönetimi uygulamalarını zorlaştırmıştır. Bu bakımdan işlemin sistematik olarak yürütülebilmesi için, değişen senaryolar altında proje performansının ölçülmesi ve geçmiş proje deneyimlerinin

yeni projeler için kullanılması gibi konuları kapsayan risk yönetim sistemlerinin geliştirilmesini ve kullanımını kaçınılmaz hale getirmiştir [3].

İnşaat sektörünün günümüzdeki yapısı, şantiye çevresindeki sürekli değişen çevresel koşullar, zararlı kaynaklara doğrudan maruz kalma, iş programı ve maliyetleri tutturmak için oluşan baskı, inşaat tekniklerindeki artan karmaşıklık v.b. risklerin üstesinden gelmek için rekabet eden bir düzen içerisindedir. İnşaat risk analizi, özellikle projenin erken aşamalarında karışıktır. Çünkü risk yapısı genellikle insan hatası, uygun veri ve bilgiyi içeren çeşitli faktörlerden etkilenir. Pek çok durumda, büyük belirsizlik içermesi nedeniyle proje ile ilgili risklerde yaklaşımlarda bulunmak aşırı zor olabilir. Bu nedenle, inşaat sektöründe risk konusunda yapılan çalışmaların yoğunlaştığı alan riskin, doğrudan proje hedeflerinde özellikle süre ve maliyet bazında risk analizi ile ilgili çalışmalar olarak karşımıza çıkmaktadır [4].

1.1 İnşaat Sektörüne Genel Bir Bakış ve Risk Yönetimi Gereksinimi

İnşaat Endüstrisi konut, yol, baraj, liman, köprü, fabrika binası gibi toprağa başlı tüm taşınmaz yapıların yapımı, onarımı ve bakımı ile bu faaliyetlere doğrudan veya dolaylı olarak girdi sağlayan tüm sanayi ve hizmet kuruluşlarını kapsayan çok geniş bir sektördür. İnşaat Sektörü kendi yapısı itibariyle diğer sektörlerden oldukça farklıdır. Yüzlerce değişik mal ve hizmet üretimine doğrudan bağlılığı yoğun iş gücü kullanımı ve sosyoekonomik refah düzeyi ile yakından ilişkili olması, bu sektör üzerinde yoğun ilgi ve dikkatlerin toplanmasına neden olmaktadır. Bu sektörün çalışması, ekonominin çok geniş bir kesimi üzerinde itici, sürükleyici ve uyarıcı etkiler yapar. Bu nedenle, çeşitli kaynaklarda inşaat sektörü ekonominin "lokomotifi" olarak nitelendirilmektedir.

Günümüzde inşaat sektörünün dünyadaki toplam büyüklüğünün 3,5 trilyon dolar civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu rakam, dünyadaki toplam GSMH'nın yaklaşık % 8'ine karşılık gelmektedir. Bu değerin % 30'u Avrupa'da üretilmektedir. Dünya sınai istihdamının ise yaklaşık % 30'unu inşaat sektörünün karşıladığı tahmin edilmektedir.

Ülkemizde inşaat sektörü dünyada olduğundan daha önemli konumdadır. DİE verilerine göre Türkiye'de inşaat sektörünün gayri safi milli hasıla içindeki payının 1968–2005 yılları ortalaması % 5,7'dir. Devlet Planlama Teşkilatı verilerine göre Türkiye'deki yatırımların % 50'den fazlası inşaat yatırımıdır. İnşaat sektörü yaklaşık 300 sanayi dalının yalandan ilgili bulunduğu bir ana sektördür. Sanayi kesiminde çalışan tezgahların ve üretim yapan fabrikaların % 65-70'i inşaat sektörü için girdi

üretmektedir. Bu açıdan bakıldığında, ülke ekonomisindeki tüm faaliyetlerin yaklaşık % 40'ının inşaat sektörü içinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca özellikle, son yıllarda hızlı bir gelişme gösteren dış müteahhitlik hizmetleri de bu hizmetler karşılığı sağlanan gelirlerin yanı sıra, inşaat malzemeleri ihracatı ve işçilerin yurt dışına istihdamı yoluyla bir taraftan milli gelir ve istihdamın artışına, diğer taraftan da dış ödemeler dengesine olumlu katkılar sağlamaktadır [5].

Türkiye'de yaklaşık bir milyon iki yüz bin kişi (çalışan nüfusun yaklaşık % 5,5'i) inşaat sektöründe çalışmaktadır. Bu haliyle, İnşaat sektörünün genel yatırımlar içerisindeki payı her yıl % 50'nin üzerinde olmuştur [6].

Ekonomimiz içerisindeki bu önemine karşın, inşaat yatırımlarının sahip olduğu kendine has özellikleri, üretim yerinin her projede değişmesi, üretimin tekrarlanamaz oluşu, açıkta imalat yapılması, çevresel faktörlerden etkilenmesi, değişik tipte ve büyüklükte riskler altında oluşu, onu diğer sektörlerden ayırmaktadır Yapı sektörü ülkemizde olduğu kadar küresel ekonomide de önemli bir yer tutmaktadır [7].

Ülkemiz ekonomisi içinde çok önemli bir yer tutan İnşaat Sektöründe tasarım ve üretimin teknik aşamaları ile ilgili sorunların tamamına yakın bir kısmım çözebildiği görülmektedir. Öte yandan özellikle sınır ötesi projelerde büyük başarılar sağlayan sektör firmaları ülkelerinde aynı başarıyı gösterememektedirler. Ayrıca firmalarımızın çok sıkı rekabetin olduğu ortamlarda değil, fiyat olarak çok cazip fakat çalışma koşullarının zor, emek yoğun ve de işyerinin coğrafi olarak uzak olduğu durumlarda daha çok iş yaptığı bilinmektedir.

Bugün, dünyadaki inşaat sektöründeki gelişmelere bakıldığında, 1960-70'li yıllarda ortaya çıkan yönetim alanındaki gelişmelerin sonucu olarak, özellikle de Amerika Birleşik Devletleri'nde inşaat firmalarının, yüklenicilik hizmetlerinden daha ziyade, inşaat projelerinin yönetimi hizmetlerine yöneldiği görülmektedir. Türk İnşaat sektöründe, uygulamada karşılaşılan eksikliklerin büyük çoğunluğunun özellikle yönetim ile ilgili problemlerden kaynaklandığını ve mevcut inşaat mühendisliği eğitiminin bu eksiklikleri karşılamada yeteriz kaldığını, söylemek yanlış olmayacaktır [8].

Öte yandan ülkemiz inşaat endüstrisinin en büyük işvereni durumunda olan kamu sektörünün, yatırım harcamalarını, daha doğrusu finansal hedeflerini yeterince etkin yönetemediği bir gerçektir. Zira belirsizliklerin yönetimi tamamen ihmal edilmiş olmakta ve sorumluluk eşitlik ilkelerine aykırı bir şekilde yüklenicilere transfer edilmeye çalışılmaktadır. Bu şartlar altında kamunun yapı üretimi çok pahalıya mal olmakta ve kalite açısından da başarılı olmak rastlantı haline gelmektedir [9].

Sektördeki mevcut sıkıntı ve belirsizliklere bir de uygulamacılar tarafından yaratılan suni belirsizlikler eklendiğinde, özellikle yükleniciler kendilerini fazlasıyla karmaşık bir riskler ve belirsizlikler ortamı içinde bulmaktadırlar. Bu suni belirsizliklerin en önemlileri, yüklenicilerin ve işverenlerin iş sırasında karşılaşılan problemleri zamanında çözememeleri, şartname ve yönetmelikleri farklı yorumlayarak Standard değişiklikleri yaratmalarıdır. Ayrıca yükleniciler iş yüklerini düzenlemekte yetersiz kalmaktadırlar. Bunun sonucu olarak, sektörde istikrarsızlığın sıradan bir hale gelmekte olduğuna, küçük büyük birçok firmanın çok farklı düzeylerde performans sergilediklerine tanık olmaktayız. Kısa bir süre önce, faaliyet gösterdikleri pazarın lideri konumunda olan inşaat firmaların uzun süre işsiz kaldıkları ya da hesapsızca çok büyük risklerin altına girerek, kapanma durumuna geldikleri de bilinmektedir. Aynı şekilde işverenler tarafından öngörülen maliyet ve süre hedefleri aşılmakta, bazı durumlarda ise istenilen kalite elde edilememektedir.

Bu problemler ülkemizde çok ciddi boyutlara ulaşmakla birlikte gelişmiş batı ülkelerinde de ciddi sıkıntılar doğurmaktadırlar. Örneğin Dünya Bankasının kredileri ile finanse edilen inşaat projeleri ile ilgili yapılan araştırmada, 1974–1988 yılları arasında gerçekleştirilen projelerin % 63'ünün öngörülen bütçesini aştığı tespit edilmiştir [10].

Diğer bir ifade ile her 6 projeden birinin % 40 oranında ve ciddi bir kısmının da % 80 oranında, öngörülenden daha pahalıya mal olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yine aynı araştırmaya göre gerçekleşen her 100 projeden 88'i öngörülen proje süresini aşmıştır Yine aynı araştırmada neticesinde incelenen tüm projelerin % 91'inde kalite hedefi istenen düzeyde gerçekleşmiştir.

Bu durumların gerçekleşebileceği bilinse dahi çoğu zaman ne gibi önlemler alınacağı ya da süre veya maliyet hesaplamalarına yansıtılması ihmal edilmektedir. Bunun nedeni gerçekleşmesi kesin olmayan bu faktörlerin incelenmesinin zaman kaybı, dolayısıyla da gereksiz bir ek maliyet olduğu düşüncesidir.

1.2 Risk Yönetimi Sistemi

Yukarıda sözü edilen nitelikte olan, yani gerçekleşip gerçekleşmeyeceği önceden kesin olarak kestirilemeyen olayların incelenip, proje üzerinde muhtemel etkilerinin belirlenmesi, ilgili projenin bu çerçevede yönetilmesi faaliyetlerinin bütününe risk yönetimi adı verilmektedir.

Risk yönetimi bir projedeki risklerin tanımlanması, sınıflandırılması, proje üzerindeki etkilerinin saptanması ve analiz edilmesi, ve analiz sonuçlan çerçevesinde projenin yönetilmesini içerir.

İnşaat endüstrisinde risk yönetimi, bir çok nedenden dolayı ihmal edilmiştir. Bu durum ülkemiz kuruluşları için geçerli olduğu kadar İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri, ve diğer batı ülkeleri için de geçerlidir [10].

Giderek küçülen dünyada ülkemizi uluslararası toplumdan soyutlayıp incelemek mümkün değildir. Her konuda olduğu gibi inşaat endüstrisinde de bölgesel doğruların yerini küresel doğrular almaktadır. Kaldı ki yüklenicilerimiz tüm beş kıtada inşaat işler üstlenmekte, ülkemiz kuruluşları bir çok büyük projeyi uluslararası ortamda ihale etmektedirler. Önerilecek yaklaşımlar ana hatları itibari ile küçük ya da büyük tüm inşaat projeleri için geçerli olmaktadır.

Risk Yönetimi ile ilgili genel kanı, metodun sadece proje maliyeti belirleme sırasında gerçekleştirilen, çok zaman alan ve muhtemel proje değerini beklenenden daha yüksek gösteren bir çalışma olduğu yönündedir. Oysa ki risk yönetimi çalışması her şeyden önce yönetim kadrosunun proje ile ilgili derinlemesine bilgi sahibi olmasını sağlar. Risk yönetimindeki birinci amaç, projenin yapımı sırasında oluşabilecek olumsuzlukların önceden gerçekçi bir şekilde tespit edilmesidir. Bu yaklaşımla, Risk yönetimi metodunu göz ardı etmek gerçekleri göz ardı etmek demektir. Ayrıca yine önceki başlıkta değinilen Dünya Bankasının kendi finanse ettiği projelerle ilgili bir araştırmasında, iç verim oranının çoğu zaman beklenenden farklı olduğu ve bazı durumlarda da beklenenden daha yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Eğer risk analizi ve değerlendirmesi sonucunda proje değerleri beklenenden olumsuz noktalarda bulunuyorsa, ilgili projenin göz ardı edilmesi dahi söz konusu olabilir. Özellikle yükleniciler için, firmalarına maddi katkı sağlamayacak bir projenin yapılması kadar kötü bir durum çok nadirdir. Öte yandan, yüklenicilerin çoğu zaman maliyetleri olduğundan yüksek tahmin ederek firmalarına ciddi katkı yapabilecek projeleri göz ardı ettikleri de bilinen bir gerçektir. Risk yönetimindeki amaç sadece ve sadece yapılmaya değer projelerin üstlenilmesi ve de bunların yapımının en etkin, verimli ve ekonomik şekilde gerçekleştirilmesidir.

Önceki çalışmalardan incelenen kaynaklardan ve bu çalışmanın temellerini oluşturan yaklaşımı inceleyen "University of Manchester Institute of Science and Technology" öğretim üyeleri tarafından oluşturulmuş proje ekibi tarafından hazırlanmış, 1992 tarihli, "Engineering Construction Risks" raporudur. Bu raporda özellikle İngiltere'deki projeler ve de Dünya Bankasının diğer ülkelerde finanse ettiği

projeler ile ilgili istatistiksel bilgiler ortaya konmuş ve bu veriler ışığında inşaat projeleri için bir risk yönetimi stratejisinin ana hatları belirlenmeye çalışılmıştır [10].

Bir diğer yakın tarihli Türkiye'de yapılan çalışmada ise, "İnşaat Projelerinde Risk Yönetimi" adlı araştırmada konunun teorik altyapısına değinilmiş ve sayısal analizin uygulanması bir örnekle açıklanmıştır [11].

Literatürde bazı sadeleştirmeler ile doğruluğu ve geçerliliği ispat edilen Risk yönetimi sistemi, uygulamaya gelindiğinde uluslararası inşaat projelerinde özellikle ise ülkemizde gerçekleşen inşaat projelerinde rağbet görmemektedir. Nedenleri tezin akışında değerlendirilen bu sorunun başlıca sebeplerinden biri metodun uygulamacılara yeterince aktarılamamasıdır.

Bu gerçekten yola çıkarak, bu çalışmada söz konusu metodolojinin, projelerin uygulanması esnasında nasıl kullanılacağı üzerinde yoğunlaşılmış, hatta bazı noktalarda uygulayıcıların takip edecekleri yol adım adım belirtilmiştir. Böylece inşaat projelerinin finansal başarısı için bu denli önemli bir yaklaşımın hayata geçirilmesi için teorik bilgi ve pratik yaklaşım arasında bir köprü oluşturulduğu düşünülmektedir.

Bu amaçla özellikle Risk yönetimi sisteminin projenin hangi aşamalarında, nasıl kullanılması gerektiği üzerinde durulmuştur. Ayrıca önceki çalışmalarda hiç sözü edilmeyen ve de inşaat projelerinin finansal başarısının önündeki en büyük engel olan, fiyat değişikliklerinin yine aynı risk yönetimi yaklaşımı ile nasıl değerlendirildiği de uygulama örneği ile birlikte açıklanmıştır.

2. ÇALIŞMANIN AMACI VE METODU

Bu çalışmada ilk olarak ülkemiz inşaat sektörünün nasıl bir ortam olduğu tanıtılmakta, daha sonra bu ortamda belirsizliğin kaynağı olan iç ve dış sistemler incelenmektedir. Belirsizliğin ve risklerin kaynakları açıklandıktan sonra bunları önlemek ve de minimize edebilmek için yapılabilecek çalışmalara değinilmektedir. Bu çalışmalar yapı üretiminin tüm faaliyetlerini içermektedir. Bu noktada "Toplam Risk Yönetimi" kavramı ortaya çıkmaktadır. Bütçe, kalite, süre ve güvenlilik açısından başarı ile tamamlanmış projeler ilgili tüm faaliyetlerin risk yönetimi bilinci ile yönlendirilmeleri ile ortaya çıkmaktadır. Söz konusu risk yönetimi sistemi, maliyet, süre, kalite gibi proje değişkenleri için geçerli olduğu halde, bu çalışmada sadece Yapı üretiminin finansal başarısının azamiye çıkarılması ile ilgili faaliyetler incelenmektedir. Diğer bir ifade ile bu çalışmada daha çok finansal risklerin önlenebilmesi ve proje maliyetlerinin önceden sağlıklı olarak tespit edilebilmesi üzerinde durulacaktır.

Risk yönetimi sistematiği değişik projelerin çeşitli yönetim faaliyetlerine uygulanabilmektedir. Sözgelimi bir baraj inşaatı projesinin risk yönetimi aşamaları ile bir yakıt boru hattı yapımı projesinin risk yönetimi aşamaları bir diğerinden çok farklı değildir. Aynı şekilde sıradan bir bina inşaatı ile ilgili risk yönetimi aşamaları da sözü edilen projelere çok yakındır.

Genel anlamda risk yönetimi süreci 4 ana aşamadan oluşmaktadır [12].

Bu aşamalar:

1 .Risklerin Tanımlanması ve Sınıflandırılması

2 .Risklerin Analizi

3 .Risklerin Değerlendirilmesi

a) İşveren Yönünden

(i)Risklerin Değerlendirilmesi

(ii)Uygun Sözleşme Türünün Seçilmesi

(iii)İhale Aşaması ve Uygun Bedelin Tespiti

(iv)Kalite Kontrol ve İşin Kabulü

b) Yükleniciler Yönünden

(i)Teklif Aşaması

(ii)Enflasyon Riskinin Etkisini Azaltabilmek İçin Yapılabilecekler

(iii)Toplam Risk Yönetimi

4 .Risklerin Yönetimi

Bu çalışmada risk yönetimi sisteminde öncelikle risklerin tanımlanması ve sınıflandırılmasının genel çerçevesi çizilirken, daha sonra bu risklerin kuramsal analizine değinilmektedir. Sonraki aşamada belirsizliklerin sayısal analizi için, nispeten daha karmaşık bir teknik olan ve detayları ileride verilen "Monte Carlo Benzetimi Yöntemi" önerilmektedir. İnşaat projeleri uzun zaman dilimlerine yayıldıkları için fiyat değişiklikleri ve özellikle enflasyon en önemli belirsizliklerden biri olarak yerini almaktadır.

Proje değerlerinin üzerinde enflasyonun etkisinin, finansal kıymetlerin zaman değeri yöntemiyle hesaba dahil edilmesi esnasında da yine aynı sistematik risk yaklaşımından yola çıkarak bir olasılık aralığı göz önünde bulundurulmaktadır. Risklerin ve belirsizliklerin analizinden sonra risklerin değerlendirilmesi ve projenin yönetilmesi aşaması gelmektedir.

Risk yönetimi sistemi yaklaşımın temeli, daha önce de belirtildiği gibi, proje değerlerinin tek nokta değerleri yerine olasılık aralıkları olarak göz önünde bulundurularak karar verilmesi esasına dayanır. Sistem bir çok aşamada sübjektif yorum ve yargılar gerektirmektedir. Yaklaşımın sistematik bir temele dayandırılması söz konusu yorum ve yargıların etkisini asgariye indirmektedir. Fakat kişisel değerlendirmelerin yönetim faaliyetlerinin en önemli unsuru olduğu da göz ardı edilmemelidir. Eğer öngörülen risk yönetimi yaklaşımı benimsenirse bu yorum ve yargılar hiç bir şekilde sistemin güvenilirliği ile çelişmez.

Konu tabiatı itibari ile hayli geniş ve detaylıdır. Çalışmanın anlaşılır olması açısından bazı kabuller ve kısaltmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada teknik tasarımın ve projelerin yürütülmesi esnasındaki idari işlemlerin kusursuz gerçekleştiği varsayılmıştır. Ayrıca projenin yürütülmesi sırasında, öngörülen oranda verimli çalışılacağı da kabul edilmiştir. Ayrıca işverenin yüklenici kadar olmasa da, proje ile ilgili finansal hedef ve kaygılarının olduğu varsayılmaktadır. Prestij amacıyla ya da diğer finansal hedefi olmayan projeler bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Yine bu çalışmada iş güvenliği ile ilgili riskler konu dışında tutulmuştur. Savunulan risk yönetimi sistemi hiç bir durumda “İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği” problemlerine

uygulanmamalıdır. Çünkü söz konusu sistem bir çok noktada risklerin üstlenilmesini öngörmektedir ki, iş güvenliği konusunda risklerin üstlenilmesi mümkün değildir.

Bu çalışmada amaç soyut teorik kuramsal yaklaşımlar, ya da çok detaylı matematiksel yöntemler ile uygulayıcıların daha fazla karmaşaya yöneltmektense, sektörün kendi dinamikleri içinde risk yönetimi uygulanmasını anlamlı bir bütün halinde ortaya koymaktır.

Konunun uygulamayla ilişkilendirilmesi aşamasında öncelikle risk yönetimi sistemi ile ilgili aşamalar bir inşaat projesinin genel akış şemasında gösterilmiş ve daha sonra, işveren ve yüklenici ile ilgili olanlar ayrı ayrı incelenmiştir. Bu çalışmada risk yönetimine ağırlıkla yükleniciler açısından yaklaşılmıştır, zira sektörde risklerin bertaraf edilmesi için yüklenicilerin davranışları daha fazla etkili olmaktadır. Ancak hem işverenler için hem de yükleniciler için risklerin bertaraf veya transfer edilmesi için kullanılabilecek enstrümanların detayları kapsam dışında tutulmuştur. Bu enstrümanlardan bazıları sigortalama, sözleşmeli taşeron sistemi ile çalışma, "Yap İşlet Devret" veya "Yap Sat" gibi değişik sözleşme teknikleri kullanma, olarak sıralanabilir ve her biri ayrı bir tez olarak incelenecek kadar kapsamlı konulardır. Bu tip sözleşmeli inşaat işlerindeki risklerin dağılımına sonraki konularda değinilecektir.

Tez çalışması gerçek bir uygulama örneği ile pekiştirilmiş, araştırmacının da içinde bulunduğu bu projenin sonuçları da sistemin savlarını destekler yönde sonuçlanmıştır. Uygulama örneği yüklenici tarafının proje mühendisliği görevinin yapıldığı, Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri İncirlik Hava Üssü 39'uncu Hava Filo Komutanlığı'na taahhüt edilen bir projedir. Proje, Amerikan Ordusu Mühendis Teşkilatı (US Army Boyd of Engineers) tarafından denetlenmiş olup, Sağlık Merkezi Tesis Binası'nın (Central Medical Facility) Operasyon ve Bakım Mühendisliği Geliştirme Servisi (Operation and Maintenance Engineering Enchangement Service) bünyesindeki genel onarım ve renovasyon işlerinden oluşmaktadır. Bu örnekteki projenin yapımı Amerika Birleşik Devletleri Para Birimi (USD) bazında anahtar teslimi şeklinde gerçekleşmiştir. İhale aşamasında tüm tasarım, idari ve teknik şartnameler yükleniciye verilmiş ve yükleniciden tüm imalatların miktarlarının ve birim fiyatlarının belirtildiği bir keşifle neticelenen anahtar teslimi fiyat istenmiştir. Böylece birim fiyat riskini üstlenen yüklenici, miktar riskini de üstlenmektedir. Bu çerçevede maliyetin belirlenmesi ve uygun teklifin oluşturulması ve projenin gerçekleştirilmesi ile ilgili aşamalar söz konusu projede birebir olarak tatbik edilmiş ve incelenmiştir. Bu örnekte, proje maliyetine enflasyonun etkisi ve finansal kıymetlerin zaman değeri, uluslararası libor faiz verileri çerçevesinde incelenmiş, bir olasılık dağılımı şeklinde yansıtılmıştır.

Tatbik edilen projenin simülasyon analizi kısmında ise, Palisade yazılım firmasının Decision Tools @Risk 5.5 programından faydalanılmıştır. Bu program risk analizini Monte Carlo Simülasyonu yaparaktan, kullanıcıya optimum teklif verebilmesi noktasında büyük yarar sağlamaktadır. Simülasyon sonuçlarını raporlar halinde vermekle beraber, ayrıntılı grafik ve verileriyle girdilerin analiz edilmesi için oldukça kapsamlı ve gerçekçi sonuçlar ortaya koymaktadır. Tez projesinin ekler kısmında bu raporlar mevcut olup, ayrıyeten çalışma dahilinde de yorumlanmıştır.

3. PROJE PLANLAMASINDA RİSK FAKTÖRÜ

Proje planlamasının amacı, yapılacak yatırımların öncelikler de göz önünde bulundurularak verimliliği yüksek, rasyonel, alternatifleri arasında en uygun olan projenin belirlenerek, bununla ilgili ayrıntılı yapılabilirlik raporlarının hazırlanmasıdır. Proje planlaması, kaynakların ülke ve dolayısıyla toplum refahına katkı sağlayacak projelere tahsis edilmesi ve öngörülen hedeflere, planlanan sürede ulaşılabilmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Toplum refahını amaçlayan kamu ve kâr maksimizasyonunu amaçlayan özel sektör yatırımları sırasında hedeflenen sosyo-ekonomik gelişmenin sağlanmasının temelinde proje planlamasının doğru ve amacına uygun şekilde yapılması gerekmektedir [13].

Proje yönetiminde riskler karakteristik olarak maliyet, iş programı, iş güvenliği ve teknik performansla ilintilidir.

3.1 Proje Bütçesinin Oluşturulması

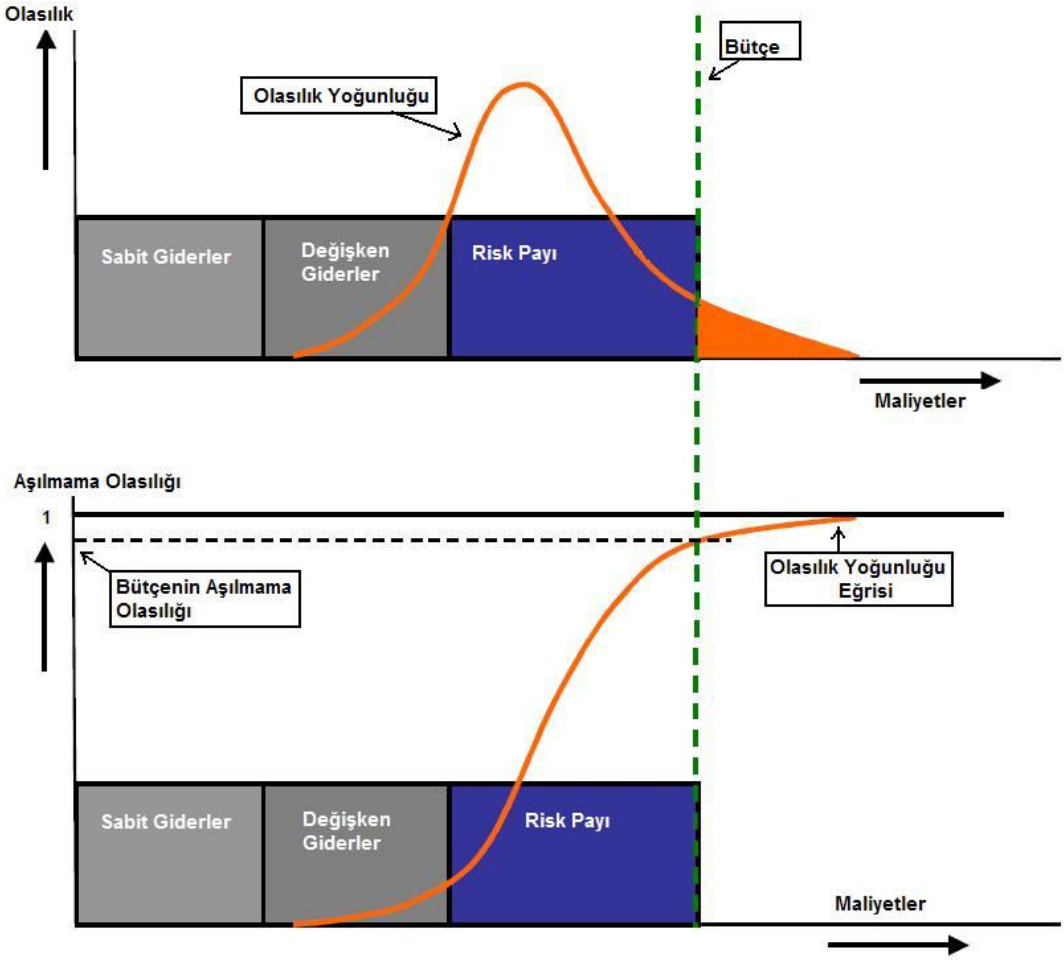
Geçerli masraf ilkelerine uygun olarak sadece ve doğrudan proje için yapılan personel, dayanıklı ekipman, sarf malzeme, seyahat ve yan sözleşmelerle ilgili harcamalar projenin doğrudan maliyetlerini (direct costs) oluşturur. Bunun yanı sıra kurumun bu projeyi yürütmekten dolayı katlanmak durumunda kaldığı kira, elektrik, telefon, ortak kullanılan ofis araç gereçleri, bakım onarım gibi genel yönetim ve idare giderleri payını karşılaması amacıyla dolaylı maliyet (overhead - indirect costs) ödenir. Dolaylı maliyet tutarı, proje ile doğrudan ilgili maliyetlerin yan sözleşmeler hariç tutarı üzerinden kurumun bütçe modeline göre değişen belirli bir oran uygulanarak hesaplanır. Proje için öngörülen doğrudan masraflar ile dolaylı masraflar toplamı projenin bütçesini oluşturur.

3.2 Uygun Bütçe Modeli Seçimi

Risk yönetimine uygun bütçe modeli seçiminde, proje performansını arttırmak ve riskleri minimize etmek için sabit oranlı tam maliyet modeli (FCF - Full Cost with Flat Rate) öngörülmektedir.

Bu bütçe modeli, risk değişkenleri olarak proje bütçesini ve inşaat maliyetini ele alır. Bu model proje bütçesini belirlerken, üretim maliyetini, personel maliyetini belirledikten sonra doğrudan maliyet öngörülerini yapmaktadır. Yani her bir ortak proje kapsamında yapacağı işlere paralel olarak seyahat, dayanıklı ekipman, tüketim malzemesi ve yan sözleşme için ne kadar harcayacağını öngörür. Tabi bir de tüm doğrudan maliyetlerinin yan sözleşmeler hariç tutarı üzerinden, kurumun o projeyi yürütmekten dolayı katlanacağı genel yönetim ve idare masrafları payını karşılaması için overhead yani dolaylı maliyet toplamını kullandığı bütçe modelinin gerektirdiği oranla hesaplar [14].

Bütçeyi olasılık yoğunluğu hesabına göre şekillendirdiğimiz, sabit ve değişken proje maliyetlerinin belirli olduğu şartlarda, risk payını dengelediğimiz durum Şekil 3.1'de görülmektedir.



Şekil 3.1 : Sabit oranlı maliyet modeli bütçesi olasılık yoğunluğu eğrisi [15]

3.3 Proje Analizi

Bilindiği üzere, ekonomide kaynaklar sınırlı gereksinmeler ise sınırsızdır. Her proje, bu gereksinmeleri karşılamaya yönelik bir tasarımdır. Gereksinimlerin karşılanması (mal ve/veya hizmet üretimi) aynı zamanda bir kaynak (girdi) tüketimidir. Çünkü her proje, bir alternatif projenin veya projelerin kullanabileceği kaynakları tüketmektedir. Dolayısıyla, bir projeyi seçmekle onun kullanacağı kaynakların kullanımından vazgeçilmiş olunmaktadır. İşte, literatürde, kıt kaynakların alternatif kullanım alanları arasındaki dağılımını uygun bir şekilde yapmaya yönelik bu yönteme proje analizi denilmektedir.

Proje analizi, projeler tarafından tüketilen kaynaklar (maliyet) ve üretilen mal ve/veya hizmetlerin (fayda) belirlenmesi, parasal olarak ölçülmesi ve ortak bir temelde karşılaştırılmasıdır. Ortak bir birim cinsinden ölçülen faydalar maliyetleri aştığında projeler kabul edilir, aksi durumda ise reddedilir. Alternatif projeler söz konusu ise, en küçük maliyetle en yüksek faydayı sağlayacak olan proje seçilir. Söz konusu analiz, yatırımcı kuruluşlar açısından yapıldığında ticari analiz, ulusal ekonomi veya toplum açısından yapılması halinde ise ulusal analiz veya fayda maliyet analizi olarak adlandırılmaktadır [16].

Proje yönetimi döngüsünün aşamalarından biri proje analizi ve seçimidir.

Kapsamlı ve sistematik bir şekilde yürütülen proje analizi sırasında proje, fayda ve maliyetlerinin değerlendirilmesini de içeren, ancak bunların dışındaki diğer bazı konuları da kapsayacak şekilde aşağıdaki teknikler kullanılarak analiz edilir:

1) Teknik Analiz

2) Ticari Analiz

3) Finansal (Mali) Analiz

4) Ulusal Analiz

    a) Ekonomik Analiz

    b) Sosyal Analiz

    c) Maliyet-Etkinlik Analizi

    d) Diğer Ulusal Analiz Kriterleri

5) Kurumsal Analiz

6) Çevresel Analiz

Tüm bu analizler projenin yapılabilirlik etüdünün formatında ortaya konulan teknik, ticari, ekonomik ve mali bilgilere dayalı olarak yapılır. Ancak hemen belirtmek gerekir ki, yukarıda sayılan bu analizlerin hepsinin birden uygulanması mümkün ve gerekli olmayabilir. Çünkü bu tekniklerin bir kısmı diğerlerinin alternatifi olarak geliştirilmiştir. Örneğin piyasa fiyatlarının kullanıldığı katma değer yöntemi, gölge fiyatların kullanıldığı ekonomik analiz ve sosyal analiz tekniklerinin alternatifidir. Keza, faydaların ölçülmesinin kolay olmadığı eğitim, sağlık, içme suyu ve kanalizasyon gibi sosyal içerikli ve/veya altyapı projeleri durumunda, ekonomik ve sosyal analiz yerine maliyet-etkinlik analizi alternatif olarak kullanılabilir

Teknik analiz, temelde pazara sunulacak ürün ya da hizmetin üretiminin teknik olarak yapılabilir olup olmadığını incelemek amacıyla yapılır. Bu incelemede, kuruluş yeri, üretim tekniği, kapasite, yönetim, faydalı ömür, çevreye etki, uygulama planı gibi projenin hayati noktaları değerlendirilmektedir.

Finansal (mali) analiz ise, ticari kârlılık analizi sonucunda kârlılığı saptanan projenin işleyişinin finansal açıdan da sürdürülüp sürdürülemeyeceğinin belirlenmesi amacıyla yapılır. Çünkü ticari analizde kullanılan nakit akımları bir projenin işleyişini etkileyen tüm nakit giriş ve çıkışlarını göstermez. Bu analiz, projenin toplam finansman ihtiyacının uygun bir şekilde belirlenmesine önemli bir katkı sağlar.

Tüm bunların yanında çevresel analizin yapılması bazı durumlarda gerekliliktir. Özellikle yurtdışı inşaat projelerinde, proje hedeflerini olumsuz yönde etkileyen asıl sorunlar; mesleki teknik alandan ziyade, projenin gerçekleştirileceği ülkedeki sosyal, siyasal ve ekonomik vb. alanda meydana gelen belirsizliklerden kaynaklanır.

3.4 Proje Analiz Değerlendirmesi

Buraya kadar sözü edilen proje analizi proje kararına temel oluşturan bir değerlendirme niteliğindedir. Proje sürecinde bir diğer önemli etkinlik, proje tamamlandıktan sonra yapılan değerlendirmedir. Projenin tamamlanmasından sonra geriye dönük olarak yapılan bu değerlendirmeye literatürde proje değerlendirmesi denilmektedir. Bu aşamada, hedeflenenlerin gerçekleşip gerçekleşmediği tespit edilmekte ve alınan kararların ve gerçekleştirilen eylemlerin makul ve faydalı olup olmadığı konusunda bir sonuca varılmaktadır. Böylece, projenin uygulanması ile ulaşılan sonuçların verimlilik, üretim ve diğer etkiler açısından değerlendirilmesi yapılarak gelecekteki planlama çalışmaları (plan ve projelerin hazırlanması, analizi, uygulanması, izlenmesi ve değerlendirilmesi) için ders çıkarılmaktadır [17].

4. RİSK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

4.1 Risk Yönetiminde Kullanılabilecek Araç ve Tekniklerden Bazıları

Bu tür çalışmalarda, çok sayıda istatistik ve yöneylem araştırması teknikleri kullanılmaktadır. Bunlardan yarar analizi, karar analizi, olasılık ağacı analizi, duyarlılık analizi, Monte Carlo benzetimi, Caspar ve sezgi gibi tekniklerden inşaat mühendisliği uygulamalarında yaygın biçimde yararlanılmaktadır.

Monte Carlo analizi stokastik simülasyonun bir şeklidir. Bu yöntem kullanılarak, gerekli güvenlik derecesine dayanan belli sayıda iterasyonların gerçekleştirmesi ile proje sonucunun olasılığı elde edilir. Caspar ise proje değerlendirilmesi için bilgisayar destekli bir simülasyondur [18].

Karar analizi yöntemlerine örnek olarak algoritmalar, Bayes Karar Teorisi ve karar ağaçları verilebilir. Bunlar belirsiz bir ortamda karar verme olanağı sağlarlar. Algoritmalar bir problem çözümü için komutlar dizisi içerir. Bayes Karar Teorisi, karar vericinin geçmiş bilgi ve tecrübesinin sonucu oluşan kişisel yargılarını analize katarak ve Bayes Teoremi yardımıyla alternatif hareket tarzlarını sistematik bir şekilde değerleyen bir analizdir. Karar ağacı ise, karar vericinin büyük bir projenin amaçlarını gerçekleştiren en iyi alternatifleri tanımlamasında, belli sayıda bilinen alternatifler ve onların olası sonuçlarını grafiksel olarak ağaç formunda gösterir. Karar ağacı yöntemi inşaat yapım yöntemlerine karar vermede, alternatif projeleri seçmede ve bir fikir ile devam etmek veya başarılı bir fikrin benzeri yaklaşımında bulunmak gibi sözleşme problemlerinde karar vermede kullanılır [19].

Risk analizleri için, yarar analizi, duyarlılık analizi, olasılık analizi, Monte Carlo benzetimi, karar ağacı analizi gibi genelde stokastik nitelikli tekniklerinin kullanılmaktadır ancak özellikle kritik-büyük boyutlu projeler üzerinde bunları uygulamanın sınırlı tutulması gerekir [20].

Yine işletme ve finans gibi sektörlerde bu analizler çokça kullanılabilse de, gerçekte bu sınırlama, söz konusu yöntemlerin inşaat sektöründe risk analizi için fazlaca güvenilir olmadığından getirilmektedir.

Projelerde karşılaşılan ve çoğu zaman sözel olarak ifade edilen risklerin proje üzerindeki etki büyüklüğünün belirlenmesi için bulanık mantık teorisi, AHP (Analytic

Hierarchy Process) gibi yöntemlerin risk analiz ve yönetim modellerinde son yıllarda daha fazla kullanılabilir hale geldiği gözlemlenmiştir. Bilgisayar teknolojisinin gelişimi ile birlikte proje süresince risklerin tanımlanması, analiz edilmesine olanak kılacak ve kullanıcıların yönetim işlemlerini sistematik olarak izleyebilecekleri yazılımların veya modellerin geliştirildiği ve risk yönetimi konusunda daha bilinçli ve aktif bir rolün üstlenildiği görülmektedir.

Peak ve diğ., inşaat projelerindeki teklif bedelleri yaklaşımı için bulanık kümelerin kullanımını amaçlamışlardır. İnşaat sözleşmelerinde para kaybı ile sonuçlanmış riskleri analiz etmişler, inşaat projeleri ile ilgili bulanık kümeler ile temsil edilen ve belirsizliği dikkate alan bir risk fiyatlandırma yöntemi önermişlerdir [21].

Hastak ve Shaked ICRAM-1 (International Construction Risk Assessment Model-1) adını verdikleri çalışmalarında, uluslararası inşaat projeleri için bir risk değerlendirme modelini sunmuşlardır. Bu modele göre risklerin üç farklı seviyede değerlendirilmesi gerektiği önerilmiştir. Bunlar:

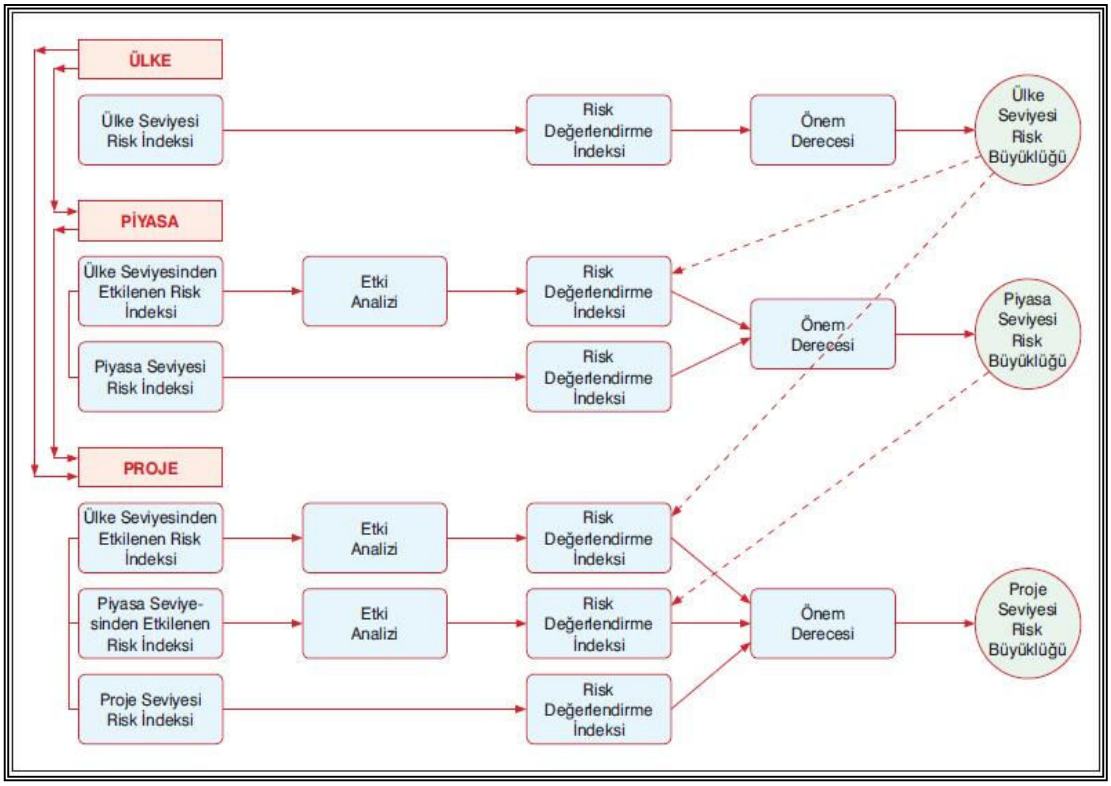
I-Ülke Seviyesi

II-Piyasa Seviyesi

III-Proje Seviyesi

olarak tanımlanmıştır. Tanımlanan her üç seviye hem somut göstergeleri (enflasyondaki artış, döviz rezervi vb.) hem de soyut göstergeleri (hükümetin yabancı girişimcilere karşı tutumu, piyasaların teknolojideki gelişmeler için uygunluğu vb.) içermektedir. Araştırmacılar, var olan hiçbir modelde inşaat sektöründe faaliyet gösteren yabancı firmaların karşılaştığı soyut ve somut risklerin her üç seviyede ve bu seviyelerin birbirleri üzerindeki etkilerinin incelenmediğini, önerilen ICRAM-1 modelinin bu önemli boşluğu dolduracağını belirtmektedirler.

ICRAM-1'de, AHP kullanılarak, her bir risk seviyesi için ayrı ayrı, seviyeyi oluşturan risklerin birbirlerine göre ağırlıkları belirlenmiştir. Risklerin önemine göre 0–100 arasında verilen puanlar (0=minimum risk, 100=maksimum risk) ile ağırlıkların çarpımı sonucu her bir riskin toplam ağırlığı tespit edilmektedir. Her bir seviyeyi oluşturan risklerin toplam ağırlıklarının kümülatif toplamı, o seviye için tespit edilen risk büyüklüğünü ifade etmektedir. Şekil 4.1'de verilen ICRAM-1'in yapısında görüldüğü gibi ülke seviyesi risklerin hem piyasa seviyesi riskler üzerinde hem de proje seviyesi riskler üzerinde etkili olduğu, piyasa seviyesi risklerin ise proje seviyesi riskler üzerinde etkili olduğu unutulmamalıdır. Dolayısıyla piyasa seviyesi riskler ve proje seviyesi risklerin büyüklüğü belirlenirken, dolaylı yoldan diğer seviye risklerden etkilendiği belirtilmektedir [22].



Şekil 4.1 : ICRAM-1' in yapısı

Risk yönetimi karmaşık ve aşamalarının gözlemlenmesi zor olan bir sistemdir. Bunun yanında, karar ağacı, duyarlılık analizi, Monte Carlo analizi gibi kullanılmakta olan istatistiksel ve yöneylem risk analizi tekniklerinin daha mantıklı sonuçlar ortaya koyması için kaliteli veri gerekmektedir. Ancak, bu tür kaliteli verilerin inşaat sektöründe elde edilmesi oldukça güçtür.

Yukarıda sözü geçen karmaşık sayısal risk analizi tekniklerinin verimli uygulamaları ve mantıklı sonuçlar ortaya koyması için, yüksek kalitede veri gerekmektedir. Ancak, bu tür kaliteli verilerin inşaat sektöründe elde edilmesi oldukça zordur.

4.2 Simülasyon Metodları

Simülasyon tekniği bir teoriden öte problemlerin çözümünde kullanılan bir yöntemdir. Simülasyon tekniğinin problemlere yaklaşımı sistemin yapısına ve bu yapıya bağımlı olarak kurulacak modele göre değişiklik göstermektedir.

Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde piyasalar genellikle stokastik (belirsizlik) özelliktedir. Stokastik ortamlarda işletmelerin yaşamlarını sürdürebilmeleri için, planlı ve sistemli olmaları gerekmektedir. İşletmeler kısa, orta ve uzun vadeli kararlarında kantitatif analizlerden faydalanmalıdırlar. Deterministik (her şeyin kesin olarak bilindiği) ortamlarda kantitatif analizleri yapmak oldukça kolaydır. Birtakım

matematiksel formüllerle ifade edilen eşitlikler rahat bir şekilde kullanılabilmektedir. Çünkü matematiksel formülde yer alan her bir değişkenin değerini deterministik bir ortamda belirleyebilmek mümkündür. Oysa stokastik süreçlerde matematiksel formüllerle ifade edilen eşitlikleri kullanabilmek çok zordur. Her bir değişkenin değerini kesin olarak belirleyebilme şansı hemen hemen hiç yoktur. Bundan dolayı matematiksel formüllerle ifade edilemeyen karmaşık yapıdaki sorunları çözümleyebilmek için simülasyon modellerinden yararlanmak gerekir [23].

Günümüzün çağdaş yaşamında piyasalarla ilgili en belirgin özellikler, piyasa ortamındaki değişim ve belirsizliktir. Bu belirsizlik ve değişim özellikle üretim yapan işletmelerin hayat seyirlerinde önemli yer tutan üretilen mamul veya mamullere ve hizmetlere olan talep değişkenindeki stokastik (olasılıklı-belirsizlik) durumdur. Talep değişkeninde olduğu gibi tedarik süresi de stokastik bir yapıya sahiptir. Bundan dolayı bu belirttiğimiz durumlarla ilgili sorunları matematiksel formüllerle ifade edilen eşitliklerle çözmek pek mümkün olmamaktadır veya gerçekleri yansıtan bir sonuç elde edilememektedir.

Simülasyon tekniğini ortaya koyabilmek için, hazır çözüm ve klasikleşmiş şablonlar değil uygulamanın yapılacağı analiz ortamlarında düşünebilme yeteneği ve yaratıcılığın birleştiği karma bir anlayış gerekmektedir. Simülasyon tekniği kullanılırken kurulan simülasyon modelleriyle yapılan simülasyon analizleri çoğu kez Monte Carlo simülasyonu olarak adlandırılır. Gerçekte herhangi bir durum için her şeyin bilindiği tam belirlilik durumunun olduğu deterministik olarak kurulan simülasyon modeli stokastik bir değişken eklenmesiyle Monte Carlo simülasyon modeli elde edilebilir. Monte Carlo simülasyon tekniğini, çağımız şartlarında risk ve belirsizlik olduğundan ve olaylara stokastik açıdan yaklaştığından kullanmak oldukça gerçekçi bir yaklaşım olmaktadır [23].

Kurulacak bir sistemin simülasyonu, öncelikle bu sistemi yansıtabilecek bir model oluşturmaktır. Bu kurulan model yansıttığı sistem üzerinde yapılması çok zor veya mümkün olmayan ardışık işlemlerin yapılmasına imkan tanımaktadır. Bu yapılan işlemler sonucunda etkilenen model analiz edilir [2].

Zaten bu tip karmaşık durumları deterministik formüllerle çözmek imkansızdır. Bu şekilde sistem içinde yer alan veya bir başka deyişle modeli oluşturan elemanların karşılıklı etkileşimleri ve birbirlerine gösterdikleri tepkiler ortaya konulur.

İşletmelerdeki bir takım gerçek sorunların analizini yapmak için kurulan sistem ve bu sistemi temsil eden modelin dolayısıyla simülasyon modelinin yapısı çok karmaşık olabileceğinden bu modelin analitik veya matematiksel formüllerle çözümü de çok

zordur. İşte bu durumlarda simülasyon sistem modeli ve bu sistemi çözücü teknik olarak karşımıza çıkmaktadır [24].

Bundan dolayıdır ki daha öncede belirttiğimiz nedenlerden dolayı stokastik özellikli karmaşık yapıdaki modeller stokastik simülasyon modeli ile dolayısıyla Monte Carlo simülasyonu ile analiz edilebilir.

4.2.1 Statik simülasyon modelleri

Bir sistemin bir andaki veya dönemdeki durumu söz konusu ise buna ilişkin olarak (zaman boyutunu içermeyecek biçimde) kurulan model statik bir modeldir [25].

Genellikle statik simulasyon modelleri Monte Carlo simulasyonu olarak adlandırılmaktadırlar.

4.2.2 Dinamik simülasyon modelleri

Zaman üzerinde gelişen sistemlerin gösterimini sağlayan simulasyon modellerine dinamik modeller adı verilmektedir [26].

Bu modeller zaman değişimi ile karşılıklı olarak etkileşimi olan matematiksel modellerdir.

4.2.3 Deterministik simülasyon modelleri

Davranışı daha önceden tahmin edilebilen ve gelecekte ne tür davranışlara gireceği bilinen modeller deterministik modellerdir. Sistemdeki mekanizma açık ve belirgin bir şekilde tanımlanır [27].

4.2.4 Stokastik simülasyon modelleri

Davranışı daha önceden bütünüyle kestirileme-yen modeller stokastik modellerdir. Yani, bazı olayların hangi olasılıklarla meydana geleceği hakkında çeşitli söylemler oluşturulabilir [27].

Bu tip modellerde girdi değerleri ve süreç, olasılık dağılımları ile temsil edilebilmektedirler. Stokastik modeller deterministik modellerden daha karmaşık olduğu için bu modellere çözümler bulmak ve bulunan çözümlerin analitik olarak yeterli olması oldukça güçtür. Bu açıdan simulasyon tekniği stokastik modellerin analizi ve çözümünde en çok başvurulan temel tekniklerden biridir.

4.2.5 Sürekli modeller

Sürekli sistemlerde, durum değişkenleri zaman üzerinde sürekli değiştiğinden dolayı, istatistikler yalnızca sistemdeki durumu sürekli bir şekilde gözlemleyerek elde edilir [28].

4.2.6 Kesikli modeller

Zaman içerisinde kesikli veya sayılabilir noktalarda sistemin temel değişkenlerinin değerleri değişime uğruyorsa bu sistemler kesikli sistemler olarak tanımlanmaktadırlar [26].

4.2.7 Monte Carlo simülasyonu

Monte Carlo metodu düzgün dağılımdan rastsal değişkenler elde etmek ve bunları uygun bir şekilde ilgilenilen dağılıma taşımaktır. Bir düzgün dağılım, değişken değerlerinin özel bir alanla sınırlandırılmış olması ve eşit şanslara sahip olması durumunda veya aynı olasılıklara sahip olması durumunda mevcuttur.

Yapısal bir modele dayanarak bir dizi denklem oluşturup, net şimdiki değer gibi son değişkenin olasılık dağılımına ilişkin parametreler elde edilir. Burada dağılımların matematiksel birleştirilmesi söz konusu değildir.

5. İNŞAAT PROJELERİNDE RİSK FAKTÖRLERİ

İnşaat projelerinde risklerin oluşmasını sağlayabilecek çeşitli faktörler mevcuttur. İnşaat sektörü bir açık sistemdir ve dolayısıyla diğer sistemlerle sürekli etkileşim içerisindedir. Bu etkileşimler sonucunda dış faktörler sektör faaliyetlerinin üzerlerinde riskler oluşturmaktadırlar. Sektör dışı çevre, inşaat sektöründeki risklerin oluşmasını sağlayan faktörlerin tümüdür. Diğer bir ifade ile inşaat faaliyetlerinin teorideki gibi mükemmel gerçekleşememesinin ana sebepleri sektör dışındandır. Bu sebepler, içinde bulunduğumuz ortamların düzensizliğinden ve karmaşıklığından ortaya çıkmaktadır. Sektör dışı çevreyi şu alt başlıklarda incelemek mümkündür:

1.İşverenler

2.Sosyal Çevre

3.Mali Sektör ve Ekonomik Çevre

- 3.1.Makro Ekonomik Çevre
- 3.2.Mikro Ekonomik Çevre

4.Siyasi ve Politik Çevre

5.Resmi ve Hukuki Çevre

5.1 İşverenler

İnşaat Sektörünün sektör dışı çevre ile etkileşiminin en önemli bölümünü işverenler oluşturmaktadır. Özellikle ülkemizde inşaat yatırımlarının yaklaşık % 85'i kamu kesimi tarafından yapılmaktadır [29].

Bu nedenle kamu kesiminin alt yapı yatırımları ile ilgili davranışları çok önemlidir. Kamu kesiminin yatırımları belirli bir düzen içerisinde olmadığından sektör için belirsizliğinin kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Sözgelimi bir yörede yapılan altyapı yatırımı tutan diğer bir sene için geçerli olan tutarın onlarca misli olabilmektedir. Bu belirsizlik sektör içi faaliyetleri zorlaştırmakta özellikle küçük ve orta ölçekli firma sayısının sürekli değişmesini, dolayısıyla istikrarsızlığa neden olmaktadır. Aslında sonuçta yarattığı bu belirsizliğin bedelini kamu kesiminin kendisi

ödemektedir. Bu ödeme finansal, süresel ya da kalite eksikliği şeklinde olabilir. Son yıllarda yurtdışı kaynaklı yatırımların ülkemize girmesiyle, işveren kesiminde ve yine yüklenici kitlesinde yabancı firmaların da yer aldığı görülmektedir. Ayrıca Türk müteahhit firmalarının dünyanın birçok ülkesinde üstlendikleri projelerin sayısındaki artışla birlikte, önemli derecede ve rakamlardaki projelere imza atılmıştır. Sadece sektör içi gelişim ele alındığında, farklı sözleşme tipleri, farklı mühendislik uygulamaları ve farklı çevresel şartlar, Türk firmalarının büyüme ve gelişme hızındaki etkisi oldukça ileri düzeydedir.

5.2 Sosyal Çevre

İnşaat üretiminin diğer üretim dallarında olduğu gibi en önemli girdilerinden bir tanesi de insan gücüdür. Düz işçiden en üst düzey yöneticiye kadar uzanan bu çalışan bu grup genel anlamda seçildikleri sosyal grubun herhangi bir elemanıdır. Dolayısıyla ait oldukları topluluğun tüm özelliklerini taşımaktadırlar. Sosyal çevre hükümet tarafından kontrol edilmektedir ancak çeşitli endüstriler çevresel kararlardan çok ciddi bir şekilde etkilenebilir. Buna bir örnek vermek gerekirse, inşaat endüstrisi üzerinde çok ciddi etkisi olacak olan şehir merkezlerindeki alışveriş merkezi ya da ticaret merkezinin bu bölge insanına ve ekonomisine artı yönde katkısı olduğu gibi bu bölge halkının yaşam standartlarına ve sosyo-kültürel düzeyine etkisi olduğunu da unutmamak gerekir.

5.2.1 Bölgesel toplum

İnşaat Sektörü içinde insan kaynakları özellikle çok önemlidir. İnşaat üretiminin proje tipi olması nedeniyle branşlaşmış işgücünü sürekli istihdam etmek güçtür. Sözgelimi, çelik kalıp konusunda uzmanlaşmış bir grup yalnızca inşaatın kaba işler safhasında istihdam edilebilir. İlgili firma bu ekibe bir yeni inşaatta iş verebilecek olsa bile bunun tam anlamıyla bir süreklilik arz etmesi mümkün olmamaktadır. Böylece yapılacak her yeni projede firmalar, yeniden işçi ve taşeron bulmak zorundadırlar. Projenin planlama aşamasında bu unsur dikkate alınmadığı takdirde, projenin gerçekleşme aşamasında artan maliyetler, düşük kalite veya süre uzaması gibi problemler meydana gelmektedir. Günümüzde giderek küçülen dünya ve kısalan mesafeler nedeniyle orta ve küçük ölçekli firmalar bile coğrafi olarak uzak bölgelerde işler yapmaya başlamışlardır. Merkezden planlanan ve teklif hazırlanan bu tip işlerde çoğu kez birim fiyat analizlerindeki iş ölçümleri veya firmanın farklı bölgelerde tamamlamış olduğu işlere ait veri tabanları kullanılmaktadır. Böylece planlanan işte istenilen hassasiyet sağlanamamaktadır.

5.2.2 Küresel toplum

Giderek küçülen küresel toplumda insan kaynakları ile ilgili standartlar da evrenselleşmeye başlamaktadır. Özellikle işçilik ücretleri, mesai saatleri, çalışma şartlan ve insanların beklentileri her gün değişmektedir. Ülkemizde inşaat sektöründe çalışanlar fark etmektedirler ki reel işçilik ücretleri neredeyse her yıl bir önceki yıla göre daha yüksek olmaktadır ve de olacağı beklenmektedir. İnşaat sektöründe çalışan nüfusun, genel nüfusa oranı düşünüldüğünde, bu sektördeki küçülmenin veya durağanlığın direkt olarak işsizlik oranlarına etki etmesi kaçınılmazdır.

5.3 Ekonomik Çevre

5.3.1 Makro ekonomik çevre ve enflasyon

Makro ekonomik olaylar tüm ekonomik faaliyetler için risklerin ana kaynaklarıdır. Makro ekonomik olayların sebep olduğu riskler diye genellediğimiz faktörlerin aslında tamamı, fiyat değişiklikleri ve enflasyondur. Enflasyon doğal afetler hariç, sektör için söz konusu olan en ciddi risktir. Fakat maalesef üzerinde en az durulan risk faktörü de yine enflasyondur.

Enflasyonlu ortamlarda iktisadi değerler ikiye ayrılmaktadır, "Nominal Değerler" ve "Reel Değerler". Nominal değerler basitçe o anki piyasa değerleridir. Reel değerler ise piyasa değerlerinin fiyat seviyelerinden dolayısı ile enflasyondan arındırılmış olan değerlerdir. Ekonomideki gelişmeler ve göstergeler kesinlikle reel olarak incelenmelidir, aksi takdirde bu değerler yanıltıcı olur. Enflasyonun bir çeşit illüzyon olmasından ötürü reel değerlerin düşünülmeden yanlış yargılara varılması, zincirleme problemleri beraberinde getirir. İşte enflasyonun incelenmesindeki amaç bu aldatıcılığı mümkün olduğu kadar ortadan kaldırabilmektir.

Sürekli sabit olarak devam eden bir enflasyona karşı tedbir almak nispeten kolaydır. Beklenen enflasyona göre şahsi programlar yapılabilir, kurumlar kendilerini adapte etme yolları arayabilirler.

Enflasyonist ortamlarda genel ekonomideki durum, inşaat sektörünü de doğrudan etkilemektedir. İnşaat sektörüne yapılan etkileri iki kısıma ayırmakta fayda vardır.

Bunlardan birincisi dolaylı yoldan inşaat sektörünün maruz kaldığı etkilerdir. Bu etkiler genelde ekonominin makro seviyesindeki dengeler ve uygulamalar ile ilgilidir ve de bertaraf edilebilmeleri için ekonominin bütünüyle ilgili uygulamalar ve kararlar gerçekleştirilmelidir. Söz konusu problemleri sektörün içindekilerin direk olarak

çözebilmeleri mümkün olmamakla beraber hükümetlerin bu doğrultudaki yaklaşımlarını ve de genel piyasa hareketlerini takip etmekte büyük yarar vardır. Örneğin, enflasyona karşı önlem almak isteyen hükümet para arzını kısmaya karar verebilir. Bunu yapmanın ilk ve en kestirme yollarından biri altyapı (inşaat) yatırımlarını azaltmak ya da durdurmaktır. Bunun neticesinde sektörde öncelikle firma bazında işsizlik anacak böylece sektör içinde de mevcut işler için rekabet artacaktır. Yalnız burada dikkat edilmesi gereken nokta inşaat üretimi sipariş üzerine gerçekleştirilen özel bir üretimdir. Dolayısıyla aynen hizmet sektöründe olduğu gibi stok yapabilmek mümkün olmamaktadır. Bunun sonucunda daha da ağırlaşan rekabetle birlikte işsiz kalan firmalar bir daha başlamamak üzere faaliyetlerini durdurmak durumunda kalabilirler. Yukarıda belirtilen senaryonun gerçekleşmesinin sinyalleri aylar öncesinden ortaya çıkmaktadır. Yine bahsedildiği gibi piyasayı genelinde takip edebilen firmalar kendilerinin aleyhine olabilecek bu gibi durumları en aza indirebilmek için önlem almaya çalışacaklardır. Fakat diğer firmalar sürpriz şoklar yaşayıp büyük kayıplar vereceklerdir. Söz konusu önlemler uluslararası müşterilerle iş yapma yollan aramak, ya da mevcut konumlarının finansman uzmanlarının çalışmaları ışığında kaynak kullanımları ve de iş programlan açısından tekrar gözden geçirerek pozisyon almak olarak sıralanabilir.

Bir ikinci tip etki ise, sektörün direk olarak maruz kaldığı etkilerdir. Bu etkiler mikro ekonomik seviyede problemler yaratır. Yöneticilerin ve de kurumların çözüm üretebileceği problemler de bunlardır. Bu problemler fiyat dalgalanmaları, bütçenin aşılması, maliyet hesaplarının şaşması, dolayısıyla risk faktörünün büyümesi olarak karşımıza çıkar.

Sektörde enflasyondan (direk olarak) en fazla etkilenen faaliyetler şöyle sıralanabilir:

1. İşveren Yönünden
    a) Proje Değerlendirme - Yatırım Kararları
    b) Mali Bütçeleme
    c) Yatırımların Sağlıklı Gerçekleşmesi
2. Yüklenici Yönünden
    a) Proje Değerlendirme
    b) Teklif Hazırlama
    c) Proje Yönetimi - Kaynak Yaratma
    d) Maliyet Muhasebesi

İlgili problemlerin ve çözüm önerilerinde, konunun işveren yönü bu çalışmada kısmen göz ardı edilecektir. Çünkü özellikle ülkemizde inşaat projelerinin büyük bir kısmının kamu kurum ve kuruluşları tarafından ihale edildiği ve de hükümetlerin yasama yetkileri ile aleyhlerine olabilecek durumları kolaylıkla önleyebilecekleri varsayımı yapılmıştır.

5.3.2 Mikro ekonomik çevre

Ekonominin bütünü için son derece önemli olan inşaat sektörünün çok çeşitli faktörlere dayanan bir iç dinamiği vardır. Bu karmaşık yapının içinde en önemli nokta arz ve talep dengesizlikleridir. Önceden belirtildiği üzere inşaat talebinin ana kaynağı resmi kurum ve kuruluşlardır. Duruma, ülkemiz ve diğer gelişmekte olan ülkeler açısından bakıldığında, yüklenicilerin daha şanslı oldukları görülmektedir. Çünkü gelişmekte olan ülkeler alt yapı yatırımlarını en azından belli bir dönem için yüksek bir tempoda sürdürmek zorundadırlar. Yüklenicilerin inşaat sektöründe talep dengesizliklerine karşı sürekli hazır olmaları çok önemlidir. Bu amaçla sabit kadroların mümkün olan en az sayıda tutulmaları ve istihdamın proje bazında yapılması çok önemlidir. Aynı çerçevede işlerin mümkün mertebe uzman alt firmalara yaptırılması da firmanın belirsizliklere karşı koyabilmesi açısından çok önemlidir.

İnşaat projeleri genelde, tekil bazda incelendiği takdirde, muhtemel kâr marjlarının diğer sektörlere göre daha yüksek olduğu intibası edinilmektedir. Oysa işlerin sürekli olmaması, proje tipi üretimin belirsizliklerinin fazla olması nedeniyle ve de pazarlama faaliyetlerine ayrılan bütçelerden dolayı, genel bazda inşaat sektörü dışarıdan görüldüğü kadar cazip değildir. Özellikle orta ölçekli firmalar çok ciddi bir rekabet ortamı içinde hareket etmektedirler. Bu yoğun rekabet neticesinde işverenler ihale aşamasında çok düşük teklifler ile karşılaşabilmektedirler. Bu düşük teklifler işverenin uygun bedeli sağlıklı bir şekilde seçmesini zorlaştırmakta ve işin yapımı sırasında büyük sıkıntılara yol açabilmektedirler. Bu sıkıntılar beklenen maliyetin çok üstüne çıkılabilmesinin yanında geri dönüşü çok zor olan kalite problemlerine de yol açabilmektedirler.

5.4 Siyasi Çevre

Ülkeler arası ticari sınırların kalktığı ve mesafelerin çok küçüldüğü günümüz dünyasında inşaat projeleri de uluslararası ortamlarda gerçekleştirilmektedir. Böylece bir çok projenin içinde birden fazla ülkenin kanunları, hükümleri ve de siyasi uygulamaları bulunmaktadır. Siyasi uygulamalar iki türlü gerçekleşebilmektedir.

Birincisi ilgili ortamda bir siyasi grubun ağırlığıyla gerçekleşen yasal düzenlemelerdir. Bunlar bazı ülkelerin diğerlerini ticaret yapılamaz statüsüne sokmaları şeklinde olabilir. Burada ticareti yasaklayan ülke herhangi bir nedenden dolayı yasakladığı ülkeye yaptırım amacı güdebilir. İkinci bir durum ise herhangi bir yasal gerekçe olmaksızın, fakat uygulamalarıyla bir ülkenin bir diğerini ticaret dışında bırakabilmesi olasılığıdır. Burada anlatılmak istenen bir ülke yönetiminin siyasi çıkarları doğrultusunda iş yaşamını, dolayısıyla inşaat sektörünü yönlendirmesidir.

Siyasi çevre olgusunun inşaat sektörü için çok önemli olmasının esas nedeni inşaat işlerinin proje türü üretim olmasından kaynaklanmaktadır. Firmalar cazip iş imkanları ile çalışabilmek için dünyanın farklı yerlerinde iş yapmaktadırlar. Dolayısıyla buralarda iş yapan yüklenici firmalar için ilgili ülkelerdeki siyasi uygulamalar çok büyük önem taşımaktadır. Böylece bu firmalar ciddi riskler almaktadırlar. Bu tip riskler de ancak proje değerlendirme aşamasında göz önünde bulundurulabilir. Muhtemel siyasi riskleri göz önünde bulundurmayan firmaların çok ciddi sorunlarla karşılaşmaları kuvvetle muhtemeldir.

5.5 Hukuki Çevre

İnşaat işleri ülkemizde borçlar kanununun belirlediği, uluslararası ortamlarda da benzer kanunlara dayanarak gerçekleşen bir ticari faaliyettir. En basit tanımı ile yüklenici sözleşmeye uygun şartlarda bir yapı yapmayı borçlanırken işveren de bu yapıya karşılık sözleşme şartlarında ödeme yapmayı borçlanır.

Bu genel çerçeveyi oluşturan sözleşme şartlan işin büyüklüğüne ve doğasına, işverenin kendi yaklaşımına göre bir çok değişik şekil alabilmektedir. Bir çok değişik sözleşme tipinde ortak olarak belirlenmeye çalışılan:

- Yapılacak İşin Kalitesi
- Yapılacak İşin Süresi
- Yapılacak İşin Tutarıdır.

Yukarıda belirtildiği gibi genel şartlan belli olan sözleşmeler bir çok değişik şekil alabilmektedir. Bunlar:

- Anahtar Teslimi İhaleler
- Birim Fiyat Usulü İhaleler
- Maliyet Artı Kâr Usulü İhalelerdir.

5.5.1 Sözleşme türlerinin riskleri

Çizelge 5.1 : Sözleşmelerin risk dağılımı

SÖZLEŞME TİPİ	RİSK TARAFI
Anahtar Teslim Götürü Bedel Sözleşme	Riskin tamamen yüklenicide olduğu sözleşme tipidir
Toplam Bedel Üzerinden Götürü Bedel Sözleşme	Bu sözleşme tipinde riskin büyük kısmı idare (mal sahibi) üzerindedir
Toplam Bedel Üzerinden Birim Fiyat Sözleşme	Hem yüklenici hem idare (mal sahibi) tarafından riskin paylaşıldığı sözleşme tipidir

Çizelge 5.1'de adı geçen ihale tiplerinde belirlenmeye çalışılan üç kriterle ilgili risklerin kimin tarafından üstlenildiğinin de belirtilmesi hayati önem taşımaktadır. Mevcut sözleşme tiplerinin bir çoğu yüklenicinin işin yapımı ve garanti müddeti sırasında meydana gelebilecek tüm olumsuzluklara karşı tedbir alması gerektiğini öngörmektedir. Ülkemizde eski 2886 sayılı ihale kanunumuzda ilgili risklerin bir çoğunun belirtilmeyip, konunun "Müteahhit Müdebbirdir" cümlesi ile özetlenmesi, konunun vehametini ortaya koymaktadır.

6. İNŞAAT PROJELERİNDE RİSK YÖNETİMİ

Bu bölümde, inşaat projelerinde risk yönetiminin aşamaları ile bu aşamalarda yürütülecek çalışmaların ilke ve dayanakları özetlenmiştir.

6.1 Risklerin Tanımlanması

Risk en basit tanımı ile, belirsizliği öngörülen bir olayın gerçekleşme ihtimali veya tehlikesidir. Risk ile belirsizlik kavramı bir çok literatürde aynı anlamda kullanılmaktadır. Oysa ki, risk ile tanımlanan durumlarda, geçmişe dönük istatistiksel verilerin bulunması söz konusudur. Öte yandan belirsizlik kavramı ile ifade edilen durumlarda, geçmişe yönelik yeterli bilgi mevcut olmadığından değerlendirme tamamen karar verme pozisyonundaki kişilerin sübjektif değerlendirmelerine kalmaktadır. Bu çalışmada risk kavramı, belirsizlik durumlarını da kapsayacak şekilde düşünülmüştür.

İnsanoğlunun içinde yer aldığı tüm faaliyetler az veya çok risk içermektedir. Bu faaliyetler sonucunda elde edilecek başarı veya başarısızlık, o işi gerçekleştirenlerin ilgili risklere yaklaşımları ile doğrudan ilgilidir. Bu faaliyetler içinde, proje adı verilen ve inşaat üretimi faaliyetlerinin de içinde bulunduğu tür, risk yönetimi açısından çok özeldir. Proje türü üretimin amaca yönelik olması ve siparişin sadece o anki gereksinimi karşılaması risklerin çok fazla olmasındaki en büyük nedendir. Bu noktada inşaat üretiminin proje tipi olmasına rağmen belirli sınıflarla standartlaştırılabildiği düşünülebilir. Fakat yine de üretim sahasının değişmesi, her projenin kendine has farklı zemin, coğrafi, jeolojik ve de demografik özelliklere sahip olması bile her projeyi birbirinden oldukça farklı kılmaktadır.

Bir yapım projesinde risk olarak tanımlanan tehlikeleri dört ana sınıfa toplamak mümkündür. Bunlar:

- Projenin Süresinde Tamamlanamaması
- Projenin Planlanan Bütçe ile Tamamlanamaması
- Projenin İstenilen Kalitede Tamamlanamaması
- Projenin İşçi ve Çevre Sağlığı Açısından Güvenli Tamamlanamamasıdır.

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

Risklerin tanımlanmasında kullanılan kabul görmüş teknikler şöyle sıralanabilir:

- Daha önceki projelerden edinilen tecrübeler ve istatistiksel veriler yardımıyla hazırlanmış Kontrol Listelerinin kullanılması
- Projede anahtar pozisyonunda bulunan gruplarla mülakatlar yapılması
- Proje yönetim kadrosunun proje uygulama safhaları ile ilgili beyin fırtınası yapmasıdır.

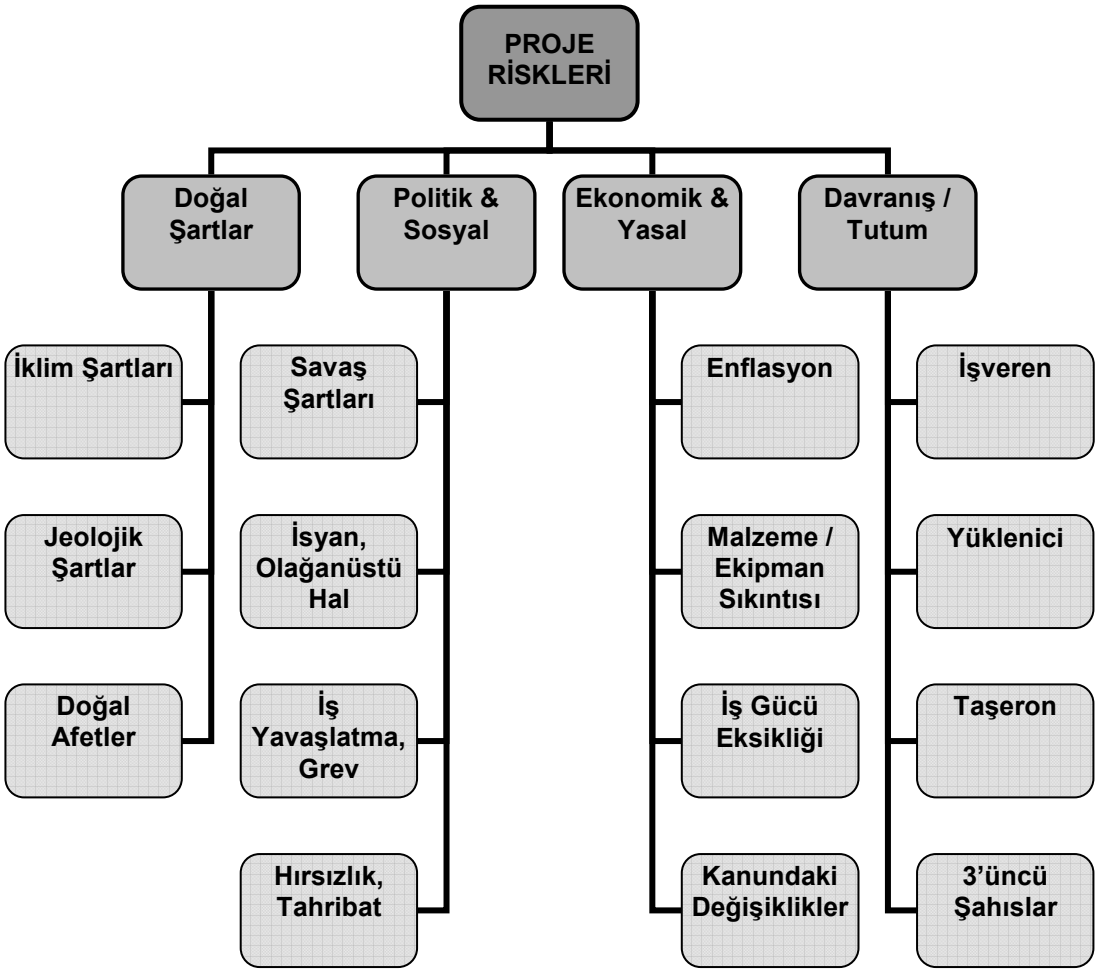
Risk yönetimini en önemli aşaması olan, bu safhada yapılan hataların geri dönüşü bulunmamaktadır. Böyle bir durumda, diğer aşamalar mükemmel gerçekleşse dahi risk yönetiminin, dolayısı ile projenin başarısız olması kaçınılmazdır. Sözü edilen tanımlama hatalarının önüne geçebilmek için organizasyonun sahip olduğu en deneyimli proje yöneticilerinin de arasında bulunduğu bir "Risk Tanımlama Grubu" oluşturulması gerekmektedir. Öte yandan bu aşamada yapılan incelemeler projenin baştan sona gözden geçirilmesi ile birlikte genel çerçevenin çok iyi anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Böylece risk yönetimi ile birlikte tüm yönetim faaliyetlerine katkıda bulunulmuş olunmaktadır. Örneğin, işveren için uygun ihale stratejisinin çerçevesi de bu aşamada belirlenmelidir. Yine, proje için hayati önemi olan tasarımla ilgili iyileştirme gerektiren problemler de ortaya çıkmaktadır.

İş dağılımının ve görev planlamasının organizasyonun dışından yapılması, personel ve organizasyon için en riskli tercihlerden biridir.

Risklerin tanımlanması aşamasında önemli hususlardan birisi de risklerin sınıflandırılmasıdır. Riskler öncelikle kaynaklarına göre sınıflandırılmalı, daha sonra da büyüklüklerine ve proje üstündeki etkilerine göre değerlendirilmelidirler. Riskler için diğer bir sınıflandırma da kontrol edilebilir ve kontrol edilemez risklerdir. Risklerin tanımlanması aşamasının güvenilirliği, kişisel yargı ve yorum gerektirdiği için tartışma konusu olmuştur. Ayrıca hiç bir inşaat projesinin bir diğeri ile eşdeğer olmadığı düşünülürse bu noktada yöneticiliğin doğasında bulunan kişisel yorumun ön plana çıkması kaçınılmazdır.

6.2 Risklerin Sınıflandırılması

İnşaat Projelerinin riskleri Şekil 6.1'de görüldüğü gibi sınıflandırılır.



Şekil 6.1 : Risk sınıflandırma şeması

Riskler ayrıca ticari, teknik ve operasyonel olarak sınıflandırılabilir. Proje kaynaklarının israfı ticari riske bir örnektir. Gerekli niteliklerde imalat yapamamak teknik bir risktir. Proje ekibinin müşteriyle mutabık olarak çalışamaması ise operasyonel bir risktir.

Riskler kabul edilebilir ya da kabul edilemez türlerde olabilir. Kabul edilebilir risk, kritik olamayan bir iş sürecini olumsuz olarak etkileyen türde olabilir. Kabul edilemez risk ise kritik süreci olumsuz etkileyen risk türüdür.

Riskler uzun ya da kısa vadelidir. Kısa vadeli riskin anlık olumsuz etkisi olur, örneğin siparişlerde değişiklik yapılması gibi. Uzun vadeli riskin ise gelecek bir zamanda olumsuz etkisi beklenir, örneğin yeterli testlerden geçirilmeden ortaya konulan imalat gibi.

Riskler kontrol edilebilir ya da kontrol edilemez türlerde olabilir. Kontrol edilebilir risk, ikincil bir gereksinim değişikliği gibi kabul edilebilir risktir. Kontrol edilemez risk, proje ekibinde değişikliğe gidilmesi gibi uzlaşılamayacak risktir.

Son olarak, riskler dahili ya da harici olabilir. İşin sürdürülebilmesi için malzeme temin edilememesi gibi projeye özgü olan risk dahili bir risktir. Proje yönetiminin keyfi olarak bütçede kısıtlamaya gitmesi gibi proje öngörülerinde olamayan risk harici riske bir örnektir.

İnşaat projelerinde risk önemli bir faktör oluşturmaktadır. Yüklenici veya idare ve hatta proje yürütme ekibi tarafından ekseriyetle göz önüne alınması gerekir.

Proje finansmanı çerçevesinde ortaya çıkabilecek riskler 5 grupta incelenebilir [30]:

a) *Proje Riskleri:* Gerek yapım gerekse işletme aşamasında projenin karşı karşıya kalabileceği olası risklerdir.

b) *Borçlunun Kredi Riski:* Proje sahibi kuruluşun iflası ya da finansal durumundaki bozulmalar sonucu ortaya çıkan risklerdir. Eğer borçlu, yatırımın yapıldığı ülkenin kendisi ise bu riske “ülke kredi riski” (sovereign credit risk) denir.

c) *Ticari Riskler:* Maliyet aşımları, projenin vaktinde tamamlanamaması, projenin yeterince etkin çalışmaması, girdi maliyetindeki artışlar, üretimin uygun alıcı bulamaması, faizlerde ya da döviz kurlarındaki değişmeler projelerin karşılaştığı ticari risklerden bazılarıdır.

d) *Politik Riskler:* Proje için gerekli izinlerin çıkmaması, kamulaştırma, iç savaş gibi projenin yapıldığı ülkede ortaya çıkabilecek siyasi nitelikteki sorunlardır. İşletme dışı bürokratik engelleri tam olarak proje başlamadan üst yönetime sunmalı ve bunları bir risk olarak risk planlarına almalıdırlar.

e) *Doğal Riskler:* Deprem, sel, vb. doğal afetler gibi proje katılımcılarının kontrolünde olmayan risklerdir. Savaşlar da genellikle bu kategoride yer alır. Özel sektör yatırımcıları için politik riskler de doğal riskler bölümüne dahil edilir. Oysa borçlu bir ülke ise, politik risklerin hükümetler tarafından kontrol edilebileceği varsayılarak bu gruba dahil edilmezler.

6.3 Risk Ölçüm Süreci

Risk ölçümü süreci kendi içersinde dört aşamadan oluşmaktadır [31]:

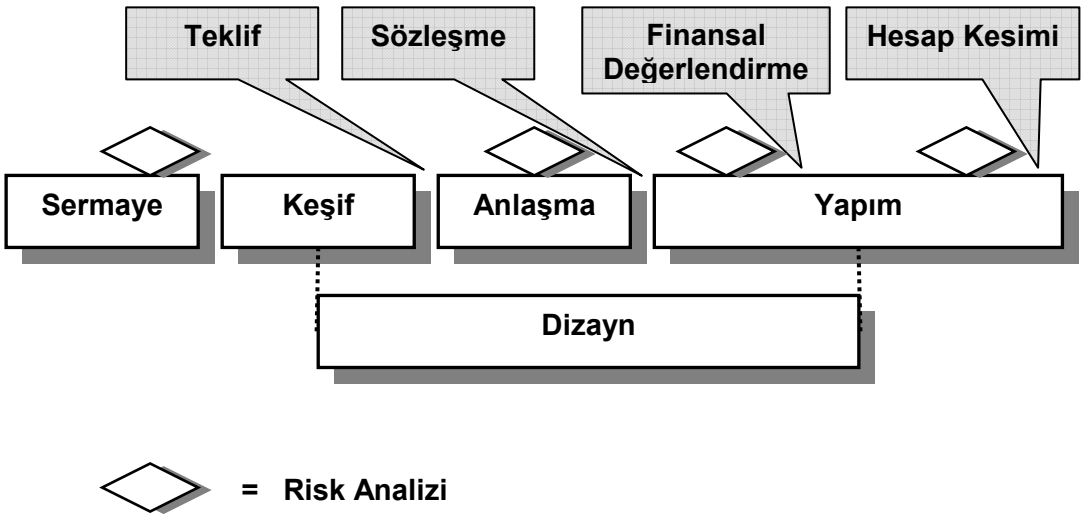
- Ölçülecek riskin tanımlanması
- Risk için bir model üzerinde karar verilmesi
- Bu model ile uyumlu bir risk ölçüsünün belirlenmesi
- Bu modelin uygulanarak ölçüm değerinin hesaplanması

Karşılaşabileceğimiz riskleri ise üç ayrı kategoride toplayabiliriz. Bunlar:

- Beklenen kayıplar (Riskin önceden saptanan maliyetini)
- Beklenmeyen kayıplar (Tahmin edilebilir maliyetin zaman içindeki değişebilirliği)
- Oluşturulan senaryolar çerçevesinde tahmin edilen kayıp veya zararlar (En kötü durum senaryosundaki sayısal hale getirilmiş olan riskin finansal olarak oluşturabileceği toplam maliyeti ifade eder)

6.4 Risklerin Analizi

Pratikte, risk yönetimi devamlılık arz eden bir süreçtir. Verileri karar verme safhasında analiz eder, risk yönetiminin etkisini ortaya çıkarmak için de risk analizindeki doğru yaklaşımları ortaya koymamız gerekir. Bunu yapmak için de, işin sonundaki maliyet özelliklerini belirler ve işin başında proje bütçesini belirlemek için kullandığımız maliyet tahminleriyle karşılaştırma yapmamız yerinde olacaktır. Birçok safhada risk analizini yaptığımızı aşağıdaki Şekil 6.2'de gösterebiliriz.



Şekil 6.2 : Projenin tüm aşamalarında risk analizi

Risk analizi, tanımlanmış risklerin proje üzerindeki potansiyel etkilerinin belirlendiği ve araştırıldığı aşamadır. Risk analizi iki farklı yöntemle yapılabilmektedir. Bunlar "Kuramsal Analiz" ve de "Sayısal Analizdir".

6.4.1 Kuramsal analiz

Kuramsal analizde belirlenen risklerin proje değerleri üzerindeki somut etkilerinin neler olabileceği kuramsal olarak tespit edilir. Ayrıca risklerin değişen durumlarda hangi somut etkileri yapabileceklerinin incelenmesi de bu aşamada gerçekleştirilmelidir. Kuramsal analizde, daha çok kontrol edilebilir riskler söz konusudur. Örneğin, uygulamanın kalitesi ve de iş güvenliği ile ilgili riskler bu aşamada değerlendirilmelidir. Zira söz konusu risklerin çözümü çoğunlukla deterministik olmaktadır. Deterministik terimiyle anlatılmak istenen, belli bir olayın neticesinin aynı veriler için değişmemesidir. Diğer bir ifade ile neticenin girdiler değiştirilerek kontrol altında tutulabilmesidir.

6.4.2 Sayısal analiz

Sayısal analiz genellikle kuramsal analizin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Kontrol edilebilir deterministik risklerin hangi durumlarda hangi maliyet veya süre değerlerini alabilecekleri belirlendikten sonra, belirsiz durumların yarattığı stokastik (olasılık dağılımlı) risklerin sonuçlarının belirlendiği vakalar, sayısal analizin

konusudur. Stokastik risklerin etkilerinin tek bir değer yerine, olasılık dağılımı olarak bulunması, riskleri belirsizlikten çıkarıp birer yönetim problemine dönüştürmektir.

Modern anlamıyla sayısal risk analizi, bilgisayar yardımıyla yapılmaktadır. Bu aşamada ilgili proje örneklerinin her ana birim faaliyeti için süre ve de maliyet tahminleri olasılık dağılımı şeklinde yapılmaktadır. Daha sonra, faaliyetler için belirlenen olasılıklar toplam proje bazında birleştirilmektedir.

Sayısal analiz bir çok farklı metod ile yapılmaktadır, bunların sık kullanılanları arasında "Risk Toleransı Belirlenmesi", "Riske Ayarlı İskonto Oranı", "Stokastik Karar Ağaçlan", "Duyarlık Analizi" ve olasılık analizlerinden "Monte Carlo Benzetimi" bulunmaktadır. Monte Carlo benzetiminin inşaat projelerinin doğasına en uygun sayısal risk analizi metodu olduğu düşünülmektedir [11].

Tezin ana hatlarından birini oluşturan bu metod, gerçek hayat uygulama örneğiyle birlikte ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

6.4.2.1 Monte Carlo benzetimi yöntemi

İnşaat projelerinde 1970'li yıllardan bu yana kullanılan "Monte Carlo Benzetimi", değişkenlerin olasılık dağılımlarıyla modellenebileceği varsayımına dayalı bir stokastik benzetim tekniğidir. Tek değerli deterministik tekniklerin aksine, bir olasılık analizi tekniği olan Monte Carlo benzetiminde, proje parametrelerinin tek bir değer yerine birer olasılık dağılımı olarak tanımlanmaları ve de daha sonra bu parametrelerin projenin tümü için birleştirilmeleri söz konusudur.

Bir inşaat projesinin başlangıcında tüm sabit ve değişken giderler, maliyet tahmini olarak toplanır. Sonrasında bu maliyet tahminleri çerçevesinde proje dahilinde olan riskler olasılıklar halinde belirlenir. Bu risk bileşenleri bir risk modellemesi içinde değerlendirilir ve genelde de Monte Carlo simülasyon modeli kullanılır. Riskler olasılıksal dağılıma göre tanımlanır ve ağırlıklı ortalama eğrisi ya da kümülatif dağılım eğrisi olarak gösterilebilir.

Monte Carlo simülasyon modelinde, risk bileşenleri maliyetin olasılıksal dağılımına göre birleştirilebilir. Örneğin ağırlıklı ortalama eğrisinde, sabit giderlerle değişken giderler arasındaki ayrımı açıkça ayrıştırılabilir ve risk payına düşen alanı görebiliriz.

Daha doğru ve acil durum planlaması yapılması ve temel proje gereksinimlerini daha net görülebilmesine yönelik Monte Carlo gibi nicel risk analizi tekniklerini kullanarak proje planlaması ve maliyet tahmini süreçlerine destek verebiliriz.

6.4.2.2 Monte Carlo ortalama risk toleransı

Çizelge 6.1 : Ortalama risk toleransı örneği

Madde	*Açıklama*	*Fiyat*	*Olasılık*	*Tolerans*
A	Mevcut Mekanik Tesisatta Tadilat	5.000 TL	0,50	2.500 TL
B	Tadilat Olmaksızın Kontrol Edilmesi	2.000 TL	0,30	600 TL
C	Tesisatta Önemli Değişikliklerin Yapılması	15.000 TL	0,20	3.000 TL
Toplam				**6.100 TL**

Çizelge 6.1'de verilen örnekte olasılık oranlarına göre bir maliyet hesabı yapılmıştır. Karşımıza çıkan 6.100 TL'lik değer tüm olasılıkları göz önüne alarak bulduğumuz bir rakamdır. Her ne kadar Madde-C'nin 0,20 olasılıklı değeri 3.000 TL, yani toplam rakamın neredeyse yarısına denk geliyorsa da, karar verme durumunda bu değer göz ardı edilebilir. Fakat Monte Carlo simülasyonu gibi karmaşık bir yaklaşımda bu değeri de toleranslar dahilinde hesaba katmamız gerekecektir.

6.4.2.3 Bireysel faaliyet değerlerinin belirlenmesi

Normalde tek değerle belirlenen proje parametreleri Monte Carlo benzetiminde müstakil olasılık dağılımları olarak ifade edilmektedirler. Proje yöneticileri için bu işlem daha fazla vakit almakta ve de yöneticileri birim faaliyetlerle daha detaylı ilgilenmeye zorlamaktadır. İstatiksel verilerin mevcut olduğu durumlarda "Beta Dağılımı", "Normal Dağılım" ya da "Log-Normal Dağılım" inşaat maliyetlerini en iyi yansıtan dağılımlardır [11].

Gerçekçi dağılımın tespitinde en önemli nokta ilgili aktivitenin doğasının hangi dağılıma uygun olduğu değil, değerlendirmeyi yapacak yöneticinin tahminlerini en iyi yansıtacak dağılımın hangisi olduğudur. Ayrıca bu dağılımların tespitinde tüm aktivitelerin değil de, proje üzerinde nispeten daha etkili olan aktiviteler çok detaylı, farklı durumlarla incelenmelidir.

6.4.2.4 Proje değerinin belirlenmesi

Proje değerlerinin hesaplanması, bireysel olasılık dağılımlarının bir araya getirerek toplam proje bazında bir olasılık dağılımı elde edilmesi ile gerçekleşmektedir. Bunu yaparken her birimin her değeri için, bir proje değeri hesaplanarak bir olasılık dağılımı hesaplanabilir. Bu bilgi ışığında toplam proje bazında ortalama değer, standard sapma, varyans gibi değerler kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

6.4.2.5 Analizde bilgisayar yazılımlarının kullanımı

Monte Carlo Benzetimi ile proje değerleri hesaplanırken bir bilgisayar yazılımının kullanılması, bilgisayarların ve de yazılımların çok yaygınlaşması ile şart olmuştur. Bu konuda yayınlanmış güvenilir bir çok yazılım mevcuttur. İyi bir yazılımda, birimler arasında korelasyonların tanımlanabilmekte, istenen olasılık dağılımları seçilebilmekte, ve de yeterli sayıda iterasyon yapabilmektedir.

Kullanılan belli başlı yazılımlardan Monte Carlo for Primavera, Primavera Project Planner ile birlikte kullanılan bir programdır. Projenin tamamlanması için iş programı ve bütçe dahilinde olasılıkları belirler. Diğer biri Rank-It ise, işlemleri ve ilişkili kontrolleri öncelikli diyagramlar olarak belirlenmesi ve yüksek riskleri ortaya koyan bir risk değerlendirme programıdır. Risk + adlı program, MS Project ile birlikte kullanılan bir programdır. Monte Carlo simülasyonunu uygulayarak işleri tamamlama olasılıklarını belirler. Ayrıca daha gelişmiş bir yazılım olan Total Risk adlı program, riskleri izlemek ve yönetmek için sanal veri deposu yaratan entegre bir risk yönetim programıdır.

Çizelge 6.2'de risk yönetiminde kullanılan bazı yazılımların isimleri, özellikleri ve risk yönetimi uygulamalarının hangi aşamalarında kullanıldığı gösterilmiştir.

Çizelge 6.2 : Risk yönetim yazılımları [3]

Araç	Üretici	Kullanım Alanları	Kullanılan Yöntem	Desteklenen Risk Yönetim Aşamaları
@Risk	Palisade Europe	Proje maliyeti-süre tahmini, risk hesaplaması	Monte Carlo Benzetimi	Risk analizi
CRIMS	Expert Choice	Tespit edilmiş kriterlere göre alternatif	AHP	Risk analizi
Decision Pro	Vanguard Software	Senaryo kurgulaması	Monte Carlo Benzetimi, Karar ağacı yönetimi	Risk analizi
Crystal Ball	Decisioneering	Proje değişikliklerine göre olasılık tabanlı modelleme, proje maliyet ve süre tahmini ve hesaplanması	Monte Carlo Benzetimi, Duyarlılık testi	Risk analizi
iDecide	Decisive Tools	Risk değerlendirme	Monte Carlo Benzetimi, etkileşim diyagramı yöntemi	Risk analizi
Monte Carlo	Primavera	Proje değişkenlerine göre olasılık tabanlı modelleme, değişik planlanma yazılımları ile entegrasyon	Monte Carlo Benzetimi	Risk analizi
Precision Tree	Palisade Europe	Karar destek işlemi	Karar ağacı yöntemi, etkileşim diyagramı örneği	Risk analizi
Predict Risk Analyser	Risk Decisions	Olasılık dağılımları ile proje değişkenlerinin modellenmesi, değişik planlama yazılımları ile entegrasyon	Monte Carlo Benzetimi	Risk analizi
Risk+	Project Gear	MS Project programı ile bütünleşik uygulama, olasılık dağılımları ile proje değişkenlerinin modellenmesi, risk haritası geliştirilmesi	Monte Carlo Benzetimi	Risk analizi
OpenPlan Professional	Welcom Software	Proje bilgi yönetim sistemi ile entegre kullanım	Monte Carlo Benzetimi	Risk analizi ve görüntüleme
REMIS	HVR Consulting Service	Her aşamada risk yönetimi karar destek sistemi uygulaması, risk kontrolü ve iş ayrım yapısı entegrasyonu	Monte Carlo Benzetimi	Risk teşhisi analizi, kontrolü ve planlaması
Rise Risgen	Line International	Risk teşhisi, risk kayıtlarının oluşturulması	Monte Carlo Benzetimi	Risk teşhisi analizi, kontrolü ve planlaması

Çizelge 6.2'den risk yönetimi sistemleri için tam olarak destek sağlayabilen yazılım sayısının sınırlı sayıda olduğu ve bu yüzden, literatürde kavramsal çerçevede çok sayıda çalışma olduğu görülebilir. Ancak, bu kadar çok çalışmaya rağmen, risk

yönetimi sürecini tam olarak destekleyen risk yönetimi örneklerinin sistemlerden daha çok yöntemler şeklinde var oldukları da bilinmektedir [3].

Kullanılan yazılımın nitelikleri ve karmaşık hesapları yapabilmesi, projenin kapsamı, bütçesi ve riskleriyle örtüşmelidir. Günümüzde kullanılan tüm hesap, modelleme veya simülasyon yazılımlarının en büyük faydası proje risklerini indirgemesidir. Böylece, inşa etme komplikasyonları, zaman ve malzeme israfı, proje riski, dolayısıyla maliyet de azalmaktadır.

Bu tip bilgisayar programları, projenin bütün ömrü boyunca zamanın etkileşimini, kaynakları, maliyeti ve gelirini modellemek için tasarlanan bir proje yönetim aracıdır. Bunların gecikme, enflasyon, üretim oranları veya pazardaki değişiklikler gibi faktörlerin sonuçlarını değerlendirme kapasitesi vardır [18].

Pratikte çoğu firmalar, % 10 - % 20 ortalama sapma ile karşılaşmaktadır. Bunun anlamı % 80 doğrulukla bir analiz yapılması, yani kullanılan yazılımın veya metodun kendi içinde sapma göstermesinden kaynaklanmaktadır. Genelde de, % 10 - % 15 düzeyinde öngörülerin aşılması şeklinde sapma gösterir. Daha basit bir anlatımla, tahmin metodu veya yazılımın + % 10 – 15 düzeyinde hata payı olması, yani proje öngörülerinin aşılması ihtimalinin, altında kalma ihtimaline göre % 10 – 15 fazla olması demektir [32].

Aynca bu tezin içindeki örnekte olduğu gibi yöneticilerin normal tablolama programları yardımı ile oluşturabilecekleri analiz tabloları da büyük ölçüde gereksinimi karşılamaktadır.

Sonuç olarak, bilgisayar teknolojisinin gelişimi, risklerin tanımlanması ve analiz edilmesine olanak kılarak, kullanıcıların yönetim işlemlerini sistematik olarak izleyebilecekleri yazılımların veya modellerin geliştirilmesine ve risk yönetimi konusunda aktif bir rol üstlenilmesine neden olmaktadır [1].

7. RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YÖNETİLMESİ

7.1 Risklerin Değerlendirilmesi

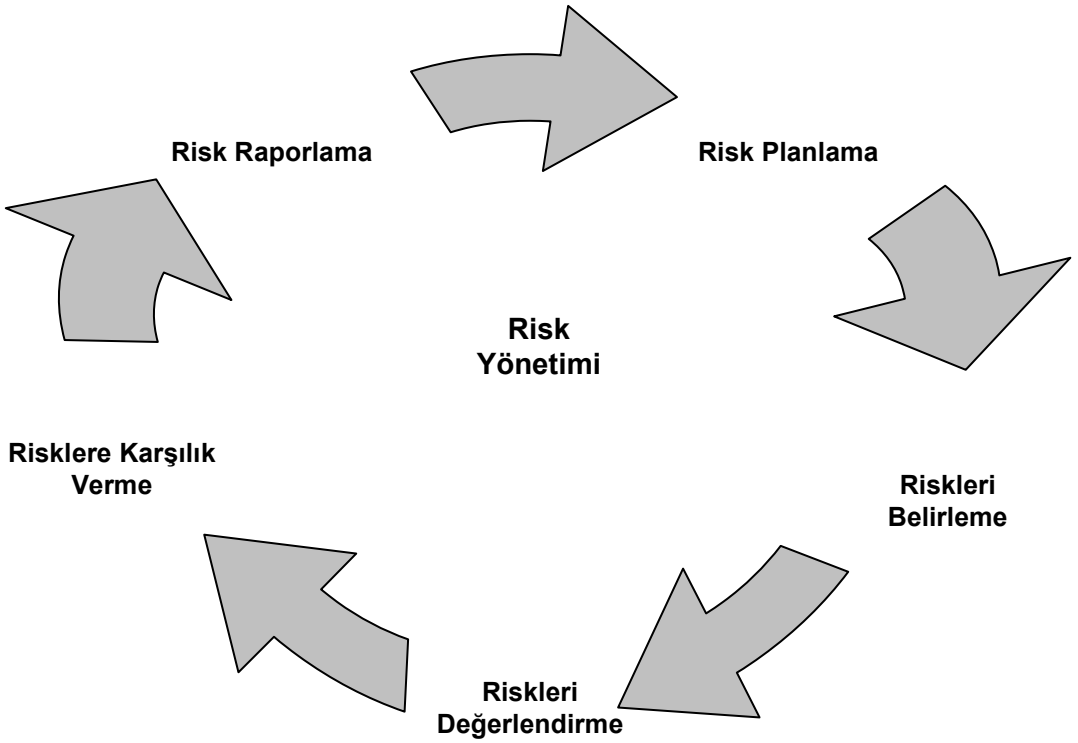
Bu aşama risklerin önlenmesi için alınacak önlemlerin formüle edildiği, planlandığı ve de uygulandığı aşamadır. Risklerin analizi aşamasının tamamlanması ile birlikte, tanımlanan riskler birer belirsizlik olmaktan çıkıp yönetim problemlerine dönüşmektedirler. İşveren ve yükleniciler kısmı için de daha önceki aşamalarda olduğu gibi yaklaşımlar benzer, uygulamalar farklı olmaktadırlar.

Genel anlamda risklerin değerlendirilmesi ve yönetilmesinin aşamaları şöyle sıralanabilir [33]:

- Deterministik riskleri bertaraf edici önlemlerin belirlenmesi
- Stokastik risklerin etkilerini azaltıcı önlemlerin belirlenmesi
- Projenin tüm safhalarının tekrar gözden geçirilmesi ve daha fazla bilgi alışverişi ile belirsizliklerin üstesinden gelinmesi
- Kontrat stratejileri ve motivasyonel etkilerle riskleri transfer edilmesi
- Bazı risklerin sigorta edilmesi
- Transfer ya da kontrol edilemeyen riskler için maliyet, süre ve şartnamelerde risk payı bırakılması
- Risklerin gerçekleşmesi durumunda yapılabileceklerin tespit edilmesi
- Proje esnasında proje veri tabanı oluşturulmalı ve planlanan ile gerçekleşen durum risk yönetimi açısından değerlendirilmeli ve gelecek projeler için veri tabanı oluşturulmalıdır

7.2 Risk Yönetimi

Risk yönetimi, risk analizi sonucunda ortaya konan ve yorumlanan risklerin önüne geçmek veya azaltmak amacıyla uygun, maliyet etkin karşı önlemlerin alınması işlemidir.



Şekil 7.1 : Risk yönetimi

Riskleri belirleme, analiz, kontrol ve raporlama süreçlerinin tümü risk yönetimidir (Şekil 7.1). Risk tanımlama, projenin ana elementlerini ve bunlara bağlı olan risklerin tümünü belirlemedir. Risk analizi, tüm bu elementleri farklı risk düzeylerine göre sınıflandırmadır. Risk kontrolü, riskleri azaltabilecek denetimlerin saptanmasıdır. Risk etkisinin hangi şartlarda azaltılabilmesi veya önlenebilmesi adına hareket ve karar verme sürecini içerir. Risk raporlama, proje üyelerinin, çalışma grubunun ve üst yönetiminin bilgilendirme eylemidir. Risk yönetimini gerçekleştirmek için, bilgi, zaman, deneyim ve vizyon gereklidir.

Projeler, çeşitli faktörler tarafından normalden daha fazla risklere maruz kalabilir. Bunlar:

> *Çalışma Grubu Boyutu:* Çalışma grubu ne kadar büyürse, problem çıkma olasılığı o kadar artar. Örneğin, birey sayısı fazlalaştığından iletişim daha zor bir hal alabilir. İnsanlar arasındaki etkileşim sayısı arttıkça daha güçlü bir koordinasyon gerekli olur.

Geçmiş Tecrübeler: Yeni projeler her zaman daha risklidir çünkü süreçler henüz tanımlanmamıştır. Benzer projeler ve süreçler yapıldıkça, başarılı olma olasılığı artar.

Deneyimli Personel ve Tecrübe: Şayet personel şahsi tecrübeden ve iş bilgisinden yoksun ise, bireyler için öğrenme süreci, iş ilerledikçe gerçekleşecek, böylelikle proje zamanından feragat edilecek ve hatalar ortaya çıkacaktır.

Karmaşıklık: Daha komplike projeler hata yapmaya daha elverişlidir. Bilgi sistemleri, komünikasyon, yeni malzemeler gibi alanlarda test edilmemiş teknolojiler riske açıktır.

Yönetim Kararlılığı: Üst yönetim, orkestra şefliği yapmayıp koordinasyon yönünden noksan oldukça, problem çıkma riski artar. Ya da her yönetim değişikliğinde öncelikler ve talimatlar değişiklik gösterebilir. Yönetim kararlılığı projenin bütünlüğünü ve yönünü belirler, bunun da anlamı hedeflere ulaşmaktır. Yönetim rahatsızlığı, gerçekçi olmayan planlama ve kaynak kullanımına yol açabilir.

Kısıtlı Zaman: Eğer planlama zaman bakımından oldukça sıkışık ise, risklerde oldukça büyük olur. Daha çok zaman demek, daha esnek olma ve riskleri azaltma ya da engelleme yönünden daha elverişli süreçler demektir.

Bulunabilir Kaynaklar: Kaynak temini ne kadar kolaysa, problemlere cevap verme olasılığı o kadar kolay olur. Örneğin, daha büyük bütçe, gerektiğinde ekipman ve personel temin edebilme gücünü verir. Kaynakların bolluğu, doğal olarak riskten korunmayı garanti etmez fakat karşı koymaya imkan verir.

Risk yönetimi risklerin tanımlanması aşamasında başlayıp projenin tamamlanmasına dek süren dinamik ve de esnek bir süreçtir. Yönetimin alacağı tedbirlerin esnekliği belirsizliklerin oranına göre olmalıdır. Bazı durumlarda projenin yapılabilirliği bile tekrar gözden geçirilmek durumunda olabilir. Öte yandan risklerin analiz sonuçlarının değerlendirilmesi proje bölümlerinin tekrar gözden geçirilmesine ve de güncelleştirilmesine yol açacaktır.

Bunlar:

- =>Tasarımların Bazı Bölümlerinin Tamamen Değiştirilmesi
- =>Tasarımların Gerekli Görülen Yerlerde Daha Fazla Detaylandırılması

- =>İhale Paketinin Değiştirilmesi
- =>Üretim Tekniklerinin Değiştirilmesidir.

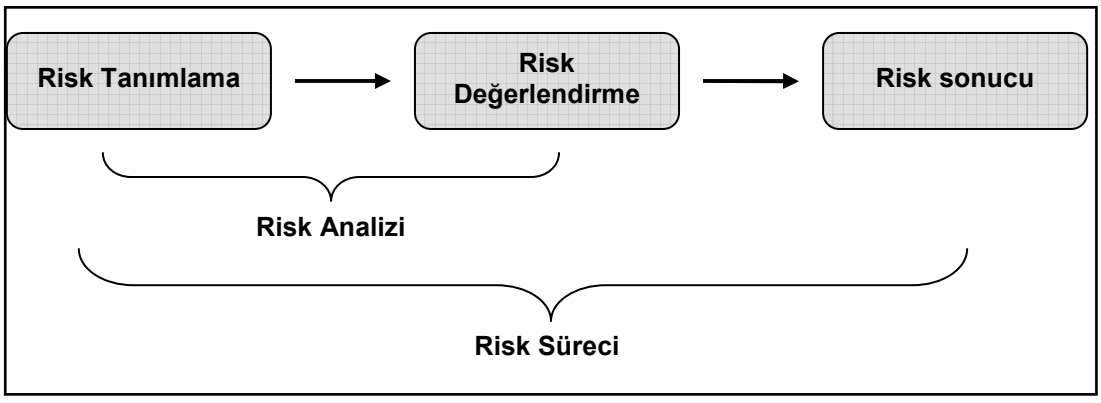
Risk yönetiminin, proje ile ilgili tüm riskleri ortadan kaldıramayacağı bir gerçektir. Bu noktada amaç, risklerin en etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesidir. İşverenin ve de yüklenicinin unutmaması gereken nokta, tüm bu çalışmalara rağmen bazı risklerin üstlenilmeye devam edileceğidir. Risk yönetimi esnek yaklaşımlar ve prosedürler gerektirmektedir. Bunun tersinin olduğu durumlarda risk yönetiminin uygulanması zora düşecektir.

7.3 Risk Yönetim Süreci

Risk analizi yapmanın en basit yolu, "Projede Ters Giden Ne olabilir" sorusunu sormaktır. Bunu da iş programına, çalışma performansına ve proje planının diğer kısımlarına göre yapabiliriz. Karşılaşabileceğimiz riskleri bir liste halinde yazıp, karşılıklarına da bunları çözüme ulaştırma ihtimallerini yazabiliriz. Bu şekilde, daha işin başında riskleri belirleyip çözümleri bulmuş ya da önlemini almış oluruz. Önlemini alamayacağımız bir durumda da en azından yedek planı ortaya koymuş oluruz. Çizelge 7.1 ve Şekil 7.2'deki gibi örneklerle bu süreci açıklayabiliriz.

Çizelge 7.1 : Basit bir risk analiz örneği

Karşılaşılabilecek Problemler	**Çözüm Olasılığı**
Malzeme Stoku Yetmeyebilir	Ekstra Tedarikçiler İçin Hazırlık Yap
İş Kazaları	Güvenlik Önlemlerinin Alınmasını Sağla
Bütçe Dahilinde Finansal Yetersizlik	Bankadan Kredi Başvurusu Yap
Hava Şartlarından Doğan Gecikmeler	İş Süresini Uzat, Programı Kaydır



Şekil 7.2 : Risk yönetim süreci

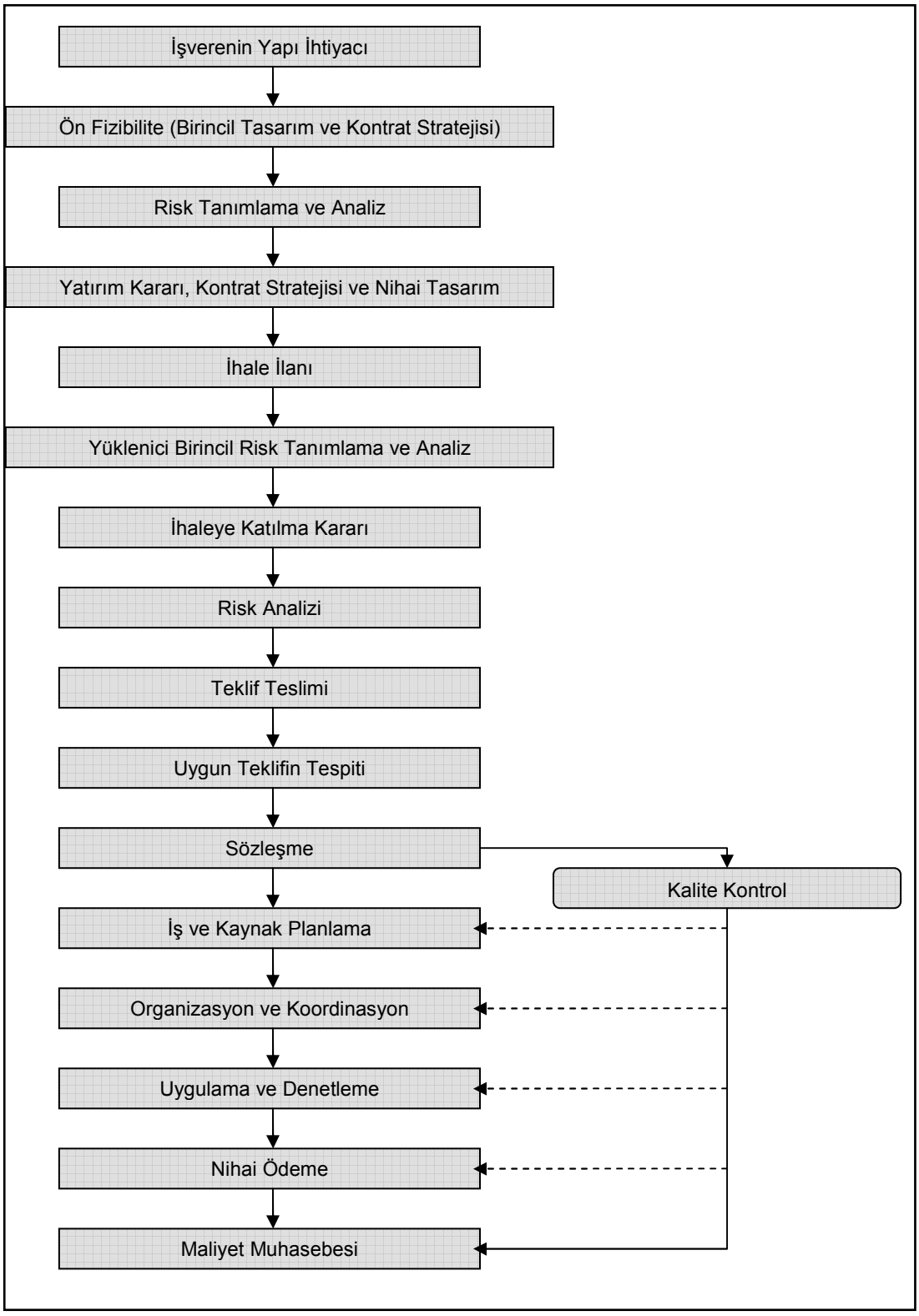
7.4 Risk Yönetiminin Uygulanması ve Toplam Risk Yönetimi Yaklaşımı

Risk yönetiminin uygulanmasının genel anlamda projeye bir çok katkısı olmaktadır. Örnekle:

- Karar verme mekanizmasını daha sistematik ve de peşin önlemci kılmak, sübjektifliği azaltmak
- Her bir riskin göreceli önemini ve proje üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak
- Projenin tüm safhalarının ve farklı senaryoların incelenmesi ile genel çerçevenin yöneticiler tarafından çok iyi anlaşılması
- Firmanın proje üzerindeki hassasiyetinin müşteriler tarafından anlaşılması
- Proje yönetim birimlerine proje neticesinin bir olasılık dağılımında dolayısı ile kendi performansları doğrultusunda gerçekleşeceği yönünde motivasyon
- Organizasyon içi iletişimin takım ruhunun ve de tecrübenin arttırılması

Risk yönetiminin en çok fayda alınacak dönem projenin başlangıç safhalarıdır. Bu safhalarda tasarımın esnekliği ve de riskler için köklü stratejik değişiklikler yapılabilmesi mümkündür. Öte yandan risk yönetiminin proje devam ettiği sürece var olması gerekmektedir.

Bir inşaat projesinin ilk başlangıcından sonuçlanmasına kadar risk yönetiminin dahil olduğu ana aşamalar Şekil 7.3'te görülmektedir. Risk yönetiminin işveren tarafını ilgilendiren bölümü projenin uygun bir yükleniciye ihale edilmesi ile büyük bir oranda tamamlanmış olmaktadır.



Şekil 7.3 : Risk yönetimi akış şeması

7.5 İşveren ve Risk Yönetimi

İnşaat projelerinde işverenin rolü, direk ya da dolaylı olarak, işin yapımının ana hatlarına karar vermek, projeyi finanse etmek ve de yapımın sözleşme koşullan çerçevesinde yapılıp yapılmadığını kontrol etmektir.

Bir inşaat projesinin işveren yönünden faaliyetleri, söz konusu yapının ihtiyacının oluşması ile başlar. Daha sonra işveren, danışmanları yardımıyla bir ön çalışma yapar. Bu ön çalışmada yapının genel nitelikleri ön tasarım halinde belirlenir.

Danışmanların geçmiş projelerden deneyimleri sayesinde nasıl bir kontrat stratejisi izlenebileceği ortaya konur. Bu aşamada işveren için risk yönetimi süreci başlar. Projenin risklerinin tanımlanması ve analizi sonucunda ön fizibilite çalışması tamamlanır.

Bu aşamadaki risk analizinde, sayısal analizin çok detaylı olmayacağı açıktır. Zira bu aşamada işveren tarafı öngördükleri proje koşullan altında nasıl bir süre-maliyet profilinin çıkacağını tahmin etmeye çalışmaktadırlar. Nihai projelerin ve nihai sözleşmenin henüz oluşmamış olması, bu detaylı çalışmayı gereksiz kılar. Onun yerine projeyi maliyet başlıkları altında, çok özet bir şekilde inceleyip mertebe tespit etmek gerekmektedir. Yine bu aşamadaki risk analizi bir döngüsel süreçtir. İşveren tarafı ön tasan aşamasındaki projenin uygun bulmadıkları özelliklerini değiştirip tekrar risk çalışması yapar. Farklı alternatifler arasından en uygun olanının belirlenmesi ile nihai tasarım ve kontrat stratejisine geçilir.

Nihai tasarım, projedeki riskler için önemli bir nokta olmakla birlikte tamamen tasarım ile ilgilidir. Bu çalışmada, tasarımın ve detaylandırmanın mükemmel yapıldığı varsayılmıştır.

Uygun ihale ve sözleşme tipinin seçilmesi, risk yönetimi sistemin kaderini çizmektedir. Yüklenicinin risk yönetimi ile ilgili alabileceği önlemler dahi sözleşme ile sınırlandırılmıştır. İhale ve sözleşme tipi birbirinden farklı kavramlar olmalarına rağmen bir bütün olarak değerlendirilmelidirler.

7.6 Uygun Sözleşme Modelinin Seçilmesi

Bir inşaat sözleşmesi, işvereni ve yükleniciyi hukuki zeminde bir araya getirir ve işin yapılmasının çerçevesini çizer.

İnşaat işleri ülkemizde borçlar kanununun belirlediği çerçevede gerçekleşen bir ticari faaliyettir. En basit tanımı ile yüklenici sözleşmeye uygun şartlarda (maliyet, süre,

kalite) bir yapı yapmayı borçlanırken işveren de bu yapıya karşılık sözleşme şartlarında ödeme yapmayı borçlanır.

Bir sözleşmenin seçiminde ve hazırlanmasında en önemli ilke eşitlik ilkesidir. Projenin sağlıklı yürüyebilmesi ancak her iki tarafın eşit ve de yapabilecekleri kadar sorumluluk altına girmeleri ile olur. Sözleşme de bu ilkeleri bozacak derecede bir tarafa sorumluluk yüklemeye çalışmak pratikte bazı risklerin hiç üstlenilmemesi durumunu doğurur. Ayrıca hukuki risklerin tanımı kısmında belirtildiği gibi, sözleşme hükümlerinde eşitlik ilkelerine aykırı maddelerin bulunması, iki tarafında imzası olması rağmen kanuni yükümlülük getirememektedir.

Uygun sözleşme türü projenin özelliğine, büyüklüğüne göre seçilmektedir. Kamu kurum ve kuruluşları yaptığı ihalelerde sözleşme türü önceden belirlenmiştir. Böylece idare kanun hükümlerinin belirttiği şekilde davranmaya mecburdur.

Öte yandan farklı sözleşme türlerinin aslında sadece farklı ödeme türleri oldukları isimlerinden de bellidir. Gerçekten de kamu ya da özel, ülkemizde ya da yurtdışında ve az gelişmiş ülkelerde dahi işlerin yapılışı hakkındaki şartnameler çok benzerdir. Öte yandan işin yürütülmesi ile ilgili idari şartlar uygulanan ülkenin, bölgenin çalışma koşullarına göre değişiklikler gösterse de, sadece bir usul farklılığından öteye gitmemektedir. Geriye sözleşme tiplerini gerçek anlamda birbirinden ayıran, sadece ödeme koşullan olmaktadır. Ödeme koşullan, hakediş tutarlarının tespiti ve ödeme şekilleri, proje süresinde meydana gelebilecek fiyat değişikliklerine karşı alınabilecek önlemler ve de projenin yapımı esnasında yapılması gerekli görülen proje değişikliklerin tutarlarının belirlenmesi ana başlıklarını içerir [34].

Risk yönetimi çalışmasını yapan işveren veya işverenin danışmanları riskler arasına enflasyonu ve genel anlamda fiyat değişikliklerini muhakkak dahil etmelidirler. Zira ülkemizdeki kadar olmasa da en gelişmiş batı ülkelerinde bile enflasyon mevcuttur ve de ihmal edildiği takdirde, sözü edilen en gelişmiş ülkelerde bile % 10'lara varan hata payları ortaya çıkmaktadır. Neticede sözleşme türlerinin belirlenmesi aslında fiyat değişikliklerinin nasıl çözümleneceği sorusuna göre yapılmaktadır. İnşaat projelerinin sürelerinin uzun olmasından kaynaklanan bu sorun dolaylı olarak kalite ve de süre konusunda da problemler yarattığı için önemlidir.

Bu yaklaşım doğrultusunda inşaat sözleşme türlerinin riskler yönünden incelenmesi gerekmektedir.

7.6.1 Maliyet artı kâr usulü

Ülkemizde özel kişilerin âkabul edilmiştir. Oysa ki nihai maliyetin belli olmaması bu sistemin en büyük zaafıdır. Ayrıca fiyat artışları ile ilgili risklerin tamamı işverene yüklenmektedir. Bu durum sözleşmelerin eşitlik ilkesini işveren aleyhine bozmaktadır. Böylece projelerin yapımı ile ilgili verimlilikten kaygılan ortadan kalkmakta, yüklenicinin maliyetleri düşürme durumunda hiçbir menfaati olmadığı gibi zararı olmaktadır. Sonuçta işverenler öngörülenden çok farklı maliyetlerle karşılaşabilmektedirler. Yukarıda belirtilen tüm nedenlerden dolayı, maliyet artı kâr sistemi; işin yapımı ile ilgili riskleri ele alamadığı gibi fiyat değişikliklerinden doğacak olumsuzlukları da önlemede yetersizdir.

7.6.2 Birim fiyat usulü

Ülkemiz kamu kurum ve de kuruluşları tarafından uygulanan bu sistem, mevcut ekonomik koşullar içinde en çok benimsenen ihale usulüdür. Buna rağmen çok ciddi sıkıntılara meydan verdiği tüm sektör bireylerince kabul edilmiş bir gerçektir. Özellikle belli başlı malzeme kalemlerinde (betonarme demiri, çimento, akaryakıt gibi) anlık fiyat farkları verilmediği durumlarda, veya birim fiyatların sene başında yenilendiği durumda piyasa risklerinin tamamına yakını yüklenici tarafından yüklenilmektedir. Bunun sonucunda nihai maliyetler belli olmamakta ve bütçeleme gerçekçi yapılamamaktadır. Böylece işlerin süresi planlananın çok ötesine geçebilmektedir. Öngörülen bütçenin aşılması kaynak sıkıntısına ve süre uzatımına yol açmaktadır. Kaynak eksikliği nedeniyle bekleyen projelerde disiplin ortadan kalkmakta ve kalite hedeflerinde de sapmalar meydana gelmektedir. Öte yandan kontrol birimlerinin de projeye olan konsantrasyonları bozulmakta ve kalite kontrol zorlaşmaktadır. İşveren bu sıkıntılardan başka bir takım ilave sıkıntılarla da (ekonomik sürenin aşılması, tesisin tamamlanması ile sağlanacak faydanın kaybı, yüklenicinin kanuni zorlukları, muhasebe kayıtları, iş programı gibi), karşı karşıya kalmaktadır. Yüklenicinin karşılaştığı diğer zorluklardan bazıları ise nakit akışı sıkıntısı, sabit giderlerin yükselmesi, verimsiz çalışma olarak sıralanabilir.

Birim fiyat usulü ihaleler yukarıdaki tüm sıkıntıları yaratmakla beraber enflasyonu da tam olarak etkisiz hale getirememiştir. Nihayet sene içi fiyat farkı verilen malzemeler haricinde kalan maliyetler için de ciddi bir fiyat artışı söz konusudur ve de bunlar için yüklenici hiç bir ekstra talepte bulunamamaktadır.

Fakat yukarıda belirtilen olumsuz yanlarına rağmen serbest rekabet ortamı yaratması ve de verimliliği teşvik etmesi dolayısı ile maliyet artı kâr sistemine nispeten risklerin etkin yönetilmesine daha uygundur.

7.6.3 Anahtar tesim usulü

İlk bakışta ihale sistemleri içinde fiyat değişikliklerine karşı en korumasız sistem gibi görünse de gerekli düzenlemelerle en uygun sistem haline gelebilmektedir.

Anahtar teslimi sisteminin iki türlü uygulaması önerilmektedir.

- *Sabit Paraya Endeksleme*

  Proje bedeli bir sabit para cinsinden belirlenebilir (USD, EUR). Bu gibi uygulamalar karayolları projelerinde ya da enerji santralleri gibi büyük projelerde başarı ile yürütülebilmektedir. Ayrıca gelişmiş ülkelerde de bu sistem uygulanmaktadır. Hatta yükleniciler bu sistemde çok uzun vadeli taahhütlere girebilmektedirler.

- *Sene Dönümlerinde Katsayı*

  Proje bedeli TL. olarak belirlenir ve sadece sene başlarında Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın açıklayacağı bir katsayı ile çarpılır. Bu tip bir uygulama T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi tarafından başarı ile gerçekleştirilmektedir. İhale sırasında yüklenicilerden konut birim m² si için teklif vermeleri istenmektedir. Bu teklif çerçevesinde ihale bedeli üzerinden yüzdelerle ifade edilen bir iş programı hazırlanmakta ve de yükleniciye yapılan ödemeler yine bu yüzdeler üzerinden yapılmaktadır. Sene başlarında geriye kalan işlerin miktarı yeniden değerleme katsayısı ile çarpılmaktadır.

Anahtar teslim usulü İhaleler için söz konusu ortama uygun bir sistem öngörümünü aşağıdaki gibi yapabiliriz.

- Proje Süresi çok uzun tutulmamalıdır. Projenin büyüklüğüne göre ortalama süre 1.5 yılı geçmemelidir.
- İstenilen işler tasarımlarda, teknik şartnamelerde ve hukuki sözleşmede her türlü detayı ile belirtilmeli ve yapılacak iş hakkında hiç bir tereddüde yer verilmemelidir.
- Denetim mekanizmasına azami özen gösterilmeli, işin sözleşme şartlarına tamamen uygunluğu takip edilmelidir.
- İşin keşfi müteahhitlere verilmemeli, bu detaylı ihale evraklarından yüklenicilerin kendi keşiflerini hazırlamaları istenmelidir.
- İşin programı yüzdeler olarak ifade edilmelidir.

İlk bakışta ülkemizdeki gibi yüksek enflasyonlu bir ülkede böyle bir sistemin çalışmayacağı düşünülse de bu sistemin hem yüklenici hem de işveren açısından en sağlıklı metod olduğu düşünülebilir. İşveren bütçe ve planlamasını gerektiği gibi yapabilir ve risklerin büyük bir kısmını yapı üretimi konusunda çok profesyonel olan yükleniciye aktarabilir.

7.6.4 İhale aşaması ve uygun teklifin belirlenmesi

İhale aşaması nihai tasarımın ve sözleşme taslağının hazırlanması, ihalenin uygun yollardan ilan edilmesi, uygun teklifin seçilmesi ve sözleşmenin imzalanması aşamalarını içerir.

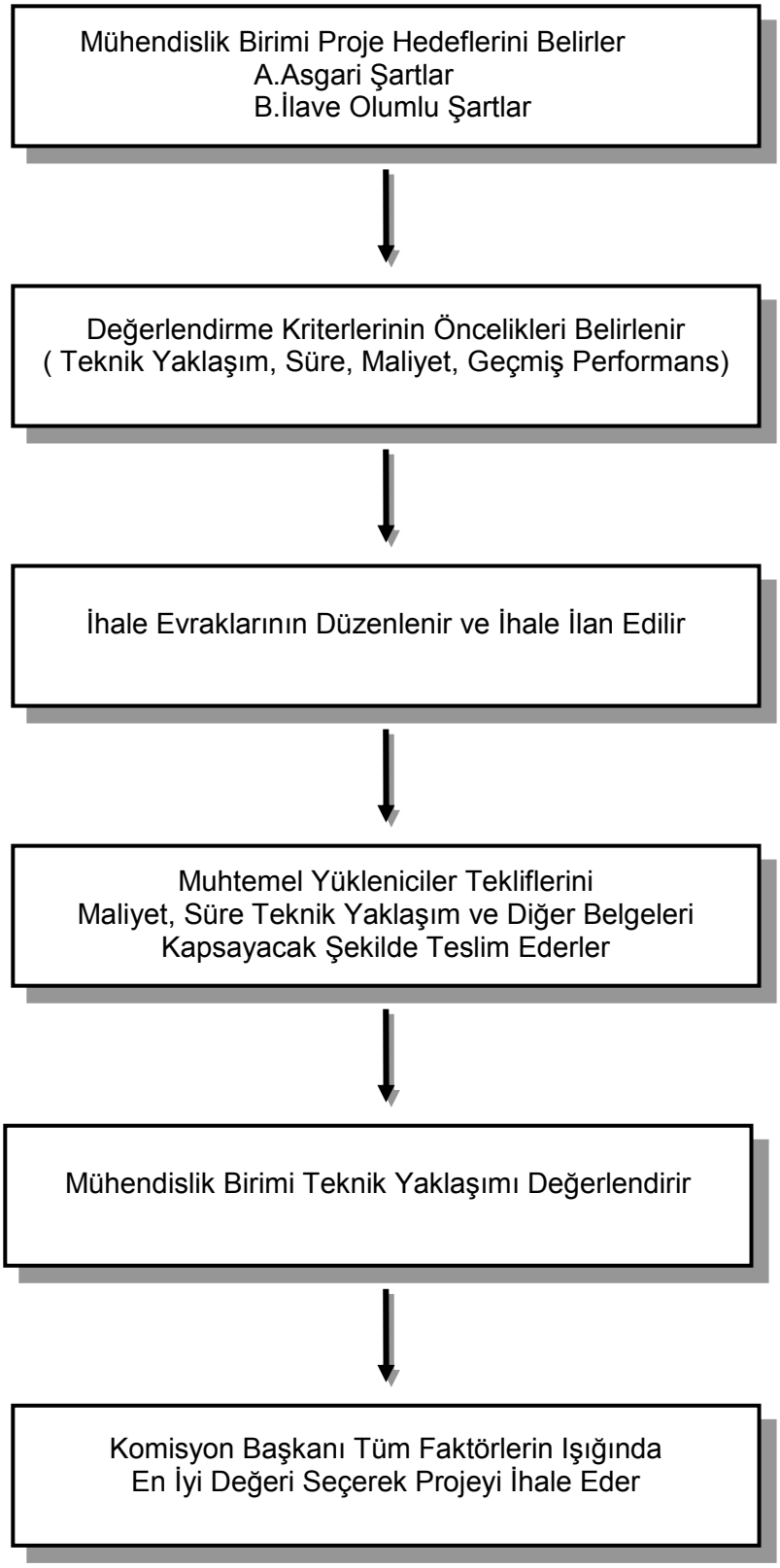
İhale sistemi sözleşme tipine göre farklı haller almakla birlikte, sonuçta, muhtemel yüklenicilerden fiyat teklifi isteme olarak gerçekleşir. Muhtemel yükleniciler fiyat teklifleri ile birlikte söz konusu işin yapımı ile ilgili belgeleri işverene sunarlar. Bu yüklenicilerin içinden işverenin iş yapmaya ehli gördüklerinin arasından en düşük fiyat teklifinin seçilmesi çok sık görülen bir yaklaşımdır.

İhale sistemlerinde düşük teklifin her zaman gerçekten sağlıklı olması beklenmemelidir. Benzer ortamlarda benzer kapasitede olduğu düşünülen firmalar arasında herhangi birinin diğerlerine göre düşük teklif vermesi, büyük küçük tüm projelerde sık sık yaşanan bir durumdur. Hesapsızca verilen düşük teklifler sonucunda kalite düşmekte, işverenin zamanı ve kaynakları boşa kullanılmakta, sonuçta taraflar karşılıklı olarak mağdur durumda kalmaktadırlar.

İhale aşamasında uygun bedelin belirlenmesinde Amerikan Hava Kuvvetleri tarafından benimsenen ve sistematiği Şekil 7.4'te verilen "En İyi Değer İhale” (Best Value Contracting) yaklaşımı en sağlıklı yöntem olarak görünmektedir. Tabii ki bu yaklaşımda ülkemiz şartlarına göre, idari tarafın sistemi suistimal etmemesi için belirli düzenlemeler ve geliştirmeler yapmak şarttır.

“En İyi Değer” yaklaşımında, nihai tasarım-kontrat stratejisi belirlenmesi aşamasında, Mühendislik Birimi tarafından proje ihale hedefleri belirlenmektedir. Bu hedefler ikiye ayrılmaktadır:

- Asgari Şartlar
- İlave Olumlu Şartlar



Şekil 7.4 : En iyi değer yaklaşımıyla ihale aşamaları

Bu hedefler çerçevesinde yine mühendislik birimi tarafından değerlendirme kriterleri önem sırasına göre sıralanır. Değerlendirme kriterlerini 5 başlıkta incelemek mümkündür, bunlar:

1. Teknik Yaklaşım
2. Süre
3. Maliyet
4. Geçmiş Performans
5. Teklif Riski

Bu sistemde yüklenicilerden tekliflerinde fiyatın yanı sıra, proje süresinin ve de teknik yaklaşımlarını da belirtmeleri istenmektedir. Teknik yaklaşım ile yükleniciden istenen proje ile ilgili ciddi riskler içeren imalatların hangileri olduğu ve işi kendisinin yaptığı takdirde bu riskleri ortadan kaldırmak için neler yapacağını belirtmesidir. Teknik yaklaşımda tereddütlü durumlarda muhtemel yüklenicilerden projenin yapımı ile ilgili sunuş yapmaları da istenebilir. Çok teferruatlı gibi görünen bu sistemin aslında yüklenicilerin sıradan bir taşerona iş verme aşamalarından farklı olmadığı açıkça görülmektedir. İşveren her ne kadar firmayı tanıyor olsa da söz konusu proje ile ilgili yaklaşımının ihale aşamasında karşılıklı görüşülmesi, projenin yapımı sırasında meydana gelebilecek problemlerin bir çoğu baştan çözülmüş olabilir. Bir bakıma risk yönetiminin en önemli kısmı bu aşamada yapılmış olur.

Söz konusu projenin doğası ve mühendislik biriminin hedefleri çerçevesinde, değerlendirme kriterleri önem sırasına göre sıralanır. Sözgelimi çok acil bir proje için tekliflerden daha az süre öneren göz önünde bulundurulur.

Teklifler önce mühendislik birimine gider ve orada teknik yaklaşım değerlendirilir ve notu verilir. Ayrıca bu aşamada birimin daha önceden yapmış olduğu ön maliyet ve süre keşfi çerçevesinde teklifin yapılabilirliğini gösteren bir "Teklif Riski" notu verilir. Daha sonra teklifler nihai karar yetkisine sahip komisyon başkanına gider ve bu aşamada bir tablo hazırlanarak "En İyi Teklif" için nihai karar verilir. En iyi değerin belirlenmesi sırasında geçmiş performans, yüklenicilerin adına kayıtlı veri tabanındaki karne notu ile değerlendirilir. İlgili uygulama ile ilgili bir örnek Çizelge 7.2'de verilmiştir [35].

Çizelge 7.2 : En iyi değer seçim tablosu

KRİTER	YÜKLENİCİ A	YÜKLENİCİ B	YÜKLENİCİ C	YÜKLENİCİ D
Teknik Yaklaşım	B	A	C	C
Süre (gün)	150	175	200	145
Maliyet (USD)	315	345	295	300
Teklif Riski	B	A	B	C
Geçmiş Performans	C	A	B	B
Seçilen En İyi Değer : Yüklenici A				

Bu örnekte iş, en düşük teklife ihale edilmediği görülmektedir. Bahsi geçen NATO ihalelerinin az bir kısmının en düşük teklife verildiği gözlemlenmiştir.

7.7 Yüklenici ve Toplam Risk Yönetimi

Yüklenici açısından bir projenin finansal sonuçları oldukça riskli olabilir. Proje karlılığını sağlamak için, fiyatlar maliyet tahminleri üzerine kuruludur. Tahminler ise sabit ve değişken olmak üzere maliyet hesapları ve birtakım risk analiz öngörüleri üzerine kuruludur. Özellikle inşaat projelerinde risk tahminleri hassas analizlere dayanır.

7.7.1 Toplam risk yönetimi

Yüklenicilerin risk yönetimi süreci işvereninkinden daha uzun bir döneme yayılmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi, risk yönetiminin çok büyük bir kısmı teklif aşamasında tamamlanmış olmalıdır. Zira bu aşamadan sonra risk yönetimi ile ilgili alınabilecek önlemlerin etkinliği çok azalmaktadır. Öte yandan risk yönetiminin teklif aşamasında tamamlandığını düşünmek yanlış bir yaklaşım olur. Risk yönetimi sistematik bir proje yönetim yaklaşımıdır ve projenin tüm faaliyetlerini kapsayan bir

bütündür. Böylece ortaya çıkan toplam risk yönetimi kavramı, aynen toplam kalite yönetiminde olduğu peşin önlemci hareketi ilke edinen bir proje yönetim anlayışıdır.

Toplam risk yönetimi'nin ana hatları şöyle sıralanabilir:

1. Yüklenicinin kendi bünyesindeki proje planlama ekibi tarafından, genel anlamda projenin ana hatlarının gözden geçirilmesi ve genel anlamda risklerinin tanımlanması. Bu aşamada sözleşme tasarısına göre muhtemel fiyat değişiklikleri stratejisinin (enflasyon) belirlenmesi.
2. Genel çerçevede tanımlanan risklerin kuramsal analizinin yapılması.
3. Daha önce benzeri yapılmış veya istatiksel veri bulunan projeler için genel bir sayısal değerlendirme. Örneğin alan veya hacim cinsinden yaklaşık birim fiyatlar ile maliyet mertebesi tespit etme. Yaklaşık birim fiyat tespit edilememesi durumunda projenin mümkün olan en büyük parçalara bölünerek yaklaşık toplam değer tespit edilmesi.
4. Ortadaki bilgiler ve ön analiz sonucu çıkan bilgiler ışığında teklif verip vermeme kararının alınması.
5. Proje yönetimi tarafından muhtemel proje kadrosunun taslağının hazırlanması (Taşeronların ve malzeme tedarikçilerinin tespiti, muhtemel proje müdürünün belirlenmesi).
6. Risk tanımlama grubu (Proje yönetimi ve muhtemel taşeronlar ve malzeme tedarikçileri) tarafından risklerin ve muhtemel etkilerinin tanımlanması.
7. Proje yönetimi tarafından kuramsal ve sayısal analiz gerçekleştirilmesi.
8. Teklifin onaylanmasından sonra risklerin değerlendirilmesi ve muhtemel taşeron ve tedarikçilerle beyin fırtınası yapılarak üretim ile ilgili alınacak önlemlere karar verilmesi.
9. Önlem alınması çok pahalı olan muhtemel risklerin sigorta ettirilmesi.
10. İş programında ve kaynak planlamasında yüksek riskli faaliyetlere dikkat edilmesi ve aynı esnada birden fazla bu şekilde faaliyetin gerçekleşmemesi için azami dikkat gösterilmesi.

11. İş ve kaynak programlamasında risklerin gerçekleşmesi halinde yapılabilecekler ile ilgili alternatif programlar hazırlanması ve de hazırlanan tüm bu planların esnek olmasına dikkat edilmesi.
12. Firma içi iletişime azami önem verilmeli, şantiyede mümkün olduğu kadar yatay bir organizasyon yapısı oluşturulmaya çalışılmalı, bu yatay yapıda yöneticiler sıkı prosedürlerle kısıtlanmamalı, inisiyatif kullanıp radikal kararlar verebilmesinin sağlanması. Kararların merkez yönetim tarafından şantiye raporları ile takip edilmesinin sağlanması.
13. Özellikle büyük veya karışık projelerde imalat grupları uygun taşeronlara sözleşme şartlan çerçevesinde devredilip risklerin transfer edilmesi sağlanması.
14. Projenin riskli bölümleri, şantiye sorumlusundan ilgili kısımdaki düz işçiye kadar faaliyete başlanmadan önce anlatılmalı ve motive edilmelidirler. Bu amaçla projenin başlangıcında standard bir kalite kontrol uygulama programı hazırlanması.
15. Proje ile ilgili veri tabam tutulmalı proje bitiminde planlanan ve gerçekleşen değerler karşılaştırılarak risk yönetiminin başarısının düzeyi ortaya çıkarılması.

7.8 Enflasyon Riski İçin Alınabilecek Önlemler

İşveren için olduğu gibi yüklenicilerin fınansal başarısının karşısındaki en ciddi risklerden birinin enflasyon olduğu düşünülmektedir. Toplam risk yönetiminin özellikle teklif, iş-kaynak programı ve veri tabanı oluşturulması aşamalarında yapılan parasal değerlemeler, enflasyondan arındırılarak yapılmadığı takdirde hiçbir geçerlilik ifade etmez.

Bu sistemde yüklenicilere düşen, çok daha profesyonel şekilde teklif hazırlamak ve işi yürütmektir. Yüklenicilere düşen başlıca işler;

- Fiyat endekslemesi metodu ile sene içindeki hareketleri tahmin etmek ve ona göre teklif vermek
- Fiyat hareketleri üzerindeki riski bertaraf etmeye çalışmak
  - Finansal türevlere başvurmak (öteleme gibi)
  - Değerlemeleri sağlam para cinsinden yapmaya çalışmak

7.8.1 Fiyat endeksleme yöntemi

Fiyat endeksleme, parasal değerleri enflasyondan arındırmada kullanılan en yaygın yöntemdir. Buradaki ana felsefe belirli bir zaman dilimindeki fiyatları baz alıp herhangi bir zamanda gerçekleşen/gerçekleşecek maliyetleri, baz dönem fiyatları ile ifade etmektir. Söz konusu dönüştürmede paranın zaman değeri formülü uygulanmaktadır [36]:

$$P = \frac{F}{((1+i)^a)} \qquad \textbf{(7.1)}$$

P = aranan değer, F = cari değer, a = aradaki dönem sayısı; i = iskonto oranı

Özellikle geleceğe dönük maliyet hesapları yapılırken, fiyat endeksleme ile ilgili en önemli nokta muhtemel dönemsel enflasyon değerlerinin gerçekçi tahmin edilebilmesidir. Yine bu aşamada türlü sayısal ve kuramsal yöntemler kullanılabilir. Fakat en sağlıklı sonuç, geçmişteki tablonun tamamen olmasa da aynen devam edeceğini kabullenerek bir olasılık değeri düşünmek olur. Bu yaklaşım çalışmanın başından beri savunulan, belirsizliklerin olasılıklar olarak ifade edilmesi ilkesine dayanmaktadır.

Yine bu noktada enflasyon rakamı kavramına tekrar değinmekte fayda vardır. Teklif hazırlama aşamasında değerlendirmeye alınması gereken enflasyon rakamı inşaat sektörü için geçerli olanı olduğu düşünülmektedir. Çünkü teklif hazırlamada geçerli olan maliyetler bire bir inşaat maliyetleridir. Öte yandan proje değerlendirme aşamasında parasal geri dönüş, kâr marjı, kaynak yaratımı gibi kıyaslamalarda kullanılacak finansal değerler söz konusu olduğundan genel enflasyon rakamının daha geçerli olacağı düşünülmektedir.

7.8.2 Sabit paraya endeksleme ve çapraz endeksleme yöntemleri

Sabit para dünya üzerinde ekonomik olarak refaha ermiş, makro dengeleri tamamen oturmuş ülkelerin para birimlerini tanımlar (USD, EUR). Sağlam para teriminden kasıt ilgili para birimlerinin satın alma güçlerinin dünya üzerinde değişmeyeceği varsayımıdır. Böylelikle parasal büyüklükleri sağlam para cinsinden ifade etmek, enflasyonun oluşturduğunu varsaydığımız illüzyonu ortadan kaldırmaktadır.

Sabit paraya endeksleme yukarıda fiyat endeksleme yönteminde detaylı olarak anlatılan bütün faaliyetler için rahatlıkla uygulanabilir. En büyük avantajı fiyat endekslemede olduğu gibi karışık matematiksel hesaplara meydan vermemesidir. Bunun yanında, fiyat endeksleme yönteminde farklı bir zaman noktası baz alınarak hesaplanan değerleri algılamak kolay olmamaktadır.

Sabit paraya endeksleme metodunun en büyük dezavantajı ilgili para biriminin de az da olsa enflasyona maruz kalması durumudur. Özellikle ekonomisi istikrarsız olan ülkelerde döviz kurlarının son derece tutarsız hareket ettiği de bir vakadır. Bu durumda gerçekçi hesap yapmak için yine fiyat endeksleme yöntemine gidilmesi gerekmektedir.

Daha önce belirttiğimiz gibi iki yöntemin de bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle, en uygun çözüm, birlikte kullanılması olacaktır. Bunun içinde parasal büyüklükleri önce belli bir dönem bazında ifade etmek, daha sonra ise bu baz dönemdeki TL değerini o dönem için geçerli olan kuru esas alıp sabit para cinsinde ifade etmek gerekmektedir.

Aynı şekilde sabit paraya endeksleme metodunda, sağlam para üzerinden fiyat endeksleme uygulaması da çok gerçekçi sonuçlar ortaya koymaktadır.

7.9 Proje Yönetimi ve Enflasyon Riski

Bu temel noktalar ışığında proje yöneticilerinin enflasyonla mücadelede yapabilecekleri oldukça değişik alternatifler bulunmaktadır. Bunların başında fiyat farklarının söz konusu olmadığı durumlarda işleri mümkün olduğu kadar hızlandırmak gelmektedir. Zira gecikilen her gün bir maliyet oluşturmakta, diğer bir deyişle kazanılan her gün yükleniciye kâr olarak yansımaktadır. Burada belirtilmek istenen esas nokta, zamanı uygun kullanıp kullanamamanın, beraberinde kazanç ve kayıplar getirmekte olduğudur.

Proje yöneticilerini ilgilendiren diğer bir ayrıntı ise kaynak kullanımı ve planlaması aşamasında finansal türevlerin kullanılması hususudur. Özellikle malzeme alımları için ön alım tekniği çok sık kullanılmaktadır. Yüklenicinin ileriye dönük alımlarını çok daha önceden bir sözleşme ile ödemesi, ileriye dönük fiyat belirsizliklerini ortadan kaldırmakta, böylece muhtemel fiyat dalgalanmalarının riskinden kurtulunmaktadır.

Bunun yanında döviz karşılığı yapılacak bir iş için de opsiyonlu alım satım (options) kullanılmalıdır. Opsiyonlu alım satımda yüklenici döviz cinsinden alacaklarını bir önsözleşme ile TL'ye çevirir. Sözleşmede belirtilen tarih geldiğinde yüklenici döviz kıymetlerini anlaştığı kuruma sunar ve işlem önceden belirtilen fiyattan gerçekleşir.

Söz konusu finansal türevler, içinde bulunduğumuzu varsaydığımız istikrarsızlığı ortadan kaldırmaktadır. Burada gerçekleşen, bir takım riskleri önceden hareket ederek başka taraflara kanalize etmektir. Böylece proje yöneticisi kendisine daha güvenli bir ortam yaratmış olur. Bu riskleri başka yollarla çözmenin yollarını aramak yerine verimliliği ve kaliteyi artırıcı çalışmalara daha fazla zaman ve dikkat ayırabilir.

Zira istikrarsızlığa karşı her an tetikte olmaya çalışmak, hem ilgili çalışanların işe olan motivasyonlarını azaltır hem de çok fazla zamanlarını alır.

İnşaat sektörünü diğer sektörlerle kıyasladığımızda maliyetlerin artışı, projenin gecikmesi ve hatta projenin başarısızlığı gibi sonuçlar doğuran birçok risk kaynağı ile karşı karşıya kalmaktadır.

Bilindiği üzere işletmelerdeki "Yönetim Bilgi Sistemi"nin en önemli parçası maliyet muhasebesidir. İnşaat projelerinin başlangıç aşamasında ne kadar detaylı hesap yapılsa da risklerin düşünülen aralıklarda beklendiği gibi veya beklenmediği gibi değerler alması veya o aşamada gözden kaçan maliyetlerin bulunabilmesi, planlanan değerlerden farklı sonuçların oluşmasını sağlar. Tüm bu ayrıntılar iki önemli noktayı ortaya çıkarır:

=> Yapılan işten elde edilen kazanç

=> Planlanan maliyetler ile gerçekleşen maliyetlerin karşılaştırılması

Bu sonuçlar yüklenicinin aleyhine olabileceği gibi lehine de olabilmektedir. Böylece daha önce yapılmaya değer olmadığı düşünülen projelerin şimdi yapılabilir olabileceği ortaya çıkmaktadır. Bir inşaat firması her ne kadar ince hesap yapıp hazırlandıysa da işlerin yapımı sırasında oldukça farklı koşullar meydana gelmektedir.

8. TÜRKİYE'DE RİSK YÖNETİM YAKLAŞIMI VE MEVZUATLAR

8.1 Ülkemizde Risk Yönetiminin Yaygınlaşması

Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde görüşülmekte olan Ticaret Kanunu'muz halka açık şirketlerin "Riskin Erken Tespit ve Yönetim Komitesi" oluşturmasını zorunlu kılmaktadır. Halka açık olmayan şirketlerde ise denetçi gerekli gördüğü takdirde zorunluluk söz konusudur.

Dünya'da ve Türkiye'de son 10-15 yılda görülen şirket iflasları hem yatırımcıların hem de kanun yapıcıların dikkatini şirketlerde risk yönetimine çekmiştir. Şirketlerde ana hedef değer yaratmaktır ve yöneticiler buna doğal olarak daha çok odaklanırlar. Oysa, değer yaratma amacıyla alınan risk, şirketi olumlu yönde etkileyebileceği gibi olumsuz yönde de etkileyebilir. Sonuç olarak, bir çok ülke riskin yönetilmesi ve raporlaması ile ilgili daha sıkı kurallar koymaktadır. Bir işletmenin bugün karşılaştığı risklerin sayısı daha önceki yıllara göre çok artmıştır ve gelecek dönemde gitgide daha da artacaktır. Bu durum risk yönetimine daha metodolojik bir yaklaşımı beraberinde getirmektedir. Risk yönetimi günümüzde iyi yönetilen şirketlerde temel iş sürecidir.

Diğer sektörlerde yaygın kullanım alanı bulan risk yönetimi, inşaat sektöründe yerini geçmiş deneyimlerden elde edilen sezgi, yargı ve deneyim gücüne bırakmaktadır. Diğer bir ifadeyle, inşaat sanayinde genelde formal uygulamalar tercih edilmeyip tecrübeye dayalı saptamalar yapılıp çözümler üretilmektedir. Bu noktada sorgulanması gereken, formal tekniklerin inşaat sanayinde neden kullanım alanı bulamadığı ve tek bir kişinin sezgi ve deneyimine bırakılmış bir çalışmanın olumsuz yanlarının neler olabileceğidir. Formal tekniklerin tercih edilmemesinin birçok sebebi vardır. Bunlar; tekniği bilmeme, daha önce kullanmamış olma, uygulamanın daha çok veri ve zaman gerektirmesi, tekniklerin matematik yoğunluklu olması ve proje ihtiyacını karşılayıp karşılamayacağından emin olamamadır. Sistematik bir yapı oluşturulurken bu yargılar gözardı edilmemelidir. Ayrıca, tek bir kişinin deneyimi ve yönlendirmesi yerine, projenin çeşitli aşamalarında görev alan kişilerden oluşturulan bir grup çalışması yapılması önemlidir. İnşaat alanında yargı ve deneyim çözüm üretiminde önemlidir. Öte yandan her proje özgündür ve bazı konularda deneyimle

üretilen çözümler yetersiz kalabilir. Proje ekibinin risk yönetim çalışmasına dahil edilmesiyle hem proje daha iyi anlaşılır, hem de her açıdan değerlendirilebilir.

Genellikle riskleri yönetirken gerçekleştirilen yaklaşımlar dört başlık altında toplanır.

- ✓ Riski kabul etmek
- ✓ Riski transfer etmek (sigortalamak gibi)
- ✓ Riski azaltıp yönetmek
- ✓ Riski ortadan kaldırmak

Küçük ve orta boy işletmelerde risk yönetimi sorumluluklarını finans direktörleri üstlenirler. Büyük organizasyonlarda bu rolün gerekleri yönetim kurulu üyelerinden oluşan risk yönetim komitesi tarafından yerine getirilir. Risk yönetiminin önemi artmasıyla birlikte yönetim kurulu üyesi seviyesinde CRO (Chief Risk Officer) rolü ortaya çıkmıştır. Finans direktörü, şüphesiz risk yönetiminin birçok yönüyle ilgilenmelidir. Ancak direktörün tüm şirkette tek başına sorumlu olması ideal bir durum değildir.

Günümüzde kurumsallaşmış büyük işletmeler ve holdingler, risk yönetim ekibini bünyesinde bulundurmaktadırlar. Risk konusunu dikkate alan bir takım kuruluşlar da, bu konuda çalışan danışmanlık firmalarından yardım almaktadırlar. Şimdilik çoğunlukla bu danışmanlık firmaları risk yönetim konusunu idare etmektedir. Proje yönetiminin yaygınlaşmaya başlamasına benzer bir örnektir aslında bu. Önceden proje yönetim firmalarıyla danışmanlık bazında çalışan firmalar, şimdilerde kendi proje yönetim kadrosunu oluşturma yoluna gitmektedirler.

İnşaat sektöründeki risklerin kontrol edilebilmesi amacıyla, kontrat yönetimi bazında çalışmalarla yetinilmektedir. Standart formda olan inşaat kontrartları sözleşmede açıkça ifade olunan şartların yardımıyla, riski taraflar arasında paylaştırır. Fakat bu risk dağılımının yönetimi farklılıklar gösterebilir. İnşaat endüstrisinde kullanılmakta olan standard formdaki kontartlar, genelde risklerin çoğunu kapsarlar ve bir uzlaşmayı belgelerler. Resmi işler için hazırlnan resmi formdaki kontratlar kamusal sorumlulukla ilgili özel isteklere göre hazırlanırlar. Bu işle görevli kamu görevlileri genel olarak risk almanın kendi görevlerinin kapsamı içinde olmadığını düşünürler.

Genel olarak kamu görevlileri finasman ve siyasi nedenlerle kontartlardaki fiyat belirsizliğini kabul etmek istemezler. Onlar genelde gelenkesel sabit fiyatlı götürü usulü, yüklenicinin çoğu riski aldığı kontratları tercih ederler. Fakat özel sektörde ise büyük, gelişen firmalar gibi müşteriler, finansal olarak yararlarına ve dizayn ve yapım kısmının hatırlanacak olmasına bakarak daha fazla risk alırlar. Müşterilerin

kontrartlarının direk olarak taşeronlarla yapıldığı durumlarda bu yapım yönetimi anlaşmaları avantajlar sağlayabilir [37].

Ülkemizde kamu yapım projelerinde sözleşme genel şartları olarak kullanılan Bayındırlık Bakanlığı Yapım İşleri Genel Şartnamesi ile uluslararası yapım işlerinde çoğunlukla tercih edilen FIDIC İnşaat İşleri Genel Şartnamesi ana metinlerinde risk sorumluluklarına göre dağıtılmıştır.

Sıklıkla büyük yükleniciler, taşeronlarla sözleşme yaparken tek taraflı şartlar içeren ve taşerona makul olandan daha fazla risk yükleyen kendi kontrat biçimlerini kullanmaktadırlar.

Özetle risk kavramını sadece kontrat bazında dikkate almaktansa, bir çok faktörlerin bir arada gerçekleşmesiyle yürütülen yapım işlerinde, mali, kurumsal, çevresel ve operasyonel risklerin de olduğu unutulmamalıdır.

8.2 Kamu İhale Kanunu Çerçevesinde Risk Unsurlarının Saptanması

Ülkemizde yürürlükte olan ve tüm kamu sektörü ihalelerinin yapısını oluşturan 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu (KİK) ve 4735 sayılı Kamu İhale Sözleşmeleri Kanunu'nu incelersek, bu kanunlardaki maddelerde çeşitli risk unsurlarının gözetildiğini söyleyebiliriz. Gerek işveren tarafının gerekse yüklenici tarafının mağdur olmaması için bu bir gerekliliktir. Her ne kadar kamu kesiminin tarafında, yani işveren taraflı maddeler içerse de; hali hazırda tüm devlet işlerinde kullanılan, resmi kabul edilen, bu yüzden de bazı özel sektör kuruluşlarının dahi uygulamakta mahsur görmediği, bilinirliği ve yaygın olması sebebiyle benimsenmiş olan yegane ihale kanunumuzdur. Yargı sistemince tanındığı için, olası anlaşmazlıklarda veya hallerde, çözüm olabilecek sonuçlara varılması bakımından tercih edilmesi gerekli olan şartlar ve maddeler içermektedir. Günümüz şartlarına göre belirli aralıklarla güncellenen ve değiştirilen Kamu İhale Kanunu en son 2002 yılında yeni haliyle yürürlüğe girmiştir. Halen iyileştirilmeye çalışılan Kamu İhale Kanunu, öteden beri belki de ülkemizde en çok eleştirilen boşluklarından faydalanmaya müsait yürütme kanunudur.

Kamu ihalelerinde, riskleri doğal olarak yüklenici tarafa yüklemekle beraber, kamu işi gerçekleştirmek isteyen, bir bakıma milli fayda ve hizmette bulunan yüklenici tarafının da haksızlığa veya büyük zararlara uğramasını önlemek adına adil şartlar içermektedir.

İşte bu kanunun uygulamasında ortaya çıkabilecek sorunlara ve tereddütlere açıklık getirilebilmesi için 27327 sayılı ve 22.08.2009 tarihli Resmi Gazete'de Kamu İhale Genel Tebliğ yayınlanıp yürürlüğe girmiştir. Kamu İhale Genel Tebliği'nde (KİGT),

değinilen maddeleri incelediğimizde, risk unsurlarıyla ilgili çeşitli saptamalar yapabilmek mümkündür.

Bu maddeleri şöyle özetleyebiliriz [38]:

- Madde 4.3.5.3'de *"Anılan kuruluşların; 4735 sayılı Kanun kapsamında sözleşmeye bağlanıp yüklenicisi oldukları yapım işlerinin tutarı, 3 üncü maddenin (g) bendinde belirtilen parasal limitin (5.372.854 TL) altında olsa bile işin tamamının alt yüklenicilere yaptırılması mümkün bulunmamaktadır"* ibaresine yer verilmektedir. Bu maddeye göre gerek suistimallere mahal vermemek için, gerekse işi teslim edilene yaptırılması için bütçe ne kadar olursa olsun alt yüklenicileri idare resmen tanımamaktadır. Olası risk unsuru yaratabilecek durumlarda riskin tamamının ihale edilirken yükleniciye aktarılması düşünülmektedir. Özellikle inşaat işlerini işaret eden bu madde geçmişte karşılaşılan sorunlardan ötürü kanuna dahil edilmiştir.
- Madde 16.3'de *"Yaklaşık maliyetin üzerindeki teklifler"* kısmında *"Sorgulayarak verilen teklifleri yaklaşık maliyete göre mukayese eder ve bütçe ödeneklerini de göz önünde bulundurarak, teklif fiyatlarını uygun bulması halinde ekonomik açıdan en avantajlı teklifi ve varsa ikinci teklifi belirlemek veya verilen teklif fiyatlarını uygun bulmaması halinde ihalenin iptaline karar vermek hususunda takdir yetkisine sahiptir"* açıklaması yapılmıştır. Burada da idarenin ekonomik olarak en uygun teklifi seçmesi gerektiğini belirtmiştir. Hem bütçe ödenekleri hem de milli fayda bakımından günümüz şartlarında rekabet yaratması bakımından ve adil bir yaklaşım olarak görülen bir maddedir.
- Yine devamında Madde 16.4.3'de *"İşin tamamına veya bir kısmına teklif veren isteklinin teklif verdiği kısım veya kısımlardan birkaçı veya tamamı için ekonomik açıdan en avantajlı teklif sahibi olarak belirlenmesi söz konusu olduğunda, yapım işleri ihaleleri hariç, bu istekli ile tek bir sözleşme imzalanacaktır"* açıklamasıyla inşaat yapım işlerinin riskleri fazlaca içermesinden ötürü, tek bir sözleşmeye bağlı kalınmaması gerektiğini belirtmektedir. Teknik şartnameler, genel şartnameler ve tip sözleşmeler bunları tamamlar.

- *"Mal ve hizmet alımlarında iş artışı ve iş eksilişi"* ile ilgili Madde 26'da *"4735 sayılı Kanunun 24 üncü maddesinde birim fiyat teklif almak suretiyle ihale edilen mal ve hizmet alımları sözleşmelerinde;*

  a) Sözleşmeye esas proje içinde kalması,

  b) İdareyi külfete sokmaksızın asıl işten ayrılmasının teknik veya ekonomik olarak mümkün olmaması,

  Şartlarıyla sözleşme bedelinin % 20'sine kadar oran dahilinde, süre hariç sözleşme ve ihale dokümanındaki hükümler çerçevesinde aynı yükleniciye yaptırılabileceği belirtildiğinden; sözleşme bedelinin % 20'sine kadar iş artışı, birim fiyat üzerinden sözleşmeye bağlanan mal ve hizmet alımları için söz konusu olabilecektir. Dolayısıyla götürü bedel üzerinden sözleşmeye bağlanan mal ve hizmet alımlarında iş artışı söz konusu olmayacaktır" açıklamasıyla hem idare tarafının riskini bertaraf etmekle beraber, yüklenici tarafında oluşabilecek risklerin sınırlarını belirleyen bir maddedir. Mal ve hizmet alımlarında iki taraf için % 20 oranında bir esneklik öngörülse de, götürü bedelli sözleşmelerde bunun uygulamasının önüne geçilmiştir. Yıllardan beri Kamu İhale Kanunu'nun şikayetlere konu olan ve problemler üretmeye açık bu ayrıntısına da böylelikle bir çözüm getirilmeye çalışılmıştır. Yine devamında, *"Süreklilik arz eden ve birim fiyat üzerinden sözleşmeye bağlanan hizmet alımlarında, işin devamı sırasında 4735 sayılı Kanunun 24'üncü maddesine göre yalnızca işin miktarı artırılarak iş artışı (sözleşme bedelinde artış) yapılabilir. Bu nedenle, işin süresinin uzatılması suretiyle iş artışı yapılması mümkün değildir"* ibaresiyle haksız uygulamaların önüne geçilmeye çalışılmıştır. Fakat söz konusu hizmet alımları olduğunda, işin miktarı doğrudan aslında işin süresini etkilediğinden göreceli bir yaklaşım olmaktan öteye geçmemiştir. Ek olarak belirtilen *"Birden çok mal kaleminden oluşan mal alımlarında 4735 sayılı Kanunun 24'üncü maddesi çerçevesinde iş artışı ve iş eksilişinde aşağıdaki hususların esas alınması gerekmektedir:*

İş artışı veya iş eksilişinde temel kural her bir kalemde kalem tutarının %20'si oranına kadar iş eksilişi veya iş artışı yapılmasıdır.

Alıma konu bazı mal kalemi veya kalemlerinde bu kalemlerin her birinin tutarının % 20'sinden çok olmamak üzere iş eksilişi yapılmış olması ve sözleşme tutarının da aşılmaması şartıyla diğer mal kalemi veya kalemlerinde söz konusu kalem tutarının % 20'sinden fazla iş artışı yapılabilir" maddelerinde bahsi geçen iş artışlarına ve iş eksilişlerine de sözleşme tutarı dahilinde bir sınır getirilmeye çalışılmış ve yine idare tarafının zarara uğramasının önüne geçilmiştir.

- Madde 38'de, *"Aşırı düşük tekliflerin değerlendirilmesinde ve sözleşmenin uygulanması aşamasında kullanılmak üzere tekliflerin ekinde analizlerin istenilmesi"* kısmında idarenin bir bakıma kendi risk analizini katılımcılara yaptırabilmesi öngörülmüş, olası zararların önceden tespit edilebilmesi yetkisi ve sorumluluğu idare tarafına yüklenmiştir.

- *"Yapım işlerinde iş kalemi miktarının değişmesi"* ile ilgili Madde 52'de*, "Yapım işlerine ait tip sözleşmenin "İş kalemi miktarının değişmesi" başlıklı 29 uncu maddesine göre teklif birim fiyat sözleşmelerde iş kalemi miktarının değişmesi halinde; sözleşme eki birim fiyat teklif cetvelinde yer alan her hangi bir iş kaleminin miktarında, işin devamı sırasında % 20'yi aşan artışın meydana gelmesi ve bu toplam artışın aynı zamanda sözleşme bedelinin yüzde 1'ini geçmesi halinde, artışın sözleşme bedeli içindeki payı nispetinde ilgili iş kalemine ait birim fiyat aşağıda gösterildiği şekilde revize edilir ve bu iş kaleminin yüzde yirmi artışı aşan kısmına revize birim fiyat üzerinden ödeme yapılır"* şeklinde yapım işlerinin risk unsurlarını yüklenici tarafından bakılarak yüklenicinin maddi zarara uğramaması amaçlanmıştır. Her sene başında birim fiyat güncellemeleriyle, en azından revizyonun % 20 düzeyinde gerçekleşmesi ve bunun da işin bütçesiyle orantılı olarak uygulanması gerekmektedir. Bu bakımdan işin başındaki keşif bedeli ile tamamlama bedeli arasında meydana gelebilecek farkların nispeten kontrol altına alınması amaçlanmıştır.

- Madde 76'daki *"İş ve işyerlerinin korunması ve sigortalanması"* hususu *"Hizmet İşleri Genel Şartnamesinin 19 uncu maddesinde "İşyerinde, işin başlamasından kabul belgesinin verilmesine kadar her türlü araç, malzeme, ihzarat, makine ve taşıtlar ile sözleşme konusu hizmet işinin korunmasından yüklenicinin sorumlu olduğu, hizmet türüne göre sigorta gerektiği takdirde uygulanacak sigorta türü veya türleri ve teminat limitlerinin günün koşullarına uygun olmak şartıyla sözleşmesinde veya eklerinde belirtileceği" hükme bağlanmıştır"* şekliyle kanun kapsamına alınmıştır. İhale kanunundaki sigorta ve sigortalamayla ilgili tek açıklama da budur. Tanım itibariyle sigorta aslında direkt olarak riskle alakalıdır. Sigorta bir bakıma kapsadığı maddeler ile riski bertaraf eder. Fakat sadece iş ve işyerinin korunmasıyla ilgili bir riskin yükleniciye sigortalattırılması, aslında işle ilgili tüm riski yüklenici tarafına yüklemekten başka bir şey değildir. Bu madde muhtemel iş kazalarının riskini yükleniciye sadece sigorta şeklinde yaptırım yapmakla beraber sorumluluğu idare üzerinden alamaz. Sonuçta yüklenici iş sahasının tümünü sigortalattırsa dahi, olası zaman, para ve işgücü kayıplarının önüne geçemez, çünkü ihaleye göre işin bitirilmesi sorumluluğu yine kendisinde kalır.

Görüldüğü gibi Kamu İhale Genel Tebliği'nde risk konusuyla ilgili saptamalar bunlarla kalmaktadır. Günümüzde büyük işletmelerin bünyesinde risk yönetimiyle ilgili ekipler istihdam etmesinden yola çıkarsak, ihale gibi direkt parasal bir konunun risk unsurlarının bu kadar kısıtlı görülerek kanunlaştırılması, genel itibariyle büyük bir eksikliktir. Ticaret kanunlarında dahi riskin sınırları daha net çizilip taraflara paylaştırılır. Hem zaman, hem para, hem işgücü, hem de ulusal faydalar gibi unsurlar içeren Kamu İhale Kanunu'nun risk konusunda daha kapsamlı olması beklenir. Bu saptamalarla, mevcut ihale kanununun yine de öncekilere nazaran hem kamu hem de yüklenici açısından iyileştirildiğini kabul etmemiz gerekir.

9. UYGULAMA PROJESİ

9.1 Uygulama Örneği

Uygulama örneği, araştırmacının da içinde bulunduğu ve Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri (USAF) İncirlik Hava Üssü 39'uncu Hava Filo Komutanlığı'na taahhüt edilen bir projedir. Proje, Amerikan Ordusu Mühendis Teşkilatı (US Army Boyd of Engineers) tarafından denetlenmiş olup, Sağlık Merkezi Tesis Binası'nın (CMF - Central Medical Facility) Operasyon ve Bakım Mühendisliği Geliştirme Servisi (OMEE Service - Operation and Maintenance Engineering Enchangement Service) bünyesindeki genel onarım ve renevasyon işlerinden oluşmaktadır.

Bu uygulamanın örnek olarak seçilmesindeki neden, USAF'ın karmaşık fakat modern ve başarılı olması, dolayısıyla bu sisteminin yol gösterici olma özelliğidir. Bu projenin özellikle seçilmesinin ana sebebi ise, teklif verecek yüklenicilerin çoğunun projenin belirtilen şartlarla yapılmasının mümkün olmadığı şeklindeki görüşleridir. Bu şartlar aşağıda risklerin tanımlanması bölümünde detaylı bir şekilde incelenmiştir. Örnekte, projenin teklif aşaması, maliyetlerin belirlenmesi yönünden kapsadığı safhalar ve özellikle sayısal analiz kısmı üstünde durulmuştur.

Amerikan Hava Kuvvetleri (USAF) Infrastrüktür Yaptırma Sistemi ana yapısı itibari ile FIDIC (Federation Internationale des Ingenieurs Conseils) sözleşme tipinin çok benzeridir. FIDIC ile aralarındaki en önemli fark, USAF projelerinin USD bazında anahtar teslimi olarak ihale edilmesidir.

USAF ihale sisteminde projenin ilgili yüklenicilere duyurulmasından sonra ilgi duyanlar idareden bir teklif paketi alırlar. Bu teklif paketi ile standart olarak sözleşme tasarısı, idari şartname, teknik şartname, keşif taslağı işle ilgili özel şartname ve tüm tasarımlar muhtemel yüklenicilere verilir. Yükleniciler işle ilgili tüm evrakları ve işin mahallini incelendikten sonra kendi imalat miktarlarını ve birim fiyatlarını hesaplarlar. Toplam keşif sözleşmedeki taslak doldurularak hazırlanır ve toplam yine bu taslakta gözükecek şekilde genel gider ve kâr eklenerek yüklenicinin teklif fiyatı belirlenir. Daha önce de değinilen mühendislik biriminin yüklenicinin teklifinin teknik yaklaşımım değerlendirdiği ve teklif riski takdir edildiği aşamada, yüklenici tarafından hazırlanan keşif miktarlarının ve birim fiyatlarının doğruluğu tetkik edilen ilk hususdur.

Örnek verilen projede tekliflerin değerlendirmesi, daha önce de değinilen "En İyi Değer" (Best Value Contracting) sistemi ile yapılmıştır. En iyi değerin belirlenmesi sırasında kullanılacak kriterler ihale evraklarında önem sırasına göre şöyle sıralanmıştır:

1. Geçmiş Performans
2. Fiyat
3. Teknik Çözüm
4. Süre (İdarece 65 iş günü olarak belirtilmiş, Zorunlu)

Projenin ön keşfinin 40.000 USD mertebesinde olduğu belirtilmiştir. İşin kritik özelliği, parasal olarak küçük olmasına rağmen 46 adet imalat kalemini içermesidir. Projenin içerdiği kalemler ön analiz çizelgesinde belirtilmektedir (Çizelge A.1). İşin ana hatları yaklaşık 1500 m² oturum alanına sahip iki katlı bir binanın içindeki belirli mahallerde mevcut duvarların değiştirilmesi, taş yünü asma tavanın değiştirilmesi, eski odalardan birinin mutfak haline getirilmesi ve bu mutfağın içine paslanmaz çelikten özel imalat bir davlumbaz ve baca ve de baca eteği yapılması, ayrıca bu davlumbazın içine NFPA'ye (National Fire Protection Association) uygun ıslak kimyasallı otomatik bir yangın söndürme ve ihbar sisteminin kurulması ve çeşitli diğer bina ince işleri yapılması olarak özetlenebilir.

9.1.1 Teklif öncesi aşama

9.1.1.1 Proje yönetiminin genel riskleri tanımlaması

- ✓ İmalat kalemlerinin sayıca çokluğu ve miktarca azlığı yüzünden normalden fazla yönetim ve koordinasyon ihtiyacı.
- ✓ Üsse giriş çıkışlardaki zorlukların, çok değişik kalemlerden oluşan ihrazatı ve personel akışını güçleştirmesi.
- ✓ Binanın diğer bölümlerinin halen kullanılıyor olmasından dolayı kullanıcılarla koordineli çalışma zorunluluğu ve kullanılan kısımların inşaat kirliliği ve de sesinden korunması.
- ✓ İmalat kalemlerinin çokluğu dolayısı ile her faaliyetle ilgili yapılabilecek ufak bir hatanın maliyetleri çok değiştirebilme olasılığı.
- ✓ Projenin sıradışılığı nedeni ile istatiksel genel birim fiyatların kullanılmasının mümkün olmaması. Ana imalat kalemlerine önceki

projelerin yardımı ile ortalama değerler verilerek, maliyet seviyesi tespitinin gerekeceği.

- ✓ Teknik şartnamede belirtilen işlerin istenilen yüksek standartlarda imal edilebilmesi için hassasiyet gerektirmesi.
- ✓ İşi denetleyen ekibin katı ve kesin kuralları olması, iş programındaki gecikmelerin yüklü miktarda cezai yaptırım getirme riski.

9.1.1.2 Riskler için ön analiz ve değerlendirme

- ✓ Proje süresinin kısa olması dolayısıyla, firmanın seçeceği proje yöneticisi sürekli iş sahasında bulunarak işin koordinasyonuna yardımcı olabilir. Şantiye sahasından idari ve tedarik yazışmaları için iletişim aracı ve bilgisayar gerekir.
- ✓ Detaylı bir iş programı ile üsse giriş çıkışlar ve fazla imalat kaleminin yürütülmesi mümkün olabilir.
- ✓ İşin karmaşık ve bedel olarak az olmasından dolayı projeye talebin, dolayısıyla da rekabetin nispeten az olması beklenmektedir. Böylece uygun fiyatlarla iş yapmak mümkün görülmektedir.
- ✓ Detaylı araştırma yapılarak maliyet mertebe tespiti yapıldı (Çizelge A.1). Öngörülen maliyet devam etmek için uygun.

Sonuç: Yaklaşık teklif bedeli 32.630,00 USD mertebesinde, teklife devam edilebilir.

9.1.2 Teklif aşaması

Teklif aşamasında farklı başlıklar altında incelemek üzere genel riskleri tanımlayıp kuramsal ve sayısal analizlere değinilecek, bu analizlerin değerlendirilmesi yapılacaktır. Analizler sayısal formların yorumlanması ve grafiğe dönüştürülerek anlaşılabilir olması amaçlanmıştır.

9.1.2.1 Proje genel risklerinin tanımlanması

- ✓ İmalat kalemlerinin sayıca çokluğu ve miktarca azlığı yüzünden normalden fazla yönetim ve koordinasyon ihtiyacı.
- ✓ Üsse giriş çıkışlardaki zorlukların, çok değişik kalemlerden oluşan ihrazatı ve personel akışını güçleştirmesi.

- ✓ Binanın diğer bölümlerinin halen kullanılıyor olmasından dolayı kullanıcılarla koordineli çalışma zorunluluğu ve kullanılan kısımların inşaat kirliliği ve de sesinden korunması.
- ✓ Teknik şartnamede belirtilen işlerin istenilen yüksek standartlarda imal edilebilmesi için hassasiyet gerektirmesi.
- ✓ İşi denetleyen ekibin katı ve kesin kuralları olması, iş programındaki gecikmelerin yüklü miktarda cezai yaptırım getirme riski.
- ✓ Islak kimyasallı yangın söndürme sistemi ve davlumbaz eksoz fanı, yurtdışından ithal sistemler olduğundan tedarik süresinin proje süresini aşması.
- ✓ İnşaat mahallerinde 110 V elektrik olmasından dolayı, kullanılacak aletlerin çalıştırılmasında sıkıntı yaşama durumu.
- ✓ İmalat kalemlerinin çokluğu dolayısı ile her faaliyetle ilgili yapılabilecek ufak bir hatanın maliyetleri çok değiştirebilme olasılığı.

9.1.2.2 Kuramsal analiz ve değerlendirme

- ✓ Proje süresinin kısa olması dolayısıyla, firmanın seçeceği proje yöneticisi sürekli iş sahasında bulunarak işin koordinasyonuna yardımcı olabilir. Şantiye sahasından idari ve tedarik yazışmaları için iletişim aracı ve bilgisayar gerekir.
- ✓ Şebeke diyagramı ile gün bazında detaylı iş programı yapılması. Kullanılacak malzemenin iş sahasına asgari iki gün önce gelmesinin hedeflenmesi, personel izinlerinin ilgili faaliyet başlamadan 4 gün önce onaya sunulması. Bu hususun düzenli gerçekleşmesi için iş ve kaynak programına ilaveten yazışmalar ve teslim edilecek dokümanlar için müstakil iş programı yapılması.
- ✓ Proje sahasının binanın kullanılan kısmından geçici bariyerlerle ayrılması., toz ve ses için plastik bariyer panolar kullanılması. Ayrıca yazışmalar programına hafta sonları ve mesai saatleri dışında çalışabilmek için izin prosedürlerini ilave etmek.
- ✓ Islak kimyasal sistemi ile ilgili detaylı piyasa araştırması sonucunda sistemin temsilcisi olan firmanın stoklarında hazır bir adet ürün paketi bulunduğu tespit edilmiştir. Egsoz fanı kapasite değerlerinin şartnamelerde açık olmaması ve NFPA'ye uygun özel bir kapasitenin

talep edilmesi nedeniyle stoktakinin kabul edilmeme riski var, ithal edildiği takdirde teslim süresi 7 hafta. Tüm diğer imalatlar ve fanın elektrik besleme hatları da hazır olursa, montajın yaklaşık 3 saat.

- ✓ Voltaj problemi için yüksek kapasiteli seyyar bir konvertör temin edilebilir. Bu konuda işverenden onay alındı. Elektrk aletli montaj işleri için ayrıca bir çalışma programı yapılması gerekiyor.

9.1.2.3 Sayısal analiz

Bu analizler sayısal analiz tablosunda yapılmıştır. (Çizelge B.1)

Öncelikle her metrajlı iş kalemi için taşeronlardan ve tedarikçilerden fiyatlar alındı. Bunlar 3 gruba ayrıldı:

- Minimum Birim Fiyat
- Muhtemel Birim Fiyat
- Maksimum Birim Fiyat

Bunların ortalamasını alarak, ortalama birim fiyatı bulundu.

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \tag{9.1}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i = \frac{1}{n}(x_1 + \cdots + x_n) \tag{9.2}$$

Sonra, firmanın veri tabanındaki birim fiyatlardan, öngörülen ve alınan tekliflerin ağırlıklı olduğu değerler muhtemel birim fiyat olarak kabul edildi.

Bu muhtemel bedelin ağırlıklı değeri 4 olduğu kabulü yapılıyor. (μ = 4) Başka bir ifadeyle, muhtemel birim fiyatın frekansı veya çarpanı diğerlerinden 4 kat fazla olduğu kabul ediliyor.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i x_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \tag{9.3}$$

$$\bar{x} = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + \cdots + w_n x_n}{w_1 + w_2 + \cdots + w_n} \tag{9.4}$$

Böylelikle o malzeme veya iş kalemine ait bir ağırlıklı ortalama fiyat ortaya çıkıyor. (9.3, 9.4) İncelenirse Çizelge A.1'in 8'inci ve 9'uncu sütunlarındaki değerlerin

birbirlerinden farklı oldukları, bunun da ağırlıklı değeri daha fazla olan muhtemel değere ortalamayı yaklaştırmak için yapıldığı görülür. Bu sayede, analizin sonraki aşamalarında çeşitli varyasyonlardan veya ihmal edilebilir farklardan, standart sapmanın etkilenmemesi için yapıldığı anlaşılır. Firmanın elde ettiği tekliflerin birim fiyatları arasındaki büyük farkları engellemek için, bir bakıma olasılıksal değere olan etkisini indirgemek için, yapılır. Sonuçta bu simülasyon metodunda, çok sayıda veri, belirli iterasyonlarla bir olasılıksal dağılıma koyulur. Bu verilerin kaliteli olduğu yani genel yoğunluktan fazlaca bir farkı olmaması beklenir. Finansal simülasyonlarda bu tip değerler ya göz ardı edilir ya da olasılık ihtimali düşük tutularak bir hesaplamaya gidilir.

Sonraki aşamada bu ağırlıklı ortalama fiyattan yola çıkılarak elde edilen değerlerin standart sapması bulunur.(9.5, 9.6)

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\mathrm{E}((X-\mathrm{E}(X))^2)} = \sqrt{\mathrm{E}(X^2)-(\mathrm{E}(X))^2} \\ &= \sqrt{\mathrm{Var}(X)}\end{aligned} \qquad \textbf{(9.5)}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i-\overline{x})^2} \qquad \textbf{(9.6)}$$

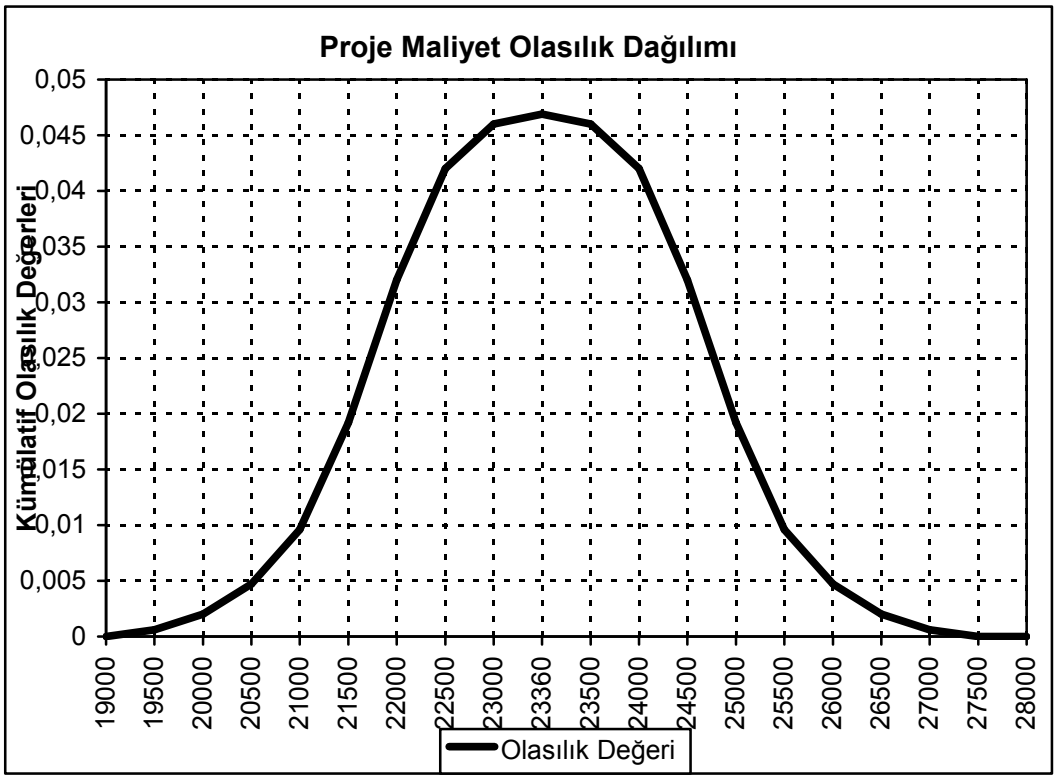
Bu bizim analiz sonucumuza etki edecek bir değerdir. Elde edilen veri sayısı arttıkça güvenilirliği artar. Bu analizdeki olasılıksal değerleri arttırmada veya eksiltmede etkisi vardır.

Standart sapmayı bularak verilerin varyansını da bulmuş oluruz. (9.7, 9.8) Varyansın bizim analizimizdeki önemi, yaptığımız analizin ne kadar güvenilir olduğu konusunda ipucu niteliğindedir. Varyans değeri bir bakıma risk şiddeti hakkında bilgi verir. Bir olasılığın risk şiddetinin fazlaca olması istenmeyen bir durum olarak görülür.

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{N}(x_i-\overline{x})^2 \qquad \textbf{(9.7)}$$

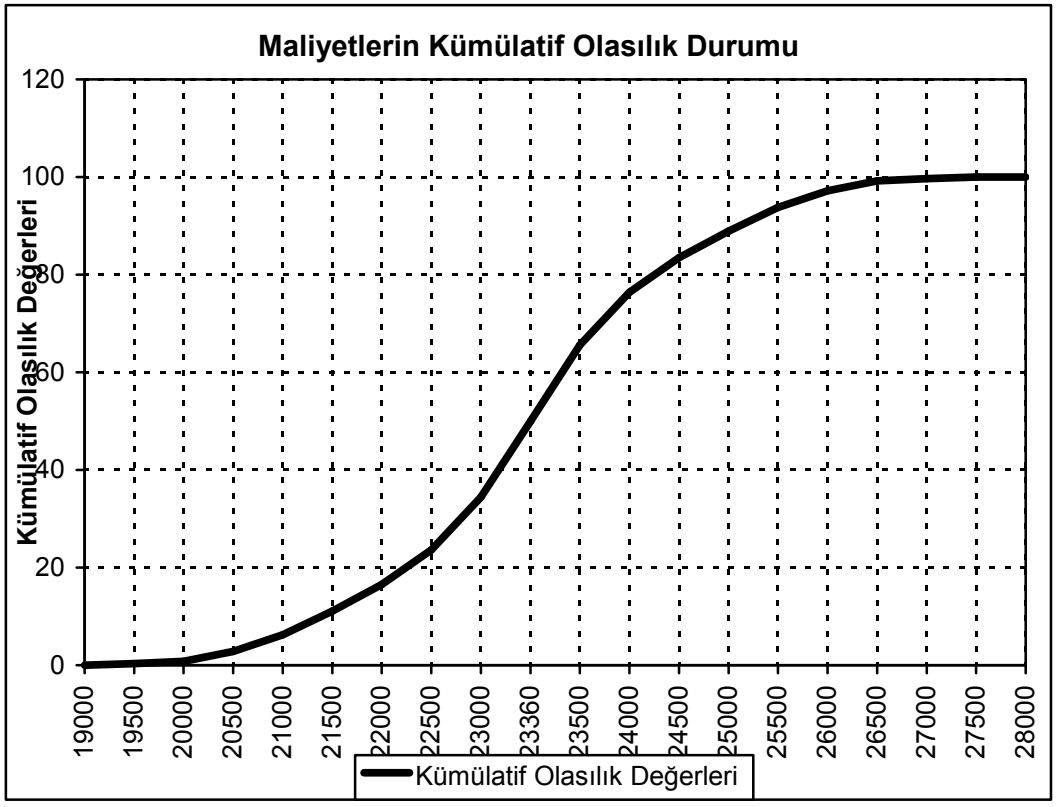
$$\mathrm{var}(X) = \mathrm{E}(X^2) - \mathrm{E}(X)^2 \qquad \textbf{(9.8)}$$

Sonuç olarak yapılan analizler doğrultusunda projenin maliyet olasılık dağılım eğrisi bulundu. (Şekil 9.1) Grafikler olasılık dağılım metoduna göre oluşturulmuştur.



Şekil 9.1 : Proje maliyetlerinin olasılık dağılımı

9.1.2.4 Kuramsal ve sayısal analizin değerlendirilmesi



Şekil 9.2 : Proje maliyetlerinin toplam olasılık dağılımı

Sayısal analiz sonucunda maliyetin işin normal projelere göre zor olması dolayısı ile % 80 kümülatif olasılık noktasına tekamül eden 24.250 USD olarak değerlendirilmesi uygun bulunmuştur. (Şekil 9.2)

Finansal risklerin zaman değerini hesaplamak için, son 10 yılın libor faiz oranları ortalaması esas alındı.(Çizelge 9.1) Sağlam para cinsi diye ifade ettiğimiz USD'nin de dünya para piyasalarında belirli bir faiz oranı olmaktadır. Çoğu uluslararası krediler, uluslararası projelerin ileriye dönük maliyet hesapları yine bu libor faiz oranları üzerinden yapılmaktadır. Yapılan ihalenin de NATO dahilindeki bir inşaat işine ait olduğu düşünülürse ve tüm maliyet hesaplamalarının USD cinsinden yapılması gerektiği göz önüne alınırsa, en akılcı yaklaşım bu olmaktadır. Ülkemizdeki USD değer değişikliklerinin istikrarsız olmasından ve enflasyon oranlarından bağımsız bir seyir göstermesinden ötürü örnek teşkil etmesi bakımından bu şekilde hesaplama yapılması uygundur. Bunda Türkiye'deki inşaat maliyetlerinin USD cinsinden yıllık enflasyon değeri verilerinin, bu tipte bir sayısal analizde kullanılmayacak kadar dalgalanma göstermesi de etkili oldu.

Çizelge 9.1 : Yıllık libor faiz oranları [39]

1 Yıllık LIBOR (%)											
Yıl \ Ay	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ocak	5,108	6,659	5,284	2,420	1,477	1,461	3,271	4,941	5,441	4,224	2,004
Şubat	5,405	6,760	4,983	2,496	1,368	1,365	3,511	5,153	5,333	2,849	1,975
Mart	5,307	6,970	4,670	3,006	1,340	1,340	3,842	5,248	5,201	2,709	2,119
Nisan	5,303	6,964	4,330	2,613	1,362	1,808	3,710	5,422	5,297	2,486	1,972
Mayıs	5,503	7,453	4,259	2,634	1,221	2,076	3,779	5,414	5,389	3,079	1,877
Haziran	5,803	7,214	4,055	2,251	1,201	2,468	3,863	5,766	5,405	3,164	1,600
Temmuz	5,836	7,047	3,835	2,070	1,279	2,463	4,175	5,591	5,426	3,311	1,606
Ağustos	6,023	6,978	3,600	1,943	1,471	2,300	4,312	5,450	5,245	3,253	1,498
Eylül	6,053	6,811	2,650	1,813	1,286	2,445	4,407	5,299	5,275	3,207	1,330
Ekim	6,313	6,725	2,311	1,664	1,455	2,529	4,677	5,335	4,901	3,963	1,264
Kasım	6,261	6,618	2,492	1,705	1,487	2,961	4,738	5,244	4,638	3,174	1,199
Aralık	6,508	5,997	2,445	1,447	1,458	3,100	4,823	5,314	4,458	2,766	1,018
Ortalama (1999–2009) = % 3,775											

Projenin yapıldığı zamanın faiz oranını kabul etmek yerine son 10 yılın faiz oranlarının ortalamasının alınmasının sebebi, istatistiklerin hesaplara olumsuz etki etmediği gerçeğidir. Daha uzun vadeli projelerde, belirsiz ortamlardaki finasal kıymetlerin zaman değeri hesabında özellikle kabul görecek bir yöntemdir.

Çapraz Endeksleme Metodundan hareketle 60 gün olan işin süresi için 30 gün teklif değerlendirme ve yer teslimi artı 30 gün de ödeme süresi göz önünde bulundurularak 120 günlük toplam iş süresi kabul edilmiştir. Bunun da yıllık ortalama % 3,775 enflasyonun bu dönem içindeki etkisi 305,15 USD'dir.

$$F = PV + \frac{PV*i*n}{12} \qquad \textbf{(9.9)}$$

Böylece nihai maliyet 24.250 + 305,15 = 24.555,15 USD olmaktadır. Bu maliyetin dışında kalan firmanın sabit ofis ve diğer genel giderleri ve kâr marjıdır. Bu bedellerin şirket politikasına göre tespit edilmesiyle teklif tamamlanmaktadır.

Projenin yönetilmesinde de yukarıda sözü edilen toplam risk yönetimi esasları göz önünde bulundurulmuştur. Projenin uygulanması ile ilgili detaylar çalışma kapsamında bulunmamakla birlikte şu önemli ayrıntıların altını çizmekte fayda vardır.

Sayısal analizdeki detaylı çalışmalara rağmen maksimum maliyet değerlerinin üstüne çıkan bir kaç imalat olmuştur. Bunlardan paslanmaz çelikten özel ebat ve şekilde yapılan davlumbaz en dramatik olanıdır. Asma tavan ve üst betonarme döşeme arasındaki hava kanalları ve tesisat dolayısı ile davlumbaz bacası çok değişik açılar ve kesitler ile yapılmak zorunda kalındı. Öte yandan bu kötü ihtimali göz önünde bulunduran risk tanımlama grubu, böyle bir durumda bacanın parçalarının sahada kesilip kaynatılmasını öngörmüşlerdi. Öte yandan USAF'ın sağlık ve güvenlik şartnamelerine dayanarak, paslanmaz çeliğin sürekli kaynağı için uygulanan argon kaynağının radyoaktif ışıma yaptığı için saha şartlarında yapılmasına işveren temsilcileri tarafından müsaade edilmedi. Bu aşamada proje sorumlusu ve mimari sorumlu tarafından bacanın 1/5 ölçekli modeli yapılmıştır. Ayrıca montaj kolaylığı için kritik iki kırılma noktasına flanşlı-vidalı birleşim tasarlandı. Böylelikle davlumbaz ve baca atölyede güvenli şartlarda imal edildi ve yerinde montajı yapıldı. Burada imalat istenen kalitede yapılmasına karşın, iş programında kritik yol üzerinde olan bu imalat, proje ekibini süre açısından ciddi bir sıkıntıya soktu. Gerçekleşen maliyet de tahmin edilen maksimum değerden % 30 oranında daha pahalı oldu.

Proje yönetiminin yukarıdaki gecikmeye tepkisi yine iş programında kritik yol üzerinde bulunan elektrik işlerinin hızlandırılması oldu. Bunun için 3 usta 1 yardımcı kişi olarak planlanan nominal elektrikçi ekibi, 5 usta ve 2 yardımcıya çıkarılarak

elektrik işleri süresi kırıldı. Böylece baca ve davlumbaz ile kaybedilen vakit daha projenin sonuna yaklaşmadan telafi edildi.

Yukarıda belirtilen olumsuz durumların yanında öngörülenden çok daha önce ve daha düşük maliyetle tamamlanan imalatlar oldu. Bunların arasında ahşap doğramalar ve kapılar tahmin edilen minimum maliyete çok yakın bir noktada gerçekleşti. Yine çok zaman alan ve elektrik ile ilgili imalatların büyük bir kısmını oluşturan tavan arası galvanizli boru içerisinde kablo döşeme işi için, boru yerine bir çok kabloyu içine alabilecek galvanizli saçtan yapılmış kutu kesit kullanıldı. Bu uygulama toplam elektrik maliyetinin tahmin edilen minimum düzeye çok yaklaşmasını sağlamıştır.

Sonuçta bir taraftan istisnai derecede olumsuz gerçekleşmeler diğer taraftan da beklenen iyi gerçekleşmeler sayesinde proje tahmin edilen maliyet sınırlan içinde ve sayısal risk analizinin değerlendirilmesi sonucunda öngörülenden % 12,5 oranında daha düşük bir maliyetle ve firmanın takdir belgesi alması ile sonuçlandı.

Bu noktada bir kez daha ortaya çıkan sistematik bir proje yönetimi yaklaşımı olan risk yönetimi sayesinde sadece maliyetler ve süre değil, getirilen akılcı ve disiplinli çalışma ile kalite açısından da başarıya ulaşmak kaçınılmaz olmaktadır.

Daha önce yapılan çalışmalarda verilen uygulama örneklerinde teklif aşaması çok genel ele alınmış ve sayısal analizin sonuçlan direk öne sürülmüştü. Öte yandan yukarıdaki örnek gerçek bir uygulamanın aşamalarının çok daha net ortaya çıktığı bir bölümdür.

9.2 Simülasyon Analizi

Çalışmanın pekiştirilmesi için bir önceki bölümde yapılmış olan sayısal varyans analizinin yanısıra bilgisayar yazılımları desteğiyle elde olan verilerin ve tahmini maliyet bedelinin simülasyon analizi yapılmıştır.

Bu simülasyon bir bakıma, elde ettiğimiz sonucun doğrulanması veyahut ne kadar yaklaşık bir değer bulduğumuzun karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır. Sadece toplam maliyet analizini yapmış olmanın yanında, her bir iş kalemi, proje safhası ve bütçeyi oluşturan faktörlerin her biri için hem grafiksel hem de sayısal veriler elde edilmiştir. Sonuçta yine bunları değerlendirip, analiz edip, bir karara varacak olan projenin risk yönetim ekibi yani insan faktörüdür.

Kısaca incelelen bilgisayar yazılımları değerlendirilecek ve simülasyon analizinde ortaya çıkan sonuçlar irdelenecektir.

9.2.1 Bilgisayar yazılımlarının projeye uygulanması

Monte Carlo simülasyonu gibi karmaşık varyasyonlar içeren sayısal analizlerin yapılabilmesi için günümüzde bir takım yazılımlar mevcuttur. Monte Carlo Benzetimi ile proje değerleri hesaplanırken bir bilgisayar yazılımının kullanılması, bilgisayarların ve de yazılımların çok yaygınlaşması ile şart olmuştur. İyi bir yazılımda, birimler arasında korelasyonların tanımlanabilmekte, istenen olasılık dağılımları seçilebilmekte ve de yeterli sayıda iterasyon yapabilmektedir.

Bunlar kısmen risk analizi, kısmen de diğer başka analiz türlerine yoğunlaşmıştır. Monte Carlo simülasyonu gerek üretim, gerek istatistik, gerek sistem yapılandırılması amacıyla kullanılabilmektedir. Ayrıca her risk analizi yapan bilgisayar yazılımları, Monte Carlo metodunu kullanmamaktadır. Bu bakımdan araştırmalar neticesinde bu simülasyonu sadece bir kaç bilgisayar yazılımının hem maliyet analizi, hem risk analizi, hem de Monte Carlo metodu kullanarak yapabildiği sonucuna varılmıştır.

Önceki bölümlerde değinilen simülasyon analizinde bilgisayar yazılımlarının kullanımı konusunda bahsi geçen yazılımlar tek tek denenmiş, bu uygulama projesinde hangisinin tatbik edilebilir olduğu düşünülerek uygun olan program seçilmiştir.

Proje yönetiminde bilgisayar destekli simülasyon son 15-20 yıldır yapılabilmektedir. Dolayısıyla incelenen yazılımların sayısı oldukça azdır. Bunların belli başlı olanları @Risk, Decision Pro, Monte Carlo for Primavera, Precision Tree, Predict Risk Analyser, Risk +, Open Plan, Crystal Ball gibi yazılımlardır.

Monte Carlo for Primavera, Primavera Project Planner ile entegre kullanılan bir yazılımdır. Bilinen ilk simülasyon yazılımlarından biridir. Verileri Primavera'dan alıp risk analizi yapar. Arayüzü yine Primavera'ya benzemekle beraber, görsel ve grafiksel özellikleri oldukça gelişmiştir.

Precision Tree, karar ağacı yöntemiyle simülasyon yapmaya yarayan bir yazılımdır. Genelde üretim veya sistem analizi yapmak için kullanılmaktadır. Uygulama projesindeki gibi maliyet analizi yapabilme özelliği yoktur.

Crystal Ball, Decisioneering firmasının geliştirmiş olduğu bir yazılımdır. Firma yalnızca karar ve risk analizine yönelik yazılımlar yapmaktadır. Monte Carlo simülasyonu konusunda oldukça gelişmiş bir yazılım olmakla beraber, kullanıcı arayüzü, uygulaması ve değişiklik yapılması bir o kadar karmaşık ve zordur. Özellikle çok detaylı ve doğru sonuçlar vermesi, proje değişkenlerine göre olasılık tabanlı modelleme yapması, maliyet ve süre hesaplarını aynı raporlarda vermesi ve

grafik özelliklerinin gelişmiş olması bakımından tercih sebebi olabilecek bir yazılımdır. Tez çalışması kapsamında üzerinde özellikle durulmuş, uygulama projesine uyarlanması güç olduğu görülmüştür.

Predict Risk Analyser yine Monte Carlo benzetimi yaparak risk analizleri ve olasılık tahminleri yaparak kullanıcılarına karar vermede yardımcı olur.

Decision Pro, içeriğinde olan senaryolarla daha çok endüstri, hizmet ve üretim alanlarında kullanılabilecek bir yazılımdır. Modelleme yaparak planlama sürecinde oldukça faydalı olabilecek bir yazılımdır. Fakat grafik özellikleri ve sayısal analizlerini kullanıcıya sunamayan bir yazılımdır.

Risk+, yine proje planlamasında yaygın olarak kullanılan MS Project yazılımı ile entegre çalışan bir programdır. Proje değişkenlerinin modellenmesi, maliyet ve süre tahminleri yaparak risk analizi yeteneği ağır basan bir programdır.

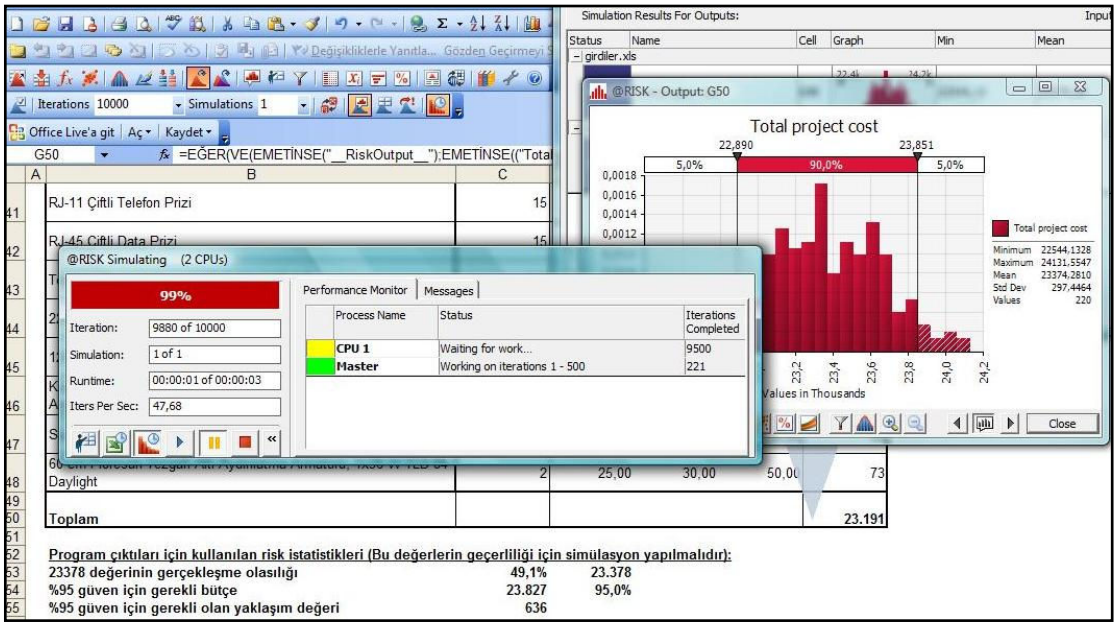
Open Plan, yine proje yönetimi konusunda destek programlar yapan Deltek firmasının geliştirdiği bir yazılımdır. Deltek tarafından sunulan diğer yazılımlarla entegre çalışabilmektedir. Daha çok bir proje yönetim yazılımıdır. Simülasyon yapma özelliği olmakla beraber, risk analizini kendi bünyesinde yapamayıp, diğer bir entegre programa ihtiyaç duymaktadır.

Tez çalışmasında kullanılan bilgisayar yazılımı ise @Risk programıdır. Palisade firması tarafından yazılan bu programın yanısıra Evolver, Neural Tools, Risk Optimizer, Precision Tree, StatTools, Top Rank gibi birbiriyle entegre bir çok yan yazılımla beraber gelmektedir. Her biri farklı amaçlara yönelik olaraktan, istatistik hesapları, karar ağacı, modelleme, risk optimizasyonu, matematiksel analiz, simülasyon çeşitliliği, öne çıkan özellikleridir. Tüm bu arayüzler MS Excel programıyla entegre çalışmaktadır. Bu bakımdan yaygınlığı ve bilinilirliği oldukça fazla olan MS Excel'in arayüzünü kullanması, kullanımı kolay olması, kullanıcı dostu bir yazılım olması, işletim sistemini ve bilgisayar donanımını zorlamaması sebebleriyle tercih edilmiştir. Yine her türlü senaryolar, grafik geliştirmeleri, uygulama ve analiz değişiklikleri, raporlama çeşitliliği yapılabilmektedir. Dolayısıyla MS Excel ile veri transferi yapabilen diğer bilgisayar yazılımlarıyla da aktarım yapılabilmekte, veri depolama olarak kullanılabilecek bir programdır. İçeriğinde olan birçok hazır makrolar ve analiz tabloları, sadece inşaat değil, diğer bir çok sektörde de kullanılabilir. İncelenen diğer gelişmiş yazılımlarla karşılaştırıldığında, hata payı düşük, doğru ve birbirine yakın sonuçlar verebilmektedir.

Uygulama projesinin uyarlanması esnasında zaten MS Excel formatında olan sayısal analiz tabloları, program içine aktarılmış, gerekli düzeltmeler ve

düzenlemeler yapıldıktan sonra simülasyona hazır hale getirilmiştir. Programın içeriğinde sadece Monte Carlo simülasyonunu haricinde farklı simülasyon çeşitleri de vardır. Burada projeye uygun sonuçlar elde edilmesi maksadıyla istenilen grafik formları seçilmiş, istenilen metodlarla simülasyon yapılması sağlanmıştır.

Simülasyon analizi yapılırken programın ekran görüntüsü Şekil 9.3'teki gibidir.



Şekil 9.3 : Simülasyon ekranı

9.2.2 Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Sayısal analiz çizelgesindeki veriler (Çizelge B.1), programın içine aktarılarak ve gerekli düzenlemeler yapılarak istenen simülasyonun yapılması sağlanmıştır.

Program aynı anda 1000 simülasyon yapabilmektedir. Uygulama projesindeki veriler belirli olduğundan ne kadar simülasyon yapılırsa da, aynı sonuçlar elde edildiğinden 1 simülasyonla analiz yapılmıştır.

Bunun yanı sıra aynı simülasyonda 10000'e kadar iterasyon yapılabilmekte olduğundan, bu analizde 10000 iterasyon sayısı seçilmiştir. Böylelikle düzgün bir dağılım elde edilmiş, karar verme noktasında da daha net sonuçlar amaçlandığından iterasyon sayısı arttırılmıştır.

Olasılıklı veya koşullu simülasyon yapılmayacaksa 100 iterasyon yeterli olmaktadır. Diğer hallerde istenen hassasiyete göre 1000 – 10000 gibi daha fazla iterasyon yapılabilir. İterasyon sayısı arttıkça üniform dağılıma yaklaşılır. İterasyon sayısının 1 olarak seçilmesi haline durum deterministik hale gelir.

Grafiklerde olasılık dağılım şekli seçilmiştir. Bunun yanında kümülatif olasılık grafiği toplam maliyet grafiğiyle örtüştürülmüştür.

Birbirleriyle ilişkili faktörler içerdiğinden inşaat projelerinde tercih edilen RiskPert metoduyla programın risk analizi yapması sağlanmıştır.

Yine grafiklerin Beta Genaral bir dağılımda oluşturulması seçimi yapılmıştır. Olasılık yüzdeleri birbirlerinden farklı fakat uygulama örneğinde olduğu gibi ağırlıklı değeri, maksimum ve minimum değerleri önceden belirli olan grafiğin de bu yönde olması tercih sebebidir.

Tabloda verilen statik değerlerin kullanılması sağlanmıştır. Simülasyonun Latin Hypercube yerine Monte Carlo yöntemiyle yapılması, değişkenlerin rastgele işlem görmesi seçenekleri işaretlenmiştir.

Her 100 iterasyonda yaklaşım değerinin güncellenmesi seçilmiştir. Konverjans değeri % 3 düzeyinde tutulmuş, % 95 güvenilirlik değeri tatbik edilmiştir.

Analizin % 5'in üstünde ve % 95'in altında kalan değerler arasında yapılması amaçlanmıştır. Bu sebeple elde edilen tüm grafikler % 90 güvenilirlik değerine sahiptir.

Aktivitelerin herhangibirine filtre, yani kısıtlama konmamış olup, bazı aktivitelerin korelasyon ve katsayılarının diğerlerine nazaran ayrıcalıklı olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi toplam standart sapma değerinin bu kalemlerde öne çıkmasıdır.

Toplam 46 farklı kalem veya aktivite analiz edilerek 1 sonuca, toplam yaklaşık maliyete ulaşılmıştır.

Simülasyon sonucunda girdi, çıktı ve korelasyon modelleme raporları elde edilmiş, ayrıca genel rapor, ayrıntılı veri girdi ve çıktı raporları, detaylı istatistik raporları, simülasyon verileri, duyarlılık analizleri, simülasyon senaryo raporları ve şablon raporlarının alınması sağlanmıştır. Tüm bunlar tez çalışmasının EK-C bölümünde sunulmuştur.

Simülasyon analiziyle daha önceki varyans analizi ve sayısal analizlerde 23.378 USD olarak bulunan toplam maliyet değerinin % 49,1 oranında gerçekleşeceği ortaya çıkmıştır. Yine de % 95 güvenilirlik için, bütçede 450 USD fazladan 23.827 USD artış yapılması simülasyon sonucunda ortaya çıkmıştır. Özetle eldeki verilerin doğruluğu ve güvenilirliği varsayımıyla 23.827 USD'lik bir maliyet bütçesi % 95 güvenilirlikle gerçekleşmesi olasıdır.

Bunun yanında işletme ve kâr giderlerini hesaba katarak, yüklenicinin kendi insiyatifi doğrultusunda ihalede uygun görülen teklif verilebilir.

Simülasyon raporlarına bakılırsa, % 90 gerçekleşme olasılığıyla toplam proje maliyetinin > % 75, < % 25, > % 90 mertebesinde kalan senaryolar ve bunların herbirinin Monte Carlo benzetimi modellemesi yine yer almaktadır.

Simülasyon hesaplama verileri toplamda 1800 sayfa civarında olduğundan dolayı bu veriler çalışmaya eklenmemiştir.

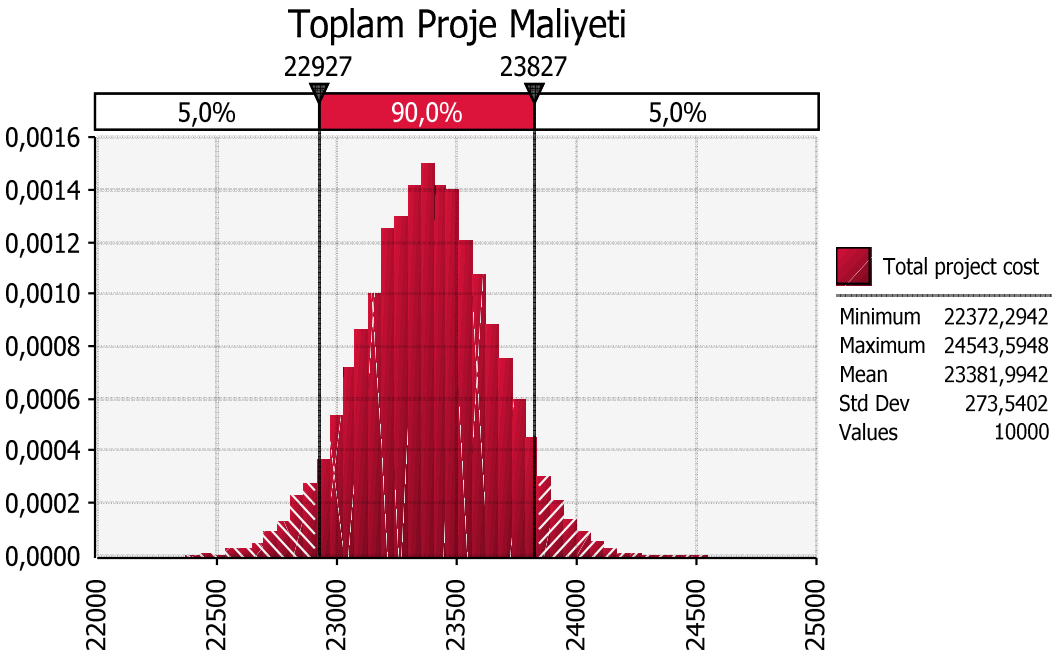
Aynı simülasyonun daha az iterasyonla uygulandığında yaklaşık maliyet değeri üzerinden fazlaca bir sapma olmasa da, olasılıkların düzgün dağılmadığı gözlemlenmiştir.

Yine aynı proje üzerinde tatbik edilen farklı senaryolarda ve simülasyonlarda da elde edilen değerlerin birbirleriyle çok farklı sonuçlar ortaya koymadığı görülmüştür.

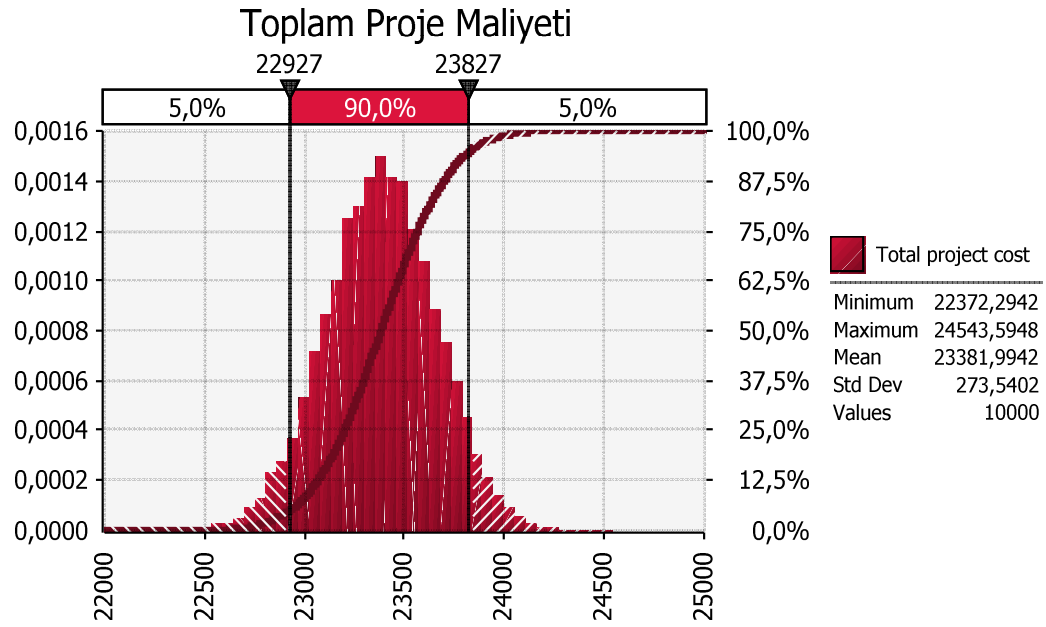
Modelleme yapılırken, iş kalemleri veya aktivitelerin minimum ve maksimum değerleri -∞ ve +∞ aralıklarında gerçekleşeceği varsayılmıştır.

Bir önceki bölümde yapılan varyans analizindeki gibi ağırlıklı ortalama değerin aynı yöntemle bulunduğu fark edilmiştir. Minimum ve maksimum aralıklara hangi verileri girersek girelim, muhtemel değer bunlara bağlı olarak fakat aynı formülasyonla hesaplanmaktadır. Bu sebeble Çizelge B.1'de yer alan sayısal analiz çizelgesindeki girdilerin, EK-C'de yer alan simülasyon girdilerindeki satırlarla birebir aynı oldukları gözlemlenmiştir.

İki farklı metodla analiz edilen ve elde edilen kümülatif olasılık dağılım grafiklerinin de birbirleriyle benzeştikleri görülmektedir. Karar vericinin veya risk uzmanının, özellikle bu kümülatif olasılık dağılımı dikkate alarak projenin gerçekleştirilmesine genel bir risk oranı atayarak, optimum teklif bedelini vermesinin doğru olacağı düşünülmektedir.



Şekil 9.4 : Proje maliyetlerinin olasılık dağılımı



Şekil 9.5: Proje maliyetlerinin kümülatif olasılık dağılımı

Şekil 9.4'te ve Şekil 9.5'te toplam proje maliyetinin olasılıksal dağılım yüzdeleri ve kümülatif dağılım eğrisi görülebilir. Grafiklerin istatistiksel dağılımı EK-C'deki raporlarda da mevcuttur.

Sonuç olarak istenilen simülasyon hatasız olarak yapılmış ve raporlar da istenilen haliyle alınmıştır. @Risk programı bu haliyle inşaat projelerinde teklif aşamasında ve sonrasında istenilen analizlerin kısa zamanda ve kolaylıkla yapılabilmesi için ideal bir örnektir. Her ne kadar olasılıkları gösteren bu risk programının sonuçları Primavera Monte Carlo programınınki gibi deterministik ve gelişmiş olmasa da, özellikle kullanım ve anlaşılabilir olması bakımından tercih edilebilir. İş veya aktivite sayısının binleri bulmadığı sürece, programın çözümleri çalışmadaki proje gibi bir örnekte doğru ve gerçekçi sonuçlar ortaya koymaktadır.

Programda grafik ve raporların alınması ve irdelenmesi nispeten kolaydır. Sonuçlar üzerinde genel bir bilgi için grafiklerin yeterli olacağı açıktır. Yine değişik varyasyonlarda grafikleme ve raporlama özelliği olan bir programdır.

Doğru ve tutarlı veri girişi yapıldığında, proje için elde edilen rapor ve grafikler, Monte Carlo'nun özellikle inşaat firmaları ve iş sahipleri açısından teklif hazırlama aşamasında, riskleri görmek için çok yararlı olacaktır.

Kullanılan yazılımın nitelikleri ve karmaşık hesapları yapabilmesi, projenin kapsamı, bütçesi ve riskleriyle örtüşmelidir. Günümüzde kullanılan tüm hesap, modelleme veya simülasyon yazılımlarının en büyük faydası proje risklerini indirgemesidir. Böylece, inşa etme komplikasyonları, zaman ve malzeme israfı, proje riski, dolayısıyla maliyet de azalmaktadır.

10. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın ana hedefi olan risk yönetimi sisteminin uygulamayla bağdaşlaştırılmasının, yeterince net ortaya konduğu düşünülmektedir. Bu konuda daha önce yapılan çalışmalar, risk yönetimi sistemin teorik altyapısını hiç kimsenin şüphe duymayacağı şekilde ortaya koymuşlardır. Projelerde başarısızlık nedenlerinin analizini yaptığımızda en önemli sebepler projenin risk faktörlerinin hesaplanmamasından doğan ve tamamen projenin risk yönetimiyle alakalı sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada bir inşaat projesinin faaliyet akış şemasında, risk yönetimi faaliyetlerinin aşamalarının belirlenmesiyle uygulama ile teori bir araya gelmektedir. Çalışmada risk ve belirsizlik durumlarının neden olduğu stokastik süreçlerde, karmaşık yapıdaki sorunları çözebilmeye ışık tutacak bir fikir vermeye çalışıldı. Simülasyon modelinin Monte Carlo simülasyon tekniği ile stokastik süreçlerde nasıl uygulanacağını ve bu uygulama çalışmasının hangi araçlarla gerçekleştirileceğini ortaya konuldu. Araştırmacının da içinde yer aldığı, örnek olarak gösterilen uygulama projesinin, risk yönetimi sisteminin savunulan teorisi ile aynı doğrultuda tamamlanması da çalışmanın tezlerini pekiştirmiştir.

Gerçek hayat uygulamalarında, risk yönetimi sisteminin, bu çalışmada örneklemeye çalıştığımız etkenler dışında birçok kritik yönü bulunmaktadır. Bunların en önemlilerinden biri, işveren adına çalışan proje sorumlularının, yönetim yaklaşımlarıdır. Bu kişi ve grupların teknik birikim seviyeleri, problem çözme becerileri ve istekleri, projenin başarısı üzerinde çok önemli bir rol oynayabilir. Eğer yüklenicinin benzer projelerde deneyimi var ise beklenen proje riski düşük olacaktır ve yüklenici bu proje için diğer firmalara göre daha avantajlı duruma gelecektir. Uygulamada rastlanan durumlardan bir tanesi de, aynı performansın bir işveren temsilcisi tarafından kabul edilebilir bulunması, öte yandan aynı tarafa mensup diğer kişi tarafından yeterli bulunmamasıdır. Bu tip durumların maliyete nasıl yansıması gerektiği bir tartışma konusudur. Bazı firmalar proje bazında, nispeten daha katı bir ekiple çalışılacak ise, bunu maliyetlerine ek bir genel gider şeklinde yansıtmaya çalışırlar. Bazı yükleniciler ise böyle bir değerlendirme yapmanın gereksiz olduğu görüşünü savunur. Araştırmacının kendi deneyimi çerçevesindeki yorumu, teklifin

verildiği idarenin genel tutumunun çok önemli olduğu ve bunun muhakkak maliyetlere yansıtılmasının gerektiğidir.

Diğer bir önemli nokta ise, maliyetin tespiti sonrasında hesaplanan dolar bazında enflasyonun ve finansal kıymetlerin zaman değerinin maliyete etkisi kısmı, daha detaylı bir şekilde ortaya konabilir. Bu detaylı çalışma her ana faaliyet için enflasyonun ayrı ayrı incelenmesini gerektirir. Özellikle imalat kalemlerinin birinin ya da bir kaç tanesinin proje üzerinde ciddi maliyet etkisi varsa o faaliyetler için araştırma yapılıp, o kaleme özel fiyat değişikliği değerlendirmesi yapılmalıdır.

Yine bu çalışmada ortaya çıkan sonuçlardan birisi de, uygun sözleşme tipinin seçilmesidir. Bu çalışmanın ışığında, sağlam para (EUR, USD, vb.) cinsinden sabit fiyat ile anahtar teslimi iş yapılmasının en doğru yöntem olacağı görüşü öne çıkmaktadır. Yine en iyi değere ihale sistemi yaklaşımı, en sağlıklı yöntem olarak görünmektedir.

Önerilen bir diğer yöntem ise, yükleniciler için teklif verme aşamasında yapılan risk değerlendirme çalışmasının, proje yapımı üstlenildikten sonra takip edilmesi, her bir risk kaynağının sebep olduğu risk olaylarının belirlenmesi ve sonucun teklif verme aşamasında ortaya konan değerler ile kıyaslanmasıdır. Böylece teklif verme aşamasında yapılan risk değerlendirmesi çalışmasının zayıf ve eksik yanları ortaya çıkmış olur ve kazanılan deneyim ile süreç iyileştirilebilir.

Çalışma incelenen tüm detaylara rağmen, risk yönetimi sisteminin sadece genel çerçevesini açıklamaktadır. Konu ile ilgili tüm alt başlıklar çok geniş araştırma konuları olabilirler. Öteki sayısal analiz metodlarını çok daha ileriye götürmenin uygulamacılara ciddi bir yarar sağlamayacağı görüşünde olmakla beraber, özellikle küçük bütçeli veya kısa zamana yayılmış projelerde, bu uygulama örneğindeki gibi sayısal ve simülasyona dayanan analiz yapılması yeterli olacaktır.

KAYNAKLAR

[1] **Kuşan, H., Özdemir, İ.,** 2008. İnşaat Projelerinde Risk Yönetimi ve Yapay Zeka Yöntemlerinin Kullanımı, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, **Cilt 451,** Sayı.5, s. 38–43.

[2] **Karabay, M.,** 1997. Uluslararası İnşaat Sektöründe Politik Risk ve Bulanık Kümeler Yardımıyla Analizi İçin Bir Yöntem Önerisi*, Doktora Tezi,* İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[3] **Arıkan, A.E., Dikmen, İ., Birgönül, M.T.,** 2005. Bütünleşik Bir Risk Yönetim Karar Destek Sistemi, *3.Yapı İşletmesi Kongresi,* İzmir*,* 29 Eylül–1 Ekim.

[4] **Zeng, J., An, M., Smith, N.J.,** 2007. Application of a Fuzzy Based Decision Making Methodology to Construction Project Risk Assessment, *International Journal of Project Management*, **Vol. 25,** No.6, pp. 459–462, USA.

[5] **Url-1** <*http://www.dpt.gov.tr*>, alındığı tarih 03.11.2009.

[6] **İ.M.O. İstanbul Şubesi,** 2001. Ekonomik Kriz ve İnşaat Sektörüne Etkileri*,* Masa Basın Yayın, İstanbul.

[7] **Sorguç, D.,** 1993. *Yapı İşletmesi Ders Notu II.*, İTÜ Matbaası, İstanbul.

[8] **Müngen, U., Kuruoğlu, M.,** 2000. İnşaat Mühendisliğinde Yapı İşletmesi Meslek İçi Eğitim İhtiyacı ve Bir Uygulama Örneği, *2. Yapı İşletmesi Kongresi,* İzmir, 15–17 Haziran.

[9] **Sorguç, D., Çölaşan, F.,** 1996. 2886 Sayılı İhale Yasası ve Uygulamadaki Sorunlar Paneli, Ankara, 16 Haziran.

[10] **Thompson, P., Perry, J.,** 1992. Engineering Construction Risks, Great Britain Eastern Press, London, England.

[11] **Birgönül, M.T., Dikmen, İ.,** 1996. İnşaat Projelerinin Risk Yönetimi, *Teknik Dergi,* **Cilt 7,** Sayı.4, s. 1305–1326.

[12] **PMI**, 2004. A Guide to the Project Management Body of Knowledge PMBOK® Guide, Project Management Institute, 3rd Edition, Pennsylvania, USA.

[13] **DPT,** 2001. *Kamu Yatırımlarının Planlanması ve Uygulanmasında Etkinlik Özel İhtisas Komisyonu Raporu,* Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.

[14] **Ruback, R.S.,** 2002. Capital Cash flows : A Simple Approach to Valuing Risky Cash Flows, *Financial Management*, **Vol. 31,** No:2, pp. 85–103, USA.

[15] **Vrijling, J.K.,** 2003. Application of Statistics and Probability in Civil Engineering, Millpress, Rotterdam, Holland.

[16] **Chandra, P.,** 1980. Projects: Preparation, Appraisal, Implementation, Tata McGraw Hill Publishing Co. Ltd, New Delhi, India.

[17] **Venugopal, V., Narendra, T.T.,** 1990. An Interactive Procedure for Multiobjective Optimization Using Nash Bargaining Principle, *Decision Support Systems*, **Vol. 6,** No.3, pp. 261–268, USA.

[18] **Willmer, G.,** 1988. Development of Risk Models for Engineering Construction Projects*, Ph.D. Thesis*, University of Manchester, Manchester, England.

[19] **Thompson, P., Perry, J.,** 1979. Engineering Construction Risks - A Guide to Project Risk Analysis and Risk Management, Thomas Telford Services, London, England.

[20] **Perry, J.G., Hayes, R.W.,** 1985. Risk and its Management in Construction Projects, Proceeding of Inst. Civil Engineering, London, England.

[21] **Peak, J.H., Lee, Y.W., Ock, J.H.,** 1993. Pricing Construction Risk – Fuzzy Set Application, ASCE *Journal of Construction Engineering and Management*, **Vol.119,** No.4, pp. 743–756, USA.

[22] **Hastak, M., Shaked, A.,** 2000. ICRAM-1: Model for International Construction Risk Assessment, Journal of Management in Engineering, **Vol. 16,** No.1, pp. 59–69, USA.

[23] **Erkut, H.,** 1992. Yönetimde Simülasyon Yaklaşımı, Yönetim Bilimleri Dizisi: 1, İrfan Yayımcılık, İstanbul.

[24] **Halaç, O.,** 1991. Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması), Evrim Dağıtım, İstanbul.

[25] **Esen, H.Ö.,** 1994. İşletme Yönetiminde Sistem Yaklaşımı, Avcıol Basım Yayın, İstanbul.

[26] **Winston, W.L.,** 1991. Operations Research Application and Algorithms, Kent Publishing Company, Boston, USA.

[27] **Pidd, M.,** 1990. Computer Simulation In Management Science, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England.

[28] **Taha, H.A.,** 1987. Operations Research An Introduction, Macmillan Publishing Co., New York, USA.

[29] **Url-2** <*http://www.die.gov.tr*>, alındığı tarih 03.11.2009.

[30] **Benoit, P.,** 1995. *Project Finance at the World Bank: An Overview of Policies and Instruments,* World Bank Technical Paper, Washington, USA.

[31] **Risk Metrics Group,** 1999. Risk Management - A Practical Guide, USA.

[32] **Benator, B., Thumann, A.,** 2003. Project Management and Leadership Skills for Engineering and Construction Projects, The Fairmont Press, Inc., Oklahoma, USA.

[33] **Uff, J., Odams, A.M.,** 1995. Risk Management and Procurement in Constuction, Ipswich Book Company, England.

[34] **Pilcher, R.,** 1992. Principles of Construction Management, Mc Graw Hill Publications, USA

[35] **USAF,** 2001. *Acquisition Seminar and Introduction on Best Value Contracting,* İncirlik Hava Üssü, Adana, 27 Temmuz.

[36] **Copeland W.,** 1992. Managerial Finance, Dryden Press, USA.

[37] **Uğur, L.O.,** 2006. İnşaat Sektöründe Riskler ve Risk Yönetimi, *Seminer Notları,* Türkiye Müteahhitler Birliği, Ankara, 30 Kasım.

[38] **Resmi Gazete,** 2009. *Kamu İhale Genel Tebliğ,* Sayı: 27327, Ankara.

[39] **Url-3** <*http://www.bba.gov.uk*>, alındığı tarih 06.12.2009.

EKLER

Sayfa

EK A : Ön analiz çizelgesi..... 93
EK B : Sayısal analiz çizelgesi..... 99
EK C : Simülasyon raporları..... 107

Çizelge A.1 : Ön analiz çizelgesi

ÖN ANALİZ

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat (USD)	Toplam (USD)
	YIKIM VE SÖKÜM İŞLERİ				
	Çeşitli Yıkım, Söküm ve Taşıma İşleri	İş	1,00	500,00	500,00
1	Yıkım, Söküm ve Nakliye	Ad	1,00		
	KABA İNŞAAT İŞLERİ				
	Duvar Yapımı	İş	1,00	400,00	400,00
2	Donatılı Tuğla Duvar Örülmesi ve Yüzeylerin Sıvanması	m²	40,00		
	ALÜMİNYUM, PLASTİK VE AHŞAP DOĞRAMALAR				
	Sac Kapı Kasaları Montajı	İş	4,00	50,00	200,00
3	Harçla Doldurulmuş Boş Gövdeli Sac Kapı Kasaları ve Menteşeleri	Ad	4,00		
	Ahşap Kapı Kanatları ve Montajı	İş	7,00	100,00	700,00
4	Yangına Dayanıklı Meşe Kaplama Kapı Kanadı, Kilidi, Kapı Kolları, Kapı Kapayıcı, Kapı Stopu, Tekmelik ve Diğer Aks.	Ad	7,00		
	Alüminyum Girişlerin Hazırlanması ve Montajı	İş	1,00	2.000,00	2.000,00
5	Alüminyum Giriş Kapısı	Ad	1,00		
	İNCE İNŞAAT İŞLERİ				
	Alçıpan Sistem Montajı	İş	1,00	400,00	400,00
6	Metal Çerçeve Üzerine Alçıpan Montajı	m²	10.00		

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat (USD)	Toplam (USD)
7	30 cm x 30 cm Seramik Yer Kaplaması	m²	25,00		
8	20 cm x 15 cm Seramik Duvar Kaplaması	m²	10,00		
	Asma Tavan Montajı	İş	35,00	20,00	700,00
9	60 cm x 60 cm Taşyünü Asma Tavan Sistemi	m²	35,00		
	Yer Kaplamaları	İş	100,00	21,00	2.100,00
10	Elektrostatik – Tutuşmaz Halı Kaplama Yapılması	m²	100,00		
	Boya İşleri	İş	1,00	4.500,00	4.500,00
11	Duvarların 1 Kat Astar 3 Kat Saten boya Yapılması	m²	900,00		
12	Ahşap Kapıların 1 Kat Astar 3 Kat Yağlı Boya Yapılması	Ad	8,00		
	MUTFAK EKİPMANLARI				
	Galvaniz Montaj İşleri	İş	1,00	100,00	100,00
13	1.5 mm Paslanmaz Çelik Baca Girişi Yapılması	m²	1,00		
	Özel Sipariş Ahşap ve Dolap İşleri	İş	1,00	2.500,00	2.500,00
14	Tezgah Üstü Mutfak Mermeri	m²	4,00		
15	Kızıl Meşe Kaplamalı Dolap Yapılması	m²	13,00		
	Mutfak Ekipman Kurulumu	İş	1,00	1.000,00	1.000,00
16	3 Gözlü Paslanmaz Çelik Evye	Ad	1,00		
17	Su İçme Buzdolabı	Ad	1,00		
18	Çöp Öğütücü	Ad	1,00		

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat (USD)	Toplam (USD)
	MEKANİK TESİSAT İŞLERİ				
	Santrifüj Bağlantılar ve Ekipman Montajı	İş	1,00	500,00	500,00
19	Santrifüj Egzoz Fanı ve Bağlantılar	Ad	1,00		
	Havalandırma Kanal İşleri	İş	1,00	2.000,00	2.000,00
20	1,5 mm Paslanmaz Çelik Baca İmalatı ve Montajı	m²	6,00		
21	Endüstriyel Tip Inox Davlumbaz Yapılması – Aydınlatma Armatürleri Dahil	Ad	1,00		
	Hava Kanalı Aksesuarları	İş	1,00	100,00	100,00
22	Kurutma Cihazı İçin Havalandırma Kanalı İmalatı ve Montajı	Ad	1,00		
	Sıhhi Tesisat İşleri	İş	1,00	400,00	400,00
23	Seramik Banyo Lavabosu ve Krom Süzgeç	Ad	1,00		
24	Krom Mix Ankastre Lavabo Bataryası	Ad	1,00		
25	WC Klozet ve Rezervuar Takımı	Ad	1,00		
	Sıhhi Tesisat Boruların Montajı	İş	1,00	400,00	400,00
26	Ø 100 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları	m	10,00		
27	Ø 50 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları	m	10,00		
28	½" Bakır Besleme Borusu	m	10,00		
29	⅜" ve ½" Besleme Hattı Vanaları	Ad	5,00		
	Yangın Söndürme Sistemi	İş	1,00	3.000,00	3.000,00

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat (USD)	Toplam (USD)
30	Davlumbaz İçin Islak Yangın Söndürme Sistemi (Otomatik Elektrik Kesici ve İhbar sistemi Modülü Dahil)	Ad	1,00		
	ELEKTRİK TESİSAT İŞLERİ				
	Söküm İşleri	İş	1,00	400,00	400,00
31	Mevcut elektrik Tesisatının Sökülmesi	Ad	1,00		
	Boru İşleri	İş	1,00	500,00	500,00
32	Ø ¾" Galvanizli Çelik Boru Döşenmesi	m	70,00		
	Sıva Üstü Elektrik Tesisatı	İş	1,00	300,00	300,00
33	Wiremold 4000 Serisi Kablo Kanalı Döşenmesi	m	60,00		
34	Wiremold 4000 Serisi 220 V / 110 V Prizleri	Ad	15,00		
	Bina Kablo İşleri	İş	1,00	400,00	400,00
35	NYA Tip 3x4 mm² Kablo Döşenmesi	m	1000,00		
	Kablolu Tesisat Montajı	İş	1,00	400,00	400,00
36	220 V / 110 V Üçlü Priz	Ad	40,00		
37	Tekli Aydınlatma Anahtarı	Ad	6,00		
38	3'lü Komütatör Aydınlatma Anahtarı	Ad	4,00		
39	RJ-11 Çiftli Telefon Prizi	Ad	15,00		
40	RJ-45 Çiftli Data Prizi	Ad	15,00		
	Telefon / Data Hatları Montajı	İş	1,00	150,00	150,00

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat (USD)	Toplam (USD)
	Otomatlar	İş	1,00	150,00	150,00
42	220 V DP Sigorta	Ad	30,00		
43	120 V SP Kaçak Akım Röleli Sigorta	Ad	10,00		
	Aydınlatma Armatürleri Montajı	İş	1,00	300,00	300,00
44	Kompakt Floresan Ampulü ile Birlikte Islak Mekan Aydınlatma Armatürü	Ad	4,00		
45	Su Geçirmez Dış Aydınlatma Armatürü	Ad	2,00		
46	60 cm Floresan Tezgah Altı Aydınlatma Armatürü, 1x36 W TLD 84 Daylight,	Ad	2,00		
	Toplam				25.100,00
	Muhtemel Genel ve Yönetim Giderleri			% 15	3.765,00
	Kâr Marjı			% 15	3.765,00
	GENEL TOPLAM				**32.630,00**

Çizelge B.1 : Sayısal analiz çizelgesi

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Min. Birim Fiyat (USD)	Muh. Birim Fiyat (USD)	Max. Birim Fiyat (USD)	Ortalama Birim Fiyat (USD) $\overline{X}$	Ağırlıklı Ortalama Fiyat (USD) μ	Standart Sapma (USD) σ	Varyans Var (X)	Ortalama Toplam Fiyat (USD)	Toplam Standart Sapma (USD)
	YIKIM VE SÖKÜM İŞLERİ											
	Çeşitli Yıkım, Söküm ve Taşıma İşleri	İş	1,00									
1	Yıkım, Söküm ve Nakliye	Ad	1,00	200,00	300,00	500,00	333,33	316,67	152,75	23.333,33	316,67	152,75
	KABA İNŞAAT İŞLERİ											
	Duvar Yapımı	İş	1,00									
2	Donatılı Tuğla Duvar Örülmesi ve Yüzeylerin Sıvanması	m²	40,00	12,00	14,00	20,00	15,33	14,67	4,16	17,33	586,67	166,53
	ALÜMİNYUM, PLASTİK VE AHŞAP DOĞRAMALAR											
	Sac Kapı Kasaları Montajı	İş	4,00									
3	Harçla Doldurulmuş Boş Gövdeli Sac Kapı Kasaları ve Menteşeleri	Ad	4,00	25,00	40,00	50,00	38,33	39,17	12,58	158,33	156,67	50,33
	Ahşap Kapı Kanatları ve Montajı	İş	7,00									

Çizelge B.1 : (devam) Sayısal analiz çizelgesi

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Min. Birim Fiyat (USD)	Muh. Birim Fiyat (USD)	Max. Birim Fiyat (USD)	Ortalama Birim Fiyat (USD) $\overline{X}$	Ağırlıklı Ortalama Fiyat (USD) μ	Standart Sapma (USD) σ	Varyans Var (X)	Ortalama Toplam Fiyat (USD)	Toplam Standart Sapma (USD)
4	Yangına Dayanıklı Meşe Kaplama Kapı Kanadı, Kilidi, Kapı Kolları, Kapı Kapayıcı, Kapı Stopu, Tekmelik ve Diğer Aks.	Ad	7,00	220,00	250,00	300,00	256,67	253,33	40,41	1.633,33	1.773,33	282,90
	Alüminyum Girişlerin Hazırlanması ve Montajı	İş	1,00									
5	Alüminyum Giriş Kapısı	Ad	1,00	1.400,00	1.600,00	1.790,00	1.596,67	1.598,33	195,02	38.033,33	1.598,33	195,02
	İNCE İNŞAAT İŞLERİ											
	Alçıpan Sistem Montajı	İş	1,00									
6	Metal Çerçeve Üzerine Alçıpan Montajı	m²	10,00	20,00	25,00	28,00	24,33	24,67	4,04	16,33	246,67	40,41
	Seramik Kaplamalar	İş	1,00									
7	30 cm x 30 cm Seramik Yer Kaplaması	m²	25,00	20,00	23,00	25,00	22,67	22,83	2,52	6,33	570,83	62,92
8	20 cm x 15 cm Seramik Duvar Kaplaması	m²	10,00	15,00	18,00	20,00	17,67	17,83	2,52	6,33	178,33	25,17
	Asma Tavan Montajı	İş	1,00									
9	60 cm x 60 cm Taşyünü Asma Tavan Sistemi	m²	35,00	20,00	24,00	26,00	23,33	23,67	3,06	9,33	828,33	106,93

Çizelge B.1 : (devam) Sayısal analiz çizelgesi

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Min. Birim Fiyat (USD)	Muh. Birim Fiyat (USD)	Max. Birim Fiyat (USD)	Ortalama Birim Fiyat (USD) $\overline{X}$	Ağırlıklı Ortalama Fiyat (USD) μ	Standart Sapma (USD) σ	Varyans Var (X)	Ortalama Toplam Fiyat (USD)	Toplam Standart Sapma (USD)
	Yer Kaplamaları	İş	1,00									
10	Elektrostatik – Tutuşmaz Halı Kaplama Yapılması	m²	100,00	17,00	20,00	22,00	19,67	19,83	2,52	6,33	1.983,33	251,66
	Boya İşleri	İş	1,00									
11	Duvarların 1 Kat Astar 3 Kat Saten boya Yapılması	m²	900,00	4,50	4,50	5,00	4,67	4,58	0,29	0,08	4.125,00	259,81
12	Ahşap Kapıların 1 Kat Astar 3 Kat Yağlı Boya Yapılması	Ad	8,00	40,00	50,00	65,00	51,67	50,83	12,58	158,33	406,67	100,66
	MUTFAK EKİPMANLARI											
	Galvaniz Montaj İşleri	İş	1,00									
13	1.5 mm Paslanmaz Çelik Baca Girişi Yapılması	m²	1,00	75,00	90,00	130,00	98,33	94,17	28,43	808,33	94,17	28,43
	Özel Sipariş Ahşap ve Dolap İşleri	İş	1,00									
14	Tezgah Üstü Mutfak Mermeri	m²	4,00	75,00	100,00	140,00	105,00	102,50	32,79	1.075,00	410,00	131,15
15	Kızıl Meşe Kaplamalı Dolap Yapılması	m²	13,00	120,00	150,00	170,00	146,67	148,33	25,17	633,33	1.928,33	327,16

Çizelge B.1 : (devam) Sayısal analiz çizelgesi

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Min. Birim Fiyat (USD)	Muh. Birim Fiyat (USD)	Max. Birim Fiyat (USD)	Ortalama Birim Fiyat (USD) $\overline{X}$	Ağırlıklı Ortalama Fiyat (USD) μ	Standart Sapma (USD) σ	Varyans Var (X)	Ortalama Toplam Fiyat (USD)	Toplam Standart Sapma (USD)
	Mutfak Ekipman Kurulumu	İş	1,00									
16	3 Gözlü Paslanmaz Çelik Evye	Ad	1,00	150,00	200,00	275,00	208,33	204,17	62,92	3.958,33	204,17	62,92
17	Su İçme Buzdolabı	Ad	1,00	365,00	400,00	415,00	393,33	396,67	25,66	658,33	396,67	25,66
18	Çöp Öğütücü	Ad	1,00	250,00	320,00	380,00	316,67	318,33	65,06	4.233,33	318,33	65,06
	MEKANİK TESİSAT İŞLERİ											
	Santrifüj Bağlantılar ve Ekipman Montajı	İş	1,00									
19	Santrifüj Egzoz Fanı ve Bağlantılar	Ad	1,00	250,00	350,00	400,00	333,33	341,67	76,38	5.833,33	341,67	76,38
	Havalandırma Kanal İşleri	İş	1,00									
20	1,5 mm Paslanmaz Çelik Baca İmalatı ve Montajı	m²	6,00	50,00	65,00	75,00	63,33	64,17	12,58	158,33	385,00	75,50
21	Endüstriyel Tip Inox Davlumbaz Yapılması – Aydınlatma Armatürleri Dahil	Ad	1,00	900,00	1.300,00	1.400,00	1.200,00	1.250,00	264,58	70.000,00	1.250,00	264,58
	Hava Kanalı Aksesuarları	İş	1,00									

Çizelge B.1 : (devam) Sayısal analiz çizelgesi

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Min. Birim Fiyat (USD)	Muh. Birim Fiyat (USD)	Max. Birim Fiyat (USD)	Ortalama Birim Fiyat (USD) $\overline{X}$	Ağırlıklı Ortalama Fiyat (USD) μ	Standart Sapma (USD) σ	Varyans Var (X)	Ortalama Toplam Fiyat (USD)	Toplam Standart Sapma (USD)
22	Kurutma Cihazı İçin Havalandırma Kanalı İmalatı ve Montajı	Ad	1,00	35,00	45,00	50,00	43,33	44,17	7,64	58,33	44,17	7,64
	Sıhhi Tesisat İşleri	İş	1,00									
23	Seramik Banyo Lavabosu ve Krom Süzgeç	Ad	1,00	65,00	85,00	115,00	88,33	86,67	25,17	633,33	86,67	25,17
24	Krom Mix Ankastre Lavabo Bataryası	Ad	1,00	30,00	40,00	45,00	38,33	39,17	7,64	58,33	39,17	7,64
25	WC Klozet ve Rezervuar Takımı	Ad	1,00	150,00	160,00	190,00	166,67	163,33	20,82	433,33	163,33	20,82
	Sıhhi Tesisat Boruların Montajı	İş	1,00									
26	Ø 100 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları	m	10,00	1,60	2,10	3,00	2,23	2,17	0,71	0,50	21,67	7,09
27	Ø 50 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları	m	10,00	0,95	1,10	1,50	1,18	1,14	0,28	0,08	11,42	2,84
28	½" Bakır Besleme Borusu	m	10,00	2,80	3,50	4,00	3,43	3,47	0,60	0,36	34,67	6,03
29	? " ve ½" Besleme Hattı Vanaları	Ad	5,00	40,00	50,00	70,00	53,33	51,67	15,28	233,33	258,33	76,38

Çizelge B.1 : (devam) Sayısal analiz çizelgesi

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Min. Birim Fiyat (USD)	Muh. Birim Fiyat (USD)	Max. Birim Fiyat (USD)	Ortalama Birim Fiyat (USD) $\overline{X}$	Ağırlıklı Ortalama Fiyat (USD) μ	Standart Sapma (USD) σ	Varyans Var (X)	Ortalama Toplam Fiyat (USD)	Toplam Standart Sapma (USD)
	Yangın Söndürme Sistemi	İş	1,00									
30	Davlumbaz İçin Islak Yangın Söndürme Sistemi (Otomatik Elektrik Kesici ve İhbar sistemi Modülü)	Ad	1,00	2.200,00	2.500,00	2.550,00	2.416,67	2.458,33	189,30	35.833,33	2.458,33	189,30
	ELEKTRİK TESİSAT İŞLERİ											
	Söküm İşleri	İş	1,00									
31	Mevcut elektrik Tesisatının Sökülmesi	Ad	1,00	200,00	250,00	350,00	266,67	258,33	76,38	5.833,33	258,33	76,38
	Boru İşleri	İş	1,00									
32	Ø ¾" Galvanizli Çelik Boru Döşenmesi	m	70,00	3,50	4,00	4,00	3,83	3,92	0,29	0,08	274,17	20,21
	Sıva Üstü Elektrik Tesisatı	İş	1,00									
33	Wiremold 4000 Serisi Kablo Kanalı Döşenmesi	m	60,00	3,00	4,00	5,50	4,17	4,08	1,26	1,58	245,00	75,50
34	Wiremold 4000 Serisi 220 V / 110 V Prizleri	Ad	15,00	3,50	5,00	6,00	4,83	4,92	1,26	1,58	73,75	18,87
	Bina Kablo İşleri	İş	1,00									

Çizelge B.1 : (devam) Sayısal analiz çizelgesi

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Min. Birim Fiyat (USD)	Muh. Birim Fiyat (USD)	Max. Birim Fiyat (USD)	Ortalama Birim Fiyat (USD) $\overline{X}$	Ağırlıklı Ortalama Fiyat (USD) μ	Standart Sapma (USD) σ	Varyans Var (X)	Ortalama Toplam Fiyat (USD)	Toplam Standart Sapma (USD)
35	NYA Tip 3x4 mm² Kablo Döşenmesi	m	1.000,00	0,20	0,30	0,34	0,28	0,29	0,07	0,01	290,00	72,11
	Kablolu Tesisat Montajı	İş	1,00									
36	220 V / 110 V Üçlü Priz	Ad	40,00	4,00	5,00	7,00	5,33	5,17	1,53	2,33	206,67	61,10
37	Tekli Aydınlatma Anahtarı	Ad	6,00	2,00	3,00	3,00	2,67	2,83	0,58	0,33	17,00	3,46
38	3'lü Komütatör Aydınlatma Anahtarı	Ad	4,00	3,00	4,00	6,00	4,33	4,17	1,53	2,33	16,67	6,11
39	RJ-11 Çiftli Telefon Prizi	Ad	15,00	4,00	5,00	7,00	5,33	5,17	1,53	2,33	77,50	22,91
40	RJ-45 Çiftli Data Prizi	Ad	15,00	4,00	5,00	7,00	5,33	5,17	1,53	2,33	77,50	22,91
	Telefon / Data Hatları Montajı	İş	1,00									
41	Telefon / Data Kablosu (4x2x2x24) CAT 5 Tip	m	300,00	0,20	0,20	0,33	0,24	0,22	0,08	0,01	66,50	22,52
	Otomatlar	İş	1,00									
42	220 V DP Sigorta	Ad	30,00	4,00	4,50	6,50	5,00	4,75	1,32	1,75	142,50	39,69
43	120 V SP Kaçak Akım Röleli Sigorta	Ad	10,00	6,00	7,50	11,00	8,17	7,83	2,57	6,58	78,33	25,66

Çizelge B.1 : (devam) Sayısal analiz çizelgesi

Sıra No:	Tanım	Birim	Miktar	Min. Birim Fiyat (USD)	Muh. Birim Fiyat (USD)	Max. Birim Fiyat (USD)	Ortalama Birim Fiyat (USD) $\overline{X}$	Ağırlıklı Ortalama Fiyat (USD) μ	Standart Sapma (USD) σ	Varyans Var (X)	Ortalama Toplam Fiyat (USD)	Toplam Standart Sapma (USD)
	Aydınlatma Armatürleri Montajı	İş	1,00									
44	Kompakt Floresan Ampulü ile Birlikte Islak Mekan Aydınlatma Armatürü	Ad	4,00	45,00	55,00	70,00	56,67	55,83	12,58	158,33	223,33	50,33
45	Su Geçirmez Dış Aydınlatma Armatürü	Ad	2,00	25,00	30,00	50,00	35,00	32,50	13,23	175,00	65,00	26,46
46	60 cm Floresan Tezgah Altı Aydınlatma Armatürü, 1x36 W TLD 84 Daylight,	Ad	2,00	15,00	25,00	30,00	23,33	24,17	7,64	58,33	48,33	15,28
								TOPLAM			**23.377,50**	**3.654,31**

EK- C : Simülasyon raporları

SİMÜLASYON GİRDİLERİ					
Birim Maliyetler	**Miktar**	**Minimum**	**Yaklaşık**	**Maksimum**	**Ortalama Toplam Fiyat**
Yıkım, Söküm ve Nakliye	1	200,00	300,00	500,00	317
Donatılı Tuğla Duvar Örülmesi ve Yüzeylerin Sıvanması	40	12,00	14,00	20,00	587
Harçla Doldurulmuş Boş Gövdeli Sac Kapı Kasaları ve Menteşeleri	4	25,00	40,00	50,00	157
Yangına Dayanıklı Meşe Kaplama Kapı Kanadı, Kilidi, Kapı Kolları, Kapı Kapayıcı, Kapı Stopu, Tekmelik ve Diğer Aks.	7	220,00	250,00	300,00	1.773
Alüminyum Giriş Kapısı	1	1.400,00	1.600,00	1.790,00	1.598
Metal Çerçeve Üzerine Alçıpan Montajı	10	20,00	25,00	28,00	247
30 cm x 30 cm Seramik Yer Kaplaması	25	20,00	23,00	25,00	571
20 cm x 15 cm Seramik Duvar Kaplaması	10	15,00	18,00	20,00	178
60 cm x 60 cm Taşyünü Asma Tavan Sistemi	35	20,00	24,00	26,00	828
Elektrostatik – Tutuşmaz Halı Kaplama Yapılması	100	17,00	20,00	22,00	1.983
Duvarların 1 Kat Astar 3 Kat Saten boya Yapılması	900	4,50	4,50	5,00	4.125

EK- C : (devam) Simülasyon raporları

Birim Maliyetler	Miktar	Minimum	Yaklaşık	Maksimum	Ortalama Toplam Fiyat
Ahşap Kapıların 1 Kat Astar 3 Kat Yağlı Boya Yapılması	8	40,00	50,00	65,00	407
1.5 mm Paslanmaz Çelik Baca Girişi Yapılması	1	75,00	90,00	130,00	94
Tezgah Üstü Mutfak Mermeri	4	75,00	100,00	140,00	410
Kızıl Meşe Kaplamalı Dolap Yapılması	13	120,00	150,00	170,00	1.928
3 Gözlü Paslanmaz Çelik Evye	1	150,00	200,00	275,00	204
Su İçme Buzdolabı	1	365,00	400,00	415,00	397
Çöp Öğütücü	1	250,00	320,00	380,00	318
Santrifüj Egzoz Fanı ve Bağlantılar	1	250,00	350,00	400,00	342
1,5 mm Paslanmaz Çelik Baca İmalatı ve Montajı	6	50,00	65,00	75,00	385
Endüstriyel Tip Inox Davlumbaz Yapılması – Aydınlatma Armatürleri Dahil	1	900,00	1.300,00	1.400,00	1.250
Kurutma Cihazı İçin Havalandırma Kanalı İmalatı ve Montajı	1	35,00	45,00	50,00	44
Seramik Banyo Lavabosu ve Krom Süzgeç	1	65,00	85,00	115,00	87

EK- C : (devam) Simülasyon raporları

Birim Maliyetler	Miktar	Minimum	Yaklaşık	Maksimum	Ortalama Toplam Fiyat
Krom Mix Ankastre Lavabo Bataryası	1	30,00	40,00	45,00	39
WC Klozet ve Rezervuar Takımı	1	150,00	160,00	190,00	163
Ø 100 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları	10	1,60	2,10	3,00	22
Ø 50 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları	10	0,95	1,10	1,50	11
½" Bakır Besleme Borusu	10	2,80	3,50	4,00	35
⅜" ve ½" Besleme Hattı Vanaları	5	40,00	50,00	70,00	258
Davlumbaz İçin Islak Yangın Söndürme Sistemi (Otomatik Elektrik Kesici ve İhbar sistemi Modülü)	1	2.200,00	2.500,00	2.550,00	2.458
Mevcut elektrik Tesisatının Sökülmesi	1	200,00	250,00	350,00	258
Ø ¾" Galvanizli Çelik Boru Döşenmesi	70	3,50	4,00	4,00	274
Wiremold 4000 Serisi Kablo Kanalı Döşenmesi	60	3,00	4,00	5,50	245
Wiremold 4000 Serisi 220 V / 110 V Prizleri	15	3,50	5,00	6,00	74
NYA Tip 3x4 mm² Kablo Döşenmesi	1.000	0,20	0,30	0,34	290
220 V / 110 V Üçlü Priz	40	4,00	5,00	7,00	207

EK- C : (devam) Simülasyon raporları

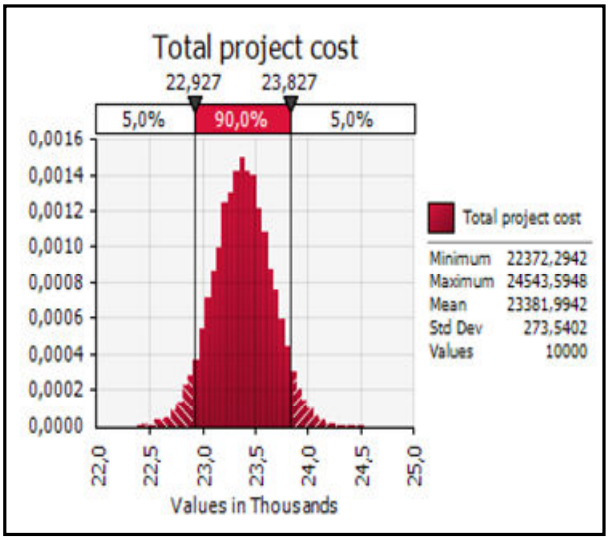
Birim Maliyetler	Miktar	Minimum	Yaklaşık	Maksimum	Ortalama Toplam Fiyat
Tekli Aydınlatma Anahtarı	6	2,00	3,00	3,00	17
3'lü Komütatör Aydınlatma Anahtarı	4	3,00	4,00	6,00	17
RJ-11 Çiftli Telefon Prizi	15	4,00	5,00	7,00	78
RJ-45 Çiftli Data Prizi	15	4,00	5,00	7,00	78
Telefon / Data Kablosu (4x2x2x24) CAT 5 Tip	300	0,20	0,20	0,33	67
220 V DP Sigorta	30	4,00	4,50	6,50	143
120 V SP Kaçak Akım Röleli Sigorta	10	6,00	7,50	11,00	78
Kompakt Floresan Ampulü ile Birlikte Islak Mekan Aydınlatma Armatürü	4	45,00	55,00	70,00	223
Su Geçirmez Dış Aydınlatma Armatürü	2	15,00	25,00	30,00	48
60 cm Floresan Tezgah Altı Aydınlatma Armatürü, 1x36 W TLD 84 Daylight	2	25,00	30,00	50,00	65
Toplam					**23.378**

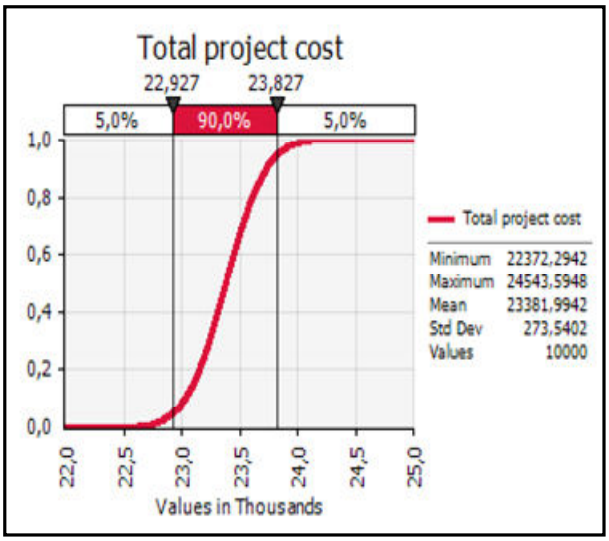
Program çıktıları için kullanılan risk istatistikleri (Bu değerlerin geçerliliği için simülasyon yapılmalıdır):

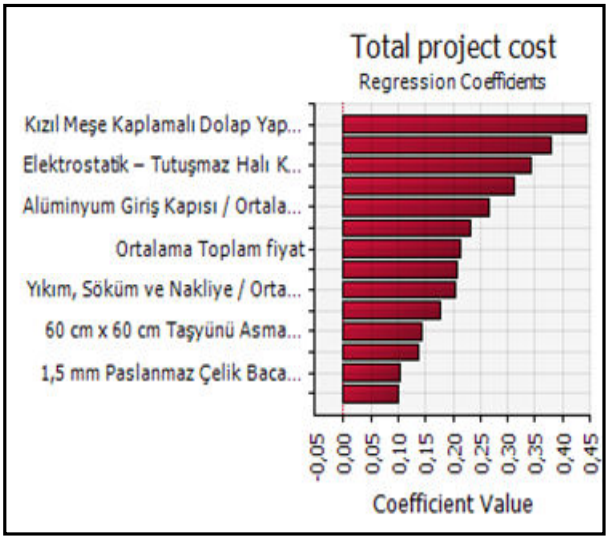
23378 değerinin gerçekleşme olasılığı	**49,1%**	**23.378**
%95 güven için gerekli bütçe	**23.827**	**95,0%**
%95 güven için gerekli olan yaklaşım değeri	**450**	

@RISK Output Report for Total project cost

Performed By: ONUR ÖZCAN







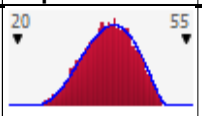
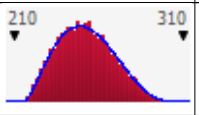
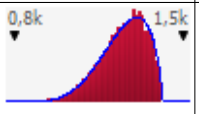
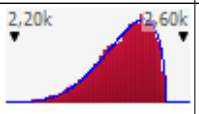
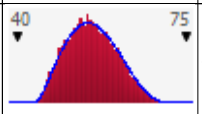
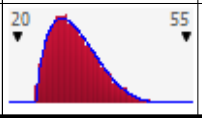
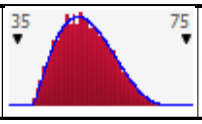
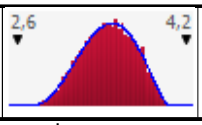
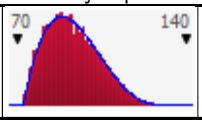
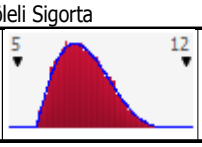
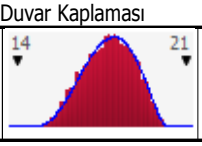
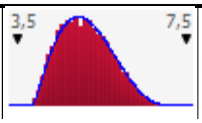
Simulation Summary Information	
Workbook Name	Cost Estimation.xls
Number of Simulations	1
Number of Iterations	10000
Number of Inputs	46
Number of Outputs	1
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	4.25.10 17:27:06
Simulation Duration	00:00:13
Random # Generator	RAN3I
Random Seed	343731978

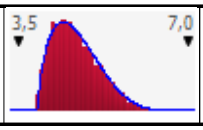
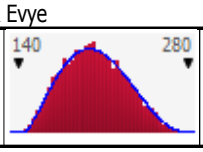
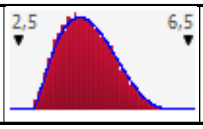
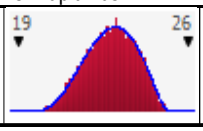
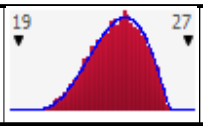
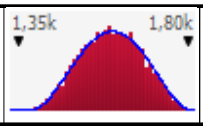
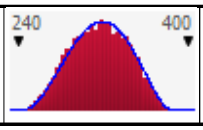
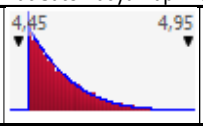
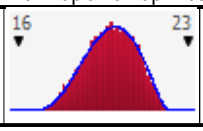
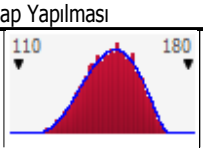
Summary Statistics for Total project cost			
Statistics		**Percentile**	
Minimum	22.372	**5%**	22.927
Maximum	24.544	**10%**	23.031
Mean	23.382	**15%**	23.099
Std Dev	274	**20%**	23.153
Variance	74824,2344	**25%**	23.200
Skewness	-0,028281227	**30%**	23.239
Kurtosis	2,99705214	**35%**	23.279
Median	23.383	**40%**	23.312
Mode	23.491	**45%**	23.350
Left X	22.927	**50%**	23.383
Left P	5%	**55%**	23.417
Right X	23.827	**60%**	23.452
Right P	95%	**65%**	23.488
Diff X	901	**70%**	23.526
Diff P	90%	**75%**	23.567
#Errors	0	**80%**	23.613
Filter Min	Off	**85%**	23.667
Filter Max	Off	**90%**	23.734
#Filtered	0	**95%**	23.827

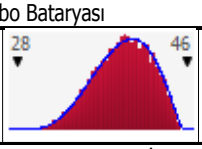
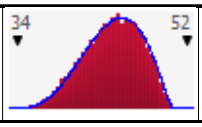
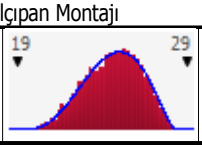
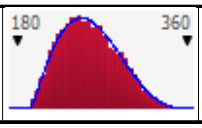
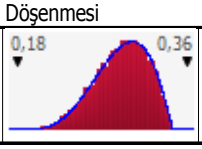
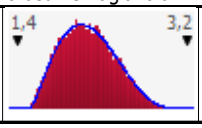
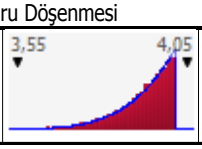
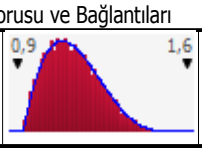
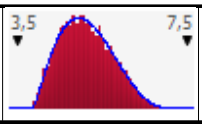
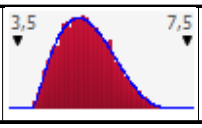
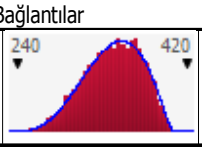
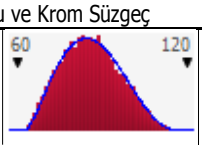
Regression and Rank Information for Total p			
Rank	**Name**	**Regr**	**Corr**
1	Kızıl Meşe Kaplar	0,443	0,426
2	Ortalama Toplam	0,381	0,369
3	Elektrostatik – Tu	0,342	0,332
4	Ortalama Toplam	0,313	0,295
5	Alüminyum Giriş	0,267	0,261
6	Duvarların 1 Kat A	0,231	0,212
7	Ortalama Toplam	0,214	0,194
8	Donatılı Tuğla Du	0,208	0,203
9	Yıkım, Söküm ve	0,204	0,200
10	Tezgah Üstü Mutf	0,178	0,199
11	60 cm x 60 cm Ta	0,143	0,150
12	Ahşap Kapıların 1	0,137	0,119
13	1,5 mm Paslanma	0,102	0,097
14	Wiremold 4000 S	0,102	0,091

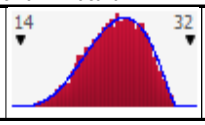
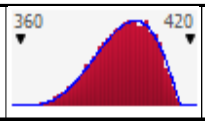
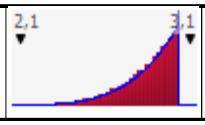
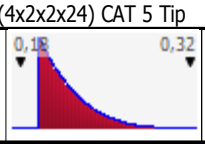
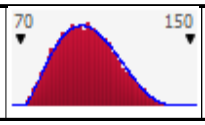
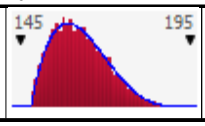
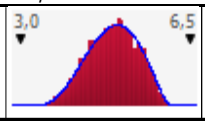
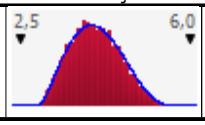
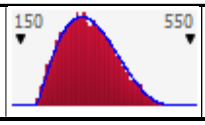
@RISK Input Results

Performed By: ONUR ÖZCAN

	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
	Ortalama Toplam fiyat	G36		26	39	50	31	47	0
	Ortalama Toplam fiyat	G37		221	253	296	230	279	0
	Ortalama Toplam fiyat	G54		944	1.252	1.398	1.092	1.371	0
	Ortalama Toplam fiyat	G63		2.230	2.458	2.550	2.348	2.536	0
	Ortalama Toplam fiyat	G77		45	56	69	49	64	0
	Ortalama Toplam fiyat	G79		25	33	48	26	41	0
Category: ⅜" ve ½" Besleme Hattı Vanaları									
	⅜" ve ½" Besleme Hattı Vanaları / Ortalama Toplam fiyat	G62		40	52	69	43	61	0
Category: ½" Bakır Besleme Borusu									
	½" Bakır Besleme Borusu / Ortalama Toplam fiyat	G61		3	3	4	3	4	0
Category: 1,5 mm Paslanmaz Çelik Baca İmalatı ve Montajı									
	1,5 mm Paslanmaz Çelik Baca İmalatı ve Montajı / Ortalama Toplam fiyat	G53		51	64	75	56	72	0
Category: 1.5 mm Paslanmaz Çelik Baca Girişi Yapılması									
	1.5 mm Paslanmaz Çelik Baca Girişi Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	G46		75	94	126	80	112	0
Category: 120 V SP Kaçak Akım Röleli Sigorta									
	120 V SP Kaçak Akım Röleli Sigorta / Ortalama Toplam fiyat	G76		6	8	11	6	9	0
Category: 20 cm x 15 cm Seramik Duvar Kaplaması									
	20 cm x 15 cm Seramik Duvar Kaplaması / Ortalama Toplam fiyat	G41		15	18	20	16	19	0
Category: 220 V / 110 V Üçlü Priz									
	220 V / 110 V Üçlü Priz / Ortalama Toplam fiyat	G69		4	5	7	4	6	0

Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Category: 220 V DP Sigorta								
220 V DP Sigorta / Ortalama Toplam fiyat	G75		4	5	6	4	6	0
Category: 3 Gözlü Paslanmaz Çelik Evye								
3 Gözlü Paslanmaz Çelik Evye / Ortalama Toplam fiyat	G49		150	204	272	168	245	0
Category: 3'lü Komütatör Aydınlatma Anahtarı								
3'lü Komütatör Aydınlatma Anahtarı / Ortalama Toplam fiyat	G71		3	4	6	3	5	0
Category: 30 cm x 30 cm Seramik Yer Kaplaması								
30 cm x 30 cm Seramik Yer Kaplaması / Ortalama Toplam fiyat	G40		20	23	25	21	24	0
Category: 60 cm x 60 cm Taşyünü Asma Tavan Sistemi								
60 cm x 60 cm Taşyünü Asma Tavan Sistemi / Ortalama Toplam fiyat	G42		20	24	26	22	25	0
Category: Ahşap Kapıların 1 Kat Astar 3 Kat Yağlı Boya Yapılması								
Ahşap Kapıların 1 Kat Astar 3 Kat Yağlı Boya Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	G45		40	51	64	44	59	0
Category: Alüminyum Giriş Kapısı								
Alüminyum Giriş Kapısı / Ortalama Toplam fiyat	G38		1.408	1.598	1.785	1.478	1.719	0
Category: Çöp Öğütücü								
Çöp Öğütücü / Ortalama Toplam fiyat	G51		254	318	378	277	358	0
Category: Donatılı Tuğla Duvar Örülmesi ve Yüzeylerin Sıvanması								
Donatılı Tuğla Duvar Örülmesi ve Yüzeylerin Sıvanması / Ortalama Toplam fiyat	G35		12	15	20	13	17	0
Category: Duvarların 1 Kat Astar 3 Kat Saten boya Yapılması								
Duvarların 1 Kat Astar 3 Kat Saten boya Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	G44		5	5	5	5	5	0
Category: Elektrostatik – Tutuşmaz Halı Kaplama Yapılması								
Elektrostatik – Tutuşmaz Halı Kaplama Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	G43		17	20	22	18	21	0
Category: Kızıl Meşe Kaplamalı Dolap Yapılması								
Kızıl Meşe Kaplamalı Dolap Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	G48		121	148	170	132	163	0

Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Category: Krom Mix Ankastre Lavabo Bataryası								
Krom Mix Ankastre Lavabo Bataryası / Ortalama Toplam fiyat	G57		31	39	45	34	43	0
Category: Kurutma Cihazı İçin Havalandırma Kanalı İmalatı ve Montajı								
Kurutma Cihazı İçin Havalandırma Kanalı İmalatı ve Montajı / Ortalama Toplam fiyat	G55		36	44	50	39	48	0
Category: Metal Çerçeve Üzerine Alçıpan Montajı								
Metal Çerçeve Üzerine Alçıpan Montajı / Ortalama Toplam fiyat	G39		21	25	28	22	27	0
Category: Mevcut elektrik Tesisatının Sökülmesi								
Mevcut elektrik Tesisatının Sökülmesi / Ortalama Toplam fiyat	G64		201	258	341	217	307	0
Category: NYA Tip 3x4 mm² Kablo Döşenmesi								
NYA Tip 3x4 mm² Kablo Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	G68		0	0	0	0	0	0
Category: Ø 100 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları								
Ø 100 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları / Ortalama Toplam fiyat	G59		2	2	3	2	3	0
Category: Ø ¾" Galvanizli Çelik Boru Döşenmesi								
Ø ¾" Galvanizli Çelik Boru Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	G65		4	4	4	4	4	0
Category: Ø 50 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları								
Ø 50 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları / Ortalama Toplam fiyat	G60		1	1	1	1	1	0
Category: RJ-11 Çiftli Telefon Prizi								
RJ-11 Çiftli Telefon Prizi / Ortalama Toplam fiyat	G72		4	5	7	4	6	0
Category: RJ-45 Çiftli Data Prizi								
RJ-45 Çiftli Data Prizi / Ortalama Toplam fiyat	G73		4	5	7	4	6	0
Category: Santrifüj Egzoz Fanı ve Bağlantılar								
Santrifüj Egzoz Fanı ve Bağlantılar / Ortalama Toplam fiyat	G52		255	342	399	294	383	0
Category: Seramik Banyo Lavabosu ve Krom Süzgeç								
Seramik Banyo Lavabosu ve Krom Süzgeç / Ortalama Toplam fiyat	G56		66	87	114	72	103	0

	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Category: Su Geçirmez Dış Aydınlatma Armatürü									
	Su Geçirmez Dış Aydınlatma Armatürü / Ortalama Toplam fiyat	G78		16	24	30	19	28	0
Category: Su İçme Buzdolabı									
	Su İçme Buzdolabı / Ortalama Toplam fiyat	G50		369	397	415	380	410	0
Category: Tekli Aydınlatma Anahtarı									
	Tekli Aydınlatma Anahtarı / Ortalama Toplam fiyat	G70		2	3	3	3	3	0
Category: Telefon / Data Kablosu (4x2x2x24) CAT 5 Tip									
	Telefon / Data Kablosu (4x2x2x24) CAT 5 Tip / Ortalama Toplam fiyat	G74		0	0	0	0	0	0
Category: Tezgah Üstü Mutfak Mermeri									
	Tezgah Üstü Mutfak Mermeri / Ortalama Toplam fiyat	G47		76	103	138	84	124	0
Category: WC Klozet ve Rezervuar Takımı									
	WC Klozet ve Rezervuar Takımı / Ortalama Toplam fiyat	G58		150	163	188	153	176	0
Category: Wiremold 4000 Serisi 220 V / 110 V Prizleri									
	Wiremold 4000 Serisi 220 V / 110 V Prizleri / Ortalama Toplam fiyat	G67		4	5	6	4	6	0
Category: Wiremold 4000 Serisi Kablo Kanalı Döşenmesi									
	Wiremold 4000 Serisi Kablo Kanalı Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	G66		3	4	5	3	5	0
Category: Yıkım, Söküm ve Nakliye									
	Yıkım, Söküm ve Nakliye / Ortalama Toplam fiyat	G34		202	317	491	231	416	0

@RISK Detailed Statistics

Performed By: ONUR ÖZCAN

Name	Total project cost	Yıkım, Söküm ve Nakliye / Ortalama Toplam fiyat	Donatılı Tuğla Duvar Örülmesi ve Yüzeylerin Sıvanması / Ortalama Toplam fiyat	Ortalama Toplam fiyat	Ortalama Toplam fiyat	Alüminyum Giriş Kapısı / Ortalama Toplam fiyat	Metal Çerçeve Üzerine Alçıpan Montajı / Ortalama Toplam fiyat
Description	Output	RiskPert(D34;E34;F34)	RiskPert(D35;E35;F35)	RiskPert(D36;E36;F36)	RiskPert(D37;E37;F37)	RiskPert(D38;E38;F38)	RiskPert(D39;E39;F39)
Cell	Model!G81	Model!G34	Model!G35	Model!G36	Model!G37	Model!G38	Model!G39
Minimum	22.372	202	12	26	221	1.408	21
Maximum	24.544	491	20	50	296	1.785	28
Mean	23.382	317	15	39	253	1.598	25
Std Deviation	274	56	1	5	15	73	1
Variance	74824,23	3105,436	2,029018	21,87217	221,3054	5341,832	2,204986
Skewness	-0,02828123	0,3007647	0,4571376	-0,1785679	0,2228163	-0,011095	-0,2415551
Kurtosis	2,997052	2,454942	2,664831	2,40556	2,398414	2,350662	2,390926
Errors	0	0	0	0	0	0	0
Mode	23.491	310	14	39	253	1.566	25
5% Perc	22.927	231	13	31	230	1.478	22
10% Perc	23.031	245	13	33	234	1.501	23
15% Perc	23.099	256	13	34	237	1.517	23
20% Perc	23.153	265	13	35	240	1.531	23
25% Perc	23.200	274	14	36	242	1.544	24
30% Perc	23.239	282	14	37	244	1.556	24
35% Perc	23.279	290	14	37	246	1.567	24
40% Perc	23.312	297	14	38	249	1.578	24
45% Perc	23.350	305	14	39	251	1.588	25
50% Perc	23.383	312	15	39	253	1.598	25
55% Perc	23.417	321	15	40	255	1.609	25
60% Perc	23.452	329	15	41	257	1.619	25
65% Perc	23.488	337	15	41	259	1.630	25
70% Perc	23.526	346	15	42	261	1.642	26
75% Perc	23.567	356	16	43	264	1.653	26
80% Perc	23.613	366	16	43	267	1.665	26
85% Perc	23.667	379	16	44	270	1.679	26
90% Perc	23.734	393	17	45	274	1.695	27
95% Perc	23.827	416	17	47	279	1.719	27

30 cm x 30 cm Seramik Yer Kaplaması / Ortalama Toplam fiyat	20 cm x 15 cm Seramik Duvar Kaplaması / Ortalama Toplam fiyat	60 cm x 60 cm Taşyünü Asma Tavan Sistemi / Ortalama Toplam fiyat	Elektrostatik – Tutuşmaz Halı Kaplama Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	Duvarların 1 Kat Astar 3 Kat Saten boya Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	Ahşap Kapıların 1 Kat Astar 3 Kat Yağlı Boya Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	1.5 mm Paslanmaz Çelik Baca Girişi Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	Tezgah Üstü Mutfak Mermeri / Ortalama Toplam fiyat
RiskPert(D40;E40;F40)	RiskPert(D41;E41;F41)	RiskPert(D42;E42;F42)	RiskPert(D43;E43;F43)	RiskPert(D44;E44;F44)	RiskPert(D45;E45;F45)	RiskPert(D46;E46;F46)	RiskPert(D47;E47;F47)
Model!G40	Model!G41	Model!G42	Model!G43	Model!G44	Model!G45	Model!G46	Model!G47
20	15	20	17	5	40	75	76
25	20	26	22	5	64	126	138
23	18	24	20	5	51	94	103
1	1	1	1	0	5	10	12
0,8932005	0,8907257	1,242344	0,8765531	0,004940626	21,93714	97,98482	148,3243
-0,1877566	-0,1622912	-0,2942403	-0,1852878	1,186718	0,1456941	0,4202824	0,2204857
2,355743	2,333828	2,444711	2,370168	4,155299	2,371417	2,549823	2,385128
0	0	0	0	0	0	0	0
23	18	24	20	5	49	93	99
21	16	22	18	5	44	80	84
22	17	22	19	5	45	82	87
22	17	22	19	5	46	83	89
22	17	23	19	5	47	85	91
22	17	23	19	5	47	86	93
22	17	23	19	5	48	88	95
22	17	23	19	5	49	89	97
23	18	23	20	5	49	90	98
23	18	24	20	5	50	92	100
23	18	24	20	5	51	93	102
23	18	24	20	5	51	94	104
23	18	24	20	5	52	96	105
23	18	24	20	5	53	98	107
23	18	24	20	5	54	99	109
24	19	25	21	5	54	101	111
24	19	25	21	5	55	103	113
24	19	25	21	5	56	105	116
24	19	25	21	5	57	108	119
24	19	25	21	5	59	112	124

Kızıl Meşe Kaplamalı Dolap Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	3 Gözlü Paslanmaz Çelik Evye / Ortalama Toplam fiyat	Su İçme Buzdolabı / Ortalama Toplam fiyat	Çöp Öğütücü / Ortalama Toplam fiyat	Santrifüj Egzoz Fanı ve Bağlantılar / Ortalama Toplam fiyat	1,5 mm Paslanmaz Çelik Baca İmalatı ve Montajı / Ortalama Toplam fiyat	Ortalama Toplam fiyat	Kurutma Cihazı İçin Havalandırma Kanalı İmalatı ve Montajı / Ortalama Toplam fiyat
RiskPert(D48;E48;F48)	RiskPert(D49;E49;F49)	RiskPert(D50;E50;F50)	RiskPert(D51;E51;F51)	RiskPert(D52;E52;F52)	RiskPert(D53;E53;F53)	RiskPert(D54;E54;F54)	RiskPert(D55;E55;F55)
Model!G48	Model!G49	Model!G50	Model!G51	Model!G52	Model!G53	Model!G54	Model!G55
121	150	369	254	255	51	944	36
170	272	415	378	399	75	1.398	50
148	204	397	318	342	64	1.252	44
9	23	9	25	28	5	86	3
86,95562	548,8306	83,4776	613,4438	764,5143	21,77964	7337,345	7,689766
-0,1718344	0,1778135	-0,365453	-0,06283975	-0,3049597	-0,1972979	-0,5933092	-0,3016813
2,373933	2,39375	2,483968	2,269871	2,44219	2,383768	2,838403	2,439674
0	0	0	0	0	0	0	0
151	203	402	321	341	66	1.296	45
132	168	380	277	294	56	1.092	39
136	174	384	284	304	58	1.130	40
138	178	386	290	311	59	1.157	41
140	182	389	295	317	60	1.178	42
142	186	390	299	322	61	1.196	42
143	190	392	303	327	62	1.211	43
145	194	393	307	332	62	1.225	43
146	197	395	311	336	63	1.238	44
147	200	396	315	340	64	1.251	44
149	203	397	318	344	64	1.263	44
150	206	399	322	348	65	1.275	45
151	210	400	325	352	66	1.287	45
153	213	401	329	356	66	1.297	46
154	217	402	333	360	67	1.308	46
156	221	404	337	364	68	1.318	46
157	225	405	341	368	69	1.329	47
159	230	407	345	372	69	1.343	47
161	236	408	351	377	70	1.356	48
163	245	410	358	383	72	1.371	48

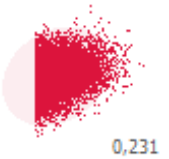
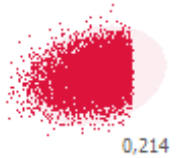
Seramik Banyo Lavabosu ve Krom Süzgeç / Ortalama Toplam fiyat	Krom Mix Ankastre Lavabo Bataryası / Ortalama Toplam fiyat	WC Klozet ve Rezervuar Takımı / Ortalama Toplam fiyat	Ø 100 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları / Ortalama Toplam fiyat	Ø 50 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları / Ortalama Toplam fiyat	½" Bakır Besleme Borusu / Ortalama Toplam fiyat	⅜" ve ½" Besleme Hattı Vanaları / Ortalama Toplam fiyat	Ortalama Toplam fiyat
RiskPert(D56;E56;F56)	RiskPert(D57;E57;F57)	RiskPert(D58;E58;F58)	RiskPert(D59;E59;F59)	RiskPert(D60;E60;F60)	RiskPert(D61;E61;F61)	RiskPert(D62;E62;F62)	RiskPert(D63;E63;F63)
Model!G56	Model!G57	Model!G58	Model!G59	Model!G60	Model!G61	Model!G62	Model!G63
66	31	150	2	1	3	40	2.230
114	45	188	3	1	4	69	2.550
87	39	163	2	1	3	52	2.458
9	3	7	0	0	0	6	59
88,37446	7,606753	50,38754	0,06692453	0,009787369	0,0507025	30,59936	3423,62
0,1751785	-0,2893003	0,4686635	0,2391998	0,4186968	-0,1375418	0,2831115	-0,7265942
2,392649	2,456108	2,643921	2,413668	2,574515	2,350251	2,449317	3,06996
0	0	0	0	0	0	0	0
84	39	157	2	1	3	48	2.524
72	34	153	2	1	3	43	2.348
74	35	154	2	1	3	45	2.376
76	36	156	2	1	3	46	2.394
78	37	157	2	1	3	47	2.409
80	37	158	2	1	3	47	2.421
81	38	159	2	1	3	48	2.431
82	38	160	2	1	3	49	2.442
84	39	161	2	1	3	50	2.452
85	39	161	2	1	3	51	2.460
86	39	163	2	1	3	51	2.468
88	40	164	2	1	4	52	2.476
89	40	165	2	1	4	53	2.483
90	40	166	2	1	4	54	2.490
92	41	167	2	1	4	55	2.498
93	41	168	2	1	4	56	2.505
95	42	170	2	1	4	57	2.512
97	42	171	2	1	4	58	2.519
100	43	173	3	1	4	59	2.527
103	43	176	3	1	4	61	2.536

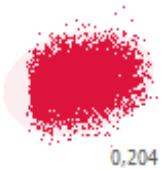
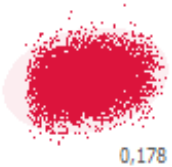
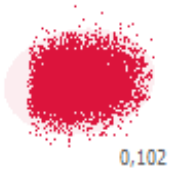
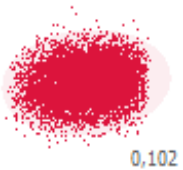
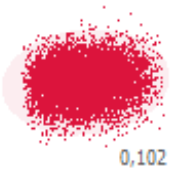
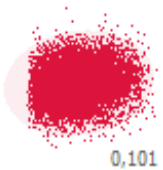
Mevcut elektrik Tesisatının Sökülmesi / Ortalama Toplam fiyat	Ø ¾" Galvanizli Çelik Boru Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	Wiremold 4000 Serisi Kablo Kanalı Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	Wiremold 4000 Serisi 220 V / 110 V Prizleri / Ortalama Toplam fiyat	NYA Tip 3x4 mm² Kablo Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	220 V / 110 V Üçlü Priz / Ortalama Toplam fiyat	Tekli Aydınlatma Anahtarı / Ortalama Toplam fiyat	3'lü Komütatör Aydınlatma Anahtarı / Ortalama Toplam fiyat
RiskPert(D64;E64;F64)	RiskPert(D65;E65;F65)	RiskPert(D66;E66;F66)	RiskPert(D67;E67;F67)	RiskPert(D68;E68;F68)	RiskPert(D69;E69;F69)	RiskPert(D70;E70;F70)	RiskPert(D71;E71;F71)
Model!G64	Model!G65	Model!G66	Model!G67	Model!G68	Model!G69	Model!G70	Model!G71
201	4	3	4	0	4	2	3
341	4	5	6	0	7	3	6
258	4	4	5	0	5	3	4
28	0	0	0	0	1	0	1
771,5292	0,004905734	0,2145919	0,2166422	0,000635657	0,3100217	0,01957248	0,3004118
0,2929992	-1,199217	0,1704646	-0,1751628	-0,4138119	0,2899526	-1,121025	0,3147644
2,406424	4,34978	2,397796	2,381176	2,579498	2,402571	3,955451	2,469227
0	0	0	0	0	0	0	0
246	4	4	5	0	5	3	4
217	4	3	4	0	4	3	3
223	4	3	4	0	4	3	3
228	4	4	4	0	5	3	4
232	4	4	4	0	5	3	4
237	4	4	5	0	5	3	4
241	4	4	5	0	5	3	4
245	4	4	5	0	5	3	4
248	4	4	5	0	5	3	4
252	4	4	5	0	5	3	4
256	4	4	5	0	5	3	4
260	4	4	5	0	5	3	4
264	4	4	5	0	5	3	4
269	4	4	5	0	5	3	4
273	4	4	5	0	5	3	4
278	4	4	5	0	6	3	5
284	4	5	5	0	6	3	5
290	4	5	5	0	6	3	5
297	4	5	6	0	6	3	5
307	4	5	6	0	6	3	5

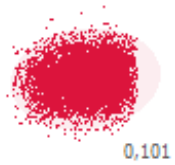
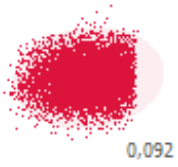
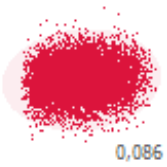
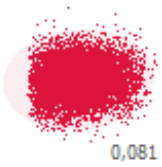
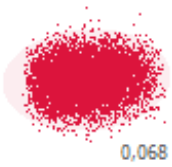
RJ-11 Çiftli Telefon Prizi / Ortalama Toplam fiyat	RJ-45 Çiftli Data Prizi / Ortalama Toplam fiyat	Telefon / Data Kablosu (4x2x2x24) CAT 5 Tip / Ortalama Toplam fiyat	220 V DP Sigorta / Ortalama Toplam fiyat	120 V SP Kaçak Akım Röleli Sigorta / Ortalama Toplam fiyat	Ortalama Toplam fiyat	Su Geçirmez Dış Aydınlatma Armatürü / Ortalama Toplam fiyat	Ortalama Toplam fiyat
RiskPert(D72;E72;F72)	RiskPert(D73;E73;F73)	RiskPert(D74;E74;F74)	RiskPert(D75;E75;F75)	RiskPert(D76;E76;F76)	RiskPert(D77;E77;F77)	RiskPert(D78;E78;F78)	RiskPert(D79;E79;F79)
Model!G72	Model!G73	Model!G74	Model!G75	Model!G76	Model!G77	Model!G78	Model!G79
4	4	0	4	6	45	16	25
7	7	0	6	11	69	30	48
5	5	0	5	8	56	24	33
1	1	0	0	1	5	3	4
0,3084532	0,3054821	0,0003331	0,1839021	0,8213569	21,55606	7,624198	18,76145
0,2904191	0,2812074	1,21549	0,5857634	0,3489935	0,2021653	-0,2793185	0,57938
2,426069	2,450223	4,354502	2,779128	2,491352	2,417422	2,446398	2,783701
0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	0	5	7	54	26	31
4	4	0	4	6	49	19	26
4	4	0	4	7	50	20	27
5	5	0	4	7	51	21	28
5	5	0	4	7	52	22	29
5	5	0	4	7	52	22	29
5	5	0	4	7	53	23	30
5	5	0	5	7	54	23	30
5	5	0	5	8	54	24	31
5	5	0	5	8	55	24	31
5	5	0	5	8	56	24	32
5	5	0	5	8	56	25	33
5	5	0	5	8	57	25	33
5	5	0	5	8	58	25	34
5	5	0	5	8	58	26	35
6	6	0	5	8	59	26	35
6	6	0	5	9	60	27	36
6	6	0	5	9	61	27	37
6	6	0	5	9	62	28	39
6	6	0	6	9	64	28	41

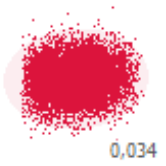
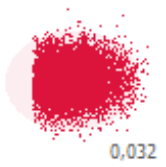
@RISK Sensitivity Analysis

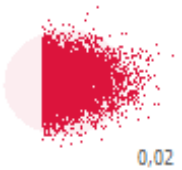
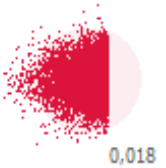
Performed By: ONUR ÖZCAN

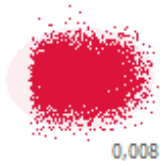
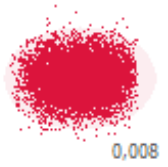
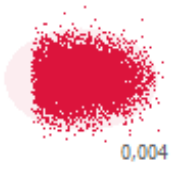
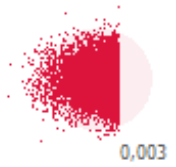
Rank For G81	Cell	Name	Description	Model!G81 Total project cost Regression Coeff. RSqr=1
#1	G48	Kızıl Meşe Kaplamalı Dolap Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D48;E48;F48)	 0,443
#2	G37	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D37;E37;F37)	 0,381
#3	G43	Elektrostatik – Tutuşmaz Halı Kaplama Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D43;E43;F43)	 0,342
#4	G54	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D54;E54;F54)	 0,313
#5	G38	Alüminyum Giriş Kapısı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D38;E38;F38)	 0,267
#6	G44	Duvarların 1 Kat Astar 3 Kat Saten boya Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D44;E44;F44)	 0,231
#7	G63	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D63;E63;F63)	 0,214
#8	G35	Donatılı Tuğla Duvar Örülmesi ve Yüzeylerin Sıvanması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D35;E35;F35)	 0,208

Rank For G81	Cell	Name	Description	Model!G81 Total project cost Regression Coeff. RSqr=1
#9	G34	Yıkım, Söküm ve Nakliye / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D34;E34;F34)	
#10	G47	Tezgah Üstü Mutfak Mermeri / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D47;E47;F47)	
#11	G42	60 cm x 60 cm Taşyünü Asma Tavan Sistemi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D42;E42;F42)	
#12	G45	Ahşap Kapıların 1 Kat Astar 3 Kat Yağlı Boya Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D45;E45;F45)	
#13	G64	Mevcut elektrik Tesisatının Sökülmesi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D64;E64;F64)	
#14	G53	1,5 mm Paslanmaz Çelik Baca İmalatı ve Montajı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D53;E53;F53)	
#15	G66	Wiremold 4000 Serisi Kablo Kanalı Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D66;E66;F66)	
#16	G62	⅜" ve ½" Besleme Hattı Vanaları / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D62;E62;F62)	

Rank For G81	Cell	Name	Description	Model!G81 Total project cost Regression Coeff. RSqr=1
#17	G52	Santrifüj Egzoz Fanı ve Bağlantılar / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D52;E52;F52)	
#18	G68	NYA Tip 3x4 mm² Kablo Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D68;E68;F68)	
#19	G51	Çöp Öğütücü / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D51;E51;F51)	
#20	G40	30 cm x 30 cm Seramik Yer Kaplaması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D40;E40;F40)	
#21	G49	3 Gözlü Paslanmaz Çelik Evye / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D49;E49;F49)	
#22	G69	220 V / 110 V Üçlü Priz / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D69;E69;F69)	
#23	G77	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D77;E77;F77)	
#24	G36	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D36;E36;F36)	

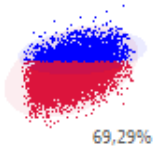
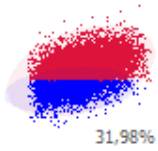
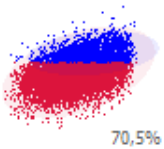
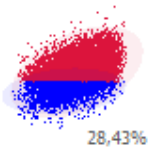
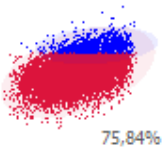
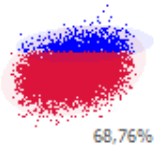
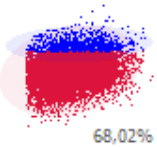
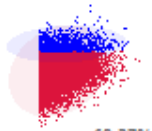
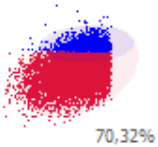
Rank For G81	Cell	Name	Description	Model!G81 Total project cost Regression Coeff. RSqr=1
#25	G39	Metal Çerçeve Üzerine Alçıpan Montajı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D39;E39;F39)	
#26	G75	220 V DP Sigorta / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D75;E75;F75)	
#27	G46	1.5 mm Paslanmaz Çelik Baca Girişi Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D46;E46;F46)	
#28	G41	20 cm x 15 cm Seramik Duvar Kaplaması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D41;E41;F41)	
#29	G56	Seramik Banyo Lavabosu ve Krom Süzgeç / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D56;E56;F56)	
#30	G76	120 V SP Kaçak Akım Röleli Sigorta / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D76;E76;F76)	
#31	G50	Su İçme Buzdolabı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D50;E50;F50)	
#32	G79	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D79;E79;F79)	

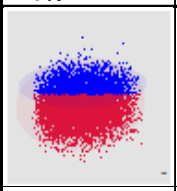
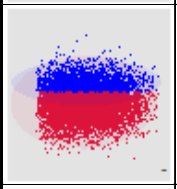
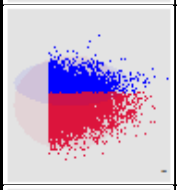
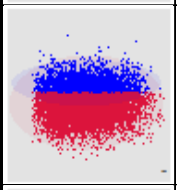
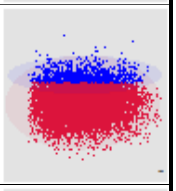
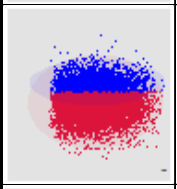
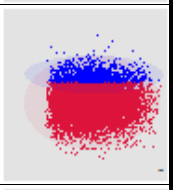
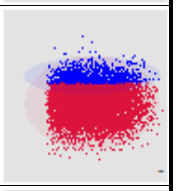
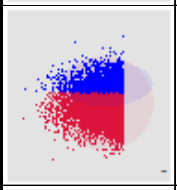
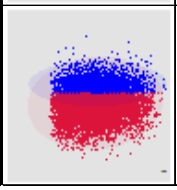
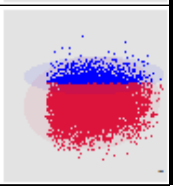
Rank For G81	Cell	Name	Description	Model!G81 Total project cost Regression Coeff. RSqr=1
#33	G73	RJ-45 Çiftli Data Prizi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D73;E73;F73)	
#34	G72	RJ-11 Çiftli Telefon Prizi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D72;E72;F72)	
#35	G58	WC Klozet ve Rezervuar Takımı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D58;E58;F58)	
#36	G67	Wiremold 4000 Serisi 220 V / 110 V Prizleri / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D67;E67;F67)	
#37	G78	Su Geçirmez Dış Aydınlatma Armatürü / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D78;E78;F78)	
#38	G74	Telefon / Data Kablosu (4x2x2x24) CAT 5 Tip / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D74;E74;F74)	
#39	G65	Ø ¾" Galvanizli Çelik Boru Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D65;E65;F65)	
#40	G57	Krom Mix Ankastre Lavabo Bataryası / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D57;E57;F57)	

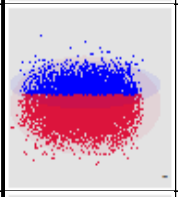
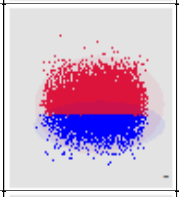
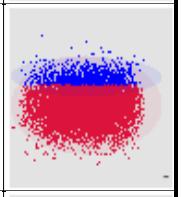
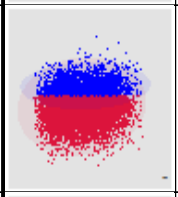
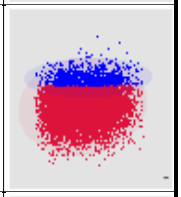
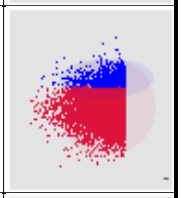
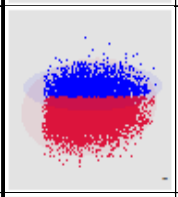
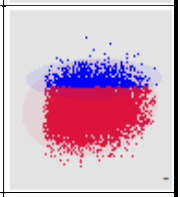
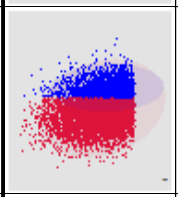
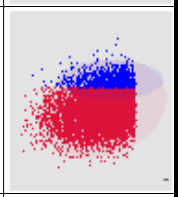
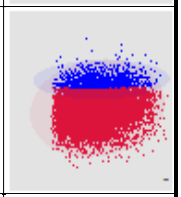
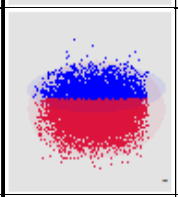
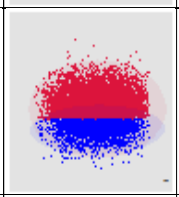
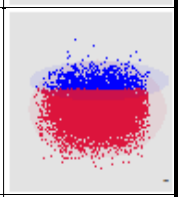
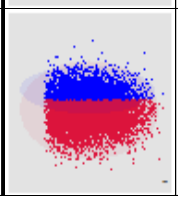
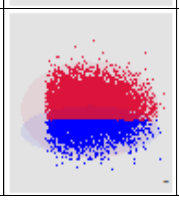
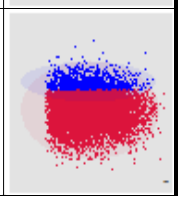
Rank For G81	Cell	Name	Description	Model!G81 Total project cost Regression Coeff. RSqr=1
#41	G55	Kurutma Cihazı İçin Havalandırma Kanalı İmalatı ve Montajı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D55;E55;F55)	
#42	G59	Ø 100 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D59;E59;F59)	
#43	G71	3'lü Komütatör Aydınlatma Anahtarı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D71;E71;F71)	
#44	G61	½" Bakır Besleme Borusu / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D61;E61;F61)	
#45	G60	Ø 50 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D60;E60;F60)	
#46	G70	Tekli Aydınlatma Anahtarı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D70;E70;F70)	

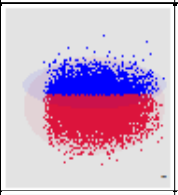
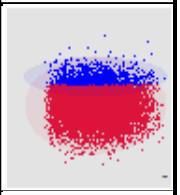
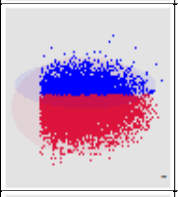
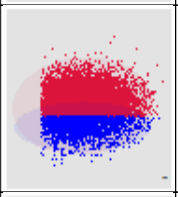
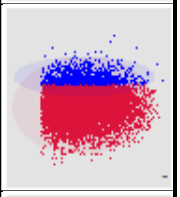
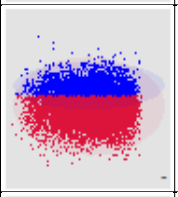
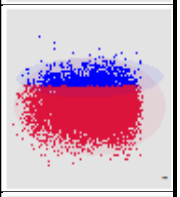
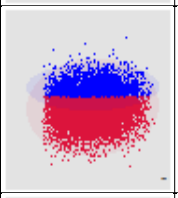
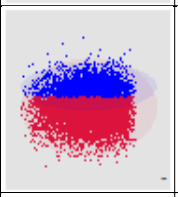
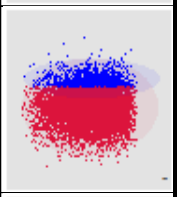
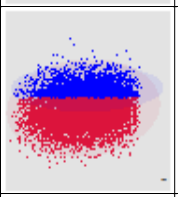
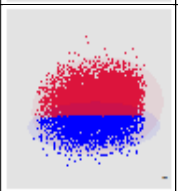
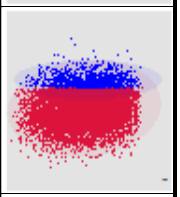
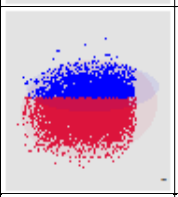
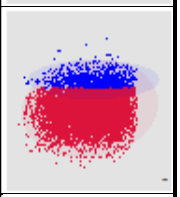
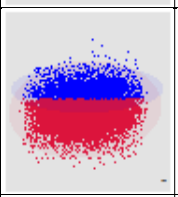
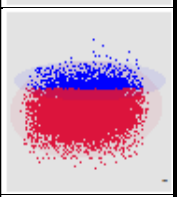
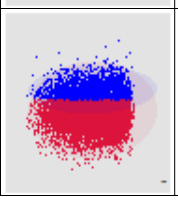
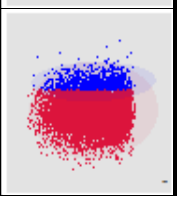
@RISK Scenario Analysis

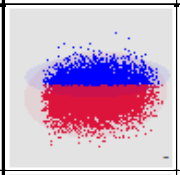
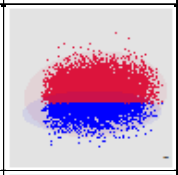
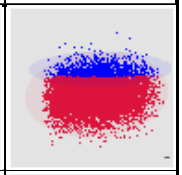
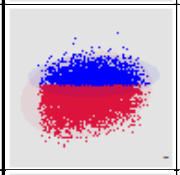
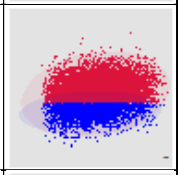
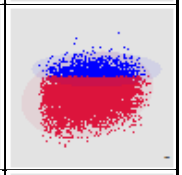
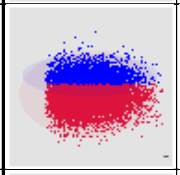
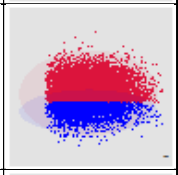
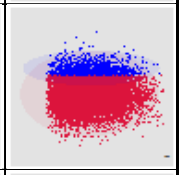
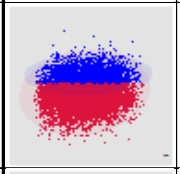
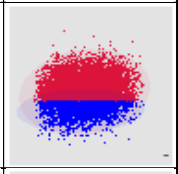
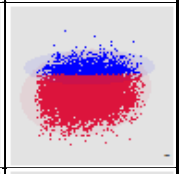
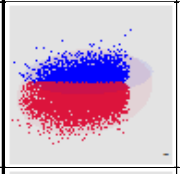
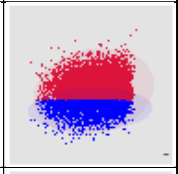
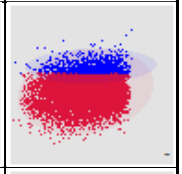
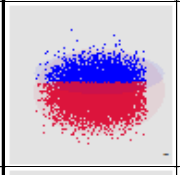
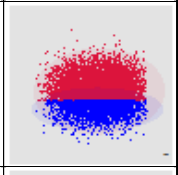
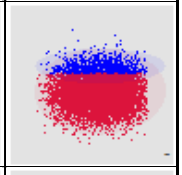
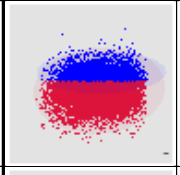
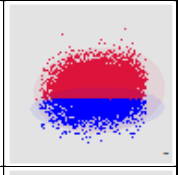
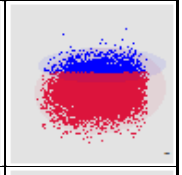
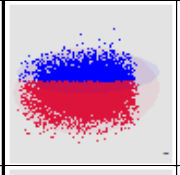
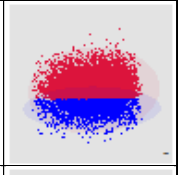
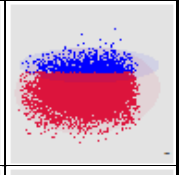
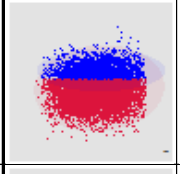
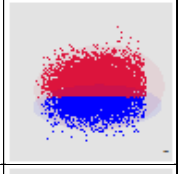
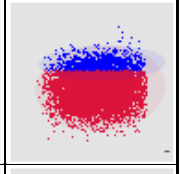
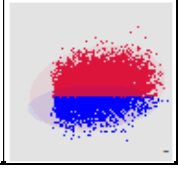
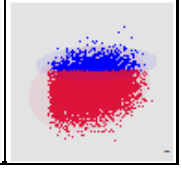
Performed By: ONUR ÖZCAN

Inputs in Scenario For G81 >90%	Cell	Name	Description	Model!G81 Total project cost Percentile	Model!G81 Total project cost Percentile	Model!G81 Total project cost Percentile
				>75%	<25%	>90%
#1	G37	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D37;E37;F37)	 69,29%	 31,98%	 75,66%
#2	G48	Kızıl Meşe Kaplamalı Dolap Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D48;E48;F48)	 70,5%	 28,43%	 75,84%
#3	G43	Elektrostatik – Tutuşmaz Halı Kaplama Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D43;E43;F43)	 -	 32,03%	 69,64%
#4	G38	Alüminyum Giriş Kapısı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D38;E38;F38)	 -	 -	 68,76%
#5	G35	Donatılı Tuğla Duvar Örülmesi ve Yüzeylerin Sıvanması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D35;E35;F35)	 -	 -	 68,02%
#6	G44	Duvarların 1 Kat Astar 3 Kat Saten boya Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D44;E44;F44)	 -	 -	 68,37%
#7	G54	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D54;E54;F54)	 -	 -	 70,32%
-	G79	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D79;E79;F79)	 -	 -	 -
-	G78	Su Geçirmez Dış Aydınlatma Armatürü / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D78;E78;F78)	 -	 -	 -

Inputs in Scenario For G81 >90%	Cell	Name	Description	Model!G81 Total project cost Percentile	Model!G81 Total project cost Percentile	Model!G81 Total project cost Percentile
				>75%	<25%	>90%
-	G77	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D77;E77;F77)			
-	G76	120 V SP Kaçak Akım Röleli Sigorta / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D76;E76;F76)			
-	G75	220 V DP Sigorta / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D75;E75;F75)			
-	G74	Telefon / Data Kablosu (4x2x2x24) CAT 5 Tip / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D74;E74;F74)			
-	G73	RJ-45 Çiftli Data Prizi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D73;E73;F73)			
-	G72	RJ-11 Çiftli Telefon Prizi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D72;E72;F72)			
-	G71	3'lü Komütatör Aydınlatma Anahtarı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D71;E71;F71)			
-	G70	Tekli Aydınlatma Anahtarı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D70;E70;F70)			
-	G69	220 V / 110 V Üçlü Priz / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D69;E69;F69)			

Inputs in Scenario For G81 >90%	Cell	Name	Description	Model!G81 Total project cost Percentile	Model!G81 Total project cost Percentile	Model!G81 Total project cost Percentile
				>75%	<25%	>90%
-	G68	NYA Tip 3x4 mm² Kablo Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D68;E68;F68)			
-	G67	Wiremold 4000 Serisi 220 V / 110 V Prizleri / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D67;E67;F67)			
-	G66	Wiremold 4000 Serisi Kablo Kanalı Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D66;E66;F66)			
-	G65	Ø ¾" Galvanizli Çelik Boru Döşenmesi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D65;E65;F65)			
-	G64	Mevcut elektrik Tesisatının Sökülmesi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D64;E64;F64)			
-	G63	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D63;E63;F63)			
-	G62	⅜" ve ½" Besleme Hattı Vanaları / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D62;E62;F62)			
-	G61	½" Bakır Besleme Borusu / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D61;E61;F61)			
-	G60	Ø 50 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D60;E60;F60)			

Inputs in Scenario For G81 >90%	Cell	Name	Description	Model!G81 Total project cost Percentile	Model!G81 Total project cost Percentile	Model!G81 Total project cost Percentile
				>75%	<25%	>90%
-	G59	Ø 100 mm PVC Atık Su Borusu ve Bağlantıları / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D59;E59;F59)			
-	G58	WC Klozet ve Rezervuar Takımı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D58;E58;F58)			
-	G57	Krom Mix Ankastre Lavabo Bataryası / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D57;E57;F57)			
-	G56	Seramik Banyo Lavabosu ve Krom Süzgeç / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D56;E56;F56)			
-	G55	Kurutma Cihazı İçin Havalandırma Kanalı İmalatı ve Montajı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D55;E55;F55)			
-	G53	1,5 mm Paslanmaz Çelik Baca İmalatı ve Montajı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D53;E53;F53)			
-	G52	Santrifüj Egzoz Fanı ve Bağlantılar / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D52;E52;F52)			
-	G51	Çöp Öğütücü / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D51;E51;F51)			
-	G50	Su İçme Buzdolabı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D50;E50;F50)			

Inputs in Scenario For G81 >90%	Cell	Name	Description	Model!G81 Total project cost Percentile	Model!G81 Total project cost Percentile	Model!G81 Total project cost Percentile
				>75%	<25%	>90%
-	G49	3 Gözlü Paslanmaz Çelik Evye / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D49;E49;F49)			
-	G47	Tezgah Üstü Mutfak Mermeri / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D47;E47;F47)			
-	G46	1.5 mm Paslanmaz Çelik Baca Girişi Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D46;E46;F46)			
-	G45	Ahşap Kapıların 1 Kat Astar 3 Kat Yağlı Boya Yapılması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D45;E45;F45)			
-	G42	60 cm x 60 cm Taşyünü Asma Tavan Sistemi / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D42;E42;F42)			
-	G41	20 cm x 15 cm Seramik Duvar Kaplaması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D41;E41;F41)			
-	G40	30 cm x 30 cm Seramik Yer Kaplaması / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D40;E40;F40)			
-	G39	Metal Çerçeve Üzerine Alçıpan Montajı / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D39;E39;F39)			
-	G36	Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D36;E36;F36)			
-	G34	Yıkım, Söküm ve Nakliye / Ortalama Toplam fiyat	RiskPert(D34;E34;F34)			

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Onur ÖZCAN

Doğum Yeri ve Tarihi: Adana - 1979

Adres: Çınarlı Köyü Hekimköy Sit. D:8 01010 Sarıçam / ADANA

Lisans Üniversite: İstanbul Kültür Üniversitesi (2002)