

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

133027

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE RİSK YÖNETİMİ  
ve  
KALİTEYE ETKİSİ



Fatih İNCİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

133027

2003

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

**İNŞAAT SEKTÖRÜNDE RİSK YÖNETİMİ  
ve  
KALİTEYE ETKİSİ**

**Fatih İNCİR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**2003**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE RİSK YÖNETİMİ  
ve  
KALİTEYE ETKİSİ

Fatih İNCİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Bu tez 20/6/2003 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (100) not takdir edilerek  
Oybirliği/Çoğunlukla ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr.Aynur KAZAZ  
(Danışman)

Prof.Dr. Fikret TÜRKER

Doç.Dr. Nilay KESKİN

## ÖZET

### İNŞAAT SEKTÖRÜNDE RİSK YÖNETİMİ ve KALİTEYE ETKİSİ

Fatih İNCİR

Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Aynur KAZAZ

Mayıs 2003, 92 Sayfa

Bu çalışmada, inşaat sektöründe faaliyet gösteren inşaat firmalarının riskler karşısında davranışlarını, eğilimlerini, firmaların risklerden ne şekilde etkilendiklerini ve inşaat sektöründe en sık karşılaşılan riskler belirlenmeye çalışılmıştır. Risk ve belirsizlik değişkenlerinin en yoğun olduğu böyle bir sahada firmaların varlıklarını devam ettirebilmeleri ve yüklendikleri işleri en az zararla tamamlayabilmeleri için nelerin yapılabileceği ve yapılması gerektiği araştırılmıştır.

Çalışma çerçevesinde, inşaat sektöründe en sık karşılaşılan riskler ve önem seviyeleri belirlenip, elde edilen bu veriler örnek bir yapı projesinin süre ve maliyet analizi içerisinde değerlendirilerek, sonuçları istatistiksel ifadelerle açıklanmıştır.

Sonuç olarak; inşaat firmalarının sistematik risk yönetimi anlayışına sahip olmadıkları, hatta risk analizi teknikleri hakkında bilgi sahibi olmadıkları, risk kavramının sadece uygulamada karşılaşılabilecek problemler olarak algılandığı ve bu problemlere karşı ilave süre ve maliyet değerleri ekleyerek teklif dosyaları hazırladıkları ve inşaat sektöründe karşılaşılan risklerin süre, maliyet, verimlilik ve kalite üzerinde önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. Günümüzde inşaat sektörü için uygulanması gerekli olan risk yönetiminin inşaat firmaları tarafından hemen hemen hiç uygulanmadığı, hatta firmaların risk yönetimi konusuna oldukça uzak oldukları ve risk olarak gördükleri problemler karşısında uyguladıkları yaklaşımların bilimsellikten uzak olduğu sonucuna varılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Risk Yönetimi, Risk Analizi, Monte-Carlo Simulasyonu, İnşaat Sektörü, Risk Faktörleri, Üçgen Dağılım, Kalite

**JÜRI:** Yrd.Doç.Dr. Aynur KAZAZ

Prof.Dr. Fikret TÜRKER

Doç.Dr. Nilay KESKİN



## **ABSTRACT**

### **RISK MANAGEMENT IN CONSTRUCTION INDUSTRY and ITS EFFECTS ON QUALITY**

**Fatih İNCİR**

**M.Sc. Thesis, Department of Civil Engineering**

**Adviser: Asst.Prof.Dr. Aynur KAZAZ**

**May 2003, 92 pages**

In this study, it is determined the behavior and attitude of construction firms against risks, what of and how they are affected, and the most common risks faced. At the same time, how firms could act in the case of condense risk and uncertainty, what is necessary for them to do in order to prevail their existence and to complete the enterprises undertaken with minimum losses are examined.

In this context, the most frequently risks met are defined in order of their importance. These data are evaluated for a sample project as time and cost analysis. The results are explained in terms of statistical methods.

As a result, the construction firms, has no systematic risk management concept, even has no knowledge of risk analysis techniques. In addition, they see risk concept only as site problems and their solution to it is to add extra additional time and cost values added in their tenders. Its determined that risks met in construction have important impact on construction cost, time, performance and quality. Therefore it can be concluded that the firms almost do not apply risk management techniques systematically and their attitude in treatment of risks is far away from scientific thought.

**KEY WORDS:** Risk Management, Risk Analysis, Monte-Carlo Simulation, Construction Sector, Risk Factors, Tri-Angular Distribution.

**COMMITTEE:** Asst.Prof.Dr. Aynur KAZAZ

Prof. Dr. Fikret TÜRKER

Assoc.Prof.Dr. Nilay KESKİN



## ÖNSÖZ

Proje süresi ve maliyeti üzerinde önemli rol oynayan risklerin önceden belirlenmesi, planlama aşamasında gerekli kararların alınması açısından önemlidir. Bir projede risklerin ortaya çıkması halinde yarattığı en ciddi etkiler, hedeflenen süre ve maliyet değerlerinden sapmalar, kalite ve işlevsel düzeyden uzaklaşma olarak kendini göstermektedir. Ekonomik, Sosyal ve fiziksel belirsizlik koşulları altında inşaat sektörü gibi kompleks bir alanın sistematik olarak yönetilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Böyle bir gereksinim olmasına rağmen inşaat firmaları tarafından yönetim anlayışının hala geleneksel tarzda olduğu dikkati çekmektedir. Çalışmanın, ülke ekonomisinde büyük bir payı olan inşaat sektöründe risk yönetimi konusundaki eksikliği dolduracağı ve risk yönetiminin sistematik olarak firmalar tarafından uygulanmasının olumlu sonuçlar doğuracağı kanısındayım.

Çalışmamın başlangıcından sonuna kadar ki süreç içerisinde destek ve görüşlerini esirgemeyen danışmanın, Yrd.Doç.Dr. Aynur KAZAZ'a ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen eşime ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

[illegible]

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5.1. Sistematik inşaat risk yönetimi yaklaşımı.....                       | 26 |
| 2.5.1.1. İnşaat risk yönetimi kavramsal modeli.....                         | 26 |
| 2.5.1.2. İnşaat projelerinde risklerin yönetilmesi.....                     | 27 |
| 2.5.1.3. İnşaat risklerinin belirlenmesi.....                               | 28 |
| 2.5.2. İnşaat risk yönetiminin önemi.....                                   | 32 |
| 2.5.3. İnşaat sektöründe risklerin paylaşımı, üstlenilmesi, transferi.....  | 33 |
| 2.5.4. Risk yönetimi açısından sözleşmelerin önemi.....                     | 34 |
| 2.6. İnşaat Sektöründe Projelerin Yönetimi.....                             | 35 |
| 2.6.1. Projelerin planlanması.....                                          | 37 |
| 2.6.2. Proje çevresi.....                                                   | 37 |
| 2.6.3. Proje aşamalarının risk üzerindeki etkileri.....                     | 38 |
| 2.6.4. İnşaat projelerinde kullanılan planlama teknikleri.....              | 39 |
| 2.7. Monte Carlo Simülasyonu.....                                           | 40 |
| 2.7.1. Monte Carlo simülasyonunun özellikleri.....                          | 41 |
| 2.7.2. Monte Carlo simülasyonu formülasyonu.....                            | 43 |
| 2.7.4. Monte Carlo simülasyonunun sağladığı yararlar.....                   | 47 |
| 3. MATERYAL ve METOT.....                                                   | 48 |
| 3.1. Materyal.....                                                          | 48 |
| 3.2. Metot.....                                                             | 48 |
| 3.3. Değerlendirme.....                                                     | 49 |
| 4. BULGULAR.....                                                            | 50 |
| 4.1. Firmaların Uzmanlık Alanları.....                                      | 51 |
| 4.2. İnşaat Sektöründe Planlama Teknikleri Kullanımı.....                   | 51 |
| 4.3. Süre ve Maliyet Planlamalarında İnşaat Sektöründeki Yaklaşımlar.....   | 53 |
| 4.4. İnşaat Projelerinde Karşılaşılan Riskler ve Projeye Olan Etkileri..... | 57 |
| 4.5. İnşaat Sektöründe Teklif Hazırlama Sürecinin İncelenmesi.....          | 60 |
| 4.6. İnşaat Risklerinin Sözleşme Tarafları Arasında Dağılımı.....           | 62 |
| 4.7. Proje Maliyet Kalemlerinde Yaşanan Değişimler.....                     | 63 |
| 4.8. Örnek Proje Maliyet Simülasyonu .....                                  | 65 |
| 4.9. Örnek Proje Süre Simülasyonu.....                                      | 75 |
| 5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....                                                   | 79 |
| 6. KAYNAKLAR.....                                                           | 81 |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 7. EKLER.....                                       | 85 |
| Ek-1: İnşaat Firmalarına Uygulanan Anket Formu..... | 85 |
| Ek-2: Vaziyet Planı.....                            | 89 |
| Ek-3: Cephe ve Kesit Görünüşleri.....               | 90 |
| Ek-4: Örnek Proje İş Programı.....                  | 91 |
| Ek-5: Toplam Yapı Maliyeti Simulasyon Özeti.....    | 92 |

## ÖZGEÇMİŞ



## **SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ**

### **Simgeler:**

|                 |                                                  |
|-----------------|--------------------------------------------------|
| R               | : Risk Derecesi (0~1 Aralığında)                 |
| P               | : Riskin Ortaya Çıkma Olasılığı (0~1 Aralığında) |
| I               | : Risk Etki Derecesi (0~1 Aralığında)            |
| TM              | : Toplam Maliyet                                 |
| SM              | : Sabit Maliyetler                               |
| İM              | : İşçilik Maliyetleri                            |
| MM              | : Malzeme Maliyetleri                            |
| $\alpha, \beta$ | : Beta Dağılımı Şekil Parametreleri              |
| a               | : Minimum Maliyet ve/veya Süre Değişkeni         |
| b               | : Maksimum Maliyet ve/veya Süre Değişkeni        |
| m               | : En Muhtemel Maliyet ve/veya Süre Değişkeni     |
| f               | : Frekans                                        |

### **Kısaltmalar:**

|       |                                                                                                  |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CPM   | : Kritik Yörünge Metodu(Critical Path Method)                                                    |
| PERT  | : Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği<br>(Program Evaluation and Review Technique)   |
| AR-GE | : Araştırma Geliştirme                                                                           |
| SPSS  | : Sosyal bilimlerde İstatistiksel Paket Programı<br>(Statistical Package for The Social Science) |
| ASCE  | : Amerikan İnşaat Mühendisleri Birliği<br>(American Society of Civil Engineers)                  |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Risk yönetim planı.....                                                                        | 12 |
| Şekil 2.2. Karar ağacı analizi.....                                                                       | 20 |
| Şekil 2.3. Maliyet-Risk simülasyonu.....                                                                  | 21 |
| Şekil 2.4. İnşaat risk yönetimi kavramsal modeli.....                                                     | 27 |
| Şekil 2.5. Risk belirleme listesi.....                                                                    | 29 |
| Şekil 2.6. Üçgen dağılıma ait olasılık yoğunluk fonksiyonu.....                                           | 44 |
| Şekil 2.7. Kümülatif dağılım fonksiyonu.....                                                              | 45 |
| Şekil 4.1. Proje yönetimi araçları kullanım oranları.....                                                 | 53 |
| Şekil 4.2. Proje süresinin belirlenmesinde inşaat sektöründe uygulanan yaklaşımlar....                    | 55 |
| Şekil 4.3. Proje yatırım maliyetinin belirlenmesinde inşaat sektöründe uygulanan yaklaşımlar.....         | 56 |
| Şekil 4.4. Süre ve maliyet analizlerinde, riskler karşısında inşaat sektöründe uygulanan yaklaşımlar..... | 57 |
| Şekil 4.5. Teklif aşamasında değerlendirilen kriterler.....                                               | 61 |
| Şekil 4.6. Toprak işleri maliyet simülasyonu sonuçları.....                                               | 67 |
| Şekil 4.7. Alt yapı işleri maliyet simülasyonu sonuçları.....                                             | 68 |
| Şekil 4.8. Kaba işler maliyet simülasyonu sonuçları.....                                                  | 69 |
| Şekil 4.9. İnce işler maliyet simülasyonu sonuçları.....                                                  | 70 |
| Şekil 4.10. Elektrik tesisatı maliyet simülasyonu sonuçları.....                                          | 71 |
| Şekil 4.11. Mekanik tesisat maliyet simülasyonu sonuçları.....                                            | 72 |
| Şekil 4.12. Çevre düzenleme maliyet simülasyonu sonuçları.....                                            | 73 |
| Şekil 4.13. Toplam yapı maliyeti simülasyon sonuçları.....                                                | 74 |
| Şekil 4.14. Proje süre simülasyonu.....                                                                   | 78 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 2.1. Risk yönetimi gelişim süreci.....                                                   | 10 |
| Çizelge 2.2. Risk etkilerinin sıralanması.....                                                   | 17 |
| Çizelge 2.3. Olasılık-Etki matrisi.....                                                          | 17 |
| Çizelge 2.4. Risk görüşmelerinden elde edilen maliyet tahminleri ve sıralanması.....             | 19 |
| Çizelge 2.5.: Projelerdeki başlıca risk kaynakları.....                                          | 31 |
| Çizelge 2.6. İnşaat projelerinde risklerin tipik olarak paylaşımı/dağılımı.....                  | 34 |
| Çizelge 2.7. Olasılık dağılımları karşılaştırması.....                                           | 46 |
| Çizelge 4.1. Şirketlerin faaliyet süresine göre uzmanlık alanları.....                           | 51 |
| Çizelge 4.2. Planlama teknikleri kullanımının şirket deneyimine göre dağılımı.....               | 52 |
| Çizelge 4.3. Şirketlerin, planlama ve kontrol işlerini yürütme yapısı.....                       | 52 |
| Çizelge 4.4. Proje planlaması kriterleri önem seviyeleri.....                                    | 54 |
| Çizelge 4.5. Risk faktörlerinin önem dereceleri.....                                             | 59 |
| Çizelge 4.6. Tamamlanmış inşaat projelerinin sonuçları.....                                      | 60 |
| Çizelge 4.7. Sözleşmelerde risklerin taraflara dağılımı ve Türkiye-ASCE karşılaştırması<br>..... | 63 |
| Çizelge 4.8. Maliyet kalemlerinde yaşanan değişim oranları.....                                  | 65 |
| Çizelge 4.9. Tahmin edilen ana maliyet kalemleri.....                                            | 66 |
| Çizelge 4.10. İş gücü verimlilik tablosu.....                                                    | 76 |

## 1. GİRİŞ

İnşaat sektörü gibi dinamik ve değişimlerin kısa sürede hissedildiği bir sektörde, inşaat firmalarının varlıklarını devam ettirebilmeleri için bu değişimlere adapte olabilmeleri, diğer inşaat firmaları ile rekabet edebilecek seviyede kalmaları gerekmektedir. Günümüzdeki inşaat sektöründeki rekabet, ister istemez inşaat süresinin, inşaat maliyeti ve kalite faktörlerinin dikkate alınarak, minimuma çekilmesini gerektirmektedir. İnşaat sektöründeki süre faktörü, özellikle Türkiye gibi ekonomik dengelerin hızlı değiştiği pek çok ülkede inşaat maliyetlerini önemli derecede etkilemektedir. İnşaat firmalarının değişimlere karşı dayanabilmeleri ise kendi içerisinde yönetim sisteminin sağlam bir şekilde yapılanması ile mümkündür.

İnşaat projelerinin planlanmasında ve ilgili kararların alınmasında çok sayıda değişken rol oynamaktadır. Örneğin, doğadaki olayları temsil eden fiziksel değişkenler, kullanılan teknolojiler, yapının bünyesine giren malzemelerin kalitesi, ekonomik, sosyal ve kültürel faktörler gibi bir çok değişken bulunmaktadır. Bir projenin geleceğe yönelik olarak değerlendirilmesi ve planlamasının yapılmasında bir çok belirsizlik bulunmaktadır.

İnşaat projelerinin yapısında pek çok risk faktörü bulunmasına rağmen, genellikle risklerin bilinçli olarak değerlendirilmemesi sonucunda; hedeflenen süre, maliyet ve kalite unsurlarında sapmalarla karşılaşmaktadır. Sözleşmelerle taahhüt edilmiş koşulların gerçekleştirilememesi sonucunda uyuşmazlıklar ortaya çıkmakta, bu uyuşmazlıkların ortadan kaldırılması ise ülkemiz hukuk sisteminin yavaş ilerleyişinden dolayı yıllarca sürmektedir.

Risk yönetimi; geleceğe yönelik tahminlerin yürütülmesinde risklerin sistematik olarak ele alındığı bir proje yönetim tekniğidir. İnşaat projelerinde ise risk yönetimi, proje tipine, büyüklüğüne, saha koşullarına, ekonomik ve sosyal faktörlere ve sözleşme koşullarına bağlı olarak risklerin sistematik olarak değerlendirildiği bir yaklaşımdır.

İnşaat sektörü, dinamik, bir çok farklı disiplini bünyesinde barındıran, sürekli değişim içerisinde bulunan çevresel koşullar ve belirsiz politik ve ekonomik bir ortam içerisinde bulunmasından dolayı risk yönetim uygulamalarının en gerekli olduğu sektörlerin başında bulunmaktadır. Risk yönetim sistemi bir projenin başlangıç aşamasında projeye ait risklerin tanımlanması ile başlamakta, belirlenen risklerin etkileri risk analizi teknikleri ile belirlenerek, gerekli önlemlerin alındığı karar verme aşaması ile sürekli bir kontrol altında projenin sonuna kadar uygulanmaktadır. Projelerde risk yönetimi uygulanırken risklerin, projeyi maliyet, süre ve kalite açısından en az etkileyecek şekilde taraflar arasında paylaştırılması, sonuçları hesaplanamayan riskler karşısında ise senaryolar üretilerek gerekli stratejik kararların alınması gerekmektedir.

Ülkemiz inşaat sektöründe genel olarak uygulanan yaklaşım, risk yönetimi kavramının bilinmemesinden dolayı, ortaya çıkabilecek problemler karşısında proje maliyetinin ve süresinin deneyimli yöneticiler tarafından belirlenen oranlarda artırılması veya risklerin tamamının göz ardı edilmesi şeklinde olmaktadır. Birinci yaklaşımda, proje sonuçlarına yapay olarak müdahale edilmekte, ikinci yaklaşımda ise risklerin göz ardı edilmesinden dolayı gerçekçi olmayan süre ve maliyet tahminlerinde bulunulmakta ve projeler başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Ülkemizde, bir çok proje başarısızlıkla sonuçlanmasına rağmen, risk yönetim sistemi uygulanmamakta ve risklere karşı yetersiz yöntemlerle mücadele edilmektedir.

### **1.1. İnşaat Sektöründe Risk Yönetiminin Önemi**

Bir projede başarıdan söz edebilmek için projenin zamanında, belirlenen bütçe dahilinde gerçekleştirilmesi ve istenilen nitelikleri taşıması gerekmektedir. İnşaat projelerini oluşturan faaliyetler zincirinin herhangi bir halkasının bir takım faktörlerden etkilenmesi, projenin tamamlanma zamanını etkilemektedir. Bilindiği gibi bir projenin belirli bir başlangıç ve bitiş noktası bulunmaktadır. Proje uygulama süresinin kısaltılması veya uzatılması proje toplam maliyetini arttırmaktadır. Bugüne kadar tamamlanan projelerin sonuçları incelendiğinde, genelde projelerin belirlenen sürelerde tamamlanamadığı gözlemlenmektedir. Tahmin edilen proje süresi ile gerçekleşen proje

süresinde meydana gelen farklılıklar sözleşme tiplerine bağlı olarak işvereni veya yükleniciyi olumsuz şekilde etkilemektedir.

Risk yönetimi; risk faktörlerinin belirlenerek proje üzerindeki etkilerinin saptanması ve böylelikle karar vericilerin riskler konusunda bilinçlenerek risklere karşı stratejilerin geliştirilmesine yönelik sistematik bir yaklaşımdır. Risk yönetimi gelecekle ilgili tahminde bulunma esasına dayanmaktadır. Bir çok inşaat firması teklif aşamasında risk faktörlerini değerlendirmemekte veya kısmen değerlendirmektedir. Yüklenici inşaat firmaları risk faktörlerinin önemini, her bir faktörün proje sonucunu ne derece etkileyeceğini bilmediklerinden süre ve maliyet bakımından olumsuz durumlarla karşılaşmaktadırlar.

Risk unsuru projenin tüm faaliyetlerinde bulunabilir. Uygulama aşamasında gecikmelere neden olabilecek etmenler önceden değerlendirilip önlemler alınmalıdır. Bu da risk yönetiminin kapsamına girmektedir. Risk yönetimi, inşaat işlerinde ortaya çıkabilecek riskleri kontrol etmeye, analiz etmeye, belirlemeye ve karar vericilere anlaşılabilir bilgiler vermede yardımcı olmaktadır.

İnşaat sektöründe faaliyet gösteren işletmeler süre ve maliyet planlamalarında yanılırlara düşmektedirler. Dolayısıyla iş, planlanan süreden ve maliyetten sapmalarla sonuçlanmaktadır. Planlanan sürelerde ve maliyetlerde oluşan sapmalar, büyük değerler aldığı zaman inşaat sektöründe faaliyet gösteren işletmeleri büyük tehlikelere sokmaktadır. Belirsizliklerin ve risklerin en etkili olduğu bu sektörde faaliyet gösteren işletmelerin zarar etmemek için faaliyet sürelerini, kaynaklarını ve maliyetlerini belirlerken iyi tahmin etmeleri gerekmektedir. Bu sebeplerden dolayı inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmaların risk yönetimi sistemini ve diğer proje yönetim sistemlerini uygulaması gerekmektedir.

## **1.2. Çalışmanın Amacı ve İzlenen Yol**

Risk yönetimi; risk faktörlerinin belirlenerek proje üzerindeki etkilerinin saptanması ve böylelikle karar vericilerin riskler konusunda bilinçlenerek risklere karşı stratejilerin geliştirilmesine yönelik sistematik bir yaklaşımdır. Risk yönetimi gelecekle

ilgili tahminde bulunma esasına dayanmaktadır. Bir çok inşaat firması teklif aşamasında risk faktörlerini değerlendirmemekte veya kısmen değerlendirmektedir. Yüklenici inşaat firmaları risk faktörlerinin önemini, her bir faktörün proje sonucunu ne derece etkileyeceğini bilmediklerinden süre ve maliyet bakımından olumsuz durumlarla karşılaşmaktadırlar.

İnşaat projeleri, proje tipine, büyüklüğüne, karmaşıklığına, kullanılan teknolojiye ve uygulandığı ortama bağlı olarak bir çok risk faktörü içerdiğinden; risk yönetiminin öncelikli uygulanması gereken sektörlerin başında inşaat sektörü gelmektedir. Ayrıca inşaat sektörü kendine özgü risklerden etkilendiği kadar ekonomik ve politik değişimlerden de etkilenmektedir. Günümüzde artan rekabet, projelerin tespit edilenden daha kısa sürede ve kaynakların etkin kullanımıyla gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Tüm bunların gerçekleştirilebilmesi ise kalite, maliyet ve süre faktörlerinin proje riskleri ile birlikte değerlendirilmesiyle mümkün olmaktadır.

İnşaat sektöründeki riskler bilinmesine rağmen bunların proje üzerindeki etkilerini sayısal olarak belirlemeye, riskleri sistematik olarak değerlendirmeye ve bunların ortaya çıkması halinde stratejiler geliştirmeye yönelik çok az çalışma bulunmaktadır (Birgönül ve Özdoğan 1997). Yapılaşmanın hızlı olduğu Antalya’da bir çok inşaat firması faaliyet göstermektedir. Toplu konut yapılanmasındaki artış ve bir çok konutun tamamlanamayıp yıllarca beklemesi dikkat çekici bir durum olarak ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda Antalya inşaat firmaları ile yapılan görüşmeler ile inşaatların durmasına, gecikmesine ve uyuşmazlığa neden olan faktörlerin belirlenmesi amaçlanmış, bu faktörler altında örnek bir yapı projesi ele alınıp risk analizi tekniklerinden Monte Carlo simülasyonu uygulanmıştır.

## **2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI**

Bu bölümde risk, belirsizlik, risk yönetim sistemi, inşaat sektöründe karşılaşılan riskler ve risk analizi tekniklerinden Monte Carlo simülasyonu ile ilgili bilgiler verilecektir.

### **2.1. Risk ve Belirsizlik**

#### **2.1.1. Literatürde risk ve belirsizlik tanımları**

Risk ve belirsizlik kavramları ile ilgili literatürde çok sayıda açıklama bulunmaktadır. Risk ve belirsizlik kavramlarını da aynı anlamda kullanıldığı görülmektedir. Ancak aşağıdaki tanımlamalardan da anlaşılacağı gibi iki kavram arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır.

Genel olarak risk sözcüğü, gerçekte oluşan büyüklüklerin beklenenden(ortalamadan) sapması olarak tanımlanmaktadır. Belirsizlik ise bu sapmanın, gelecekte oluşabilecek olayların tahminindeki yetersizlikten, eksik bilgi ve veriden, gerekli tüm faktörlerin değerlendirilmemesinden kaynaklanan durum olarak tanımlanmaktadır. Mühendislik projeleri açısından ise risk, rasgelelik içeren herhangi bir karar değişkenine ait proje değerinin aşılma (veya aşılmama ) olasılığı olarak tanımlanmaktadır (Öziş vd 1993).

Uygulamada risk ve belirsizlik için farklı tanımlara rastlamak mümkündür. Bu tanımların pek çoğunda risk terimi, ölçülebilir (olasılık dağılımı belirlenebilir) değişkenler için, belirsizlik de olasılık dağılımlarıyla ifade edilemeyen durumlar için kullanılmaktadır (Öziş vd 1993).

Risk yönetimi, proje yönetimi içerisinde karar vermenin özel bir şeklidir. Risk ve belirsizlik terimleri iki şekilde kullanılmaktadır. Risk kelimesi, Fransızca bir kelime olan “risqué” kelimesinden ortaya çıkmış ve İngiltere’de 1830’larda sigorta sektöründe kullanılmaya başlanmıştır.

Belirsizlik, olasılık dağılımı bilinmeyen bazı olayların oluşma şansı olarak dikkate alınmaktadır. Belirsizlik kelimesi, çok az bilgi sahibi olunan olaylarla ilgilidir. Risk ve belirsizlik arasındaki en önemli fark, riskin istatistiksel olasılık temeline dayalı olarak, tahmin edilebilir olmasıdır. Ancak belirsizlikte ise olayla ilgili çok az bilgi vardır veya hiçbir veri bulunmamaktadır. Bir çok durumda proje riskleri, benzer projelerle çalışılıyor ise, kazanılmış deneyimlerden elde edilmektedir (Smith 1999).

Smith (1999) tarafından risk, belirlenmiş olan belli bir olasılığa sahip sonuçlar olarak tanımlanmıştır. Eğer olasılıklar belirlenemeyen bir şekilde ortaya çıkıyorsa, belirsizlik kavramından söz edilmektedir. Hayes vd (1986) tarafından risk ise, inşaat projelerinde ortaya çıkan ekonomik kayıp ve/veya kazanç büyüklüğü olarak tanımlanmışlardır. Kartam ve Kartam (2001) tarafından risk, yapılan yatırımın kazanç yapısında görülen bazı belirsiz, öngörülemeyen ve hatta istenilmeyen olayların oluşma olasılığı olarak tanımlanmıştır. Jaafari (2001) tarafından risk, kayıp ve/veya kazancın ortaya çıkması veya kayıp ve/veya kazancın oluşma olasılığı ile bağımlı büyüklüğün çarpımı olarak tanımlanmıştır.

Williams'a (1996) göre risk kavramı iki ana kritere ayrılmaktadır;

- a- Olasılık, maliyet artışı gibi istenilmeyen olayların ortaya çıkma durumu,
- b- Etki, önem seviyesi ve istenilmeyen olaylar olduğu takdirde diğer faaliyetler üzerindeki etkinin büyüklüğü şeklindedir.

Matematiksel tanımı yapıldığı takdirde, risk aşağıdaki formül ile tanımlanmaktadır (Williams 1996).

$$R=P \times I \quad (2.1)$$

R: Risk derecesi (0~1 aralığında)

P: Riskin ortaya çıkma olasılığı (0~1 aralığında)

I: Risk etki derecesi (0~1 aralığında)

İngiltere Savunma Bakanlığı riski, ortaya çıkan olayların olasılığı ve sonucu olarak tanımlamaktadır. Turner'a (1992) göre risk "oluşma ihtimaline bağlı risk faktörlerinin etkisi ve oluştuğu taktirde sonucu" olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıda belirtilen tanımlamalardan da görüldüğü gibi, bir çok araştırmacı tarafından risk ve belirsizlik kavramları farklı şekillerde yorumlanmıştır. Bu ayrım genellikle riskin ölçülebilir niteliklere sahip olduğunu, belirsizliğin ise böyle bir özelliğe sahip olmadığı yönündedir.

### **2.1.2. Risklerin ölçülmesi**

Risk, bazı faktörlere bağlı olarak gelişen kötü olayların oluşma şansı olarak tanımlanmaktadır. Risk etkisi ise istenilmeyen olayların olasılığı, istenilmeyen sonuçları ve kayıplar/zararlar olarak ölçülebilmektedir. Hayes vd'lerine (1986) göre; projenin boyutu ne olursa olsun risk tüm inşaat işlerinin bir parçasıdır. Projede önemli derecede riskler ortaya çıktığı zaman etkiler zarar verici nitelikte olabilir. Bazı sıra dışı durumlarda ise, süre ve maliyet artışları, zarar ortaya çıkarması gerekirken, tersine proje kazanç sağlayıcı bir duruma geçebilmektedir.

Hayes vd'lerinin (1986) araştırmaları, maliyet ve süre hedeflerinin öngörüleemeyen olaylardan dolayı başarılamadığını göstermektedir. Proje uygulama aşamasında ileride ortaya çıkacak olaylar kesin olarak bilinmemektedir. Sonuçlar her zaman beklenildiği gibi olmayabilir. Maliyetler tahmin edilenden daha az, hava koşulları olumlu olabilmekte ve kazançlar/gelirler tahmin edileni aşabilmektedir. Bu nedenle bazen riskler tahmin edilen sonuçlardan farklı olarak zararın tersine yararlı sonuçlar da doğurabilir. Bir projeden kazanç sağlamak için müşteriler adına risklerin yönetilmesinde inşaat yöneticisi önemli bir role sahiptir.

Kötü bir olayın olasılığı, ortaya çıkma ihtimalleri genellikle sayısal terimlerle açıklanır (Godfrey 1996). Kötü olayların sonucu bazen zarar olarak adlandırılır. Ancak maliyete ilişkin zararlar parasal terimlerle açıklanmakta, önemli gecikme olaylarında gecikilen gün olarak tanımlanmaktadır.

Godfrey (1996), Hayes vd (1986) tarafından yapılan çalışmalarda yeni bir projenin başlangıcında karşılaşılan belirsizlik dereceleri belirlenmiştir. Bir projenin başlangıç aşamasında alınan kararların, projenin son maliyeti ve süresi üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Büyük yatırım projelerinde değişikliklerle karşılaşmak kaçınılmaz bir durumdur. Bu durumun ortaya çıkmasında ise, projenin daha başlangıç aşamasında, gerçek maliyetin altında bir tahmine sebep olmaktadır.

## **2.2. Risk Yönetimi**

### **2.2.1. Risk yönetimi nedir?**

Risk yönetimi, olası proje risklerini tanımlamayı, risklerin analizler yardımıyla nitel ve nicel sonuçlarını belirlemeyi ve bu risklere karşı tepki stratejileri geliştirmeyi hedefleyen sistematik bir yaklaşımdır. Bu yönetim sistemi, proje amaçlarına aykırı olan olayların sonucunu ve olasılıklarını azaltmayı, olumlu olayların etkilerini ve olasılıklarını arttırmayı amaçlamaktadır.

Risk yönetimi, potansiyel risklerin analiz edilmesini ve belirlenmesini sağlamak ve bu risklerin etkilerine karşı uygun stratejik planların geliştirilmesini sağlayan bir sistemdir. Genellikle stratejik planlar; risklerin kabul edilmesi, etkilerinin azaltılması, risklerin transfer edilmesi ve risklerin önlenmesi gibi stratejilerden oluşmaktadır (Anonymous 1999).

### **2.2.2. Risk yönetiminin tarihsel gelişimi**

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

Sistematik risk yönetimi tarihi çok kısa bir süreç ve dar bir faaliyet sahası içerisinde bulunmaktadır. Risk yönetimi II. Dünya savaşı zamanlarında ortaya çıkan bir olgudur. 1960'lara kadar oldukça sınırlı bir faaliyet sahası içerisinde kullanılmıştır. 1950'lerin ortalarına kadar risk yönetimi ile ilgili bilimsel çalışmalar bulunmamaktadır (Williams vd 1995).

#### **2.2.2.1. 1970 öncesi**

Modern risk yönetimi konusunda akademik ve profesyonel çalışmalar 1955-1964 yılları arasında ortaya çıkmıştır. Özellikle sigorta endüstrisi risk yönetimi konusunda bu yıllarda ön plandadır. 1950'li yılların sonlarında risk yöneticisi kavramı ortaya çıkmıştır. Sigortacılık işlemlerinin geniş bir kullanım alanı bulunmasına rağmen bir çok organizasyon, risk etkilerinin kontrol altında tutan iç faaliyetler gibi düzenlemelerle sigorta işlemlerine olan bağımlılıklarını azaltmışlardır. Çünkü bir çok risk yöneticisi bazı risklerin sigortalanamayacağını ve sigortanın organizasyon ihtiyaçlarına cevap veremeyeceğini keşfetmişlerdir. Bir çok büyük organizasyon, sigortacılar gibi kayıp büyüklüğünü kendi bünyesinde hesaplamayı öğrenmiş sigortacılarla olan bağımlılıklarını azaltmışlardır. Bir çok organizasyonda özellikle değişim gösteren problemlere etkili yanıt verebilmek için kayıp önleyici faaliyetler geliştirilmiştir (Williams vd 1995).

#### **2.2.2.2. 1970 sonrası**

1970 ve 1980 yılları arasında risk yönetimi kavramının geniş bir kullanım alanı bulunmakta ve risk yönetimi sistematik olarak değerlendirilmektedir. Bu yıllar arasında risk finanslama faaliyetleri, bireysel sigorta planları, sigorta şirketleri, risk üstlenme grupları, sigorta planları ortaya çıkmıştır. 1980'li yıllarda ilk olarak süre ve maliyet analizleri gerçekleştirilmiştir, etki diyagramları, risk kontrol listeleri, anketler ve riske karşı koyma planları yaygın bir şekilde uygulanmaya başlamıştır ve risklerin taraflar arasında paylaşımı sözleşmelerle düzenlenmeye başlamıştır (Artto ve Hawk 1999). 1990'larda risk yönetimi uygulamaları gelişmeye devam etmiş, takım çalışmaları, koordinasyon, bilgi temelli sistemler üzerinde çalışmalar ön plana çıkmıştır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Risk yönetimi gelişim süreci (Artto ve Hawk 1999)

| Yıllar | Proje Yönetimi Uygulamaları                                                        | Risk yönetimi Uygulamaları                                                                           |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1950   | Yönetim, Planlama                                                                  | Şebeke Modelleri                                                                                     |
| 1960   | Programlama,<br>Proje Yönetim Sistemleri                                           | PERT Metodu<br>Olasılıklı Şebeke Modelleri                                                           |
| 1970   | Organizasyon, Liderlik,<br>Takım                                                   | Olasılık Modelleri, Karar Ağacı,<br>Olasılıklar                                                      |
| 1980   | Modelleme<br>ve<br>Bilgisayar Uygulamaları, Kalite                                 | Olasılık Yazılımları, Kontrol<br>Listeleri, Tepki Listeleri, Etki<br>Diyagramları, Sözleşme Yönetimi |
| 1990   | Yöntemler,<br>Bilgi ve İletişim Teknolojileri,<br>Şebeke                           | Takım Çalışması, İletişim,<br>Organizasyonel Öğrenme, Risk<br>Yönetimi Süreci                        |
| 2000   | İşbirliği Modelleri, Organizasyonlar,<br>Yaratıcılık, Öğrenme,<br>Proje Şirketleri | Organizasyonel Bilgi Temelli Risk<br>Yönetim Sistemi, Yaratıcılık,<br>İşbirliği, Tepki Planları,     |

### 2.3. Proje Risk Yönetimi

Risk yönetimi, olası proje risklerini tanımlamayı, risklerin analizler yardımıyla nitel ve nicel sonuçlarını belirlemeyi ve bu risklere karşı tepki stratejileri geliştirmeyi hedefleyen sistematik bir yaklaşımdır. Bu yönetim sistemi, proje amaçlarına aykırı olan olayların sonucunu ve olasılıklarını azaltmayı, olumlu olayların etkilerini ve olasılıklarını arttırmayı amaçlamaktadır. Proje risk yönetiminin aşamaları sırasıyla şu şekildedir (Anonymous 1996).

- 1. Risk yönetim planı:** Proje için risk yönetimi faaliyetlerinin nasıl planlanacağına ve hangi yaklaşımların kullanılacağına karar verilmesi
- 2. Risklerin belirlenmesi:** Projeyi etkileyebilecek risklerin belirlenmesi ve belgelenmesi

3. **Nitel risk analizi:** Proje amaçları üzerinde öncelik sırasına göre risk etkilerinin nitel analizler yardımıyla belirlenmesi
4. **Nicel risk analizi:** Proje amaçları üzerinde risk etkilerinin tahmin edilmesi ve olasılıklarının sayısal olarak belirlenmesi
5. **Riske karşı tepki koyma:** Proje amaçlarında tehditleri azaltıcı, fırsatları arttırıcı tekniklerin ve yöntemlerin geliştirilmesi
6. **Risklerin gözlemlenmesi ve kontrolü:** Proje uygulama boyunca kalıcı risklerin gözlemlenmesi , ortaya çıkan yeni risklerin belirlenmesi , risk azaltma planlarının uygulanması ve bu risklerin etkilerinin değerlendirilmesi

Bu yöntemler, birbirleri ile ve bilgi alanlarındaki yöntemlerle etkileşim içerisindeyler. Her bir yöntemin bir projede en az bir defa bulunması gereklidir. Bu yöntemler iyi tanımlanmış , farklı elemanlar olsa bile , uygulamada birbirleri ile çakışmakta ve problemlere sebep olmaktadır.

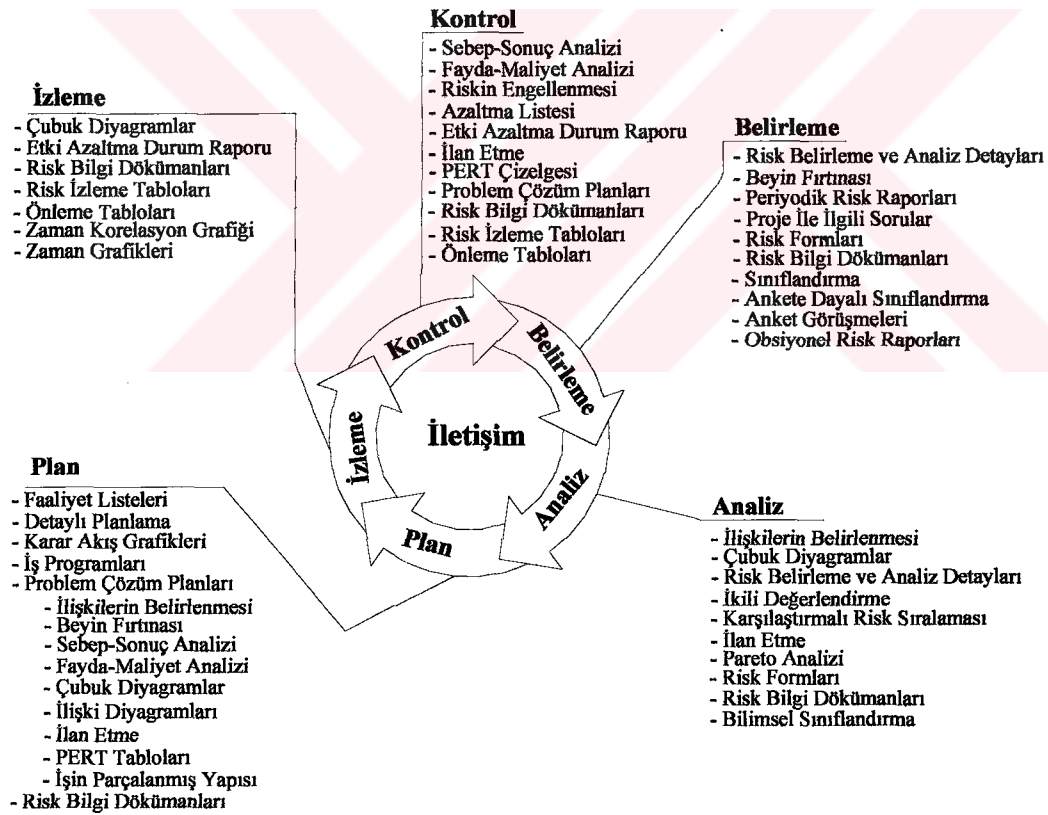
Proje riskleri , projenin uygulanmaya başlaması aşamasında ortaya çıkan belirli ve belirsiz olaylar karşısında projenin amaçlarına olumlu veya olumsuz etkiler yapmaktadırlar (Anonymous 1996). Projenin planlanandan daha uzun olması ve faaliyetler için gerekli olan personel sayısının yetersiz olması risk faktörlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu gibi belirsiz olayların herhangi birinin ortaya çıkması, proje maliyetine , programın süresine ve kalitesine etki edebilir. Proje riskleri, karar verme yetersizliğinden veya projenin kalifiye personel eksikliğinden proje çevresel durumu veya uygulamalarından ortaya çıkmaktadır.

Risklerin etkisi her zaman hasar/kayıp olarak değil, kazanç ile de sonuçlanabilir. Bir projede başarıdan söz edebilmek için proje uygulama süreci boyunca risk yönetim sisteminin uygulanması gerekmektedir. Proje başarının bir ölçüsü de proje riskleri ve karakteristikleri üzerinde kalitenin yüksek ve verilerin doğru bir şekilde toplanması ile mümkündür (Mills 2001).

### 2.3.1. Risk yönetim planı

Risk yönetim planı, projenin risk yönetim faaliyetlerinin nasıl planlanacağına ve hangi yaklaşımların yapılacağına karar verme yöntemidir. Organizasyonda projenin önemini ve riskleri içeren risk yönetim sistemi planlarının hazırlanması önemli bir husustur (Anonymous 1999).

Risk yönetim planı, proje planlarını oluşturan elemanlar kümesidir ve projeler başlamadan önce hazırlanmaktadır. Şekil 2.1'deki risk yönetim planları, risk yönetiminde bulunan sorumlulukların, faaliyetlerin, işlemlerin nasıl yönetileceğini göstermektedir. (Dorofee vd 1996).



Şekil 2.1. Risk yönetim planı (Dorofee vd 1996)

Planlama toplantıları, mevcut projeye geçici risk yönetimi planlarının adapte edilmesi için düzenlenmektedir. Katılımcılar, faaliyetlerin uygulanması ve risk planlarının uygulanmasından sorumlu birkaç kişiden, proje ekibi liderlerinden, proje yöneticilerinden ve hissedarlardan oluşmaktadır (Anonymous 1996).

Projenin uygulanma süresinde, risklerin nasıl belirleneceği, değerlendirileceği, ölçümleneceği, planlama sorumlulukları, gözlemlene ve kontrolün nasıl sağlanacağı risk yönetim planları aracılığıyla belirlenmektedir (Şekil 2.1).

### **2.3.2. Risklerin belirlenmesi**

Risk belirleme aşaması, projeyi etkileyebilecek olan risklerin belirlenmesi ve bu risklerin karakteristiklerinin belgelenmesi işlemlerinden oluşmaktadır. Risk belirleme işlemleri aşağıdaki, projeye ait kararların alınmasında etkili olan, gruplar tarafından gerçekleştirilmektedir (Anonymous 1996).

- Proje ekibi
- Risk yönetim ekibi
- Şirket içinde konu ile ilgili uzmanlar
- Müştericiler
- Son kullanıcılar
- Diğer proje yöneticileri
- Hissedarlar
- Şirket dışı uzmanlar

#### **2.3.2.1 Risk kategorileri**

Risk kategorileri, projeyi iyi veya kötü bir şekilde etkileyebilecek tüm olası risklerin tanımlanması ve düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Risk kategorileri dört başlık altında toplanmıştır (Anonymous 1999).

- 1- Teknik, kalite ve performans riskleri: Endüstriyel standartlardaki teknolojik değişim, karmaşık teknolojiler, gerçekçi olmayan yaklaşımlar.
- 2- Proje yönetim riskleri: Kaynakların ve sürelerin iyi ayarlanması, proje planlarının yetersizliği, proje yönetimi kurallarının uygulanmaması, gerçekçi olmayan kusurlu tahminler, müteahhitlerle ve tedarikçilerle yaşanan riskler.
- 3- Organizasyon riskleri: Maliyet, zaman, tutarsız faaliyet amaçları, finansman problemleri, Yetersiz fonlar, organizasyonun diğer projelerinden dolayı kaynakların çakışması.
- 4- Dış riskler: Çevresel düzenlemeler, yasal değişimler, Pazar dalgalanmaları, işgücü sorunları, işveren kaynaklı sorunlar, ülke riskleri, hava koşulları, fiziksel riskler, doğal afetler, denetim eksikliği ile ortaya çıkan sorunlar.

#### **2.3.2.2. Risklerin belirlenmesinde kullanılan araçlar ve teknikler**

- 1- Belgelerin değerlendirilmesi: Bu aşama genellikle tamamlanmış projeler ait verilerin değerlendirilmesi ve geçmişte yapılmış olan varsayımların değerlendirilmesi işlemlerinden oluşmaktadır.
- 2- Veri toplama tekniği: Risklerin tanımlanmasında ve verilerin toplanmasında Beyin fırtınası, Delphi tekniği ve görüşmeler gibi teknikler kullanılmaktadır.

Beyin fırtınası, en sık kullanılan risk belirleme tekniğidir. Beyin fırtınası toplantıları, uzmanların bir araya gelmesi ile organize edilmektedir. Beyin fırtınası toplantılarında, katılımcılar proje riskleri ile ilgili farklı fikirler üretmektedir (Anonymous 1996).

Delphi tekniği, proje riskleri gibi karmaşık konularda uzmanların fikir birliğine ulaşması için kullanılan bir yöntemdir. Proje riskleri uzmanlar tarafından belirlenmekte ancak risklerin kim tarafından ortaya atıldığı bilinmeden riskler toplanmaktadır. Uzmanlar hiçbir şekilde bir araya gelmemektedir. Projeye ait riskler koordinatör tarafından fikir toplamak amacı ile anket haline getirilip,

uzmanlar tarafından değerlendirilmek üzere dağıtılırlar. Belirli bir çevrimden sonra fikir birliğine ulaşılır. Delphi tekniği kişilerin birbirlerinden etkilenmelerini, önyargıyı ortadan kaldırmaya yardımcı olmaktadır (Anonymous 1996).

Riskler, konuyla ilgili uzmanlara veya deneyimli proje yöneticileri ile yapılan görüşmelerle belirlenebilir. Risklerin belirlenmesinden sorumlu kişiler, konuyla ilgili uzman kişileri belirleyip konu ile ilgili bilgiler verip, risklere ait veriler toplamaktadırlar.

- 3- Varsayım analizi: Her bir proje, varsayımlara, senaryolara ve hipotezlere dayanarak geliştirilip, tasarlanmaktadır. Varsayım analizi, varsayımların doğruluğunun kanıtlamak için kullanılan bir tekniktir. Kusurlu, yanlış ve eksik varsayımlardan ortaya çıkan proje riskleri bu analiz ile belirlenmektedir (Anonymous 1996).
- 4- Diyagram tekniği: Risklerin sebeplerinin ve sonuçlarının belirlenmesinde sebep-sonuç diyagramları, sistem veya yöntem akış grafikleri, etki diyagramları kullanılmaktadır. Sebep sonuç ilişkileri grafikler ile gösterilmektedir.

### **2.3.3. Nitel risk analizi ve kullanılan teknikler**

Nitel risk analizi, belirlenmiş risklerin gözleme dayalı olarak değerlendirilmesini içeren bir analiz işlemidir. Bu işlemin amacı, proje hedefi üzerinde potansiyel etkilere göre risklerin derecelendirilmesidir. Nitel risk analizi, özel risklerin önemini belirleyen bir yöntemdir ve risklere karşı tepkilerin ölçülmesini sağlamaktadır (Anonymous 1996).

1. Risk olasılığı ve etkisi: Risk yönetiminde olasılıklar çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük gibi nitel terimlerle tanımlanmaktadır. Risk olasılığı, risklerin ortaya çıkma ihtimali olarak tanımlanmaktadır. Risk etkisi, riskler ortaya çıktığı takdirde proje hedeflerinde oluşan değişim olarak tanımlanmaktadır. Olasılık ve etki boyutları projeye ait tüm risklerde değil sadece özel risklerde uygulanmaktadır (Anonymous 1996).

2. Matris şeklinde sıralanan risklerin olasılığı ve etkisi: Matrisler, risklerin olasılık ve etki derecelerini birleştirerek, düşük, orta ve yüksek olarak risklerin sıralanması ile kurulmaktadır. Yüksek olasılıklı ve etkili riskler, nicel veya karşı koyucu risk yönetimi gibi ileri risk analizi tekniklerini gerektirmektedir (Anonymous 1996).

Risklerin sıralanması, her bir risk ve koşul için risklerin derecelendirilmesi ve matrislerin oluşturulması ile mümkün olmaktadır. Risklerin olasılık değerleri 0 ve 1 aralığında bulunmaktadır. Geçmişe ait veriler olmadan risk olasılıklarının değerlendirilmesi, matris işlemlerinin doğruluk derecesini azaltmaktadır. (Anonymous 1999).

Riskin etki derecesi, proje hedefinde riskin gerçekleşme ihtimalini göstermektedir. Etki derecesi, ya sıra şeklinde ya da asıl şekilde gösterilmektedir. Sıra dereceleri, basit bir şekilde sıra düzeninde olup; çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek gibi nitel terimlerle gösterilmektedir. Asıl dereceler ise 0,1/0,3/0,5/0,7/0,9 gibi lineer olarak sıralanabildiği gibi 0,05/0,1/0,2/0,4/0,8 gibi organizasyon tarafından yüksek risklerden kaçınmak amacı ile non-lineer olarak belirlenmektedir. Bu iki yaklaşımın kullanılmasındaki amaç; risklerin ortaya çıkması halinde proje hedefleri üzerinde risklerin göreceli olarak etkilerini ortaya koymaktır. Çizelge 2.2’de risk etkilerinin hem sıralı hem de asıl derece olarak kullanımı görülmektedir. Bu ölçeklerin proje başlamadan önce organizasyon tarafından belirlenmiş olması gerekmektedir. Çizelge 2.3’de risklerin düşük, orta ve yüksek dereceli olup olmadığı olasılık-etki matrisine göre değerlendirilmektedir. Bu matriste derecesi düşük olan riskler açık renkli bölgelerde, etki derecesi yüksek olan riskler ise koyu renkli bölgelerde bulunmaktadır. Her iki yaklaşım uygulanabilmesi için, organizasyonlar tarafından, olasılık-etki matrisi ile risklerin yüksek, orta, düşük risk sınıflarının belirlemesi gerekmektedir. Risklerin derecesi, risklerin hangi kategoriye girmesi gerektiğinin belirlenmesine ve risklere karşı stratejilerin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır (Anonymous 1996).

Çizelge 2.2. Risk etkilerinin sıralanması (Anonymous 1996)

| Başlıca proje amaçları üzerinde risk etkilerinin değerlendirilmesi<br>(Sıra ölçeği veya Asıl ölçek, Non-lineer ölçek) |                             |                                        |                                 |                                 |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Proje Amacı                                                                                                           | Çok Düşük<br>0,05           | Düşük<br>0,1                           | Orta<br>0,2                     | Yüksek<br>0,4                   | Çok Yüksek<br>0,8        |
| Maliyet                                                                                                               | Önemsiz<br>Maliyet Artışı   | <%5<br>Maliyet Artışı                  | %5-%10<br>Maliyet Artışı        | %10-%20<br>Maliyet Artışı       | >%20<br>Maliyet Artışı   |
| Program                                                                                                               | Önemsiz<br>Program Hareketi | <%5<br>Program Değişimi                | %5-%10<br>Projenin Kayması      | %10-%20<br>Projenin Kayması     | >%20<br>Projenin Kayması |
| Faaliyet Alanı/Kapsam                                                                                                 | Önemsiz<br>Kapsam Daralması | Küçük Bir Kısımın Etkilenmesi          | Büyük Bir Kısımın Etkilenmesi   | Kabul Edilemeyen Alan Daralması | Projenin İptal Edilmesi  |
| Kalite                                                                                                                | Önemsiz<br>Kalite Azalışı   | Çok Talep Gören Kısımların Etkilenmesi | Kabul Edilebilir Kalite Azalışı | Kabul edilemez Kalite Azalışı   | Projenin İptal Edilmesi  |

Çizelge 2.3. Olasılık-Etki matrisi (Anonymous 1996)

| Özel Riskler İçin Olasılık-Etki Ölçeği |                                      |      |      |      |      |
|----------------------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|
| Olasılık                               | Risk Boyutu=P x I                    |      |      |      |      |
| 0,9                                    | 0,05                                 | 0,09 | 0,18 | 0,36 | 0,72 |
| 0,7                                    | 0,04                                 | 0,07 | 0,14 | 0,28 | 0,56 |
| 0,5                                    | 0,03                                 | 0,05 | 0,1  | 0,20 | 0,40 |
| 0,3                                    | 0,02                                 | 0,03 | 0,06 | 0,12 | 0,24 |
| 0,1                                    | 0,01                                 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,08 |
|                                        | 0,05                                 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,80 |
|                                        | Amaç Üzerindeki Etki (Oransal Ölçek) |      |      |      |      |

#### 2.3.4. Nicel risk analizi ve kullanılan teknikler

Nicel risk analizi işlemleri, her bir riskin olasılığının sayısal olarak gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Bu işlemler Monte Carlo Simülasyonu ve Karar Analizi gibi tekniklerle gerçekleştirilmektedir. Özel proje hedeflerinin başarıya ulaşamama olasılığının belirlenmesinde, ortaya çıkan risklerin nitelendirilmesinde, maliyet boyutunun belirlenmesinde, önemli risklerin belirlenmesinde, gerçekçi maliyet ve süre hedeflerinin belirlenmesinde nicel risk analizi işlemleri kullanılmaktadır. Nicel risk analizi, genellikle nitel risk analizi işlemlerinden sonra uygulanmaktadır. Nicel risk analizinin gerçekleştirilmesi için kullanılan teknikler aşağıda başlıklar halinde sıralanmıştır (Anonymous 1996).

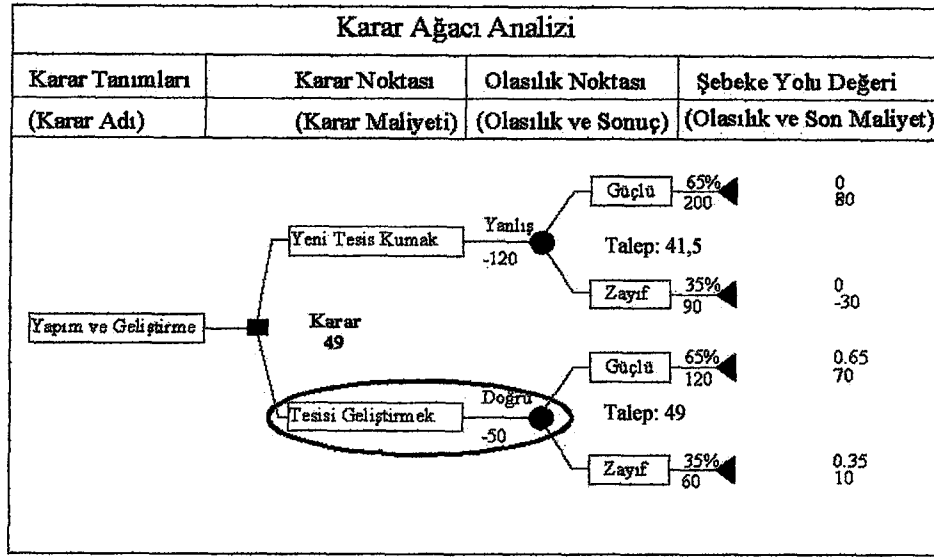
- 1- Görüşme/Röportaj: Görüşme teknikleri, projedeki risklerin etkilerinin ve olasılıklarının ölçümlenmesinde kullanılmaktadır. Proje hissedarları ve konu uzmanları ile yapılan risk görüşmeleri, risk ölçümleri için ilk aşamadır. Gereksinim duyulan bilgi analizde kullanılacak olan analiz tipine bağlıdır. Örneğin, üçgen dağılım kullanılacak ise bilgiler iyimser, kötümser ve en muhtemel senaryolar üzerinde toplanır. Çizelge 2.4'de projeye ait maliyet analizinde üçgen dağılımın kullanıldığı maliyet tahmin örneği görülmektedir. Bu tabloya göre; projenin her bir aşaması için düşük, orta ve yüksek maliyet tahminleri yapılmıştır. (Anonymous 1996).

Nicel risk analizi, olasılık dağılımları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Dağılımlar hem risk olasılığını hem de risklerin etkilerini göstermektedir. Uniform, normal, üçgen, beta, lognormal dağılımlar yaygın olarak kullanılan dağılım tipleridir. Özellikle inşaat projelerine ait yatırımların süre ve maliyet analizlerinde beta dağılımı ve üçgen dağılım sıkça kullanılmaktadır. Ancak üçgen dağılım fonksiyonu verilerin kolay temin edilebilmesi açısından, diğer dağılımlara göre daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Anonymous 1996).

Çizelge 2.4. Risk görüşmelerinden elde edilen maliyet tahminleri ve sıralanması  
(Anonymous 1996)

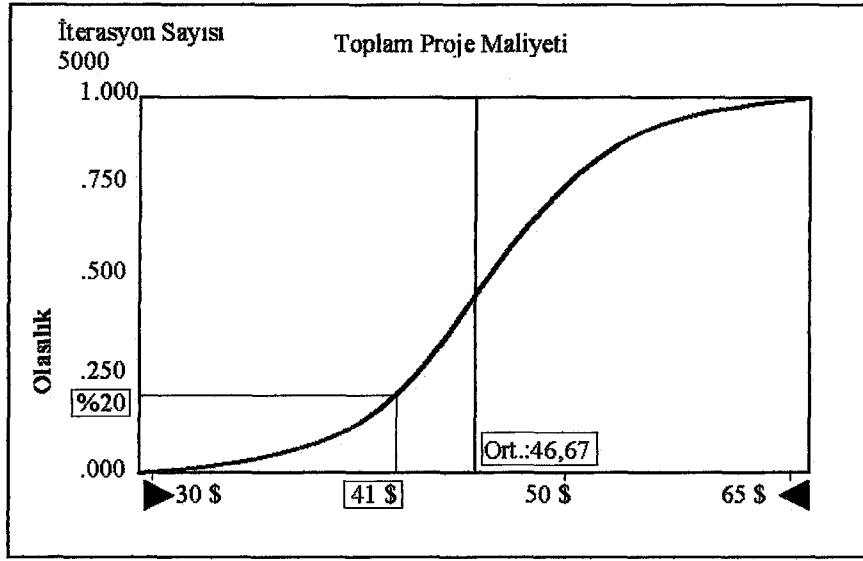
| Projenin Aşamaları | Proje Maliyet Tahminlerinin Sıralanışı |      |        |
|--------------------|----------------------------------------|------|--------|
|                    | Düşük                                  | Orta | Yüksek |
| Tasarım            | 4                                      | 6    | 10     |
| Yapım              | 16                                     | 20   | 35     |
| Deney              | 11                                     | 15   | 23     |
| Toplam Proje       |                                        | 41   |        |

- 2- Duyarlık Analizi: Duyarlık analizi, hangi risklerin projede en fazla potansiyel etkiye sahip olduğunun belirlenmesine yardımcı olan bir analiz tekniğidir (Anonymous 1996).
- 3- Karar Ağacı Analizi: Karar analizi ise, genellikle karar ağacı olarak kurulmaktadır. Karar ağacı, mevcut alternatiflerin seçimini yapabilmek için hazırlanan bir diyagram olup, bu diyagramlar risklerin olasılıklarını ve maliyetlerini, her bir olayın gidişini ve gelecekteki kararları göstermektedir (Anonymous 1996). Şekil 2.2’de mevcut bir tesisin büyütülmesi veya geliştirilmesi durumunda, işletme üzerinde nasıl bir etki yaratacağı olasılık ve maliyet terimleri ile gösterilmiştir. Bu karar ağacında; tesisin geliştirilmesi, yeni tesis kurma işlemine göre daha düşük maliyette işlemler gerektirmekte ve verilen kararlara olan talep ise tesisin geliştirilmesi durumunda daha yüksek olmaktadır. Şekil 2.2’deki karar ağacı basit işlemler içermektedir. İnşaat sektörü gibi karmaşık bir yapıya sahip alanlarda, gerekli olan kararların alınmasında bir çok faktörün analize dahil edilmesi gerekmektedir. İnşaat sektörünün en önemli sorunlarından bir tanesi de gerekli olan stratejik kararların alınmasında yaşanan gecikmelerdir. Uygulamalarda bu gibi stratejik kararlar, üst düzey yöneticiler tarafından veya deneyimli kişiler tarafından geçmiş tamamlanmış işler doğrultusunda alınmaktadır. Ancak belirsizlik ve risk faktörlerinin değerlendirilmediği kararlar işletmeler için olumsuz sonuçlar ortaya çıkarmaktadır.



Şekil 2.2. Karar ağacı analizi (Anonymous 1996)

- 4- Simulasyon: Proje ait kararların verilmesinde Monte Carlo olarak bilinen sayısal simulasyon tekniği kullanılmaktadır (Anonymous 1996). Geleneksel modellere göre tek bir belirsiz sonuç modellemek yerine, Monte Carlo simulasyonu ile en iyi durum ve en kötü durum aralığında binlerce olası senaryo yaratılarak sonuçları istatistiksel olarak görmek ve riskleri değerlendirmek mümkün olmaktadır. Şekil 2.3’de 5000 iterasyon altında gerçekleştirilen, toplam proje maliyeti simulasyonuna göre maliyetler kümülatif olarak gösterilmiştir. Toplam proje maliyeti simulasyonu kümülatif dağılım grafiğinden her bir olasılığa karşı gelen maliyet değerleri ve gerçekleşme ihtimali en yüksek olan maliyet değeri belirlenebilmektedir. Süre ve maliyet simulasyonu ile grafikler oluşturulduktan sonra özet tablolar oluşturulup, süre ve maliyet değerleri %5 ile %95 olasılık değerleri arasında gösterilmektedir. Nicel risk analizi tekniklerinden Monte Carlo simulasyonu gelecekte oluşabilecek olayların etkilerini en iyi yansıtan bir tekniktir. Bu özelliğinden dolayı, risk yönetim sistemini kullanan işletmelerde Monte Carlo simulasyonu, sonuçların grafiksel olarak gösterilmesi ve anlaşılabilir olmasından dolayı daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Fente vd 1999).



Şekil 2.3. Maliyet-Risk simülasyonu (Anonymous 1996)

#### 2.3.5. Riske karşı koyma planları ve kullanılan teknikler

Riske karşı koyma, proje hedeflerinde ortaya çıkan tehditleri azaltmak, fırsatları arttırmak için faaliyetler belirleyen, tercihler ve alternatifler geliştiren işlemlerdir. Bu işlemler, risklere karşı koyacak kişilerin, grupların sorumluluklarının belirlenmesinden oluşmaktadır. Karşı koyma planlarının etkinliği, projeye ait risklerin artış veya azalış göstermesi ile doğrudan ilişkilidir (Anonymous 1996).

Riske karşı koyma planları, riskin şiddetine göre gerçekçi ve sorumluluk üstlenen kişiler tarafından kabul edilebilir olması gerekmektedir. Ayrıca alternatif stratejiler geliştirilip, en uygun stratejinin seçilmesi de projenin uygulanabilirliği açısından önemli olmaktadır (Anonymous 1999).

Risk yönetiminde sıkça uygulanan riske karşı koyma stratejileri bulunmaktadır. Bunlar; risklerden kaçınma, risklerin transferi, risk etkilerinin azaltılması ve risklerin üstlenilmesi gibi stratejilerden oluşmaktadır.

- 1- Kaçınma: Riskten kaçınma, risklerden kurtulmak veya risk etkilerinden projeyi korumak için proje planlarının değiştirilmesidir. Hiçbir zaman risklerin tümü çıkarılamaz, ancak bazı özel risklerden kaçınılabilir (Anonymous 1996).

Projenin başlangıcında ortaya çıkan bazı riskler, gereksinimlerin belirlenmesine, gerekli bilgilerin temin edilmesine, uzmanlık alanlarının geliştirilmesine ve organizasyon içi iletişimin geliştirilmesine sebep olmaktadır.

- 2- Transfer: Risk transferi, karşı koyma sorumluluğu ile beraber üçüncü şahıslara risk etkilerinin aktarılmasını içermektedir. Risklerin transferi, risklerin dikkate alınmaması demek değildir. Fakat basit bir şekilde diğer şahıslara risklerin yönetimi sorumluluğunu aktarmaktadır. Risklerin transferi, finansal risklere karşı koymak için oldukça etkili bir stratejidir. Risk transferi riskleri üstlenen grupların hemen hemen tümünün risk primi ödemelerini içermektedir. Bunlar sigortalardan, taahhüt senetlerinden, kefalet ve garantiden oluşmaktadır. Sözleşmeler ise belirli gruplara risklerin paylaştırılmasında kullanılmaktadır (Anonymous 1996).

- 3- Etki azaltma: Kabul edilebilir sınırlar içerisinde risklerin etkisinin ve/veya olasılığının azaltılması amaçlanmaktadır. Riskler ortaya çıkmadan başlangıçta önleme faaliyetleri geliştirmek, çıktıktan sonra sonuçları onarmaya yönelik faaliyetlerden daha etkili olmaktadır (Anonymous 1999).

- 4- Riskin Kabul Edilmesi/Üstlenilmesi: Bu teknik, riskleri değerlendiren proje ekibinin projeleri değiştirmemeye karar verdiği bir stratejidir. Bu stratejinin seçilmesi durumunda, işin devamlılığı açısından sürekli bir kontrol ve denetim mekanizması oluşturulmalıdır. (Anonymous 1999).

Olasılık planları, proje esnasında artış gösteren riskler için oldukça kullanışlı tekniklerdendir. Başlangıçta olasılık planlarının geliştirilmesi, risklerin ortaya çıkması halinde faaliyet maliyetlerinin azaltılmasında oldukça etkilidir. Ayrıca risk etkilerinin yüksek olduğu veya seçilen stratejilerin etkisiz durumlarda geri dönüş planlarının

geliştirilmesi gerekmektedir. Geri dönüş planları, olasılık dağılımlarını, alternatif tercihler geliştirmeyi, proje hedeflerinin değişimini içermektedir (Mills 2001).

Risklerin kabul edilmesi durumunda, en sık uygulanan yaklaşım bilinen riskler için bir miktar para, kaynak ve süre içeren tedbir payı bırakmaktır. Tedbir payları, risk etkileri aracılığıyla belirlenmekte ve ortaya çıkan risklerin kabul edilebilir seviyelerinde hesaplanmaktadır.

#### **2.3.6. Risklerin gözlemlenmesi, kontrolü ve kullanılan teknikler**

Risk gözlemleme ve kontrol, belirlenmiş riskleri takip etme, kalıcı riskleri gözlemleme, yeni riskleri tanımlama, risk planlarını uygulama, azaltılan risklerin geçerliliğinin değerlendirilmesi işlemlerinden oluşmaktadır. Bu aşamada, olasılık planları ile ilgili risk ölçümleri kaydedilmekte ve proje yaşam dönemi boyunca sürekli bir işlemdir. İyi bir risk gözlemleme ve kontrol işlemi, ileride ortaya çıkacak riskler ile ilgili karar vermeye yardımcı olacak bilgileri sağlamaktadır (Anonymous 1996). Risk gözlemleme ve kontrolün amacı;

- Riske karşı koyma stratejilerinin planlandığı gibi uygulanıp uygulanmadığının kontrolünü yapmak,
- Riske karşı koyma faaliyetlerinin tahmin edildiği kadar etkili olup olmadığını kontrol etmek veya yeni stratejilerin geliştirilip geliştirilemeyeceğini belirlemek,
- Projeye ait varsayımların hala geçerli olup olmadığının kontrolü,
- Risklere ait görünümün ilk duruma göre değişip değişmediğinin kontrolü,
- Uygun politikaların ve prosedürlerin izlenip izlenmediğini kontrol etmek,
- Riski ortaya çıkaran olayların kontrolü,
- Önceden tanımlanmış olan risklerin ortaya çıkıp çıkmadığının kontrolüdür.

Mills'e (2001) göre risklerin gözlemlenmesi ve kontrolü aşağıdaki belirtilen teknikler aracılığıyla yürütülmektedir.

- 1- Kontrol listeleri: Risk belirlemede kullanılan kontrol listeleri risklerin gözlemlenmesi ve kontrolünde kullanılmaktadır.
- 2- Proje denetimleri: Risk denetçileri, ortaya çıkan riskleri azaltmak, transfer etmek ve önlemek için geliştirilen karşı koyma stratejilerinin geçerliliğini incelemekte ve belgelemektedirler. Proje denetimi, riskleri kontrol etmek için proje yaşam dönemi boyunca uygulanmaktadır.
- 3- Periyodik proje riski incelemeleri: Proje risklerinin incelenmesi düzenli bir şekilde programa alınmalıdır. Proje riskleri tüm toplantılarda gündem maddesi olmalıdır. Risklerin önem sırası proje yaşam dönemi boyunca değişkenlik göstermektedir. Herhangi bir değişiklik, ilave nitel ve nicel risk analizlerini gerektirmektedir.
- 4- Kazanılmış değer analizi: Kazanılmış değer, temel plana göre tüm proje performansını gözlemlemek için kullanılmaktadır. Bu analize ait sonuçlar maliyet ve program hedeflerinde görülen sapmaları belirlemektedir. Proje, temel plandan açık bir şekilde sapma gösterdiği zaman güncellenmiş risk değerlendirmeleri ve ölçümleri dikkate alınmalıdır.
- 5- Teknik performans ölçümü: Proje uygulamasındaki teknik başarının ve verimliliğin belirlenmesini amaçlamaktadır.
- 6- İlave riske karşı koyma planları: Risk karşı koyma planlarında gösterilmeyen, hedefleri tahmin edildiğinden daha fazla etkileyen riskler ortaya çıktığı takdirde risk karşı koyma planları yetersiz kalmaktadır. Bu doğrultuda ilave risk karşı koyma planlarının geliştirilmesi gerekmektedir.

#### **2.4. Risk Yönetiminin Faydaları**

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

- Projenin başarısını arttıracak varsayımların araştırılması,
- Risklerin kontrol edilmesi için faaliyetler üzerinde dikkatin toplanması,
- Faaliyetlerin maliyet faydalarının değerlendirilmesidir.

Başlangıçta risk yönetimi uygulaması için amaçların belirlenmesi gerekmektedir. Risk yönetimi, proje üzerinde etkisi olan zorlamaların öneminin ortaya çıkartılmasında yardımcı olmaktadır.

Sistematiik risk yönetimi, risklerin önceden belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle olası tüm sonuçları kapsayan olasılık planlarına gereksinim duyulmamaktadır (Dawood 1998). Risklerin kabul edilmesi durumunda açıklığın bulunamaması da ayrıca bir risktir ki, bu da risk maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Projenin başlangıç aşamasında risk konusu üzerinde aydınlatıcı sistematiik yaklaşımlar, projelerde yüksek maliyet avantajlarına sebep olmaktadır (Mills 2001).

Riskler dikkatli bir şekilde yönetildiği takdirde;

- Etkili bir stratejik planlama gerçekleştirilmekte,
- İstenilmeyen sonuçlarla karşılaşmamak için daha düşük önleme maliyetleri ortaya çıkmakta,
- Program sonuçlarının daha iyi olmakta,
- Sürekli yönetim işlemlerinde ve karar verme işlemlerinde kolaylık sağlamakta,
- Proje sonuçları tahmin edilen sonuçlara yaklaşmakta,
- Projenin hedeflenen amaçlara ulaşabilme, zorlukları minimize etme ve fırsatları maksimize etme olasılığı artmaktadır (Anonymous 1999).

## **2.5. İnşaat Sektöründe Risk Yönetimi**

Sistematiik risk yönetimi, inşaat projelerinde riskleri kontrol altına almaya yardımcı olan bir araçtır. Sistematiik risk yönetiminin amacı risklere ait bilgi toplama ve risklerin düzenlenmesi aşamasında risklerin yönetilmesi, gözlemlenmesi, değerlendirilmesi ve tanımlanması için basit ve pratik metotların ortaya konulmasıdır.

Sistemantik risk yönetimi, inşaat projelerinin tüm aşamasında risk kontrol stratejilerinin uygulanması için yol gösterici bir araçtır (Mills 2001).

### **2.5.1. Sistemantik inşaat risk yönetimi yaklaşımı**

İnşaat sektörü; dinamik, riskli ve değişimlerden kolay etkilenen bir sektördür. Bir çok büyük projede inşaat sektörü, süre ve maliyet hedeflerini gerçekleştirememesi gibi sonuçlarla karşılaşmaktadır. İnşaat sektörü; malzeme kalitesi, ekip, ekipman verimliliği, hava şartları gibi vb. şartlardan etkilenmekte ve istenilen hedeflere ulaşamamaktadır. Genellikle riskler ya değerlendirilmemekte ya da tamamıyla keyfi olarak değerlendirilmektedir. Tipik olarak projenin tahmin edilen maliyetinde %10 gibi bir ilave yapılmaktadır. İnşaat sektörü gibi kompleks bir alanda böyle bir yaklaşım yetersiz kalmakta, yüksek maliyetli gecikmelerle ve uyumsuzluk problemleri ile karşılaşmaktadır (Mills 2001).

Risk yönetimi, tüm inşaat şirketlerinin karar verme işlemlerinde önemli bir etkidir. Risk ve belirsizlik bir çok inşaat projelerinde zarar verici sonuçlara sebep olmaktadır. Riskler, projenin bütçesini, kalitesini, performansını, verimliliğini etkilemektedir. Riskler yok edilememekte, ancak bir takım risk yönetim stratejileri ile etkileri azaltılmakta veya transfer edilmektedir (Burchett 1999).

#### **2.5.1.1. İnşaat risk yönetimi kavramsal modeli**

Şekil 2.4’de gösterilen model, Raftery (1999), Al-Bahar ve Crandall (1990), Walker (1996) ve Edward ve Bowen (1999) tarafından düzenlenmiştir. Bu model risk yönetiminin, projeye ait karar verme aşamasında ne şekilde uygulanacağını göstermektedir. İnşaat risk yönetiminde amaç, proje ve karar verme kapsamında sistemin açık bir şekilde ortaya konulmasıdır.



Şekil 2.4. İnşaat risk yönetimi kavramsal modeli (Raftery 1999, Al-Bahar ve Crandall 1990, Walker 1996, Edward ve Bowen 1999)

İnşaat risk yönetimi kavramsal modeli, inşaat projelerinde riskin sayısal olarak belirlenmesi, analizi ve karşı koyma aşamasında etkili sistematik bir yapının oluşturulmasını amaçlamaktadır. Önerilen model; belirleme, analiz etme, karşı koyma, kontrol ve gözlemlleme işlemlerinden oluşmaktadır (Raftery 1999).

#### 2.5.1.2. İnşaat projelerinde risklerin yönetilmesi

Bir projenin başarılı sayılabilmesi için projenin istenilen hedefe ulaşılmış olması ve belirlenen bütçe dahilinde tamamlanması gerekmektedir. Projenin yönetilmesinde, inşaat firmalarının beklentilerini ve amaçlarını gerçekleştirebilmeleri için kalite sisteminin uygulanması gerekmektedir. Kalite sistemi, proje riskleri ve maliyetleri ile ilgili kaliteyi kontrol edebilecek ve düzenleyecek yapıda kurulmalıdır.

Proje riskleri; süre, maliyet ve kalite ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Car 1997). Yükleniciler, proje başlangıç aşamasında riskleri değerlendirirken müşterilerin, kötü hava koşullarının, tedarikçilerin, değişikliklerin, malzemelerin,

işgücünün, fiyat değişikliklerinin, doğru olmayan tahminlerin ve taşeronların sebep olduğu gecikmeler gibi hususları gözönünde bulundurmaları gerekmektedir.

Bennett ve Ormerod (1984) tarafından; dış etkenlerin etkisi, performansı etkileyen bilinmeyen ve değerlendirilmeyen etkenler, proje planlarında unutilanlar ve hatalar, önerilerin ve kararların verilmesinde yaşanan gecikmeler, kötü hava şartları, malzemelerin ve ekipmanların geç teslim edilmesi, deney sonuçlarının belirsizliği, enflasyon, değişken iş performansı, mekanik hatalar gibi faktörlerden oluşan inşat yöneticilerinin karşılaştığı problemleri içeren risk listesi hazırlanmıştır.

Hayes vd'leri (1986) tarafından yapılan çalışmada; inşaat projelerini etkileyen, yerel düzenlemelerdeki değişiklikler, proje yöneticilerinden kaynaklanan belirsizlikler, müteahhit deneyimi ve finansman yeterliliği, malzemelerin aşırı tüketilmesi, endüstriyel ilişkiler, saha ulaşımı, yerleşim birimlerine olan uzaklık, parasal değişim oranları, doğal afetler ve olağan üstü durumlar gibi ilave faktörler tanımlanmıştır.

Wideman (1986) ise, Hayes vd'leri (1986) ve Bennett ve Ormerod (1984) tarafından belirlenen risk faktörlerine, kalite, lisans ve patent hakları gibi özel risk faktörlerinin ilave edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

#### **2.5.1.3. İnşaat risklerinin belirlenmesi**

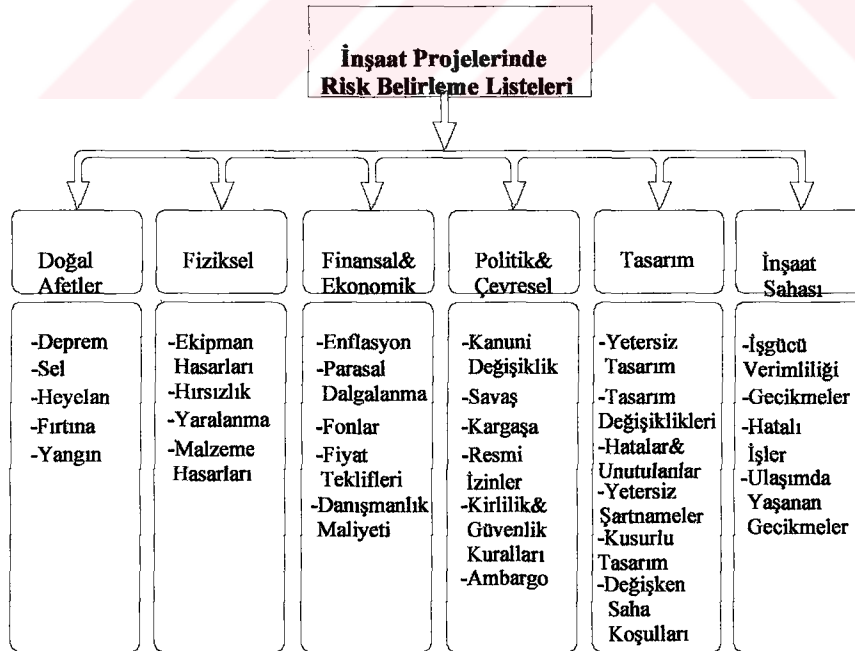
Risklerin belirlenmesi, inşaat risk yönetimi modelinin geliştirilmesindeki ilk aşamadır. Proje maliyetini etkileyebilecek tüm olası risk faktörlerinin belirlenmesi önemli bir husustur. Bu aşamada geniş kapsamlı olarak herhangi bir sınırlama olmadan projenin maliyet hedeflerini engelleme olasılığı olan tüm riskler araştırılmalıdır. Bir veya birden fazla riskin belirlenmesinde yapılan hatalar felaketlere sebep olacağından, Al-Bahar ve Crandall (1990) tarafından yapılan çalışmada risk belirleme aşaması sistematik bir işlem olarak tanımlanmıştır.

Al-Bahar ve Crandall (1990) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda 5 adet risk belirlenmiştir. Bunlar;

- Doğal afetlerden dolayı oluşabilecek riskler,
- Teknolojik riskler,
- Sosyal riskler,
- Sağlık ile ilgili riskler ve
- Finansal risklerdir.

Doğal tehlikeler, insan faktörünün bulunmadığı deprem ve heyelanlar olarak tanımlanmıştır. Teknolojik tehlikeler ise insanların tasarladığı sistemlerden kaynaklanmaktadır. Örneğin, elektrik ekipmanlarında ortaya çıkan arızalardan dolayı çıkan yangın gibi olayların sebep olduğu hasarlar bu gruba girmektedir. Sosyal tehlikeler ise insan davranışı ile ilgili sabotaj gibi olayları kapsamaktadır. Sağlık ile ilgili tehlikeler ise salgın hastalıklar, yaralanmalar gibi olayları içermektedir.

Walker (1996) tarafından hazırlanan risk belirleme listesine göre, riskler 6 kategoride ele alınmıştır (Şekil 2.5) Ancak bu kategoriler kapsamında belirlenen olası riskler daha da kapsamlı hale dönüştürülebilir.



Şekil 2.5. Risk belirleme listesi (Walker 1996)

İnşaat projelerinde maliyet süre ve kalite hedeflerinden her biri, risklere ve belirsizliklere bağlı olmaktadır. Proje yöneticileri risk ve belirsizlik etkilerini değerlendirip, bu etkileri azaltıcı öneriler üretmeli veya bu etkileri yüklenerek gerekli önlemleri almalıdır. Risklerin, proje performansını etkilemeyecek şekilde, proje grupları arasında paylaştırılması gerekmektedir.

Chapman (2001) tarafından, projelerde karşılaşılan riskler ve bu risklere karşı uygulanan faaliyetler listesi hazırlanmıştır (Çizelge 2.5). Bu listeye göre; inşaat sektöründe en sık karşılaşılan tasarım ile ilgili riskler karşısında uygulanan stratejiler, sorumlulukların transferi şeklinde olmaktadır. Çevresel faktörler ile ilgili riskler karşısında; sorumluluklar, sözleşmelere ilave edilen maddeler ile belirlenmektedir. İnşaat işletmeleri tarafından gerçekleştirilen projelerin süresini ve maliyetini önemli ölçüde etkileyen bir diğer risk faktörü de finansal ve ekonomik risklerdir. Enflasyon oranlarının yüksek olduğu ve ekonomik dengelerin kolayca değişebildiği bir yapıya sahip ülkemizde faaliyet gösteren inşaat firmaları, bu değişimler karşısında hedeflediği kara ulaşmamakta ve projeyi belirlenen sürede tamamlayamamaktadırlar. Birim fiyatlara göre üstlenilen işlerde malzeme fiyatları sürekli değişmekte ve bunun yüklenici inşaat firmaları üzerinde yaratacağı etkinin önlenmesi açısından malzeme fiyat farkı ödemeleri yapılmaktadır. Politik ve yasal risklerin ortaya çıkma ihtimali daha az olmasından dolayı ülkemiz inşaat firmaları tarafından dikkate alınmamaktadır. Ancak politik ve yasal kararların ekonomi üzerinde önemli bir etkisi bulunması, bu risklerin değerlendirilmesini gerektirmektedir. Diğer bir önemli faktör olan inşaat risklerine karşı ise uygulamada; sözleşmelere süre uzatımı ile ilgili faktörlerin eklenmesi, kazalara karşı sigorta, kalite sisteminin oluşturulması, planlama tekniklerinin uygulanması ve sürekli denetim gibi işlemler gerçekleştirilmektedir. Doğal afetleri içeren fiziksel riskler ise genellikle sigorta işlemlerinin uygulanmasını gerektirmektedir. İşletmeyi yakından ilgilendiren sektördeki talep değişiklikleri karşısında ise işletmeler, sektörde iç ve dış çevre analizleri ile değişimleri gözlemlemekte ve gerçeğe yakın varsayımlar geliştirme gibi stratejik kararlar almaktadırlar.

Çizelge 2.5. Projelerdeki başlıca risk kaynakları (Chapman 2001)

| Temel Risk Kaynakları                                                                                                                                                                                                   | Risk Yönetimi:<br>Karşı Koyma Stratejileri        | Olası Karşı Koyma Stratejileri                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tasarım Faktörleri</b><br>-Yetersiz Tasarım<br>-Araştırmalar ve Ölçümler<br>-Şartnamelerin Doğruluğu<br>-Detaylar<br>-İnşaat Metotları<br>-Tasarım Değişiklikleri                                                    | -Transfer<br>-Kaçınma                             | -Düzenleme Maddeleri<br>-Tasarıma Katılım<br>-Benimsenen Metotlar<br>-Orijinal Tasarım Revizyonu                                                                                                                                                             |
| <b>Çevresel Faktörler</b><br>-Ekolojik Zarar<br>-Kirlilik<br>-Atıkların Geri Dönüşümü<br>-Kamu Soruşturması                                                                                                             | -Sigorta<br>-Transfer<br>-Kayıp Azaltma ve Önleme | -Sözleşme Maddeleri<br>-Koruma ve Güvenlik Programı                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Finansal ve Ekonomik Faktörler</b><br>-Enflasyon<br>-Parasal Değişim Oranı<br>-Ödemelerde Yaşanan Gecikmeler<br>-Fonların Müsait Olmaması<br>-Sigortaların Uygun Olmaması<br>-Nakit Akışı<br>-Vergi<br>-Kur Farkları | -Tutma<br>-Transfer<br>-Kaçınma                   | -Eskalasyon Şartları<br>-Teklif Aşamasındaki Fiyatlar<br>-Mal Sahibi Tarafından Projenin Finanse Edilmesi<br>-Mal Sahibi Tarafından Malzeme ve Ekipman Temini<br>-Alt Taahhütlerle Uygun Anlaşmalar Yapmak<br>-Parasal Değişim Karşısında Ön Sözleşme Yapmak |
| <b>Politik Faktörler</b><br>-Kanun Değişiklikleri ve Düzenlemeler<br>-Savaş ve Sivil Karışıklık<br>-Kamulaştırma<br>-Ambargo<br>-Prosedür Değişimi                                                                      | -Sigorta<br>-Transfer<br>-Kayıp Azaltma ve Önleme | -Sigorta İşlemleri<br>-Olasılık Planları<br>-Program Gecikmeleri ve Ek Ödemeler için Sözleşme Maddelerinin Düzenlenmesi<br>-Açık Sözleşme Maddeleri                                                                                                          |
| <b>Yasal Faktörler</b><br>-Dolaylı ve/veya Dolaysız Sorumluluklar<br>-Bölgesel Kurallar<br>-Bürokratik Gecikmeler                                                                                                       | -Kaçınma<br>-Tutma                                | -Olasılık Planları<br>-Sözleşme Maddeleri                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Lojistik Maddeler</b><br>-Özel Kaynakların Temini<br>-Ulaşım ve İletişim<br>-Malzeme ve Ekipmanın Taşınmasında Zarar Görmesi                                                                                         | -Transfer<br>-Tutma<br>-Kayıp Azaltma ve Önleme   | -Sözleşme Maddeleri<br>-Teslimatı İçeren Satın Alma                                                                                                                                                                                                          |

Devamı arkada

Çizelge 2.5'in Devamı

|                                                                                                                                                                                           |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>İnşaat Faktörleri</b><br>-İklim<br>-Endüstriyel İlişki<br>-Farklı Şantiye Koşulları<br>-Kusurlu İşler<br>-Ekipman Hataları<br>-Hırsızlık<br>-Kazalar<br>-İnşaat Metotlarının Uygunluğu | -Tutma<br>-Transfer<br>-Kayıp Azaltma ve Önleme<br>-Sigorta | -Fiyat Tekliflerindeki Değişim Olasılığı<br>-Kazalara Karşı Sigorta<br>-Gecikmelerden Dolayı Süre Uzatımı İçin Sözleşme Maddeleri<br>-Çalışanlar İçin Güvenlik ve Eğitim Programı<br>-Faaliyetlerin Planlanması<br>-Kalite Kontrol ve Kalite Güvence Programı<br>-Çok yönlü İnşaat Metotlarının Uygulanması |
| <b>Fiziksel Faktörler</b><br>-Sel<br>-Deprem<br>-Yangın<br>-Çökme ve Heyelan<br>-Yangın, Fırtına<br>-Yıldırım                                                                             | -Sigorta<br>-Transfer                                       | -Mal Sahibi Tarafından Uygulanan Sigorta<br>-Zarardan Dolayı Oluşan Ödemeler ve Gecikmeler İçin Sözleşme Maddeleri<br>-Olasılık Planları                                                                                                                                                                    |
| <b>İşletme İle İlgili Faktörler</b><br>-Pazar Talebindeki İniş ve Çıkışlar<br>-Bakım İhtiyacı<br>-Amaca Uygunluk<br>-İşletme Güvenliği                                                    | -Kayıp Azaltma ve Önleme<br>-Tutma<br>-Sigorta              | -Gerçekçi Pazar Tahminleri<br>-İşletme Esnekliği<br>-Mal Sahibi Tarafından Uygulanan Sigorta                                                                                                                                                                                                                |

### 2.5.2. İnşaat risk yönetiminin önemi

Genel olarak, inşaat sektöründe risk yönetimi içgüdüsel olarak uygulanmakta ve projelere ait kararlar deneyimler tarafından verilmekte ve projeler deneyimli kişiler tarafından yönetilmektedir. İnşaat risk yönetimi, risklerin açık bir şekilde tanımlanmasına olanak sağlamakta ve projelerin yönetilmesi için işlemleri kolaylaştırmaktadır. Diğer bir deyişle inşaat risk yönetimi, yönetim tekniklerinin kullanılmasında, eğitimi ve deneyimi gerektiren bir yönetim aracıdır (Godfrey 1996).

Godfrey'e (1996) göre inşaat risk yönetimi uygulanması aşağıdaki konularda yardımcı olmaktadır:

- Açık bir şekilde riskleri belirlemek, sıralamak, değerlendirmek ve tanımlamak,
- Projedeki büyük risklere odaklanmak,
- Zorluklar karşısında karar vermek,
- Kötü sonuçlara sebep olacak potansiyel zararları minimize etmek,
- İnşaat projelerinin belirsiz durumunu kontrol etmek,
- Risk yönetimi işlemlerinde diğer görevleri ve şirket rolünü biçimlendirmek ve açıklığa kavuşturmak,
- Proje performansını artıracak fırsatları tanımlamak.

Her ne kadar tüm belirsizlikler çıkarılamasa da, inşaat risk yönetimi, çevresel etkenler ve uygun güvenlik koşulları içerisinde bir projenin belirlenen kalite standartlarında, bütçe dahilinde ve süresinde tamamlanabilme şansını arttırmaktadır.

### **2.5.3. İnşaat sektöründe risklerin paylaşımı, üstlenilmesi, transferi**

İnşaat projelerinde karşılaşılan riskler karşısında yaygın olarak uygulanan stratejik işlemler bulunmaktadır. Bunlar; risklerin taraflar arasında paylaştırılması, her hangi bir tarafın veya her iki tarafın üstlenmesi ve risklerin bir taraftan diğer tarafa transferi işlemlerinden oluşmaktadır.

Roosbeh (1995) tarafından yapılan araştırmada, risklerin taraflar arasındaki paylaşımı 3 kategoride ele alınmıştır.

- Risklerin müteahhitlere aktarılması
- Risklerin işverene aktarılması
- Risklerin paylaşımı

Roosbeh (1995) tarafından yapılan çalışmada ortaya çıkan genel sonuç, risklerin dağılımının genellikle işi üstlenen müteahhit tarafından karşılandığı yönündedir. İnşaat projeleri doğası gereği yapısında bir çok risk bulundurmakta ve bu gibi yatırımların gerçekleştirilmesi için risklerin taraflar arasında dağıtılması gerekmektedir. İnşaat sektöründe riskleri üstlenen taraf, genellikle bu sektörde varlığını sürdürme çabası

içerisinde olan müteahhit olmaktadır. Çizelge 2.6’da da görüldüğü gibi, süre ve maliyet üzerinde önemli etkileri olan riskler, müteahhit üzerinde yoğunlaşmıştır. Risk faktörleri içerisinde önemli, ancak üzerinde durulmayan önemli bir husus ise doğal afetler ile ilgili kararların belirsiz kalması ve sözleşmelerde bu hususun ihmal edilmesidir.

Çizelge 2.6. İnşaat projelerinde risklerin tipik olarak paylaşımı/dağılımı (Roozbeh 1995)

| Risklerin Dağılımı | Risklerin tanımı                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Müteahhit          | İşçi ve ekipman verimliliği<br>İşin kalitesi<br>İşçi, ekipman ve malzeme temini<br>Güvenlik<br>Kusurlu malzeme<br>Müteahhit yeterliliği<br>Enflasyon<br>İşin gerçek miktarı<br>İş uyumsuzlukları |
| İşveren            | Şantiye saha koşullarındaki değişim<br>Kusurlu tasarım<br>Şantiye ulaşımı<br>Yönetmeliklerdeki değişimler<br>Ödeme gecikmeleri<br>Tasarım değişiklikleri                                         |
| Paylaşılan         | Finansal hatalar<br>Görüşmelerle düzenlenen değişiklikler                                                                                                                                        |
| Karar verilemeyen  | Doğal afetler<br>Üçüncü şahısların gecikmeleri                                                                                                                                                   |

#### 2.5.4. Risk yönetimi açısından sözleşmelerin önemi

Herhangi bir yapı projesinde, sözleşmelerin yapılan işin özelliğine uygun olarak hazırlanması proje tipine, projeye ait karakteristik özelliklere bağlıdır. Farklı çıkarları içeren karmaşık ve belirsiz ortamlarda projelerden başarı sağlanabilmesi için sözleşmelerin uygunluğu için açık ve anlaşılır maddelerin hazırlanması ve sözleşmeye ilave edilmesi gerekmektedir. Sözleşme taraflarının davranışları ve ortaklık ilişkileri projeden başarı elde edilmesi ve risk yönetiminin uygulanabilmesi açısından sözleşmelerin uygunluğu oldukça önemlidir (Rahman ve Kumaraswamy 2002).

Risklerin taraflar arasında dağılımının ve sorumlulukların sözleşme maddeleri ile açık ve net bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Sözleşme maddelerinin anlaşılabilmesi, sözleşmelerin farklı yorumlanmasına neden olmakta ve uyuşmazlıklar ortaya çıkmaktadır. Uyuşmazlıkların ortadan kaldırılmasında ise her iki tarafın serbest iradesi ile onayladıkları sözleşmelere esas alınmaktadır. Ayrıca sözleşme taraflarının, bir sözleşme işlemine girmeden önce, kendileri açısından aşağıdaki faktörleri değerlendirmeleri gerekmektedir (Rahman ve Kumaraswamy 2002).

- İhtiyaçları ve amaçları
- Teklif edilen işin özellikleri
- İşlemsel zorluklara sebep olacak faktörlerin belirlenmesi

## **2.6. İnşaat Sektöründe Projelerin Yönetimi**

İnşaat projelerinde hedeflenen amaçlara, belirlenen süre ve maliyet sınırları içerisinde ulaşabilmek için projelerin başarılı bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Projelerin başarılı bir şekilde yönetilmesi ise proje planlama teknikleri ile gerçekleşmektedir. Günümüzde artan rekabet, kaynakların daha etkin ve verimli kullanımını gerektirmekte ve projelerin belirlenenen daha kısa sürede gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Proje yönetimi de, rekabet ortamında projeyi yürüten firmaların daha başarılı olmasını sağlamaktadır.

Proje yönetimi, ulaşılmak istenen belli bir sonucu elde etmek için kullanılan maddi ve beşeri kaynakların ortak faaliyetlerini planlama, örgütleme, yürütme ve denetleme çalışmalarından oluşmaktadır. Projelerin başarılı bir şekilde yürütülmesi için uygun teknoloji kullanımı ve gerekli kaynakların tahsisinden başka, etkin ve başarılı bir proje yönetiminin de gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Proje yönetiminde temel amaç, tespit edilen amaçlara, sınırlı kaynaklarla, belli bir zaman içinde ve belli bir bütçeyle optimum şekilde ulaşabilmektir (Kutlu 2001).

Projelerin gerçekleştirilmesinde kullanılan kaynaklar, çeşit ve miktar açısından sürekli artış göstermekte ve bunların uygulanması ise farklı disiplinlerden oluşan

grupların bir arada çalışması ile gerçekleşmektedir. İstenilen amaçların gerçekleşmesi ise faaliyetlerin düzenli olarak organizasyonunu, disiplinler arası iletişimi ve koordinasyonu gerektirmektedir. Günümüz rekabet ortamında projeler, artık performans kriterine göre değil, süre ve maliyet faktörlerindeki minimum ölçütler çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu gibi faktörler proje yönetiminin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Barutçugil 1984).

Proje yönetimi, planlama, programlama ve kontrol olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Doğru kararların alınması ve buna uygun faaliyetlerin yürütülebilmesi için projelerin mutlaka planlama aşamasından geçmesi gerekmektedir. Planlama yapılmadığı takdirde, gelecekteki fırsatları ve tehlikeleri görmek mümkün olmayacağından, bu konuda gerekli önlemler de alınamamaktadır. Proje planının geliştirilmesinde, görev ve sorumlulukların belirlenmesi, proje zaman cetvelinin hazırlanması ve proje bütçesinin çıkarılması en önemli çalışmalar arasında bulunmaktadır (Barutçugil 1984).

Projenin planlanması, kaynak gereksinimlerinin ve tahmin edilen süre içinde projeye ait faaliyetlerin, mantıksal bir ilişki içerisinde, ilerleyişinin programlanmasıdır. Proje programlamada ilk aşama, her bir faaliyet için gerekli süreyi belirlemektir. Bu aşamada faaliyetlere ait tüm başlama ve bitme zamanlarının, kritik faaliyetlerin ve faaliyete ait bollukların belirlenmesi gerekmektedir.

Proje kontrolü, projedeki faaliyetlerin durumunu değerlendirmek, projenin mevcut durumunu, başlangıçta planlanan durumla karşılaştırmak ve eğer gerekiyorsa düzeltici önlemler almak için yapılan faaliyetlerden oluşmaktadır. Kontrol aşamasında problemlerle karşılaşıldığı zaman, programlama aşamasında belirlenmiş olan kritik faaliyetler üzerinde önemle durulması gerekmektedir (Birgönül ve Özdoğan 1997).

Planlama teknikleri sayesinde, yöneticiler, planlama aşamasında beklenmedik değişimlerin gelecekteki etkilerini tahmin edebilmekte ve gerekli önlemleri almaktadır. Bu teknikler sayesinde, proje yöneticisi, projedeki faaliyetlerin süresini belirleyerek, projenin gerisinde kalan faaliyetleri ve bu faaliyetlerin proje üzerindeki etkilerini tespit

edebilmektedir. Proje planlama teknikleri, kaynakların zaman ve maliyet faktörleri açısından değerlendirilmesine imkan vererek, proje kontrolünü sağlamaya yardımcı olmaktadır (Çetmeli 1972).

#### **2.6.1. Projelerin planlanması**

Proje planlama metotları, projedeki diğer gruplarla iletişimde, faaliyetler zincirinin belirlenmesinde ve problemleri alanlarda dikkatlerin buraya toplanmasına yardımcı olmaktadır. Projenin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi, dikkatli ve sürekli planlamaya bağlı olmaktadır. Tasarımcı, üretici, tedarikçi, taşeron, müteahhit faaliyetleri ve tüm bunlara ait kaynaklar, müşteri ve/veya müteahhidin amaçlarını karşılayacak şekilde bütünleştirilmesi ve organize edilmesi gerekmektedir (Çetmeli 1972).

Faaliyetlerin mantıksal dizilişi, faaliyetlerin önceliğine, kaynakların bolluğuna ve/veya kıtlığına göre etkili kullanım için zaman ölçeğinde kurulmalı ve tanımlanmalıdır. Unutulmamalıdır ki, belirsizlikten dolayı planların değişebileceği tahmin edilmelidir. Bu yüzden verimli bir projenin yürütülmesi için değişiklikler proje süresince program içerisinde güncellenmelidir. Programın, güncellemeye olanak sağlaması açısından ileriye yönelik yapılabilmesi için basit ve esnek olması gerekmektedir (Çetmeli 1972).

Planlamanın amacı, faaliyetlerin zamanında tamamlanabileceğini, diğer grupların gecikmelerinin ne şekilde programa yansıtacağını, mevcut kaynakların verimli kullanımını göstermek ve olumsuzlukları ortaya çıkması halinde karar verme işlemlerine yardımcı olmaktadır.

#### **2.6.2. Proje çevresi**

Projelerin ortaya çıkması için ihtiyaçların belirlenmesi, fırsatların değerlendirilmesi gerekmektedir. Projeler bir çok dış faktörden etkilenmektedir. Dış faktörlerin yanında projenin boyutu da önemli bir etkidir. En önemli faktörlerden

biriside projenin özel sektörde mi yoksa kamu sektöründe uygulandığıdır. Kamu sektörü projeleri, merkezi ve yerel hükümetler tarafından idare edilmektedir. Özel sektör projeleri kişisel şirketler, konsorsiyumlar veya tamamıyla tüzel kişilikler tarafından üstlenilmektedir. Bu iki sektörün amaçları bulunmaktadır. Özel sektörlerde projelerin ana amacı kazanç sağlamak, kamu sektöründe ise toplum yararı olmaktadır (Barutçugil 1984).

### 2.6.3. Proje aşamalarının risk üzerindeki etkileri

Bir proje çeşitli aşamalardan oluşmaktadır. Her bir aşama sonunda, devam eden projede bulunan risklerin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bu yüzden risk yönetimi sürekli işlemlerden oluşmaktadır ve projenin tüm aşamalarına uygulanmaktadır. Proje risklerinin dinamik davranışından dolayı, değişim kaçınılmaz olmaktadır. Risklerin değerlendirilmesi işlemi, her bir aşamanın sonunda ve diğer aşama başlamadan önce uygulanması gerekmektedir (Smith 1999).

Riskler herhangi bir aşama içerisinde de değişkenlik gösterebilmektedir. Uzun süreli projelerde aşamalar, aylara hatta yıllara yayılmış durumda bulunmaktadır. Bu yüzden düzenli bir risk değerlendirme işlemi uygulanması gerekmektedir. Bu işlemler etkili bir yönetim ve karar verme işlemlerinin temelini oluşturmaktadır. Projenin yapısında bulunan riskler, proje tipi, boyutu, yeri gibi faktörlerden dolayı değişkenlik gösterebilmektedir. Projenin fizibilite aşamalarında detaylı çalışmalar yapılarak, alternatif seçeneklerin hazırlanması gerekmektedir. Bu seçeneklerden biri seçilerek gerçekçi maliyet tahminleri yapılmakta, detaylı iş programları hazırlanmakta ve tasarımlar oluşturulmaktadır (Barutçugil 1984).

Projenin ilk tasarım aşamalarında minimum maliyete ulaşmak için maliyet mühendisliği ile ilgilenilmekte, inşaat aşamasında ise tasarımın doğru bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamak için kalite yönetimi ile ilgilenilmektedir (Chapman 2001).

Projeler, teknolojik gelişmelerden, yeni metotlardan ve araçlardan, yeni pazarlardan, artan rekabetten, yeni iş fırsatlarından ve müşteri taleplerinden dolayı hızla

değişen çevrede gelişmektedir. Bu etkiler inşaat projelerinin, süre maliyet ve kalite esaslı amaçlarını etkilemektedir. Maliyet tahminleri ve programlar oluşturulurken iyi bir proje yönetimi için belirsizliklerin ve risklerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu yüzden etkili ve sistematik bir risk yönetimi yaklaşımına gereksinim duyulmaktadır. Sistematik bir risk yönetiminde insan ve organizasyon faktörü (motivasyon, davranış, kültür ve deneyim) projede başarı için gözönüne alınması gerekmektedir. Proje risk yönetiminin kalitesi, yönetimin dikkati, motivasyon, proje personeli yeterliliği ve bilgi birikimi gibi bir çok faktöre bağlıdır. Bu başarı faktörleri direkt olarak çalışanları ve proje organizasyonu çalışmalarını etkilemektedir.

#### **2.6.4. İnşaat projelerinde kullanılan planlanma teknikleri**

İş programı, inşaat projelerinin uygulanması ve yönetilebilmesi için gerekli bir araçtır. İş programları, teknoloji seçimlerinden, görevlerin tanımlanmasından, faaliyetlere ait kaynakların ve sürelerin belirlenmesinden ve birbiri ile etkileşim içerisinde olan faaliyetlerin belirlenmesinden oluşmaktadır. İyi bir iş programı faaliyetlerin ve bütçenin uygun olarak belirlenmesinden oluşmaktadır (Çetmeli 1972).

Kritik yörünge metodu (CPM), 1960 yıllarında uygulanmaya başlanmış ve kompleks projelerin planlanmasında ve kontrolünde kullanılan yararlı bir planlama aracı olmuştur. Kritik yörünge metodunda faaliyet sürelerinin başlangıçta belirlenmesi gerekmektedir. Ancak uygulamalarda bu gibi bir yaklaşımın her zaman doğru olamamaktadır. Bu yüzden 1970'li yılların sonunda daha gerçekçi planlamalar yapabilmek amacıyla Program Değerlendirme Ve Gözden Geçirme Tekniği (PERT) uygulanmaya başlanmıştır. PERT metodunda, faaliyet süreleri, istatistiksel olasılık dağılımları kapsamında tahmin edilerek belirlenmektedir (Chanas ve Zielinski 2001).

Kritik yörünge metodu ile yapılan iş programlarında her bir faaliyetin süresi kesin olarak bilinmektedir. Ancak belirsizlik ve risk faktörleri altında faaliyetlerin gerçek sürelerinin, projenin planlama başlangıcı aşamasında tahmin edilmesi gerekmektedir. Süre tahmini aşamasında olumsuz hava koşulları, kazı göçmeleri, iş gücü verimlilikleri gibi tüm etkenlerin detaylı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Belirsizlik atında

faaliyet sürelerinin tahmini genellikle iki yaklaşımla yapılmaktadır. Birincisi; faaliyet süreleri belirlenirken belirsizlik faktörleri ihmal edilmekte, programlama en muhtemel sürelerle göre yapılmaktadır. Böyle bir yaklaşım beraberinde daha fazla işgücü ve kaynak belirlenmesini gerektirmekte ve iyimser bir yaklaşım olarak bilinmektedir. İkinci yaklaşımda ise yine faaliyet süreleri sabittir. Ancak böyle bir yaklaşımda proje yöneticileri ve ekipleri tarafından programın daha kontrollü bir şekilde uygulanması ve değişim söz konusu olduğu takdirde programın güncellenmesi gerekmektedir (Çetmeli 1972).

İnşaat sektörü gibi belirsizlik ve risk faktörlerinin yoğun olduğu bir ortamda kritik yörünge metodu (CPM) ile program hazırlamak yetersiz kalmaktadır. PERT (Program Evaluation and Review Technique) olarak adlandırılan olasılıkların değerlendirildiği planlama tekniği kritik yörünge metoduna göre programda esneklik sağlamaktadır. Programın en kısa tamamlanma zamanı, şebekeye ait kritik yörüngedeki faaliyet sürelerinin toplamından oluşmaktadır. Projenin uygulanması aşamasında programın kritik yörüngesinde bulunan faaliyetlere özel bir önem gösterilmesi gerekmektedir.

## **2.7. Monte Carlo Simülasyonu**

İnşaat projeleri, yeni üretim teknolojileri gibi projeler, projenin süre ve iş düzeni açısından belirsizlikler içermektedir. Büyük hacimli inşaat projeleri çok sayıda faaliyetten oluşmaktadır. Büyük hacimli projelerde faaliyetler arasındaki mantıksal ilişkinin kurulması, hangi faaliyetlerin önce veya sonra başlayacağı, hangi faaliyetlerin eşzamanlı sürdürüleceği, hangi faaliyetlerin yinelenen faaliyetler olarak projede yer alacağını belirlemek oldukça zordur. Bu işlemlerin belirli düzen dahilinde yapılması ve faaliyetlerin CPM, PERT gibi planlama teknikleri ile düzenlenmesi gerekmektedir. Proje boyutu büyüdükçe, belirsizliklerin artmasına neden olmakta ve şebekede hatalarla ve problemlerle karşılaşmaktadır. Faaliyetlere ait süreler ve olasılıklar ve şebekeye ait karakteristik değerler ile problemlerin şebeke üzerindeki etkisini analiz etmek, projelerin etkili bir şekilde yönetilmesi için kaçınılmazdır. Stokastik projelerde şebekenin karmaşıklığından dolayı analitik işlemlerin gerçekleştirilmesi oldukça zordur.

Simülasyon tekniği ise projelerin gerçekçi olarak değerlendirilmesinde daha pratik bir yaklaşımdır (Kurihara ve Nishiuchi 2002).

Simülasyon tekniği içerisinde kullanılan olasılık dağılım fonksiyonları simülasyonun temelini oluşturmaktadır. Simülasyon tekniği, farklı endüstriyel alanlarda planlama ve analiz aracı olarak kullanılırken, inşaat sektöründe bu konuda hem yeterli kişilerin bulunmaması ve konuya fazla önem gösterilmemesi nedeni ile çok az kullanılmaktadır (Fente vd 1999).

Basit olarak, Monte Carlo tekniği inşaat projelerinin simülasyonunu gerçekleştirmek için belirlenmiş bir iterasyon sayısına göre rasgele sayılar üretmekte, her bir iterasyona karşılık gelen değerleri işlem sürecinde kaydetmektedir. Tahmin işleminin gerçekleştiren kişiler tarafından, finansal işlemlerde karar vermek amacıyla, sonuçlar istatistiksel olarak gösterilmekte ve proje maliyeti ve süresi olasılık dağılımında gösterilmektedir (Back vd 2000).

### **2.7.1. Monte Carlo simülasyonunun özellikleri**

Monte Carlo simülasyonu, çok farklı alanlarda uygulanabilen risk analizinin çok yönlü bir metodudur. İnşaat sektöründe Monte Carlo simülasyonu, CPM programlarında risk analizini gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Monte Carlo simülasyonu ile CPM şebekelerinde her bir faaliyet veya faaliyetler grubuna istatistiksel dağılımlarda kullanılan değişken süreler verilebilmektedir. Bu dağılımlar minimum ve maksimum süre aralığında uniform dağılım, ortalama ve standart sapmayı içeren normal dağılım veya daha kompleks olan beta dağılımı, exponansiyel dağılım olabilir. En iyi, en kötü ve en muhtemel sürelerden oluşan üçgen dağılım ise, minimum ve maksimum aralık içerisinde çok sayıda senaryo yaratma kolaylığı açısından genel bir kullanım alanına sahip bulunmaktadır (Smith 1999).

Modern tekniklerden olan Monte Carlo simülasyonu yapısında olasılık dağılımlarını içermektedir. Modern teknikleri kullanan yöneticiler, proje ile ilgili tahmin yaparken kullanılan dağılımın özelliklerine göre en iyi durum, en kötü durum ve en

muhtemel durumlara göre üç adet tahmin yapmaktadır. Tek bir belirsiz sonuç modellemek yerine, Monte Carlo simülasyonu ile en iyi durum ve en kötü durum aralığında binlerce olası senaryo yaratılarak sonuçları istatistiksel olarak görmek ve riskleri değerlendirmek mümkün olmaktadır (Kurihara ve Nishiuchi 2002).

Planlama tekniklerinden CPM ve PERT yöntemleri uygulamadaki kısıtlamalarından dolayı Monte Carlo simülasyonuna göre zorlukları bulunmaktadır. Genellikle yönetici, belirsiz değişkenleri seçerken sadece tek bir değişken belirlemekte ve bu değişken de tahmin ettiği en iyi değer olmaktadır. Örneğin; inşaat projesinde herhangi bir faaliyet süresinin tamamlanma ihtimalinin %10 olduğunu tahmin eden bir yönetici tarafından, sonucun %0 ile %20 arasında değişken olabileceğini bilinmektedir. %20 ihtimalle sonucun ne olacağını görmek için ise değişkenin %20 olarak değiştirilmesi ve tekrar bir analiz yapılması gerekmektedir. Geleneksel yöntemlere göre bu aralık içerisinde tek tek değişken girmek uzun zaman alarak iş kayıplarına neden olmaktadır. Çok sayıda faaliyeti yapısında bulunduran inşaat projelerinde ise çok fazla değişken bulunacağından dolayı geleneksel yöntemlere göre analiz yapmak nerdeyse imkansız olmaktadır (Williams vd 1995).

Monte Carlo simülasyonu aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır (Kurihara ve Nishiuchi 2002).

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

### 2.7.2. Monte Carlo simülasyonu formülasyonu

Monte Carlo simülasyonuyla yapılan tüm uygulamaların temeli aşağıdaki basit matematiksel formülasyona dayanmaktadır. Bir projenin maliyet analizinin gerçekleştirilmesi için toplam maliyetin, sabit maliyetler, işçilik maliyetleri ve malzeme maliyetlerinden oluştuğu kabul edilmektedir (Touran 1993).

$$TM=SM+\dot{I}M+MM \quad (2.2)$$

TM= Toplam Maliyet

SM= Sabit Maliyetler

$\dot{I}M$ = İşçilik Maliyetleri

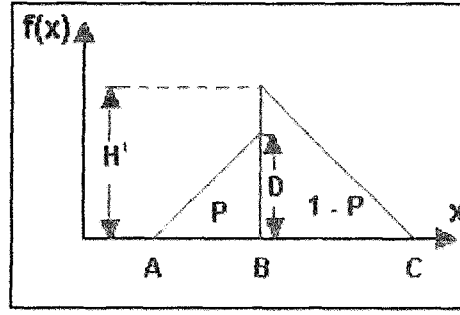
MM= Malzeme Maliyetleri

Yukarıdaki değişkenler projeden projeye farklılık göstermektedir. Monte Carlo simülasyonunda veriler istatistiksel dağılım fonksiyonlarına göre üretilmektedir. Yaygın bir kullanım alanı olan üçgen dağılım kullanarak simülasyon yapılmak istenildiğinde, maliyet ve/veya süre olarak üç adet değer tahmin edilmesi gerekmektedir. (Anonymous 1999).

Üçgen dağılıma ait olasılık yoğunluk fonksiyonu:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{D * x}{B - A} & A \leq x < B \\ \frac{-H * x}{K} + H \left[ \frac{C - A}{C - B} \right] & B \leq x < C \end{cases} \quad (2.3)$$

Üçgen dağılıma ait grafiksel gösterim Şekil 2.6'da görülmektedir.



Şekil 2.6. Üçgen dağılıma ait olasılık yoğunluk fonksiyonu

P değeri A ve B aralığındaki x değişkeninin olasılığını göstermektedir. A ve B aralığında tanımlanan kümülatif fonksiyon:

$$F(x) = \int_0^x \frac{D}{L} x dx = \frac{D}{L} \frac{x^2}{2} \Big|_0^x = \frac{D}{2L^2} x^2 \quad (2.4)$$

$$F(x)=y, \quad L=B-A, \quad K=C-B, \quad P=LD/2$$

$$x = \sqrt{\frac{2 \cdot y \cdot L}{D}} = \sqrt{\frac{2}{L \cdot D} \cdot L^2 \cdot y} = L \sqrt{\frac{y}{P}} \quad (2.5)$$

$$x = A + (B - A) \sqrt{\frac{Y}{P}} \quad (2.6)$$

Y değişkeni sıfır ile bir aralığında üretilen rasgele sayılardan oluşmaktadır.

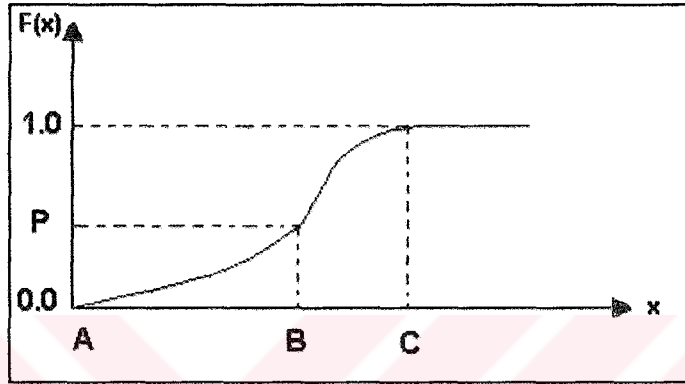
B ve C aralığında tanımlanan kümülatif fonksiyon :

$$F(x) = \int_L^x \left[ \frac{-H}{K} \cdot x + H' \left( \frac{L+K}{K} \right) \right] dx + P \quad (2.7)$$

$$x = (L + K) \pm K \sqrt{\frac{1-y}{1-p}}$$

$$x = C - (C - B)\sqrt{\frac{1-Y}{1-P}} \quad (2.8)$$

Üçgen dağılıma ait olasılık yoğunluk fonksiyonundaki değerlerin toplanması ile kümülatif dağılım fonksiyonu grafik olarak oluşturulmaktadır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Kümülatif dağılım fonksiyonu

Projeye ait tüm faaliyetlerin %10, %50 ve %90 olasılıkla maliyet ve süre tahminlerinin gerçekleştirilmesi sayısal risk analizi olarak tanımlanmaktadır. Tek bir faaliyet için olasılık yoğunluk fonksiyonları ile tahmin işlemlerini gerçekleştirmek, tüm faaliyetlerden oluşan bir kombinasyona göre daha kolay olmaktadır. Çok sayıda faaliyet kombinasyonu ile olasılık dağılım fonksiyonuna bağlı sayı üretmek için nümerik analiz gerekmektedir. Bu işlemi gerçekleştirecek metotlardan bir tanesi Monte Carlo metodu olarak tanımlanmaktadır (Kurihara ve Nishiuchi 2002).

Kurihara ve Nishiuchi'ye (2002) göre proje faaliyetlerinde üçgen dağılımın uygulanabilmesi için minimum, maksimum ve en muhtemel süre olarak üç adet değişkenin tanımlanması gerekmektedir. Bu sürelerin ifade ettiği anlam ise;

**Minimum süre:** Bu süre kesinlikle minimum süre değildir, ancak pratikte minimum olarak tanımlanmaktadır. %10 olasılıkla faaliyetlerin bu süre içerisinde tamamlanacağı beklenmektedir.

En muhtemel süre: Faaliyetin tamamlanması için beklenen en muhtemel süredir.

Maksimum süre: Pratikte maksimum süre olarak tanımlanmaktadır. Bu süre içerisinde faaliyetin %90 olasılıkla tamamlanacağı varsayılmaktadır.

Aralık tahmin metotlarının kullanılabilmesi için işveren ve müteahhit tarafından geçmişe ait verilerin incelenmesi gerekmektedir. Ancak geçmişe ait verilerin dikkate alınabilmesi için amaçların, sürecin ve bölgenin mevcut projeye uyum göstermesi gerekmektedir. Olasılık dağılım fonksiyonları seçilirken, maliyet verileri belirlenmeden önce fonksiyonun bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bunlar;

- Her hangi bir tahminde, belirli değerlerden başka üst ve alt limitler bulunmalı ve fonksiyonun uçları kapalı olmalıdır.
- Dağılım sürekli olmalıdır.
- Olasılık dağılımı konveks bir şekle sahip olmalıdır.
- Gerçek maliyet değeri tahmin edilen üst ve alt limitler arasında bulunmalıdır.
- Ayrıca dağılımın eğrisel olması gerekmektedir.

Çizelge 2.7’de belirli özelliklere sahip olan normal, lognormal, uniform, gamma, üçgen ve beta dağılımlarının yukarıda tanımlanan kriterler çerçevesinde karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırma neticesinde istenilen özellikleri içeren dağılımlar üçgen ve beta dağılımları olmaktadır (Fente vd 1999).

Çizelge 2.7. Olasılık dağılımları karşılaştırması

| Dağılım   | Sınırlar       | İstenilen Özellikler |            |
|-----------|----------------|----------------------|------------|
|           |                | Tek Yönlü            | Eğrisellik |
| Normal    | Hayır          | Evet                 | Hayır      |
| Lognormal | Bir ucu kapalı | Evet                 | Evet       |
| Uniform   | Evet           | Hayır                | Hayır      |
| Gamma     | Bir ucu kapalı | Evet                 | Evet       |
| Üçgen     | Evet           | Evet                 | Evet       |
| Beta      | Evet           | Bazen                | Evet       |

Uygulamalarda üçgen dağılım, beta dağılımına göre daha esnek olduğundan yaygın olarak kullanılmaktadır. Beta dağılımı genellikle çift yönlü davranış göstermektedir. Beta dağılımının, üçgen dağılıma göre bir takım dezavantajları bulunmaktadır. Beta dağılımının dezavantajlarından birisi, dağılım parametrelerinin belirlenmesidir. Beta dağılımı için minimum ve maksimum aralıkların tahmin edilmesi gerekmektedir. Diğer bir dezavantajı da iki adet şekil parametresinin belirlenmesidir.  $\alpha$ ,  $\beta$  şekil parametreleri, minimum(a), maksimum(b) ve en muhtemel(m) maliyet ve/veya süre değişkenleri ile belirlenmektedir. Bu tahminlerin ortalaması beklenen değer( $\mu$ ) olarak tanımlanmaktadır (Fente vd 1999).

$$\mu = \left( \frac{a + 4m + b}{6} \right) \quad (2.9)$$

$$\alpha = \frac{(x-a)(2m-a-b)}{(m-x)(b-a)} \quad (2.10)$$

$$\beta = \frac{(b-x)}{(x-a)} \alpha \quad (2.11)$$

#### 2.7.4. Monte Carlo simülasyonunun sağladığı yararlar

Monte Carlo simülasyonu, gerçeğe yakın rasgele sayılar üreten bir tekniktir. Simülasyon modeli yaklaşımının faydaları;

- a- Sonuçların, belirli olasılıklara göre belirlenebilmesi (örneğin; Karın %20'yi aşma olasılığı),
- b- Model içerisinde değişkenlerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi,
- c- Daha esnek modellerin geliştirilmesi,
- d- Sonuçların ve özet tablolarının açık, anlaşılır olmasıdır (Raftery 1999).

### **3. MATERYAL ve METOT**

#### **3.1. Materyal**

İnşaat sektöründe karşılaşılan riskler ve bu risklerin proje hedeflerinde yarattığı etkiler en çok tartışılan konuların başında gelmektedir. İnşaat projeleri çok sayıda risk faktörü içermesine rağmen, risklerin genellikle bilinçli olarak değerlendirilmemesi sonucunda; başlangıçta tahmin edilen maliyet sınırları aşılmakta, projeler hedeflenen sürelerde tamamlanamamakta ve istenilen kalite standartlarına ulaşamamaktadır. Bunun sonucunda da yapılan hatalardan dolayı uyuşmazlıklar ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz inşaat sektöründe, süre, maliyet ve kalite hedeflerinin gerçekleştirilememesinden kaynaklanan uyuşmazlıklar ile ilgili çok sayıda örnek bulunmaktadır. İnşaat sektöründe edinilen tüm bu olumsuz tecrübelerle rağmen, risk yönetimi ülkemizde hala kullanılmamakta ve riskler sistematik olmayan yetersiz yöntemlerle ele alınmaktadır. Bu çalışma ile; çeşitli ölçeklerde inşaat yatırımlarının gerçekleştiği Antalya inşaat sektöründe ortaya çıkan riskler, bu risklerin proje üzerinde yarattığı etkiler ve firmaların bu riskler karşısındaki tutumları belirlenmeye çalışılmış, risklerin proje üzerindeki etkisini göstermek amacı ile risk analizi tekniklerinden Monte Carlo simülasyonu kullanılarak örnek bir yapı projesinde, yatırım maliyeti ve süresinin, istatistiksel ifadelerle, değişimi gösterilmiştir.

Araştırmanın kuramsal çerçevesi, literatür taramaları ile şekillenmiş olup, veriler Antalya’da faaliyet gösteren yüklenici inşaat firmalarına yapılan anketler aracılığıyla toplanmıştır.

#### **3.2. Metot**

Anket soruları hazırlanmadan önce, Antalya ve çevresinde bölgesel bir ön araştırma yapılmıştır. Bu ön araştırma, istatistiksel analizi geçerli kılacak biçimde ve elde edilecek verilerin örnek projede ne şekilde değerlendirilebileceğini belirlemek amacı ile yapılmıştır. Anket çalışmaları, karşılıklı görüşmeye dayalı olarak gerçekleştirilmiştir ve 34 yüklenici firma yöneticisine 15 soru yöneltilerek, inşaat sektöründe karşılaşılan riskler, bu risklerin proje üzerinde yarattığı etkiler ve riskler

karşısındaki eğilimler belirlenmeye çalışılmıştır. Anket uygulaması, çalışmanın birinci bölümünü oluşturmaktadır. Anket sorularının detaylı biçimde değerlendirilmesi amacı ile, sorular derecelendirme yöntemine göre ve çoktan seçmeli olarak düzenlenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünü, kararların tek değerli yaklaşımlar yerine olasılık dağılımları kapsamında verilmesine olanak sağlayan Monte Carlo simülasyonu tekniğinin, örnek projede uygulanması oluşturmaktadır.

### 3.3. Değerlendirme

Karşılıklı görüşme yöntemi ile uygulanan anket çalışmaları ile veriler toplanarak, bilgisayarda veri bankası oluşturulmuştur. Toplanan verilerin analizi için SPSS (Statistical Package for Social Science) istatistik yazılımı ve Excel grafik programı kullanılmıştır. Her bir anket sorusu, yüzde ve frekans değerleri gösteren tablolar ve grafik gösterimlerle değerlendirilmiştir. Süre ve maliyet simülasyonlarını gerçekleştirmek amacı ile inşaat sektöründe genel bir kullanım alanı olan üçgen olasılık dağılımı seçilmiştir. Projeye ait süre simülasyonunu gerçekleştirmek için MS Project 2000 yazılımı ile iş programı hazırlanıp, risk ve belirsizlik faktörlerinin iş programında değerlendirilmesine imkan veren @ Risk for Project 3.5.3 yazılımı kullanılmıştır. Proje maliyet simülasyonunu gerçekleştirmek için ise, üçgen olasılık dağılıma ait özellikleri içeren, 500 iterasyon altında analiz yapan bir program Matcad 7 Professional yazılımı ile hazırlanmış, sonuçlar grafik gösterimlerle ve tablolarla açıklanmıştır. Simülasyon sonuçları ise; %10 ile %90 olasılık değerleri aralığında tablolar ve grafiklerle gösterilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Günümüzde en çok tartışılan konuların başında, projelerin belirlenen sürelerden daha geç zamanda tamamlanması, başlangıç aşamasında tahmin edilen maliyetlerin, proje sonundaki maliyetlerden farklı olması ve bu sonuçların ne gibi faktörlerden kaynaklandığı gelmektedir. İnşaat sektöründe süre ve maliyet hedeflerinde görülen sapmalar, ülkemizde dahil olmak üzere bir çok ülkede görülmektedir. Bu hedeflerde görülen sapmalar proje boyutu büyüdükçe daha da artmaktadır. Özellikle büyük ölçekli projelerin fizibilite çalışmalarında, sınırlı kaynakların en iyi şekilde kullanımının yanında projenin yapılabilirliğinin de araştırılması, bununla birlikte proje ömrünün uzun olması nedeni ile artma eğilimi gösteren belirsizlikler altında, geleceğe dönük varsayımların yapılması kaçınılmaz hale gelmektedir.

İnşaat sektörü pek çok risk faktörü içermesine rağmen, ülkemizde riskler, genellikle bilinçsiz olarak ele alınmakta, belirlenen maliyet ve süre sınırları aşılmaktadır. Bunun sonucunda da; taraflar arasında anlaşmazlıklar ortaya çıkmakta, çözümleri yıllarca sürmektedir. Bu durum inşaat sektörünün en önemli sorunlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

İnşaat sektöründe bu gibi sorunların ortaya çıkmasının, risklerin bilinçsiz bir şekilde değerlendirilmesi yanında diğer bir nedeni ise inşaat yatırımlarının sistematik olmayan planlar ve programlar dahilinde yürütülmeye çalışılmasıdır. Günümüzde, gittikçe artan karmaşık projelerin sayısı artmakta ve bunların sistematik olarak değerlendirilmesi, programlanması ve sürekli olarak kontrolü kaçınılmaz bir hal almıştır.

Yukarıda açıklanan sorunlar doğrultusunda, araştırmanın bu bölümünde,

- İnşaat sektöründe projelerin gecikmelerine ve maliyetlerin artmasına neden olan risk faktörleri,
- Bu risklerin süre ve maliyet tahminlerinde ne şekilde değerlendirildiği,
- Risk faktörleri altında sektörde gözlenen eğilimler ve stratejiler,
- İnşaat sektöründe planlama tekniklerinin kullanımı belirlenmeye çalışılmış,

- Risklerin inşaat projeleri üzerindeki önemini göstermek amacı ile örnek bir süre-maliyet simülasyonu gerçekleştirilmiş ve sonuçları tartışılmıştır.

#### 4.1. Firmaların Uzmanlık Alanları

Çalışmanın veri tabanını oluşturmak amacı ile hazırlanan anket, Antalya inşaat sektörünün yapısını belirleyebilecek 34 yüklenici inşaat firmasına uygulanmıştır. Ankete katılanlar, genelde Antalya inşaat sektörünü karakterize edebilecek düzeyde olup, bunların %47,1'i inşaat sektöründe 6-10 yıl arasında ve %35,3'ü de 11-20 yıl arasında faaliyet göstermektedir. Anket çalışmasından elde edilen verilere göre (Çizelge 4.1); firmaların %55,9'u toplu konut, %67,6'sı kamu yapıları ve %58,8'i otel yapıları, tatil köyleri gibi alanlarda aktif faaliyet göstermektedir.

Çizelge 4.1. Şirketlerin faaliyet süresine göre uzmanlık alanları

|                     |          | Faaliyet Süresi(Yıl) |      |      |      |       |      |     |      |        |      |
|---------------------|----------|----------------------|------|------|------|-------|------|-----|------|--------|------|
|                     |          | 1-5                  | %    | 6-10 | %    | 11-20 | %    | >20 | %    | Toplam | %    |
| Toplu Konut         | Yapıyor  | 2                    | 10,5 | 10   | 52,6 | 7     | 36,8 | 0   | 0,0  | 19     | 55,9 |
|                     | Yapmıyor | 2                    | 13,3 | 6    | 40,0 | 5     | 33,3 | 2   | 13,3 | 15     | 44,1 |
| Alt Yapı Hizmetleri | Yapıyor  | 0                    | 0,0  | 3    | 50,0 | 3     | 50,0 | 0   | 0,0  | 6      | 17,6 |
|                     | Yapmıyor | 4                    | 14,3 | 13   | 46,4 | 9     | 32,1 | 2   | 7,1  | 28     | 82,4 |
| Kamu Yapıları       | Yapıyor  | 1                    | 4,3  | 11   | 47,8 | 10    | 43,5 | 1   | 4,3  | 23     | 67,6 |
|                     | Yapmıyor | 3                    | 27,3 | 5    | 45,5 | 2     | 18,2 | 1   | 9,1  | 11     | 32,4 |
| Sanayi Yapıları     | Yapıyor  | 1                    | 16,7 | 1    | 16,7 | 4     | 66,7 | 0   | 0,0  | 6      | 17,6 |
|                     | Yapmıyor | 3                    | 10,7 | 15   | 53,6 | 8     | 28,6 | 2   | 7,1  | 28     | 82,4 |
| Otoyol İnşaatı      | Yapıyor  | 0                    | 0,0  | 0    | 0,0  | 1     | 100  | 0   | 0,0  | 1      | 2,9  |
|                     | Yapmıyor | 4                    | 12,1 | 16   | 48,5 | 11    | 33,3 | 2   | 6,1  | 33     | 97,1 |
| Otel/Tatil Köyleri  | Yapıyor  | 4                    | 20,0 | 9    | 45,0 | 5     | 25,0 | 2   | 10,0 | 20     | 58,8 |
|                     | Yapmıyor | 0                    | 0,0  | 7    | 50,0 | 7     | 50,0 | 0   | 0,0  | 14     | 41,2 |
| Su Yapıları         | Yapıyor  | 0                    | 0,0  | 2    | 66,7 | 1     | 33,3 | 0   | 0,0  | 3      | 8,8  |
|                     | Yapmıyor | 4                    | 12,9 | 14   | 45,2 | 11    | 35,5 | 2   | 6,5  | 31     | 91,2 |

#### 4.2. İnşaat Sektöründe Planlama Teknikleri Kullanımı

İnşaat sektöründe rekabetin artması, kar marjlarının düşmesine ve dolayısıyla inşaat firmaları tarafından projelerin daha kontrollü takip edilmesine sebep olmaktadır. Yurtdışında yaygın olarak kullanılan planlama teknikleri, son yıllarda ülkemizde yüklenici firmalar tarafından da uygulanmaya başlamıştır. Anket çalışması sonucuna göre; 34 adet inşaat firmasının planlama tekniklerinden faydalanıp faydalanmadıkları deneyimlerine göre Çizelge 4.2'de karşılaştırılmıştır. Planlama teknikleri kullanımının,

deneyim yılı 5 yıldan fazla olan firmalarda yoğunluk kazanması, bu firmaların genellikle proje boyutu büyük işlerde faaliyet göstermelerinden, büyük hacimli işlerde planlama teknikleri kullanımının kaçınılmaz olduğunun farkında olmalarından ve iş programlarının işverence zorunlu kılmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.2. Planlama teknikleri kullanımının şirket deneyimine göre dağılımı

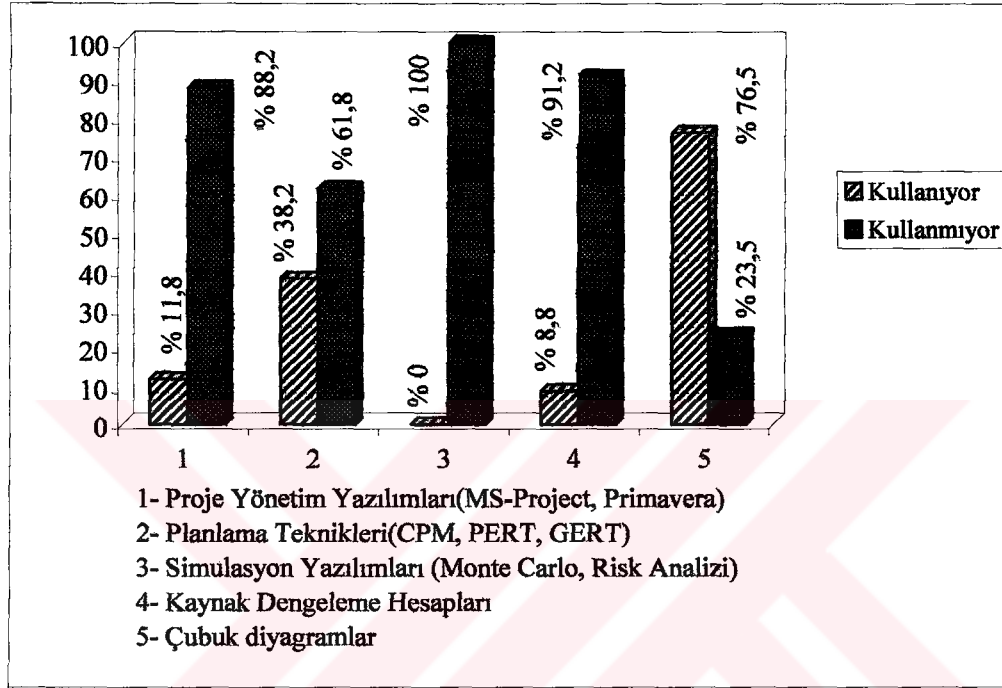
| Faaliyet Süresi | Modern Planlama Teknikleri |      |      |       |      |        |
|-----------------|----------------------------|------|------|-------|------|--------|
|                 |                            | Evet | %    | Hayır | %    | Toplam |
|                 | 1-5 yıl                    | 4    | 13,8 | 0     | 0    | 4      |
|                 | 6-10 yıl                   | 14   | 48,3 | 2     | 40   | 16     |
|                 | 11-20 yıl                  | 10   | 34,5 | 2     | 40   | 12     |
|                 | 20 yıldan fazla            | 1    | 3,4  | 1     | 20   | 2      |
| Toplam          |                            | 29   | 85,3 | 5     | 14,7 | 34     |

Yapılan anket çalışması sonucuna göre; planlama tekniklerini kullanan firmalar incelendiğinde, bu firmaların %79,4'ünün iş programlarını kendi planlama bölümlerince yaptığı görülmektedir (Çizelge 4.3). Faaliyet süresi 5 yıldan fazla olan firmaların çok az bir kısmının şirket dışı danışmanlık desteği alması, danışmanlık anlayışının, ülkemizde pek önemsenmediğini göstermekte ve zaten büyük tenzilatlarla aldıkları işlerde danışmanlık desteğinin ek bir maliyet getireceği anlayışı, firmaları bu hizmet sektöründen doğal olarak uzaklaştırmaktadır. İnşaat sektöründeki rekabet ortamına yeni girmiş olan ve deneyim yılı 5 yıldan az olan inşaat firmalarının, danışmanlık desteği almaması da bu yaklaşımı desteklemektedir.

Çizelge 4.3. Şirketlerin, planlama ve kontrol işlerini yürütme yapısı

|                 |                 | Proje Planlaması ve Kontrolü    |                            | Toplam |
|-----------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------|--------|
|                 |                 | Şirket dışı danışmanlık desteği | Şirket içi planlama bölümü |        |
| Faaliyet Süresi | 1-5 yıl         | 0,0                             | 4                          | 4      |
|                 | %               | 0,0                             | 11,8                       | 11,8   |
|                 | 6-10 yıl        | 1                               | 15                         | 16     |
|                 | %               | 2,9                             | 44,1                       | 47,1   |
|                 | 11-20 yıl       | 5                               | 7                          | 12     |
|                 | %               | 14,7                            | 20,6                       | 35,3   |
|                 | 20 yıldan fazla | 1                               | 1                          | 2      |
|                 | %               | 2,9                             | 2,9                        | 5,9    |
| Toplam          |                 | 7                               | 27                         | 34     |
|                 |                 | 20,60                           | 79,40                      | 100    |

Yapılan anket sonuçlarına göre; en çok tercih edilen proje yönetim aracının, kullanım kolaylığı nedeni ile çubuk diyagramlar (%76,5) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1). Diğer proje yönetim araçlarının az sayıda kullanımının tercih edilmesi ve özellikle simülasyon yazılımlarının hiç kullanılmaması, inşaat sektöründe planlama teknikleri ile ilgili yeterli teknik bilgiye sahip olunmadığını göstermektedir.



Şekil 4.1. Proje yönetimi araçları kullanım oranları

#### 4.3. Süre ve Maliyet Planlamalarında İnşaat Sektöründeki Yaklaşımlar

Günümüzde, büyük hacimli inşaatların artması, inşaatların bitirilmesi için gerekli olan sürelerin kısalması, kullanılan kaynakların pahalı olması, işçilik maliyetlerinin ve çalışan sayısının artması ve niteliklerin önemli ölçülerde değişmesi yönetim fonksiyonlarından olan planlamanın önemini arttırmaktadır. Maliyet, süre ve kaynak kriterleri inşaat işlerinde firmaların planlama yaparken değerlendirdiği üç önemli kriter olarak göze çarpmaktadır. Ankete katılan firmalar tarafından önem derecelerine göre süre, maliyet ve kaynak kriterleri değerlendirilmiş olup, bu kriterler arasında en önemli kriterin, maliyet kriteri (%100) olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.4). Bir projede başarının elde edilmesi, belirlenen bütçe ve süre dahilinde, istenilen nitelikte ürün

teslimi ile gerçekleşmektedir. Tamamlanan projelerde, genellikle maliyet ve süre aşımı gibi sonuçlarla karşılaşıldığından ve bunun sonucunda taraflar arasında uyuşmazlıkların ortaya çıkmasından dolayı yapılan tüm projelerde, bu kriterin üzerinde durulması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

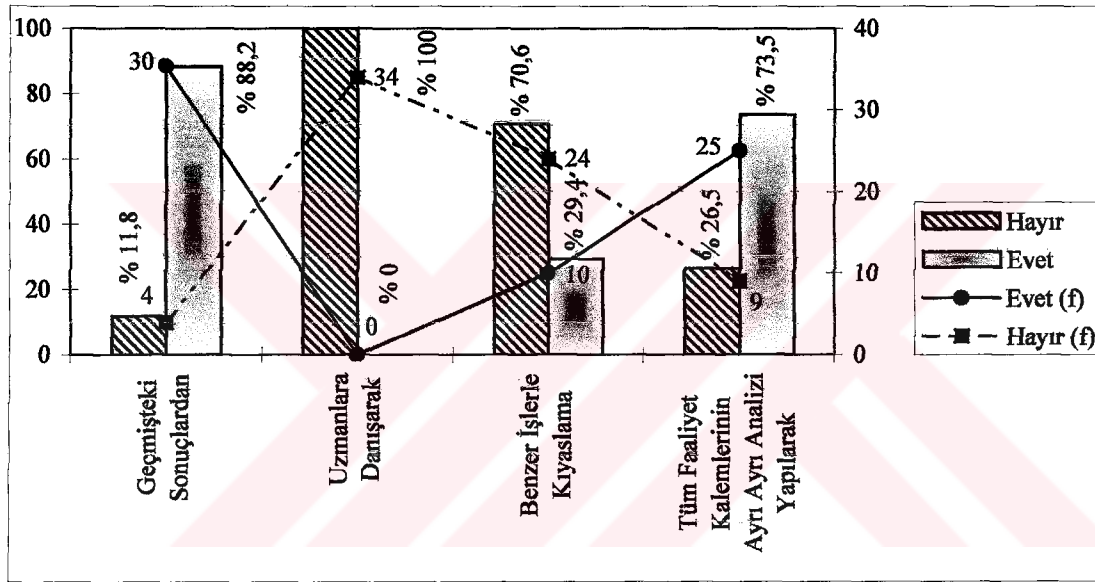
Çizelge 4.4. Proje planlaması kriterleri önem seviyeleri

|                      | Ortalama | Std. Sapma | Varyans | En Az |      | Orta |      | En Fazla |      |
|----------------------|----------|------------|---------|-------|------|------|------|----------|------|
|                      |          |            |         | f     | %    | f    | %    | f        | %    |
| <b>Maliyet</b>       | 3,00     | 0,00       | 0,00    | 0     | 0,0  | 0    | 0,0  | 34       | 100  |
| <b>Süre</b>          | 1,97     | 0,72       | 0,51    | 9     | 26,5 | 17   | 50,0 | 8        | 23,5 |
| <b>Kaynak Temini</b> | 1,59     | 0,61       | 0,37    | 16    | 47,1 | 16   | 47,1 | 2        | 5,9  |

İnşaat sektörü, diğer endüstrilerle karşılaştırıldığında yapısında bir çok risk ve belirsizlik unsuru taşımaktadır. Bir çok müteahhit risk unsurunun fazla olmadığı küçük çaplı projeleri başarılı bir şekilde gerçekleştirmektedir. Ancak büyük çaplı projelerde küçük detayların bile eksikliği süre, maliyet yönünden problemlere yol açmaktadır. Dolayısıyla müteahhitler, projenin ilerleyişini engelleyen olumsuz koşullar ile karşılaştığı zaman değişik çözümler üreterek kalitenin düşmesine sebep olabilmektedirler.

Sürelerin planlanması aşamasında, uygulamaya yön verecek olan faaliyetlerin neler olduğunun ilk aşamada tespit edilmesi gerekmektedir. Bu iş için yapılacak ilk işlem, projenin toplam süresinin tayin edilebilmesi için projeyi oluşturan tüm faaliyetlerin ve bu faaliyetlerin proje içindeki yoğunluğunun tespit edilmesi gerekmektedir. Daha sonra faaliyetin miktarına ve yine işletmenin geçmişteki kazanmış olduğu deneyimlere ve verilere bağlı olarak bu faaliyetin gerçekleşmesini sağlayacak olan kaynak miktarı hesaplanmaktadır. İnşaat sektöründe faaliyet gösteren işletmeler, sadece deneyimlere bağlı kalması sonucunda süre ve maliyet planlamalarında yanılırlara düşmektedirler. Dolayısıyla iş programlarında başlangıçta yapılan süre ve maliyet tahminleri, gerçekleşen süre ve maliyet sonuçları ile uyuşmamaktadır. Planlanan ve gerçekleşen değerler arasındaki fark büyük değerlere ulaştığı zaman inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansman yapıları bozulmaktadır.

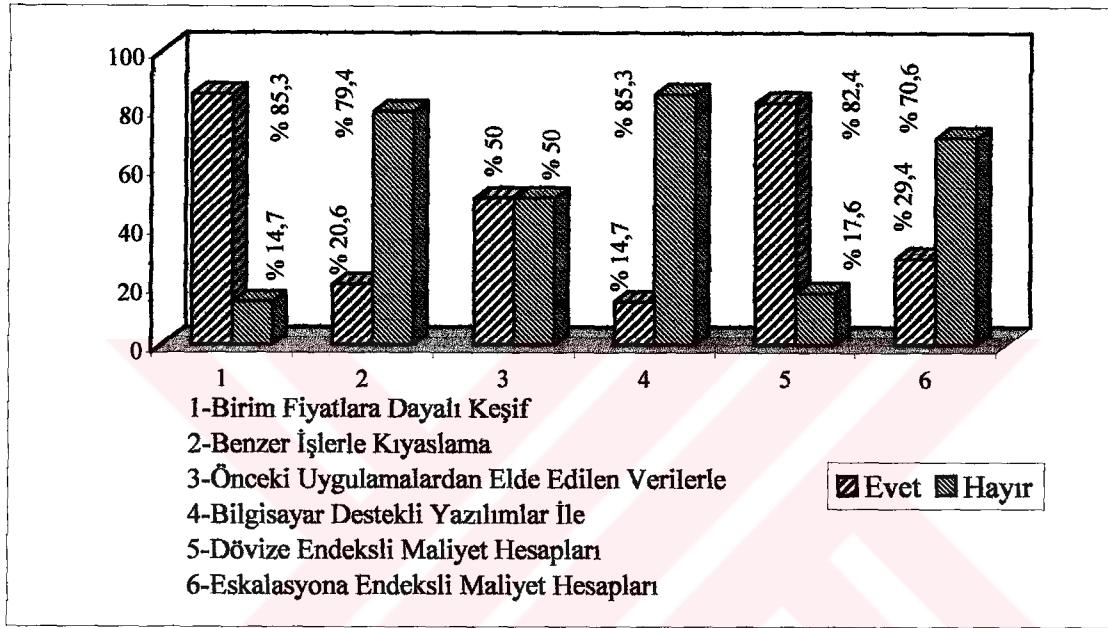
Uygulamada inşaat firmaları tarafından, proje yatırım süresinin belirlenmesine yönelik çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır. Ancak bunların çoğu sistematik değildir. Genellikle yapılan süre planlaması, risk faktörlerinin kısmen değerlendirildiği veya göz ardı edildiği bir hesaplama esasına dayanmaktadır. Uygulanan yaklaşımın yeterliliği ise, risk ve belirsizlik faktörleri karşısında, sektörde yaşanan uyumsuzlıklardan belirlenebilir. Anket çalışmasından; süre planlamasının, geçmiş deneyimlere, benzer işlerle kıyaslama esasına ve tüm kalemlerin ayrı ayrı analizlerine göre yapıldığı, ek maliyetler doğuran uzman görüşüne başvurma konusunda büyük bir eksiklik olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Proje süresinin belirlenmesinde inşaat sektöründe uygulanan yaklaşımlar

Maliyet tahminleri, inşaat uygulamalarının tüm aşamalarında, projenin planlama aşamasından projenin tamamlanmasına kadar geçen süreçte önemli bir role sahiptir. Maliyet tahminlerinin gerçekleştirilebilmesi, inşaat maliyetlerine ait eski verilerin kullanımına bağlıdır. Gelecekte yapılacak işler göz önüne alınarak, geçmişe ait maliyet verileri firma tarafından kayıt altına alındığında, firma açısından yararlı bir kaynak olmaktadır (Back vd 2000). Ülkemizde inşaat maliyetleri ile ilgili Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizleri olarak bilinen ve her yıl güncellenen kaynaklar bulunmaktadır. Ancak bu kaynakların dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

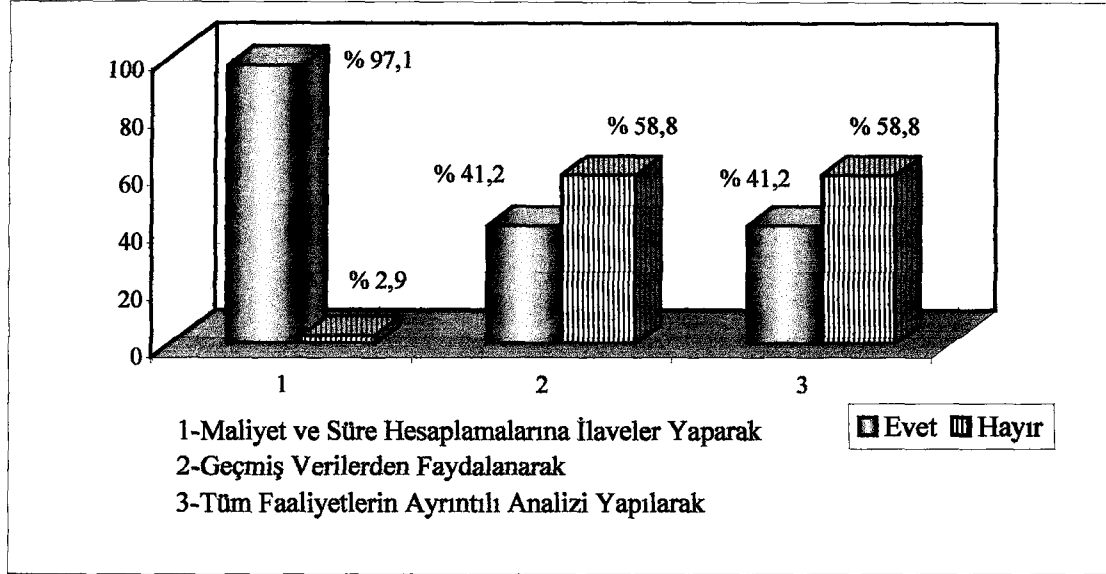
İnşaat maliyetleri, bağımlı olduğu diğer maliyet faktörlerinin değişimlerinden kolayca etkilenmekte ve maliyetler yükselmektedir. Özellikle, uzun periyotlu inşaat işlerinde, değişimlerin sistematik olarak tahmin edilmesi oldukça zordur. Yapılan anket çalışmasından elde edilen sonuçlara bakıldığında; Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizlerine ve dövizle endeksli analizlere büyük bir bağımlılığın olduğu ortaya çıkmıştır. (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Proje yatırım maliyetinin belirlenmesinde inşaat sektöründe uygulanan yaklaşımlar

Proje maliyetleri, geçmişten elde edilen deneyimlere göre önceden belirlenmektedir. Dolayısıyla; riskleri üstlenen tarafın tahmin edilen maliyetleri iş bitiminde tutturmak zorunda olması söz konusudur. İnşaat projeleri, her biri değişik özelliklere sahip yerlerde üretilmektedir. Projelerin uygulanmasında; saha koşullarının değişkenliği, jeolojik yapı, topografik yapı, yerleşim birimlerine uzaklık gibi faktörler proje performansı, süresi ve maliyeti üzerinde önemli etkilere neden olmaktadır. Ayrıca inşaat sektöründe nitelikli işgücü temini ve bunların sürekli olarak firma bünyesinde tutulamamasının da proje performansı üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. İnşaat sektöründe risklerin ortaya çıkma ihtimaline karşı, ankete katılan firmalar tarafından uygulanan yaklaşım, süre ve maliyet hesaplamalarında, genellikle önlem niteliği

taşımakta ve süre ve maliyet hesaplarına ilave yapma (%97,1) şeklinde dikkat çekici olarak göze çarpmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Süre ve maliyet analizlerinde, riskler karşısında inşaat sektöründe uygulanan yaklaşımlar

#### 4.4. İnşaat Projelerinde Karşılaşılan Riskler ve Projeye Olan Etkileri

İnşaat sektörü yapısı itibari ile bünyesinde çok sayıda risk unsuru taşımaktadır. İnşaatın yapım ve tasarım aşamasında risklerin detaylı bir şekilde ele alınması ve değerlendirilmesi sonucunda; uygulanabilir tasarımların, uygun şartnamelerin, düzenli proje faaliyetlerinin, etkileşimli şantiye iletişiminin oluşturulması sağlanacak ve bunun sonucunda sözleşme ve şantiye yönetimi uygulamaları kolaylaştırılmış olacaktır.

İnşaat projelerinin belirlenmiş programlar ve tahmin edilen maliyetler içerisinde başarılı olarak uygulanması, verilen kararların doğru ve güvenilir olmasına bağlıdır. (Odeh ve Battaineh 2002). Al-Moumani (2000) tarafından, inşaat projelerinde yaşanan gecikmelerin sebebinin, tasarımcılara, kullanım değişikliklerine, hava koşullarına, saha koşullarına, teslim problemlerine, ekonomik koşullara ve metraj artışlarına bağlı olduğunu belirtilmiştir.

Ward vd'leri (1991) tarafından, inşaat sektöründe, risk yönetiminin yaygın olarak kullanılmamasının sebepleri kültürel sebeplere bağlanmıştır. Bir yatırımın gerçekleştirilmesi aşamasında, inşaat şirketlerinin risk yönetimini ele alması planlama açısından önemli bir husustur. Risklerin, inşaat projelerinin bütçesi, kalitesi, performansı ve verimliliği üzerinde büyük bir etkisi bulunmaktadır. İnşaat projelerinin doğasında bulunan risklerin ortadan kaldırılması veya ihmal edilerek programa devam edilmesi imkansızdır. Bu riskler karşısında uygulanan yaklaşım, risk etkilerinin azaltılması veya risklerin bir gruptan diğerine transferi şeklinde olmaktadır (Kangari 1995).

İnşaat sektöründe tarafların temel amacı, uygulanan projelerin hedeflenen süre ve maliyet sınırları içerisinde tamamlanmasıdır. İnşaat sektöründe risk yönetimi, bir projenin tasarımdan işlevsel duruma getirilişine kadar geçen süreçte, proje hedeflerinde sapmaya yol açabilecek her türlü olay ve gelişmenin tanımlanması, öngörülmesi, analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması çalışmalarını kapsamaktadır (Karabay 1997).

Perry ve Hayes (1985), Mustafa ve Al-Bahar (1991) inşaat faaliyetlerinde bulunan risk kaynaklarını fiziksel, çevresel, tasarım, lojistik, finansal, yasal, politik, inşaat ve uygulama riskleri olarak belirlemiştir.

İnşaat mühendisliği projelerinde bulunan riskler, yüklenicilerin proje uygulama sürecinde sahada karşılaştığı, maliyet artışına ve gecikmelere sebep olan tahmin edilemeyen zorlukları ve koşulları içermektedir. Örneğin; zemin koşullarının değişkenlik göstermesi, yer altı su seviyesinin tahmin edilenden daha yüksek çıkması gibi durumlar müteahhidin sahada karşılaştığı sorunlar olarak tanımlanmaktadır. Müteahhit tarafından hazırlanan tekliflerin, ortaya çıkabilecek risklere göre hazırlanması ve risklerin ortaya çıkması halinde, gecikmelere sebep olmayacak önlemleri içermesi gerekmektedir. Fiziksel koşullar ile ilgili kararlar verilmeden önce müteahhit tarafından saha koşullarının, alt yapı koşullarının, hidrojeolojik iklimsel koşulların ve saha ulaşımı durumlarının araştırılması gerekmektedir (Ndekugri ve McDonnell 1996).

Akintoye ve Macleod (1997) tarafından İngiltere’de yapılan çalışma ile, Antalya’da yapılan anket sonuçları büyük oranda benzerlik göstermektedir. Ancak işletmelerden kaynaklanan risklerin önem derecesi, Antalya inşaat sektöründe az önemli görülürken, İngiltere’de orta dereceli olduğu belirlenmiştir. Anket çalışması sonucunda; finansal ve ekonomik risklerin için 5’li değerlendirme ölçeğine göre en fazla önemli (4,44) ve doğal afetler ile ilgili risklerin ise en az önemli (1,00) olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Risk faktörlerinin önem dereceleri

|                             | Ort. | Std. Sap. | Var. | En Az |      | Az |      | Orta |      | Fazla |      | En Fazla |      |
|-----------------------------|------|-----------|------|-------|------|----|------|------|------|-------|------|----------|------|
|                             |      |           |      | f     | %    | f  | %    | f    | %    | f     | %    | f        | %    |
| Tasarım Riskleri            | 2,97 | 0,87      | 0,76 | 2     | 5,9  | 7  | 20,6 | 15   | 44,1 | 10    | 29,4 | 0        | 0,0  |
| Çevresel Riskler            | 2,68 | 0,84      | 0,71 | 2     | 5,9  | 13 | 38,2 | 13   | 38,2 | 6     | 17,6 | 0        | 0,0  |
| Finansal ve Ekonomik Riskl. | 4,44 | 0,66      | 0,44 | 0     | 0,0  | 1  | 2,9  | 0    | 0,0  | 16    | 47,1 | 17       | 50,0 |
| Politik Riskler             | 2,88 | 0,81      | 0,65 | 0     | 0    | 12 | 35,3 | 15   | 44,1 | 6     | 17,6 | 1        | 2,9  |
| Yasal Riskler               | 2,85 | 0,89      | 0,80 | 1     | 2,9  | 11 | 32,4 | 16   | 47,1 | 4     | 11,8 | 2        | 5,9  |
| İnşaat Riskleri             | 4,29 | 0,68      | 0,46 | 0     | 0,0  | 0  | 0,0  | 4    | 11,8 | 16    | 47,1 | 14       | 41,2 |
| Fiziksel Riskler(Hava Koş.) | 4,00 | 0,92      | 0,85 | 1     | 2,9  | 1  | 2,9  | 5    | 14,7 | 17    | 50,0 | 10       | 29,4 |
| İşletme İle İlgili Riskler  | 1,91 | 0,67      | 0,45 | 9     | 26,5 | 19 | 55,9 | 6    | 17,6 | 0     | 0,0  | 0        | 0,0  |
| Doğal Afetler               | 1,00 | 0,00      | 0,00 | 34    | 100  | 0  | 0,0  | 0    | 0,0  | 0     | 0,0  | 0        | 0,0  |

İnşaat projeleri, proje tipine, büyüklüğüne, karmaşıklığına, kullanılan teknolojiye ve uygulandığı ortama bağlı olarak bir çok risk faktörü içerdiğinden risk yönetiminin öncelikli uygulanması gereken sektörlerin başında inşaat sektörü gelmektedir. Ayrıca inşaat sektörü kendine özgü risklerden etkilendiği kadar ekonomik ve politik değişimlerden de etkilenmektedir. Bu risklerin yoğun bulunduğu faaliyetler topluluğunu oluşturan projeler, deneyimli yöneticiler ile sürekli olarak kontrol altında yürütülmelidir. Aksi durumda ise; istenilen standartlardan uzaklaşmakta ve taraflar arasında anlaşmazlıklar ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde inşaat projeleri ile ilgili bir çok uyuşmazlık nedeni bulunmaktadır. En sık karşılaşılan uyuşmazlık nedenlerinin başında projelerin geç tamamlanması, finansal problemler ve kalitesiz üretim başta gelmektedir. Anket sonuçlarında; Antalya’da faaliyet gösteren firmaların, tamamladıkları projelerde, maliyet artışı ve projenin geç tamamlanması gibi sonuçlarla çok sık karşılaştığı görülmektedir (Çizelge 4.6). Maliyet artışı nedeniyle ortaya çıkan sonuçların başlıca sebepleri, birim fiyatlara dayalı yapılan işlerin yıllarca sürmesi ve bu süreç içerisinde malzeme ve işçilik maliyetlerinde artışların olmasıdır. Her ne kadar birim fiyatlara

dayalı işlerde, eskalasyon katsayıları kullanılsa da, firmanın finansman yapısı maliyet artışlarından direkt etkilenmekte ve projeyi devam ettirmek amacı ile işçilik maliyetlerini ödemek zorunda kalmaktadır. Bu sebepten dolayı; başlangıçta tahmin etmiş olduğu maliyetler, proje tamamlandıktan sonra kesin olarak belirlenen maliyetlerin altında kalmaktadır. Karşılaşılan diğer bir sonuç ise, projelerin planlanan sürelerden daha geç tamamlanmasıdır. İnşaat sektöründe, proje süreleri, genellikle geçmişte tamamlanmış olan işlerden belirlenmektedir. Sadece bu yaklaşımla belirlenen proje süreleri, projelerin uygulandığı alanların farklı özelliklere (topografik farklılıklar, jeolojik yapı, saha koşullarında farklılık, ulaşım problemleri, zemin koşulları, yerleşim birimlerine olan uzaklık vb) sahip olmasından dolayı hatalı olarak tahminlenmektedir. Dolayısıyla proje sürelerinin, projenin uygulanacağı bölgelerin özelliklerine göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca bölgeye ait özelliklerin de proje maliyeti üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Örneğin, yapıya ait temel kazılarında; yer altı suyunun yüksek çıkması, farklı özelliklere sahip zemin türleri ile karşılaşılması, toprak kayması gibi durumlarla karşılaşıldığında, kazı işleminin güvenli olarak yapılması için ek maliyetler doğuran işlemler gerekmektedir.

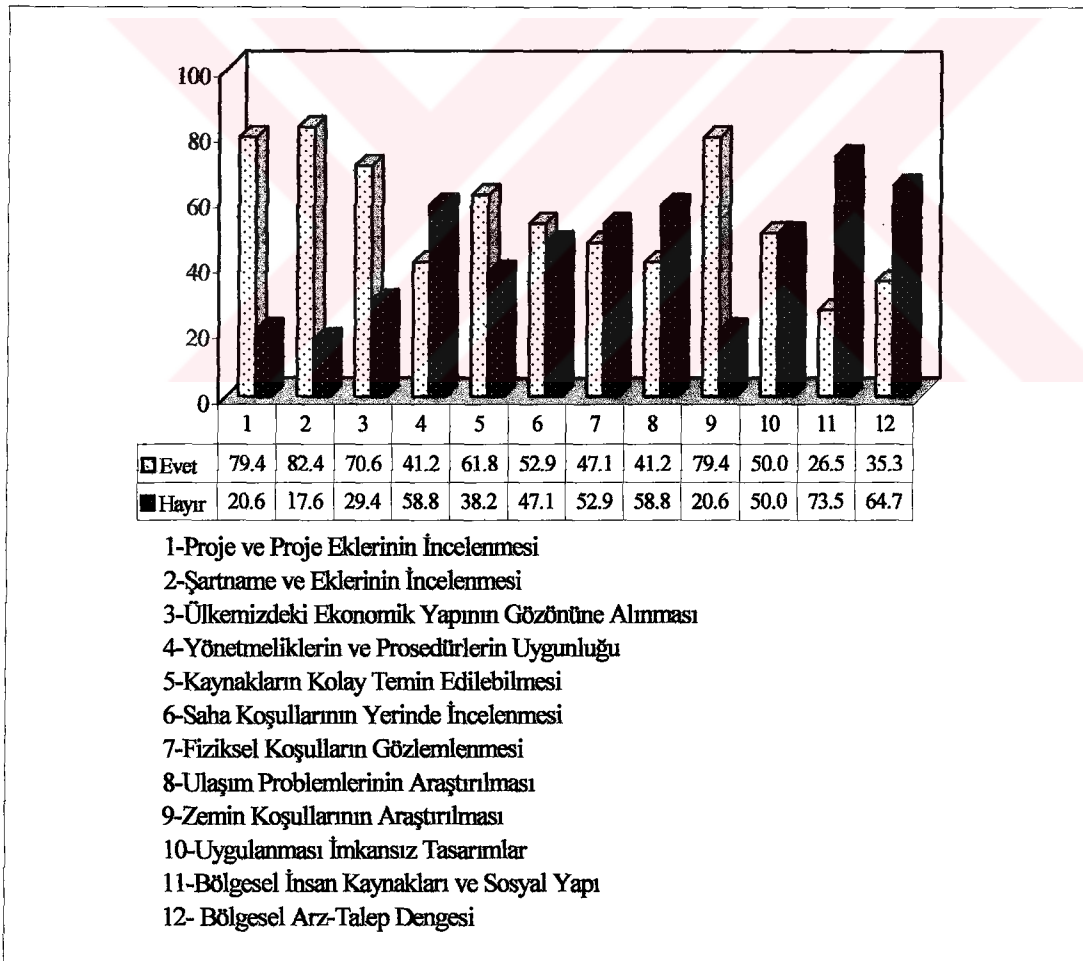
Çizelge 4.6. Tamamlanmış inşaat projelerinin sonuçları

|                           | Ortalama | Std. Sapma | Varyans | En Az |      | Orta |      | En Fazla |      |
|---------------------------|----------|------------|---------|-------|------|------|------|----------|------|
|                           |          |            |         | f     | %    | f    | %    | f        | %    |
| Projenin Geç Tamamlanması | 2,26     | 0,79       | 0,63    | 7     | 20,6 | 11   | 32,4 | 16       | 47,1 |
| Düşük Kaliteli Üretim     | 1,15     | 0,36       | 0,13    | 29    | 85,3 | 5    | 14,7 | 0        | 0,0  |
| Maliyet Artışı            | 2,74     | 0,51       | 0,22    | 1     | 2,9  | 7    | 20,6 | 26       | 76,5 |

#### 4.5. İnşaat Sektöründe Teklif Hazırlama Sürecinin İncelenmesi

Yüklenici inşaat firmaları, inşaat sektörünün kendine has özellikleri nedeni ile sözleşmelerde belirlenen şartlar çerçevesinde, henüz ortada olmayan bir ürünü bitirme yükümlülüğü altına girmektedirler. İnşaat firmaları yükledikleri işleri, öngörülen maliyet sınırları ve süre içerisinde gerçekleştirmek zorundadır. Bu husus, ülkemizdeki enflasyon ortamında risk konusu olarak ortaya çıkmaktadır. Yüklenici inşaat firmaları, proje maliyetlerini belirlerken projeyi oluşturan maliyet kalemlerini ve bu maliyet kalemlerinin kendisine mal oluş maliyetlerini hesaplamaktadır. Oluşturdukları teklif

fiyatı, inşaatın yapımı için yapılan harcamalar ve müteahhit karından oluşmaktadır. Teklif aşamasında firmaların belirlemiş oldukları kar marjı, vermiş oldukları teklifin kazanılıp kazanılmamasını belirleyen en önemli faktörlerden bir tanesidir. Yüklenici firmanın belirlemiş olduğu kar oranının düşük veya yüksek olmasının bir takım dezavantajları bulunmaktadır. İş kazanmak amacı ile belirlenen kar oranının düşük olması, projeden zarar etmesine neden olmaktadır. Kar oranının yüksek olması durumunda ise teklif verilen işin kaybedilmesi söz konusu olmaktadır. Bu durumda yüklenici inşaat firmalarının gerçek rekabet ortamında optimum karı belirlemesi ve işin yapımı esnasında karşılaşılabilecekleri risklere karşı kendilerini garantiye almaları ve kar oranları içerisinde risk faktörlerini değerlendirmeleri gerekmektedir. Ayrıca teklif hazırlama işlemlerinde, yardımcı olması için kendi firmalarının geçmişte tamamladıkları işlere ait fiyat ve verimlilik analizlerinin bulunması da gerekmektedir.



Şekil 4.5. Teklif aşamasında değerlendirilen kriterler

Yapılan anket çalışması ile yüklenici inşaat firmalarının teklif hazırlama sürecine daha bilinçli eğildikleri, bölgesel faktörlerin ve sosyo-kültürel yapının proje üzerinde etkisi bulunmasına rağmen, bu kriterleri az önemli faktörler olarak değerlendirdikleri belirlenmiştir (Şekil 4.5). Yapılan işlerin uygulanabilmesi teknik konuları içerdiğinden; inşaat sektöründe, yapı projesi ve sahası ile ilgili konularda daha hassas davranıldığı gözlemlenmektedir.

#### **4.6. İnşaat Risklerinin Sözleşme Tarafları Arasında Dağılımı**

Antalya inşaat sektöründe gözlenen uyumsuzluk nedenlerinin başında, projelerin sözleşme ile belirlenen sürede tamamlanamaması gelmektedir. Bu durumların çok sık yaşandığı inşaat sektöründe, yüklenici firmalar teklif verdikleri işleri üstlenmek amacı ile sözleşmelere gereken önemi göstermemekte veya sözleşme hazırlanma aşamasında gerekli olan hukuksal desteği almamaktadırlar. Bir çok yüklenici firma sözleşmelerin imzalanması esnasında hangi haklara sahip olduklarının, nasıl bir yükümlülüğün altına girdiklerinin ve hangi sorumlulukların kendilerine aktarıldığının farkında olmamaktadırlar.

Anket çalışması ile toplanan veriler, Amerika İnşaat Mühendisliği Birliği (American Society of Civil Engineers) tarafından 1979 ve 1995 yıllarında yapılan benzer bir araştırma verileri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.7). Bu karşılaştırma, risk yönetimi kapsamında belirlenen inşaat riskleri karşısında, sektörde gözlenen eğilimi belirlemeyi amaçlamaktadır. Sözleşmelerde diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de risklerin müteahhitler üzerinde yoğunlaştığı, risklerin müteahhitlere transfer edildiği görülmektedir. Süre planlaması üzerinde önemli bir etkisi olan olumsuz hava koşulları inşaat sektörünün önemli sorunlarından biri olmasına rağmen sözleşmelerde anlaşılır şekilde açıklanmadığı gibi anket sonuçlarını da desteklemektedir.

Çizelge 4.7. Sözleşmelerde risklerin taraflara dağılımı ve Türkiye-ASCE karşılaştırması

|                                         | Türkiye   |       |         |      |              |      |          |      | ASCE          |               |
|-----------------------------------------|-----------|-------|---------|------|--------------|------|----------|------|---------------|---------------|
|                                         | Müteahhit |       | İşveren |      | Heriki Taraf |      | Belirsiz |      | 1979          | 1995          |
|                                         | f         | %     | f       | %    | f            | %    | f        | %    |               |               |
| İşgücü , Malzeme ve Ekipman Temini      | 34        | 100,0 | 0       | 0,0  | 0            | 0,0  | 0        | 0,0  | Müteahhit     | Müteahhit     |
| İşgücü Uyuşmazlıkları                   | 29        | 85,3  | 0       | 0,0  | 5            | 14,7 | 0        | 0,0  | Müteahhit     | Müteahhit     |
| İşgücü ve Ekipman Verimlilikleri        | 33        | 97,1  | 0       | 0,0  | 0            | 0,0  | 1        | 2,9  | Müteahhit     | Müteahhit     |
| Alt Yükleniciler ile Koordinasyon       | 34        | 100,0 | 0       | 0,0  | 0            | 0,0  | 0        | 0,0  | -             | -             |
| Kazalar ve Güvenlik Önlemleri           | 33        | 97,1  | 0       | 0,0  | 1            | 2,9  | 0        | 0,0  | Müteahhit     | Müteahhit     |
| Kaliteli Üretim ve Kalite Güvence       | 33        | 97,1  | 0       | 0,0  | 1            | 2,9  | 0        | 0,0  | Müteahhit     | Müteahhit     |
| İş Programlarının Doğruluğu             | 27        | 79,4  | 0       | 0,0  | 7            | 20,6 | 0        | 0,0  | -             | -             |
| Malzeme Kusurları                       | 25        | 73,5  | 0       | 0,0  | 9            | 26,5 | 0        | 0,0  | Müteahhit     | Müteahhit     |
| Değişken Saha Koşulları                 | 24        | 70,6  | 0       | 0,0  | 10           | 29,4 | 0        | 0,0  | İşveren       | İşveren       |
| Olumsuz Hava Koşulları                  | 0         | 0,0   | 0       | 0,0  | 16           | 47,1 | 18       | 52,9 | -             | -             |
| Enflasyon, Eskalasyon                   | 5         | 14,7  | 5       | 14,7 | 14           | 41,2 | 10       | 29,4 | Her iki Taraf | Müteahhit     |
| Ödemelerde Yaşanan Gecikmeler           | 14        | 41,2  | 13      | 38,2 | 7            | 20,6 | 0        | 0,0  | İşveren       | Müteahhit     |
| Grev                                    | 5         | 14,7  | 3       | 8,8  | 4            | 11,8 | 22       | 64,7 | -             | -             |
| Onay ve Gerekli İzinler                 | 5         | 14,7  | 13      | 38,2 | 16           | 47,1 | 0        | 0,0  | İşveren       | İşveren       |
| İş Miktarındaki Değişiklikler           | 17        | 50,0  | 7       | 20,6 | 10           | 29,4 | 0        | 0,0  | İşveren       | Müteahhit     |
| Tasarım değişiklikleri/ Kusurlu Tasarım | 17        | 50,0  | 0       | 0,0  | 12           | 35,3 | 5        | 14,7 | İşveren       | İşveren       |
| Doğal Afetler                           | 3         | 8,8   | 2       | 5,9  | 18           | 52,9 | 11       | 32,4 | İşveren       | Belirsiz      |
| Savaş, Ayaklanma Tehlikeleri            | 0         | 0,0   | 4       | 11,8 | 19           | 55,9 | 11       | 32,4 | -             | -             |
| Metraj Artışları                        | 20        | 50,8  | 10      | 29,4 | 4            | 11,8 | 0        | 0,0  | -             | -             |
| Saha Ulaşımı                            | 34        | 100,0 | 0       | 0,0  | 0            | 0,0  | 0        | 0,0  | İşveren       | İşveren       |
| Üçüncü Kişilerden Kaynaklanan Gecikm.   | 34        | 100,0 | 0       | 0,0  | 0            | 0,0  | 0        | 0,0  | Her iki Taraf | Belirsiz      |
| Uyuşmazlıkların Çözümündeki Gecikm.     | 13        | 38,2  | 0       | 0,0  | 15           | 44,1 | 6        | 17,6 | İşveren       | Her iki Taraf |
| Araştırmalar ve Testler                 | 18        | 52,9  | 0       | 0,0  | 16           | 47,1 | 0        | 0,0  | -             | -             |
| Ekolojik Zararlar                       | 18        | 52,9  | 1       | 2,9  | 13           | 38,2 | 2        | 5,9  | İşveren       | -             |
| Vergiler                                | 12        | 35,3  | 9       | 26,5 | 13           | 38,2 | 0        | 0,0  | İşveren       | -             |
| Yasal Değişiklikler                     | 19        | 55,9  | 0       | 0,0  | 8            | 23,5 | 7        | 20,6 | İşveren       | İşveren       |
| Bürokratik Gecikmeler                   | 21        | 61,8  | 4       | 11,8 | 7            | 20,6 | 2        | 5,9  | -             | -             |
| Tahmin Edilemeyen Faaliyetler           | 18        | 52,9  | 6       | 17,6 | 10           | 29,4 | 0        | 0,0  | -             | -             |

#### 4.7. Proje Maliyet Kalemlerinde Yaşanan Değişimler

İnşaat sektörünün en büyük sorunlarından birisi ve en önemlisi, maliyet hedeflerinde görülen sapmalardır. Maliyet hedeflerinde gözlemlenen sapmalar, sektörde bulunan risk ve belirsizlik faktörlerinden kaynaklanmaktadır. İnşaat firmalarının sektörde varlıklarını sürdürebilmek, rekabet edebilmek ve kar paylarını arttırmak amacı ile bir çok inşaat projesine teklif hazırlamakta, fiyat vermektedir. Sağlıklı ve gerçekçi olmayan maliyet tahminleri firmaların büyük zararlar etmesine ve hatta firmaların iflasına neden olmaktadır. Ortaya çıkabilecek olumsuz koşullara karşı fiyat teklifleri hazırlanırken gerçeği yansıtmayan yaklaşımlar uygulanmaktadır. Genellikle; olumsuz

koşulların oluşabilme ihtimaline karşı maliyet değerlerine ilaveler yapma şeklinde bir uygulama yaygındır.

Ülkemiz inşaat sektöründe, projelere ait maliyetler genellikle deterministik yaklaşımlarla belirlenmektedir. Ancak bu gibi geleneksel yaklaşımlar, risk faktörlerinin değerlendirilmesinde yetersiz kalmakta ve gerçeği yansıtmamaktadır.

Projelerin maliyet ve süre değerlendirilmesinde kullanılan Monte Carlo simülasyonunda, maliyet değerleri, artık bilinen parametreler değil, belirlenen aralık içerisinde bulunan rasgele değişkenler olarak tanımlanmaktadır. Olasılık dağılımları, belirlenmiş güven aralıkları içerisinde süre ve maliyete ilişkin tahmin değerlerinin belirlenmesine imkan sağlamaktadır. Bu işlemler planlama işlerini yürüten kişilere, hem uygun tahminlerin gerçekleştirilmesinde hem de proje uygulama esnasında kaynakların yönetiminde kolaylık sağlamaktadır. Maliyete ilişkin planlama işlemlerinde olasılık teorilerinin değerlendirildiği Monte Carlo tekniği kullanılmaktadır. Bu teknikte, maliyet faktörleri ve rasgele değişkenler olasılık dağılım fonksiyonuna göre belirlenmekte ve toplam maliyet ise bu değerlerin birleştirilmesi ile hesaplanmaktadır. Anket çalışmasında, aralık değer yaklaşımında simülasyon katsayıları, yüklenici inşaat firmaları yöneticilerinin tamamlamış oldukları işlerde karşılaşmış oldukları sonuçlara göre maliyet kalemlerinde karşılaştıkları değişim aralıklarından belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Değişim aralıklarının maliyet kalemlerinden toprak işleri üzerinde yoğunlaşması, zemin koşullarının aşırı değişkenlik göstermesinden kaynaklanmaktadır. Boşluklu bir zemin yapısına sahip Antalya'da, temel kazıları sonucunda maliyet arttırıcı zemin iyileştirme metotlarının uygulanmasına sıkça rastlanmaktadır.

Çizelge 4.8. Maliyet kalemlerinde yaşanan değişim oranları

|                        | Ort.  | Mod | Std. Sap. | Var.   | Min | Max | Sim. Kats. |
|------------------------|-------|-----|-----------|--------|-----|-----|------------|
| Toprak İşleri(Min)     | 12,94 | 10  | 4,79      | 22,91  | 5   | 20  | 0,87       |
| Toprak İşleri(Max)     | 67,50 | 80  | 15,82     | 250,38 | 35  | 100 | 1,68       |
| Alt Yapı İşleri(Min)   | 12,21 | 10  | 4,47      | 19,99  | 5   | 20  | 0,88       |
| Alt Yapı İşleri (Max)  | 44,41 | 50  | 6,49      | 42,07  | 30  | 55  | 1,44       |
| Kaba İşler (Min)       | 12,06 | 10  | 4,79      | 22,91  | 0   | 20  | 0,88       |
| Kaba İşler(Max)        | 46,62 | 50  | 6,48      | 42,00  | 30  | 60  | 1,47       |
| İnce İşler(Min)        | 8,97  | 10  | 4,57      | 20,88  | 0   | 25  | 0,91       |
| İnce İşler(Max)        | 52,35 | 50  | 5,54      | 30,66  | 45  | 65  | 1,52       |
| Elektrik Tesisatı(Min) | 8,24  | 10  | 3,46      | 11,94  | 0   | 15  | 0,92       |
| Elektrik Tesisatı(Max) | 16,32 | 20  | 5,27      | 27,74  | 5   | 30  | 1,16       |
| Mekanik Tesisat(Min)   | 10,00 | 10  | 3,26      | 10,61  | 5   | 15  | 0,90       |
| Mekanik Tesisat(Max)   | 18,24 | 20  | 5,21      | 27,09  | 10  | 30  | 1,18       |
| Çevre Düzenleme(Min)   | 3,68  | 5   | 3,33      | 11,07  | 0   | 10  | 0,96       |
| Çevre Düzenleme(Max)   | 46,91 | 45  | 6,03      | 36,39  | 30  | 60  | 1,47       |

#### 4.8. Örnek Proje Maliyet Simülasyonu

Anket çalışmasına ilave olarak çalışmanın ikinci kısmında risklerin toplam yapı maliyetindeki etkilerinin %10 ve % 90 olasılık değerleri aralığında değişimini göstermek amacı örnek yapı projesi üzerinde değerlendirme yapılmıştır. Bu amaçla örnek yapı projesinin toplam yapı maliyeti, 7 ana maliyet kalemine ayrılmıştır. Her bir maliyet kalemi örnek yapı projesi metrajlarından ayrı ayrı hesaplanmıştır. 2002 Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizleri kullanılarak belirlenen proje toplam maliyeti (860.486.275.996 TL), örnek yapının tahmin edilen maliyeti olarak değerlendirilmiştir. Her bir maliyet kaleminin tahmin edilen değeri Çizelge 4.9'da görülmektedir.

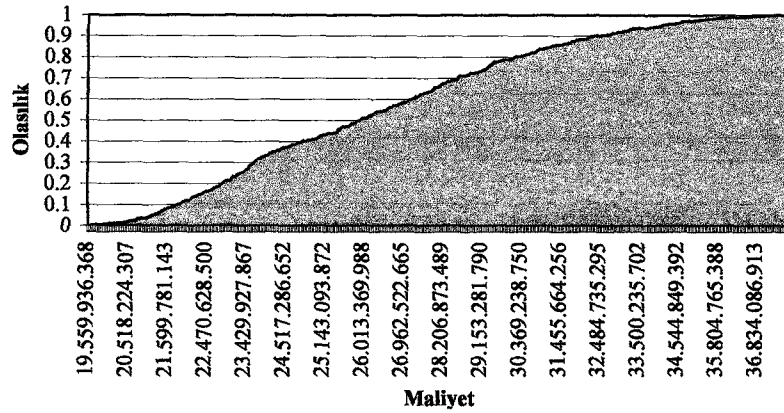
Çizelge 4.9. Tahmin edilen ana maliyet kalemleri

| <b>Maliyet Kalemleri</b> | <b>Tahmin Edilen Maliyetler</b> |
|--------------------------|---------------------------------|
| Toprak İşleri            | 22.455.167.977 TL               |
| Alt Yapı İşleri          | 41.161.397.100 TL               |
| Kaba İşler               | 294.389.903.600 TL              |
| İnce İşler               | 308.080.851.290 TL              |
| Elektrik Tesisatı        | 60.234.039.320 TL               |
| Mekanik Tesisat          | 129.072.941.399 TL              |
| Çevre Düzenleme          | 5.091.975.310 TL                |
| <b>TOPLAM</b>            | <b>860.486.275.996 TL</b>       |

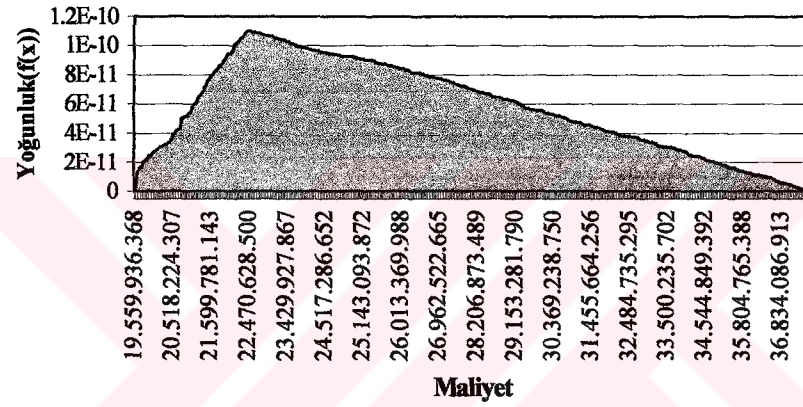
Uygulamada simülasyon işlemi için elde edilen maliyet verileri, örnek yapıya ait metrajlar üzerinden 2002 Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizleri kullanılarak belirlenmiştir. Ancak maliyet değerleri içerisinde müteahhitlik karı dikkate alınmayıp, simülasyonun müteahhidin bakış açısına göre yapıldığı varsayılmıştır. Kısacası böyle bir analizin değerlendirilmesi müteahhit açısından daha uygun olacaktır.

Örnek yapının risk analizi için Monte Carlo simülasyonu kullanılmış, inşaat sektöründe yaygın bir kullanımı ve kullanımının kolay olmasından dolayı olasılık dağılımı olarak üçgen dağılım seçilmiştir. Çizelge 4.8'deki maliyet kalemlerinde karşılaşılan değişim oranları, örnek projenin maliyet simülasyonunu gerçekleştirmek amacıyla simülasyonda, minimum ve maksimum değer katsayıları olarak kullanılmıştır. Bu veriler tahmin edilen maliyet değerleri ile çarpılarak her bir maliyet kaleminin minimum, en muhtemel ve maksimum değerleri olarak kabul edilmiştir. En muhtemel maliyet değeri başlangıçta tahmin edilen maliyet değeri olarak simülasyona katılmıştır. Tüm maliyet değerleri Matcad yazılımı ile hazırlanan programa girilip, 500 iterasyon altında sonuçlar; her bir maliyet kalemine ait olasılık yoğunluk grafikleri ve kümülatif yoğunluk fonksiyonu grafikleri ile gösterilip, %10 ile %90 olasılık değerleri arasında maliyet sonuçları gösterilmiştir (Bkz. Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12).

Toprak işleri kümülatif maliyet dağılımı



Toprak işleri maliyet yoğunluk fonksiyonu



| Maliyet Kalemleri | Min.M. Katsayısı | L Min. Maliyet | M Opt. Maliyet | H Maks. Maliyet | Maks.M. Katsayısı |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Toprak İşleri     | 0,87             | 19.535.996.140 | 22.455.167.977 | 37.724.682.201  | 1,68              |
| İterasyon Sayısı  | 500              |                |                |                 |                   |

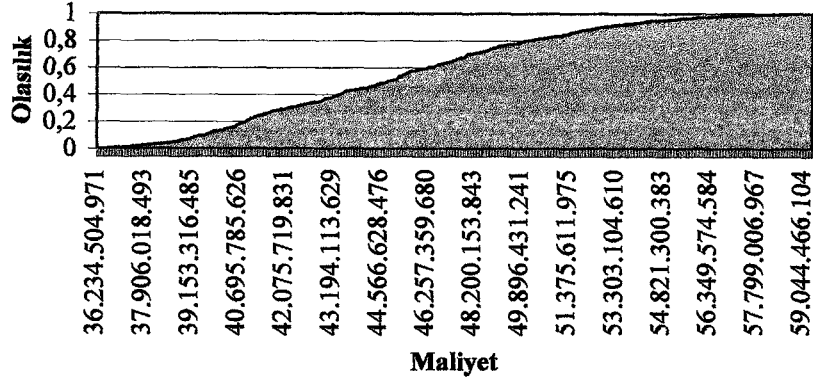
Olasılık Dağılım Fonksiyonu: Üçgen

| Olasılık | P   | Maliyet        |
|----------|-----|----------------|
| 10%      | 0,1 | 21.840.250.902 |
| 20%      | 0,2 | 22.818.780.000 |
| 30%      | 0,3 | 23.781.487.432 |
| 40%      | 0,4 | 24.815.792.229 |
| 50%      | 0,5 | 25.940.531.818 |
| 60%      | 0,6 | 27.184.617.675 |
| 70%      | 0,7 | 28.596.718.564 |
| 80%      | 0,8 | 30.271.731.101 |
| 90%      | 0,9 | 32.454.649.938 |

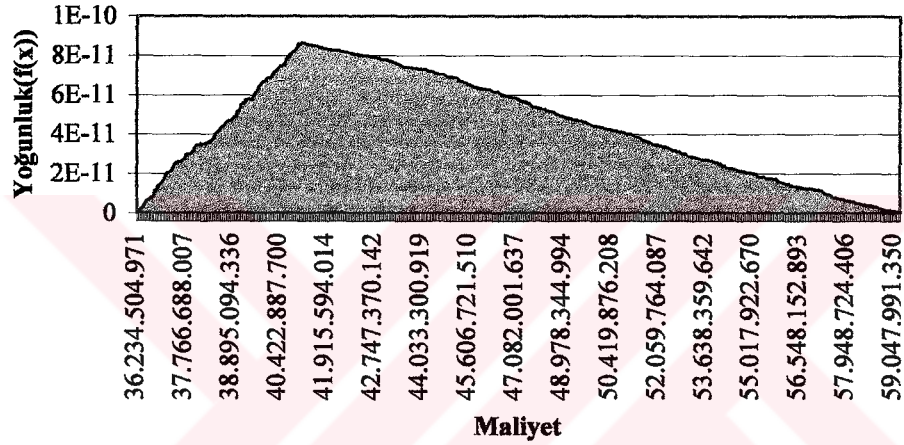
|           |                |
|-----------|----------------|
| Ortalama= | 26.571.948.773 |
| Mod=      | 22.455.167.977 |
| Medyan=   | 25.940.531.818 |
| Std.Sap.= | 3.987.856.322  |

Şekil 4.6. Toprak işleri maliyet simülasyonu sonuçları

Altyapı işleri kümülatif maliyet dağılımı



Altyapı işleri maliyet yoğunluk fonksiyonu

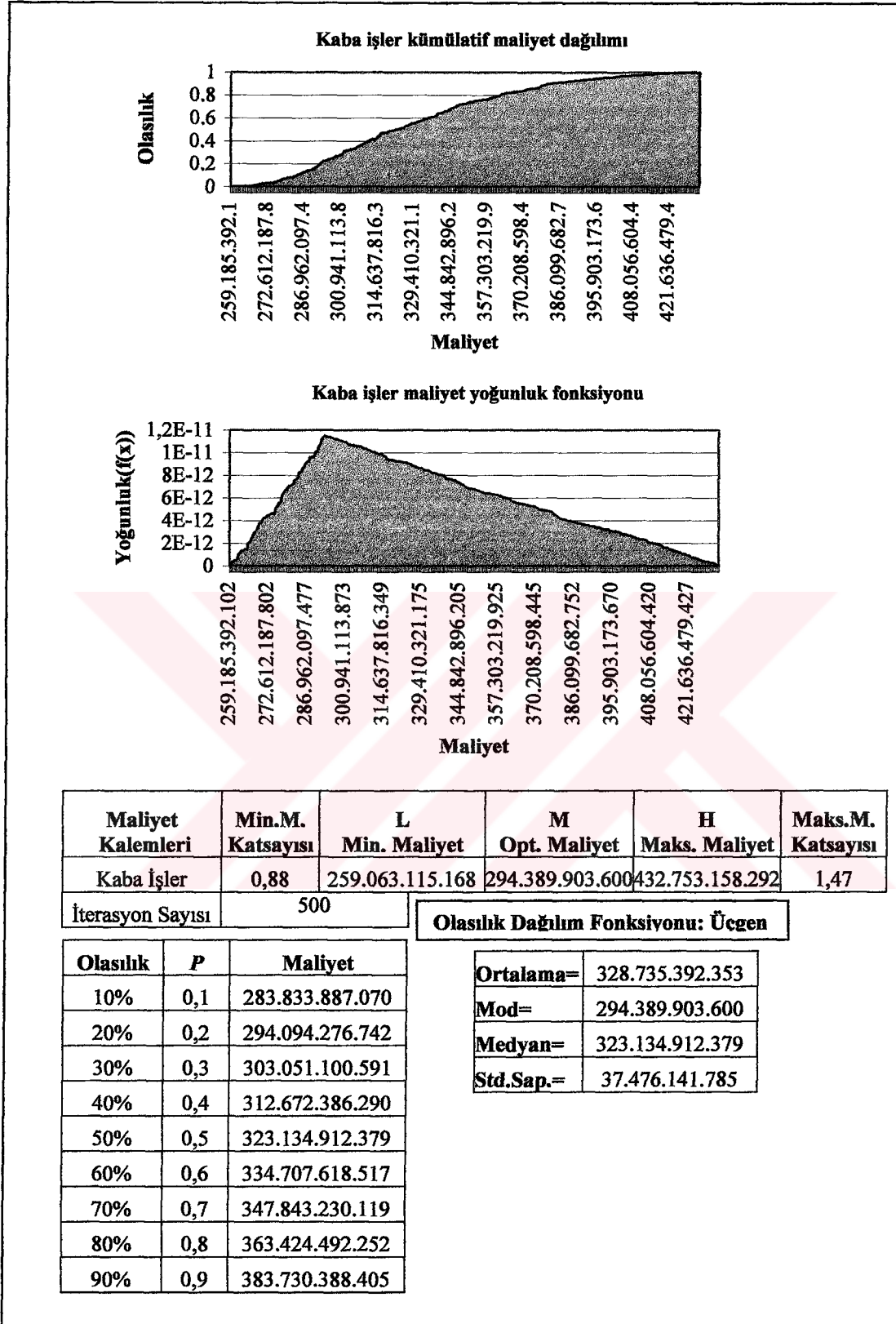


| Maliyet Kalemleri | Min.M. Katsayısı | L Min. Maliyet                     | M Opt. Maliyet | H Maks. Maliyet | Maks.M. Katsayısı |
|-------------------|------------------|------------------------------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Alt Yapı İşleri   | 0,88             | 36.222.029.448                     | 41.161.397.100 | 59.272.411.824  | 1,44              |
| İterasyon Sayısı  | 500              | Olasılık Dağılım Fonksiyonu: Üçgen |                |                 |                   |

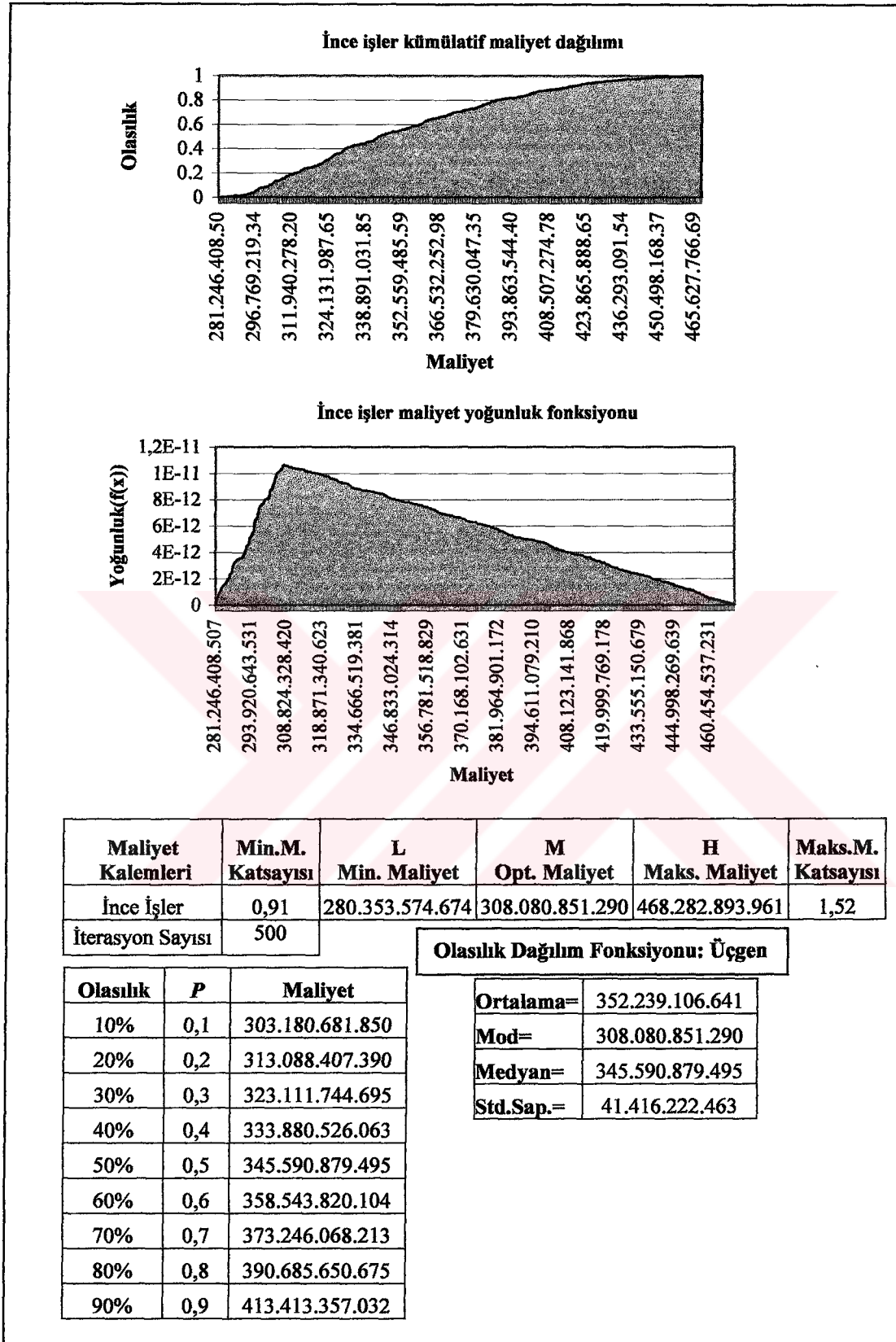
| Olasılık | P   | Maliyet        |
|----------|-----|----------------|
| 10%      | 0,1 | 39.596.259.924 |
| 20%      | 0,2 | 40.993.911.950 |
| 30%      | 0,3 | 42.177.790.734 |
| 40%      | 0,4 | 43.445.868.021 |
| 50%      | 0,5 | 44.824.820.076 |
| 60%      | 0,6 | 46.350.092.921 |
| 70%      | 0,7 | 48.081.355.378 |
| 80%      | 0,8 | 50.134.952.499 |
| 90%      | 0,9 | 52.811.252.372 |

|           |                |
|-----------|----------------|
| Ortalama= | 45.551.946.124 |
| Mod=      | 41.161.397.100 |
| Medyan=   | 44.824.820.076 |
| Std.Sap.= | 4.954.589.160  |

Şekil 4.7. Alt yapı işleri maliyet simülasyonu sonuçları

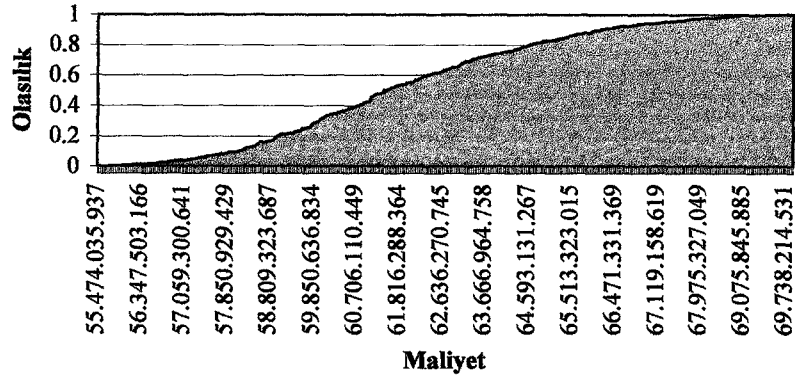


Şekil 4.8. Kaba işler maliyet simülasyonu sonuçları

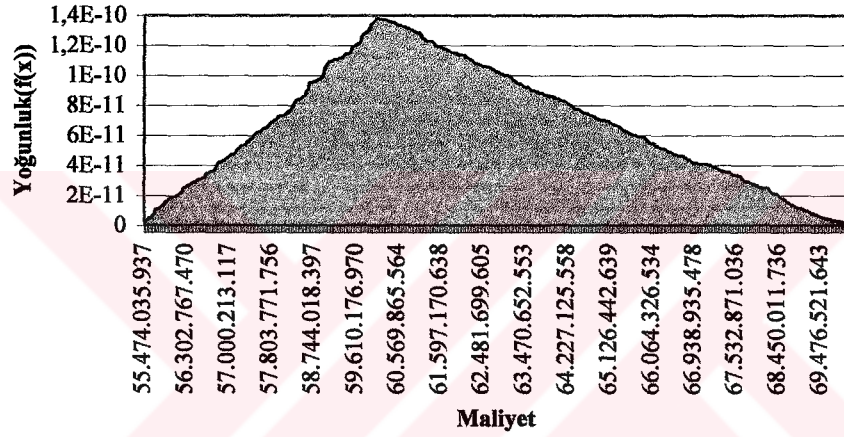


Şekil 4.9. İnce işler maliyet simülasyonu sonuçları

Elektrik tesisatı kümülatif maliyet dağılımı



Elektrik tesisatı maliyet yoğunluk fonksiyonu



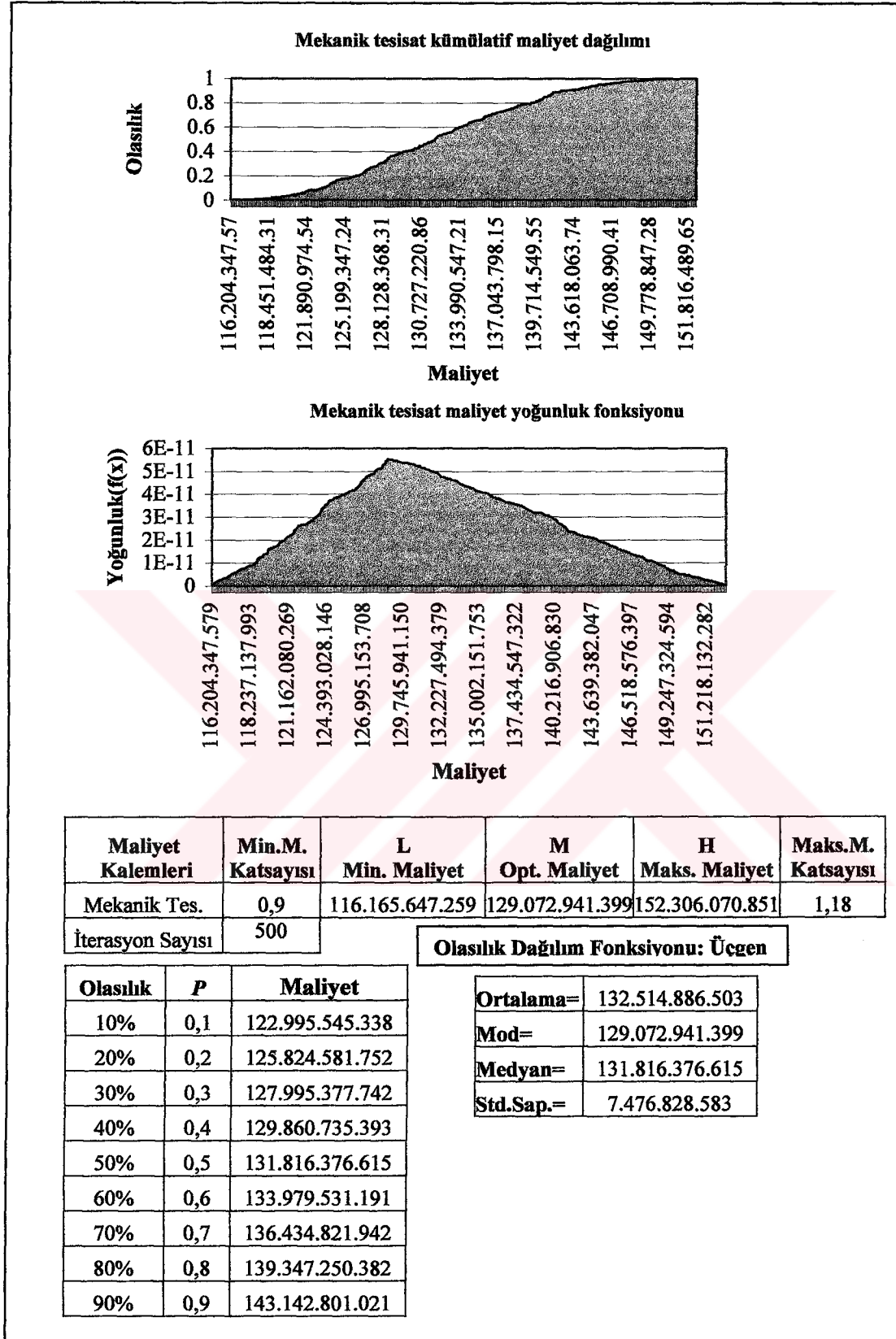
| Maliyet Kalemleri | Min.M. Katsayısı | L Min. Maliyet | M Opt. Maliyet | H Maks. Maliyet | Maks.M. Katsayısı |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Elektrik Tes.     | 0,92             | 55.415.316.174 | 60.234.039.320 | 69.871.485.611  | 1,16              |
| İterasyon Sayısı  | 500              |                |                |                 |                   |

Olasılık Dağılım Fonksiyonu: Üçgen

| Olasılık | P   | Maliyet        |
|----------|-----|----------------|
| 10%      | 0,1 | 58.054.639.539 |
| 20%      | 0,2 | 59.147.883.073 |
| 30%      | 0,3 | 59.986.758.340 |
| 40%      | 0,4 | 60.728.601.279 |
| 50%      | 0,5 | 61.525.212.295 |
| 60%      | 0,6 | 62.406.351.814 |
| 70%      | 0,7 | 63.406.490.100 |
| 80%      | 0,8 | 64.592.838.880 |
| 90%      | 0,9 | 66.138.918.712 |

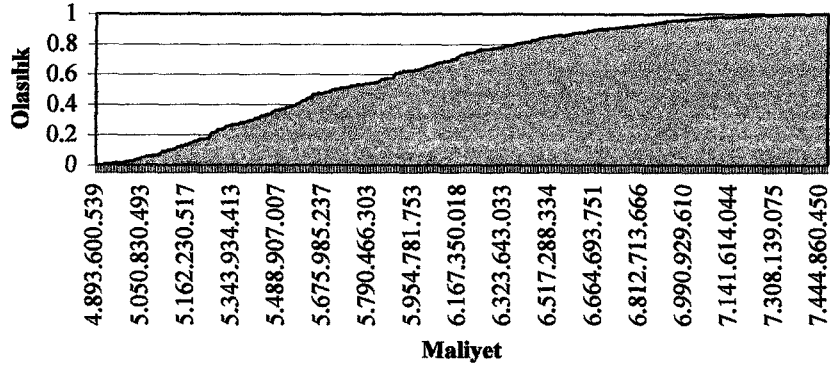
|           |                |
|-----------|----------------|
| Ortalama= | 61.840.280.368 |
| Mod=      | 60.234.039.320 |
| Medyan=   | 61.525.212.295 |
| Std.Sap.= | 3.005.001.842  |

Şekil 4.10. Elektrik tesisatı maliyet simülasyonu sonuçları

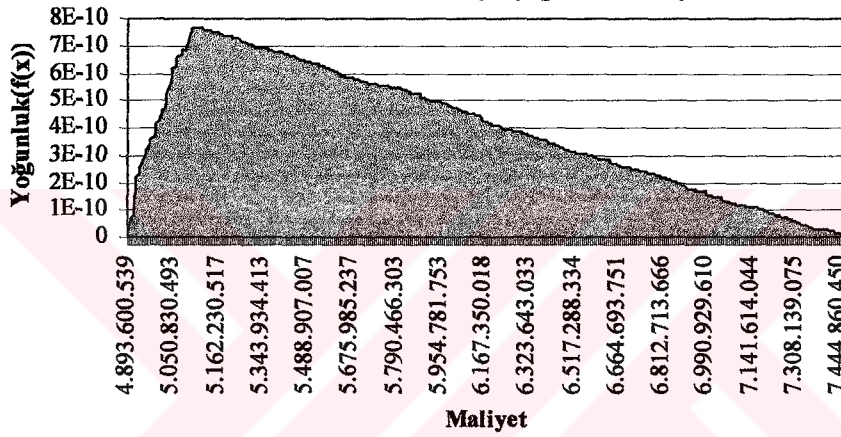


Şekil 4.11. Mekanik tesisat maliyet simülasyonu sonuçları

Çevre düzenleme kümülatif maliyet dağılımı



Çevre düzenleme maliyet yoğunluk fonksiyonu



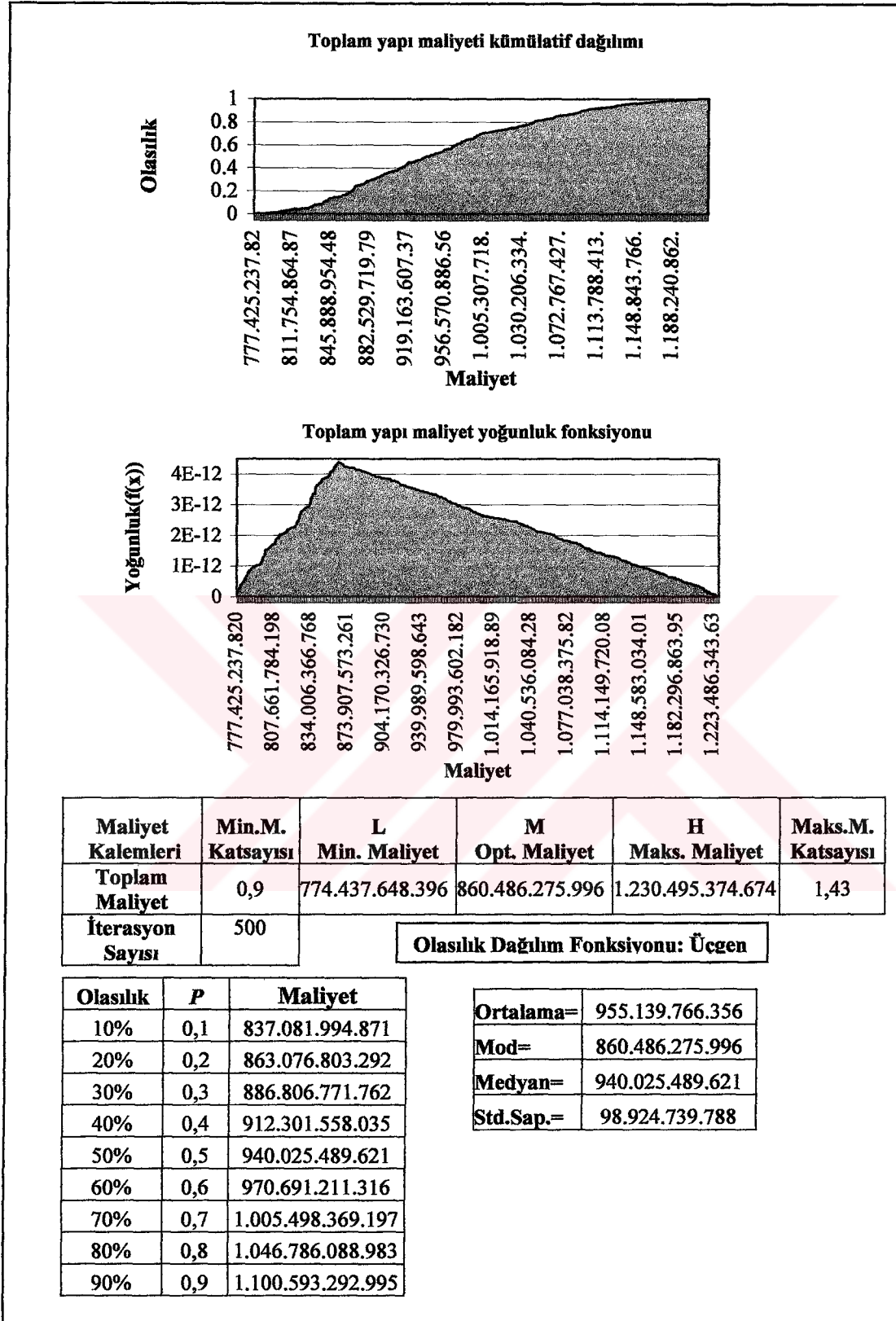
| Maliyet Kalemleri | Min.M. Katsayısı | L Min. Maliyet | M Opt. Maliyet | H Maks. Maliyet | Maks.M. Katsayısı |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Çevre Düzenleme   | 0,96             | 4.888.296.298  | 5.091.975.310  | 7.485.203.706   | 1,47              |
| İterasyon Sayısı  | 500              |                |                |                 |                   |

Olasılık Dağılım Fonksiyonu: Üçgen

| Olasılık | P   | Maliyet       |
|----------|-----|---------------|
| 10%      | 0,1 | 5.120.146.984 |
| 20%      | 0,2 | 5.255.406.845 |
| 30%      | 0,3 | 5.399.419.732 |
| 40%      | 0,4 | 5.554.142.979 |
| 50%      | 0,5 | 5.722.394.506 |
| 60%      | 0,6 | 5.908.499.225 |
| 70%      | 0,7 | 6.119.737.571 |
| 80%      | 0,8 | 6.370.305.275 |
| 90%      | 0,9 | 6.696.851.465 |

|           |               |
|-----------|---------------|
| Ortalama= | 5.821.825.104 |
| Mod=      | 5.091.975.310 |
| Medyan=   | 5.722.394.506 |
| Std.Sap.= | 589.560.933   |

Şekil 4.12. Çevre düzenleme maliyet simülasyonu sonuçları



Şekil 4.13. Toplam yapı maliyeti simülasyon sonuçları

Ana maliyet kalemleri birbirinden bağımsız olarak analiz edildikten sonra, toplam yapı maliyetinin simülasyonu için birleştirilerek tekrar analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları; toplam yapı maliyeti için olasılık yoğunluk fonksiyonu ve kümülatif yoğunluk fonksiyonu grafikleri ile ve %10 ile %90 aralığında maliyet değerleri ile gösterilmiştir.

Bu grafikler karar verme sürecinde yöneticiler için büyük oranda yarar sağlayacaktır. Toplam yapı maliyeti simülasyonu Şekil 4.13'te görülmektedir. Şekil 4.13'e göre toplam yapı maliyeti %10 olasılıkla 837.081.994.871 TL ve %90 olasılıkla 1.100.593.292.995 TL arasında değişmektedir. Başlangıçta tahmin etmiş olduğumuz maliyet değeri %10 ile %20 aralığında kalmış olup, simülasyon sonucuna göre oluşma olasılığı en fazla olan optimum maliyetin (940.025.489.621 TL) oldukça altında kalmaktadır.

Çalışmanın ikinci kısmından; uygulama süresi uzun olan projelerde yılın ilk dönemi için hazırlanan Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizi ile belirlenen maliyetlerin, yüksek enflasyon ve risk altında ortaya çıkan gerçek maliyet değerlerinin altında kalmasından dolayı, maliyet analizlerinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizlerinin esas alınmasının hatalı olacağı sonucu çıkarılmaktadır.

#### **4.9. Örnek Proje Süre Simülasyonu**

Proje süre simülasyonu inşaat sürecini, projenin yaşam döneminde simule etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın bu aşamasındaki esas amaç, inşaat yapılmaya başlanmadan önce tüm süreci detayları ile simule ederek, yönetim aşamasında ortaya çıkabilecek zaman ve diğer kaynak problemlerinin önceden tahmin edilmesini sağlamaktır. İnşaat süreç simülasyonu üretkenlik ölçümünden, risk analizine, kaynak planlamasından şantiye organizasyonuna kadar bir çok yönetsel aktivitenin simülasyonunu kapsamaktadır.

CPM ve PERT tekniği gibi metotlar, küçük ve orta ölçekli deterministik projelerde uygulanmaktadır. Ancak proje boyutu büyük, karmaşık projelerde faaliyet

sürelerinin kesin olarak belirlenememektedir. Bu metotların yetersiz kaldığı projelerde, olasılık dağılımlarının değerlendirildiği simülasyon yaklaşımları daha uygun olmaktadır. (Dawood 1998).

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda, risk ve belirsizlik faktörleri altında proje yatırım süresi değişimini istatistiksel olarak değerlendirebilmek için geleneksel metotlar yerine, olasılık dağılımlarının değerlendirildiği risk analiz tekniklerinden Monte Carlo simülasyonu seçilmiştir.

Risk ve belirsizlik faktörlerinin proje yatırım süresi üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi amacı ile örnek olarak ele alınan projenin tüm faaliyetleri ve yapı metrajı çıkarılmış; metrajlar üzerinden faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan süreler, inşaat firmaları ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen verimlilik faktörlerinden belirlenmiştir. Yapılan anket çalışması sonucunda; Çizelge 4.10'da gösterilen risk faktörlerinden en fazla etkilenen kalemlere ait verimlilik değerleri belirlenmiştir. Dışarıda hazırlanıp, şantiyede sadece montajı gerçekleştirilen iş kalemlerinde ise sadece montaj süreleri değerlendirilmiştir. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizinden belirlenen işgücü verimlilik değerleri en muhtemel süreler olarak kabul edilmiştir.

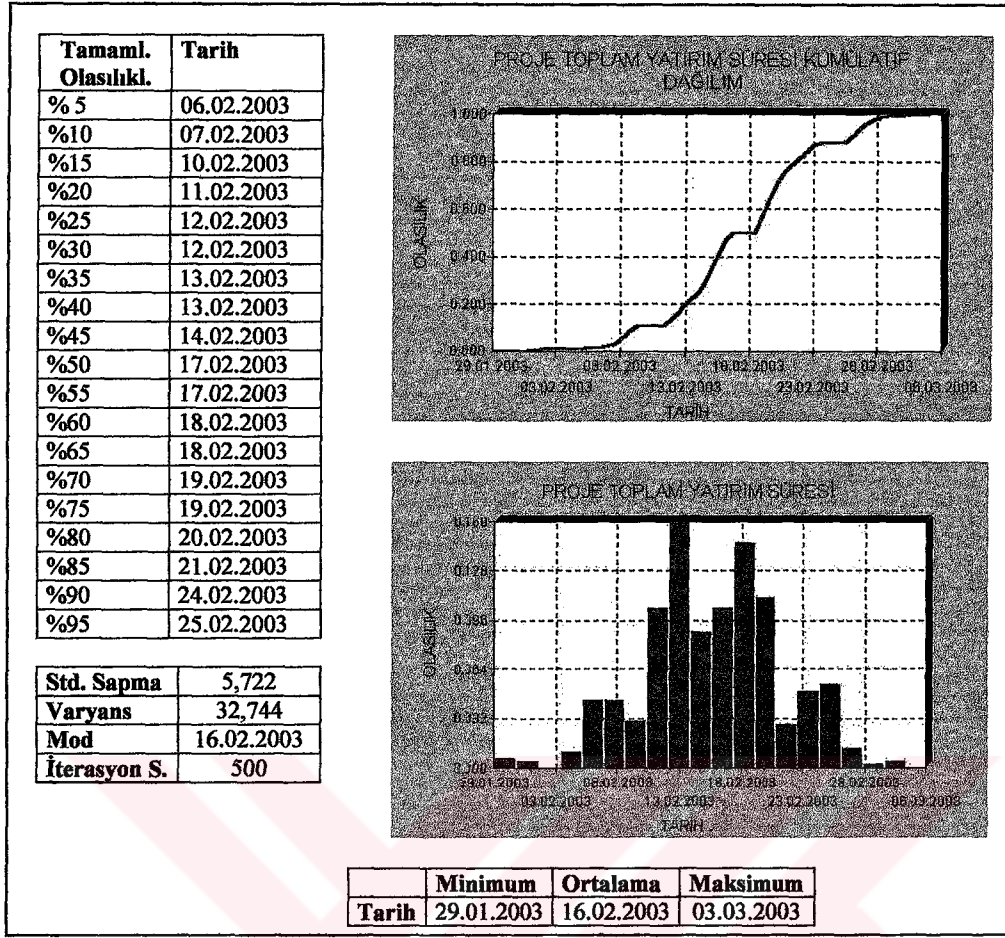
Çizelge 4.10. İş gücü verimlilik tablosu

| İş Kalemleri                               | Birim | İş Miktarı/Gün | Adam-saat |
|--------------------------------------------|-------|----------------|-----------|
| Düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı      | m2    | 7 m2/gün       | 0,875     |
| Tuğla duvar (19 cm) işleri                 | m2    | 15 m2/gün      | 0,938     |
| Yarım tuğla duvar(9 cm) işleri             | m2    | 30 m2/gün      | 1,875     |
| Nervürlü çelik bükülmesi ve yerine dök.    | Ton   | 0,5 ton/gün    | 0,031     |
| Alt250-Üst300 dozlu dış sıva(iskele dahil) | m2    | 10 m2/gün      | 0,625     |
| Alt 250-Üst250 dozlu iç sıva               | m2    | 15 m2/gün      | 0,938     |
| Akrilik kalın cephe malzemesi kaplaması    | m2    | 100 m2/gün     | 12,5      |
| Üç kat kireç badana                        | m2    | 150 m2/gün     | 18,75     |
| Üç kat plastik boya                        | m2    | 300 m2/gün     | 37,5      |

İnşaat sektöründe olasılıkların değerlendirildiği stokastik projelerde; faaliyetlere ilişkin süreler, tekil değer tahmini yerine, kullanılan olasılık dağılımlarının karakteristiklerine bağlı olarak minimum ve maksimum değer aralığında belirlenmektedir. Risklerden en fazla etkilenen faaliyetler belirlenerek, inşaat sektöründe simülasyon işlemlerinde yaygın olarak kullanılan olasılık üçgen dağılımı özelliklerine göre en kötü, en muhtemel ve en iyi sürelerden oluşan üçlü süre tahmini gerçekleştirilmiştir. Bu süreler @Risk for Project yazılımı ile iş programına yansıtılmıştır.

Projeye ait süre simülasyonu sonucunda, projenin en uygun tamamlanma zamanı ve % 5 ile % 95 olasılık değerleri arasında tamamlanma zamanları belirlenmiştir (Şekil 4.14). Simülasyon yapılmadan Ms Project yazılımı ile yapılan iş programında proje 11.02.2003 tarihinde tamamlanmakta iken, Monte Carlo simülasyonu ile 500 iterasyon altında yapılan analiz sonucunda ise proje % 47 olasılıkla 16.02.2003 tarihinde tamamlanmaktadır. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizinden alınan işgücü verimlilik değerlerine göre başlangıçta yapılan projeye ait süre tahminlerinin, simülasyonlu ve simülasyon yapılmadan elde edilen sonuçların birbirine yakın olmasından dolayı tutarlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Bir çok inşaat mühendisliği projesi, farklı alanlar üzerinde çeşitli malzeme standartları içeren benzer faaliyetlerden oluşabileceği gibi daha önce yapılan işlerden ayrı özelliği olan projeler olma özelliğine sahiptir. Her projenin kendine has özellikleri bulunmaktadır. Büyük genel faaliyetler yanında her bir proje, simülasyon yaklaşımının gerçekçi olması açısından kendi saha şartlarında, fiziksel özelliklerine göre mevsime bağlı hava koşulları altında ve işi üstlenen yüklenici firmanın kendi verimlilik değerlerine göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda simülasyon farklı firmalar tarafından uygulandığı zaman sonuçların değişkenlik göstermesi kaçınılmaz olacaktır.



Şekil 4.14. Proje süre simülasyonu

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bir projenin; hedeflenen süreden daha geç tamamlanması ve başlangıçta belirlenen maliyetlerin üzerinde bir maliyette tamamlanması, ülkemiz inşaat sektöründe sıkça rastlanan önemli problemlerin başında gelmektedir. Bu problemler, inşaat sektöründe bulunan risk ve belirsizlik faktörlerinden ortaya çıkmaktadır. Etkin bir risk yönetim sistemi ile bu problemlerin ortadan kaldırılması mümkündür. Risk yönetim sistemi, ülkemizde yaygın olarak kullanılan bir sistem değildir. Ancak ülkemizde, projenin uygulanması aşamasında yüklenici inşaat firmalarının risklere karşı, benimsedikleri yetersiz yaklaşımlar bulunmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, çeşitli ölçeklerde inşaat yatırımlarının gerçekleştirildiği Antalya inşaat sektöründe ortaya çıkan riskler, bu risklerin proje üzerindeki yarattığı etkiler ve firmaların bu riskler karşısındaki tutumları belirlenmeye çalışılmış, bu amaçla 34 adet yüklenici inşaat firmasına anket çalışması uygulanmıştır. Anket aracılığıyla belirlenen riskler istatistiksel olarak değerlendirilmiş, çalışmanın önemini göstermek amacı ile örnek bir yapı projesi ele alınarak, risk faktörleri altında risk analiz tekniklerinden Monte Carlo simülasyonu kullanılarak yatırım maliyeti ve süresi değerlendirilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre;

- Yurt dışında yaygın olarak kullanılan planlama teknikleri, ülkemiz inşaat sektöründe 5 yıldan fazla deneyime sahip yüklenici inşaat işletmeleri tarafından uygulanmaktadır. Ancak; işletmelerin, bu işlemleri danışmanlık desteği almadan kendi planlama bölümleri ile yapmaya çalışmaları ön plana çıkmıştır.
- Yüklenici inşaat firmaları, planlama aşamasında; süre, maliyet ve kaynak kriterleri içerisinde en önemlisi olan maliyete daha çok önem göstermektedir.
- İnşaat sektöründe proje yatırım süresi, risk faktörlerinin kısmen değerlendirildiği veya göz ardı edildiği bir hesaplama esasına göre belirlenmektedir. Uygulamada; genellikle geçmişteki sonuçlara göre süre belirleme ve benzer işlerle kıyaslama yöntemi tercih edilmektedir.

- Ülkemiz inşaat sektöründe; proje yatırım maliyetleri, genellikle Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyatlarına ve dövizle endeksli analizlere göre belirlenmektedir.
- Risklere karşı, inşaat sektöründe yaygın olarak önleme niteliği taşıyan yaklaşım, maliyet ve süre analizlerine ilave yapma şeklinde uygulanmaktadır.
- İnşaat sektöründe projelerin uygulanmasını etkileyen riskler içerisinde en önemli risk sınıfı, finansal ve ekonomik riskler olarak değerlendirilirken, doğal afetler kapsamında ortaya çıkan riskler ise 5'li değerlendirme ölçeğine göre en az önemli olarak değerlendirilmektedir.
- Geçmişte tamamlanmış olan inşaat projelerinde, maliyet artışı ve planlanan süreden daha geç tamamlanma gibi sonuçlara sıkça rastlanırken, kalite ile ilgili problemlerle pek karşılaşmamaktadır. Firmaların kendi yapmış oldukları işlerde imaj kaygısı ile ankete vermiş oldukları yanıtlardan her ne kadar kalite ile ilgili problemler olmasa da, uygulanan projelerin sonucunda kalite ile ilgili ortaya çıkan sorunlar göz ardı edilemez seviyelerdedir.
- Diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de; risklerin yüklenici üzerine transferi, işveren açısından yaygın bir riske karşı koyma stratejisidir.
- Türkiye gibi enflasyonun yüksek olduğu, ekonomik krizlerin sıkça yaşandığı bir ortamda Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyatlarına göre yatırımların planlanması gerçeği tam olarak yansıtmamaktadır.

İnşaat sektörü pek çok risk faktörü içermesine rağmen, ülkemizde riskler bilinçsiz olarak ele alınmakta ve belirlenen süre ve maliyet sınırları aşılmaktadır. Bunun sonucunda da taraflar arasında uyuşmazlıklar ortaya çıkmaktadır. İnşaat firmalarının daha gerçekçi yaklaşımlarla süre, maliyet ve kalite konuları üzerinde durmaları ve bunların belirlenmesinde, kontrolünde risk faktörlerinin etkilerini proje başlangıcından sonuna kadar gözlemlmeleri ve gerekli önlemleri almaları gerekmektedir. Ülkemizde yaygın olarak kullanılmayan risk yönetiminin; inşaat sektörüne ait risklerin belirlenmesi, taraflar arasında yapılan sözleşmelerin risklere göre düzenlenmesi ve kişilerin risk yönetimi ve sağlayacağı yararlar hakkında bilgilendirilmesi halinde kullanımı mümkün olacaktır.

## KAYNAKLAR

- AHUJA, H.N., DOZZI, S.P. and ABOURIZK, S.M. 1994. Project Management Techniques in Planning and Controlling Construction Projects. 2<sup>nd</sup> Ed, John Wiley and Sons, New York, 505 pp.
- AKINTOYE. A.S. and MACLEOD, M.J. 1997. Risk Analysis and Management in Construction. *International Journal of Project Management*, 15(1): 31-38.
- AL-BAHAR, J.F. and CRANDALL, K.C. 1990. Risk Management in Construction Project: A Systematic Approach for Contractors. CIBEW55 Joint Symposium, pp. 43-55, Sydney.
- AL-MOUMANI, H.A. 2000. Construction Delay: A Quantitative Analysis. *International Journal of Project Management*, 18(1): 51-59.
- ANONYMOUS, 1999. Managing Risks, AusAID Risk Management Policy. No:29, Sydney.
- ANONYMOUS, 1996. The Project Management Body of Knowledge. PMI, North Carolina.
- ARDITI, D. and GUNAYDIN, H.M. 1997. Total Quality Management in the Construction Process. *International Journal of Project Management*, 15(4): 235-243.
- ARTTO, K.A. and HAWK, D.L. 1999. Industry Models of Risk management and Their Future. Proceedings of the 30<sup>th</sup> Annual Project Management Institute, pp.1012-1020, Pennsylvania.
- ASCE. 1979. Construction Risks and Liability Sharing. Construction Risks and Liability Sharing Conference, Vol I-II, American Society of Civil Engineers, pp. 454-461, New York.
- BACK, W.E., BOLES, W.W. and FRY, G.T. 2000, Defining Triangular Probability Distributions From Historical Cost Data. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 126(1): 29-37.
- BARUTÇUGİL, I.S. 1984. Büyük Ölçekli Yatırım Projelerinin Yönetimi. Uludağ Üniversitesi, *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2): 162.
- BİRGÖNÜL, M.T. ve ÖZDOĞAN, İ. 1997. İnşaat Projelerinin Risk Yönetimi. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 42(1): 49-54

- BOEHM, B.W. 1991. Software Risk Management: Principles and Practices. *IEEE Software*, 8(1): 32-41.
- BURCHETT, B. 1999. A World-wide Survey of Current Practices in the Management of Risk within Electrical Supply Projects. *Construction Management and Economics*, 17(2): 77-90.
- CAR, R.L. 1997. Paying The Price for Construction Risk. *Journal of The Construction Division*, 103(1): 153-161.
- ÇETMELİ, E. 1972. Yatırımların Planlanmasında Kritik Yörünge (CPM) ve PERT Metotları. Çağlayan Basımevi, İstanbul, 163 ss.
- CHAN, P.C.A. and TAM, C.M. 2000. Factors Affecting the Quality of Building Projects in Hong Kong. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 17(4): 423-441.
- CHANAS, S. and ZIELINSKI, P. 2001. Critical Path Analysis in the Network With Fuzzy Activity Times. *Fuzzy Sets and Systems*, 122(1): 195-204.
- CHAPMAN, R.J. 2001. The Controlling Influences on Effective Risk Identification and Assessment for Construction Design Management. *International Journal of Project Management*, 19(3): 147-160.
- DAWOOD, N. 1998. Estimating Project and Activity Duration: A Risk Management Approach Using Network Analysis. *Construction Management and Economics*, 16(1): 41-48.
- DOROFEE, A.J., WALKER, A.J., ALBERTS, C.J., HIGUERA, R.P., MURPHY, R.L. and WILLIAMS, R.C. 1996. Continuous Risk Management Guidebook. Carnegie Mellon University, Pennsylvania, 543 pp.
- EDWARD, P.J. and BOWEN, P.A. 1999. Risk and Risk Management in Construction Projects: Concepts, Terms and Risk Categories Re-defined. *Journal of Construction Procurement*, 5(1): 42-57.
- FENTE, J., KNUTSON, K. and SCHEXNAYDER, C. 1999. Defining A Beta Distribution Function for Construction Simulation. Proceeding of the 1999 Winter Simulation Conference, Arizona State University, pp. 1010-1015, Arizona.
- GODFREY, P. 1996. Control of Risk: A Guide to the Systematic Management of Risk from Construction. Construction Industry Research and Information Association, pp. 145-156, London.

- HAYES, R.W., PERRY, J.G., THOMPSON, P.A. and WILLMER, G. 1986. Risk Management in Engineering Construction. Thomas Telford Ltd., London, 250 pp.
- JAAFARI, A. 2001. Management of Risks, Uncertainties and Opportunities on Projects: Time for Fundamental Shift. *International Journal of Project Management*, 19(2): 89-101.
- KANGARİ, R. 1995. Risk Management Perceptions and Trends of U.S. Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 121(4): 422-429.
- KARABAY, M. 1997. Uluslararası İnşaat Sektöründe Politik Risk ve Bulanık Kümeler Yardımıyla Analizi İçin Bir Yöntem Önerisi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 135 ss.
- KARTAM, N.A. and KARTAM, S.A. 2001. Risk and Its Management in the Kuwaiti Construction Industry: A Contractor's Perspective. *International Journal of Project Management*, 19(8): 325-335.
- KURIHARA, K. and NISHIUCHI, N. 2002. Efficient Monte Carlo Simulation Method of GERT-Type Network for Project Management. *Computers & Industrial Engineering*, 42(2): 521-531.
- KUTLU, N.T. 2001. Proje Planlama Teknikleri ve PERT Tekniğinin İnşaat sektöründe Uygulanması Üzerine Bir Çalışma. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3(2):29-45
- MILLS, A. 2001. A Systematic Approach to Risk for Construction. *Structural Survey* 19(5): 245-252.
- MOK, K., TUMALA, V.M. and LEUNG, H.M. 1997. Practice, Barriers and Benefits of Risk Management Process in Building Services Cost Estimation. *Construction Management and Economics*, 15(2): 161-175.
- MUSTAFA, M.A. and AL-BAHAR, J.F. 1991. Project Risk Assessment Using The Analysis Hierarchy Process. *IEE Transaction of Engineering Management*, 38(1): 46-52.
- NDEKUGRI, I. and MCDONNELL, B. 1996. Differing Site Conditions Risks: A FIDIC/Engineering Construction Contract Comparison. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 6(2): 177-187.

- ODEH, A.M. and BATTAINAH, H.T. 2002. Causes of Construction Delay: Traditional Contracts. *International Journal of Project Management*, 20(10): 67-73.
- ÖZİŞ, Ü., HARMANCIOĞLU, N. ve TÜRKMAN, F. 1993. Mühendislik Sistemlerinin Ekonomik Analizi. Dokuz Eylül Üniversitesi, No:194, İzmir, 159 ss.
- PERRY, J.G. and HAYES, R.W. 1985. Risk and Its Management in Construction Projects. *Proceedings of The Institution of Civil Engineers*, 78 (1): 499-521.
- RAHMAN, M.M. and KUMARASWAMY, M.M. 2002. Joint Risk Management Through Transactionally Efficient Relational Contracting. *Construction Management and Economics*, 20(1): 45-54.
- RAFTERY, J. 1999. Risk Analysis in Project Management. E.&F.N. Spon, London, 137 pp.
- RAZ, T. and MICHAEL, E. 2001. Use and Benefits of Tools for Project Risk Management. *International Journal of Project Management*, 19(1): 9-17.
- ROOZBEH, R. 1995. Risk Management Perceptions and Trends in US Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 121(7): 422-429.
- SMITH, N.J. 1999. Managing Risk in Construction Projects. Blackwell Science, Malden, 225 pp.
- TOURAN, A. 1993. Probabilistic Cost Estimating with Subjective Correlations. *Journal of Construction Engineering and Management*, 12 (1): 58-71.
- TURNER, J. 1992. The Handbook of Project-Based Management. McGraw Hill, Maidenhead, 242 pp.
- VIDEMAN, R.M. 1986. Risk Management. *Project Management Journal*, 17(4): 20-26.
- WALKER, A. 1996. Project Management in Construction. 3<sup>rd</sup> Ed, Blackwell Science Ltd., London, 259 pp.
- WARD, S. C., CHAPMAN, C. B. and CURTIS, B. 1991. On the Allocation of Risk in Construction Projects. *International Journal of Project Management*, 9(3): 140-147.
- WILLIAMS, C.A., SMITH, M.L. and YOUNG, P.C. 1995. Risk Management and Insurance. McGraw Hill, New York, 680 pp.
- WILLIAMS, T.M. 1996. The Two-Dimensionality of Project Risk. *International Journal of Project Management*, 14(3): 185-186.

## 7. EKLER

### Ek 1: İnşaat Firmalarına Uygulanan Anket Formu

#### İNŞAAT SEKTÖRÜNDE RİSK YÖNETİMİ ANKET SORULARI

- 1- **Firmanız hangi alanlarda inşaat işleri gerçekleştirmiştir?**
- |                                              |                                              |                                       |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Toplu Konut         | <input type="checkbox"/> Sanayi Yapıları     | <input type="checkbox"/> Dini Yapılar |
| <input type="checkbox"/> Alt Yapı Hizmetleri | <input type="checkbox"/> Otoyol İnşaatı      | <input type="checkbox"/> Su Yapıları  |
| <input type="checkbox"/> Kamu yapıları       | <input type="checkbox"/> Otel/ Tatil Köyleri |                                       |
- 2- **Şirketiniz kaç yıldır inşaat sektöründe faaliyet göstermektedir?**
- ☐ 1-5 yıl  
☐ 6-10 yıl  
☐ 11-20 yıl  
☐ 20 yıldan fazla
- 3- **Tamamladığınız projelerde modern planlama tekniklerinden yararlanıyor musunuz?**
- ☐ Evet (Lütfen 4. soruya geçiniz) ☐ Hayır (Lütfen 5. soruya geçiniz)
- 4- **İşlerin Süre ve Maliyet programlamasını yaparken hangi yöntem ve tekniklerden faydalaniyorsunuz?**
- ☐ Proje yönetim yazılımları  
☐ Planlama teknikleri (CPM, PERT, GERT)  
☐ Simulasyonlar(MonteCarlo Analizi, Risk Analizi)  
☐ Kaynak dengeleme hesapları  
☐ Çubuk Diyagramlar
- 5- **Proje planlaması ve kontrolü firmanızda ne şekilde gerçekleştirilmektedir?**
- ☐ Şirket dışı danışmanlık desteği alınarak  
☐ Şirket içi planlama bölümü ile
- 6- **Teklif aşamasında öncelikli değerlendirdiğiniz kriterleri önem derecesine göre sıralayınız.**
- |               | En Az                    | Orta                     | En Fazla                 |
|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Maliyet       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Süre          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kaynak Temini | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

7- Proje süresini belirlerken hangi yöntem ve tekniklerden yararlanıyorsunuz?

- ☐ Geçmişteki sonuçlardan
- ☐ Uzmanlara danışarak
- ☐ Benzer işlerle kıyaslama
- ☐ Tüm faaliyet kalemlerinin ayrı ayrı süreleri hesaplanarak

8- Maliyet tahminleri yaparken hangi yöntem ve tekniklerden faydalanıyorsunuz?

- ☐ Birim fiyatlara dayalı keşif
- ☐ Benzer işlerle kıyaslama
- ☐ Önceki uygulamalardan elde edilen verilerle
- ☐ Bilgisayar destekli yazılımların kullanılması
- ☐ Dövizde endeksli maliyet hesapları
- ☐ Eskalasyona endeksli maliyet hesaplamaları

9- Maliyet ve süre hesaplamalarında tahmin edilemeyen dış faktörleri ne şekilde değerlendiriyorsunuz?

- ☐ Dış faktörlerin oluşma ihtimalini düşünerek maliyet ve süre hesaplamalarına tahmini ilaveler yaparak
- ☐ Geçmiş verilerden faydalanarak
- ☐ Tüm faaliyetlerin ayrıntılı analizlerini yaparak

10- Tamamladığınız projelerde, aşağıdaki durumlarla karşılaşma sıklığını belirleyiniz.

|                           | En Az                    | Orta                     | En Fazla                 |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Projenin Geç Tamamlanması | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Düşük Kaliteli Üretim     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Maliyet Artışı            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

11- Projenin uygulanması sürecinde karşılaştığınız aşağıdaki risk gruplarını önem derecesine göre sıklığını belirleyiniz. En az Az Orta Fazla En fazla

|                                    |                          |                          |                          |                          |                          |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| - Tasarım riskleri                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Çevresel riskler                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Finansal ve ekonomik riskler     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Politik riskler                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Yasal riskler                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - İnşaat riskleri                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Fiziksel riskler(Hava koşulları) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - İşletme ile ilgili riskler       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Doğal afetler                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- 12- Sözleşmelerde sorumluluklar belirlenirken, risklerin taraflar arasındaki dağılımını aşağıdaki gösteriniz.(M:Müteahhit, İ:İşveren, H: Her iki taraf, B: Belirsiz, T: Taşeron)

|                                          | M                        | İ                        | H                        | B                        | T                        |
|------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| İş gücü, malzeme ve ekipman temini       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| İş gücü uyumsuzlukları                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| İş gücü ve ekipman verimlilikleri        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Alt yükleniciler ile ilgili koordinasyon | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kazalar/ Güvenlik Önlemleri              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kaliteli Üretim/Kalite Güvence           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| İş Programlarının doğruluğu              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Malzeme kusurları                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Değişken saha koşulları                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Olumsuz hava koşulları                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Enflasyon/ Eskalasyon                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ödemelerde yaşanan gecikmeler            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Grev                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Onay ve gerekli izinler                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| İş miktarındaki değişiklikler            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tasarım Değişiklikleri/ Kusurlu tasarım  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Doğal afetler                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Savaş/ Ayaklanma tehlikeleri             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Metraj Artışları                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Saha ulaşımı                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Üçüncü kişilerden kaynaklanan gecikmeler | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Uyumsuzlukların çözümündeki gecikmeler   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Araştırmalar/ Testler                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ekolojik zararlar                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vergiler                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Yasal değişiklikler                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Bürokratik gecikmeler                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tahmin Edilemeyen Maliyetler             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (Finansal hatalar)                       |                          |                          |                          |                          |                          |

- 13- Teklif vermeden önce yukarıdaki risk gruplarının etkilerini değerlendirmek için hangi işlemleri gerçekleştiriyorsunuz?

- ☐ Proje ve proje eklerinin ayrıntılı incelenmesi
- ☐ Şartnamelerin ve eklerinin incelenmesi
- ☐ Ülkemizdeki ekonomik yapının göz önüne alınması
- ☐ Yönetmeliklerin ve prosedürlerin uygunluğu
- ☐ Kaynakların kolay temin edilebilmesi
- ☐ Saha koşullarının yerinde incelenmesi
- ☐ Fiziksel koşulların gözlemlenmesi
- ☐ Ulaşım problemlerinin araştırılması
- ☐ Zemin koşullarının araştırılması
- ☐ Uygulanması imkansız tasarımlar
- ☐ Bölgesel insan kaynakları ve sosyal yapı
- ☐ Bölgesel arz-talep dengesi

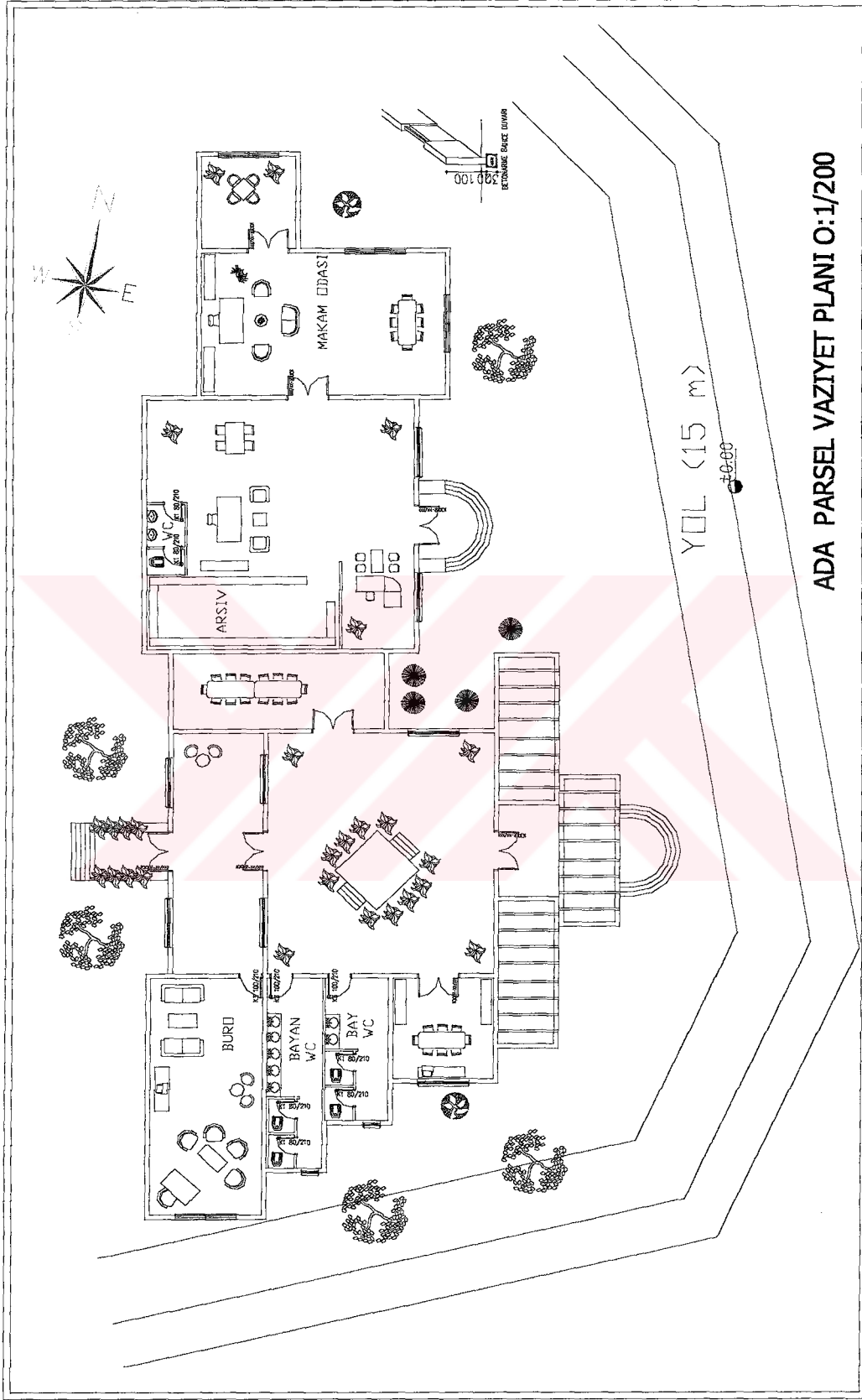
**14- Maliyet tahminleri yaparken aşağıdaki değişkenleri ne kadar sıklıkta değerlendirmektesiniz?**

|                                                               | En Az                    | Az                       | Orta                     | Fazla                    | En Fazla                 |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ■ Metraj artışları                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ Malzeme maliyetleri                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ İşçilik Maliyetleri                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ İş verimliliği tahminleri                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ İnşaat ekipmanları maliyeti                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ Dolaylı iş gücü maliyetleri                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ Alt yüklenici maliyet tahminleri                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ Malzeme tedarikçileri tarafından yapılan maliyet tahminleri | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ Bilinmeyen saha koşulları                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ Bölgesel Faktörler                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ Eskalasyon maliyetleri                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ İlk yatırım maliyetleri                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ İşletme giderleri                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ Risklerin paylaşımı                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ■ Pazar etkisi                                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

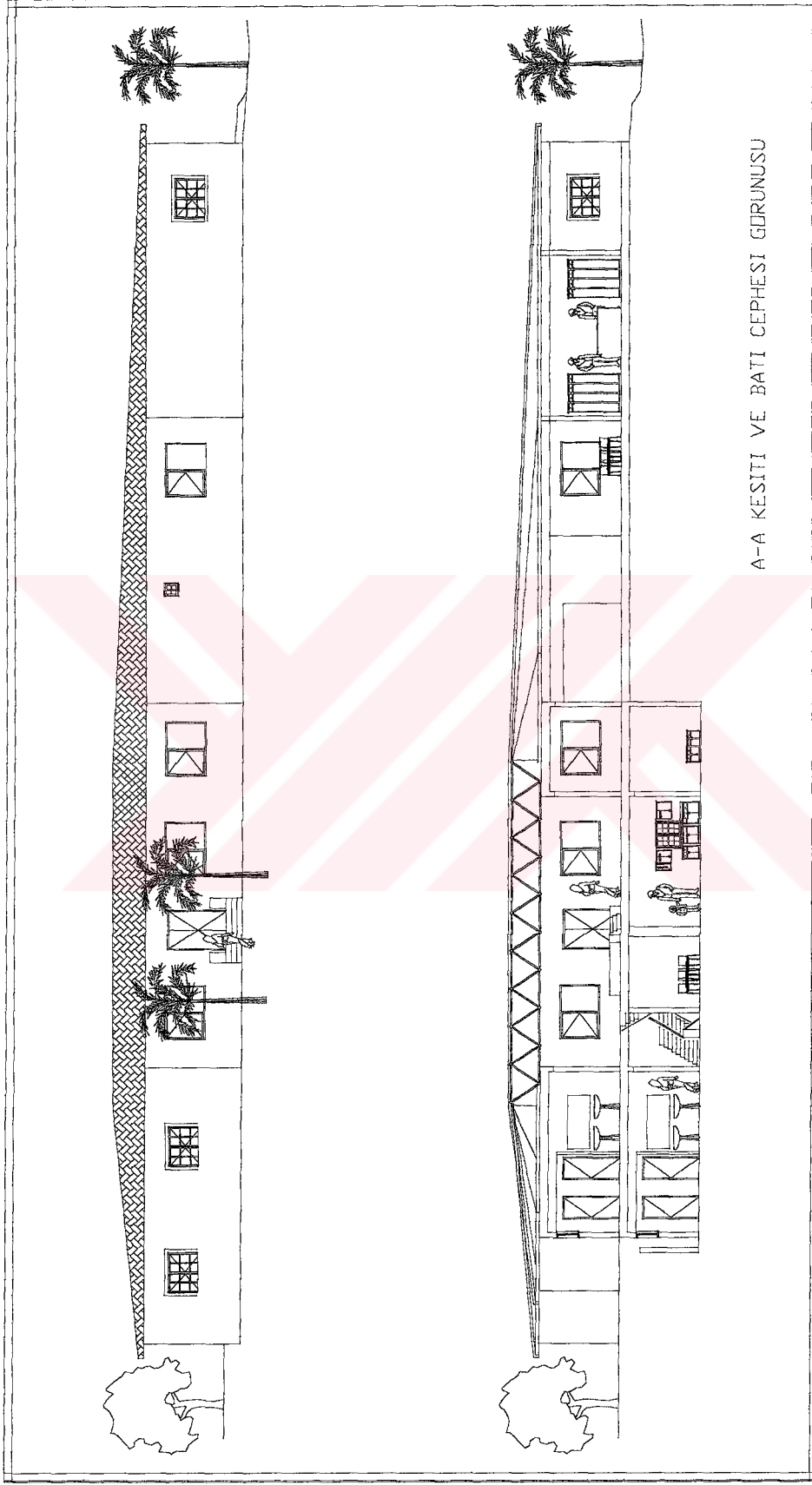
**15- İnşaat projelerinin toplam maliyetini oluşturan, aşağıda başlıklar halinde sıralanan kalemlerde, projelerinizde başlangıçta tahmin ettiğiniz maliyetlerin minimum ve maksimum olarak sapma yüzdesini belirleyiniz.**

|                    | Minimum(%) | Maksimum(%) |
|--------------------|------------|-------------|
| Toprak İşleri:     | .....      | .....       |
| Alt Yapı İşleri:   | .....      | .....       |
| Kaba İşler:        | .....      | .....       |
| İnce İşler:        | .....      | .....       |
| Elektrik Tesisatı: | .....      | .....       |
| Mekanik Tesisat:   | .....      | .....       |
| Çevre Düzenleme:   | .....      | .....       |

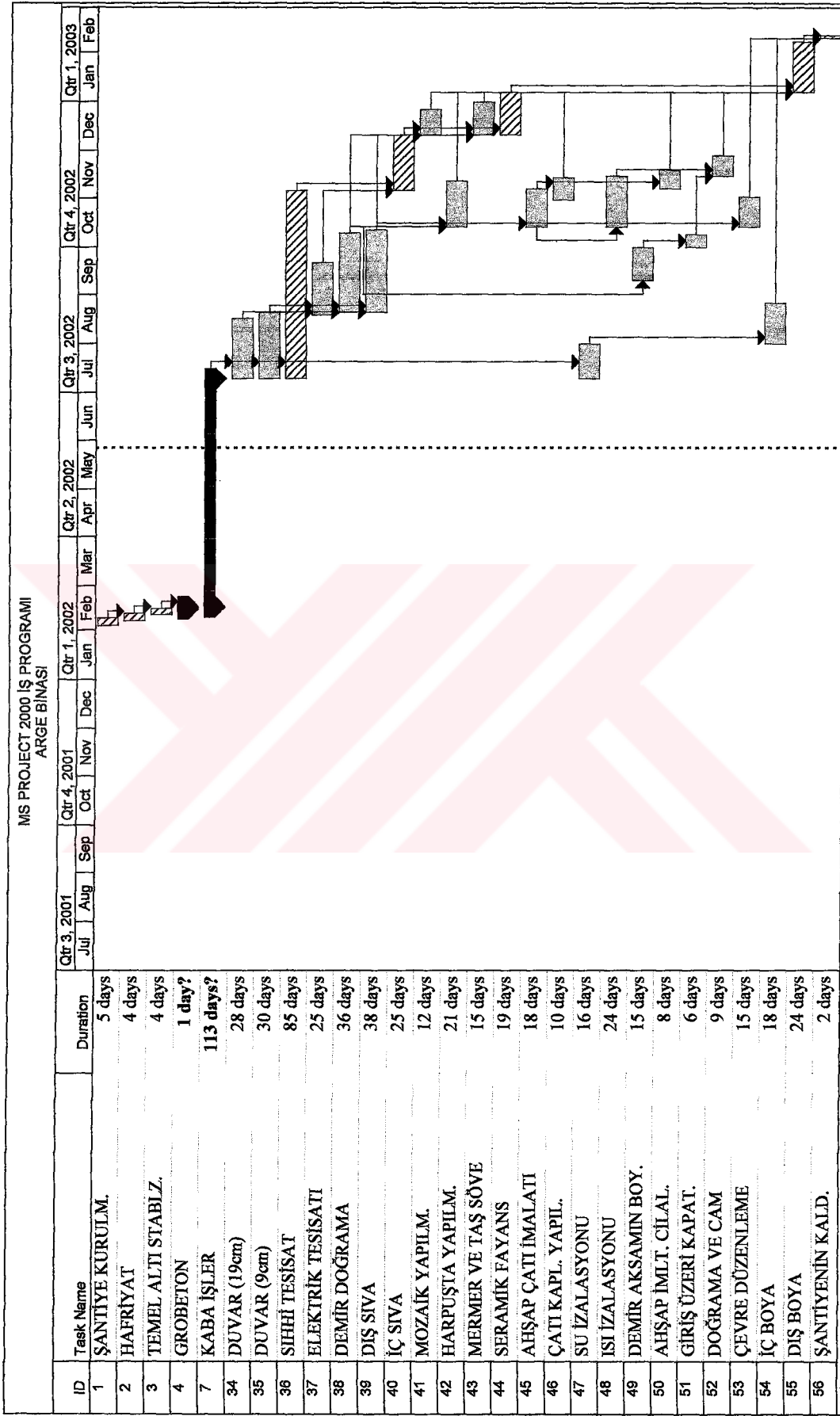
Ek 2: Vaziyet Planı



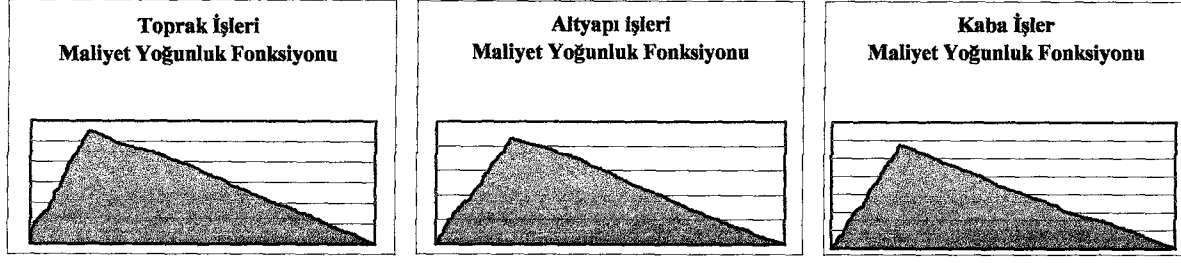
**Ek 3: Cephe Ve Kesit Görünüşleri**



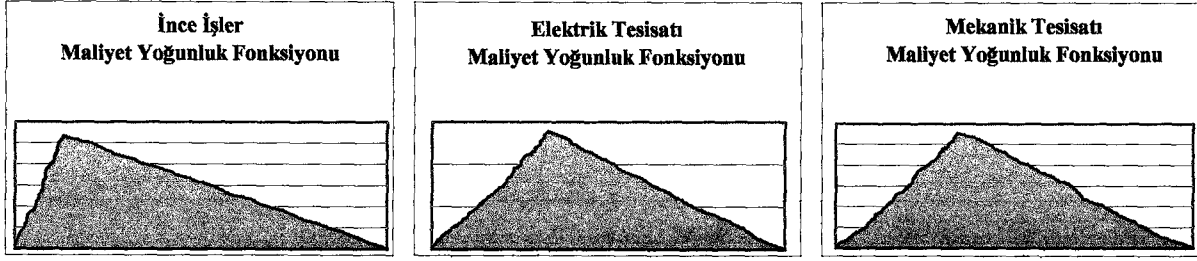
**Ek-4: Örnek İş Programı**



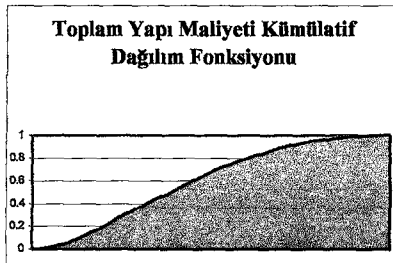
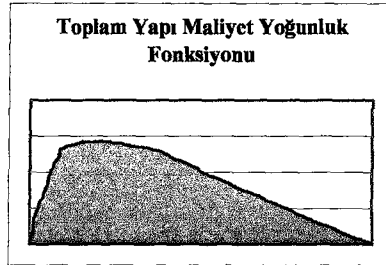
## Ek 5: Toplam Yapı Maliyeti Simülasyon Özeti



+



+



## ÖZGEÇMİŞ

Fatih İncir 1976 yılında Manavgat'ta doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Manavgat'ta tamamladı. 1993 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne girdi ve 1997 yılında mezun oldu. 1998 yılında Ankara'da askerlik görevini tamamladı. 2000 yılında Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2001 yılı temmuz ayında aynı bölümde Araştırma Görevlisi kadrosuna atandı. Halen aynı bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

