

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROJE SÜREÇ VE MALİYET RİSK ANALİZİ VE UYGULAMASI

Sinem BEŞKARDEŞLER

Danışman

Doç. Dr. Kaan YARALIOĞLU

2006

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Proje Süreç Ve Maliyet Risk Analizi Ve Uygulaması**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

.../.../.....

Sinem BEŞKARDEŞLER

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin

Adı ve Soyadı : Sinem BEŞKARDEŞLER
Anabilim Dalı : Ekonometri Anabilim Dalı
Programı : Yöneylem Araştırması
Tez Konusu : Proje Süreç ve Maliyet Risk Analizi ve Uygulaması
Sınav Tarihi ve Saati :

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün tarih ve Sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliğinin 18. maddesi gereğince yüksek lisans tez sınavına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini dakikalık süre içinde savunmasından sonra jüri üyelerince gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan Anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI O OY BİRLİĞİ ile O
DÜZELTME O* OY ÇOKLUĞU O
RED edilmesine O** ile karar verilmiştir.

Jüri teşkil edilmediği için sınav yapılamamıştır. O***
Öğrenci sınava gelmemiştir. O**

* Bu halde adaya 3 ay süre verilir.
** Bu halde adayın kaydı silinir.
*** Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.

Tez, burs, ödül veya teşvik programlarına (Tüba, Fullbright vb.) aday olabilir. Evet
Tez, mevcut hali ile basılabilir. O
Tez, gözden geçirildikten sonra basılabilir. O
Tezin, basımı gerekliliği yoktur. O

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

..... Başarılı Düzeltme Red

..... Başarılı Düzeltme Red

..... Başarılı Düzeltme Red

ÖNSÖZ

Tezimin başından sonuna bana destek olan danışmanım Doç. Dr. Kaan YARALIOĞLU'na...

Hiçbir yardımı esirgemeyen saygıdeğer Prof. Dr. Mustafa GÜNEŞ'e...

Ve yine desteklerinden dolayı TUİK Bölge Müdürü Rıdvan YAKA ile İstatistikçi Funda SAFİ BULUT'a...

Çalışmada bütünüyle arkamda olan Yüksek Mühendis Tolga TÜFENK'e...

Tüm yardımlarından dolayı Araş. Gör. Gökçe BAYSAL ve Dr. Cem KINCAL'a...

Ve her konuda olduğu gibi bu konuda da yanımda olan aileme sonsuz teşekkürler...

Sinem BEŞKARDEŞLER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Proje Süreç ve Maliyet Risk Analizi ve Uygulaması

Sinem BEŞKARDEŞLER

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Ekonometri Anabilim Dalı
Yöneylem Araştırması Programı**

Proje değerlendirmede kullanılan hemen hemen bütün veriler belirsizlik ve risk içermektedir. Proje değerlendirme sürecinde risk analizi, projenin karlılığını belirleyen değişkenlerin içerdiği belirsizlik ve risk problemlerinin çözümünde önemli rol üstlenmektedir. Bu tez çalışmasında, simülasyon metodu risk analizinde etkili bir yöntem olarak sunulmuş; Simülasyon tekniğinin metodolojisi ve değişkenlerin birbirleriyle olan bağımlılıkları, korelasyonları, olasılık dağılımlarının seçimi gibi bazı metodolojik problemler incelenmiştir. Bu kapsamda bir makina imalat projesinin ekonomik anlamda değerlendirmesinde simülasyon tekniğinin uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bunlara ek olarak belirsizlik ve risk, belirsizlik ve riskle ilgili geleneksel yaklaşımlar ve daha ileri teknikler, risk analizinde simülasyon teknikleri, risk modelinin geliştirilmesi, proje maliyet ve süreç risk analizi, risk analizi avantaj ve dezavantajları ve kullanımında karşılaşılan zorluklar özet bir şekilde incelenmiştir.

ABSTRACT

The Thesis of Master Degree

Project Cost And Schedule Risk Analysis And Its Application

Dokuz Eylul University

Institute Of Social Sciences

Department of Econometri

Program of Operational Research

Approximately all data using in project evaluation uncertainty and risk. In the process of project evaluation, risk analysis playing an important role to solve the risk problems and uncertainty which is involved by the variables that determine profitableness of the project. In these study, simuation method is indicated as an affective way in risk analysis; Some methodologic problems like methodology of the simulation techniques, and relationships of the variables, their corelations and chosing of their probabilistic distributions have been researched. Related with this, it has been managed to use simulation techniques to evaluate of a project of the manufacturing of machine. Besides, uncertainty and risk , traditional approaches about uncertainty and risk and improving tecniques, simulation tecniques in risk analysis, improving the risk model, project cost and schedule analysis, advantages and disadvantages of the risk analysis. And difficulties of risk analysis in use have researched in summary.

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ	ii
TUTANAK	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
TABLolar LİSTESİ	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

PROJE YÖNETİMİNDE BELİRSİZLİK VE RİSKLE İLGİLİ TANIMLAR, TEKNİKLER, YAKLAŞIMLAR

1.1 Risk ve Belirsizlik	3
1.1.2 Risk ve Belirsizliğin Nedenleri	4
1.2 Belirsizlik Ve Riskle İlgili Geleneksel Yaklaşımlar	5
1.2.1 Sezgisel Metotlar	5
1.2.2 Beklenen Proje Yaşamını Azaltma	5
1.2.3 Risk Ayarlı İndirim Oranı	5
1.2.4 Risk Seviyesiyle Geri Dönüş Oranının Farklılaştırılması	6
1.2.5 Duyarlılık Analizi	6
1.3 Risk İçeren Proje Analizinin Olasılıklı Uygulaması	8
1.4 Risk Analizinde Daha İleri Teknikler	11
1.4.1 Beklenen Net Mevcut Değer Metodu	11
1.4.2 Kesinlik Eşitlik Metodu	11
1.4.3 Karar Ağaçları	12
1.4.4 Simülasyon Metodu	13
1.5 Risk Analizinde Simülasyon Teknikleri	14
1.5.1 Simülasyon Uygulamalarının Amacı	14
1.5.2 Simülasyon Tipleri	15
1.5.3 Simülasyon Tekniğinin Metodolojisi	15

1.5.4 Risk Analizindeki Simülasyon Çalışmaları	18
1.5.5 Simülasyon Analizi için Modelleme	19
1.6 Risk Analizinde Korelasyon.....	22
1.6.1 Belirsizliklerin Kaynağının Ayrılması ve Tanımlaması	23
1.6.2 Uçların Test Edilmesi (Kötümser ve İyimser Yaklaşım)	23
1.6.3 Enflasyon.....	24
1.7 Risk Analizinin Etkileri Ve Kullanımında Karşılaşılan Problemler.....	24

İKİNCİ BÖLÜM

RISK MODELİNİN GELİŞTİRİLESİ

2.1 Risk Tanımlama	26
2.2 Risk Değerlendirme	28
2.2.1 Risk Değerlendirme Teknikleri	29
2.2.2 Risk Değerlendirme Aşamaları	30
2.2.2.1 Veri Toplama	30
2.2.2.2 Belirsizlik ve Değişkenlik	31
2.2.2.3 Belirsizliği Modelleme	31
2.2.2.4 Riskin Potansiyel Etkisinin Değerlendirilmesi	32
2.3 Sorunu Bilgisayarın Anlayabileceği Bir Yapıya Getirilmesi	32
2.4 Bağımsız Değişkenlerin Olasılık Dağılımları Olarak Belirlenip Bilgisayara Girilmesi	33
2.4.1 Doğru Bağımsız Değişkenlerin Seçimi	33
2.4.2 Bağımsız Değişkenlerin Bilgisayara Girilmesi	34
2.4.2.1 Histogram ve Dikdörtgen Dağılımları	34
2.4.2.2 Normal Dağılım	35
2.4.2.3 Üçgen Dağılım	35
2.4.2.4 Kesikli Dağılım	36
2.4.2.5 Zaman Boyutu ve Nokta Tahminleri	37
2.5 Bağımlı Değişkenlerin Bilgisayara Girilmesi	38
2.5.1 Belirsiz Bağımlılıklar (Korelasyon ilişkisi)	38
2.5.2 Bağımlılıkların Grafikte Gösterilmesi	39
2.5.3 Çoklu Bağımlılıklar	39

2.6 Denklemlerin Bilgisayara Girilmesi	40
2.7 Sonuçların Alınması	40
2.7.1 Duyarlılık Analizi	40
2.7.2 Simülasyon Analizi	41
2.8 Sonuçların Olasılık Dağılımlarının Yorumlanması	42
2.9 Risk Analizine Uygulama Açısından Yaklaşım	44
2.9.1 Maliyet Riski	44
2.9.1.1 İş Parçalama Yapısı (Work Breakdown Structure)	44
2.9.1.2 Fırsatlar	46
2.9.1.3 Risk Modellemesi İçin Veri Gereksinimi	46
2.9.1.4 Olasılık Atama	47
2.9.1.5 Örnekleme	48
2.9.1.6 Monte Carlo Simülasyonu	49
2.9.1.7 Crystal Ball	50
2.9.2 Süreç Riski	50
2.9.2.1 Tahminler Toplama	51
2.9.2.2 CPM VE PERT	52
2.9.2.3 Süreç Risk Modeli	53
2.9.2.4 Olasılık Atama	54
2.9.2.5 Korelasyon Etkisi	55

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

RİSK ANALİZİNDE SİMÜLASYON TEKNİĞİ UYGULAMASI: MAKİNA İMALAT SÜRECİ VE MALİYETİ RİSK ANALİZİ

3.1 İmalat Firması Hakkında	56
3.2 Makine İmalatında Maliyet Risk Analizi	56
3.2.1 Modeldeki Belirsizlikleri ve Girdileri Tanımlama	56
3.2.2 Analiz Etmek İstlenen Çıktı/Çıktıları Belirleme	57
3.2.3 Simülasyon Sonuçlarını Analiz Etme	63
3.2.4 Duyarlılık Analizi	66
3.2.5 Trend (Eğilim Yüzdeleri) Diyagramı	66
3.3 Makine İmalat Süreci Risk Analizi	67

3.3.1 Modeldeki Belirsizlikleri ve Girdileri Tanımlama	67
3.3.2 Analiz Etmek İstenen Çıktı/Çıktıları Belirleme	68
3.3.3 Simülasyon Sonuçlarını Analiz Etme	77
3.3.4 Duyarlılık Analizi	79
3.3.5 Trend Analizi	79
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	81
KAYNAKÇA.....	84

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1	Simülasyon İşlem Şeması	17
Şekil 2.1	Histogram ve Üçgen Dağılım	34
Şekil 2.2	Normal Dağılım	35
Şekil 2.3	Üçgen Dağılım.....	35
Şekil 2.4	Kesikli Dağılım.....	36
Şekil 2.5	Zaman Trendi	37
Şekil 2.6	Nokta Tahmini	38
Şekil 2.7	Sonuçların Olasılık Dağılımları	42
Şekil 2.8	İş Parçalama Yapısı Seviyeleri	45
Şekil 2.9	Maliyet Model Verileri	45
Şekil 2.10	Maliyet Risk Verisi	47
Şekil 2.11	Basit Ağ Yapısı	54
Şekil 2.12	Dallanmış Ağ Yapısı	55
Şekil 3.1	İşçilik Maliyeti Üçgen Dağılımı	59
Şekil 3.2	Malzeme Maliyeti Üçgen Dağılımı	60
Şekil 3.3	Sevkiyat Maliyeti Üçgen Dağılımı	61
Şekil 3.4	Devreye Alma Maliyeti Üçgen Dağılımı.....	62
Şekil 3.5	Makine Maliyeti Akış Diyagramı.....	65
Şekil 3.6	Makine Maliyeti Duyarlılık Analizi Diyagramı.....	66
Şekil 3.7	Makine Maliyet Trend Analizi Diyagramı	67
Şekil 3.8	Depo Kontrolü Normal Dağılımı	70
Şekil 3.9	Sipariş ve Malzemelerin Temini Normal Dağılımı.....	71
Şekil 3.10	Fason İmalat Normal Dağılımı	72
Şekil 3.11	Montaj işçiliği Normal Dağılımı.....	73
Şekil 3.12	Elektrik İşçiliği Normal Dağılımı	74
Şekil 3.13	Kontrol Operatör İşçiliği Normal Dağılım	75
Şekil 3.14	Sevkiyat Normal Dağılım	76
Şekil 3.15	Proje Tamamlanma Zamanı Akış Diyagramı	78
Şekil 3.16	Proje Tamamlanma Zamanı Duyarlılık Analizi Diyagramı	79
Şekil 3.17	Proje Tamamlanma Zamanı Trend Analizi Diyagramı.....	80

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1	Risk Analizi Etkileri	25
Tablo 1.2	Risk Analizi Kullanımında Karşılaşılan Problemler	25
Tablo 2.1	Risk Olay Ve Senaryoları.....	27
Tablo 2.2	Mühendis Bakış Açısı ile Proje ile ilgili Riskler	28
Tablo 3.1	Proje Maliyet Girdileri (Assumptions)	57
Tablo 3.2	Normallik Testi.....	58
Tablo 3.3	İşçilik Maliyeti Girdi Bileşenleri.....	59
Tablo 3.4	Malzeme Maliyeti Girdi Bileşenleri	60
Tablo 3.5	Sevkiyat Maliyeti Girdi Bileşenleri.....	61
Tablo 3.6	Devreye Alma Maliyeti Girdi Bileşenleri	62
Tablo 3.7	Makine Maliyeti İstatistikleri	64
Tablo 3.8	Makine Maliyet Aralıkları Yüzdellikleri.....	65
Tablo 3.9	Normallik Testi	68
Tablo 3.10	Proje Tamamlanma Zamanına İlişkin Girdiler	69
Tablo 3.11	Depo Kontrolü Faaliyeti Girdi Bileşenleri.....	70
Tablo 3.12	Sipariş ve Malzemelerin Temini Girdi Bileşenleri	71
Tablo 3.13	Fason İmalat Girdi Bileşenleri.....	72
Tablo 3.14	Montaj İşçiliği Girdi Bileşenleri	73
Tablo 3.15	Elektrik İşçiliği Girdi Bileşenleri	74
Tablo 3.16	Kontrol Operatör İşçiliği Girdi Bileşenleri	75
Tablo 3.17	Sevkiyat Girdi Bileşenleri	76
Tablo 3.18	Proje Tamamlanma Zamanı İstatistikleri.....	77
Tablo 3.19	Proje Tamamlanma Zamanı Yüzdellikleri	78

GİRİŞ

Dünyadaki kaynakların sınırlı olması bizi bu kaynakları optimal kullanmamızı gerektirir. Bu yüzden sınırlı kaynakların kullanımını gerektiren yatırım projeleri için bilimsel ve sistematik değerlendirme, kaynaklardan optimal fayda elde etmek için gereklidir.

Birçok proje zaman ve maliyet açısından zayıf performans gösterir. Çoğu zaman ve maliyet aşımı, tecrübeli proje yöneticileri tarafından önceden tahmin edilemeyen veya belirsizliğin tam olarak ölçülemediği olaylara dayanır. Bu da, bütün risk yönetim sürecine çok daha büyük dikkat gerektiren proje yönetim performansı gerektirir.

Risk yönetiminin amacı, yatırım projelerinde kişilere veya organizasyonlara risk ve belirsizliği açıkça gösteren pratik ve basit teknikler geliştirmek, karar vericiye yargısına dayalı anlaşılır bilgiler vererek riski tanımlamak, analiz etme ve yönetmede yardım etmektir (Ersari, 1996).

Risk Analizi, potansiyel problemleri önceden belirleyerek, durumu proaktif şekilde yönetmek ve planlamak için kullanılan bir süreçtir. Herhangi bir plan, proje veya operasyonda meydana gelebilecek sorunları veya aksayacak yönleri ortaya çıkarmayı, fizibilite yapmayı, gelecekte ortaya çıkabilecek tehditleri değerlendirmeyi, bunların olasılık ve ciddiyetini saptamayı, mevcut faaliyetlerin gelecekte de başarıyla devam etmesini sağlamak için risklere karşı önlemleri içeren bir plan geliştirmeyi, yaptığınız planın belli alanlarını korumak için önlemler geliştirip, uygulamaya koymayı, takımları planın korunması işine dahil etmeyi kapsar (Arman, 1997).

Girişim amaçlı zaman/maliyet risk analizi için proje ağının Monte Carlo Simülasyonu mühendislik şirketleri tarafından günden güne artarak kullanılmaktadır. Monte Carlo benzetim yöntemi ile rassal örneklemeler sonucunda hesaplanan yıllık nakit akımları ve karlılık ölçütlerinin olasılık dağılımları, istatistiksel yöntemlerle belirlenebilmektedir. Bu nedenle, Monte Carlo yöntemi sayesinde, projenin geleceği konusunda karar verecek olanların olasılıklı düşünceleri sağlanabilmektedir.

Bu çalışmada kağıt makinaları imalatı sürecinin maliyet ve zaman özelliklerini inceleme ve değerlendirmede risk analiz sürecinin gerekliliği ve uygulanabilirliği ele

alınacaktır. Bu uygulama, tanımlanan proje risklerinin daha detaylı analizine ve proje süresi tahmini ile daha doğru fiyat tekliflerine götürecektir. Projenin en son maliyet ve süresinin gerçekçi tahminine olabildiğince erken ulaşmak özellikle imalat sektöründe çok önemli bir gereksinim haline gelmiştir. Bu çalışmada, Risk Analizi ve Yönetimi ile bütün içsel ve dışsal etkiler göz önünde bulundurularak firmanın geleceği için karlı tahminler yapılabileceği Crystal Ball yazılım süreci kullanılarak gösterilmeye çalışılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

PROJE YÖNETİMİNDE BELİRSİZLİK VE RİSKLE İLGİLİ TANIMLAR, TEKNİKLER VE YAKLAŞIMLAR

Belirsiz dünyada yatırım kararları önemli yer alır. Bunun anlamı, net şimdiki değer veya iç verim oranı tahmini ile elde edilen proje analizi çıktılarına şüphe ile yaklaşmanın doğru olacağıdır.

Proje Değerlendirmedeki aşamalardan biri olan finansal analizde, yatırım kararları gelecekteki nakit çıkışı ve nakit girişlerine göre değerlendirilir. Bununla birlikte gelecekteki nakit akışları belirsizdir. Bu yüzden finansal kararlar genellikle yetersiz bilgiye dayanır.

Hedefleri değerlendirirken, genellikle bu nakit akışlarının veya ilgili verilerin beklenen değeri veya nokta tahmini kullanılır. Yatırım kararları uygun değerlendirme kriterlerine bakılarak alınabilir. Bu yüzden tahminler hatalı olsa da kararlar kabul edilebilir. Bu durumda yatırım kararları için risk ve belirsizlik önemli olmaktadır (Alpan, 1994).

1.1 Risk ve Belirsizlik

Ekonomik değerlendirmelerdeki bütün veriler risk ve belirsizliğe bağlıdır. Risk ve belirsizlik arasındaki fark şu şekilde özetlenebilir: Risk, belirlenebilir proje çıktılarının olasılık verileri ile ilgili durumları tanımlamak için kullanılır. Risk sadece çıktıların olasılıkları ile tahminlenebilen projelerle ilgilidir. Yol kazası veya ölüm yaşı gibi durumları tahmin etmede geçmiş veriler kullanılabilir. Belirsizlik ne proje çıktıları ne de bilinen olasılıkları hakkında uygun geçmiş veriye sahip olmayan durumları ifade eder. Örneğin yeni bir ürün için satışlar belirsiz olarak tanımlanabilir (Alpan, 1994).

Kimi yazarlar risk ile belirsizlik arasında şöyle bir ayrım yapmaktadırlar: Sonuçlar konusunda uzmanlar birlikte olasılık dağılımları çıkarabiliyorlarsa risk, uzmanlar bu konuda bir anlaşmaya varamıyorsa belirsizlik söz konusudur.

Buck ve Askin (1986) riski, kayıp, zarar veya diğler istenmeyen sonuçlara maruz kalma olarak tanımlar. Örneğın gelecek ay için satışlar, belirlenen miktarın üzerine çıkarsa (istenen durum), siparişler stokları azaltacak ve teslimat sürelerinde gecikme yaşanacaktır (istenmeyen durum). Eğer teslimat gecikmesinin anlamı sipariş kaybı ise bu durum risk yaratır.

Belirsizlik, geçmiş, şuan veya gelecek olaylar, değerler veya şartlar hakkındaki bilgi eksikliğinden ortaya çıkar. Bunun anlamı, tahmin edilen olasılık dağılımının doğruluğunda güven eksikliği bulunduğudur (Charette, 1990).

1.1.2 Risk ve Belirsizliğin Nedenleri

Proje yatırım kararlarında risk ve belirsizlik birçok mümkün kaynağa dayandırılabilir. Canada(1971) tarafından tanımlanan bazı ana nedenler şunlardır:

1. Benzer yatırımların yetersizliği: Genelde, firmalar belirli özelliklerde birkaç yatırıma sahiptir. Bunun anlamı belirli yatırım tipleri için olumsuz çıktı etkilerini olumlu çıktılarla örtmek için fırsat yetersiz olacaktır.

2. Veriler ve değerlendirmelerindeki sapma: Genellikle bireyler ekonomik analizlerinde iyimserlik veya kötümserlik sapmalarıyla karar verir veya bilinçsizce nesnel çalışma için gerekli olmayan faktörlerden etkilenir.

3. İçsel ekonomik çevrenin değişmesi ve geçersiz geçmiş tecrübeler: Geçmiş veriler beklenen gelecek şartlar için hükümsüz ve doğrudan kullanıldığında risk taşır.

4. Verilerin yanlış yorumu: Tahmin edilecek unsurlar ardındaki önemli faktörler çok karmaşık olduğunda bir veya daha çok faktör arasındaki ilişkiler yanlış yorumlanabilir.

5. Analiz hataları: Hatalar ya projenin teknik işlem özelliklerinin analizinde ya da projenin finansal uygulamalarının analizinde ortaya çıkar.

6. Yönetmel kabiliyetin varlığı ve önemi.

7. Yatırımın kurtarılabirliği: Yatırımın kurtarılabirliği risk değerlendirmelerinde başlıca düşüncedir.

8. Eskime.

1.2 Belirsizlik Ve Riskle İlgili Geleneksel Yaklaşımlar

Belirsizlik ve risk kaynak dağıtım problemlerinin özünü oluşturur; çünkü belirsiz gelecekle ilgili olan bütün kararlar tahminlere dayanır. Bu yüzden risk ve belirsizlik birçok teorisyenin ve pratisyenin dikkatini çekmektedir. Endüstride belirsizlik ve risk ile ilgili yaygın olarak kullanılan bazı yaklaşımlar mevcuttur. Bu yaklaşımlar aşağıda verilmiştir (Alpan, 1994).

1.2.1 Sezgisel Metotlar

Büyük olasılıkla risk problemleriyle ilgili en yaygın kullanılan yaklaşım bir nokta tahmini yapmak ve sonra sezgisel yargıyı kullanmaktır. Prosedür, öncelikle belirsizlik miktarlarının her biri için öngörülen en iyi tahmini yapmak ve (fiyatlar, ücretler, talep, vs) öngörülen nakit akışlarını hesaplamak için girdi olarak bu öngörülerini kullanmaktır; sonra, verilen nakit akışları ve projenin performans ölçüleri hesaplanır (Harrison, 1973).

1.2.2 Beklenen Proje Yaşamını Azaltma

Belirsizliği telafi etmek için hala sıklıkla kullanılan diğer bir prosedür beklenen proje yaşamını azaltmaktır. Gelecekte ileri ve daha ileri tahminler yapıldığında, tahminler az ve daha az güvenilir olmaktadır; proje hayatının kısaltılması bu uzak, güvenilmez tahminlere önem vermemeye eşdeğerdir. Ayrıca, uzak sonuçlar aleyhte olmaktan daha çok leyhte olmaktadır, şöyleki, uzun vadeli tahminlenen nakit akışları genel olarak pozitifdir (net gelirlerden elde edilir) ve yakın zamanlı tahminlenen nakit akışı negatiftir (başlangıç maliyetinden elde edilir). Beklenen proje yaşamının azaltılması, muhtemel gelecek karların önüne geçerek taslağı engelleme etkisine sahiptir, böylelikle minimum etkili geri dönüş oranını aynı yolla arttıran riske izin verme marjinal olarak etkili önerileri engeller (Alpan, 1994).

1.2.3 Risk Ayarlı İndirim Oranı

Bu yöntemde, projenin nakit akışlarında indirim uygulanırken farklı bir indirim oranı kullanılır, örneğin, risk oluşması durumunu açıklamak için risk primi risksiz indirim oranına eklenir.

Bununla birlikte, projenin her aşamasında risk priminin belirlenmesi zor bir görevdir ve risk priminin çift sayılması yüzünden yanlış sonuçlara gidilebilir, çünkü uygulamada indirim oranı genellikle risk primini kapsar.

Hodder ve Riggs (1985), indirilmiş nakit analizinde kullanılan tipik indirim oranının üç bölüm olarak düşünülebileceğini ifade etmişlerdir: paranın risksiz zaman değeri, beklenen enflasyon için prim ve proje riski ile artan risk primi. Enflasyon, hem proje riski ve hem de risksiz oran zamana göre değişebildiğinden, analist farklı zamanda farklı değerlere sahip olmak için indirim oranına izin vermelidir. Bununla birlikte, uygulamada indirilmiş nakit akış hesaplamaları sabit indirim oranı kullanılarak elde edilir. Dramatik olarak farklı risk aşamalı projeler için, sonuç, proje değerinin ciddi bir yanlış tahmini olabilir. Sonuç olarak Hodder ve Riggs (1985), belirgin risk aşamalarının bir sırası olarak yüksek-riskli projelerin değerlendirilmesini tavsiye eder.

1.2.4 Risk Seviyesiyle Geri Dönüş Oranının Farklılaştırılması

Minimum etkili geri dönüş oranının içinde güvenli bir sınır oluşturmak yerine, bazı firmalar, her sınıf için ayrı standartların olduğu birkaç risk sınıfı oluştururlar. Örneğin, bir firmaya en az %15 üretmek için düşük riskli yatırımlar ve en az %20 üretmek için orta-risk yatırımlar gerekebilir ve yüksek risk teklifleri için %25 minimum etkili geri dönüş oranı belirleyebilir. Analist sonra spesifik teklif sınıfının ait olduğu ve minimum etkili geri dönüş oranının kullanıldığı analize karar verir. Her ne kadar bu yaklaşım tüm alternatiflerin eşit olarak ele alınmasından bir adım ötede olsa da, bu durum bireysel tekliflerle ilgili belirsizlik üzerine odaklanmada başarısız olunma durumundaki tatminden daha azdır. Riskin aynı derecesine tamamiyle sahip iki teklif yoktur ve gruplandırılan alternatifler bu noktada kolay anlaşılmaz. Ayrıca, karar vericinin dikkati, bireysel tahminler olan belirsizlik nedenlerine yönelmelidir.

1.2.5 Duyarlılık Analizi

Belirsizlik, olacak şeylerden çok olabilen şeyler demektir. Böylece, bir analist nakit akış tahmini ile karşı karşıya kaldığında, daha başka ne olabileceğini keşfetmeye çalışmalıdır. Duyarlılık analizinin amacı bir değişken için pozitif değişim

aralığını belirlemek ve projenin karlılığının bu değişkendeki değişmelere ne kadar duyarlı olduğunu bulmaktır.

Duyarlılık analizi, değişkenlerdeki aynı anlı değişimlerin analizine imkan vermez ve her bireysel değişkenin mümkün değişim aralığını ve bu aralık içinde her değer olasılığını göstermez. Bununla birlikte, gelecek çalışmanın toplanması gereken önem bölgelerini bulduğu için faydalıdır.

Değişkenler genellikle belli bir zamanda bir kere değişmez. Bununla birlikte birçok işletme, değişkenlerin alternatif akla yatkın kombinasyonlarının proje üzerindeki etkisini inceleyerek bu problemlerin altından kalkmaya çalışmaktadırlar. Diğer bir deyişle, farklı senaryolar altında projenin performans ölçüsünü tahminleyecek ve temel durum ile bu tahmini karşılaştıracaklardır.

Brealey ve Myers (1988), duyarlılık analizinin bilinmeyen değişkenler bakımından nakit akışlarının açıklanmasını ve değişkenleri yanlış tahmin etmenin sonuçlarını hesaplamayı ifade ettiğini belirtirler. Bu, yöneticiyi önemli değişkenleri belirlemesi için zorlar, en faydalı olacak ilaveyi gösterir ve karmaşık veya uygun olmayan tahminleri ortaya çıkarmak için yardım eder.

Duyarlılık analizinin bir dezavantajı, daima belli bir miktar belirsiz sonuçlar vermesidir. Örneğin, Pazar hacmine, Pazar payına vs., göre duyarlılık analizi uygulamak için, pazarlama veya üretim personeline önemli değişkenler için iyimser ve kötümser tahminler içeren cevaplar istenir. Bununla birlikte, iyimser ve kötümser tam olarak ne demektir? Pazarlama departmanı bu terimleri üretim departmanından farklı şekilde yorumlayabilir. Bu bir tahmin edicinin muhtemel sonuçların tam olasılık dağılımı hakkında kişisel düşüncesini elde etmek için zor bir yoldur.

Duyarlılık analizi ile diğer bir problem önemli değişkenlerin karşılıklı ilişkili olmasıdır. Bazen analist kabaca bağımsız olan önemli değişkenleri belirleyerek problemin etrafında dolaşır. Fakat kişi duyarlılık analizini bazı durumlarda daha ileri götüremeyebilir.

Duyarlılık analizinde, kişi nedeni gösterilebilen proje değişkenlerinin kombinasyonları için sonsuz bir değer ve nedeni gösterilemeyen proje için de

sonsuz bir değer bulabilir. Değişkenlerin daha çok kombinasyonları denenerek, projenin bir resmi oluşturulabilir. Projenin bir tam, yapay resmini elde etmenin tek yolu olasılık analizi ile ilerlemektedir (Pouliquen, 1970).

1.3 Risk İçeren Proje Analizinin Olasılıklı Uygulaması

Proje yöneticisi açısından projenin gerçekleştirilmesi ile ilgili tüm risklerin tanımlanması ve uygun yerlerde önleyici analiz ve stratejik planlamanın uygulanması oldukça önemlidir. Bu, yalnızca kaba bir tanımlamadır ve kaçınılabilen maliyetler ile zaman içindeki fazla çalışmalara zarar veren projenin belirsizliklerinin analizidir. Mühendislik endüstrisinde yüksek rekabetin artan farkındalığına, yatırımcılar tarafından hoşgörülen performans beklentisine rağmen, yeterli önleyici analiz kullanımına ve risk simülasyonuna az rastlanır. Birçok durumda proje yöneticileri hala, karşılaşılan proje hedeflerinin olasılığını bilmeksizin zaman ve maliyet tamponu yaratmaktadır (Krantz, 1984).

Mantıksal karar süreci içinde, gelecek olaylar hakkında belirsizliği görebilmek için, olasılık teorisinden yararlanmak gereklidir (Fabrycky ve Thuesen, 1980). Olasılık teorisi, belirsizliğin kantitatif uygulaması ile ilgili geniş bilgi yapısından oluşur. Olasılık teorisinin kullanılmasıyla olayların tek bir şekilde belirlenmesi mümkündür, böylece belirsizlik ortadan kalkar ve teori içinde oluşturulan her durum belirgindir ve açık bir şekilde anlaşılmaktadır. Olasılık teorisi belirsizliğin bir rakam ile gösterilmesine izin verir, böylece farklı olayların belirsizliği karşılaştırılabilir. İlaveten olasılık teorisinin yapısı karar vericinin tam bilgisi olmaksızın konu dışı görüşlerin sunumunu engeller.

“What-if” hesaplamalar dizisi, finansal modellerin risk analizi için yeterli değildir. Bu sonuç için birkaç neden Seila ve Banks (1990) tarafından ifade edilmiştir. Öncelikle, girdi verisinin değerleri analistin kararı kullanılarak seçilir. Bu seçim için bir olasılık temeli yoktur, bu nedenle istatistiksel sonuç bu değerlerden hesaplanan performans ölçüleri üzerine kurulmayabilir. Tesadüfi değişkenlerini doğru bir şekilde yansıtan girdi verisinin değerlerini seçmek için, değerler, muhtemel değerlerin uygun değişim aralığı ve nisbi frekanslarını yansıtan bir dağılıştan örneklenmelidir. İkinci olarak, oluşturulabilen “what-if” hesaplamalarının sayısı genellikle çok küçük olduğundan faydalı olmaz. Sonuç olarak, “what-if”

hesaplamaları performans ölçüsünün sapmalı değerlerini üretir. Beklenen değerler, belirsiz değişkenlerin yerine konulduğunda, performans ölçüsünü ortalaması hesaplanan ile aynı değer olmayacaktır (Seila ve Banks, 1990).

Duyarlılık analizinin aksine, olasılık analizi projenin tam bir resmini verir ve proje riskinin belirlenmesine imkan sağlar. Bu “doğru” risk değildir, fakat risk bir değer biçme görevi olarak görülür. Geri dönüş oranının olasılık dağılışı riski özetler, değer biçme görevinin tam bir kararını gösterdiği söylenebilir (Pouliquen, 1970).

Duyarlılık ve olasılık analizi birbirinin alternatifi olarak düşünülemez. Birbirinin tamamlayıcısı olarak düşünülebilir, örneğin herbiri diğerine anlam sağlar. Analiz içinde herbir bireysel değişken için olasılık dağılışı oluşturulması ayrıntılı ve zaman alıcı olduğundan, olasılık analizi yalnızca performans ölçümü belirlemede kritik olan duyarlılık analizi ile tanımlanan değişkenlerle ilgilenmelidir (Sarıaslan, 1989).

Genel olarak, karara olan ihtiyacı azaltabilen veya stratejik planlama kararlarını otomatik olarak yapabilen bir kantitatif teknik yoktur. Çok sayıda planlama kararı genellikle tam belirlemeyi hiçe sayan alternatiflerin sayısına dayanır. Dahası, kantitatif veri, nadiren doğru tahminleri önerir ve en iyisi, sonuçların istatistiksel değişim aralığı ile çalışılmalıdır. Bu demektir ki, daima sonuçların kendi subjektif olasılık dağılışlarına ulaşmak için sert kantitatif veri ile yumuşak kantitatif veriyi birleştirmek zorundadır. Everett (1986) bu tür bilgi kaynaklarını birleştirme üzerine başarı ve başarısızlığın subjektif olasılığını yorumlamaya çalışmıştır.

Gerçek hayat kararları için olasılık teorisinin tüm uygulamaları ön veya subjektif tahmin veya olasılıklar gerektirmektedir. Maalesef, karar vericiler -güçlü bir iyimserlik eğilimiyle- olasılıkları tahminlemede fazlasıyla kötüdürler. Bu yüzden, risk analizinde yöntemlerin kullanımında büyük bir dikkat gerekmektedir (Harrison, 1973).

Risk analizinde olasılıklı yaklaşımları kullanırken, analist subjektif dağılımları üretmede doğru kararları denemeye ihtiyaç duymaktadır. Bu yaklaşımın kullanımındaki zorluklar istatistiksel, matematiksel veya hesaplamalı karmaşıklıktan çok, doğru kararı kullanma ihtiyacından gelmektedir. Analist birbirinden bağımsız olarak elde edilen maliyet ve gelir dağılımlarının gelişmesinden emin olmalıdır.

Analist, mümkün olduğu kadar çok akla yatkın sonucu çevreleyen subjektif değişim aralığını geliştirmeye ihtiyaç duyar. alışmalar göstermektedir ki yöneticiler beklenen değerin yakın çevresindeki muhtemel sonuçları değiştirme eğilimindedirler. Ayrıca, çok karmaşık ve doğru teknikler mevcut olmasına rağmen, hesaplamada daha rahatsız edici olan aralıkların subjektif kararlarına güvenmektedirler (Everett, 1986).

Pouliquen (1970), risk analizindeki olasılıklı davranışın bazı zayıflıklarına dikkat çekmiş ve bu tekniğin sıklıkla geleneksel analizden daha uzak kararların kullanımına ihtiyaç duyduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle bu teknik yanlış varsayımın temelinde doğru cevaplar sağlamayabilir.

Yöntemin değerine rağmen, bir ana problemde kalan değişkenler arasındaki korelasyonların davranışı Pouliquen (1970) tarafından incelenmiştir. Eğer bu korelasyonlar gerektiği gibi ele alınmazsa, açıktır ki sonuçlar tamamen yanıltıcı olacaktır. Bu tehlike yalnızca teorik değildir, görünüşe göre korelasyonlara bakmakta sistematik bir eğilim vardır. Risk analizi sadece büyük bir dikkatle ele alınmalıdır.

Risk analizindeki finansal maliyet ve zaman kısıtları, risk analizinin sorumluluğunu alıp-almama kararındaki önemli elemanlardır. Değerlendirici istediği değişkenleri olasılık analizinde tanımlayabilir veya elimine edebilir. Her olasılık dağılışını her değişken için kullanabilir ve istediği her yolda ilişkili değişkenlere sahip olabilir. Bu, tabii ki çok sayıda programlama çalışması gerektirir, fakat bunun iyi bir risk analizini sağlamak için gerekli olduğu düşünülmektedir. İyi bir risk analizi , değerlendiricinin kararının ne kadar doğru elde edebildiğine bağlıdır, her karara adapte edilebilen ve entegrasyonunu elinde bulundurabilen esnek bir yapı gereklidir. Standardizasyon için bir sınır vardır. Standardizasyon yetersizliğinin asıl dezavantajı sonuçların elde edilmesinde izlenebilen gecikme gibi görünmemesidir –  gün ya da bir hafta hala bir risk analizi için kabul edilebilir bir zamandır – fakat bu, hataların büyük olasılığına neden olur.

1.4 Risk Analizinde İleri Teknikler

Proje ile ilgili risklerin belirlenmesi, ölçülmesi ve riskli projelerin değerlendirilmesi kolay görevler değildir. Ekonomik alternatiflerle ilgili belirsizliği ölçmek için olasılık kavramlarını kullanan çeşitli ileri düzeyde teknikler vardır.

1.4.1 Beklenen Net Mevcut Değer Metodu

Risk projelerini değerlendirmede bir metot, nakit akışlarının olasılık dağılımları tabanlı beklenen net mevcut değerlerini hesaplamaktır. Ayrıca, proje ile birlikteki risk hakkında bilgi sağlamak için beklenen net mevcut değer standart sapması da hesaplanmak zorundadır.

Rose (1976), bir karar analizindeki bir kriter gibi beklenen değeri kullanmak için ayarlamaların şu şekilde yapılabileceğini belirtir: Eğer beklenen değer sistematik olarak alınan tüm kararlarda kullanılıyorsa ve eğer bu kararlar birbirinden bağımsızsa, kişi kararların tüm setinden gelen toplam değeri maksimize eden en büyük olasılığa sahiptir. Bir başka deyişle, eğer beklenen değer yeterli kullanılırsa, kümülatif toplam, maksimize olmuş olur. Buna rağmen, birçok karar, özellikle yatırım kararları, birbirlerini elimine etmek amacıyla düşük ve yüksek dalgalanmalar için firma içinde yeterli zaman almaz.

Herhangi bir kararın maruz kalabileceği maksimum muhtemel kayıp, firmanın dayanabileceğinden daha büyük olmamalıdır.

1.4.2 Kesinlik Eşitlik Metodu

Bu metotta nakit akışının kesinlik değerleri belirlenir ve sonra bu değerler risksiz bir indirim oranı kullanarak indirime uğratılırlar. Rose (1976), bu metodun Beklenen Değer Metodunun olasılık dağılımlarını sağladığını ve risk derecesi için bilimsel olarak öneminin arttığını belirtmektedir.

Bu, herbir değere onun kaybı ya da kazancının büyüklüğüne göre ağırlık vererek ve sonra ağırlıklı değerlerin beklenen değeri bulunarak yapılır. Bu ağırlıklı değerler “yararlar” olarak isimlendirilir ve bu metod Kardinal Olanak Teorisidir. Teori,

Von Neumann ve Morgenstern tarafından geliştirilmiştir. Teori, bir kumar durumunda birinin optimize etmeye çalıştığı normal değerden başka bir durumun olduğunu varsayar. Bu durum, risk ve değer bir kombinasyondur ve bu, karar vericinin kişisel karakteristiğidir. Böylelikle, risk ve olanak arasından kişi, en büyük beklenen faydayı veren kararı seçebilir.

Bu, riske karşı tutarlı bir davranışı olan kişinin kararı olabilir. Aynı değer/risk yararını birkez daha kullanarak, onu bir risksiz para değeri eşitliğine dönüştürmek mümkündür. Bu değer, kararın kesin eşitliğidir ve risk gelişimiyle çeşitli giderleri ağırlıklandırdıktan sonra efektif olarak beklenen değerdir.

Kesinlik Eşitlik Kriterine göre, en yüksek kesinlik eşitliğiyle alternatif durum seçilir. Bu metod, bireysel karar vericilerin davranışının ölçümünü gerektirir. Bu işe, karar vericiden risk durumlarındaki seçimlerin sayısı istenerek, gerçekleştirilmek zorundadır.

Rose (1976)'nın açıkladığı gibi, nicel olmayan faktörleri gözönünde bulundurmak, bir karar vermeden önce, Kesinlik Eşitlik Metodu'nun bir avantajıdır.

Bir yarar çalışmasından elde edilebilecek daha ilerideki ilginç bir şekil, risk değeridir. Bu, birinin risklere karşı gönüllü ödeme yaptığı efektif bir değerdir.

$$\text{Risk Değeri} = \text{Beklenen Değer} - \text{Kesinlik Eşitliği}$$

1.4.3 Karar Ağaçları

Finansal yöneticiler, ard arda gelen kararları vermeyi sağlayan projeleri analiz etmek için sıklıkla karar ağacını kullanırlar. Eğer günümüzün kararı yarın ne yapabileceğimizi etkilerse rasyonel olarak bunu gerçekleştirmeden önce yarının şartları analiz edilmelidir.

Herhangi bir nakit akışı firmanın gelecek yatırımı ve çalışma stratejisi hakkında verilecek kararları önceden görmemizi sağlar. Karar ağaçları, esas stratejiyi belirler. Bugünün ve yarının kararları arasındaki bağlantıları göstererek, en

yüksek mevcut net değerli stratejisinin bulunmasında finansal yöneticiye yardım eder.

Karar ağaçlarıyla olan sorun onların karmaşık olmalarıdır. Karar ağaçlarının önemi, muhtemel gelecek olayların ve kararların kesin analizine izin vermesidir. Bugünün ve yarının kararları arasındaki önemli bağlantıları göstermeleri açısından yargılanırlar.

Bazı noktada model kurucu, bir firma için gelecek stratejisini açıkça tanımlar fakat bu optimal olan değildir. Hemen hemen herşey yanlış gittiğinde modelin bazı faydaları olacaktır.

1.4.4 Simülasyon Metodu

Beklenen değerleri yakın olan performans ölçülerine sahip alternatifler karşılaştırıldığında, simülasyon, bir alternatifin diğeri üzerine seçilme analizine yardım etmek için çok büyük miktarda bilgiyi sağlayabilir.

Simülasyon tekniğinde, bir projedeki değişkenlerin olasılık dağılımları kullanılır ve o değişkenlerin simülasyon değerleri bilgisayarda rasgele rakam oluşturma ile üretilirler. Sonra nakit akışları ve performans ölçümleri, bilgisayardaki o simülasyon değerlerine göre hesaplanır. Sonuçta, bilgisayar çalışmaları birçok kez tekrarlanır ve performans ölçümünün dağılımı, standart sapma, değişme katsayısı hesaplanır.

Simülasyon, her ne kadar maliyetli ve karmaşık olsa da, önceden söyleneni sorgulayan açık bir değere sahiptir ve karar verici şüphe ve değişkenlerarası bağımsızlık ve belirsizlikle yüzleşir.

Harrison (1973) simülasyon analizinin bir projenin doğasında olan tüm şüpheleri dikkate alma avantajına sahipken, iki ciddi engeli olduğunu belirtir. İlk olarak, karar teorisinin herhangi başka bir metodu gibi, bütün şüpheli değişkenlerin olasılık dağılımlarının girdi verisi gibi zor olan benzer eski projelerdeki çok geniş veriler hariç, desteklenmesi gerektiğidir.

İkincisi teknik olanıdır: Simülasyon, karar vericiye “sent başına 7’nin altında kalan Proje karının olasılığı nedir?” sorusuna cevap vermeyi sağlar, fakat maalesef bu soru “Hangi koşulların kombinasyonlarında proje karının sent başına 7’den daha az olacağı ve bu durumlardan kaçmak için ne yapmam gerekiyor?” gibi karar vericinin cevaplanmasını isteyebileceği fakat simülasyonun cevap veremeyeceği bir sorular bulunur.

1.5 Risk Analizinde Simülasyon Teknikleri

1.5.1 Simülasyon Uygulamalarının Amacı

Simülasyon iki farklı tipteki problemin analiz edilmesinde kullanılır (Taha, 1987).

1. Matematik, Fizik ve Kimya gibi temel bilim alanlarındaki teorik problemler.

a) Çoklu integrallerin değerlendirmesini içeren, bir eğri ile kuşatılan alanın tahmini

b) Matris dönüşümü

c) Matematikteki sabit π 'nin tahmini

d) Kısmi farklılık gösteren eşitliklerin çözümü

e) Parça yayılım çalışması

f) Eş zamanlı doğrusal eşitliklerin çözümü

2. Gerçek yaşamın tüm durumlarında pratik problemler

a) Kimyasal işlemler, mal stoku kontrolü, sıralama sistemlerinin dizaynı gibi endüstriyel problemlerin simülasyonu.

b) İş simülasyonu ve ekonomik problemler (firmanın işletme yönetimi, önerilen anapara masraflarının değerlendirilmesi, fiyat belirleme, ekonomik tahmin gibi...).

c) Popülasyon dinamiği, bireysel ve grup davranışı gibi davranışsal ve sosyal problemler

d) Biomedikal sistemlerin simülasyonu (insan vücudundaki elektrolit ve sıvı dengesi dağılımı, beynin modellenmesi gibi).

e) Savaş taktik ve stratejilerinin simülasyonu.

1.5.2 Simülasyon Tipleri

Simülasyon modelleri zamanın bir fonksiyonu gibi sistemlerin davranışlarını analiz etmek için geliştirilmişlerdir. Buna göre, literatürde iki tip simülasyon çeşidi vardır (Taha, 1987):

- a. Sabit simülasyon
- b. Sürekli simülasyon

Sabit simülasyonda, benzetim uygulanmış sisteme sadece zaman içinde seçilmiş noktalarda bakılır, zaman için her noktada sistem sürekli olarak kontrol edilir. Sabit simülasyonun tipik bir örneği servis tamamlandıktan sonra hangi müşterinin kuyruğa katıldığı veya servise girdiği ve sonra servisi terk ettiği bir beklemeli kuyruk sistemidir. Sürekli durum ise dünya nüfusunun gelişimi ile veya bir boru hattındaki akışkanın akışı ile örneklenebilir.

Sabit ve sürekli simülasyonların her ikisinde de, esas amaç, simüle edilmiş sistemin davranışını tanımlamakta kullanılan uygun istatistikleri toplamaktır. Toplanan bu istatistiklerdeki durum, simülasyon sisteminin sabit mi sürekli mi olduğuna karar vermede kullanılan en önemli faktördür. Böylelikle, sabit sistemde, durumun istatistikleri sadece belli olaylar gündeme geldiğinde değişebilir. Sürekli sistemlerde istatistikler, sadece devam eden bir temel üzerinde durum izlenerek toplanabilir.

Sabit simülasyonun bilinen 3 yaklaşımı ;

- a) Gelecek durumu programlama
- b) Faaliyet programlama
- c) Süreç oryantasyonu

1.5.3 Simülasyon Tekniğinin Metodolojisi

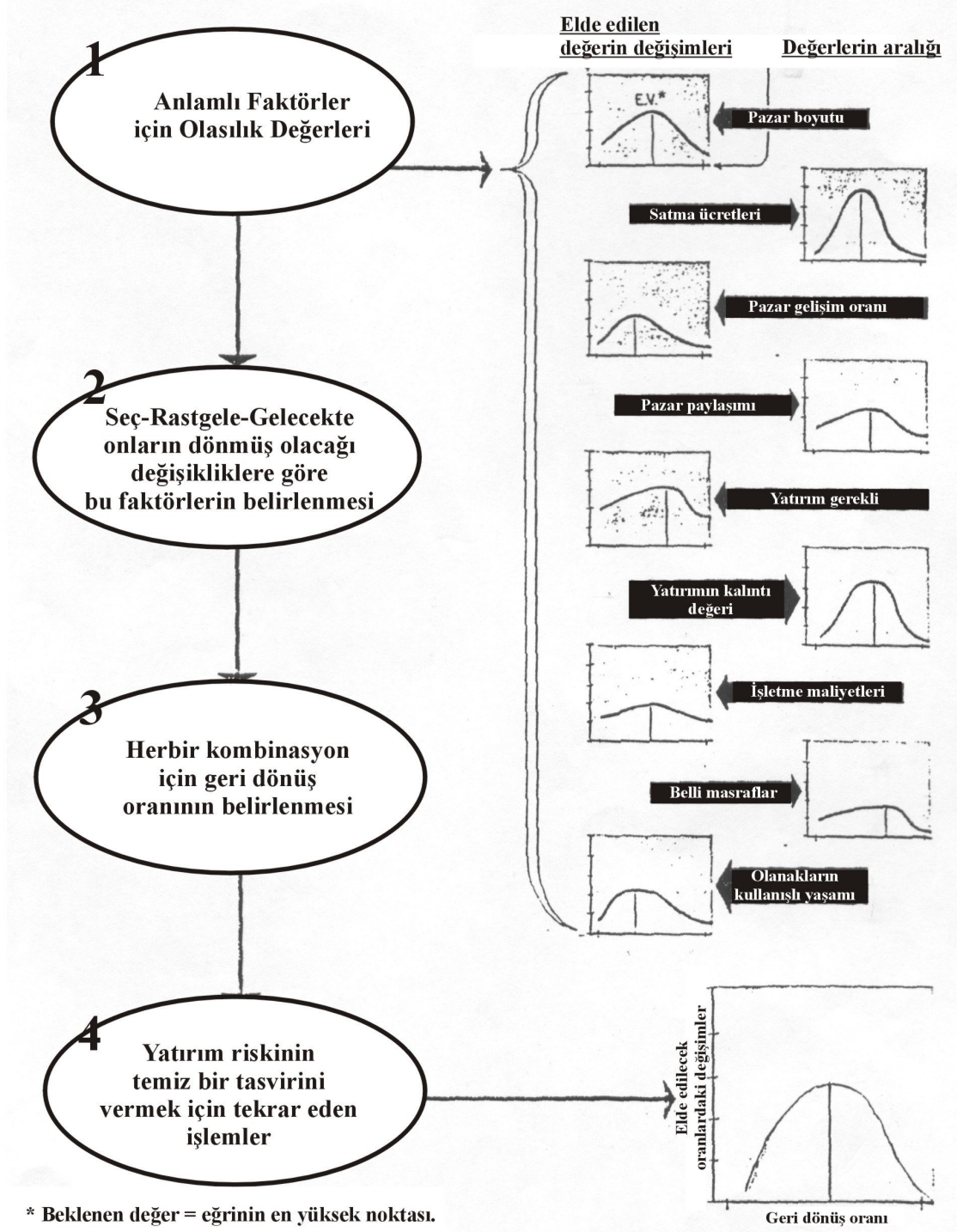
Finansal modellerdeki bazı parametreler gerçekte rasgele değişkenlerdir çünkü onlar bilinmeyen miktarlarının tahminleridir. Sonuç olarak, bu değerlerde

rasgele değişken, alt sınır performansında rasgele değişken ve alt sınır performans ölçümünde rasgele değişken gibi tanımlanan riski oluşturur.

Hertz (1964) simülasyon analizleri değerlendirilirken takip edilmesi gereken 3 adımı açıklar. İlk adımda, rasgele değişkenleri, bu değişkenler için değerlerin aralığı ve onların olasılık dağılımları belirlenir. İkinci adımda, her bir rasgele değişken bu verilere göre birtakım nakit akışı hesaplamasına göre ve uygun olasılık dağılımından örneklenen rasgele değişkenin yerini alır. Sonra, projenin net şimdiki değer nakit akışlarına dayanarak hesaplanır. Bu bir kez tamamlanınca, analizin son adımında yeni değerler Net Şimdiki Değer (NŞD)' in yeniden hesaplanmasıyla her bir rasgele değişken her bir zaman için oluşturulur. NŞD, her bir hesaplamadan sonra ve "n" tekrarların istenen sayısı olduğunda kaydedilen performans ölçümü değeri "n" defa yeniden hesaplanır.

Sonuçta, performans ölçümünün olasılık dağılımı ve frekansı bu standart sapmalar temelinde, projenin risk analizi için değişkenlik katsayısı hesaplanabilir. Çıktı değerlerinin değişkenliği; seçenek verilirse ve tüm diğer faktörler eşit olduğunda, yönetim aynı geri dönüş için düşük değişkenliği tercih ettiğinde önemlidir.

Simülasyon işlemi şematik olarak Şekil 1.1'de sunulmuştur (Alpan, 1994).



Şekil 1.1 Simülasyon İşlem Şeması
(Kaynak: Alpan, 1994; 39)

Simülasyonun tekrarlanma sayısı hakkında, son sonuç için gerekli güven aralığına bağlı olarak değerlendirmeler yapılmalıdır. Bunu, beklenen değer üzerinde bir tolerans olarak ölçmek yararlı olur.

1.5.4 Risk Analizindeki Simülasyon Çalışmaları

Risk analizi ile ilişkili istatistiksel prosedürler önemli bir engel ile karşılaşılır: Ortalama, varyans ve değerler şekli muhtemel olasılık dağılımını türeten gerekli analitik teknikler yerine getirilmesi zor olabilir. Gerçekte, birçok problemin karmaşıklığı bu hesaplanabilir tekniklerin hepsinin birlikte kullanımını önlerler.

Sayısal bilgisayar simülasyonunun amacı, girdi değerleri genellikle mevcut değer veya geri dönüş oranı için verilen analizin çeşitli unsurlarına olasılık dağılımı oluşturmaktır. Karar verici, böylelikle iki veya daha fazla alternatif için geri dönüşlerin değişkenliğinde olduğu kadar beklenen geri dönüşleri de karşılaştırabilir. Bunun ötesinde, olasılık ifadeleri tanımlanabilir .

Simülasyon tekniği, Hertz (1964) tarafından ilk kez tanımlandıktan sonra, proje değerlendirmesinde risk yönetiminde en uygun efektif teknik haline gelmiştir. Bir sermaye yatırım projesinin değerlendirmesi, belli bir gelecek zaman periyodunda alınacağı ümit edilen getiri oranı ile ölçülen sermayenin verimi prensibi ile başlar. Getiri oranı gerçekte birçok farklı değişkenin değerlerinin belli bir kombinasyonuna bağlıdır.

Hertz'in yaklaşımı, beklenen getiriler gibi risklerin belirlenmesiyle kararların planlamasına belirsizlik getirir. Bu teknik bilgisayar simülasyonları gerektirir. Hertz, büyük bilgisayar simülasyon programlarının birçok değişkenin subjektif aralıkları için son noktalarını girilmesine ve farklı faydalı dağılımların hızlıca yeniden hesaplamasına izin verdiğini belirtmektedir.

Krantz (1984) simülasyonunun hipotezden daha iyi olduğunu belirtir. Geleneksel proje analizinin birçok durumda muhtemel proje giderinin kayda değer bir değerlendirme üreteceği konusunda herhangi bir şüphe yoktur.

Bununla birlikte sadece çalışan bir proje ile gösterilen çoklu risklerin doğal etkilerini üretmez ve onların tüm muhtemel permütasyonlarındaki tüm proje değişkenlerinin interaktif davranışlarını gösterir.

Pouliquen (1970) Dünya Bankası Gruplarının çalışmalarının sonuçlarından oluşan materyaller tabanında projenin değer biçilmesinde risk analizlerinin kullanımı üzerine 3 özel çalışma sunmuştur. Bu özel çalışmalarda, ilk ve tek en iyi tahminleri kullanan geleneksel analizler daha sonra duyarlılık analizleri ve sonuç olarak, simülasyon yaklaşımı uygulanır ve onların sonuçları karşılaştırılır.

1.5.5 Simülasyon Analizi için Modelleme

Doğal olarak, projenin kendisi yerine bir model ile elde edilen faydanın herkes farkına varabilir. Buna rağmen, tecrübe riskin yönetsel kontrolü hala bir sanat ve bilimin kombinasyonuna ihtiyaç duyar ve analitik sonuçların uygulamasını göstermiştir. Analitik sonuçların anlamını açıklamak için bilirkişi raporuna ihtiyaç vardır fakat ayrıca problemlerin pratik çözümlerini formüle etmek için de gereklidir. (Krantz, 1984).

Simülasyon detaylı modeli veya kümeyi oluşturmak için esneklik sağlar. Bu direkt olarak, basit ve direkt ekler bünyesinde süslenmeye izin veren modellerle oluşturulan tekrarlanmış modelleri destekler.

Model oluşturmada ilk adım, proje amacı veya belli bir sorun tabanında modelleme için bir amacın gelişimidir. Bu amaca dayanarak, sistem sınırları ve modelleme detayları saptanır. Tipik olarak, değerlendirme işlemi, yeniden tanımlamaları ve tekrarlanarak gerçekleşen işlemleri oluşturan tüm modeli meydana getiren yeniden dizaynlara gereksinim duyar.

Pritsker kendi deneyimleri ve çalışma arkadaşlarıyla olan görüşmeleri çerçevesinde bazı modelleme ilkelerini sunmuştur (Alpan, 1994).

Modelleme prensibi-1: Kavramsal bir model, sistem bilgisi, mühendislik kararları ve model kurulum araçlarına ihtiyaç duyar.

Bir modelleyici, bir sistemin işleyen kuralları ve yapısını anlamak zorundadır ve gereksiz detaylar olmadan sistemin özünü çıkarabilmelidir.

Kullanılabilir modeller kolaylıkla anlaşılabilir olmalı, sistemin önemli karakteristiklerine gerçekçi etki yapmak için yeterli detaya sahip olmalıdır. Model oluştururken, hangi basitleştirici kabuller yapmak akla uygundur? Modelde bulunan bileşenler neler olmalıdır? Ve bileşenler arasında ne tür tekrarlanmalar meydana gelir? üzerine yoğunlaşır. Modelde bulunan detayların miktarı, kurulan model hedefleri temelinde olmalıdır. Sadece bu unsurların karar vermede önemli farklılıklara neden olacağı düşünülmelidir.

Sistemin yapısal bileşenlerine dayanarak, modelin kavramlaştırılması ve sistem bünyesinde ürün akışları ve detaylı veri ihtiyaçlarının iyi anlaşılması halinde projelendirilebilir. Belirlenen model için yapısal içeriklerinden programlar, algoritmalar ve kontroller gereklidir. Bu karar bileşenleri bir modelleme çabasının tipik, başlıca zor safhasıdır.

Modelleme prensibi-2: İyi bir modelleyici olmanın sırrı yeniden modelleme yeteneğidir. Model oluşturma etkileşimli ve grafiksel olmalıdır. Çünkü bir model sadece tanımlanıp, geliştirilmez fakat sürekli olarak yeniden tanımlanır, güncellenir, düzenlenir ve büyütülür. Güncel bir model gelecek modeller için temelleri destekler. Takip eden beş model üretim temaları bu yaklaşımı destekler ve uygun olduğunda kullanılabilir:

- Düzenlenebilir model girdi prosedürleri ve arayüzleri geliştirmek,
- Modeli ilişkili mantıksal elemanlara bölmek,
- Modelin mantıksal ve fiziksel elemanlarına ayırmak,
- Modeldeki açık dokümantasyonu oluşturmak ve geliştirmek,
- Modeldeki bağlantıları, uzantıları araya sokmak için veya daha fazla detay ilave etmek için açık bırakmak, yani açık-sonlu bir model oluşturmak

Modelleme prensibi-3: Modelleme işlemi boyunca elde edilen bilgi, modeli ve onun çıktı ölçülerini çok kesin ve konu ile ilgili yapan olayları destekler. Bu modelleme işlemi ek detay veya bilgi problemin çözümü için daha fazla gerekli olmadığı veya son mühletle karşılaşana kadar devam eder. Bu evrimsel işlem boyunca, çalışılan sistem arasındaki ilişki ve model sürekli tanımlanır ve yeniden tanımlanır. Modelin simülasyonları modelin davranışında öğrenmeler üretir ve bundan sonra sistem, ileriki bir model evrimine önderlik eder. Model ile

modelleyiciler için sistem alışılmışlığı ve gelecek kullanıcılar için bir eğitim aracı arasında sonuçlanan benzerliktir.

Modelleme prensibi -4: Problem ve problem ifadesi model tabanlı problem çözümünde başlıca kontrol eden elemandır.

Model tabanlı problem çözümünde ilk adım problem içeriğinin anlaşılması, proje amaçlarının tanımlanması, sistem performans ölçümlerinin özelleştirilmesi, belirli modelleme amaçlarının belirlenmesi ve genel olarak modellenen sistemle problemin formüle edilmesidir.

Sistem verisi elde etme ile modeldeki veriyi kullanma arasında bir işlem vardır. Bu işlem girdi modellemesi olarak isimlendirilir. Girdi modellemesi, modeli türetmek için direkt olarak kullanılabilen sistem verisini, bir histogram şeklinde özetlenebilen sistem verisini veya dağılım fonksiyonunu veya bir durum-etki modelini sistem verisini karakterize etmek için geliştirebilir olmasını sağlar. Girdi modelleme aktivitesi çok fazla bir çaba gerektirebilir. Girdi modellemesi, bir sistemi anlamak ve modeldeki girdi için sistemi genelleştirmek için çok kullanışlıdır.

Modelleme prensibi -5 : İlişkili sistemlerin modellemesinde ilk önce problemin devam eden özellikleri gözönünde bulundurulur. Modelin farklı özellikleri (olayları, ağları, algoritmaları, kontrol prosedürlerini ve uzman mantık yeteneklerini içeren) sonra geliştirilmelidir. Farklı ve devam eden değişkenler arası bağlantılara daha sonra yaklaşılır.

Modelleme için amaç ayrıca bir fonksiyonel seviyeye sahip olmalıdır. Takip eden liste simülasyon modellerinin uygulandığı fonksiyonel seviyeleri gösterir.

- Bir sistemi veya problemi anlamak için açıklayıcıya benzer araçlar...
- Sistem operasyonunu tanımlama şeklindeki iletişim aracı...
- Kritik elemanları, bileşenleri ve konuları belirlemek için analiz araçları ve performans ölçümlerini tahminleme...
- Sentez yoluyla yeni alternatif çözümleri ortaya koymak ve önerilen çözümleri değerlendirmek amacıyla bir dizayn...

- İşler, görevler ve kaynaklar için bağlı operasyonel programları belirleyecek takvimler...
- Kaynakları ve materyallerin rotalaması ve dağılım için kontrol mekanizması...
- Sistem işlemlerinin anlaşılmasında yardım teknisyenleri için bir eğitim aracı...

Modelleme Prensipleri-6: Bir model onun kullanılabilirliğine göre değerlendirilmelidir. Bir mutlak perspektiften, bir model ne iyi ne kötü ne de nötr'dür (Alpan,1994).

1.6 Risk Analizinde Korelasyon

Risk analizinin en büyük zorluğunu yaratan ve sonuçların geçerliliği için kritik koşullar içeren durum korelasyonun bir araya getirilmesi ve değerlendirme seviyesinin seçimidir (Alpan, 1994).

Korele edilmiş değişkenler veya basit terimlerle sistematik bir şekilde birlikte değişir gibi görünen değişkenler, her projede ortaya çıkar. Korelasyonların bulunması, saptanması ve özellikle ölçümü çok zordur fakat onları gözden kaçırmak analizde tamamıyla yanlış bir yorumlamaya neden olabilir.

Korelasyonların matematiksel işlemleri herhangi bir problem oluşturmaz ve korelasyon gidişlerini belirleme ve bulma gibi bir projenin pratik bilgisini, korelasyonların özelliklerinin teorik bilgisinden yetkili karar verici için çok önemlidir (Pouliquen, 1970).

Korelasyon çalışmalarının yöntemini anlamak kolaydır. Bağımsız değişkenler kümelendiğinde, birinin değişkenlik etkisi, zıt yöndeki bir diğer değişkenle karşılanabilir. Eğer olumlu olarak ilişkilendirilirse, bir değişkeninin etkisi diğer değişkenlerle her zaman artar (Pouliquen, 1970).

Korelasyonların belirlenmesi güçtür. Bunun ilk nedeni; bir tek nokta tahmin metodunda göz önünde bulundurulmak zorunda olmamalarıdır ve böylelikle bu birçok insan için alışılmış değildir. İkinci neden, korelasyonların gizli olduğunu

belirlemek zordur. Bazı korelasyonlar, özellikle mühendislik belirlemeleri ile ilişkili olanlarının tanımlaması çok güçtür (Pouliquen, 1970).

Eğer kişi doğru geçmiş veriye sahipse, bu bilgi direkt olarak bir regresyon analizinden ortaya çıkar. Buna rağmen, bir çok veri analisti, geçmiş veri olmadığına ve kayıtlı geçmiş verilerle birkaç veri unsuru korelasyonu tanımlamada yeterli olmayabilir. Böylelikle, korelasyonu daha iyi anlamak için zorunlu adım daha çok veri toplamak için ciddi bir çaba harcamaktır (Pouliquen, 1970).

Rose (1976) korelasyonu ele alacak teorik bir metodun olmadığını belirtir ve probleme olası yaklaşımlar olarak rapor edilen bazı bilinen metotları tanımlar.

1.6.1 Belirsizliklerin Kaynağının Ayrılması ve Tanımlaması

Kişi belirsizliklerin neden ortaya çıktığını anladığında, değişkenler arasında beklenen korelasyon derecesinin kararını verebilir (Rose, 1976).

Pouliquen (1970), bu yöntemin projenin teknolojik unsurlarının dağılmasına dayanarak değil belirsiz kaynakların dağılmasına dayanarak düşünmeye yardımcı olacağını belirtir. Mümkün olduğunda, belirsizliğin bağımsız değişkenlerinin ayrılması, korelasyonları ele almanın daha kolay ve birçok yolu olacağını gösterir.

1.6.2 Uçların Test Edilmesi (Kötümser ve İyimser Yaklaşım)

Korelasyonla ilgili uygun metodların yokluğu nedeniyle, uçların basit test metodlarına dönüşmeye duyarlıdır. İlk önce bir analizin tahmin edilen mevcut korelasyonu uygulanır ve sonra yokmuş gibi kabul ederek tekrarlanır. Bu, korelasyonun önemli olduğu durumları ve kapsanan büyüklüğün bazı fikirler verdiğini belirler (Rose, 1976).

İki değişken arasındaki bazı korelasyonlardan şüphelenildiğinde, analizde uygun gibi görünen bir projenin geri dönüş oranlarının dağılımı üzerine gerçek etkisi açıklanır. Şüpheli korelasyonun kötümser görünümü sınanarak proje hakkında kişi güvenliği sıklıkla sorgulanır. Tersine, eğer bir projenin çıktısı iyi görünmüyorsa,

şüpheli korelasyonun iyimser bir görünümü sınanarak projeyi reddederken haklılığı kanıtlanabilir.

İstatistiksel çalışmada ve regresyon analizinde, yeterli deneysel veri verildiğinde, bir korelasyon katsayısı şeklindeki değişkenler arası hata dağılımına bağlı kantitatif bir tanımlama elde etmek mümkündür. Bu yaklaşım, öngörü için kolaylıkla sunulamaz, çünkü uygun deneysel sonuçlar hiç mümkün olmaz ve dağılım arasındaki ilişkiler kişisel olarak tahminlenmek zorundadır (Rose, 1976).

1.6.3 Enflasyon

Brealey ve Myers (1988), simülasyon analizindeki projeyi modellerken değişkenler arası dahili bağımlılığın önemini vurgulayıp, bir simülasyon analizinin ilk basamağını (projenin modellenmesini) tanımlarlar ki bu projenin kesin bir modelinin bilgisayara verilmesidir.

Tüm projeyi simüle etmek için değişkenlerin birbiriyle nasıl bağlantılı olduğu hakkında tahmincinin düşünmeye ihtiyacı vardır. Projenin komple modeli Pazar, boyut, ücret, Pazar paylaşımı, birim değişken maliyeti ve belirli maliyet değişkenlerinin her biri için birtakım eşitlikleri içerebilir.

Kişi, birkaç değişken arası karşılıklı ilişki olduğunu düşünebilir ve zaman içerisinde buna izin verebilir, sonuç eşitliklerin karmaşık bir listesi olabilir. İlişkilerin belirlenmesi simülasyonun en zor ve en önemli kısmıdır. Eğer proje nakit akışlarının tüm bileşenleri birbirleriyle ilişkili değilse, simülasyon çok nadir olarak gereklidir.

1.7 Risk Analizinin Etkileri Ve Kullanımında Karşılaşılan Problemler

Olasılıklı risk analizi firmanın bütününe ve yöneticiye birçok yarar sağlar. Örneğin, Hertz ve Thomas, risk analizi kullanımının yatırım kararlarında sistematik ve mantıksal yaklaşımlar sağladığını, organizasyon içindeki iletişime yardım ettiğini, anlamlı yöntemlerle hazırlanmış yönetsel kararlar sağladığını ve firma performansını tamamiyle geliştirdiğini savunmaktadırlar.

Tablo 1.1, bu konuda görüşleri alınmış bir çok deneğin risk analizi kullanımından memnun olduklarını sadece yöneticiler arasındaki iletişim ve proje performansı konusunda iki olumsuz ifadenin bulunduğunu göstermektedir.

Tablo 1.1 Risk Analizi Etkileri

Pozitif Etkiler	Negatif Etkiler
<ul style="list-style-type: none">- Projeye faydalı girdiler sağlar.- Yatırım kararlarının kalitesini yükseltir.- Yatırım kararlarındaki güveni artırır.- Yatırım kararlarının yeterliliğini geliştirir.- Yöneticiler arasındaki iletişimi artırır.- Proje performansının temelini geliştirir.	<ul style="list-style-type: none">- Teklifleri kabul etmeyi zorlaştırır.- Yöneticilerin proje yaratma heyecanlarını azaltır.

(Kaynak: Wharton, 1992; 90)

Firmalarda risk analizinin etkili kullanımını zorlaştıran bir çok engel ve problemler tanımlanmıştır. Bu problemler hem organizasyon içerisinde hem de yönetim içerisinde oluşabilir. Bu problemler analizin amacına göre ikiye ayrılır: Doğal ve Uygulamalı problemler. Bu problemler Tablo 1.2'de listelenmiştir.

Tablo 1.2 Risk Analizi Kullanımında Karşılaşılan Problemler

<ul style="list-style-type: none">- Karşılaşılan Doğal Problemler- Girdi tahminlerini elde etme gereksinimi.- Zaman gerektirmesi.- Analiz çıktısını yorumlama.- Risk ve geri dönüşüm arasındaki farklılık.(tradeoff)- Yöneticilerin tahminler üzerinde anlaşma sağlayamaması.- Tekniklerin maliyetleri haklı çıkarma.	<ul style="list-style-type: none">- Karşılaşılan Uygulamalı Problemler- Teknikler hakkında yönetici yorumu.- Bireysel ve organizasyonel direnç.- Uygun metotlar bulma.- En üst yönetimin destek eksikliği.- Kaynak ve asistan eksikliği.
---	---

(Kaynak: Wharton, 1992; 87)

İKİNCİ BÖLÜM

RİSK MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

2.1 Risk Tanımlama

Projede cevap aranan problem veya sorunun ne olduğunu tam olarak belirlemek önemlidir. Risk Tanımlama, ana problemin veya sorunun açık bir şekilde ifadesiyle başlar. Soru, projenin amaçları ışığında mümkün olduğunca belirli olmalıdır.

Proje ile ilgili bütün riskleri değerlendirmenin yanında risk olayları ve senaryolarını tanımlama süreci riski tanımlamada önemli bir aşamadır. Risk olayları ve senaryoları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

Tablo 2.1 Risk Olay Ve Senaryoları

Risk olayları kategorileri veya senaryolar	Tanımlar
Yönetilemeyen Varsayımlar	Yönetilemeyen varsayımlar, fark edilebilen riskler gibi ne açık ne de görülebilir. Genellikle organizasyonel kültür tarafından açıklanılır. Proje çevresinde fark edilemediklerinde hatalı algılamaya ve gerçekçi olmayan iyimserliğe neden olurlar.
Teknolojik Risk	Teknolojik riskler sık rastlanmayan veya yeni teknolojilerin kullanılmasından ortaya çıkabilir. Yeni teknolojiler büyük ölçüde belirsizlik ve risk yaratır.
Ekonomik İklim	Örneğin; belirsiz enflasyon oranı, değişen para birimi oranı, vb. nakit akışı açısından projenin uygulanışını etkiler. Para biriminin nispi değer tahmini sanayiler için proje ortakları ve çok uluslu rakiplerle ilişkilendirilebilir.
Yurtiçi İklim	Bu kategorideki risk olayları politik partiler ve yerel idarelerin ticaret, yatırım, ve tekrarlayan herhangi bir hükümet krizi hakkındaki politikaları ve tutumlarını içerir.
Sosyal Riskler	Bu kategorideki riskler çevrenin korunması gibi sosyal değerlerle ilişkilidir. Bazı projeler yerel nüfusun direnişi nedeniyle yarıda bırakılabilir.
Politik Riskler	Politik riskler yurtiçi veya yurtdışındaki politik durağanlıkla ilgilidir. Büyük yatırımlar yatırımın yapıldığı zamandan birkaç yıl sonrasını görmeyi gerektirebilir.
Bireyler arasındaki uyumsuzluklar	Uyuşmazlıklar projenin başarısını etkileyebilir. Bu uyumsuzluklar önemli farklılıklar veya sapmalardan kaynaklanıyor olabilir.
Büyük ve Karmaşık Proje Riskleri	Büyük ve karmaşık projeler genellikle çoklu sözleşmeler, üstleniciler, tedarikçiler, dış acentalar, karmaşık koordinasyon sistemleri ve prosedürler gerektirir.
Dışsal Acentelerin Kullanımı	Proje yöneticisi olarak geniş çaplı proje organizasyonu yaratmadan dışsal acentalara başvurmak, müşterinin gözlemediği hataları yok etmek için veya başarılı bir uygulama için gereken mülkiyeti garantilemez.
Sözleşmeler ve Yasal Riskler	Sözleşme, riski, proje sahibinden üstleniciye transfer etmek için bir araçtır. Üstlenicinin riski sadece ücretidir, bütün riski proje sahibi üstlenir.
Üstleniciler (sözleşme sahipleri)	Üstlenici başarısızlık riski, düşük maliyet sendromu, sahiplik eksikliği, finansal güvensizlik, tecrübe yetersizliği vb.den kaynaklanabilir. Şiddetli rekabet karşısında üstleniciler, iş hayatında kalmak için kar marjlarını maksimumda sıkıştırırlar.

(Kaynak: Ayyub, 2003; 47)

Tablo 2.2 Mühendis Bakış Açısı ile Proje ile ilgili Riskler

Seçilmiş Risk kategorileri	Tanımlar veya senaryolar
Performans Riskleri	Sözleşmeli işleri idare için çalışan teknolojik, kalite ve mühendislik şirketleri görevleri tasarım ve kalite standartlarına uygun olarak bütçe dahilinde ve tam zamanında tamamlamayı amaç edinirler. Teknolojik yenilikler ve aletlerin kullanılması ve otomasyonu risk kaynağı yaratabilir. Ayrıca, bu durumda üstlenicinin performansı da mühendislik şirketini çok büyük boyutta etkileyebilir. Teknoloji kullanımı, kalitesi ve performansla ilgili riskler tanımlanmalı ve azaltılmalıdır.
Üstlenici riskleri	Mühendisler Bitirilmiş işi tamamen uygulanmış olarak kabul edip imzalamakla sorumludur. Özellikle üstlenici mühendis kontrolündeki sözleşme dahilinde değilse ve görevinden ayrılmışsa zayıf kaliteli bitmiş ürünün kabul edilen riski üstlenici riskidir.
Sözleşme ve yasal riskler	Bu kategori sözleşmeye ait veya yasal konuların üçüncü kişilerle örneğin müşteri ile tartışılmasından doğabilecek bir kategoridir.
İçsel riskler	Bu tür riskler yabancı bir çevrede çalışma durumunda veya karmaşık hükümet düzenlemelerinden doğabilir.

(Kaynak: Ayyub, 2003; 50)

Risk tanımlama sürecinde “Yanlış giden nedir?” sorusuna tehlikeler, risk olayları ve risk senaryoları tanımlanarak cevap aranır. Risk tanımlama, hangi risklerin projeyi etkileyebileceğinin tanımlanması ve karakteristiklerinin belgelenmesini kapsar.

2.2 Risk Değerlendirme

Kısa ve orta dönemli amaçların karşılanmasında proje çalışması, daha etkili yönetim yaklaşımı olarak kabul edilmeye başlanmıştır. Bireysel yetkilendirme ve şişirme organizasyon trendi bu tür projelerin yönetim hiyerarşisinde sorumlulukları her sene daha aşağıya çekmektedir. Ayrıca rekabet ile daha büyük riskler küçük organizasyonların hatta bireylerin bile omuzlarına yüklenmiştir. Bireyler ve

organizasyonlar yeni teknoloji ve yöntemleri sindirmek zorundadırlar ve hiç kimse yapılan işin içerdiği riski bilme lüksüne sahip değildir.

Aşağıdaki üç alan proje görevinde riskler hakkındaki endişeyi ortaya koyar:

- Fiyat ayarı
- Tamamlanma zamanı sözü
- Faaliyetlerinin gelecek seviyelerinin tahmini

Risk Değerlendirme, riskin potansiyel etkisini değerlendirmek amacıyla olasılık teorisini kullanarak nicel yöntemle belirsizliği birleştiren bir süreç olarak tanımlanır (Al-Bahar and Crandall 1990).

2.2.1 Risk Değerlendirme Teknikleri

Risk değerlendirme metotları üç gruba ayrılır:

- Teknik, ticari, yönetsel ve diğer risk çeşitleri hakkında yanlış giden durumla ilgili kontrol listesi verilen olaya dayalı metotlar.
- Ankete dayalı puanlama tekniği; Bu, var olan faktörlerin proje için uygun olup olmadığını sorar ve proje noktalarının ne kadar kötü olduğuna dair puanlar atar.
- Zaman ve para gibi olası planlama teknikleri açısından risklerin etkisi ve olasılıklarını ifade etmeyi amaçlayan nicel teknikler.

Risk değerlendirme tekniklerine geçmeden önce aşağıda Risk Analizinin amaçlarına değinilmiştir;

- Zamanlılık: Problemlerle baş edebilmek için zaman olduğu sürece yukarıdaki her türlü risk analiz tekniği kullanılır.
- Öncelik: Projedeki riskleri tanımlamak için çoğunlukla yetersiz zaman ve kaynak bulunur bu yüzden bir sonraki gereklilik gerçekçi önceliklerin atanmasıdır.
- Toplama: Katlanılacak fiyatların belirlenmesi veya proje teslim zamanının belirlenmesi gibi projenin bütünü hakkında kararlar verirken riskin gösterdiği her türlü seviyeyi anlamak gerekir, bu yüzden risk analizi için bir sonraki gereksinim risk bütünü içinden birkaç bireysel başlık toplamaktır.

- Karar destek: Son olarak, bütün sürecin kalbi karar verme olup risk analizi karar vericilere yardımcı olacak biçimdeki bilgileri üretir.

Bu çalışmada risk değerlendirme tekniklerinden Nicel Risk Analiz Teknikleri tercih edilmiştir.

Nicel Teknikler, risk analizinin bütün amacını karşılar. Bu teknikler, maliyet ve süreç aksaklıklarına rağmen kullanılan planlama yapılarına dayandırılır ve doğal planlama ve tahminleme sürecine uyar.

Nicel risk değerlendirme, bilgisayara dayalı araçların kullanımına ve var olan bilginin miktarına gereksinim duyar.

Nicel Risk Analizi olasılık modelleri kullanarak karşılaşılan belirsizlikleri, en az istenilen detayla tanımlamaya yardımcı olur. Ayrıca projeye karşılaşılan bütün risklerdeki belirsizliklerin toplanmasını sağlar.

Risk Değerlendirme, basit modeller kullanarak belirsizlik ve karmaşıklığın üstesinden gelmede yardımcı olur. Var olan maliyet aksaklıkları, faaliyet ağları ve iş planlarına dayanan modeller kontrol edilebilir ücretlerde büyük problemlerle baş edebilmeyi sağlar.

Planlama ve tahminlemenin amacı, gelecekteki belirsizliği azaltmak ve karar verme için temel sağlamak olduğu sürece belirsizliğin nerede olduğunu ve nasıl azaltılacağını anlamak gerekir. Nicel risk değerlendirmesi, belirsizliğin ölçülmesi ve merkezine inme imkanı sağlar. Bu projenin nicel risk analizi Crystal Ball kullanılarak gerçekleştirilecektir.

2.2.2 Risk Değerlendirme Aşamaları

2.2.2.1 Veri Toplama

Risk Değerlendirmede ilk aşama, değerlendirilmesi gereken ilgili risk verilerinin toplanmasıdır. Bu veriler proje yöneticisinin geçmiş proje kayıtlarına

dayandırılabilir. Bu nedenle bu tür veriler istatistiksel içerik veya amaç olarak düşünülecektir.

Fakat birçok durumda riskle ilgili doğrudan başvurulabilir geçmiş veriler uygun miktarlarda bulunamaz ve öznel değerlendirmeler gerektirir. Her ne kadar geçmiş verilere ulaşılsa da bu veriler genellikle tamamlanmamış olurlar. Bu sebepten bu veriler temelde öznel ve ilgili veri konusunda uzman olan kişiler dikkatli bir şekilde sorgulanarak elde edilmelidirler (Perry and Hayes, 1985).

2.2.2.2 Belirsizlik ve Değişkenlik

Veri toplama planı, belirsizlik değişkeni ile şans değişkeni değerlerini ayırır. Çalışma modelinde iki tip değişkenlik projedeki belirsizliği daha iyi kavramak için farklı işlenir. Belirsizlik değişkenleri yetersiz bilginin olduğu durumlarda ortaya çıkar. Pazar araştırması, rekabetçi anlayış veya daha teknik araştırma belirsizliği azaltır. Şans değişkenliği ise sistemin bilhassa kendine özgü değişkenliğidir. Örneğin müşterinin servis istasyonuna ulaşma zamanı değişkeni şans değişkenliğine sahiptir. Normalden daha fazla bilgi toplama değişkenliği azaltmaz fakat olasılık dağılımıyla değişkenliğin nasıl tanımlanacağını gösterebilir (McKinney and Engfer, 2004).

2.2.2.3 Belirsizliği Modelleme

Katlanılan riskin belirsizliğini modelleme, belirlenen risk hakkında elde edilen bütün bilgiye dayanan potansiyel sonuçlar ve bunların oluşum olasılığının niceliksel ifadesi olarak tanımlanır.

Sonuçların oluşum ihtimalleri olasılık açısından ve potansiyel sonuçlar da parasal-finansal değerlerle ifade edilecektir.

Olasılık, belirsizlikle baş etmenin en kesin yoludur. Risk, olayların oluşum olasılığı ile ilgili elde edilen bütün bilgileri birleştirme yönetimine imkan verir.

Düşüncelerin öznel değerlendirmesi veya risk olayının olacağına ilişkin inanç derecesi olasılık tanımına adaptasyonda faydalı olacaktır. Bu durum, proje

yöneticisine elde ettiği bütün verilere dayanan olasılık değerlerini değerlendirecek tecrübe, mantık ve sezgisini kullanmasına izin verir (Al Bahar and Candall, 1990).

2.2.2.4 Riskin Potansiyel Etkisinin Değerlendirilmesi

Farklı risk olaylarının belirsizliğini modelledikten sonra bir sonraki aşama tek bir global çerçevede bu risk etkilerini baştan başa değerlendirmektir. Bu değerlendirme potansiyel sonuçlarla olay belirsizliklerini birleştirecektir. “Beklenen Değer” teorisi veya “karar ağacı” analizini kullanmak mümkündür. Risk yönetimi için verilen analiz tekniklerinden duyarlılık analizi ve olasılık analizi daha detaylıdır ve bu yüzden metodolojide bu yöntemlerden biri kullanılacaktır. Bu iki metot daha sonra tartışılacaktır (Ersari, 1996).

Proje girişimi bireylere karşılaştıkları riskleri değerlendirebilmeleri, hedefleri ve taahütleri hakkında güvenilir tahminler yapmaları için bir takım tekniklere gereksinim duyar. Bu nicel teknikler belirsizlikten basit rakamsal teknikler türetilmesini sağlar.

2.3 Sorunu Bilgisayarın Anlayabileceği Bir Yapıya Getirilmesi

Sorun tanımlandıktan sonra düşünceler bilgisayarın anlayabileceği bir hale getirilmelidir. Başka bir deyişle sorun, değişken ve denklemlere dönüştürülmelidir. Bu aşamada aşağıdaki işlemler yapılır:

-Modele katılması istenen girdi değişkenler tanımlanır.

-Bu değişkenlerin her birinin belirli-belirsiz, bağımlı-bağımsız olup olmadıkları belirlenir.

-Değişkenleri bir araya getirerek model sonuçlarını üretecek ilişkiler(denklem) belirlenir.

A.Girdi Değişkenler

Girdi değişkenler modelin ana öğeleri durumundadır. İstenen sonucu görmek için bir araya getirilirler.

Risk analizinde en önemli iş hangi değişkenlerin belirli hangi değişkenlerin belirsiz değişkenler olarak modelleneceğidir. İstenen sonucun niteliği, zaman ve maliyet bu belirlemeyi etkileyecektir.

Modellerde görülen en büyük eksiklik değişkenler arasındaki bağımlılık ilişkisine gösterilen ilgilinin azlığıdır. Bazı değişkenlerin değerleri başka değişkenlere bağlı olabileceğine göre, bu ilişkinin doğru olarak belirlenememesi modelin sonuçlarını önemli ölçüde tehlikeye sokar.

B.Denklemeler

Girdi değişkenleri arasındaki ilişkiler, bilgisayarın hesaplamalar yapma ve sonuçları vermesini sağlamak için yönergeler haline getirilmelidir. Girdi değişkenlerini ve istenen çıktıyı belirledikten sonra yönergeleri ya da denklemleri yazmak çok kolaydır.

2.4 Bağımsız Değişkenlerin Olasılık Dağılımları Olarak Belirlenip Bilgisayara Girilmesi

İlk olarak doğru girdi değişkenlerin (assumptions) hangi dağılıma uygun olduğu saptanır. Bunun için de şu sırayı takip edilmelidir:

2.4.1 Doğru Bağımsız Değişkenlerin Seçimi

Belli bir değişken için dağılım türünü seçmede yapılması gerekenler şunlardır:

-Belirsiz değişkenin alabileceği minimum ve maksimum değerler (dağılımın aralığı) belirlenmelidir.

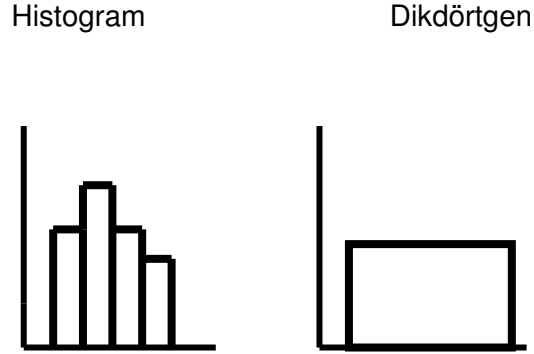
-Bu minimum ve maksimum değerler arasında değişkenin alabileceği olası değerler belirlenmelidir.

-Bu olası değerlerden hangilerinin diğerlerine göre gerçekleşme olasılığının daha çok olacağına karar verilmelidir. Başka bir deyişle tüm olası değerlerin görece olarak gerçekleşme olasılıkları belirlenmelidir.

2.4.2 Bağımsız Değişkenlerin Bilgisayara Girilmesi

Belirsizliğin niteliklerine uygun olarak bir dizi dağılım söz konusu olabilir.

2.4.2.1 Histogram ve Dikdörtgen Dağılımları



Şekil 2.1 Histogram ve Üçgen Dağılım
(Kaynak: Arman, 1988; 135)

Pek çok uygulamada kullanılan histogram dağılımı, sürkli bir dağılım olup, kullanımı aşağıdaki girdi parametrelerinin tanımlanmasını gerektirir:

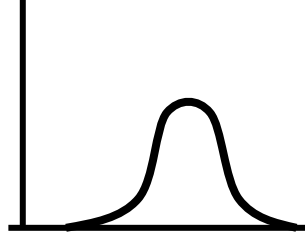
- Minimum ve maksimum (dağılımın aralığı),
- Sınıf (çubuk) sayısı,
- Her bir sınıfın olasılıkları (yüksekliği),

Karmaşık dağılımları tanımlamak için pek çok sınıf kullanılabilir. Tek sınıflı histogram yaratarak basit ama güçlü bir dağılım olan dikdörtgen dağılım yaratılabilir.

Bir değişken hakkında çok sınırlı bilgiye sahip olduğunda değişken yalnızca minimum ve maksimum değerler alabilen dikdörtgen dağılımla açıklanabilir.

Karmaşık dağılımları açıklamak için histogram dağılımı en kolay dağılımdır. Değişkenin değerleri tarihsel verilerden yada deneylerden elde edilebiliyorsa, bu tarihsel ya da deneysel eğilimi temsil eden histogram dağılımı kullanılabilir.

2.4.2.2 Normal Dağılım



Şekil 2.2 Normal Dağılım
(Kaynak: Arman, 1988; 136)

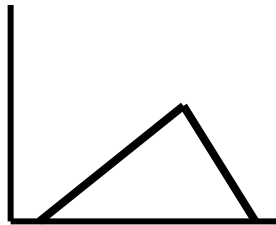
Normal dağılım, olasılık teorisindeki en önemli dağılımdır çünkü kişilerin ağırlıkları, IQ'ları gibi birçok doğal olguyu tanımlar. Karar vericiler gelecek benzin fiyatları enflasyon oranı gibi belirsiz değişkenleri tanımlarken normal dağılım kullanabilirler.

Normal dağılım simetrik, çan biçiminde sürekli bir olasılık eğrisidir. Normal bir dağılımı tanımlamak için iki parametre gereklidir:

- Asimetrik ortalama,
- Standart sapma.

Standart sapma dağılımın genişlik ve aralığını belirler. İşletmeciliğe ilişkin pek çok süreç bu dağılımla temsil edilebilir. İki parametre gerektiği için kullanımı oldukça kolaydır.

2.4.2.3 Üçgen Dağılım



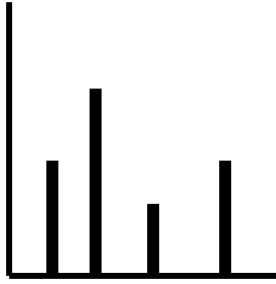
Şekil 2.3 Üçgen Dağılım
(Kaynak: Arman, 1988; 136)

Bu dağılım üçgen biçiminde olup, üç köşesi vardır. Sürekli bir dağılım olan üçgen dağılımı açıklamak için köşeler üç girdi parametresi ile tanımlanır: (Arman, 1988)

- Minimum
- Maksimum
- En olası (minimum ve maksimum arasında)

Örneğin, geçmiş satışlar minimum, maksimum ve en olası araba satışlarını gösterdiğinde haftalık araba satışlarının sayısı tanımlanabilir.

2.4.2.4 Kesikli Dağılım



Şekil 2.4 Kesikli Dağılım
(Kaynak: Arman, 1988; 137).

Bu dağılım, belli bir aralıkta birkaç kesikli değer gerçekleşecekse kullanılmalıdır. Örneğin, dört değerden birinin gerçekleşmesi söz konusu ise; dağılım, dört sonuçlu bir kesikli dağılım olarak tanımlanabilir. Bu değerlerin 3,5,7,9 olduğunu varsayalım. Bu dağılımın aralığı 3 ile 9 arasında uzanmasına karşın 3.7 ve 4.5 gibi ara değerler ortaya çıkmayacaktır. Kesikli bir dağılım aşağıdaki parametrelerle tanımlanır:

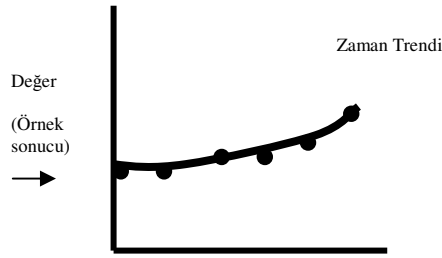
- Sonuçların (kesikli değerlerin) sayısı,
- Olası sonuçların adları,
- Her bir sonucun değeri,
- Her bir sonucun olasılığı.

Bu dağılım ayrı ve süreksiz değerler alabilen belirsiz değişkenleri tanımlamak için kullanılabilir. Ayrıca karar ağacı ile temsil edilen belirsiz bir olay için bu dağılım çok elverişlidir. Örneğin iki sonuçlu bir kesikli dağılımı şöyle tanımlanabilir: X şirketi borçlarını ödeyecek ya da X şirketi borçlarını ödemeyecek gibi iki olası sonuca sırasıyla 1 ya da 0 gibi değerler verip, bu değerlere olasılıklar yüklenir.

2.4.2.5 Zaman Boyutu ve Nokta Tahminleri

Risk analizi modellerinin hemen hemen tümü, tek bir zaman döneminden daha uzun bir zaman dönemini gerektirir. Bu, değişkenlerin zaman dönemi içinde bir önceki dönemden farklı değerler alması demektir. Bu değişkenler denklemlerle tanımlanabileceği gibi, grafiksel olarak tanımlanabilir (Arman, 1988).

-Bağımsız ve Belirsiz Değişkenlere Zaman Boyutunun Katılması

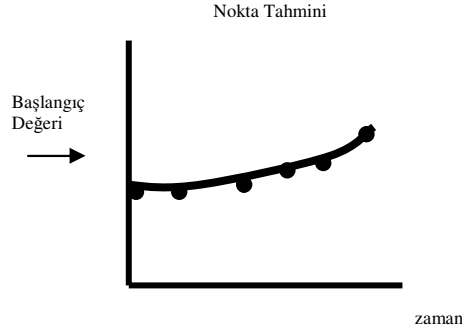


Şekil 2.5 Zaman Trendi
(Kaynak: Arman, 1988; 138)

Risk Analizinde her bir deneme için dağılımdan bir örnek seçilir. Seçilen örnek, belirlenen zaman trendi göz önüne alınarak gelecek dönemlerde yeni değerlere dönüştürülür.

Değişkenlere zaman boyutunun katılmasının ana nedenleri, programlama yükünü azaltmak ve bilgisayar belleğini daha ekonomik kullanmaktır. Satış fiyatı değişkenini her bir dönem için ayrı ayrı tanımlamak da bir başka seçenektir.

- Nokta Tahmini



Şekil 2.6 Nokta Tahmini
(Kaynak: Arman,1988; 139)

Her bir zaman dönemi için kesin ya da sabit değerler alan bağımsız değişken nokta tahmini (ya da belirli değişken) olarak adlandırılır. Bu değişken her dönem aynı değeri alır. Kuşkusuz bu değişken, zaman boyutunun eklenmesi durumunda, şekilden de anlaşılacağı gibi, her dönemde farklı değerler alabilir (Arman, 1988).

2.5 Bağımlı Değişkenlerin Bilgisayara Girilmesi

Modelde bir başka değişken tarafından etkilenen değişken bağımlı değişken olarak adlandırılır. Örneğin birim üretim gideri değişkeni işçilik gideri değişkenine bağlıdır. İşçilik gideri yükselir ya da düşerse birim üretim giderinin de aynı yönde hareket etmesi gerekir. Bu durumda işçilik gideri bağımsız, birim üretim gideri ise bağımlı değişkendir.

Bağımlılık ilişkisi ters yönde olabilir. Bir değişkenin değeri yükselirken diğeri azalabilir.

2.5.1 Belirsiz Bağımlılıklar (Korelasyon ilişkisi)

Bağımlı değişken, bağımsız değişkende olduğu gibi belirsiz olabilir. Başka bir deyişle, bağımsız değişken belirsizse ona bağlı olan değişkenlerin de belirsiz olması gerekir.

2.5.2 Bağımlılıkların Grafikle Gösterilmesi

Değişkenler arasında bağımlılıklar denklemlerle ifade edilebileceği gibi, bu her zaman kolay olmayabilir. Bu nedenle bağımlılık ilişkisi grafikte ifade edilir.

Satış miktarının satış fiyatına bağımlı olduğunu varsayılırsa satış fiyatı 15 YTL iken satış miktarının 120 ve 170 birim, satış fiyatı 18 YTL iken satış miktarının 150-200 birim arasında olabileceğini düşünülürse tüm bu aralıklar arasında satış miktarı, satış fiyatıyla ilgili olmayan bir başka olasılık dağılımı ile belirlenecektir. Böylece satış fiyatının her bir değeri kendinden satış miktarının seçileceği değişik bir olasılık dağılımı seçer. Aşağıda satış miktarının her bir deneme için nasıl bulunacağı aşama aşama anlatılmaktadır (Arman, 1988).

Aşama 1:

Satış fiyatı olasılık dağılımından bir değer seçilir.

Aşama 2:

Satış miktarı için en yüksek, en düşük ve en olası aralık belirlenir. Satış fiyatı için seçilen değer kullanılarak satış miktarı aralığı belirlenir. Bu aralık seçilmiş satış fiyatının karşılığı olan en yüksek en düşük ve en olası değerleri olan bir aralıktır.

Aşama 3:

Seçilmiş en yüksek-en düşük-en olası aralığa olasılıklar atanır. Artık satış miktarını bu olasılık dağılımı temsil eder.

Aşama 4:

Olasılık dağılımından seçim yapılır. Olasılık dağılımından alınan değer satış miktarını temsil eder ve bu değer, satış miktarının bulunduğu ilgili denklemlere aktarılır.

2.5.3 Çoklu Bağımlılıklar

Bir model değişkeni birden fazla değişkene bağlı olabilir. Örneğin satış miktarı satış fiyatı ile reklam değişkenlerine bağlı olabilir. Yine bu bağımlılık modele aktarılabilir.

2.6 Denklemlerin Bilgisayara Girilmesi

Denklemler belirlenen eylemleri yapması için bilgisayara yazılan yönergelerdir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler olarak girilen denklemler birleştirilerek yeni değişkenler ve yeni model sonuçları elde edilir.

2.7 Sonuçların Alınması

Bu aşamada girdi değişkenlerinin tüm geçerli bileşimleri denenmektedir. İki girdi değişkeninden oluşan bir modele sahip olduğumuzu varsayalım. Bu değişkenlerde herhangi bir belirsizlik söz konusu değilse, her bir değişken için tek bir olası değer verilebilir.

Alınacak kararlara yardımcı olacak model sonuçları analiz edilir. Şimdi bu analiz için geliştirilen yöntemler şunlardır:

Duyarlılık Analizi: Her bir belirsiz değişkenin model sonuçlarına olan göreceli etkisi belirlenir.

Simülasyon Analizi: Rassal örnekleme yöntemleri kullanılarak risk analizi bilgisayarda koşturulur.

2.7.1 Duyarlılık Analizi

Bu analiz yöntemleri tek başlarına bağımsız olarak kullanılabilir gibi hepsi bir arada ele alınarak bir karara ulaşılabilir.

Bu yöntem model sonuçlarına önemli etkisi olan belirsiz model değişkenleri belirlemek istendiğinde kullanılır.

Yine bu yöntem bir yada birden fazla model değişkeni konusunda daha ayrıntılı bilgiye gerek duyulup duyulmadığını belirlemek için de kullanılabilir.

Bu analizde seçilmiş değişkenler ile çeşitli sonuç fonksiyonları (net şimdiki değer gibi) analiz edilmektedir. Başka bir deyişle hesaplanmış değişkenlerin duyarlılığı analiz edilmekte, girdi değişkenlerinin birbirleriyle olan duyarlılıkları analiz edilememektedir.

Analizde girdi değişkenleri üzerinde yapılan değişiklikler (beklenen değerden yüzde artışlar) ve alacağı değer belirlendikten sonra, bu artışların hesaplanan değişken/ değişkenler üzerinde ne ölçüde etkili olduğu yüzdelerle ifade edilmektedir.

Bu yöntemle daha önce duyarlılığı kestirilemeyen değişkenler belirlenip, bu değişken üzerinde daha fazla zaman, para ve emek harcanarak değişken yeniden tanımlanabilir.

2.7.2 Simülasyon Analizi

Yöntem, sonuçların olasılık dağılımları görölmek istendiğinde bilgisayar aracılığıyla kullanılır. Bu çalışmada simülasyon, her bir kez girdi değişkenleri için rassal olarak seçilmiş değerler kümesini kullanarak bilgisayarların modeldeki denklemleri tekrar tekrar çözümlenerek olası sonuçların dağılımının elde edildiği bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Değişken değerlerin seçimi örnekleme, modelin her bir ayrı çözümlenmesi ise deneme olarak adlandırılır. Bu yöntemle bilgisayar tüm olası sonuçları simüle etmek için girdi değişkenlerinin değerlerinin tüm geçerli bileşimlerini denemektedir.

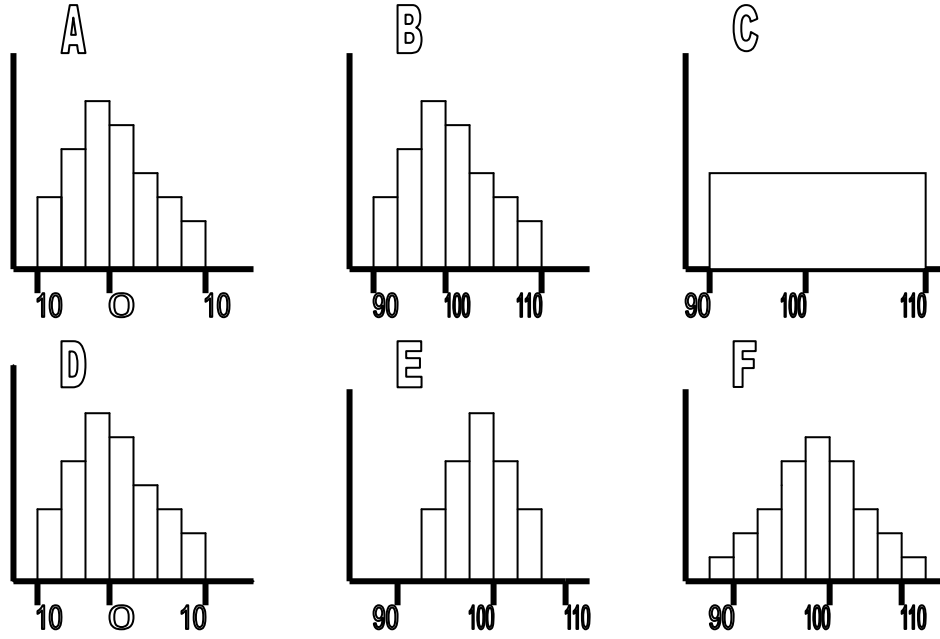
Daha somut olarak belirtmek gerekirse simülasyon aşağıdaki aşamalardan oluşur:

-Örnekleme: Her bir girdi değişken dağılımından tekrar tekrar örnekler seçilerek her bir değişken için olası değerler kümesi oluşturulur.

-Deneme sonuçlarının alınması: Daha önce belirlenen girdi değişkenleri değerler kümelerinden değerler alınarak hesaplanan değişkenler için sonuçlar elde edilir. Her bir deneme için model sonucu elde edildikten sonra, tüm denemeler için model sonuçları bir araya getirilerek olası sonuçların bir dağılımı oluşturulur. Bu dağılımda en büyük ve en küçük değerler görülebileceği gibi, bu aralık boyunca tüm sonuçların olasılığı da görölmektedir. (Arman, 1988)

-Sonuçların olasılık dağılımlarının yorumlanması: Sonuçların aralığı ve gerçekleşme olasılıkları bir olaya ilişkin risk düzeyini yansıtır. Aralık ve gerçekleşme olasılıklarına bakarak üstlenilecek riske göre karar alınır.

2.8 Sonuçların Olasılık Dağılımlarının Yorumlanması



Şekil 2.7 Sonuçların Olasılık Dağılımları

(Kaynak: Arman,1988; 150)

Elde edilen sonuçların olasılık dağılımları olası sonuçların aralığını ve onların gerçekleşme olasılıklarını gösterir. Sonuçların aralığı ve gerçekleşme olasılıkları bir olaya ilişkin risk düzeyi ile doğrudan ilgilidir. Aralık ve gerçekleşme olasılıklarına bakarak üstlenilmesi düşünülen riske göre karar alınabilir. Riskten kaçınan karar vericiler olası sonuçları küçük bir aralığa sahip olan olasılık dağılımını tercih eder. Risk almayı seven kişiler ise daha geniş bir aralığı tercih edebilirler. Bu tercih düşük olasılığa karşın olası sonuçlardan biri çok karlı ise daha da önem kazanacaktır.

Kişisel risk tercihlerine bakmaksızın tüm karar vericiler için geçerli olan bazı genel sonuçlar verilebilir. Aşağıdaki olasılık dağılımları bu sonuçları örnelemektedir.

Şekil 2.7'de özdeş biçimde olmalarına karşın A olasılık dağılımı B'ye göre daha fazla riski temsil etmektedir. Çünkü A istenmeyen bir sonucu içermekte ve A'nın B'den aritmetik ortalamaya göre değişkenliği daha fazladır.

C'nin olasılık dağılımı B'ye göre daha fazla riski temsil etmektedir. Çünkü C'de gerçekleşme olasılığı tüm aralık boyunca dikdörtgen biçiminde olup, bu D'de 98 sayısı üzerinde yoğunlaşmıştır.

F'nin olasılık dağılımı E'ye göre daha fazla riski temsil etmektedir. Çünkü aralık daha geniş olup, gerçekleşme olasılıkları E'ye göre daha dağılmış bir biçimdedir.

Risk analizinin çıktısı olan olasılık dağılımı karar vericiyle tüm olası sonuçların tam bir resmini vermektedir. (Şekil 2.7 Sonuçların Olasılık Dağılımları). Bu, en iyi-en kötü-beklenen değerden çok fazla bilgi demektir. Ancak olasılık dağılımları bu üç değer arasında doldurmak dışında, daha önemli işler yapar:

-Doğru bir aralık belirler: Her bir çıktı değişkenli ilgili belirsizlik bütünüyle tanımlandığı için sonuçların olası aralığı yukarıda belirtilen üç değerden daha farklı ve daha doğrudur.

-Gerçekleşme olasılığını gösterir: Olasılık dağılımı her bir olası sonuç için görece gerçekleşme olasılığını gösterir.

Sonuç olarak, artık istenen sonuçlarla istenmeyen sonuçların karşılaştırılması sözkonusu değildir. Bunun yerine bazı sonuçların gerçekleşme olasılıklarının diğerlerinden daha çok olduğu gözlenebilir. Bu süreç geleneksel analize göre anlaşılması kolay olup, olasılık dağılımı grafiği incelenerek olasılıklar görülüp, risk konusunda bir kaniye ulaşılabilir.

Risk analizinin sonuçları birey tarafından yorumlanmalıdır. Değişik bireylere sunulan özdeş sonuçlar, bu kişilerce değişik biçimde yorumlanabilir ve bu kişileri değişik eylem biçimlerine götürebilir. Bu yöntemin güçsüz bir yanı olmayıp bireylerin olası seçimler, zaman ve risk açısından değişik tercihleri olması gerçeğinin dolaysız sonucudur. Kimileri istenen sonuçların istenmeyen sonuçlardan daha çok olduğunu ileri sürerken, kimileri de (riskten sakınan kişiler) tam ters bir sonuca ulaşabilirler (Arman, 1988).

2.9 Risk Analizine Uygulama Açısından Yaklaşım

İncelenecek Model, çalışma süreçleri veya planlama araçları ile basit eşitlikler ve ilişkiler kullanılarak oluşturulacaktır.

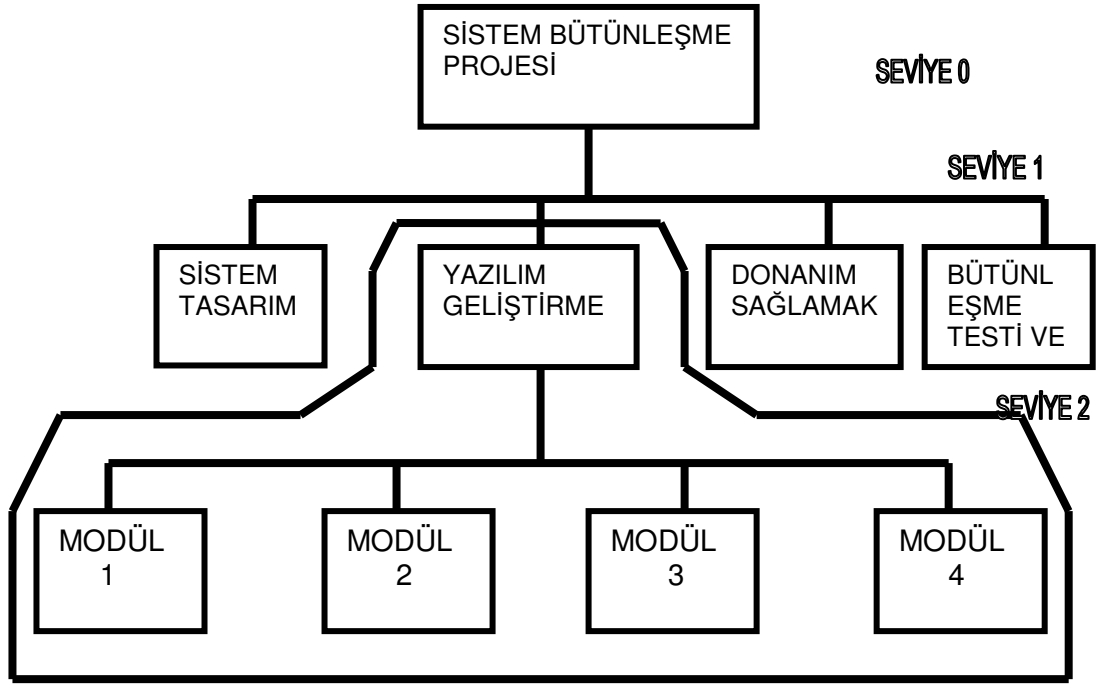
2.9.1 Maliyet Riski

Günlük hayatta, büyük ve karmaşık bir şeyin maliyetini bilinmek istendiğinde parçalara bölünür ve her birinin maliyeti tanımlanıp toplanır veya herhangi bir projenin zamanı bilinmek istendiğinde parçalara ayrılıp her bir parçanın zamanı ve birbirine bağlantısı tanımlanır ve daha sonra kritik yolun uzunluğu hesaplanır. Aynı yaklaşım proje maliyet ve süresindeki belirsizliği hesaplarken de kullanılır. Toplam proje maliyeti parçalara ayrılır ve her bir parçadaki belirsizlik tanımlanır daha sonra toplamdaki belirsizlik bulunur. Projeyi parçalamanın standart yöntemi İş Parçalama Yapısı (Work Breakdown Structure) kullanılır.

2.9.1.1 İş Parçalama Yapısı (Work Breakdown Structure)

İPY'da işi detaylandırma seviyesi, amacın ne olduğuna bağlıdır. Projede kontrol iki veya üç seviyede incelenen İş Paketlerinde (Work Packages) uygulanır. İPY'daki ilk seviye daha basit İş Paketlerini içerirken diğer seviyeler daha karmaşıktır. Bu karmaşıklık İPY'nın yanında maliyet tahminlerindeki belirsizlikten de kaynaklanmaktadır. Donanım satın alma maliyetleri ve yazılım geliştirme maliyetleri aynı seviyede olabilir fakat yazılım geliştirme maliyetlerinde daha fazla belirsizlik olacaktır. Risk modelleme, genellikle girişimde problem yaratan az bulunur tahminleme çabalarının nerede kullanılacağına karar vermede kolay yolu gösterir.

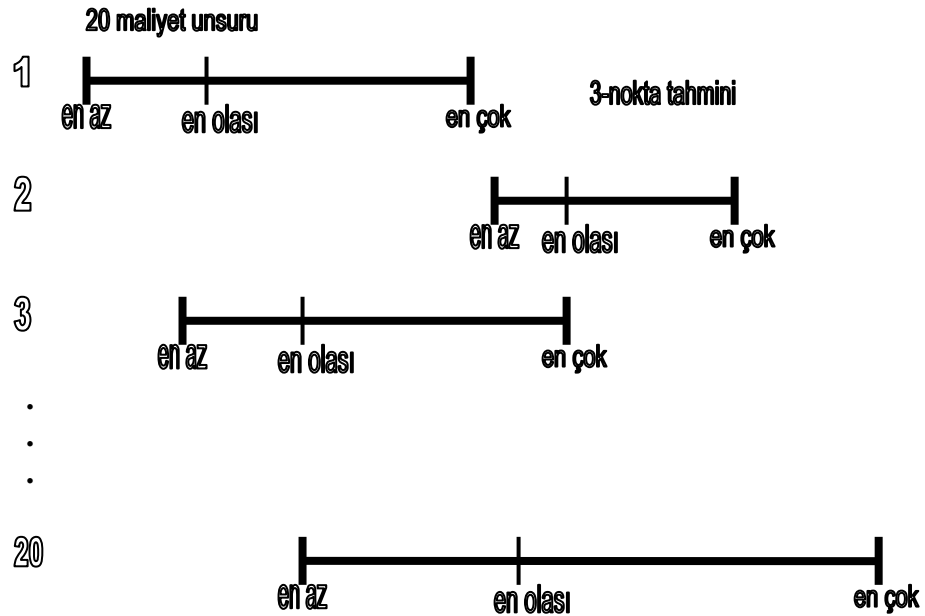
Projeyi İş Paketlerine ayırdıktan sonra, bütün projenin modelini oluşturmak için gerekli olan, her bir İP'nin modelini oluşturmaktır. İP maliyetinin planlanandan fazla veya az olması "üç-nokta Tahmini" olarak ifade edilir.(Grey, 1995).



Şekil 2.8 İş Parçalama Yapısı Seviyeleri

(Kaynak: Grey,1995;43)

İş Parçalama Yapısında Yazılım Geliştirme projenin en karmaşık kısmı olduğundan daha fazla detaylandırılır.



Şekil 2.9 Maliyet Model Verileri

(Kaynak: Grey,1995; 18)

İş Paketinin uygulanabilirlik sıklığı ve gereksinimleri hakkında genellikle sınırlı bilgiye sahip olunur. Bu durumda en ucuz paket, minimum eşitlikle, kullanılması umulan paket fiyatına, en olası değer eşitlik ile, sipariş geliştirmenin maksimum maliyeti, maksimum eşitlikle belirlenerek üç-nokta tahmini kurulabilir. Başlıca riskleri ifade etmek için üç nokta tahminini kullanmanın anlamı, min. ve max. aralığında herhangi bir yerde maliyetle karşılaşılabilir olunmasıdır.

Sonuç olarak, İP maliyeti, üç-nokta tahmini ile tanımlanan belirsiz değerlerle ve olasılık ve etkileri bakımından tanımlanan belirsiz olaylar grubu ile ifade edilecektir (Grey, 1995).

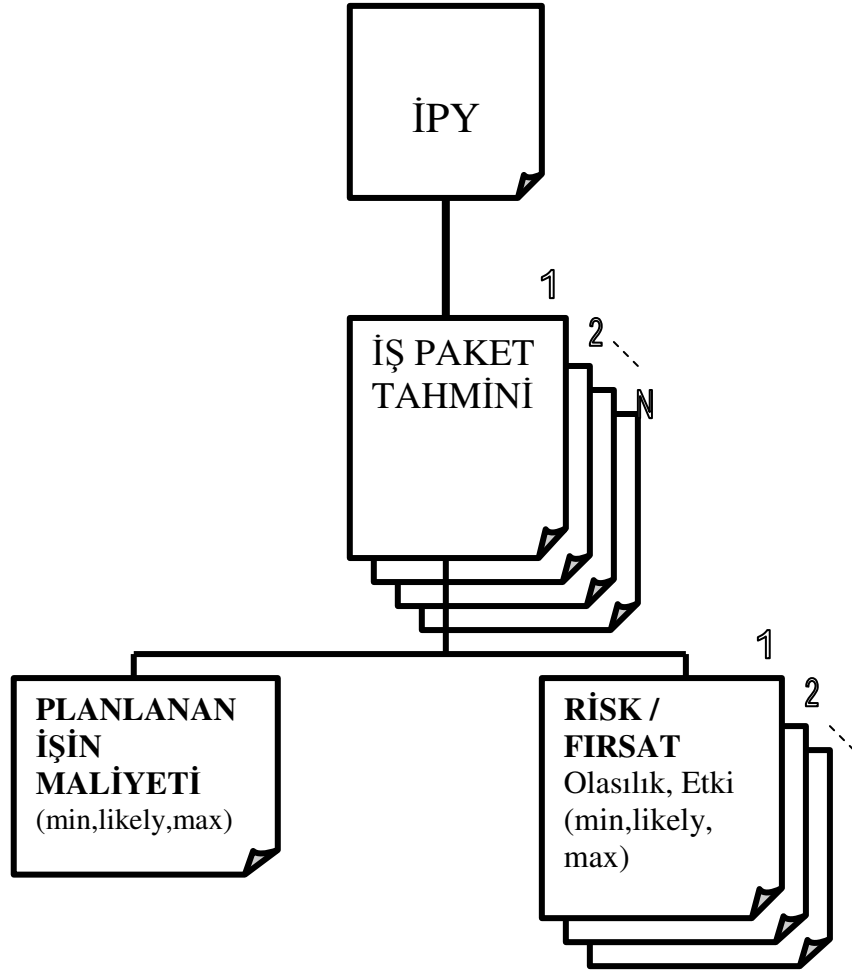
2.9.1.2 Fırsatlar

Yapılan planın, ödemesi kabul edilen maliyet içeriğini bulmak bilinen durumdur, fakat daha azla tamamlama şansı da vardır. Bunu anlamının en kolay yolu, mümkün tasarrufları riskle tam olarak aynı ele almak, fakat maliyette onlara negatif etki vermektir. Eğer tasarruf oluşmazsa herhangi bir etki oluşmaz, eğer oluşursa maliyet azalır. Bunu risktense, fırsat(para biriktirme fırsatı) olarak ifade etmek daha uygundur (Grey, 1995).

2.9.1.3 Risk Modellemesi İçin Veri Gereksinimi

İlk olarak planlanan işlerin maliyetinin üç-nokta tahmini- Olmasını beklediğimiz her şey dahil (olasılık \geq %50), Olmasını beklemediğimiz herhangi bir şey hariç (olasılık $<$ %50)- maliyetin min, en olası, max. değerlerini bu üç değerle ifade ettiği belirsizlik kaynağının tanımıyla yapılır.

İkincisi, planın değişmesine neden olabilecek riskler ve fırsatlar tanımlanır. Her bir tanım, olayın oluşma olasılığının ve etkisinin üç nokta tahminini içerecektir. İş paketlerine ait herhangi bir belirsiz olay olmayabilir veya birkaç tane olabilir. Bu veri yapısı Şekil 2.10'da örneklendirilmiştir.



Şekil 2.10 Maliyet Risk Verisi
(Kaynak: Grey,1995; 51)

2.9.1.4 Olasılık Atama

Oluşabilecek veya oluşmayabilecek riskler olasılıkları ve etkileri ile nitelendirilir. Etki, belirsiz bir değer olacak ve üç-nokta tahmini ile modellenebilecektir. Riske nasıl olasılık atanacağı konusu para atma durumundaki olasılıklar düşünülerek cevaplanabilir.

Para atma istatistiği hakkındaki inanış belki de kişisel tecrübenin karışımıdır. Aynı tip bilgi, proje tahminlemesi ve öngörümlemesinde de kullanılabilir: aynı veya benzer bir tecrübe için geçmişte görülenler, duyulanlar, diğer kişilerden öğrenilenler, kendiliğimizden çözdüklerimiz ve analiz sonuçları.

Üç nokta tahmini ve korelasyon faktörleri gerçek hayatta gördüklerimizin özeti olarak kabul edilir fakat risk modelleme onları gelecek hakkındaki inançlarımızı tanımlama yöntemine dönüştürür. Olasılık da aynı değişimden geçer. Belli sıklıkla oluşan bazı şeylerin çıktıları tekrarlandığında hayatı özetlemenin bir yöntemi olarak kullanılırlar. Olayın, Monte Carlo Simülasyonunda hangi sıklıkta veya karar verme durumunda hangi ağırlıkta oluşması gerektiğini tanımlamak için bir mekanizma sağlamaya dönüştürülürler (Grey, 1995).

2.9.1.5 Örneklem

Olasılık dağılımdan rassal olarak değerlerin çekilmesi, Monte Carlo örnekleme aracılığıyla yapılır.

Gerekli örnek sayısını belirlemek için geliştirilmiş basit kurallar yoktur. Ancak 500-1000 deneme istenen çıktı değişkenini elde etmek için yeterli olabilir.

Değişkenlerin örnek seçilmesi ve modelin analiz edilmesi için gerekli olan zaman, deneme sayısına bağlıdır. Örneğin, 10 belirsiz değişkenle 20 zaman dönemi içinde 1000 deneme yapılmak istensin. Bu durumda her bir değişkenden 1000 örnek alınacaktır. Başka bir deyişle, toplam örnek sayısı 10.000 olacaktır. Daha sonra model denklemleri model uzunluğuna ve deneme sayısına bağlı olarak hesaplanacaktır.

Her bir denemenin başında zamana ilişkin tüm değerler hesaplanacaktır. Bu örneği yeniden ele alırsak 10 değişkenin her biri için 20 değer hesaplanacaktır. Başka bir deyişle bu değerlerin toplamı 200 olacaktır. Daha sonra bu 200 değer kullanılarak denklemler 20 kez yürütülecektir. Bu hesaplama sırası ve yürütme kalan 999 deneme için yapılacaktır. Analiz bittiğinde 200.000 tane girdi değişkeni seçilmiş ve hesaplanmış, denklemler ise 20.000 kez yürütülmüş olacaktır.

Risk analizinde üç örnekleme seçeneği söz konusudur:

-Denemeye göre örnekleme (sampling by trial): Bu tür örneklemede model denklemleri yürütülmeden önce örnekleme gerçekleştirilir. Denemenin başında değişkene örneğin değeri atanır. Bu durumda deneme için tek bir örnek kullanılmış

olacaktır. Bu değişken için zaman trendi söz konusu ise zaman trendi seçilmiş örneğe uygulanacaktır.

-Döneme göre örnekleme (sampling by period): Her ir denemede her bir dönem için ayrı bir örnek seçilecektir. Örneğin 10 zaman dönemli, 200 denemeli bir modelde bir değişken için 2000 tane örnek seçilecektir. Başka bir deyişle her dönemde başka bir değer kullanılacak olup, modele zaman trendi eklendiğinde seçilen örnekler zaman trendine göre düzeltililecektir.

-Başvuruya göre örnekleme (sampling by reference): Model yürütülürken bir değişken ile karşılaşınca yeni bir örnek seçimi söz konusu olur. Bu aynı deneme yada aynı dönemde pek çok örneğin seçilmesi demektir (Arman,1988).

Örneğin, Bir trafik mühendisi meşgul bir yoldaki araba hızlarını bilmek isterse, her arabanın hızını ölçmeye kalkmaz. Arabalardan rasgele örnekleme seçer ve bunları ölçer. Pazar araştırmacısı yeni diş macununa Pazar tepkisini değerlendirmek isterse her bir kullanıcıya diş macunu ile ilgili düşündüklerini sormaz temsili bir örneğe sorar. Her nerede olursa olsun insanlar oldukça fazla sayıdaki şeylerle çalıştıklarında rasgele örnek seçerler, örnekteki unsurları ölçüp bulguları kalan gerisi için değerlendirirler. Aynı durum oluşabilecek maliyet unsurlarının milyarlarca kombinasyonu olduğunda projenin yaklaşık toplam maliyetini değerlendirmek için de kullanılır.

Projenin bütün çıktılarından şans örneği üretmek ve bunları bütün projeyi değerlendirmek için kullanmak "Monte Carlo Simülasyonu"olarak bilinir (Grey, 1995).

2.9.1.6 Monte Carlo Simülasyonu

Monte Carlo risk analiz yazılımı, modelin girdi dağılımı için rasgele örnekler oluşturmaya, populasyonun rasgele bir örneğini oluşturmaya yarar. Monte Carlo Simülasyonu ile problem birçok kez çözülür, her bir tekrarda simülasyon süreci, analist tarafından belirlenen olasılık dağılımındaki her bir belirsiz maliyet unsurundan rasgele maliyetler seçer. Bu maliyetler modelin apaçık özetini oluşturur (Vose, 2000).

Monte Carlo Simülasyonu ile Crystal Ball

Crystal Ball kullanılarak şu aşamalar takip edilir:

1. Model kurulur.
2. Olasılık değişkenleri için girdiler tanımlanır.
3. Çıktı değişkenlerini veren öngörü hücreleri belirlenir.
4. Tekrar sayısı girilir.
5. Simülasyon çalıştırılır.
6. Sonuçlar yorumlanır.

2.9.1.7 Crystal Ball

Simülasyon birçok olasılıklı sonucu hızlı bir şekilde oluşturma ve analiz etme yöntemidir. Tek başına Excel simülasyonu çalıştıramaz, bu nedenle, bunu yapdıracak Crystal Ball gibi bir bileşen programına ihtiyaç vardır.

Simülasyon olmadan, 9,200,000 \$ Net Kar hesaplanabilir, fakat bu sonuçla ilgili herhangi bir olasılığa sahip olunamaz. Bu sonuca ulaşılacağından %75 emin olunur mu? Yoksa % 100 mü? Simülasyon verilen çıktının olasılığını gösterebilir.

Crystal Ball, kullanıcılara belirsiz model değişkenleri üzerinde olasılık dağılımını tanımlamayı sağlar ve tanımlanmış olasılık aralığı arasından rasgele değerler oluşturarak simülasyon kullanır. Çalışılan model binlerce karşılıklı senaryolar yaratır ve analiz eder ve verilen herhangi bir senaryo için risk seviyeleri hesaplanır. (Goldman, 2002)

2.9.2 Süreç Riski

Süreç risk analizi ile maliyet risk analizi arasındaki temel fark süreç risk analizinin toplanabilen maliyet listesinden daha karmaşık yapıda olan birbirine bağlı faaliyet ağı olarak ifade edilmesidir.

Geleneksel süreç planlama baştan sona mümkün en uzun veya kritik yolu bulmak için analiz edilen faaliyet ağlarına dayanır. Süreç risk analizi aynı yolda işler fakat ağ tanımında, süresinde ve mantıki yapısında belirsizliğe izin verir. Gecikme

aralığı, iki olay arasındaki gecikmeleri göstermek amacıyla herhangi bir bağlantı arasına konabilir.

Geleneksel proje planlama ağından farklı olarak süreç risk modelinde bir çeşit bağlantı modeli olan iki veya daha fazla farklı yolu bir yol olarak tanımlamada kullanılan dallanma noktasıdır. Bu nokta deneme sonuçlarının başarılı veya başarısız olması gibi ne olacağından emin olunamama noktasıdır. En çok olabilirlik dalı ana plan en az olabilirlik dalı da sonucu belli olmayan plan olacaktır.

Süreç risk modelinin temel biçimi: faaliyetler arasındaki bütün bağlantılar ile ağ yapısı; bağlantılardaki belirsizlikleri ve gecikmeleri de içeren bütün faaliyetlerin süreleri için üç-nokta tahmini; tahminler arasındaki ilişkilerin tanımı; ve dallanma noktasıyla ilgili olasılıklardır (Grey,1995).

2.9.2.1 Tahminler Toplama

Risk Modellemede ana maliyet emek olduğu zaman süreç risk modeli ile maliyet risk modeli çok yakın ilişkili olurlar. Görevin maliyeti ile süresi arasındaki oran aynı olur: Görev %10 daha uzun sürüyorsa maliyeti de %10 daha fazla olur. Bu durumda önceden hesaplanabilen maliyet tahminleri başlangıç süreç tahmini için iyi bir temel oluştururlar.

Maliyet ve süre arasındaki bu ilişki her zaman yakalanamaz. Bazen, esnek kaynak havuzları mümkün aşırı tahminlemeden kaçınmayı sağlar, bu durumda maliyet yükselse de süre yükselmez.

Birçok durumda süreç tahmini, maliyet tahmini ile benzer şekilde çizerek oluşturulabilir. Süre, belirsizlik kaynağından elde edilen üç nokta tahmini ile ifade edilir. Projenin yönünü değiştirecek belirsiz olayların bulunduğu yerde, belirsiz olayların her birinin faaliyet sırası ve olasılığı belirlenerek maliyet etkisiyle tanımlanabilirler.

2.9.2.2 CPM VE PERT

Kritik Yol Metodu ve Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme tekniği, projelerin planlanması, çizelgelenmesi ve kontrolüne yardımcı olmak üzere tasarlanmış şebeke esaslı modellerdir. Bir proje, her birinde zaman ve kaynak harcanan birbiriyle ilişkili faaliyetlerin bir araya getirilmesidir (Taha, 1997).

A. Şebeke Gösterimi

Süreç risk modeli oluşturmada ilk aşama faaliyet ağı yaratmaktır. Süreç risk modeli ilgilendiğimiz günlerle doğrudan ilgili faaliyetleri, dönüm noktalarını ve sonucu içerir. Süreç risk model ağını oluştururken denge; proje sürecinin her bir kısmındaki belirsizlik ve bağımsızlığın gerçekçi tanımına izin vermek amacıyla yeterli detaya sahip olmak ile uygun zamanda yönetilebilir seviyedeki analiz ve model ölçüsü içerme arasında olmalıdır (Grey, 1995).

CPM'in uygulanması sonucunda projenin zaman çizelgesi oluşturulur. Bu amaca kolayca varabilmek için, aşağıdaki bilgiyi sağlayacak özel hesaplamaları gerçekleştirmemiz gerekir:

1. Projenin tamamlanması için gereken toplam süre
2. Projenin faaliyetlerinin kritik ve kritik olmayan faaliyetler diye sınıflandırılması

Başlangıç ve bitiş zamanları arasında gevşeklik(bolluk) olmayan faaliyete kritik faaliyet adı verilir. Projeyi gecikmesiz bitirebilmek için her kritik faaliyet zamanında başlayıp bitmek zorundadır. Kritik olmayan faaliyet bazı çizelgeleme gevşemelerine izin verir, böylelikle, faaliyetin başlangıç zamanı belirli sınırlar içerisinde öne alınsa veya geciktirilse bile, bütünüyle projenin tamamlanma zamanında bir değişiklik olmaz.

Olayı, gerekli hesaplamaları yapabilmek için, bazı faaliyetlerin bitip başkalarının başladığı andaki bir nokta olarak tanımlarız. Şebekede bir olay bir düğüme karşılık gelir.

Kritik yol işlemleri ile projenin başlangıcında en uzun yol bulunur, ki bu bize her bir faaliyet ile başlanabilecek en erken zamanın bulunmasına yardımcı olur. Bitime gelindiğinde proje için en kısa zaman bulunur. Proje için en erken bitirme zamanı ile en geç başlama zamanı aynı olan olaylar kritik yolu teşkil eder.

B. PERT

PERT, üretimdeki gecikmeleri, takılmaları ve türlü çatışmaları en düşük düzeye indiren, işin bütününün türlü parçalarını eşgüden ve eşzamanlayan, projelerin tamamlanmasını hızlandıran bir yöntemdir (Öztürk, 1997).

Bu çalışmada PERT yönteminden faydalanarak ve üçgen dağılım kullanarak her bir faaliyet süresinin en iyimser, en olası, en kötümser süre girdileri ile proje süreci risk analizi hesaplanmıştır.

-En iyimser süre: Her şey istenildiği gibi gittiğine göre faaliyetin en çabuk tamamlanacağı süredir.

-En olası süre: Bu süre geçmiş deneyimlere göre beklenen durumlar altında faaliyetin bitirilme süresidir.

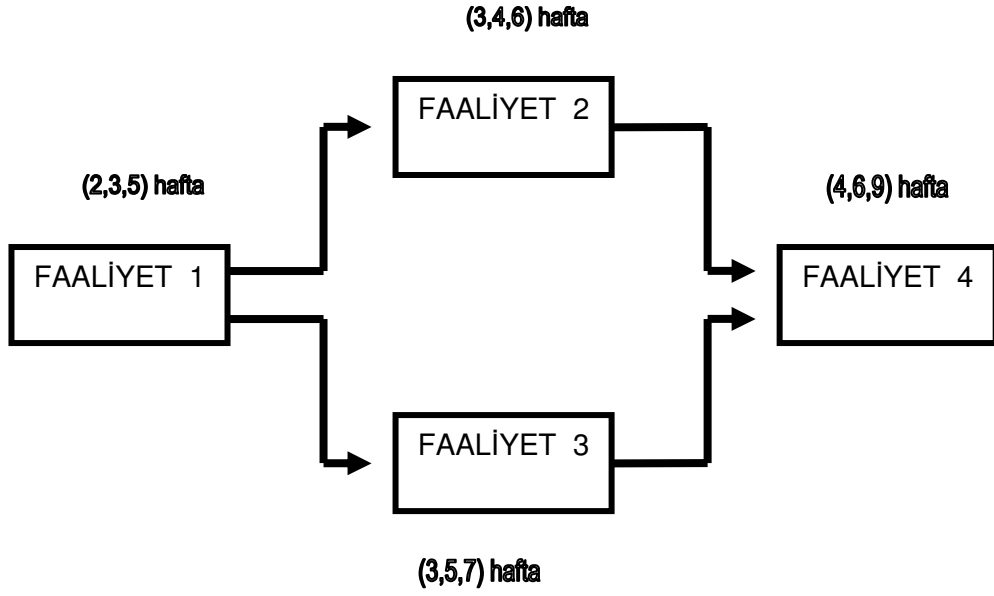
-En kötümser süre: En kötü durumlarda faaliyetin bitirilme süresidir.

Her bir faaliyetin olasılık dağılımı üçgen dağılımdır. PERT analizine göre bu üç tahmini sürenin ortalaması (\bar{x}) alınarak faaliyet zamanları elde edilir.

2.9.2.3 Süreç Risk Modeli

Proje sürecindeki belirsizlikler tanımlandıktan sonra projenin tamamını değerlendirmek için Monte Carlo Simülasyon yapısında incelenir. Burada Crystal Ball, Monte Carlo Simülasyon yönteminin kolaylıklarından faydalanmamız için en kolay yoldur.

Ağı ifade etmek için her bir faaliyet için başlangıç, bitiş ve faaliyet sürelerine ihtiyacımız vardır.

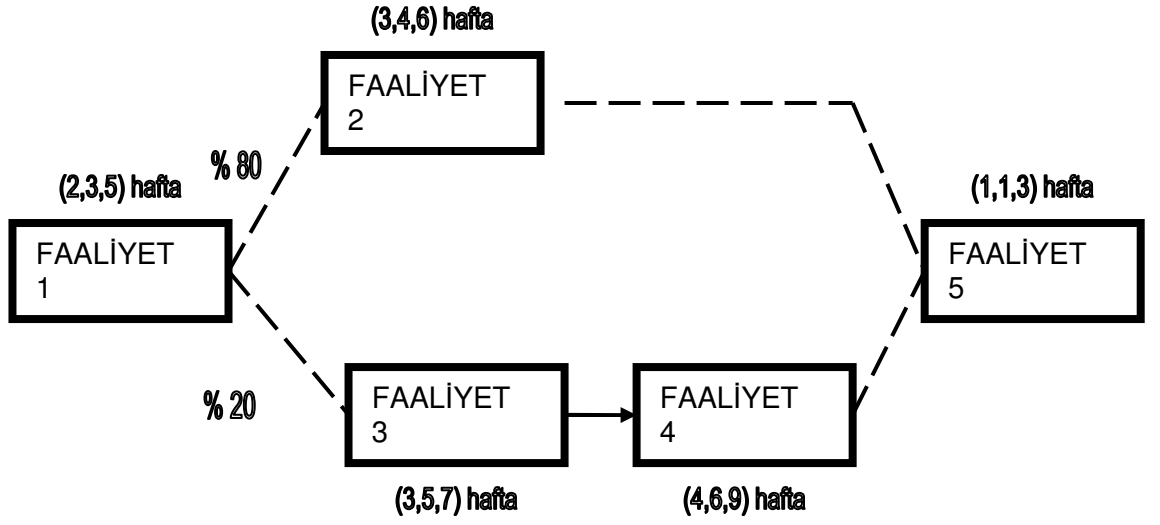


Şekil 2.11 Basit Ağ Yapısı
(Kaynak: Grey, 1995; 86)

Şekil 2.11’de görüldüğü gibi faaliyet 1 bittiğinde, faaliyet 2 ve 3 başlar. Bu iki faaliyet bittiğinde de faaliyet 4 başlar. Her faaliyetin süresi belirsizdir ve üç-nokta tahmini ile ifade edilmiştir.

2.9.2.4 Olasılık Atama

Geleneksel proje planlama araçlarının tek zayıflığı belirsiz faaliyetleri ifade etmedeki yetersizlikleridir. Dallanma noktaları, gerçek işin faaliyet ağı boyunca iki veya daha fazla yoldan birini izleyebildiği yerlerdir. Bu durumda işin bir sonraki kısmının nasıl yapılacağı hakkında her zaman bir seçenek vardır.



Şekil 2.12 Dallanmış Ağ Yapısı
(Kaynak: Grey,1995; 91)

Şekil 8.5 ağ modelinde faaliyet 1 sonunda projenin izlediği yol belirsizdir. Faaliyet 2'den devam etme şansı %80-olasılığı yüksek çıktı, faaliyet 3'den devam etme şansı %20dir ve bu faaliyet 4 ile devam eder daha sonra beklenen yol faaliyet 5'e dönüşür.

2.9.2.5 Korelasyon Etkisi

Belirsizliğin temelinde yatan tek kaynak bağımlılıkla iki veya daha fazla belirsiz maliyet ve iki veya daha fazla faaliyet süresi ilişkilendirilebilir. Faaliyet süreleri arasındaki korelasyonun bazı ortak kaynakları:

- Planlanan, kodlanan ve test edilen faaliyetler; hepsi ölçü birimlerinin özelliklerinin karmaşıklığına bağlıdır.
- Ürün seçimi veya iletişim ağı yapısı
- İkinci üstlenici tarafından yürütülen birkaç faaliyet veya organizasyondaki ayrı birimlerin görevleri (Grey,1995).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

RİSK ANALİZİNDE SİMÜLASYON TEKNİĞİ UYGULAMASI: MAKİNA İMALAT SÜRECİ VE MALİYETİ RİSK ANALİZİ

3.1 İmalat Firması Hakkında

Kansan Makine Kağıt Sanayi Tic. ve Ltd. Şti., 1996 yılında kurulmuştur. Üretimi peçete makineleri ile başlayan firma ıslak mendil sektöründeki talep doğrultusunda ürün yelpazesine ıslak mendil makinalarını da katmıştır. Şuanda 16 ayrı makina üretimiyle başta Ortadoğu ve Rusya olmak üzere 3 kotaya makina ihraç etmektedir.

Torbalı fabrikasında 5000 m² lik kapalı alanıyla sektöründe dünya çapında önde kuruluşlardan biridir.

3.2 Makine İmalatında Maliyet Risk Analizi

3.2.1 Modeldeki Belirsizlikleri ve Girdileri (Assumptions) Tanımlama

Crystal Ball kullanılarak ilk aşama hangi model girdilerinin belirsiz olduğunu tanımlamaktır. Bunlar tanımlandıktan sonra girdiler için olasılık dağılımı yaratmak amacıyla belirsizlik bilgisi kullanılır.

Çalışmada makine imalatında firmanın karşılaştığı maliyetler sırasıyla şu şekilde elde edilmiştir;

Toplam işçilik maliyeti, depo işçiliği, torna işçiliği, freze işçiliği, montaj işçiliği, saç işçiliği, elektrik pnömatik işçiliği ve kontrol operatör işçiliği oluşmak üzere her biri için işçilik maliyeti saat ücreti ile minimum, en olası, maksimum süreler çarpılıp toplanarak elde edilmiştir.

Toplam malzeme maliyeti, krom malzemeler, gövde plakaları, şase profilleri, transmisyon, rulmanlar, kayışlar, elektrik malzemeleri, pnömatik malzemeler,

kaporta saçları, redüktörler ve lazer kesimi unsurlarından oluşup her bir malzeme maliyetinin minimum, en olası, maksimum değerleri geçmiş verilerden belirlenmiştir.

Toplam Sevkiyat Maliyeti, forklift maliyeti ve kargo maliyetlerinden oluşmak üzere her biri için minimum, en olası, maksimum değerler geçmiş verilerden belirlenmiştir.

Toplam Devreye Alma Maliyeti, konaklama ve yolculuk maliyetlerinden oluşup her biri için minimum, en olası, maksimum değerler geçmiş verilerden belirlenmiştir.

Böylece, aşağıda verilen proje maliyet girdileri tablosu elde edilmiştir.

Tablo: 3.1 Proje Maliyet Girdileri (Assumptions)

UNSURLAR	MİN.	OLASI	MAKS.
TOPLAM İŞÇİLİK	1340,43	1552,88	2118,65
TOPLAM MALZEME MAL.	58998	62155	72464
TOPLAM SEVKİYAT MAL.	220	500	1110
TOPLAM DEVREYE ALMA MAL.	420	800	1110
TOPLAM MAKİNA MALİYETİ		65007,88	

(Kaynak: Kansan Makina San. Tic ve Ltd. Şti.)

3.2.2 Analiz Etmek İstenen Çıktı/Çıktıları (Forecasts) Belirleme

Bir sonraki aşama çıktıları tanımlamaktır. Çıktı, ölçmek ve analiz etmek istenilen formülasyon hücreleridir.

Çalışmada tahminlenmek istenen değer Toplam makine maliyetidir.

SPSS'de yapılan normallik testine göre kurulan hipotez testinden verilerin $\alpha = 0,05$ önem derecesinde normal dağılmadığı sonucuna varılmıştır. Analiz sonucu aşağıdaki tabloda verilmiştir.

H_0 : Maliyet Verileri Normal dağılımlıdır.

H_1 : Maliyet Verileri Normal dağılımlı değildir.

Shapiro-Wilk sig=0,002 < $\alpha = 0,05$ olup H_0 hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 3.2 Normallik Testi

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Toplam makine maliyeti	,434	4	.	,643	4	,002

(Kaynak: SPSS, Lilliefors Significance Correction)

Her bir unsura minimum, en olası, maksimum değerlerden elde edilen üçgen dağılım ile simülasyon süreci başlatılır.

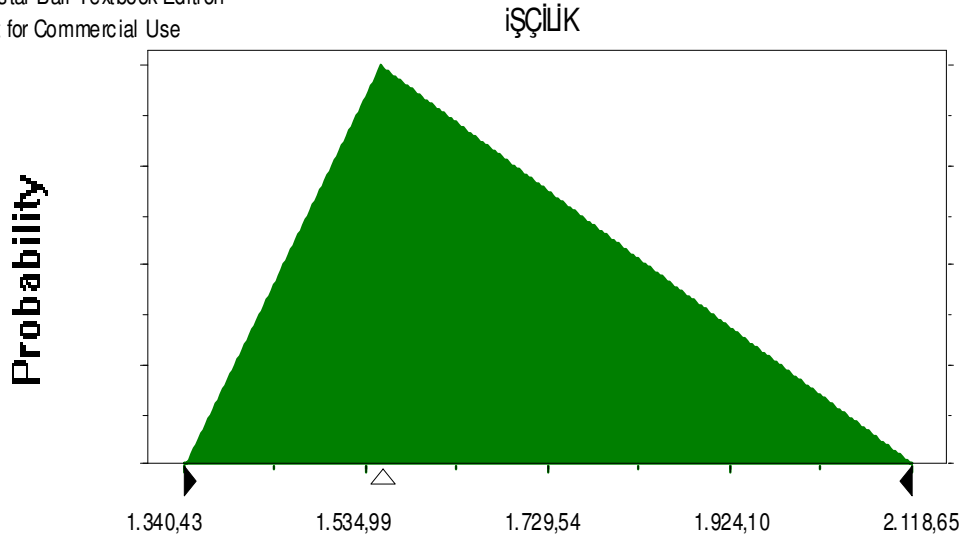
Her bir unsur için elde edilen dağılım ve dağılıma ait istatistikler şu şekilde belirlenmiştir.

Tablo 3.3 İşçilik Maliyeti Girdi Bileşenleri

Girdi: İŞÇİLİK MALİYETİ	
Parametrelerle üçgen dağılım:	
Minimum	1.340,43 YTL
En olası	1.552,88 YTL
Maximum	2.118,65 YTL
Seçilen aralıklar 1.340,43 - 2.118,65	
Korelasyon ilişkisi:	
MALZEME (D5)	0,70

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Crystal Ball Textbook Edition
Not for Commercial Use



Şekil 3.1 İşçilik Maliyeti Üçgen Dağılımı

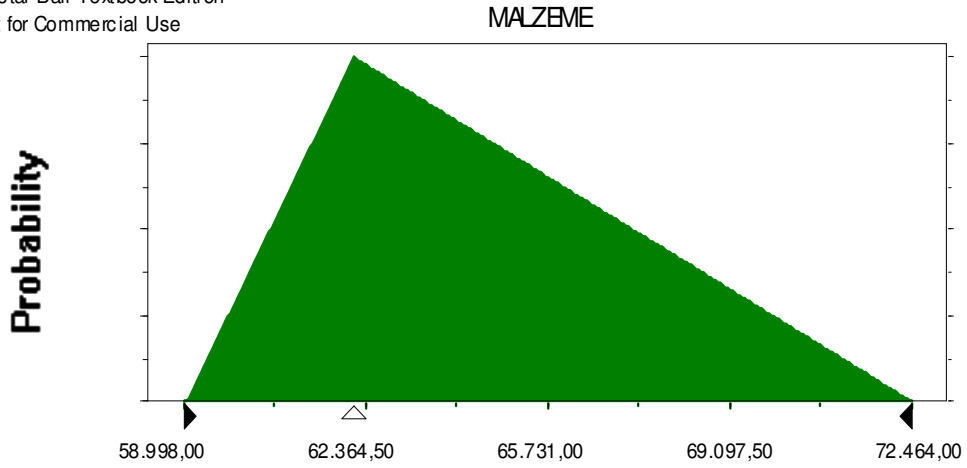
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Tablo 3.4 Malzeme Maliyeti Girdi Bileşenleri

Girdi: MALZEME MALİYETİ	
Parametrelerle üçgen dağılım:	
Minimum	58.998,00 YTL
En olası	62.155,00 YTL
Maximum	72.464,00 YTL
Seçilen aralıklar 58.998,00 - 72.464,00	
Korelasyon ilişkisi:	
iŞÇİLİK (D4)	0,70

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Crystal Ball Textbook Edition
Not for Commercial Use



Şekil 3.2 Malzeme Maliyeti Üçgen Dağılımı

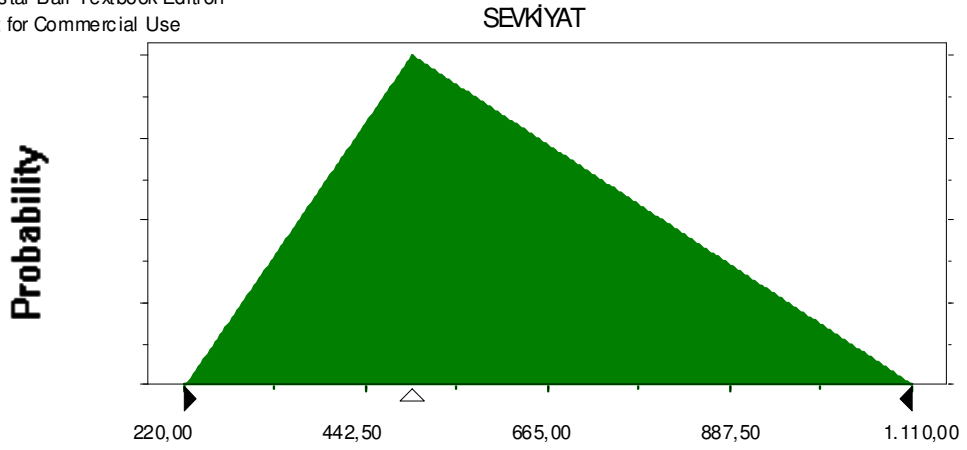
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Tablo 3.5 Sevkiyat Maliyeti Girdi Bileşenleri

Girdi: SEVKİYAT MALİYETİ		
Parametrelerle üçgen dağılım:		
Minimum	220,00 YTL	
En olası	500,00 YTL	
Maximum	1.110,00 YTL	
Seçilen aralıklar 220,00 -1.110,00		
Korelasyon ilişkisi:		
DEVREYE ALMA (D7)		-0,50

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Crystal Ball Textbook Edition
Not for Commercial Use



Şekil 3.3 Sevkiyat Maliyeti Üçgen Dağılımı

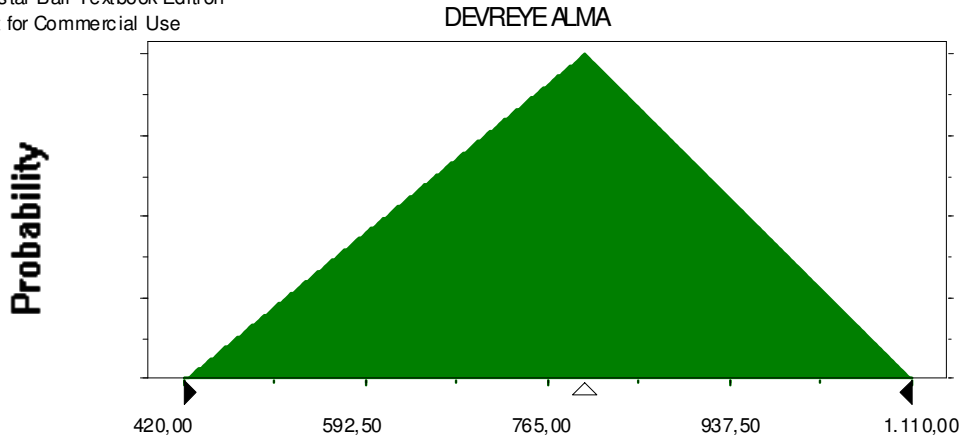
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Tablo 3.6 Devreye Alma Maliyeti Girdi Bileşenleri

Girdi: DEVREYE ALMA MALİYETİ	
Parametrelerle üçgen dağılım:	
Minimum	420,00
En olası	800,00
Maximum	1.110,00
Seçilen aralıklar 420,00 - 1.110,00	
Korelasyon ilişkisi:	
SEVKİYAT (D6)	-0,50

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Crystal Ball Textbook Edition
Not for Commercial Use



Şekil 3.4 Devreye Alma Maliyeti Üçgen Dağılımı

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Analizde Malzeme maliyeti ile İşçilik maliyeti arasında +0,70 oranında aynı yönlü korelasyon, Sevkiyat maliyeti ile devreye alma maliyeti arasında -0,50 oranında ters yönlü ilişki bulunmaktadır.

3.2.3 Simülasyon Sonuçlarını Analiz Etme

Simülasyon 1000 kez çalıştırıldığında 1000 tahmin (muhtemel çıktılar) yaratılır. Simülasyon sonuçları etkileşimli histogram veya akış diyagramları ile gösterilir. Aşağıdaki diyagram Toplam makine maliyetinin 1000 denemelik sonuçlarını gösterir.

Toplam makine maliyetinin olasılık aralığı 67.584,52 YTL ortalama değer ile 62.044,59 YTL ile 75.137,42 YTL'dir. Toplam makine maliyeti sadece yaklaşık % 25 kesinlikle orijinal öngörü değeri 65.007,88 YTL ne ulaşabilir ki gerçekçi bir firmanın en olası değer olarak dikkate alması gereken % 80 olasılık değeri olup bu da 70,331,83 YTL ye karşılık gelir.

Aşağıdaki tabloda simülasyon ile elde edilen istatistikler ve akış diyagramı verilmiştir:

Tablo 3.7 Makine Maliyeti İstatistikleri

Tahmin: MAKİNA MALİYETİ

Özet:

Kesinlik seviyesi 80,60%

Kesinlik aralığı 63.615,73 - 71.340,50 YTL

Gösterilen aralık 62.044,59 - 75.137,42 YTL

Bütün aralık 61.910,40 - 75.557,87 YTL

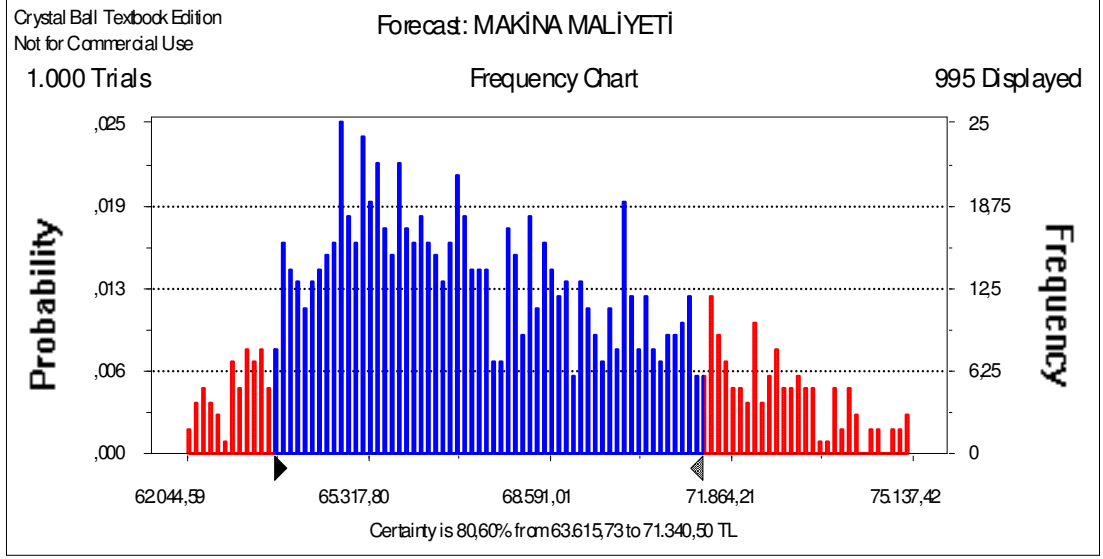
1000 denemeden sonra ortalamanın standart hatası 94,00

İstatistikler:

Değerler

Denemeler	1000
Ortalama	67.584,52
Medyan	67.094,59
Mod	---
Standart sapma	2.972,39
Varyans	8.835.121,11
Çarpıklık	0,43
Basıklık	2,38
Değişkenlik Katsayısı	0,04
Minimum aralık	61.910,40
Maksimum aralık	75.557,87
Aralık genişliği	13.647,47
Ortalama standart hata	94,00

(Kaynak: Crystal Ball, Report)



Şekil 3.5 Makine Maliyeti Akış Diyagramı
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Tablo 3.8 Makine Maliyet Aralıkları Yüzdeleri

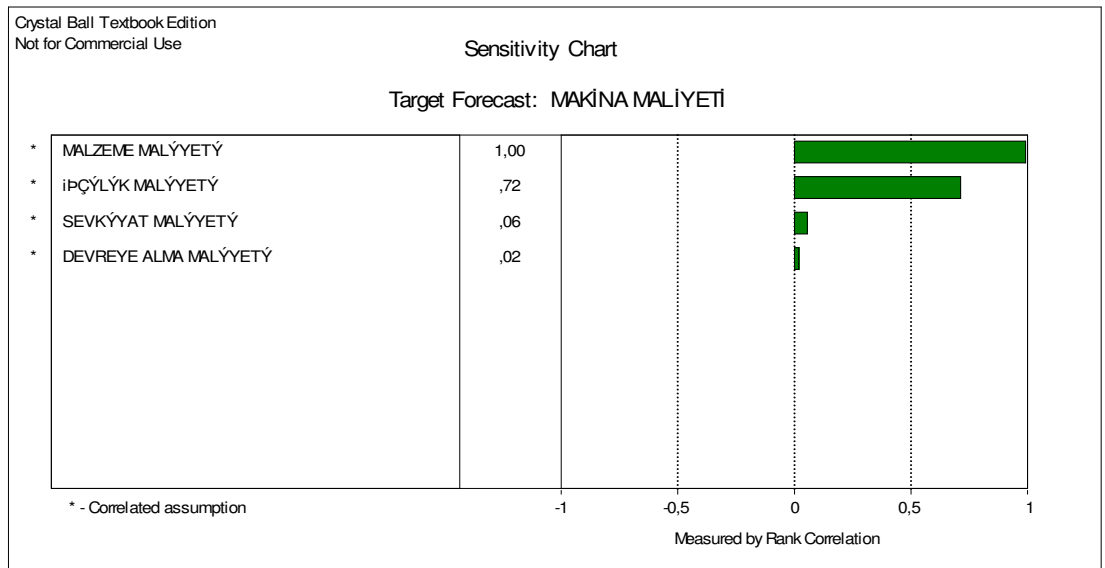
Tahmin: MAKİNA MALİYETİ	
Yüzdeler:	
Yüzde	YTL
0%	61.910,40
10%	64.011,21
20%	64.886,98
30%	65.556,01
40%	66.266,69
50%	67.094,59
60%	68.119,10
70%	69.134,14
80%	70.331,83
90%	71.828,32
100%	75.557,87

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

3.2.4 Duyarlılık Analizi

Simülasyon çalışırken duyarlılık analizi 4 girdi değişkeni ve çıktı değişkeni arasındaki ilişkiyi dinamik olarak hesaplamak için sıra korelasyonunu kullanır. Duyarlılık analizi bu ilişkiyi korelasyon katsayısı veya yüzde değerler olarak gösterir. Listenin en başındaki girdiler, Net Şimdiki Değer üzerinde en fazla etkili olanlardır.

Çalışmada, Malzeme maliyeti değişkeni Net şimdiki değer üzerinde en fazla etkisi olan değişken olarak görülmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Makine Maliyeti Duyarlılık Analizi Diyagramı

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

3.2.5 Trend (Eğilim Yüzdeleri) Diyagramı

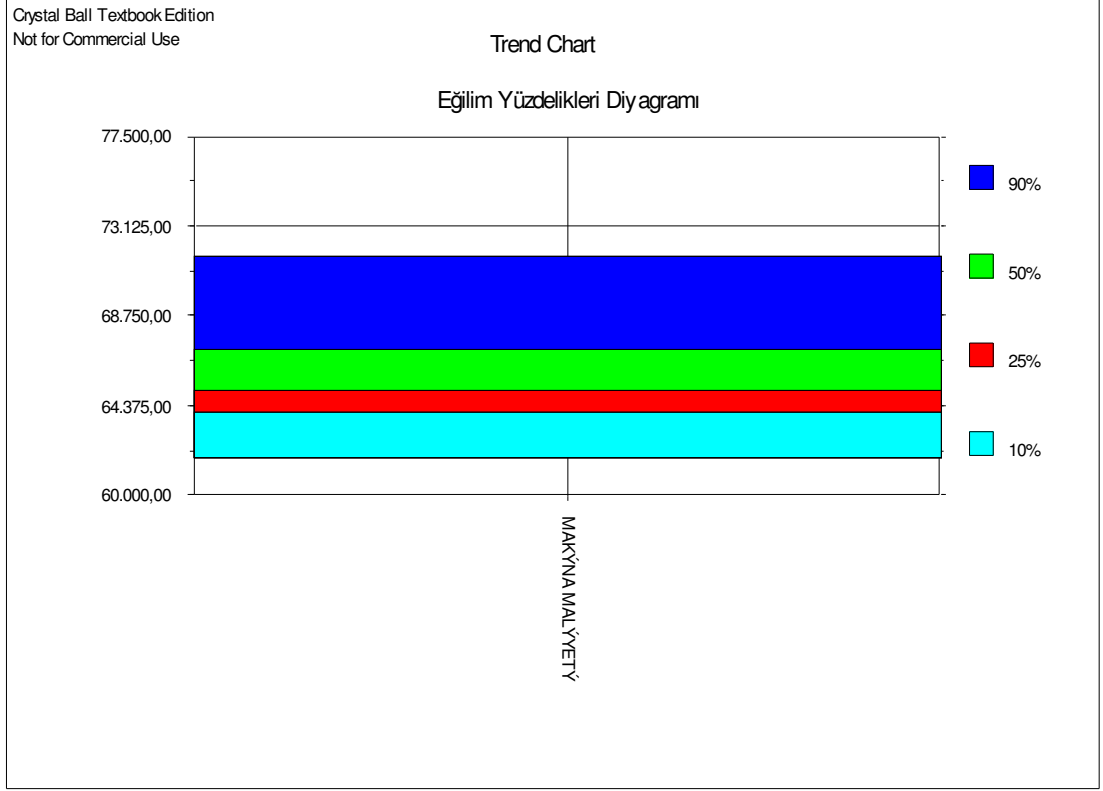
Trend diyagramı, işletmenin zaman içerisindeki gösterdiği eğilim hakkında bilgi vermektedir. Makine toplam maliyetinin kesinlik bantlarının aralığındaki kümülatif değerleri ile proje yaklaşık;

%10 kesinlik ile 62.000 -63.000YTL

%25 kesinlik ile 63.000-65.000 YTL

%50 kesinlikle 64.500-67.000 YTL

%90 kesinlikle 67.000-72.000 YTL arasında tamamlanacaktır.



Şekil 3.7 Makine Maliyet Trend Analizi Diyagramı
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

3.3 Makine İmalat Süreci Risk Analizi

En erken başlama/en erken bitme ve en geç başlama/en geç bitme süreleri eşit olan faaliyetler bize projenin kritik yolunu vermektedir. Kritik yol üzerindeki herhangi bir gecikme projenin tamamlanma zamanını geciktireceğinden çalışılan projede belirlen A-B-D-E-G-H-I kritik yolu sürelerinden herhangi bir sapma proje tamamlanma süresine doğrudan yansacaktır. Dolayısıyla çalışmada risk analizi yapılacak faaliyetler bu yol üzerindeki faaliyetlerdir.

3.3.1 Modeldeki Belirsizlikleri ve Girdileri (Assumptions) Tanımlama

Proje süreci risk analizinde girdiyi oluşturan unsurlar makine imalat sürecini oluşturan faaliyet süreleridir. Bu faaliyet süreleri en iyimser, en olası ve en kötümser süre olarak belirlediğimiz sürelerden ve aşağıdaki formülasyon üzerinden hesaplanır.

$$\bar{x} = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Belirlenen proje faaliyet süreleri toplamı bize proje tamamlanma süresini verir.

Aşağıdaki tabloda proje girdileri(assumptions) ve proje çıktısı(forecasts) verilmiştir.

3.3.2 Analiz Etmek İstenen Çıktı/Çıktıları (Forecasts) Belirleme

Çalışmada tahminlenmek istenen değer Proje tamamlanma zamanıdır.

SPSS'de yapılan normallik testine göre kurulan hipotez testinden verilerin $\alpha = 0,05$ önem derecesinde normal dağıldığı sonucuna varılmıştır. Analiz sonucu aşağıdaki tabloda verilmiştir.

H_0 : Süreç Verileri Normal dağılımlıdır.

H_1 : Süreç Verileri Normal dağılımlı değildir.

Shapiro-Wilk sig=0,072 > $\alpha = 0,05$ olup H_0 hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 3.9 Normallik Testi

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Proje tamamlanma zamanı	,252	7	,198	,825	7	,072

(Kaynak: SPSS, Lilliefors Significance Correction)

Tablo 3.10 Proje Tamamlanma Zamanına İlişkin Girdiler

Faaliyetler	Faaliyet içeriği	Öncelikli faaliyet	En iyimser süre	En olası süre	En kötümser süre	Faaliyet süreleri, x_i	EB	ET	GB	GT	Boşluk	Kritik faaliyetler
A	Depo Kontrolü	-	1	2	4	2,17	0	2,17	0	2,17	0	EVET
B	Siparis ve Malzemelerin Temini	A	11	13	19	13,67	2,17	15,84	2,17	15,84	0	EVET
C	Talaşlı imalat	B	4	5	8	5,33	15,84	21,17	25,68	31,01	9,83	HAYIR
D	Fason imalat	B	12	15	19	15,17	15,84	31,01	15,84	31,01	0	EVET
E	Montaj işçiliği	C,D	10	14	19	14,17	31,01	45,18	31,01	45,18	0	EVET
F	Saç Kaporta işçiliği	E	2	3	6	3,33	45,18	48,51	47,77	51,1	2,58	HAYIR
G	Elektrik işçiliği	E	5	6	6,5	5,92	45,18	51,1	45,18	51,1	0	EVET
H	Kontrol operatör işçiliği	F,G	1	2	6	2,50	51,1	53,6	51,1	53,6	0	EVET
I	Sevkiyat	H	0,5	1	1,5	1,00	53,6	54,6	53,6	54,6	0	EVET
Proje Tamamlanma Zamanı						54,58						

(Kaynak: Kansan Makina San.Tic. ve Ltd. Şti.)

Her bir faaliyetin standart hata değerleri $s^2 = \frac{(b-a)^2}{6}$ formülünden

hesaplanarak normal dağılım kullanılır.

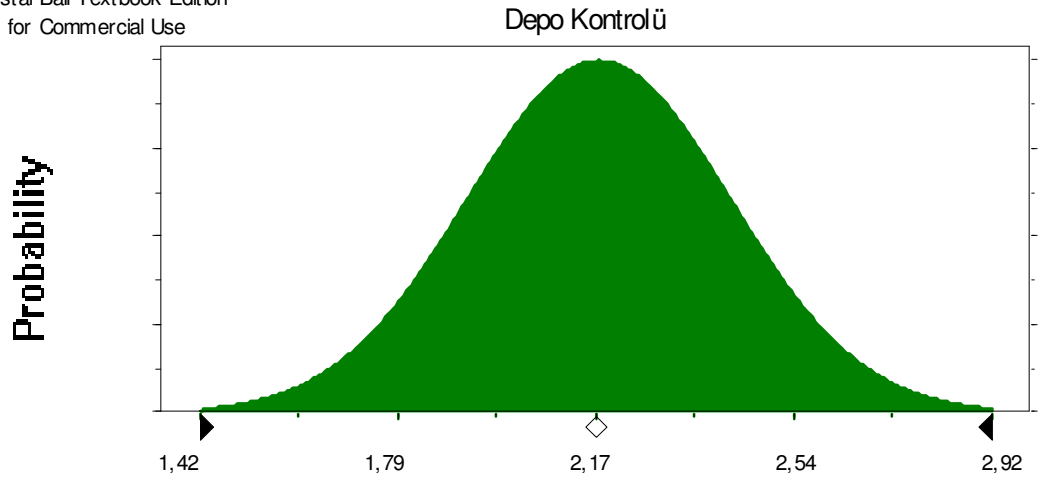
Her bir unsur için elde edilen dağılım ve dağılıma ait istatistikler şu şekilde belirlenmiştir.

Tablo 3.11 Depo Kontrolü Faaliyeti Girdi Bileşenleri

Girdi: Depo Kontrolü
Parametrelerle Normal Dağılım:
Ortalama 2,17
Standart sapma 0,25
- sonsuzdan + sonsuza seçilen aralık

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Crystal Ball Textbook Edition
Not for Commercial Use



Şekil 3.8 Depo Kontrolü Normal Dağılımı

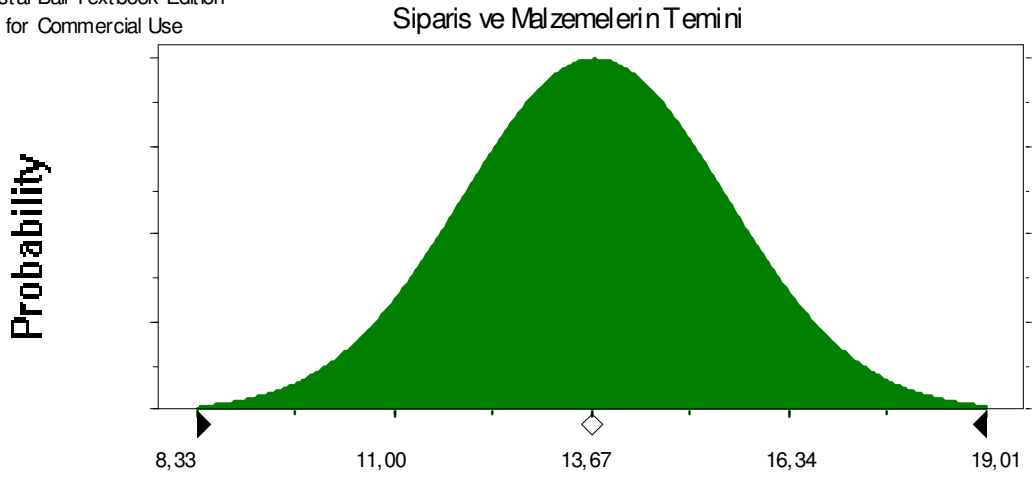
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Tablo 3.12 Sipariş ve Malzemelerin Temini Girdi Bileşenleri

Girdi: Siparis ve Malzemelerin Temini	
Parametrelerle Normal Dağılım:	
Ortalama	13,67
Standart sapma	1,78
- sonsuzdan + sonsuza seçilen aralık	

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Crystal Ball Textbook Edition
Not for Commercial Use



Şekil 3.9 Sipariş ve Malzemelerin Temini Normal Dağılımı

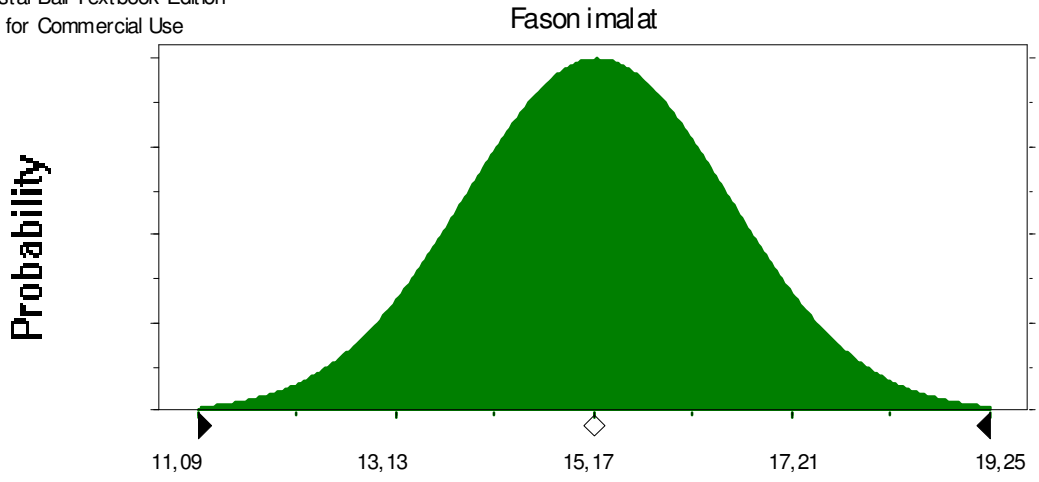
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Tablo 3.13 Fason İmalat Girdi Bileşenleri

Girdi: Fason imalat	
Parametrelerle Normal Dağılım:	
Ortalama	15,17
Standart sapma	1,36
- sonsuzdan + sonsuza seçilen aralık	

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Crystal Ball Textbook Edition
Not for Commercial Use



Şekil 3.10 Fason İmalat Normal Dağılımı

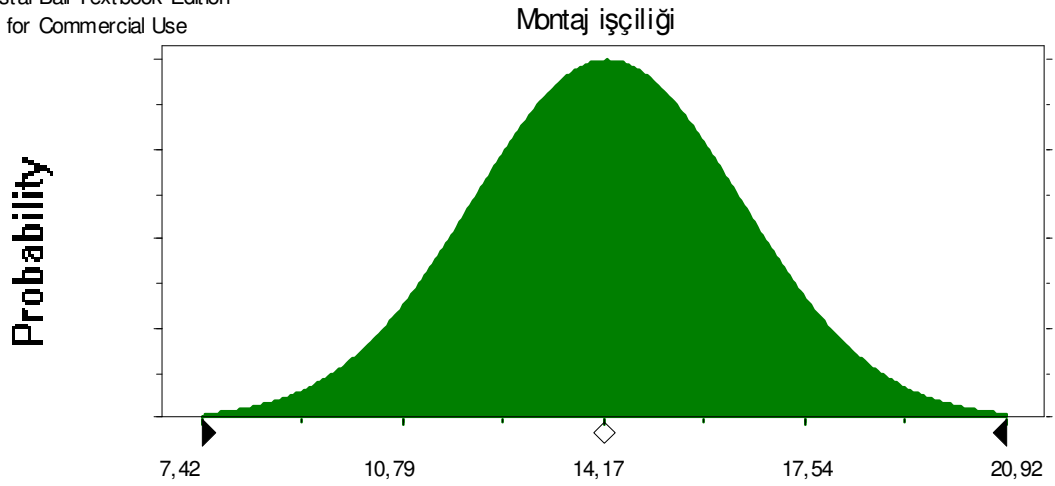
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Tablo 3.14 Montaj İşçiliği Girdi Bileşenleri

Girdi: Montaj işçiliği
Parametrelerle Normal Dağılım:
Ortalama 14,17
Standart sapma 2,25
- sonsuzdan + sonsuza seçilen aralık

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Crystal Ball Textbook Edition
Not for Commercial Use



Şekil 3.11 Montaj işçiliği Normal Dağılımı

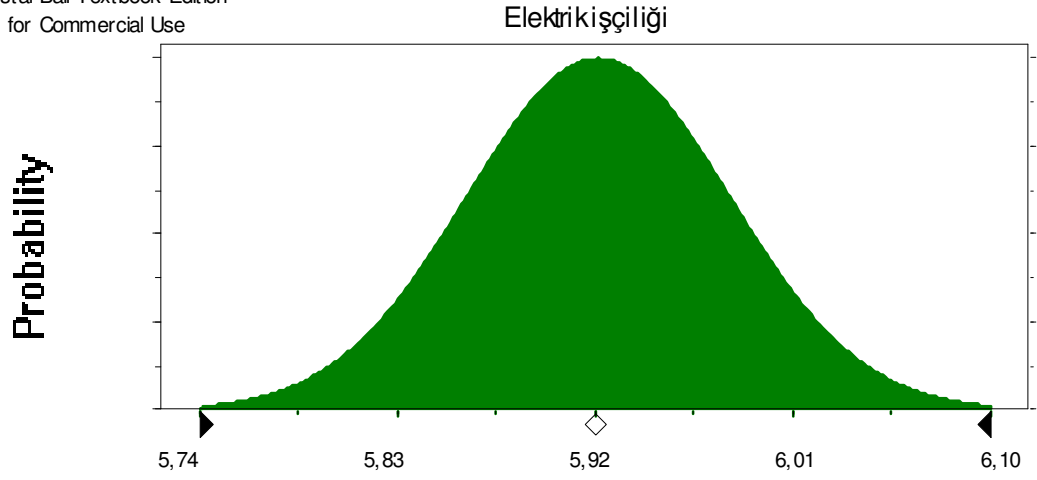
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Tablo 3.15 Elektrik İşçiliği Girdi Bileşenleri

Girdi: Elektrik işçiliği	
Parametrelerle Normal Dağılım:	
Ortalama	5,92
Standart sapma	0,06
- sonsuzdan + sonsuza seçilen aralık	

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Crystal Ball Textbook Edition
Not for Commercial Use



Şekil 3.12 Elektrik İşçiliği Normal Dağılımı

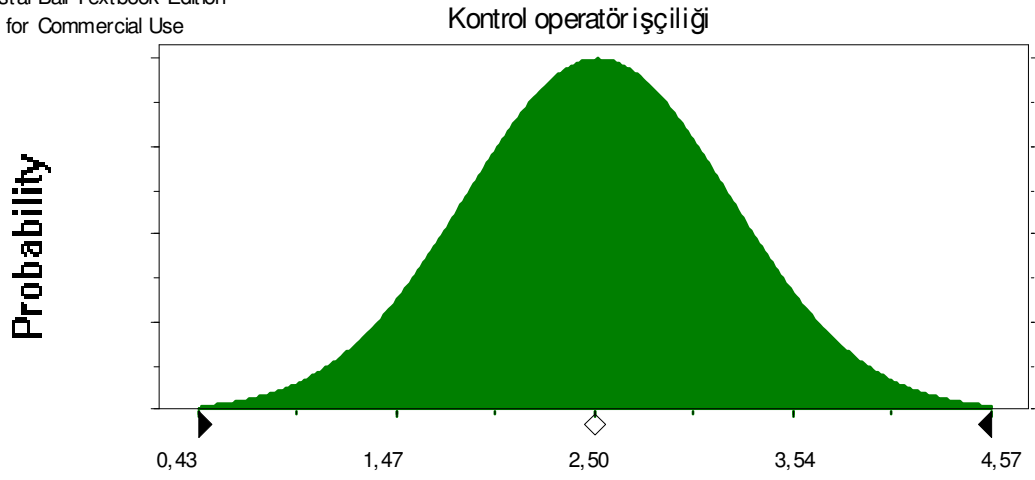
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Tablo 3.16 Kontrol Operatör İşçiliği Girdi Bileşenleri

Girdi: Kontrol operatör işçiliği	
Parametrelerle Normal Dağılım:	
Ortalama	2,50
Standart sapma	0,69
- sonsuzdan + sonsuza seçilen aralık	

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Crystal Ball Textbook Edition
Not for Commercial Use



Şekil 3.13 Kontrol Operatör İşçiliği Normal Dağılım

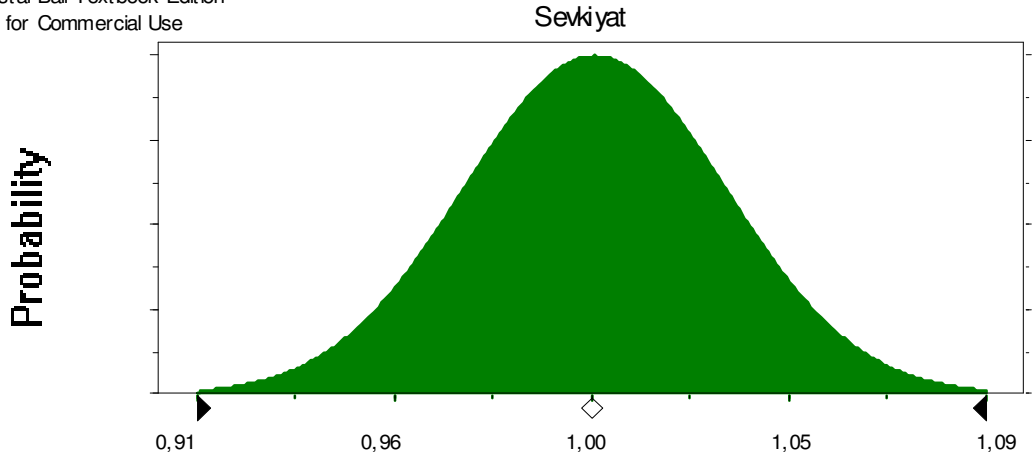
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Tablo 3.17 Sevkiyat Girdi Bileşenleri

Girdi: Sevkiyat	
Parametrelerle Normal Dağılım:	
Ortalama	1,00
Standart sapma	0,03
- sonsuzdan + sonsuza seçilen aralık	

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Crystal Ball Textbook Edition
Not for Commercial Use



Şekil 3.14 Sevkiyat Normal Dağılım

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

3.3.3 Simülasyon Sonuçlarını Analiz Etme

Simülasyon 1000 kez çalıştırıldığında elde edilen simülasyon sonuçları etkileşimli akış diyagramı ile gösterilmiştir. Aşağıdaki diyagram Proje tamamlanma zamanının 1000 denemelik sonuçlarını gösterir.

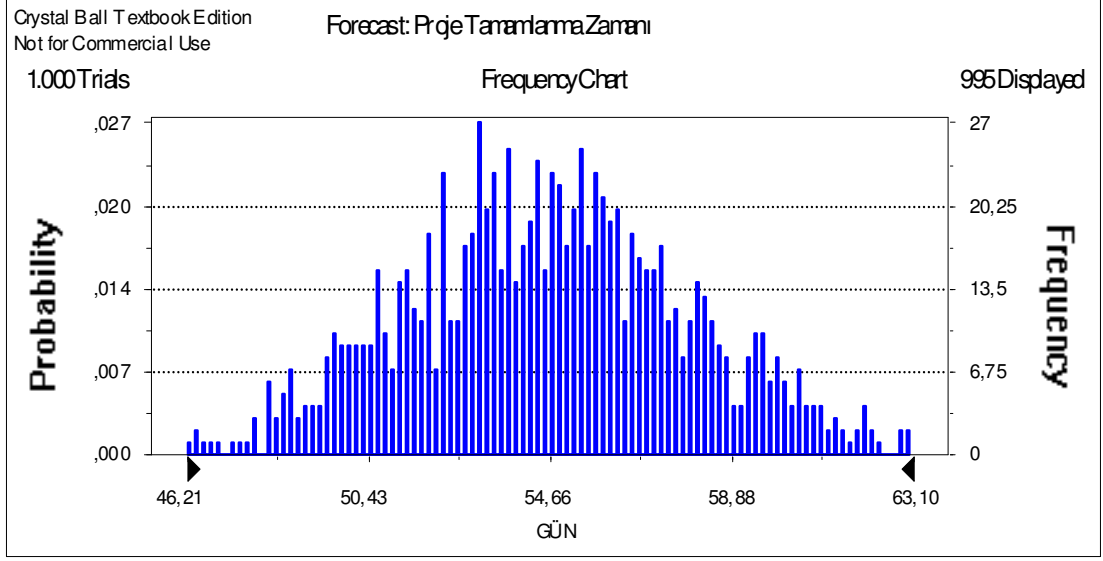
Proje tamamlanma süresinin olasılık aralığı 55 gün ortalama değer ile 46 gün ile 65 gün'dür. Proje tamamlanma zamanı yaklaşık % 50 kesinlikle orijinal öngörü değeri 54,58 güne ulaşabilir. Dikkate alması gereken % 80 olasılık değeri bu analizde yaklaşık 57 güne karşılık gelmektedir.

Aşağıda simülasyon ile elde edilen istatistikler ve akış diyagramı verilmiştir:

Tablo 3.18 Proje Tamamlanma Zamanı İstatistikleri

Tahmin: Proje Tamamlanma Zamanı	
Özet:	
Gösterilen aralık 46,21- 63,10 gün	
Bütün aralık 45,76 - 64,39 gün	
1000 denemeden sonra ortalamanın standart hatası 0,10	
İstatistikler:	Değerler
Deneme	1000
Ortalama	54,64
Medyan	54,65
Mod	---
Standart sapma	3,27
Varyans	10,66
Çarpıklık	0,07
Basıklık	2,73
Değişkenlik katsayısı	0,06
Minimum aralık	45,76
Maksimum aralık	64,39
Aralık genişliği	18,63
Ortalama standart sapma	0,10

(Kaynak: Crystal Ball, Report)



Şekil 3.15 Proje Tamamlanma Zamanı Akış Diyagramı

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Tablo 3.19 Proje Tamamlanma Zamanı Yüzdeleri

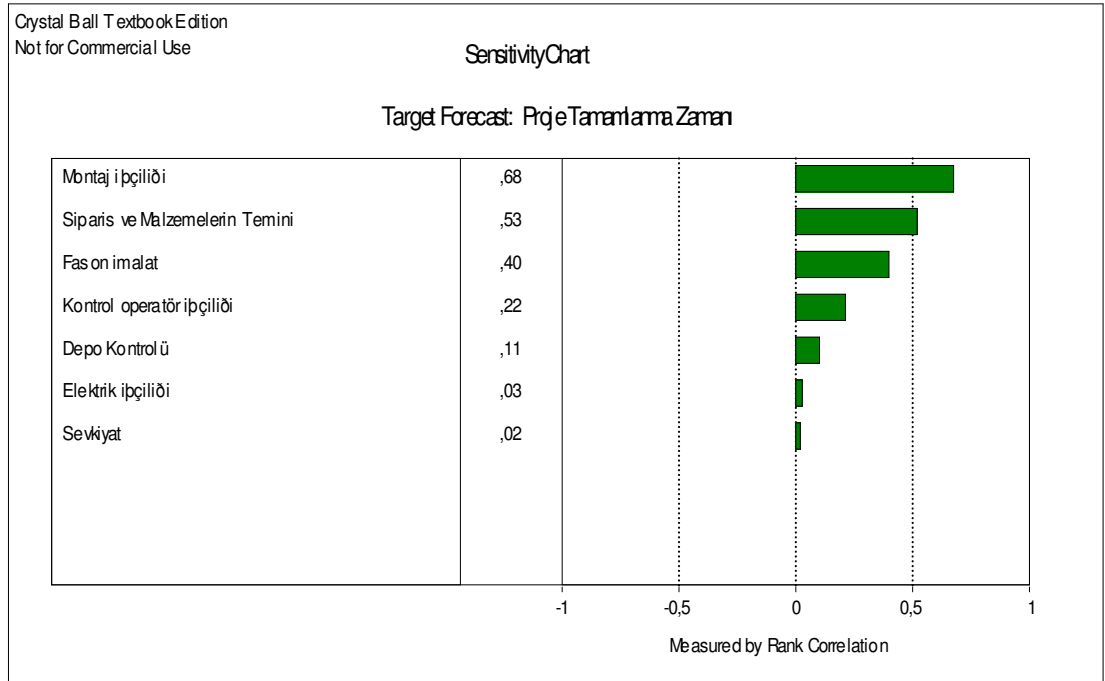
Tahmin: Proje Tamamlanma Zamanı	
Yüzdeler:	
Yüzde	Gün
0%	45,76
10%	50,37
20%	51,81
30%	52,95
40%	53,73
50%	54,65
60%	55,44
70%	56,25
80%	57,34
90%	58,97
100%	64,39

(Kaynak: Crystal Ball, Report)

Makine imalat süreç risk analizinde faaliyet süreleri arasında korelasyon olmadığından analizde normal dağılım kullanılmıştır.

3.3.4 Duyarlılık Analizi

Montaj işçiliği, Proje tamamlanma zamanı üzerine en fazla etkisi olan faaliyettir.



Şekil 3.16 Proje Tamamlanma Zamanı Duyarlılık Analizi Diyagramı
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

3.3.5 Trend Analizi

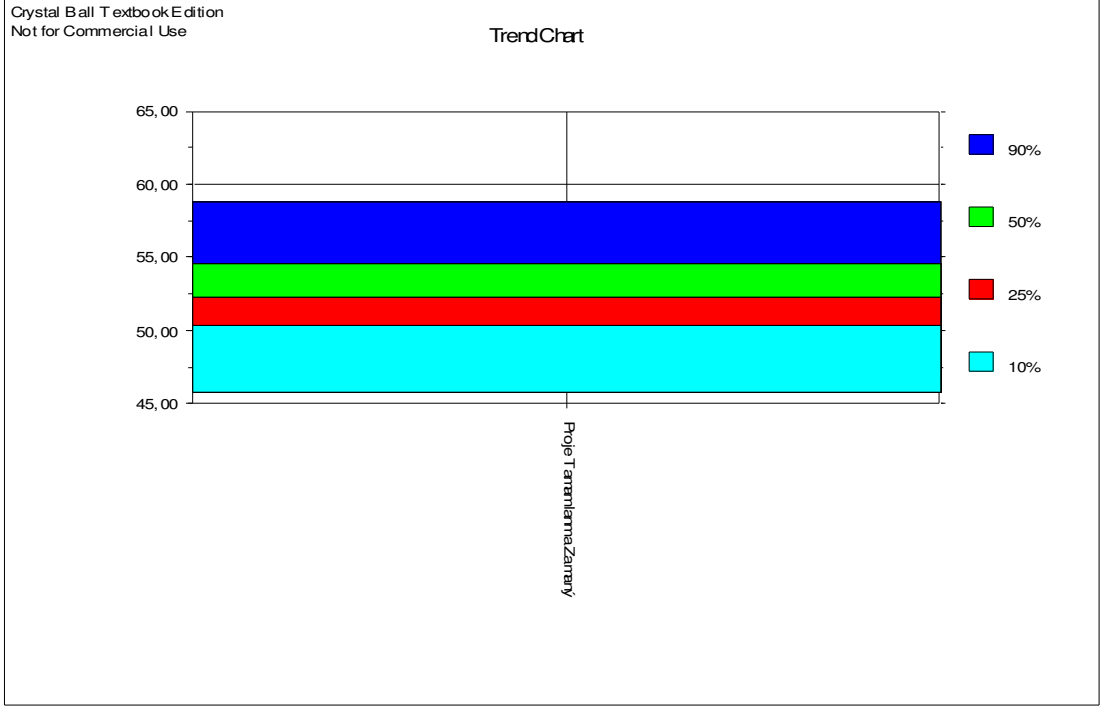
Proje tamamlanma zamanının kesinlik bantları arasındaki kümülatif değerleri ile proje yaklaşık;

%10 kesinlik ile 45-51 gün

%25 kesinlik ile 51-52,5 gün

%50 kesinlik ile 52,5-54 gün

%90 kesinlik ile 54-58 gün arasında tamamlanacaktır.



Şekil 3.17 Proje Tamamlanma Zamanı Trend Analizi Diyagramı
(Kaynak: Crystal Ball, Report)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

A.SONUÇ

Çalışmanın ilk bölümünde risk ve belirsizlik tanımları ve risk ve belirsizliğin nedenleri, ikinci bölümde risk ve belirsizlik ile ilgili geleneksel yaklaşımlar, üçüncü bölümde proje analizinin olasılıklı uygulaması ve daha ileri teknikler verilmiş, diğer bölümlerde de risk analizinde simülasyon tekniklerine değinilmiş ve risk analizine uygulama açısından yaklaşmıştır. Burada risk analizi konusunda tartışılan temel düşünceler biraraya getirilip bir çerçeve içinde sunulacaktır.

İlk olarak, risk analizinin en önemli üstünlüğü sorunun yönetimce tasarlanması ve anlaşılması konusunda yönetsel bir çaba gerektirmesidir. Bu karar öncesi çabalar çok önemli olup, risk analizi sürecinin en çok zaman alan aşamasıdır.

İkinci olarak, sorun modellendikten sonra risk simülasyonu bir çözüm yaklaşımı olarak kullanılabilir. Risk simülasyonunun çıktısı, projenin riski konusunda ayrıntılı bilgi sağlar. Bu çıktı, yönetimin projenin niteliği, maliyeti, proje tamamlanma zamanı ve önemli belirsiz değişkenler konusunda daha bilgili kılınmasını sağlar.

Risk simülasyonun yöneticiler için de bir çok yararı vardır. Öncelikle yöneticiler, kendilerine sunulan net şimdiki değer (NŞD) olasılık dağılımını değerlendirerek; projeyi düşük, orta, yüksek gibi risk sınıflarına ayırabilirler. Bu sınıflandırma daha sonra uygun iskonto oranının seçimine yardımcı olabilecektir.

Ayrıca risk simülasyonu bir duyarlılık analizi yöntemi olarak yararlı olup, projenin daha iyi anlaşılmasını sağlar.

Stratejik risk ve karar analizi finans ya da bir başka alanda kullanılan bir yöntem olmayıp; bir örgütün geleceğe yönelik kararları, stratejileri ve büyüme yolları konusunda sorun çözme stratejik düşünmeyi geliştirmek amacıyla kullanılabilen bir yaklaşımdır. Risk analizi; finans, muhasebe, pazarlama ya da bir başka işlevsel sorun olarak sınıflandırılmayan karmaşık işletme sorunlarının tasarlanması için bir araç olup; tüm yöneticilerden, tüm disiplinlerden ve dış kaynaklardan alınan girdileri

yoğun bir biçimde kullanır. Bu nedenle risk analizi çok disiplinli bir yaklaşım olarak kabul edilmelidir.

Risk analizinin yanında ve karşısında olan bazı görüşler vardır. Risk analizinin yanında olan görüşleri şöyle özetleyebiliriz:

- Karar verme konusunda sistematik ve mantıksal bir yaklaşım sağlar,
- Özellikle karmaşık karar sorunlarında seçeneklerin ayrıntılı bir analizini olanaklı kılar,
- Karar vericinin risk ve belirsizlikle gerekçi bir biçimde karşı karşıya gelmesini sağlar,
- Örgüt içinde iletişime yardımcı olur,
- Bir karar sorunu için ne kadar bilgi toplanacağını karar vericiler tarafından belirlenmesini sağlar,
- Karar vermede yargı ve sezginin anlamlı bir biçimde sunulmasını sağlar.

Risk analizinin karşısındaki görüşler ise şöyledir:

- Sorunun formüle edilmesine yardımcı olacak pek fazla kural getirmez.
- Yalnızca karmaşık karar sorunları için yararlı olup, bazen çok zaman harcanmasını gerektirir,
- Bazı işletme örgütlerince kabul görmemiştir,
- Olasılık hesaplamalarını elde etmede bazen güçlükler olabilir,
- Yöneticiler risk analizi sürecinin çıktısını yorumlamada güçlükler çekerler.

Risk analizinin bir işletmede uygulanabilmesi aşağıdaki önerilerin uygulanmasına bağlıdır:

- Yöneticilerin risk analizi ile ilgilenmeleri ve risk analizinin değer ve yararlarını öğrenmeleri için belli bir eğitim görmeleri gerekir;
- Karar sorunun doğru bir biçimde tanımlanıp tasarlanmasından emin olunmalıdır;
- Olasılık hesaplarından önce kurulan modelin sorunu gerçekçi bir biçimde yansıtması sağlanmalıdır;

- Karar vericilere, olasılık hesaplamalarını elde etmeden önce, olasılığın kavram ve anlamı üzerinde ayrıntılı bir eğitim verilmelidir;
- Belirsiz değişkenlere olasılıklar atanmadan önce yöneticiler değişkene ilişkin ayrıntılı bilgiye ulaşabilmelidir. Bu bilgiler firmanın muhasebe bilgi sistemlerinden çıkarılabileceği gibi, diğer bilgi sistemleri ile işletme dışı bilgi kaynaklarından sağlanabilmelidir.

B.ÖNERİLER

Uygulanan örnekten de anlaşılacağı gibi Risk Analizi karar vericiye proje için öngördüğü çıktının ne kadar gerçekçi olduğunu, verdiği en alt ve en üst sınırlar arasında projenin başarı olasılığının ne olduğu konusunda bilgi sağlamaktadır.

Örnekte Kansan makine imalat Sanayi ve Tic. tarafından verilen makine imalat projesinin maliyet ve makine imalatının tamamlanma süresi incelenmiştir.

Kansan Makina'nın proje maliyeti için öngördüğü toplam makine maliyeti 65.0008 YTL.'dir. Crystal Ball Monte Carlo Simülasyonu ile toplam makine maliyetinin 100 denemelik sonucunu veren istatistikler incelendiğinde makine maliyeti olasılık aralığı en az 62.044,59 YTL ile 75.137,42 YTL. Arasında olup ortalama 67.584,52 YTL. Olarak bulunmuştur. Buna bağlı olarak sonuçlar incelendiğinde firmanın öngördüğü maliyet ancak yaklaşık %25 olasılıkla gerçekleşmektedir.

Bu yüzde gerçekçi bir firmanın dikkate alması gereken %80 olasılık değerinden çok aşağıdadır.

Diğer taraftan proje tamamlanma süresi yani bir makinenin tamamlanması için gereken süre firma tarafından öngörülen 55 güne ancak %5 olasılıkla ulaşabilmektedir. Bu durumda gerçekçi bir firmanın dikkate alması gereken %80 olasılık değerine karşılık gelen 57 günden daha az bir sürede bitirileceği öngörülmüştür.

Bu da gösteriyor ki, firma Risk Analizi yöntemi ile çok daha gerçekçi sonuçlara ulaşabilir.

KAYNAKÇA

ALPAN, Nihat B.: " Simulation Method as Technique in Risk Analysis of Project Evaluation Process", Yüksek lisans tezi, 1994, s: 19-52.

BREALEY, R.A.: and MYERS, S.C:" Principles of Corporate Finance", McGraw-Hill Book Company, 1988.

BURKE, Rory: "Project Management", John Wiley & Sons, Third Edition, 1999, s:105

CANADA, John R.:" Intermediate Economic Analysis For Management and Engineering", New Jersey: Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, 1971.

CHARETTE, Robert N.: "Applications Strategies for Risk Analysis", Intertext Publications, 1990, s:15

ERSARİ, Mehmet A.: "Risk Analysis in Constuction Business", Yüksek lisans tezi, 1996, s: 22-29

EVANS, James R.-OLSON, David L.: "Introduction to Simulation and Risk Analysis", Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1998, s: 81-120

EVERETT, Michael D.: "A Simplified Guide To Capital Investment Risk Analysis" Planning Review, 14,1986, July, s:32-36

FABRYCKY, W.J., and THUSEN, G.J: "Economic Decision Analysis", New Jersey: Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs.

GOLDMAN, Lawrence I.:"Crystal Ball Professional Introductory Tutorial", Proceedings of 2002 Winter Simulation Conference", 2002.

- GREY, Stephen: "Practical Risk Assessment for Project Management", John Wiley & Sons, 1995, s: 41-100
- HARRISON, Ian W.: " Capital Inverstment Appraisal", Harwrđ Business Review, No:42 Jan-Feb, 1973, s:81-94
- HERTZ, David B. "Risk Analysis in Capital Investment", Harward Business Review, No:42, 1964, Jan.-Feb. s:81-94
- HODDER, J.E.: and RIGGS, H.E.:" Pitfalls in Evaluating Risky Projects", Harward Business Review, No:63, 1985, Jan- Feb, s:128-135
- KRANTZ, L.: " Risk Management Through Simulation- the underused management tool", Industrial Manager Data System, 1984, Sept.-Oct. s:13-14
- MAYLOR, Harvey: "Project Management", Prentice Hall, Third Edition, 2003, s:196-206
- ÖZTÜRK, Ahmet: "Yöneylem Araştırması", Ekin, 1997,s: 283-300
- POILQUEN, Lois Y.: "Risk Analysis in Project Appraisal", World Bank Staff Occasional Papers Number Eleven,1970.
- ROSE, L.M., 1976. "Engineering Investment Decisions- Planning Under Uncertainty", Elsevier Scientific Pub. Company.
- SARISAN, Halil: "Risk Analysis in Project Evaluation", A.Ü.Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, Cilt XLIV, SAYI1-2, 1989, Ocak- Hziran, s: 99-118
- SEILA, Andrew F., and BANKS, Jerry:" Spreadsheet Risk Analysis Using Simulation", Simulation, 1990, September, s:163-170

TAHA, Hamdy A.: "Yöneylem Araştırması", Prentice Hall, Simon & Schuster/A Viacom Company Upper Saddle River, 1997, s: 258-265

TEVFİK, Arman: "Proje Değerlendirmede Risk Analizi ve Bir Simülasyon Uygulaması", Doktora tezi, 1988, s: 132-149

VOSE, David: "Risk Analysis: A Quantitative Guide", John Wiley & Sons, Second Edition, 2000, s: 335-347

WHARTON, F & ANSELL J.: "Risk: Analysis, Assessment and Management", John Wiley & Sons, 1992, s: 87-90