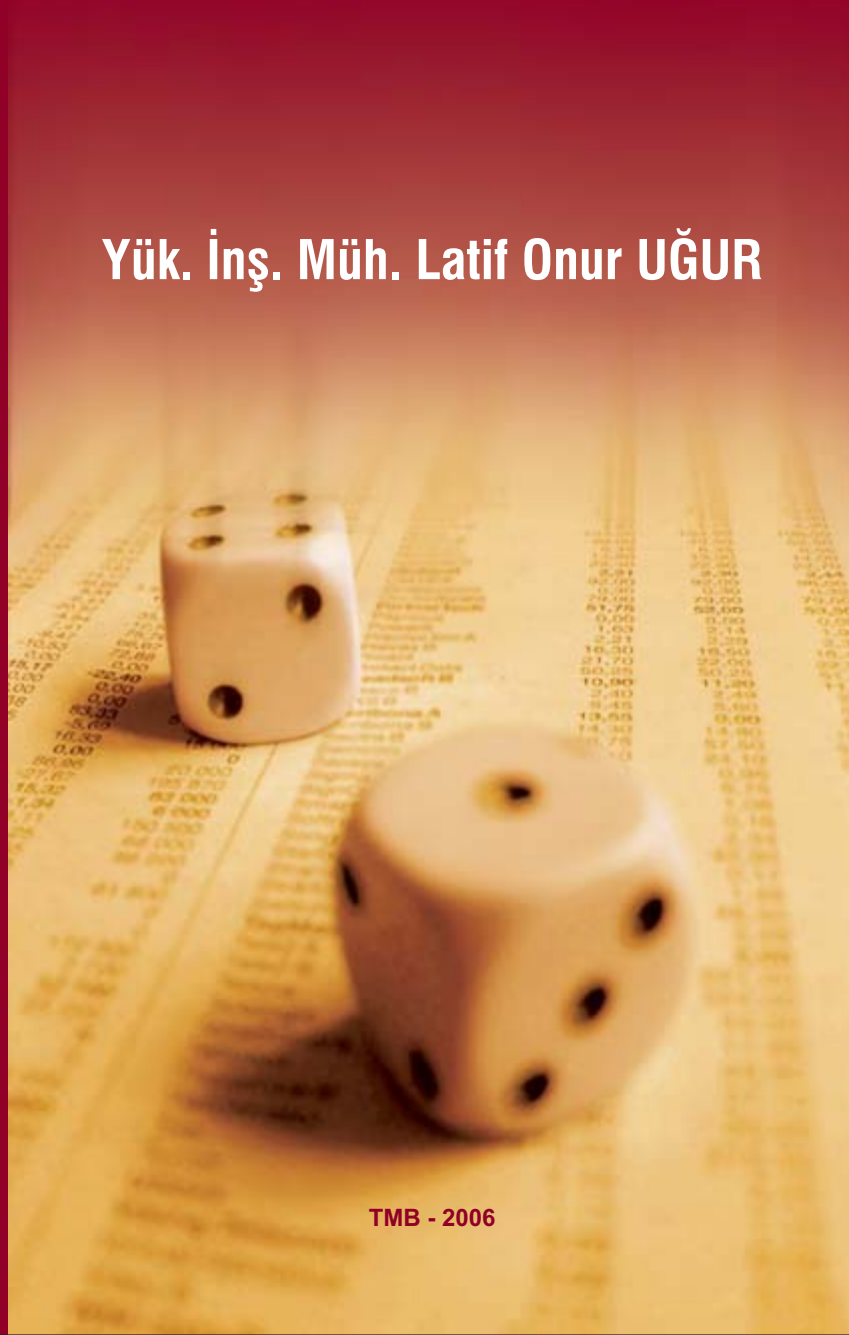


Türkiye Mühendisler Birliği

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE RİSKLER VE RİSK YÖNETİMİ

Yük. İnş. Müh. Latif Onur UĞUR



Bu kitap, 30 Kasım 2006 tarihinde Yük. İnş. Müh. Latif Onur UĞUR tarafından TMB Toplantı Salonunda gerçekleştirilen "İnşaat Sektöründe Riskler ve Risk Yönetimi" konulu eğitim semineri için hazırlanmış, basımı TMB tarafından gerçekleştirilmiş ve seminer katılımcılarına ücretsiz olarak dağıtılmıştır.

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE RİSKLER VE RİSK YÖNETİMİ

Seminer Notları

Yük. İnş. Müh. Latif Onur UĞUR

SUNUŞ

Türkiye Mütcaahhitler Birliği'nin faaliyetlerine yön veren iki temel ilkedcn birincisi yurtiçindeki ve dışındaki iş ortamlarının; ölkemizin, Türk inşaat sektörünün ve TMB üyelerinin kısa ve uzun vadeli yararları doğrultusunda biçimlenmesine katkı sağlamaktır. İkincisi: üyelerimizi yurtiçinde ve dışında güçlü kılmaktır. Onlara faaliyette buldukları pazardaki fırsatlardan yararlanmalarını ve tehditlere karşı koymalarını sağlayacak donanımı kazandırmaktır. Çeşitli etkinliklerimiz içerisinde eğitimin çok önemli bir yer tutmasının en önemli nedeni budur. Zira eğitim seminerlerimizin amacı hem rekabet gücünü, hem de üretimde kaliteyi ve verimliliği arttıracak bilgilerin üyelerimizin yararlanmasına sunulmasıdır.

Eğitim programlarımızın planlanmasında rekabet ortamının özellikleri ve beraberinde TMB üyesi firmaların ihtiyaçları dikkate alınmaktadır. Bu ihtiyaçların en iyi şekilde karşılanması için sektörümüzün hem ulusal hem de uluslararası düzeydeki bilgi ve deneyim birikimlerinden azami ölçüde yararlanılmaktadır.

Bu kitap Türk inşaat-taahhüt sektörüne araştırmacı, eğitici ve uygulayıcı olarak çok değerli hizmetlerde bulunmuş değerli bir uzman olan Yük. İnş. Müh. Latif Onur UĞUR tarafından hazırlanmıştır.

"İnşaat Sektöründe Riskler ve Risk Yönetimi" konusunda engin bir bilgi birikimine sahip olan değerli meslektaşımız Birliđimizin ricası üzerine bize zaman ayırmış ve 30 Kasım 2006 tarihinde vermiş olduğu eğitim semineri ile birikimini TMB üyeleri ile paylaşmıştır. Bununla da yetinmemiş, seminer notlarını derleyip kitap haline getirerek bize daha geniş bir hedef kitleye erişmek, seminerde sunulmuş olan bilgileri kurumsal belleğimize aktarmak ve böylelikle kalıcı kılmak imkanını vermiştir. Yüksek duyarlılığı ve değerli emekleri için kendisine Türkiye Mütcaahhitler Birliği üyeleri adına içten teşekkürlerimizi sunuyorum.

Biz mütcaahhitler tüm belirsizlikleri göze alarak ve geleceği göremeden geleceğe yönelik taahhütlerde bulunmayı gerektiren bir mesleğin mensuplarıyız. Bu nedenle "Risk Yönetimi" konusunun bizim için diğer meslek gruplarından çok daha önemli olduğuna inanıyorum. Eğitim programımıza katılmış olan üye firmalarımıza ve bu kitabı okumak imkanını elde eden tüm diğer meslektaşlarıma edindikleri değerli bilgileri hayata geçirmekte başarılar diliyorum.

Saygılarımla

M. Erdal EREN
Türkiye Mütcaahhitler Birliği Başkanı

ÖNSÖZ

Bir risk almak, aslında bir kumar oynamaktır. Ne yapılacağına karar verilmesi gerektiği durumlarda, karşı karşıya olunan riskin doğası ve düzeyi anlaşıldıkça, bu riskli duruma karşı daha iyi hazırlanılabilir. İhtimaller hesaplanır, tüm olgular tartılır, sahip olunan deneyim, bilgi ve tahmin gücünden faydalanmaya çalışılır. Risk, şans, belirsizlik, olasılık, seçim, ve karar ile yüz yüze gelinebilir. Bilinen ve bilinmeyen şeyler arasında bir ayırım yapılması gereklidir, zira bunların birbirine karıştırılması ciddi problemlere yol açabilir.

İnşaat faaliyetlerinin her bölümünde ve her anında, riskin kaynağı ve sonuçları ile ilgili, ister işveren tarafından verilen yatırım kararları olsun, ister mimar ve mühendisler tarafından uygulanan tasarım kararları olsun yada yatırım uzmanları tarafından önerilen ekonomik kararlar olsun; alınan kararlar, sayısız performans hedefleri içermektedir. Bu hedefler genellikle, zaman, para veya teknolojik kabiliyetler gibi kısıtlı kaynaklar için talep yaratarak, birbirleriyle çelişirler. Bir sonuca nasıl ulaşıldığı yada karar alma eylemi için seçilen yaklaşımın kullanımının doğrulanması ise çok seyrek olarak akıldan geçirilir.

Tüm karar alma tekniklerinin nihai amacı; olasılıkların, sonuçların ve finansal seçeneklerin karar alıcılara yol gösterecek bir çeşit bilanço oluşturmasıdır.

Bu çalışmada riskin bir perspektif içine oturtulması, risk ve belirsizlik ayırımının yapılması, risk yönetiminin ne olduğunun ve uygulama faydalarının ifade edilmesi, ülkemiz inşaat sektöründe risklerin ve risk yönetiminin nasıl algılandığının ve ne tip uygulamalar yapıldığının tespit edilmesi amaçlanmıştır; risk yönetiminde kullanılacak yöntemlerden bazılarının tanıtılmasına çalışılmıştır.

Teorik bilgilerin sunulduğu ilk üç bölümle sözleşme risklerinin ifade edildiği altıncı bölümde büyük oranda Roger Flanagan ve George Norman'ın "Risk Management and Construction" adlı eserinden faydalanılmış, yurdumuzda ve dünyada konu ile ilgili yapılmış bilimsel çalışmalardan geniş ölçüde yararlanılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın sonunda yer alan eklerde ise Yapım İşleri Genel Şartnamesi ve FIDIC İnşaat İşleri Genel Şartnamesi üzerinde yapılan sorumluluk ve risk dağılımlarına dair analizler, tablolar halinde sunulmuştur.

Çok geniş bir uygulama alanına sahip böyle bir konuda bir seminer vermek, buna ait bir seminer notu oluşturmak ve dinleyicilerle/okuyucularla paylaşmak gibi zor bir çabaya girişmekte beni yüreklendiren; bu notların basılı hale getirilmesinde ve paylaşılmasında yardımcı olan Türkiye Müteahhitler Birliği Başkanı Sn. Erdal EREN, Genel Sekreter Sn. Haluk BÜYÜKBAŞ ve Yardımcısı Sn. Leyla ÖZHAN'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Saygılarımla.

Yük. İnş. Müh. Latif Onur UĞUR

İÇİNDEKİLER

SUNUŞ	3
ÖNSÖZ	5
1. RİSKİN BİR PERSPEKTİF İÇİNE OTURTULMASI	10
1.1. Giriş	10
1.2. Risk ve İnşaat	10
1.3. Sözleşme ve Risk	13
2. RİSK VE BELİRSİZLİK	14
2.1. Risk ve Belirsizliğin Tanımı	14
2.2. Risk Alma ile İlgili Bazı Temel Kurallar	14
2.3. Risk Almamanın Riski	15
2.4. Risk Biçimleri	15
2.5. Bilgi Eksikliğinin Ortadan Kaldırılması ve Risk	16
2.6. Olasılık	17
2.7. Belirsizliğin Riske Dönüştürülmesi	17
2.8. İnşaat Endüstrisinde Karar Alma	18
2.9. Risk Alma İle İlgili Üç Ana Etken	19
2.10. Belirsiz Durumlarla Başa Çıkmak İçin Neler Yapılabilir	19
2.11. Karar Alma İşleminin Bazı Temel Bileşenleri	19
2.12. Sezgi	19
2.13. Risk ve Sezgi	21
2.14. Uzmanlar ve Deneyim	21
2.15. Model Geliştirilmesi	21
2.16. Bilgiye Tepki Göstermek	21
2.17. Geleceği Tahmin Etmek İçin Geçmişe Bakmak	21
2.18. Bilgi Tipleri	23
2.19. Bir Problemin Çözümü İçin Karar Modelinin Oluşturulması	23
2.19.1. Çerçevenin Belirlenmesi	23
2.19.2. Formülasyon	24
3. RİSK YÖNETİM SİSTEMİ	26
3.1. Bir Risk Yönetimi Yapısının Geliştirilmesi	26
3.2. Riskin Tanımlanması	27
3.3. Risk Kaynakları	28
3.3.1. Kontrol Edilebilir ve Kontrol Dışı Riskler	29
3.3.2. Kaynaklar ve Etkiler	29
3.4. Bağımlı ve Bağımsız Riskler	30
3.5. Riskin Sınıflandırılması	30
3.6. Risk Tipleri	31
3.7. Riskin Doğuracağı Etki	33
3.8. Risk ve Genel Çevre	33
3.9. Piyasa/Endüstri Riski	34

3.10. Şirket Riski	34
3.11. Proje Riski ve Bireysel Risk	34
3.12. Riskin Sonucu	34
3.13. Risk Analizi	35
3.14. Risk Tepkisi	38
3.14.1. Riskin Elde Tutulması	40
3.14.2. Riskin Azaltılması	40
3.14.3. Risk Transferi	41
3.14.4. Riskten Kaçınma	41
3.15. Risk Tutumu	42
4. ÜLKEMİZ İNŞAAT SEKTÖRÜ AKTÖRLERİNİN SORUMLULUK, RİSK, RİSK YÖNETİMİ ALGILAMALARI, YORUMLARI VE UYGULAMALAR	44
5. RİSK YÖNETİMİNDE KULLANILABİLECEK ARAÇ VE TEKNİKLERDEN BAZILARI	47
5.1. Büyük Resmi ve Detayları Görebilmek	47
5.2. Karar Alma Teknikleri	48
5.2.1. Risk Primi	48
5.2.2. Karar Analizi	49
5.2.3. Algoritmalar	49
5.2.4. Araç Sonuç Zinciri	49
5.2.5. Beyin Fırtınası	51
5.2.6. Pareto Analizi	52
5.2.7. Neden-Etki (Balık Kılıcı) Diyagramı	53
5.2.8. Karar Matrisi	53
5.2.9. Karar Ağaçları	56
5.2.10. Duyarlılık Analizi	57
5.2.11. Örümcek Diyagramı	58
5.2.12. Portföy Teorisi	60
5.2.12.1. Portföy Analizi'nin İnşaat Sektöründe Uygulaması	60
5.2.13. Başabaş Analizi	61
5.2.14. Senaryo Analizi	62
5.2.14.1. Türkiye'de İnşaat Sektörünün Sayısal Analizinin Yapılması İçin Esas Alınan Senaryo Analizi Esasları	64
5.2.15. SWOT Analizi	65
5.2.15.1. SWOT Analizinde İç-Dış Durum Değerleri	65
5.2.15.2. SWOT Analizinin Etkinliği ve Başarısı	66
5.2.16. CPM İle Planlanan İnşaat Projelerinin Süre-Maliyet Değişimlerinin Değerlendirilmesi	67
5.2.16.1. İnşaat Projelerinin Maliyetleri	68
5.2.16.2. Uygulama	69
5.2.16.3. Sonuç	74

5.2.17. İhalelerde Uygun Teklif Bedelinin Grafikler ve Regresyon Analizi Yardımı ile Belirlenmesi	75
5.2.17.1. Tablo ve grafiklerin kullanımı	76
5.2.17.2. Regresyon Analizi	84
5.2.18. PERT Yöntemi Yardımı İle Proje Tamamlanma Süresi Olasılığının Hesaplanması	88
5.2.18.1. PERT Tekniği	88
5.2.18.2. PERT Şebekesinde Kritik Yol'un Belirlenmesi	90
5.2.18.3. PERT Şebekelerinde Olasılık Kavramı	91
5.2.18.4. Örnek Uygulama	92
5.2.19. Monte Carlo Simülasyonu Yardımı İle Maliyet ve Süresel Modellemeler Yapılması	97
5.2.19.1. Proje Maliyet Kalemlerinde Yaşanan Değişimler	97
5.2.19.2. Örnek Proje Maliyet Simülasyonu	98
5.2.19.3. Örnek Proje Süre Simülasyonu	107
5.2.20. Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Yapı Maliyetlerinin Tahmin Edilmesi	109
5.2.20.1. Yapay Sinir Ağları	109
5.2.20.2. Uluslararası ve Ulusal Uygulamalar	113
5.2.20.3. Uygulama	115
5.2.20.4. Sonuç	117
5.2.21. Beklenmedik Durum Planlanması (Eğer Olursa Planları)	118
5.2.21.1. Beklenmedik Durumlar İçin Rezerv Yapılması	118
6. SÖZLEŞMELER ve RİSKLER	120
6.1. Uyuşmazlık ve Çelişkiler	120
6.2. Sözleşmenin Amacı	120
6.3. Temel Riskler, Yükümlülükler ve Sorumluluklar	121
6.4. Sözleşmelerdeki Risklerin Transferi yada Dağıtımı	121
6.5. Sözleşme Çeşitleri	122
EKLER	
EK 1. Yapım İşleri Genel Şartnamesi Sorumluluk Dağılımı	126
EK 2. FIDIC İnşaat İşleri Genel Şartnamesi Sorumluluk ve Risk Paylaşımı	138
KAYNAKLAR	152

1. RİSKİN BİR PERSPEKTİF İÇİNE OTURTULMASI⁽¹⁾

1.1. Giriş

Bir projeyi ilk yatırım tahmini aşamasından alıp tamamlama ve kullanıma sokma işlemi; karmaşık, genellikle siparişe bağlı ve beraberinde zaman gerektiren tasarım ve üretim işlemleri içermektedir. Bu süreçte değişik yetenek ve ilgi alanlarına sahip çok sayıda insana ihtiyaç duyulur ve birbirinden farklı ancak ilişkili, geniş bir yelpazedeki pek çok işin koordinasyonu gerekir. Tüm bunların yanında bu karmaşıklık pek çok dış, kontrol edilemeyen etken tarafından artırılır.

İnşaat işinin doğasında var olan risklere bakıldığında, riskin tanımlanması, analiz edilmesi ve tepki verilmesi için kullanılan yönetim tekniklerinin bu endüstride yalnızca son on yılda kullanılmaya başlamış olması şaşırtıcıdır. Pek çok kimse, riskin iş dünyasında karar alma mekanizmasında kilit bir rol oynadığına katılacaktır: kayıp riski, daha çok getiri beklentisini kuvvetlendirecektir. Riski neyin oluşturduğu konusunda ise daha az fikir birliği bulunmaktadır. Bu konu çok fazla gündemde olmasına ve hakkında çok konuşulmasına rağmen somutlaşmamıştır. Risk, kendini zaman içinde ve işlemler boyunca değişen pek çok biçimde ortaya koyabilir. Özellikle, belirsizlikten doğmakta ve buna bağlı olarak bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır.

Riskin altında yatan teorik kavramlarla ve belirlenip yönetilmesi ile ilgilenen pek çok görüş mevcuttur. Teori ve risk yönetimi ile ilgili önerilen teknikler ile kişilerin uygulama esnasında yaptıkları arasında bir boşluk bulunmaktadır. Sezgi, uzmanlık ve yargı, karar alma işlemini her zaman etkileyecektir. Ancak, inşaat endüstrisinde risk yönetimi tekniklerinin uygulamaya konmasını olanaklı kılacak bir araçlar topluluğuna ihtiyaç duyulmaktadır.

Risk içeren bir durum düşünülmesi gerekse akla, muhtemelen ilk olarak paraşütle atlama veya motosiklet yarışı gibi fiziksel olarak tehlikeli sporlar gelecektir. Yada poker, rulet veya borsada oynanan kumarlar örnek verebilir. Bunun yanında davranış bilimciler, toplumun kolaylıkla bu şekilde tanımlamayacağı, örneğin evlilik gibi risk alınan kurumlara işaret edebilirler.

Bu nedenle risk kavramı, sonuçları belirsizlik içeren hemen hemen her türlü insani karar alma eylemine uygulanabilir. Bu belirsizlik, karar alma işleminin zorunlu bir özelliği olan geleceğe yönelik olmasından kaynaklanmaktadır ki, gelecek kendi özünde belirsizlik içeren bir kavramdır. Bu nedenle zaman, risk ile uğraşılırken göz önünde bulundurulması gereken merkezi bir değişkendir.

Karar alma işlemi, sonucun taşıdığı öneme bağlı olarak sezgisel, pragmatik (faydacı), dogmatik (inançlara dayalı), tamamen akılcı yada bilimsel olabilir. En önemli iki soru projeden elde edilecek getirilerin riskleri karşılayıp karşılamadığı ve her şey ters gittiği takdirde kaybın boyutunun ne olacağıdır. Açıktır ki karar alıcının risk algısı, kumardaki varyanstan çok, kayıp olasılığı ve bu kaybın miktarı tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle riski, karar alma işleminde bir yardımcı olarak niceleyen teknikler daha önemli hale gelmiştir. Bu teknikler, hem etkenlerin değerlendirmeye dahil edildiği mevcut şartlara, hem de bir öneri ile ilgili olarak, tamamen aynı durum ve bilgi dahilinde iki kişinin neden farklı kararlar aldığı açıklayacak uygun bir anlayış üzerine kurulmalıdır.

1.2. Risk ve İnşaat

İnşaat endüstrisinin içinde yer alan kimseler iki farklı grup oluştururlar. İnşaat işini yaptıran işverenler ve bina, yol, köprü vb. yapıların ortaya çıkmasında çeşitli faaliyetlerin sorumluluğunu alan firmalar. Bu gruplar elbette ki heterojen bir yapı gösterir. İşveren, devlete ait bir biriminden, büyük bir imar firmasına

veya sadece bir ev sahibine kadar herkes olabilir. Firmalar bünyelerinde mimarlar, mühendisler, diğer teknik ve idari elemanlar ve geniş bir yelpazede altyükleniciler ve tedarikçiler gibi uzmanları barındırırlar.

İşverenler için risk yönetiminin ilişkisini görmek kolaydır. Bir işveren inşaat endüstrisini kullanırken bir yatırım kararı almaktadır: örneğin, prestijli bir iş merkezi veya yeni bir otel yaptırmak için iş verip vermeyeceği ile ilgili bir karar... Bu işe bağlanan para, bunun yerine banka faizine, hazine bonolarına yatırılabilir veya finansal değerlerden oluşan bir piyasa portföyünde değerlendirilebilir. Bir binaya yapılacak yatırım ile ilgili alınacak karar, bu nedenle söz konusu finansal piyasaların sunduğu en iyi getiri ile rekabet edebilecek bir risk/getiri profiline sahip olmalıdır.

Firmalar için bu tanımlama, bu kadar kolay ortaya konabilecek bir yapıda olmasa da aynı derecede geçerlidir. Bir inşaat projesi ihalesinde teklif sunan bir firma, başka türlü potansiyellere sahip kaynakları (iş gücü ve sermaye), bu iş için kullanmak üzere taahhüt etmektedir. Gelir ve harcamalar arasındaki açığın kapatılması için, eğer elde ediliyorsa, kâr gelecekte ortaya çıkana kadar paranın borç alınması gerekebilir veya rezervler kullanılır. Firmanın kendine ait finansal kaynaklarının kullanımı ile ilgili olarak, işveren için belirtilen durumlar, aynen (işveren gibi kaynaklarını finansal piyasalara yatırabileceği için) geçerlidir. Firmanın iş gücü gibi maddi kaynakları borç aldığı veya taahhüt ettiği durumlarda, borç almanın potansiyel getirisi ile maliyeti ve/veya bu projenin potansiyel getirisi ve diğer koşullarda alınabilecek projelerin potansiyel getirileri arasında bir karşılaştırma yapılmalıdır. Bu durum bir kez daha, etkin risk yönetimi risk/getiri profillerinin karşılaştırılmasını gerektirir.

Pek çok organizasyon kendisini riskten yalıtıma çalışır. Kendilerini, beklenmeyen maliyetleri başkalarının üzerine yükleyecek biçimde konumlandırır. Artan maliyetler fiyat artırımını ile tüketicilerin üzerine aktarılır. Alt yükleniciler, en ucuz fiyatı elde etmek amacıyla birbirleri ile yarıştırlır...

Bu yaklaşım geçmişte oldukça iyi yürümüş olabilir, ancak uluslararası rekabet kuvvetlendikçe yükselen maliyetlerin tüketiciler üzerine yüklenmesi de gittikçe zorlaşmaktadır. Finansal riskin, en az direnç gösterme şansına sahip grup olan alt yükleniciler üzerine kaydırılması, yüksek düzeyde güven ve taahhüdü teşvik etmemektedir. Riskin tanımlanması, analiz edilmesi ve paylaşılmasının, daha açık ve daha profesyonelce yapılması gerektiği bir döneme gelmiş bulunmaktadır. Fakat ne yazık ki, inşaat endüstrisinde yapılan çoğu risk tanımlama ve değerlendirme işleminin örneğin bir para piyasasında gerçekleşen analizin sahip olduğu kaliteye kıyasla çok daha zayıf olduğu görülmektedir.

İnşaat endüstrisinde risk ile baş etmenin geleneksel olarak başlıca dört yolu bulunduğu ifade edilmektedir;

- Fiyata yüksek bir risk primi ekleyerek her türlü olası sonucun hesaba katıldığı **şemsiye yaklaşımı**,
- Başların kuma gömülüp herşeyin yolunda gideceğinin varsayıldığı **devekuşu yaklaşımı**,
- Mevcut bütün süslü analizlere güvenmek yerine içten gelen sese ve sezgilere güvenmeyi öneren **sezgisel yaklaşım** ve
- Kontrol dışı riske odaklanan ve gerçekte durum öyle olmadığı halde herşeyin zorlanarak kontrol edilebileceğini ifade eden **kaba kuvvet yaklaşımı**.

Bugün bu yaklaşımları kullanarak ayakta kalabilecek firma sayısının çok da fazla olabileceği düşünülememektedir. Müşteri talepleri her geçen gün artmakta ve herkes taşıdığı riskin daha da fazla farkına varmaktadır.

Risk yönetimi, proje amaçlarının yerine getirildiğinden emin olmak için yapılabilecek her şeyin, kesin olarak yapılmasının garanti altına alınmasını amaçlamaktadır. Bir risk ortaya çıkarıldıktan ve

tanımlandıktan sonra risk olmaktan çıkar ve artık bir yönetim problemi haline gelir.

Bir inşaat projesinde tipik olarak rastlanan riskler arasında şunlar yer alır;

- Taahhüt edilen tasarım ve inşaat zamanında işin sonuçlandırılmaması,
- Beklenen taslak planının, detaylı planın veya bina yasal onaylarının tasarım programında izin verilen süre içinde alınamaması,
- Projenin gecikmesine neden olan beklenmeyen, ters zemin koşulları,
- Projenin gecikmesine neden olan aşırı derecede sert hava koşulları,
- Yasal grevler,
- İş gücü ve malzemede beklenmeyen fiyat artışları,
- İşin tamamlanmasının ardından bir kiracı/işletmeci bulunamaması,
- Operatörlerden birinde fiziksel bir yaralanmaya neden olan bir kaza,
- Yapıda, kötü işçilikten doğan örtülü eksik ve hatalar,
- Force Majeure (sel, deprem, vs.),
- Müteahhit tarafından, tasarım ekibinin tasarım detaylarının geç tamamlamasından kaynaklanan kayıp ve harcamaların karşılanması yönünde talep,
- Projenin, müşterinin bütçesinin izin verdiği sınırlar dahilinde tamamlanamaması.

Risk kaynaklarının riskin etkilerinden ayrılması önemli bir konudur. En sonunda, bir projede karşılaşılan tüm risk, aşağıdakilerden bir veya bir kaç ile ilişkilidir;

- Maliyet bütçesi / öngörüsü / tahmini / teklifi dahilinde kalamamak,
- Onaylar, tasarım, inşaat ve yerleşim için şart koşulan süreler dahilinde kalamamak,
- Kalite, işlev, amaca uygunluk, güvenlik ve çevrenin korunması için gerekli olan teknik standartların karşılanamaması.

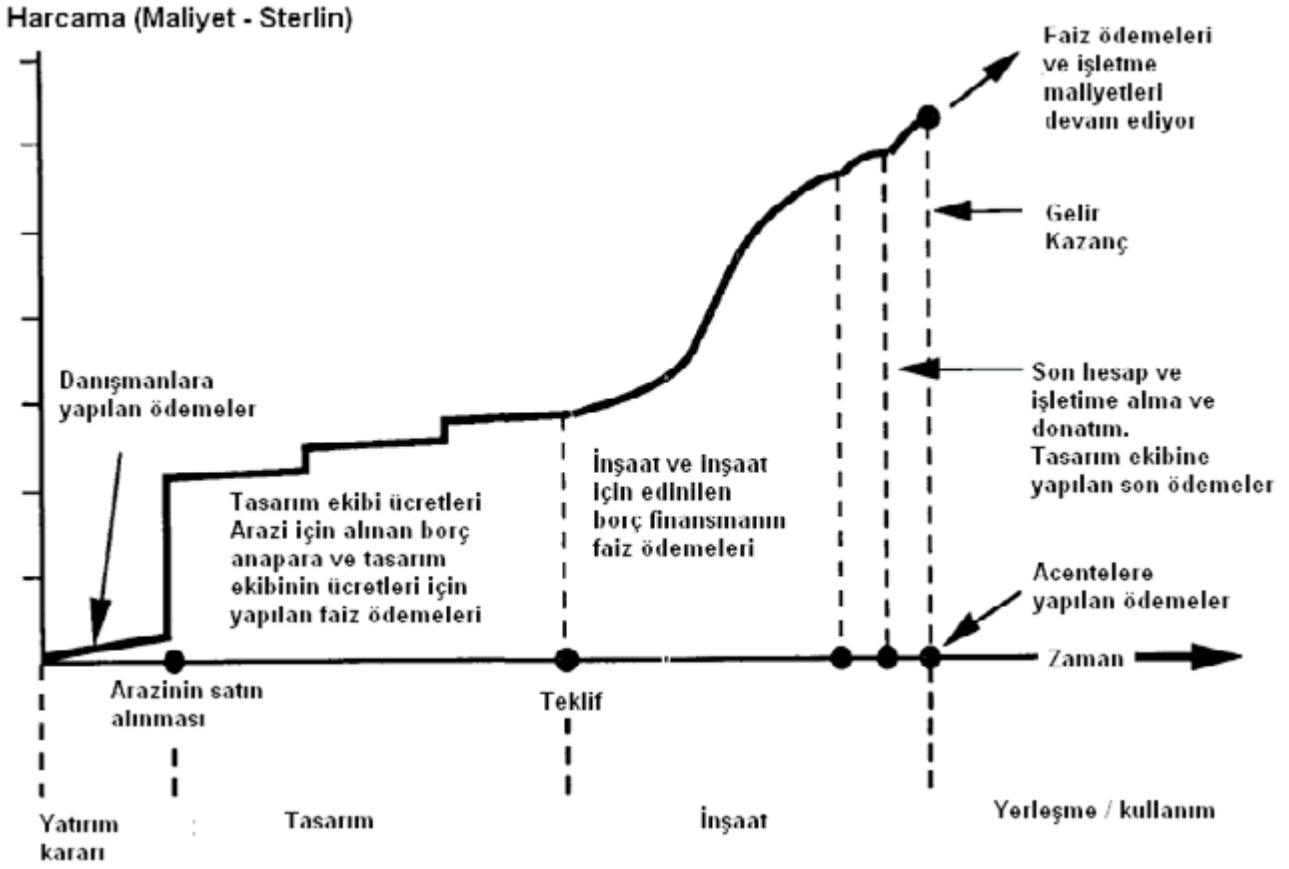
Pek çok durumda, ters giden olayların etkileri finansal kayıp şeklinde ortaya çıkmaktadır. Profesyonel danışmanların, müteahhitlerin, taşeronların ve tedarikçilerin görevi; aksaklığın meydana gelmesine yol açabilecek birbirinden ayrı risk kaynaklarını belirlemek ve bu riskleri taşıyabilecek en uygun organizasyonu sağlayacak bir risk yönetim stratejisi geliştirmektir.

Risk ve belirsizlik yalnızca büyük projelerde ortaya çıkmaz. Büyüklük, düşünülmesi gereken önemli bir konu olmasına rağmen, yerleşim, karmaşıklık, inşa edilebilirlik, ve binanın tipi gibi faktörlerin tümü riske etki edebilir. Karmaşık yapıları, yüksek seviyede bakım gerektiren, pahalı bir hastane ameliyathanesinin, aynı maliyet bedeline sahip bir ambardan; inşaat maliyeti ve tamamlanma süresinin aşılması gibi açılardan, daha fazla risk taşıyacağını düşünmek yanlış olmaz.

Ayrıca, iki ayrı inşaat projesinin birbirinin tamamen aynısı olması çok az rastlanan bir durumdur. Doğaları gereği yapıım projeleri birbirlerinden farklıdır ki, bu da her projenin tamamen kendi başına düşünülmesi gerektiği anlamına gelir. Ancak, etkin bir risk yönetimi sistemi her türlü farklı projeye uygulanabilecek bir grup teknik içerir.

Şekil 1.1. 'de bir projenin yatırım kararı aşamasından yerleşme aşamasına kadar geçen aralıktaki nakit akışları gösterilmektedir. Tüm bu süreç boyunca işveren, harcamalarla karşılaşmaktadır ve yerleşime kadar herhangi bir gelir sağlayamamaktadır. Tasarruf özelliği, arazi ve binanın harcamayı kapsayacak artakalan bir değerinin olmasıdır. Faiz ödemeleri proje içindeki borç anaparasının miktarı ile ilişki halindedir. İşveren, tıpkı yüklenicilerin gelirlerini harcamalarının üzerinde tutmaya gayret etmeleri gibi, projedeki harcama ile geliri dengede tutmaya çalışır.

Şekil 1.1. Borç finansmanı ile yürütülen bir projedeki nakit akışı grafiği



1.3. Sözleşme ve Risk

Bir inşaat projesinde yer alan riskin büyük yükü müteahhit ile müşteri arasında düşer ve sigortacılar sık sık yangın veya çökme gibi düşük olasılıklı ancak büyük etkili riskleri taşırlar. Bir projenin yönetiminde herhangi bir riski alacak en uygun taraf, o riskin oluşmasına neden olan etkeni en doğru biçimde kontrol edebilecek taraftır. Örneğin sahadaki düşük inşaat verimliliğinin kontrol ve kabulü, genel müteahhidin yönetebileceği bir risktir.

Diğer taraftan, enflasyon gibi faktörler müteahhidin kontrolü dışındadır. Düşük enflasyon zamanlarında müteahhit riski taşıyacaktır, ancak müteahhidin teklif fiyatında enflasyon için ek bir ödenek bulunacak, ve buna ek olarak risk için bir ödenek niteliği taşıyan bir risk primi yer alacaktır. Alternatif olarak, yüksek enflasyon döneminde ve sabit fiyatlı bir teklif ile müteahhidin maruz kalınacak riskin etkisini karşılayacak kadar yüksek miktarda bir risk primini ilave etmesi gereklidir.

İşler ters gittiğinde herkes bunun neden bir başkasının hatası olduğuna dair çok güzel sebepler bulabilecektir, insan doğası bunu gerektirir. Olay gerçekleşikten sonra suçlunun peşine düşmenin pek faydası olmayacaktır. Herkes; projenin en başından, riskler ve sorumluluklar hakkında bilgi sahibi edilmelidir. Bir şirkete, ödeyebileceğinin ötesinde finansal yükler yüklemek anlamsız olacaktır.

2. RISK VE BELİRSİZLİK⁽¹⁾

2.1. Risk ve Belirsizliğin Tanımı

Karar alma işleminin gerçekleştiği çevre üç bölüme ayrılabilir;

- Kesinlik
- Risk
- Belirsizlik

Kesinlik durumu, yalnızca karar tarafından kapsanan süre zarfı içinde ne olacağı kesin olarak söylenebiliyorsa mevcuttur. Bu durumla, doğal olarak, inşaat endüstrisinde pek sık karşılaşılmaz.

Karar alıcı ister sezgileriyle olsun, ister akılcı yolu kullanarak olsun; belli bir olayın gerçekleşme olasılığı için bir değer belirleyebiliyorsa, alınacak kararın **risk altında** alındığı konusunda genel bir fikir birliği mevcuttur. Risk, olasılık hesaplamalarında kendisine ait bir yere sahiptir ve uygun niceliksel bir ifadeyle belirtilebilir. Örneğin, geçmiş deneyimler göstermiştir ki 50 katlı bir iş merkezi Türkiye'de 30 ayda bitirilebilmektedir; öngörülen bu zaman içinde bir risk elemanı bulunmaktadır, ancak geçmişe ait veriler, karar alıcıya bu eylemin en azından bir parça kesinlik ile gerçekleştirilebileceğini söylemektedir. Başarı riski ve başarısızlık maliyeti, başarısızlık olasılığı kullanılarak hesaplanabilir.

Belirsizlik, bunun tersine, hiçbir tarihsel verinin veya geçmişte karar alıcı üzerinde düşünmekte olduğu, yaşanmış durum ile bağlantı taşıyan bir olayın bulunmadığı bir durum olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle durum türünün tek örneğidir. Bu duruma bir örnek, Çin Halk Cumhuriyeti'nde aynı 50 katlı iş merkezinin, 30 ay içerisinde inşası olabilir. Çin'de şimdiye kadar 50 katlı bir bina inşasını kapsayan bir projenin gerçekleştirilmemiş olmasının dışında, karar alıcı, Çin'deki inşaat endüstrisi hakkında hiçbir bilgi sahibi olmayabilir.

Bir şirketin pek çok belirsizlikler içeren bir ortamda çalışması gerekir. Amaç risklerin tanımlanması, analiz edilmesi ve bunlar üzerinde işletmenin gerçekleşmesidir. Bu nedenle şirket, belirsizliği riske dönüştürmelidir.

Her risk, aralarında ince bir çizgi bulunan bir tehdit ve bir meydan okumayı beraberinde getirir. Her bir fırsat, başarısızlığı öngörenler için bir tehdit iken kazanabileceğini düşünenler için bir meydan okumadır.

2.2. Risk Alma ile İlgili Bazı Temel Kurallar

- Az için çoğu riske atmayın,
- Her zaman daha ilerisini planlayın,
- Her zaman riskin hem kaynağını hem de sonuçlarını analiz edin,
- Beklenmedik durum planı olarak mutlaka alternatif seçenekleri değerlendirin,
- Hareketsizliğin mazereti olarak başka insanları kullanmayın,
- Yalnızca ilkelerin sebeplerine bağlı olarak risk almayın,
- Saygılığınızı yitirmekten korktuğunuz ve bunu önlemek için risk almayın,
- Asla bütçenizin kaybetmenize izin verdiğinizden fazlasını riske atmayın,
- Uzmanlardan tavsiye istemeye her an hazırlıklı olun,
- Bahisler ile deneyimlerinizin ve sezgilerinizin size söylediklerini birlikte değerlendirin,
- Riskin hem kontrol edilebilen hem de kontrol edilemeyen kısımlarını hesaba katın.

2.3. Risk Almamanın Riski

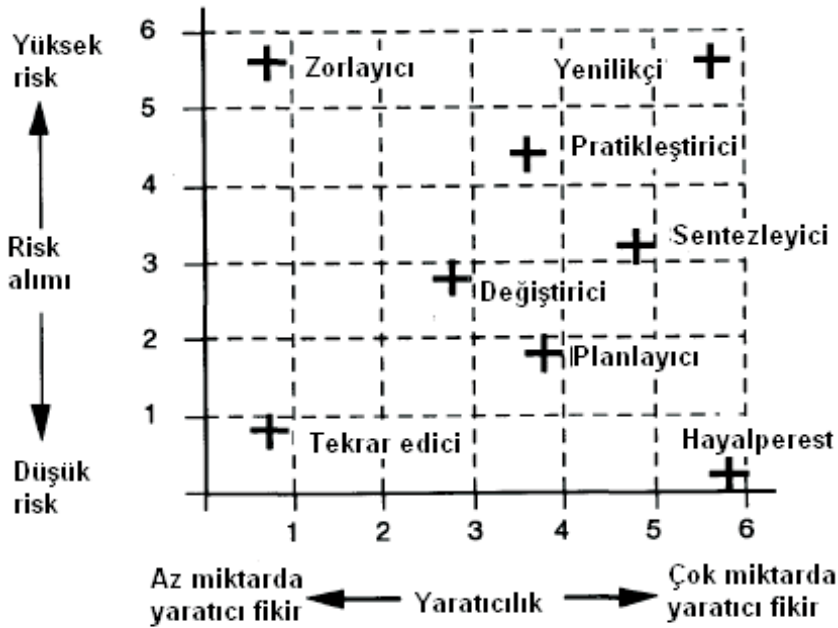
Eğer kişi uzun süre yataktan çıkmaz ve uzuvlarını kullanmazsa, uzuvlarını kullanma yeteneği tamamen körelebilir. Eğer hisler zorlanmazsa keskinliklerini kaybederler. Eğer kişi risk almazsa risk alma kapasitesini yitirir. İşte bu risk almama riskidir.

2.4. Risk Biçimleri

Risk alıcıların doğal bir eğrisi vardır, tamamen başkaları tarafından yönlendirilenlerden, başlayıp hemen hemen her zaman kendi içinden yönlendirilen, kendi kararlarını yalnızca kendileri verenlere kadar uzanan bir aralık bulunmaktadır.

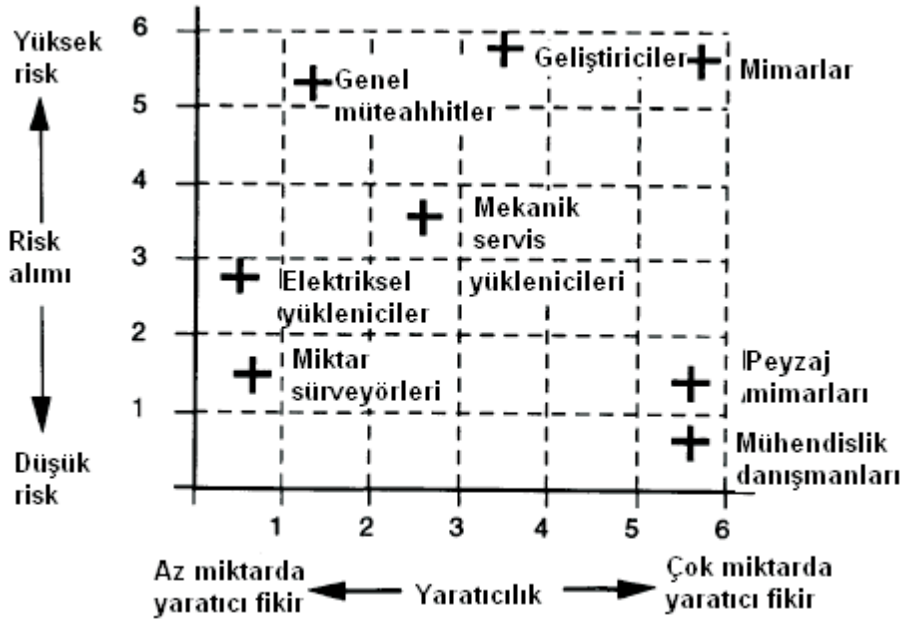
İnsanların risk alıcı, riske karşı nötr, ya da riskten kaçan sınıflarından hangisine dahil oldukları derinlemesine tartışılabilir bir konu olup genel bir yaklaşımla Şekil 2.1., insanların risk alma alışkanlıklarına ve yaratıcılıklarına göre nasıl genelleştirilebileceğini göstermektedir.

Şekil 2.1. İnsanlar ve risk



Şekil 2.2.'de bu fikir, inşaat endüstrisinde yer alan insanlara uyarlanmıştır. Mimarlar yaratıcıdır ve yüksek risk miktarlarına maruz kalırlar, bunun yanında tasarım mühendisleri yenilikçidir ancak uyulması gereken tasarım kurallarını takip ederek ve belirli güvenlik katsayıları ile sınırlı olarak çalışırlar.

Şekil 2.2. İnşaat sektörü ve risk



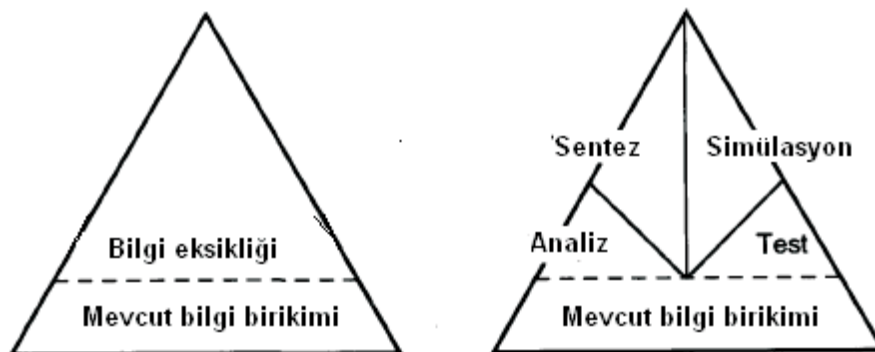
2.5. Bilgi Eksikliğinin Ortadan Kaldırılması ve Risk

Şekil 2.3. 'te yer alan üçgen şemalar, belirli bir durum karşısında herhangi bir eylemde bulunmadan önce sahip olunması gereken bilgi miktarını göstermektedir. Hepimiz bilgi düzeyimizin yetersiz kaldığı durumlara karşı karşıya kalırız. Örneğin Ankara'da yetişmiş ve atık su yönetimi konusundaki becerilerin satılması için Malezya inşaat piyasasına nasıl gireceğini düşünen bir teknik müşavir inşaat mühendisi olduğunu varsayalım. Teknik yayın organları Malezya'nın bu yeteneklere ihtiyacı olduğunu yazıyor olabilir ancak, acaba piyasaya girilmeli midir, ve cevap eğer evetse bu nasıl yapılmalıdır?

Bilgimiz bize piyasanın büyüklüğünü ve yakın zamanda takdir gören projelerin neler olduğunu söyleyebilir. Yerel mühendislere piyasada çalışmanın problemleri ile ilgili sorular sorulabilir, ancak halen nasıl iş alınabileceği bilinmemektedir. Bu durumda, detaylı analizlere dayalı bir strateji, bütçe ve kaynak planlaması geliştirilmesi gerekmektedir.

Bilgi eksikliğini ortadan kaldırmanın dört yolu vardır: **analiz**, **sentez**, **simülasyon** ve **test**. Bunlardan her biri, risk ile ifade edilmek istenene ışık tutar.

Şekil 2.3. Herhangi bir eylemde bulunmadan önce sahip olunması gereken bilgi miktarı



2.6. Olasılık

Olasılık, risk üzerindeki çalışmalarda önem taşıyan bir kavramdır ve ölçümlerinin uzun bir tarihçesi vardır. Tanımları, meydana gelen durumların, meydana gelebilecek tüm olayların toplam sayısına oranı şeklinde yapılan klasik deterministik kavramdan (bir zarın atılması veya para ile yazı tura atılmasında olduğu gibi), çok daha öznel, yargıya dayalı bakış açılarına değin uzanır. Bu iki yaklaşım arasında bir zıtlık olması gerekmez. Bazı durumlarda, örneğin hilesiz bir bozuk para ile yazı tura atılmasında muhtemel çıktılar önceden belirlenmiştir, ancak bir inşaatın maliyet tahmini gibi diğer durumlarda çıktılar çok daha belirsiz bir biçimde belirlenir. Bahsedilen ikinci tür durumlarda, sezgiye dayalı tahminler en az resmi tahminler kadar güvenilirdir, sezgisel dahi olsa zihinler, yargıları formüle etmek için olasılık kavramını kullanır.

Olasılığı günlük yaşantımızda da sık sık kullanırız. Örneğin hava tahmini yapan Meteoroloji Genel Müdürlüğü, belli bir günde yağmur yağması için % 30 şans olduğunu ifade edebilir. Bu, belli bir coğrafi alan içinde, tahminin içeriğinde kapsanan günler boyunca, günlerin % 30'luk bölümünde, aslında gerçekten önceden bilinen bir miktarda yağış düştüğünü; on günden yedisinde ise yağış görülmesi beklenmediğini ifade etmektedir. Olasılık teorisi, çıktıları şans tarafından etkilenen rasgele olaylar ile ilgilenir. Karar alma sırasında, olasılık kesinliğin yerine geçebilecek bir güç gibi davranabilir.

Olasılık teorisi ile ilgilenen iki ana yaklaşım bulunmaktadır;

- **Nesnel olasılıklar:** Bunlar olasılığın uzun vadeli oluşum sıklıkları ile ilişkilendirilmesi gerektiğini ifade eder. Bir başka deyişle, yalnızca, yüksek miktarda deneme içinde tekrarlanabilen olaylar, olasılıklar tarafından açıklanabilir. Bu nedenden dolayı, ancak tekrarlı gözlemlerin ardından olayların ve bunlarla ilişkili olasılıkların göreceli sıklıkları hakkında konuşulabilir.
- **Öznel olasılıklar:** Bu kavrama göre, bir olayın gerçekleşme olasılığı, karar alıcı tarafından mevcut deliller ışığında, bu olayın gerçekleşmesine duyulan inanç veya güvenin derecesidir. Bu sebeple, karar alıcı bir olayın gerçekleşme olasılığının çok küçük olduğunu hissettiği takdirde, bu gerçekleşme durumunun olasılığına sifira çok yakın bir değer verecektir. Eğer bu durumun tersine bir olayın gerçekleşme olasılığının çok büyük olduğunu hissediyorsa, bu olasılık değerine bire yakın bir değer atayacaktır. Öznel olasılıklar, kişinin doğru olduğuna inandığı inançların derecesini yansıtır. Öznel olasılıkları karar alma mekanizması esnasında kullanabilmek için bunların kesin, güvenilir, kontrol edilmiş ve kapsamlı olması gereklidir.

İnşaat endüstrisinde kararlar, genellikle öznel olasılıklar tarafından belirlenme eğilimindedir. Her bina kendine özgüdür; inşaat işi fabrikadaki üretim hatlarında olduğu gibi tekrarlı bir işlem değildir. Endüstride karşılaşılan pek çok durumda karar alıcı deneyimlerinden ve örneklerden yola çıkarak ve göreceli meydana gelme sıklıklarını kullanarak genel bir sonuca ulaşmalıdır. Şu anda mevcut bulunan tüm nesnel ve öznel kanıtlar öznel olasılıkların belirlenmesinde kullanılmalıdır ve bu olasılıklar, karar alıcının inançlarını yansıtmalıdır.

2.7. Belirsizliğin Riske Dönüştürülmesi

Belirsiz durumlar, öznel olasılıkların belirlenmesi ile riskli durumlara dönüştürülebilir. Bu durum, ilk anda düşünüldüğü kadar gelişigüzel bir işlem değildir. Öznel olasılıkların oldukça kabul edilebilir olmalarının ötesinde, nesnel olasılıklara karşı tercih edilebilir olmalarının birçok iyi nedeni vardır.

Aynı deneyim ve aynı bilgiye sahip farklı bireylerin öznel olasılıkları birbirinden tamamen farklı olabilir. Karar alıcının deneyimi, eğitimi, değerleri, kişiliği ve algısı ve bunun yanında belirli bir olay karşısındaki

tercihi öznel olasılıkların içinde yansıtılacaktır. Aşinalık önemli bir noktadır. Riskle birlikte yaşanıldığında onu kabul etmek için daha hazırlıklı olunur. Bu nedenle karar alıcılar arasındaki kişisel farklar, karar alma süreçlerinde önemli bir rol oynayacaktır.

Ancak öznel olasılıkların nasıl tanımlanacağı sorusu halen vardır. Eğer bu olasılıklar basitçe bir müdürden, yatırımcıdan veya girişimciden istenmiş olsa, sonuç hakkında önceden bir yargıya varmak gibi bir tehlike içinde olunabilir. Karar alıcının kendi beklentileri hakkında dikkatlice düşünmesi sağlansa bile, denemeler büyük değer taşıyabilir ve olasılıkların nümerik değerlerini elde etmek için kullanılan prosedürler mevcuttur. Bu tekniklerden biri kumar yöntemidir.

Önümüzde, yabancı bir ülkede ofis açmak ile açmamak arasında bir seçim olduğunu varsayalım. Bu durumu bir belirsizlik halinden risk haline çevirmek için karar alıcı, sonuçlara olasılıklar atamak durumundadır. Sonuçlardan biri, ofisin başarılı olduğu ve ilk 12 aylık işletim döneminde iş alması durumudur. Diğer durumda ise ofisin hiç iş alamamasıdır; seçim iki kumar arasında yapılacaktır. Bunlardan biri gerçek dünyaya ilişkin bir kumar, diğeri ise kendisi ile ilişkili olasılığın bilindiği varsayımsal bir kumardır. Bu nedenle eğer bu kumarlardan biri diğerine tercih edilirse gerçek dünya durumunun öznel olasılığı ile ilgili bir göstereye sahip olunur. Örneğin,

Gerçek dünya durumundaki kumar: Yurt dışı ofisi iki büyük proje alır ve 100.000 YTL kazanç sağlar; eğer hiçbir komisyon yoksa yurt dışı ofisinin işletim maliyeti 50.000 YTL'dir.

Varsayımsal kumar: Bir kutuda dördü kırmızı, altısı siyah olmak üzere on adet top bulunmaktadır. Eğer siyah bir top çekilirse 100.000 YTL kazanılacak, eğer kırmızı bir top çekilirse 50.000 YTL ceza ödenecektir.

Kutudan bir siyah top çekme olasılığının 0.6 olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda ilk örnekte başarı ve başarısızlığın karşılıklarının aynı olduğu da bilinmektedir. Bu nedenle eğer karar alıcı, gerçek dünya örneğini seçerse, yurt dışı ofisinin başarılı olma olasılığına 0.6'dan daha büyük bir olasılık verecektir. Karar alıcıdan, gerçek dünya kumarı ile farklı varsayımsal kumarlar arasında seçim yapmasını istemeye devam edilip karar alıcının iki kumarı da birbirine eşit bulduğu nokta yakalandığında öznel olasılık bulunabilir. Bu nokta, yurt dışı ofisi işletimi ile ilgili öznel olasılığın yerini belirleyecektir.

Yukarıdaki örnek elbette fazlaca basitleştirilmiştir. Daha geniş bir muhtemel sonuç çeşitliliğine sahip daha karmaşık durumlara (örneğin topların çekildiği kutuya farklı renkte toplar konması gibi) kumar yöntemi uygulanabilir.

Bu yönteminin kullanımı sırasında temel önkabul, karar alıcıların tutarlı ve uyumlu olduğudur. Tutarlılık, bireyin, gerçekleşmesi en muhtemel sonuca en yüksek olasılığı, gerçekleşmesi ikinci olarak beklenen sonuca ikinci en yüksek olasılığı vermesi ve bu şekilde sıralamaya devam etmesi olarak yorumlanabilir. Uyumluluk ise öznel olasılıkların, istenmeyen bir sonucun gerçekleşmesini mecbur kılacak bir duruma neden olmamasıdır. Olumsuz düşünce kesin bir şekilde beklenmemektedir.

2.8. İnşaat Endüstrisinde Karar Alma

Bir risk almak, aslında bir kumar oynamaktır. Ne yapılacağına karar verilmesi gerekir. Karşı karşıya olunan riskin tam olarak doğası ve gerçek seviyesi anlaşıldıkça, bu riskli duruma karşı daha iyi hazırlanabilir. İhtimaller hesaplanır, tüm olgular tartılır, sahip olunan deneyim, bilgi ve tahmin gücünden faydalanmaya çalışılır. Risk, şans, belirsizlik, olasılık, seçim, ve karar ile yüz yüze gelinebilir. Bilgi hem deneysel verileri hem de belli yorumlamalar sonucunda kazanılmış görüşleri kapsar. Bilinen ve bilinmeyen şeyler arasında

bir ayırım yapılması gereklidir. Bilinenler ile bilinmeyenlerin birbirine karıştırılması felaketselere yol açabilir. İflas davalarına bakan mahkemeler, aslında olayların pek de kendilerinin bildiği gibi olmadığı durumlarda karşılaşan kimselerle doludur. Bilinen şeylerin ortaya konması da en az bilinmeyen şeylerin farkına varılması kadar büyük önem taşır.

2.9. Risk Alma İle İlgili Üç Ana Etken Bulunmaktadır:

- Bilinen şeyler,
- Bilindiği sanılan şeyler,
- Bilinmeyen şeyler.

İnşaat işinin her yerinde ve her anında, riskin kaynağı ve sonuçları ile ilgili, ister işveren tarafından yatırım kararları olsun, ister mimar ve mühendisler tarafından tasarım kararları olsun veya inşaat yatırım eksperleri tarafından ekonomik kararlar olsun, çeşitli kararlar alınır. Bu kararlar çoğu zaman sayısız performans hedefleri içerir. Bu hedefler genellikle, her biri zaman, para veya teknolojik kabiliyetler gibi kısıtlı kaynaklar için talepte bulunarak, birbirleriyle çelişir. Bir sonuca nasıl ulaşıldığını veya karar alma eylemi için seçilen yaklaşımın kullanımının doğrulanması ise çok seyrek olarak akıldan geçirilir.

Tüm karar alma tekniklerinin asıl amacı; olasılıkların, sonuçların ve finansal seçeneklerin karar alıcılara yol gösterecek bir çeşit bilanço oluşturma amacı ile bir anlamda haritasının çıkarılmasıdır.

2.10. Belirsiz Durumlarla Başa Çıkmak İçin Neler Yapılabilir?

- Böyle durumlar görmezden gelinebilir,
- Daha fazla bilgi edinmek için araştırma yapılabilir,
- Daha kesin tahminlerde bulunulabilir,
- Bilinçli bir biçimde, önyargıya karşı gerekli ayarlamalar yapılabilir,
- Bir risk primi ortaya konarak getiri oranı yenilenebilir
- Risk aktarılabilir,
- Alternatif seçenekler aranabilir.

Karar alma; geleceği, değişimi ve insan hareket ve tepkilerini bünyesinde barındıran bir eksik bilgi oyunudur. Alınan pek çok önemli karar, doğru veya yanlış cevapları değil bunun yerine daha iyi veya daha kötü cevapları bulunan sorunlarla ilgilidir. İşte bu nedenden dolayı analize ve konu üzerinde kapsamlı tartışmalara ihtiyaç duyulur. Yaşam, ancak geri bakılarak anlaşılabilir ancak ileri doğru yaşanmalıdır.

2.11. Karar Alma İşleminin Bazı Temel Bileşenleri:

- Karar alıcının amaçlarının açık ve basit olduğundan emin olmak,
- Seçeneklerin bulunduğu skalanın açık olması,
- Hesaba katılması gereken etkenler,
- Belirsizliklerle başa çıkma konusunda kullanılması muhtemel stratejiler,
- Karar alıcıya yardım etmek amacıyla kullanılacak analitik teknikler,
- Zaman tercihleri (kısa veya uzun vadeli) ile ilgili düşünceler ve karar işleminin zamanlaması,
- Karar alıcının sahip olduğu önyargının bilincine varılması ve tutarlılığın kesin olarak sağlanması.

2.12. Sezgi

Karar alıcılar bir alternatife değer biçmek için hem sezgilerine hem de kurallara uygun geliştirilmiş

modellere güvenirlir. Çoğu karar alıcı hislerini takip ederek yaptıkları sezgisel muhakemeye, fikirlerinden daha büyük önem verir. **Sezgisel düşünce, akılcı düşüncenin zıttı değildir.** Bu düşünce tarzı hem karar alıcının iyice öğrenilmiş işlemleri hızla gerçekleştirmesine olanak sağlayan deneyim birikiminin, hem de tecrit edilmiş gibi görünen bilginin sentezlenerek bütünün oluşumunda parçaların toplamından daha fazlasının ortaya çıkmasına yol açan zihinsel sıçramaların üzerine kurulmuştur. Sezgi, biraz bir durum hakkındaki ve bunun karşısında takip edilmesi gereken yol ile ilgili içten gelen hissin onayıdır. Bu kavram, köklerini deneyimden alsa da tanımlanması çok daha narin ve zordur. Deneyim üzerine temellendirilmiş kararların doğrulaması nesnel bir biçimde yapılabilirken sezgiye dayalı olanları yapılamaz.

Deneyim, bireylerin zaman içinde işlerinin herhangi bir yönü ile ilgili çalışmaları ve bunun üzerine bir anlayış geliştirmeleri sayesinde oluşur. Deneyim bir bireye ait olabileceği gibi kurumsal deneyim karakteristiği altında bir şirkete, dolayısıyla bunu paylaşan tüm bireylere de ait olabilir. Yine de içten gelen hislere dayanmak, sonuçta kötü kararların alınmasına yol açar.

Deneyim, sezgi, yargı ve içten gelen hisler, karar alma işleminde haklı bir yere sahiptir; bunlar genellikle tek kurallara uygun, hazır yardım kaynağı olarak görünürler. Ancak karar alma sırasında yalnızca deneyime, profesyonel hislere ve önsözlerle güvenmek takip edilmesi gereken en iyi yolun bulunacağını garanti etmez. Doğru problemi çözebilir ve çözümü uygun bir biçimde uygulayabiliriz, ancak çözümün kendisi, istenen seviyenin altında veya hatalı olabilir. Tablo 2.1. 'de önyargılar ve etkileri ifade edilmiştir.

Tablo 2.1. Önyargılar ve etkileri

Önyargı	Etki
Uygunluk	Kolayca hatırlanabilecek olayların olasılıkları hakkındaki yargıların bozulmuş olması
Algıda Seçicilik	Beklentilerin bir strateji ile ilişkili değişkenler üzerinde yapılan gözlemlerin önyargı nedeniyle olumsuz etkilemesi
Yanıltıcı ilişkilendirme	Aslında ilişkili olmayan değişkenlerin ilişkili gibi algılanmasına neden olan inancı kuvvetlendirir
Tutuculuk	Yeni bilgiler üzerine kurulu tahminlerin yeterli önemle ele alınmasında eksiklik
Küçük sayılar yasası	Küçük sayıdaki örneklerin tüm örnek uzayını temsil edeceği konusunda gerçeği yansıtmayacak derecede güvenli tahminler
Arzu edilen biçimde düşünmeye yatkınlık	Arzu edilen olayların sahip olduğu olasılıkların mümkün olmayacak derecede yüksek çıkması
Kontrol konusunda düşülen yanılsama	Kişisel kontrolün sonuçlar üzerindeki etkisi üzerine gerçeği yansıtmayacak derecede güvenli tahminler
Mantıksal yapılandırma	Tam olarak hatırlanamayacak olayların 'mantıksal' olarak yeniden yapılandırılması
Nitelik ve önemi sonradan kavrama konusunda düşülen önyargı	Geçmiş olayların öngörülebilirliği konusunda gerçeği yansıtmayacak derecede güvenli tahminler

2.13. Risk ve Sezgi

İyi kararlar sağlam bir analiz ve sezginin ürünüdür. Gerçekler kararın temelini oluşturmaya yardımcı olurken, sezgi de karara giden yolda rehberlik eder; analiz ve sezgi arasında iyi bir denge olması zorunludur. Kimi durumlarda biraz şansa da ihtiyaç duyulabilir.

2.14. Uzmanlar ve Deneyim

Bir uzman, genel nüfus içinde sahip olunandan daha yüksek derecede eğitim, deneyim ve/veya bilgi sahibi olan kimsedir. Genellikle, olayları belirli bir alan içinde, kendi uzmanlık alanlarının sınırları dahilinde değerlendiren bağımsız bir kimsedir.

Deneyim, karar alıcının sahip olduğu en kuvvetli kaynak olmasının yanında, belirsiz bir yaklaşımın en muhtemel nedenidir. İnsanlar geçmiş deneyimlerini doğrulayan bilgilerle karşılaştıklarında kendilerini daha rahat hissederler; bakış açılarına karşı rahatsız edici gelen verileri kullanmakta ise isteksiz davranırlar.

2.15. Model Geliştirilmesi

Modeller, kaba yargılar ve sezgilere olan dayanağın azaltılmasına yardımcı olur. Modele verilecek olan girdiler, insanlar tarafından sağlanır, ancak beyin üzerinde çalışılacak bir sisteme kavuşturulmuş olur. Modeller güvenilir olmayan sezgiler için bir destek sağlar.

Bir modelin iki farklı role sahip olduğu düşünülebilir:

- Bir cevap üretir,
- Başka koşullarda düşünülemez etkenlere karşı uyarıda bulunarak iletişim için bir araç teşkil eder.

Belirsizliğin yarattığı bir sis perdesi mevcuttur ve modeller, risklerin sistem boyunca iletişiminin sağlanmasını sağlayan bir mekanizma oluşturur. Bir risk yönetimi sistemi, bir modeldir; risklerin tanımlanması, sınıflandırılması, analiz edilmesi ve bunların sonucunda riske karşı bir tepki verilmesi için bir araç sunar.

2.16. Bilgiye Tepki Göstermek

Bireysel veya kurumsal olsun çoğu insani karar alma işlemi, tatmin edici alternatiflerin keşfi ve seçimi ile ilgilidir; ancak olağanüstü durumlarda, optimum alternatiflerin keşfi ve seçimi düşünülen bir konu haline alır. Bu bakış açısı, insanların problemleri basitleştirmeye çalıştıklarını ve zihinsel kısa yollar kullandıklarını savunur.

Programlı ve programsız kararlar arasında fark bulunmaktadır. Tekrar edilebilir ve yüksek derecede bir yapılanmaya sahip olan kararlar, programlıdır. Kararların bu şekilde sınıflandırılması bilgisayar modellerine çok daha uygundur. Örneğin teklif verme işleminin programlı tipte bir karar alma işlemi olduğu söylenebilir.

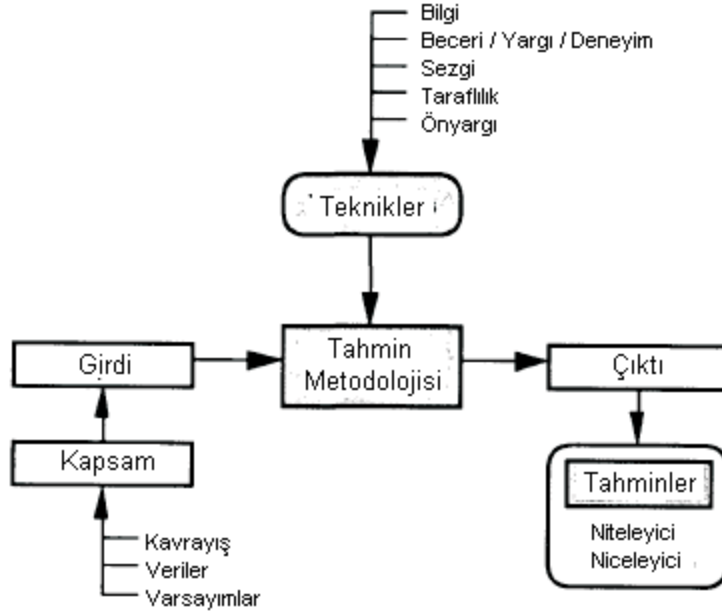
2.17. Geleceği Tahmin Etmek İçin Geçmişe Bakmak

Geçmişten bugünkü koşullara ve sonrasında geleceğe yönelik çıkarımlar yapılır. Bu çıkarımlar; geçmişteki bir durumun, bunu değiştirecek yeni bir etken olmadığı sürece devam edeceği yaklaşımına bağlı olarak gerçekleştirilir.

Bu işlemin iki aşaması bulunmaktadır. İlk olarak, önerilen eylem olmadan geleceğin ne şekilde olacağı çıkarılır. Gelecek, elbette ki belirsizdir, bu da çıkarımların yanlış olabileceği anlamına gelir. Beklenmeyen bir olay, yapılan varsayımları geçersiz kılabilir, geleceğe dair hatalı veya eksik bilgiye dayalı yada yanlış çıkarımlarda bulunulabilir. Bu insani eylemlerin içinde yer alan bir risktir. Tahminlerin bize söylediği, böyle bir riskle başatmenin bir yolunun geçmiş deneyimlerden faydalanmak olduğudur. Aslında gelecek hakkında çıkarımda bulunmak için geçmiş deneyimler kullanılabilir gibi, geçmiş risk deneyimlerinden faydalanarak kararların gelecekteki risklilikleri çıkarılabilir.

Yalnızca geçmişe dayandırılmış modellerin çok daha karmaşık ve belirsiz bir geleceği öngörmesi beklenemez. Geçmişe duyulan koşulsuz güven, düşünce sürecinin önünde engel oluşturup etrafıca düşünmeyi kısıtlayabilir.

Şekil 2.4. Tahmin süreci



Her tahmin tekniğinin kendine özgü güçlü ve güçsüz yanları olmasına karşın her durum, zaman, para veya veri gibi kısıtlara tabidir. Gözönünde bulundurulması gereken önemli noktalar şöyle sıralanabilir;

- *Verilerin bulunabilirliği,*

Eğer veri eksikliği bulunuyorsa çok karmaşık yöntemler kullanmanın bir anlamı yoktur. Verinin kapsamı, kesinlik derecesi ve temsil yeteneği önem taşır.

- *Verinin değişkenliği ve tutarlılığı,*

- *Zaman aralığı,*

Tahminin yapıldığı zaman aralığı, sonuçların kesinlik derecesini etkileyecektir. Gelecek iki yıla yönelik bir tahminin 20 yıla yönelik bir tahmine göre doğru çıkma olasılığı daha yüksektir. Bunun ötesinde, tahminin üretilmesi için harcanan zamanın da tahminin kesinlik derecesi ve güvenilirliği konusunda önemli etkileri olacaktır.

- *Tahminin ortaya çıkma maliyeti,*

- *Kesinlik derecesi ve güvenilirlik,*

Risk analizi bir tahmin için olasılıkların kapsamının belirlenmesine yardım eder; en önemlisi ise kendimize bir grup "... gerçekleşirse ne olur" sorusu sormamıza neden olur. Aynı zamanda olagelen

olayların olasılıklarının da incelenmesini mümkün kılar.

- *Gelecek hakkında açık fikirli olmak.*

2.18. Bilgi Tipleri

Tahminde bulunan kişinin önünde bulunan tekil ve dağılımsal olmak üzere iki çeşit bilgi tipi arasında bir ayırım yapması gereklidir.

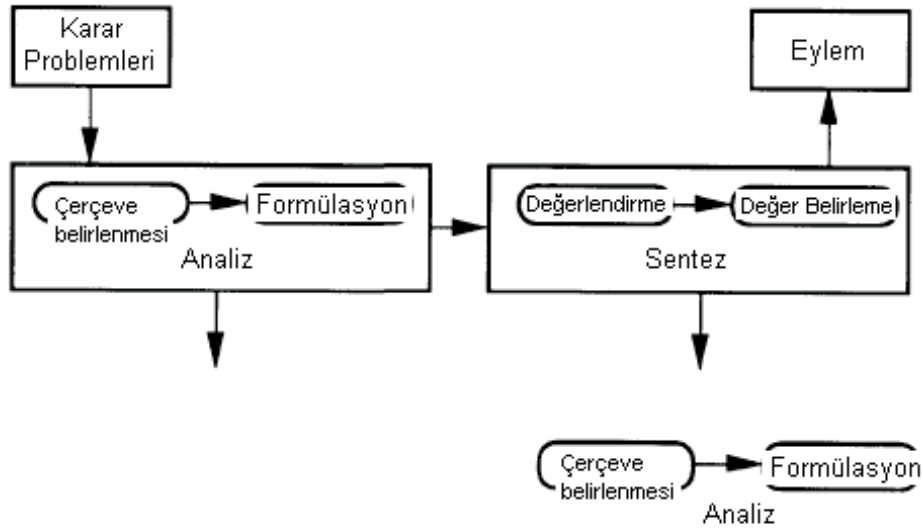
Tekil bilgi yalnızca üzerinde durulan olay hakkında kanıt içerir. Dağılımsal bilgi ise benzeri olayların dağılımı ve sonuçlarına ilişkin bilgi içerir.

Örneğin yeni bir kanalizasyon tesisatının fiyatı ile ilgili tahminde bulunulurken, kanalizasyon tasarımının detayları bilinir, bu tekil bilgidir. Benzer kanalizasyon tasarımları ile ilgili sahip olunan bilgi ise dağılımsal bilgi niteliği taşır. Tekil bilgi, tasarımın, tasarımı benzerlerinden farklı kılan özelliklerini ifade ederken, dağılımsal bilgi herhangi başka bir yerde karşılaşılan sonuçları ortaya koyar.

2.19. Bir Problemin Çözümü İçin Karar Modelinin Oluşturulması

Herhangi bir karar modelinin oluşturulma amacı, probleme, karar alıcının önerilen eylemi gerçekleştirmesini kesin olarak sağlayacak bir kavrayış açıklığı getiren bir dizi net aşamanın uygulanmasıdır. Böyle bir modelde yer alan aşamalar genellikle Şekil 2.5.'te verilenler ile uyum gösterir.

Şekil 2.5. Problemlerin analiz ve sentezi



Çerçeve belirlenmesi ve formülasyon aşamaları, problemin yapıtaşı olan elemanlarına ayrılmasını kapsadıkları için analiz süreçleridir. Bunu takip eden değerlendirme ve değer belirleme aşamaları, parçalar, her bir olası çözümün değerini göz önünde bulundurarak bir bütüne dönüşecek şekilde birleştirildiğinden, sentez özellikleri içerir.

2.19.1. Çerçevenin Belirlenmesi

Çerçevenin belirlenmesi işlemindeki amaç yanlış problem üzerinde çalışmanın engellenmesidir. Karar alıcı genellikle problemin kesin doğasının ve ulaşılabilecek amaçların tanımlanmasında başarısız olur.

Çerçevenin belirlenmesi bağlamında analist; mimar, mühendis veya işverenin ihtiyaçlarını yorumlamak isteyen herhangi birisi olabilir. Problemlerden biri, birbirinden farklı profesyonel altyapıya sahip analistlerin genellikle farklı yaklaşımlar göstermeleridir. Analistin üzerine düşen sorumluluk bu nedenle, işveren tarafından ifade edilen amaçlar üzerindeki önemi dengeli bir şekilde paylaşmaktır.

Çoğu problem pek çok amaç içerir. Bunu açıklamak için, araçların (iş gücü, malzeme, finansman, vs.) verildiği, tasarımcının en yüksek enerji verimliliği ile bir bina inşa etmesi gereken bir durum; yalnızca bir amaç içerir ve açık bir şekilde teknik bir işlemdir. Bunun yerine, çoğu zaman olduğu gibi tasarımcıdan en iyi binayı inşa etmesinin beklendiği bir durumda “en iyi” tanımı, çerçevenin belirlenmesi aşamasında ortaya konması gereken maliyet, risk, korunabilirlik vs. gibi pek çok kavramı içine alır.

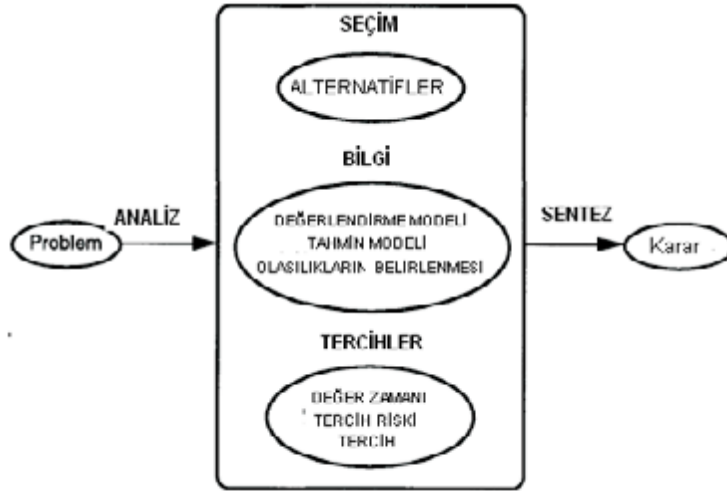
2.19.2. Formülasyon

Bu aşama, karar alıcının iyi görülemeyen probleminden yola çıkılarak, kurallara uygun olarak geliştirilmiş bir model ortaya konmasını sağlar. Bu, üç aşamadan oluşan bir karar temelinin geliştirilmesi ile sağlanır.

- Karar alıcının belirlenmiş bulunan amaca ulaşması için sahip olduğu alternatifler,
- Kararlar ve muhtemel sonuçlar arasındaki ilişkiyi tanımlayan bilgi,
- Karar alıcının tercihleri.

Bunlar Şekil 2.6.'da yer alan karar yapısında gösterilmiştir.

Şekil 2.6. Karar yapısı



Seçim

Karar alıcının sahip olduğu alternatifler, halihazırda görünür olabilir veya beyin fırtınası gibi standart yöntemlerle açığa çıkarılması gerekebilir.

Bilgi

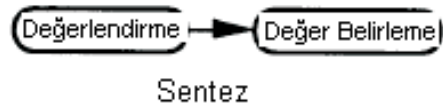
Bilgi, kararın muhtemel sonuçlarının birer göstergesi olan her türlü model, tahmin ve olasılık atamasını içerir. Modeller tipik olarak değişkenler içerir. Bunlar, değerleri seçilen alternatif tarafından belirlenen karar değişkenleri veya kararı etkileyen çevresel faktörleri tanımlayan ancak karardan bağımsız olan durum değişkenleridir. Örneğin bir alternatiften beklenen performans özelliklerini veya maliyet özelliklerini tanımlayan herhangi bir değişken (örnek: başlangıç maliyeti, estetik çekicilik, enerji verimliliği) bir karar değişkenidir. Bundan farklı olarak, elektrik fiyatları, işçi maaş ücretleri, alınan

karardan bağımsızdır. Her iki değişken türü de riske açıktır ve genellikle olabirliklerinin tanımlandığı bir olasılık atama işlemine tabi tutulurlar.

Tercihler

Karar alıcının tercihlerinin belirlenmesi gereklidir. Bir bileşenin güvenilirliğinin ikiye katlanması onun karar alıcı gözündeki değerini de iki katına çıkarır mı, yoksa tam tersine değerinde bir düşme mi olur? Çıkarların gelecekte olmasındansa şu anda sağlanması ne ölçüde istenen bir durumdur? Bunun gibi tercihler, karar alıcı tarafından belli bir yapıya oturtulmalıdır. Fayda ölçütlerinin anlaşılması ve risk tercihleri gibi standart ölçütler, bu tercihlerin ortaya konmasına yarayan yöntemler sağlarlar.

Değerlendirme



Bu aşama tüm verilerin seçenekler için bir sıralama oluşturulması amacıyla sentezlenmesini kapsar.

Değer belirleme

Karar sürecinde yer alan bu son aşama kararın duyarlılığını ve riskin seçenekler için yapılan sıralama üzerindeki etkisini inceler.

Tablo 2.2. Verimli karar alıcının izlediği yaklaşım

<i>Çerçevenin belirlenmesi</i>	Ulaşılması gereken bütün amaçların ve seçimler ile belirlenen değerleri gözden geçirir.
<i>Alternatifler</i>	Geniş bir aralıktaki takip edilecek yol alternatiflerinin tümünü kapsamlı olarak değerlendirir.
<i>Bilgi</i>	Maliyetler hakkında ne bilindiğini, olumsuz sonuç risklerini ve bunun yanında olumlu sonuçları dikkatli bir şekilde tartar. İlerideki seçenek değerlendirmelerinde kullanmak üzere yoğun bir şekilde yeni bilgi edinmek için araştırmalara devam eder.
<i>Değerlendirme</i>	Görüşün ilk başta seçilen takip edilecek yolu desteklemediği hallerde dahi her türlü uzman görüşünü ve riske maruz kalma miktarını doğru bir şekilde kavrayıp hesaba katar. Son seçimi yapmadan önce ilk olarak kabul edilemez olarak tanımlananlar da dahil olmak üzere tüm bilinen alternatiflerin olumlu ve olumsuz sonuçlarını yeniden inceler.
<i>Uygulama</i>	Bilinen çeşitli risklerin de gerçekleşmesi durumunda gerekli olabilecek yedek planlara da gerekli dikkati sarfederek, seçilen takip edilecek yolun uygulanması veya gerçekleştirilmesi için gereken tüm hazırlıkları yapar.

İyi bir sonuçtan bağımsız bir tanım olarak, iyi bir karar nedir? İyi bir sonuç, dünyanın, diğer olasılıkların gerçekleşmesi halinden daha çok değer verdiğimiz durumudur. Bundan farklı olarak iyi karar, algıladığımız alternatifler, sahip olduğumuz bilgi ve hissettiğimiz tercihlerimiz ile mantıksal tutarlılığa sahip bir eylemdir. **İyi kararlar her zaman iyi sonuçlara yol açmaz.** Riskin var olması ve bilgi eksikliği, beklenen sonuçta değişikliklere neden olabilir.

3. RISK YÖNETİM SİSTEMİ⁽¹⁾

İyi performansın elde edilmesi için ister bir şirket, isterse bir proje veya iş paketi yönetiliyor olun, riske karşı dikkat göstermek zorunludur. Pek fazla kişi, risk yönetiminin önemine karşı çıkmayacaktır, ancak sezgilerini ve deneyimlerini kullanmak yerine riskleri analiz etme yoluna giden de pek fazla kişi yoktur. Acaba risklerin farkında olmak yeterli midir, yoksa bunlar nicelenmeli ve matematiksel modeller yaratılmalı mıdır? Kimi zaman, ham veri üzerine kurulu detaylı sonuçlar elde etmek için karmaşık bilgisayar programları kullanılmalı mıdır?

Risk yönetimi yeni bir kavram olmadığı gibi arka planında gizli, sihirli teknikler de barındırmaz. İş veya projenin açık olduğu tüm riskleri tanımlamayı ve nicelenmeyi, daha sonra bu risklerin nasıl yönetileceği ile ilgili sağlıklı kararlar alınabilmesi için amaç edinen bir sistemdir.

Risk yönetimi, sigortacılık ile eşanlı olmadığı gibi bir iş alanının maruz kalabileceği bütün riskleri yönetmeye de çalışmaz. Pratikte doğru yaklaşım, iki uç noktanın arasında bir yerde bulunur. Bir risk yönetimi sistemi pratik, gerçekçi ve performansa karşı uygun maliyetli olmalıdır. Risk yönetiminin karmaşık olmasına veya çok yüksek miktarlarda veri içermesine ihtiyaç yoktur. Bu bir sağduyu, analiz, yargı, sezgi, deneyim, iç his ve bir işin veya projenin riskin ortaya çıktığı en kritik özellikleri için disiplinli bir yaklaşımı uygulamaya karşı sahip olunan isteklilikle ilgili bir konudur.

Riskin analiz edilebileceği derinlik, açıktır ki, içinde bulunulan duruma dayanır. Yalnızca karar verici yapsal bir risk analizine verilmesi gereken önemin ne kadar olduğuna karar verebilir.

Risk yönetimi, gelecekteki olayların ters etkilere yol açabileceği gibi bir olasılıkla birlikte yaşama disiplindir.

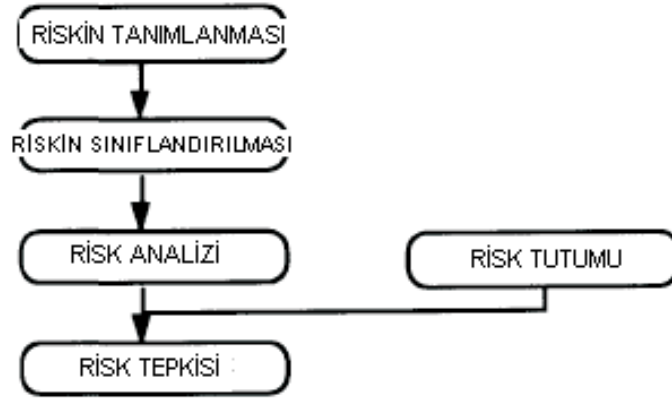
3.1. Bir Risk Yönetimi Yapısının Geliştirilmesi

Risk yönetimi süreci, risk ile başa çıkmadaki işlem sırasının verildiği Şekil 3.1'de gösterilen risk yönetim sistemine ayrışır. Doğal olarak risk yönetim sistemi değerlendirme dahilindeki tüm seçeneklere uygulanmalıdır.

Genellikle aşamaları şöyledir:

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

Şekil 3.1. Risk yönetimi yapısı



3.2. Riskin Tanımlanması

Şekil 3.2, risk tanımlama aşamasında göz önüne alınması gereken etkenleri göstermektedir; konunun çeşitli yönleri sırayla ele alınmıştır. Tanımlanmış bir riskin artık risk olmadığını, bir yönetim problemi olduğunu belirtmekte fayda vardır. Kaçınılmaz olarak hatalı bir risk tanımı daha büyük risklerin doğmasına yol açacaktır.

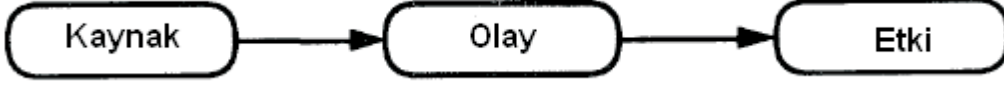
Şekil 3.2. Riskin tanımlanması



Bir riski tanımlamaya çalışmak dünyanın haritasını çıkarmaya çok benzer. Dünya haritaları, haritayı yapan kişinin bulunduğu bölgeyi merkez alma eğilimine sahiptir. Dünyanın büyük bir bölümü durduğunuz yerden gözlenemez. Size son derece aşina ve açık gelen bir bölge, herkes için o kadar açık olmayabilir. Aynı şekilde, pek çok planlama katmanları, karmaşık dikey ve yatay etkileşimleri ve sıralama problemleri ile büyük bir projeye tepeden bakılırsa, bu durum sislerin içinden dünya haritasına bakmayı andırır. Yönetimin sonucu etkileme kabiliyeti, görebildikleri ile sınırlıdır. En çekici gelen ve yanıltıcı yaklaşım, ne olabileceğine odaklanmak yerine ne olması gerektiğine odaklanmaktır. Olayın net bir görünümü, ilk ihtiyaç olan risk kaynakları ve riskin etkileri üzerine odaklanma gereğidir.

3.3. Risk Kaynakları

Açık ve net bir şekilde birbirlerinden ayrılmalıları gereken risk kaynakları ve riskin etkileri aşağıda listelenmiştir. Sıralama şu şekildedir:



Makine mühendisliği hizmetleri alt yüklenicisi ile asma tavan alt yüklenicisi arasındaki koordinasyon bozukluğu gibi bazı riskler, kontrol edilebilir olarak nitelendirilir. Olağandışı sert hava koşullarından kaynaklanan risk gibi riskler ise kontrol dışıdır, ancak en kötü sonuçlar önceden düşünülerek, bu ihtimale karşı gerekli hazırlıklar yapılabilir.

Kaynak, olay ve etki cinsinden düşünebilmek her zaman o kadar açık ve basit olmayabilir. Örneğin patlayan bir kazan olayına, hatalı tasarım veya hatalı işçilik sebep olmuş olabilir, ki bu da projenin aksamasına ve maliyetinin artmasına neden olur. Bir projenin geç tamamlanması durumunda, müteahhit likit zararları ödemekle yükümlü olabilir ve müşteri sonuçtaki kayıptan zarar görür. Aşağıdaki liste riskin kaynak, olay ve etkisini sistematik ve yapısal biçimde hesaba katmaya yarayan yaklaşımı göstermektedir.

Muhtemel Kaynaklar	Olay	Muhtemel Etkiler
Güvenlik önlemlerinin eksikliği	Sahada çalışan işçilerin yaralanması	İşçinin ölümü
Sahada uygun olmayan güvenlik kontrolleri		İşçinin ciddi olarak yaralanması
Uzman taşeronun çalışma sistemine aşina olmayışı		Projenin resmi Sağlık ve Güvenlik Görevlisi tarafından bir ceza notu ile birlikte durdurulması
Hatalı ekipman		Projenin gecikmesi
Yapılacak iş için uygun olmayan denevimsiz iş gücü		Moral kaybı ve işçiler arasında kötü ilişkiler
Öngörülemeyen hava koşulları		Kanuni makamlar tarafından uygulanan cezalar ve açılan davalar
İşçilerde dikkatsiz davranışların görülmesi		Kayıp iş maliyeti ve yaralanan işçiye ödenen tazminatlar
		Sigorta primlerinde geleceğe yönelik artışlar

3.3.1. Kontrol Edilebilir ve Kontrol Dışı Riskler

Dört tip risk vardır;

- Kontrol dahilinde olan etkenler
- Başkalarının kontrolünde olanlar, başkaları ile etkileşimde bulunmayı zorunlu kılanlar (ör. planlama mühendisinin, kontrolün, itfaiyenin, banka yetkililerinin talepleri),
- Hükümetin gerçekleştirdiği eylemlere bağlı olan etkenler (ör. planlama mevzuatında, İmar Kanunu'nda veya vergi oranında meydana gelen bir değişiklik gibi),
- Kontrol dışında olan etkenler (ör. hava durumu).

3.3.2. Kaynaklar ve Etkiler

Bir riskin kaynakları, etkilerinden ayırt edilmelidir. Bir riskin kaynakları şunlar olabilir;

- Enflasyonun tahmin edilen değerden daha fazla yükselmesi,
- Öngörülemeyen ters zemin koşulları,
- Öngörülemeyen aşırı derecede sert hava koşulları,
- Çok önemli malzemelerin (örneğin tedarikçinin imalathanesindeki bir yangın nedeniyle) geç teslim edilmesi,
- Mimarın çizimlerinde gösterilen yanlış boyuttaki profiller gibi hatalı tasarım detayları,
- Ana müteahhidin belli konularda aciz kalması,
- Örneğin, makine mühendisliği hizmetleri alt yüklenicisinin çizimleri ile asma tavan alt yüklenicisinin çizimleri arasındaki koordinasyon bozukluğu.

Bir riskin en önemli etkileri şunlar olabilir;

- Tahmin edilen maliyet dahilinde kalamama,
- Gerekli bitiş zamanını aşma,
- Gereken kaliteyi tutturamama,
- Projenin ihtiyaç duyulan işletim gereksinimlerini yerine getirememesi,
- Bir yangın veya sel felaketi sonucunda mülke zarar gelmesi,
- Hatalı bir çalışma sistemi sonucunda işçilerden birine zarar gelmesi.

Kontrol edilebilir riskler, karar alıcının kendi isteği ile aldığı ve sonucun kısmen de olsa doğrudan bizim kontrolümüz altında bulunduğu risklerdir. Bu açıdan, etkileme şansımız bulunmayan kontrol dışı risklerden ayrılır.

Araba kullanmak kontrol edilebilir bir risktir; kişi kendi isteği ile başka ulaşım araçları yerine arabayla yolculuk etmeyi seçer. Demiryolu taşımacılığına kıyasla daha yüksek olan yaralanma riskine, daha yüksek konfor sebebiyle göz yumulabilir. Bunun ötesinde, beceri ve yargılar geliştirilerek yolculuğun sonuçları üzerinde de etki sahibi olunabilir.

Bunun tersine hava koşulları, kontrol dışı riskler kategorisindedir ve tamamen karar alıcının kontrolü dışında gerçekleşir. Yine de yol açacakları ters etkiler zaman programlaması ve sahanın düzeni ile ilgili alınacak önlemler sayesinde azaltılabilir.

Kontrol edilebilir ve kontrol dışı riskler arasındaki ayırım, inşaat endüstrisinde büyük önem taşır. Kontrol edilebilir risklerle ilgili herhangi bir örnekte, karar alıcı, hür iradesiyle inşaattaki yeni teknolojilerin sahip olduğu yüksek riskleri kabul edebilir. Bu riskler, gerçek teknik kabiliyetlerin belirsiz olduğu performans

riskleri veya belirsiz kurulumdan veya destekleyici maliyetlerden kaynaklanan finansal riskler olabilir. Bu tür riskler prestij, uzmanlık birikimi veya olumlu finansal sonuçlar gibi ek çıkarların bulunduğu durumlarda göz ardı edilebilir. Mevcut uzmanlığın kullanımı ve dikkatli planlama ile ulaşılabilecek olan sonuç kontrol edilebilir.

İrade dışı veya kontrol edilemeyen riskler ise genellikle dış çevre, politik, sosyal veya ekonomik kaynaklıdır. Hava koşulları, enflasyon veya vergi değişimlerinden doğan riskler karar alıcı tarafından etkilenemez, ancak karar alıcı çoğu zaman bu risklere maruz kalma derecesini azaltabilir. Örneğin yüksek yakıt fiyatlarının finansal sonuçları daha verimli çalışan bir enerji tesisi tasarımı ile azaltılabilir. Aslında alternatif başka bir enerji kaynağının kullanılması ile risk tamamen tasarım dışı tutulabilir.

Risk tipi, riske verilecek tepkinin doğasını belirler. Kontrol edilebilir risklerin bulunduğu durumlarda, karar alıcının, istenen bir sonuca ulaşabilmesi için ne türlü önlemler veya kaynakların mevcut bulunduğunu incelemesi gerekir. Aynı zamanda, beklenen çıkarlar doğrultusunda hür irade ile alınan risklerin de doğrulaması yapılmalıdır. Büyük boyutlu, kontrol dışı riskler, riske maruz kalma miktarının en aza indirilebilmesi için dikkatlice incelenmelidir.

3.4. Bağımlı ve Bağımsız Riskler

Bir yatırım projesinde, iki risk kaynağı eğer birinin boyutu ile ilgili bir bilgi diğeri ile ilgili yapılacak tahminleri etkiliyorsa bağımlıdır. Aşağıdaki örnekte de görülebileceği gibi kontrol edilebilir riskler ve kontrol dışı riskler grupları arasında da bir bağımlılık bulunabilir.

Bir bina elemanının beklenen servis ömrü, temel olarak tasarımına, işçilik standardına ve kullanılan malzemelerin kalitesine dayalıdır. Bu parça binadaki yerine yerleştirildikten sonra, yaşlanma fiziksel yıpranma ve hasar gibi etkilerden dolayı belli bir bozulmaya uğrayacaktır. Eksik veya uygun olmayan bakımdan dolayı yine zarar görecektir. Ömrü, kusursuz biçimde işlevselliğini korumalarına rağmen yeni tasarımları ile değiştirilen sıhhi tesisat elemanlarında olduğu gibi, teknolojik eskime ve modasının geçmesi gibi sebeplerle daha da kısalmaktadır. Bu etkenlerin pek çoğu kontrol edilebilirdir, ancak bazıları, özellikle de çevre tarafından etkilenenler kontrol dışı özellik gösterir.

Herhangi bir risk ile ilgili değerlendirme yapılacağı zaman değişkenler arasındaki birbirine bağımlılık sorusu göz önünde bulundurulması ve belli varsayımların yapılması gerekir. Bağımlılığın üç farklı çeşidi bulunur;

- Değişkenlerin ayrışık olması nedeniyle bağımlılık söz konusu değildir,
- Tam bağımlılık,
- Kısmi bağımlılık.

Kısmi bağımlılığa bir örnek olarak, 20 katlı bir iş merkezinin brüt kullanım alanının metrekare fiyatında, 21 kata çıkıldığında nasıl bir değişim olacağını ele alalım. Yer döşemeleri, boya ve dekorasyon açısından bir farklılık görülmesi beklenmez, ancak altyapı maliyeti, artan yüklere bağlı olarak yükselecektir. Bu nedenle, metrekare fiyatı ve kat sayısı değişkenleri göz önüne alındığında aralarında kısmi bağımlılık olduğu söylenebilir.

3.5. Riskin Sınıflandırılması

Riski sınıflandırmanın üç yolu bulunur: riskin sonuçlarını, tipini ve etkisini tanımlayarak, bkz. Şekil 3.3.

Şekil 3.3. Risklerin sınıflandırılması



3.6. Risk Tipleri

Risk tiplerini sınıflayan çalışmaların tamamı hisseler ve tahvillere yatırımı ele alan portföy teorisi ile ilişkilidir. Bu riskler genel piyasanın davranışı ile ilişkili olan piyasa riskleri ve belli bir şirkete özel olan özel riskler arasında paylaştırılır.

Hemen hemen tüm hisseler, bir noktaya kadar piyasadaki hareketlere tepki gösterir ve bu tepki beta katsayısı ile ölçülebilir. Örneğin, beta katsayısı 1.5 olan bir hisse piyasadaki her % 1'lik hareket karşısında ortalama % 1.5'lik bir hareket yapar. Bu tarz hisselerin katılımı ile çeşitlendirilmiş bir portföyün değişkenliği piyasa hareketlerinin 1.5 katı kadar olacaktır. Bu nedenle beta katsayısı portföyün değişkenliğinin bir ölçüsüdür. Özel risk, belli bir şirket hisselerinin sahip olduğu fiyatın piyasa veya sektörel bazdaki hareketler karşısındaki tepkisini belirleyen beta katsayısı ile ölçülür.

Bir yatırım portföyünün oluşturulmasını ele alan portföy teorisi, gayrimenkul inşası ve inşaat endüstrisi için de bazı kullanışlı ve uygun gözlemleri de ortaya koyar. Teori en başta kendileri için geliştirilen finansal yöneticiler gibi, bu sektördeki yöneticilerin de birbirinden farklı projelerdeki ekonomik riski değerlendirmeleri gerekir. Bunun ardından ve bunun bir sonucu olarak ise imar ve inşaa değerinin belirlenmesi ve nakit akışı tahminleri belirsiz bir gelecekte proje riskinin belirlenmesi için indirim prosedürünü devreye sokacaktır.

Teoriye göre toplam risk, piyasa riski ve özel riskten oluşmuştur. Tek bir hisseye yatırım yapmak toplam risk kabulünün tavsiye edilmeyecek bir şekilde yapılması anlamına gelir, çünkü riske açıklık miktarı, beklenen getiri için gerekenden fazladır. Portföy riski, yüksek sayıda farklı yatırım aracına sahip olunarak ciddi oranda azaltılabilir. Farklı şirketler için garip olan ve ekonomideki genel eğilimi yansıtmayan kısa süreli olaylar, ortadan kalkma eğilimi gösterir.

Ancak tüm riskler portföy içeriğinin çeşitlendirilmesi ile önlenemez. Tüm şirketlerin performansları ekonomiye bağlıdır. Para arzı, faiz oranları, döviz kurları, vergilendirme, ticari eşya fiyatları, hükümet harcamaları ve yurtdışı ekonomilerinde meydana gelen değişiklikler tüm şirketleri farklı derecelerde etkiler. Tüm yatırım araçlarının ağırlıklı bir ortalamasının elde tutulması özel riski ortadan kaldıracaktır. Varsayımsal olarak bir yatırımcı ekonomi ile eşzamanlı ilerleyen piyasa portföyünü elinde tutabilir, ancak bu durumda dahi piyasa riski adı verilen kavram mevcuttur.

Teorinin temel prensiplerinden biri, yatırımcıların, önlenemez riskleri aldıkları için ödüllendirilmeyi beklememeleridir. Bunun yerine, yalnızca önlenemeyen veya piyasa risklerini aldıkları için ödüllendirilmeyi bekleyebilirler. Bu nedenle portföy teorisi “tüm yumurtaları aynı sepette saklamamak gerekir” deyişi ile anlamca örtüşür, çünkü verimli anapara piyasaları özel risk için mükafat vermeyecektir.

Bu argüman inşaat endüstrisinde de geçerlidir. Piyasanın inşaat mühendisliği, petrol ve doğal gaz mühendisliği ve inşası, yeni işler ve bakım işleri, kamu ve özel sektör gibi çok çeşitli alt dallarına girerek çeşitli işlerle uğraşan ve yaptıkları işleri geniş bir coğrafi bölge içine dağıtan yükleniciler, ekonomik şoklara karşı çok daha dayanıklıdır. Aynı durum yalnız inşaat işleri ile uğraşan müteahhitler için de geçerlidir: spekülasyon yapıdaki ev ve ofisler, farklı bölgelerde yer alan huzur evleri, araba parkları vs. ile desteklenmelidir.

Bunlar net bir biçimde ortaya konmuş kavramlar olmalarına rağmen, inşaat endüstrisinde karşılaşılan aşağıdaki gibi sınıflandırılan risk tipleri ile uğraşmada bize yardım edemezler:

Saf risk (Statik risk)

Potansiyel bir kazanç yoktur. Böyle bir risk tipik olarak bir kaza veya teknik arıza olasılığından kaynaklanır.

Spekülasyon risk

Finansal, teknik veya fiziksel olabilecek kayıp veya kazanç olasılığı.

Tablo 3.1., inşaat endüstrisi ile ilişkili çeşitli riskleri göstermektedir.

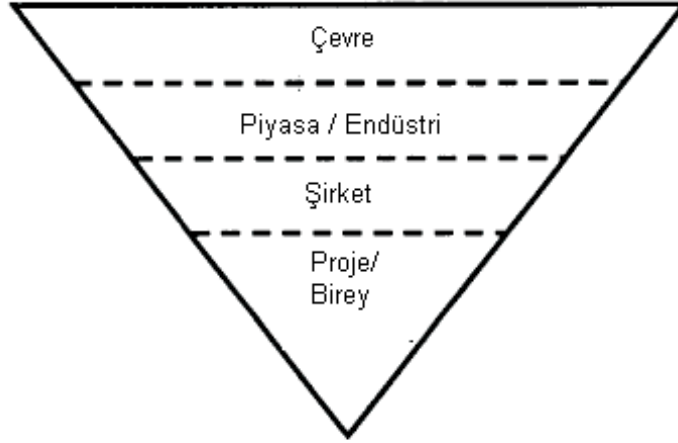
Tablo 3.1. İnşaat endüstrisi ile ilişkili çeşitli riskler

Olay	Risk türü	
Sözleşmede yer alan ağır şartlar	Spekülasyon risk	Şirket riski
Proje sırasında meydana gelen aşırı derecede zorlu hava koşulları	Saf risk	Şirket riski Proje riski
Arsa fiyatlarında ciddi artışa neden olan enflasyon	Spekülasyon risk	Piyasa / endüstri riski
Ulusal çapta, tüm inşaat işçilerini kapsayan bir grev	Saf risk	Piyasa / endüstri riski
Ekonomik bir kira oranı ile spekülasyon bir yapı için kiracı bulmada zorluk yaşanması	Spekülasyon risk	Şirket riski
Yapısal bir hatanın bina süveyörü tarafından tespit edilememesi	Spekülasyon risk	Şirket riski Bireysel risk
İş sahasında yaşanan bir kaza sonucu meydana gelen yaralanma	Saf risk	Bireysel risk

3.7. Riskin Doğuracağı Etki

Şekil 3.4, risk hiyerarşisinin basitleştirilmiş bir görünümünü vermektedir. En geniş seviyede, riskin çevre üzerinde bir etkisi olacaktır.

Şekil 3.4. Risk hiyerarşisi



3.8. Risk ve Genel Çevre

Genel çevre, bir toplumdaki tüm organizasyonları etkileyen yapıdır. Genel çevresel risk, ilk olarak fiziksel, ikinci olarak da politik, sosyal ve ekonomik olmak üzere iki parçaya ayrılabilir.

Fiziksel çevre hava şartları, toprak kayması veya deprem gibi doğal fenomenleri kapsar. İnşaat faaliyetleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin sürekli yağın yağmur, iş programında dışarıda yapılan çalışmalardan bina içi çalışmalara yönelme gibi bir değişiklik olacağı anlamına gelebilir; yüksek şiddetteki rüzgarlar, yapısal çelik konstrüksiyon programında değişikliklere neden olabilir; düşük sıcaklıklar beton dökümü aşamasındaki işlem sıralamalarını değiştirebilir. Fiziksel çevre kontrol edilebilir olmamasına rağmen, bundan doğan riskler tanımlanabilir ve etkilerinin azaltılması için belirli adımlar atılabilir. (Örneğin özellikle hassas işlemlerin hava koşullarının iyi olması olasılığı yüksek bir zaman için yeniden programlanması vs.)

Politik, sosyal ve ekonomik çevre, kısmen kontrol edilebilir bir özelliğe sahiptir. Hükümet ülke ekonomisinde gerçekleşecek olayları kontrol edebilir, ancak dünya ekonomisini kontrol etme şansı yoktur. Politik, sosyal ve ekonomik çevrenin hatlarını belirleyen, bugün daha önce hiç olmadığı kadar fazla olan değişim hızıdır.

Ekonomik ve sosyal çevre hükümet tarafından kontrol edilmektedir ancak çeşitli endüstriler çevresel kararlardan çok ciddi bir şekilde etkilenebilir. Buna bir örnek vermek gerekirse, inşaat endüstrisi üzerinde çok ciddi etkisi olacak olan şehir merkezlerindeki iş merkezi inşaatlarında kontrollerin ağırlaştırılmasından bahsedilebilir.

Hiç kimse çevresel riskleri görmezden gelemmez. Kararları etkilemek veya değiştirmek amacıyla hükümet üzerine baskı uygulanabilmesine karşın, genelde çoğu olay birey veya bir şirket için kontrol dışı bir nitelik taşır. Bu tür durumlarda riske maruz kalma miktarının belirlenmesi için dikkatle çalışılması gerekmektedir.

3.9. Piyasa/Endüstri Riski

Piyasa riski, tüm bir endüstriyi etkileyebilecek, tüm inşaat işçilerinin ulusal bir greve gitmesi gibi bir olay ile ilgilidir.

İmar edilmiş dünyanın tümünde inşaat endüstrisi, az sayıda teklif sahibinin bulunduğu bir yapıya sahiptir. Tipik olarak endüstri, az sayıda, nispeten büyük firma ve çok yüksek sayıda küçük firma içerir. Büyük firmalar riske maruz kalma miktarlarını küçük firmalardan daha sistematik bir şekilde analiz edeceklerdir.

Tüm şirketler mevcut projeler içindeki pazar paylarını korumak ister. Bu da sürekli olarak rekabet ve fiyat seviyeleri üzerinde değerlendirme yapmalarının gerektiği anlamına gelir. Hepsi piyasa riskine açıktır, ancak birbirlerine bağımlı olmalarından dolayı (piyasanın az sayıda teklif sahibinin bulunduğu bir yapıya sahip olmasının bir sonucu olarak) herhangi bir şirketin piyasa riskine karşı verebileceği bir tepki, endüstrideki diğer firmaların muhtemel eylemlerini önceden hesaba katmayı gerektirebilir.

3.10. Şirket Riski

Her şirket bir piyasa içinde faaliyet gösterir. Şirketin elinde herhangi bir zaman diliminde belli sayıda devam eden proje bulunacaktır ve her bir proje bir kâr merkezi olarak görülecektir. Şirket riski ve proje riski gerçekte birbirine bağlıdır, çünkü şirket nihai olarak riskli bir projenin sonuçlarına katlanmak zorunda kalacaktır. Pek çok riskli projeye karşı aşırı derecede açık olmanın önlenmesi için bazı şirketler, belirli bir proje için yeni bir şirket kurabilirler.

3.11. Proje Riski ve Bireysel Risk

Proje riski ve şirket riski gerçekte birbirine bağlıdır. Eğer müteahhidin üzerinde para kaybeden büyük bir proje varsa bu durumun şirketin finansal performansı üzerinde etkisi olacaktır.

Çoğu risk en kolay, çalışma aşamasında, organizasyon hiyerarşisinin en alt bölümünde veya buranın yakınlarında görülebilir. Bu seviyede bir proje yüzlerce unsur ve eylemden oluşabilir. Bu aşamada çalışan insanların güçlüklerle karşı pratiğe yönelik günden güne gelişen bir anlayışları vardır. Burada çalışan insanlar için projenin tamamı hakkında iyi geliştirilmiş bir bilgilendirmeye gidilmesi pratik değildir. Bu kişiler yalnız kendi projeleri hakkında endişe duyar, diğer projeler üzerindeki iş paketlerinin etkilerini görerek belirsizliklerini çok seyrek olarak genel bağlamın içine yerleştirebilirler.

Herhangi bir risk yönetim sisteminin bu durumun farkında olması gerekir ve buna bağlı olarak yöntemin yukarıdan aşağı veya aşağıdan yukarı eşit biçimde kullanılabileceğini garanti etmesi gerekir.

3.12. Riskin Sonucu

Oluşan bir riskin sonuçlarını ele alırken riskin etkileri ile ilgili etkenler hesaba katılır. Çoğu profesyonel, eğer varsa geçmiş olaylar hakkındaki bilgi ile işlenmiş uzman yargılarına ve bilgi birikimine güvenme eğilimi taşır. Örneğin her sene sahadan alınan malzemenin istatistiği tutulur. Ancak müteahhit, sigorta poliçesinde belirtildiği gibi taşımak durumunda olduğu sigorta primindeki artışın maliyeti ile güvenlik önlemleri için yapacağı ek maliyetlerin bir dengesini kurmalıdır.

Güvenilir hiçbir verinin bulunmadığı ortamlarda aynı zamanda riskin de pekçok kaynağı vardır. Bu kaynakları görmezden gelmek yerine uygulamaya konacak yolun toplam risk yönetim sistemi dahilinde gözden geçirilmesi gerekir.

Sonuçlar:

Mümkün olan maksimum kayıp
 Kayıp için beklenen en yakın maliyet tahmini
 Eğer hiçbir sigortadan faydalanmak istenmiyorsa, kayıp için uygulanacak servisin tahmini değeri
 Meydana gelen olaya karşı sigorta işleminin maliyeti
 Olayla ilgili öngörünün güvenilirliği

Tablo 3.2., basit de olsa bir olayın (sahada bitişik binalarda şahmerdanlama sonucunda oluşabilecek hasar olasılığı) ele alınmasında işe yarayabilecek bir yaklaşımı göstermektedir. Tablo riskin doğurabileceği sonuçların yapısal bir çerçevede ele alınmasına yardımcı olur.

Tablo 3.2. Olay-Bitişik binalarda şahmerdanlama sonucunda oluşabilecek hasar olasılığı

Olabilirlik \ Hasar büyüklüğü	İmkansız	Düşük ihtimal	Mümkün	Olası	Yüksek olasılıklı
Gözardı edilebilir (100 YTL'ye kadar)	Devam	Devam	Devam	Devam	Devam
Küçük (100 – 1000 YTL arası)	Devam	Devam	Kısmi sigorta	Kısmi sigorta	Kısmi sigorta
Orta (1000 – 5000 YTL arası)	Devam	Kısmi sigorta	Sigorta	Sigorta	Sigorta
Büyük (5000 – 50000 YTL arası)	Sigorta	Sigorta	Sigorta	Sigorta	Sigorta
Çok büyük (50.000 YTL'den fazla)	Sigorta	Sigorta	İşlemi durdurun	İşlemi durdurun	İşlemi durdurun

3.13. Risk Analizi

Bir risk yönetim sisteminin ana amacı, iş esnasında doğru risklerin alınmasına yardımcı olmaktır. Sistemin bütünleşik bir parçası ise risk analizidir. Bilgisayarların daha geniş ve daha verimli kullanılmaya başlamaları, daha kesin risk analizlerinin önünü açmaktadır. Şu anda, daha belirgin risklerin, ekonomik avantajları göz önünde bulundurarak değerlendirilebileceği bir zamana gelmiş bulunmaktadır.

Bir ticari teşebbüste riskin ortadan kaldırılmaya çalışılması boş bir çabadır. Risk, şu anda elde bulunan kaynakların, gelecekteki beklentiler için taahhüt edilmesi sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır. Esasında, ekonomik ilerleme, daha fazla risk alabilme kabiliyeti olarak tanımlanabilir.
Hertz ve Thomas (1984)

Risk analizinin sahip olduğu önem, tüm uygulanabilir seçenekleri yakalamaya çalışması ve herhangi bir karar için muhtemel çeşitli sonuçları analiz etmesinden ileri gelir. İnşaat projelerinde işverenler temel olarak ortaya çıkması muhtemel fiyatla ilgilenirler, ancak projelerde sık sık karşılaşılan bir durum, hesaplanan maliyetin aşılmasıdır, ve “ya... gerçekleşirse ne olur” sorusunun sorulması genellikle göz ardı edilir.

Bir okul binası için düşünülen 800.000 YTL değerindeki genişletme ve değiştirme çalışmalarını kapsayan bir örneği ele alalım. Her biri yaklaşık 100.000 YTL değerinde yaklaşık sekiz adet iş paketi bulunmaktadır. Ancak, proje halen tam olarak tasarlanmış değildir ve bu iş paketleri firma teklifleri verilene kadar + veya % 10 dolaylarında değişiklik gösterebilir. Bu nedenle proje bedeli, bu sekiz unsurun birbirinden tamamen bağımsız olduğu düşünülürse, örneğin en iyi ve en kötü durumlar olan 720.000 YTL ile 880.000 YTL arasında değişiklik gösterebilir. Sonuçtaki maliyetin ise 760.000 YTL ile 840.000 YTL aralığının dışına çıkması pek mümkün değildir. Risk ilk anda görüldüğü kadar kötü değildir, çünkü sekiz paketin hepsinin birden kötü gitme ihtimali pek yüksek değildir. Paketlerin her birinin muhtemel riskleri ortaya konması için analiz edilmesi ve bu risklerin yönetilmesi gerekir.

Risk analizinin kullanımı, projenin plana göre ilerlememesi durumunda ne olacağı konusunda bir kavrayış kazanılmasını sağlar. Analitik teknikler ne kadar iyi olursa olsun, sonuçların yorumlanması uzman kişiye bağlıdır. Elde edilen en iyi verilerin yapısal ve sistematik bir şekilde etkin zihinler tarafından değerlendirilmesi sonucunda riskler konusunda, yalnızca sezgiye güvenerek elde edilecek olandan çok daha açık ve net bir görüş elde edilecektir.

AŞAMA 1 : Tüm çeşitli seçeneklerin ele alınması gereklidir.

AŞAMA 2 : Karar alıcının risk tutumu ele alınır.

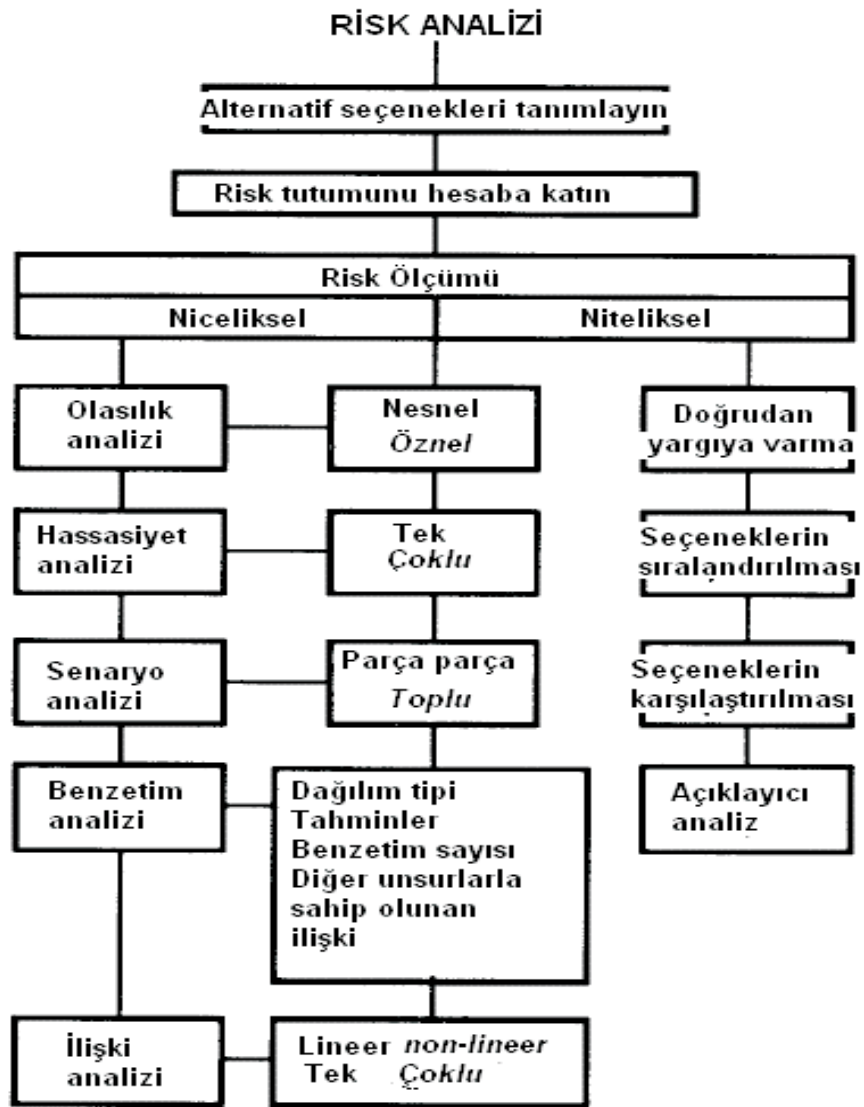
AŞAMA 3 : Hangi risklerin tanımlandığı düşünülür, hangileri kontrol edilebilir özellik gösterir ve nasıl bir etki ile karşılaşılması beklenir?

AŞAMA 4 : Hem niteliksel, hem de niceliksel olmak üzere ölçümler yapılır.

AŞAMA 5 : Analiz sonuçlarının yorumlanması ve risklerle uğraşmak üzere bir strateji geliştirilir.

AŞAMA 6 : Hangi risklerin tutulacağına ve hangi risklerin diğer taraflara aktarılacağına karar verilir.

Şekil 3.5. Risk analizi



Şekil 3.5., risk analizindeki işlem sırasını göstermektedir. Bir inşaat işinin, henüz tasarım aşamasında iken, fiyatının veya tamamlanma süresinin kestirilmesinde gösterilen geleneksel yaklaşım, elde bulunan verilerin kullanılması ve nokta atışı şeklinde tek bir en iyi tahminde bulunmaktır. Risk analizi yaklaşımı en iyi tahminin çevresinde yer alan belirsizliği, uzman yargılarına dayanan bir olasılık dağılımı üreterek, açık bir şekilde ortaya koyar. Bu sayede belirsizliğin proje üzerinde sahip olduğu etkiler üzerine geliştirilen kavrayış geliştirilmiş olacaktır.

Bir risk analizi örneği

Değişen hava koşullarının, kil içindeki yalıtılmış kolon tabanlarının kazılması üzerindeki etkisini irdeleyelim;

Hava Koşulları	Olasılık	Birim Fiyat (YTL)	Olası Maliyet	Dakika olarak zaman	Olası zaman (dk)
Çok kuru	.10	2.60	0.26	12	1.20
Yeterli derecede kuru	.20	3.00	0.60	15	3.00
Nemli	.50	6.00	3.00	25	12.50
Çok nemli	.20	5.00	1.60	35	7.00
			Olası maliyet	Olası zaman	23.70

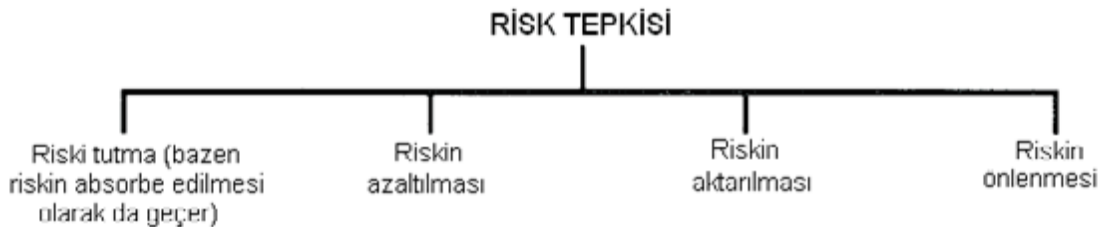
Olası maliyet 5.46 YTL, olası zaman ise 23.7 dakikadır. Çok nemli ve çok kuru birim fiyatları arasındaki farkı oldukça yüksektir. Müteahhidin, taban birim fiyat oranına, hala piyasada rekabet etmesine izin verecek, ancak bununla birlikte eğer en kötü durum gerçekleşirse uğranılan kaybın telafisini sağlayacak ne kadarlık bir prim eklemesi gerektiğini sorması gerekir.

Örnek, müteahhidin toprak koşulları ile ilgili hiçbir bilgisi olmadığını varsaymaktadır, ki durum genellikle bundan farklıdır.

Analiz, problemi çözmeye yetmemiştir ancak seçeneklerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Sonuçların ayırt edilmesini sağlayacak bir yorumlamaya ihtiyaç duyulmaktadır.

3.14. Risk Tepkisi

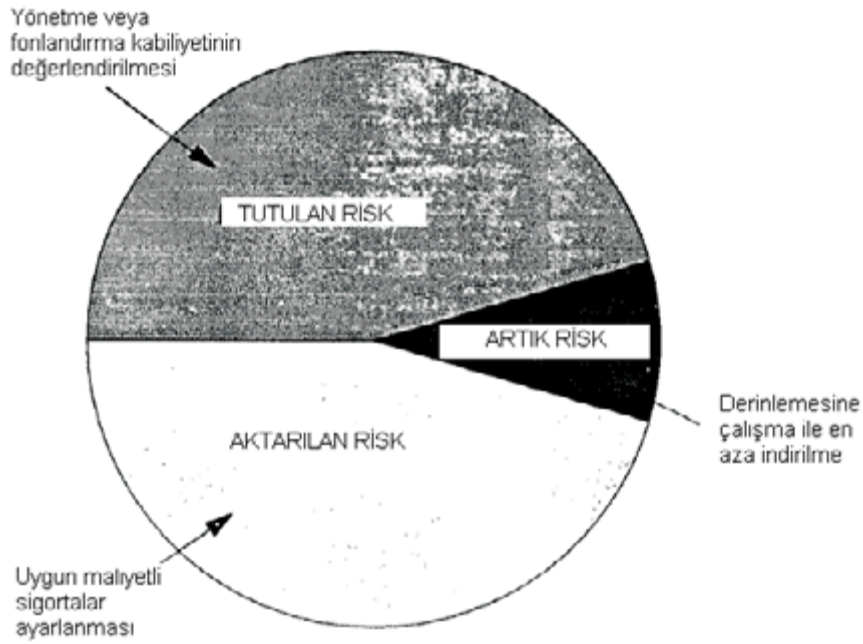
Riske gösterilen tepki veya riskin paylaşılması Şekil 3.6'da gösterildiği gibi dört temel form alabilir.

Şekil 3.6. Risk tepkisi

Riskin uygun bir şekilde dağılımının yapılması sırasında riski soğurabilme kabiliyetinin ve bu riski taşımaya teşvik edici unsurların göz önünde bulundurulması gereklidir. Örneğin bir yeraltı inşaat projesinin fiyatlandırılması sırasında, müteahhidin saha muayenesine, sondaj raporlarına ve mümkün olan her türlü jeolojik bilgiye sahip olması gereklidir. Şartname, müteahhidin karşılaştığı her türlü zemin koşulunda

kazı işlemleri için gerekli ödeneği ayırmasını şart koşar. Sahanın sahip olduğu jeolojik özellikler hakkındaki yetersiz bilgi ve öngörülemez zemin koşullarının ortaya çıkma ihtimali müteahhidin üzerine oldukça büyük riskler yükler. Bu riskin bir bölümünün iş yüklenicilerine aktarılması gereklidir. Ancak, bir risk primi eklenerek ve birim fiyat oranlarını şişirerek ve bu sayede elde tutulan riske karşı gerekli önlemler alınarak savunmacı bir tutum alınacaktır. Bu durumda biraz aktarılan, biraz da elde tutulan risk bulunmaktadır. Şekil 3.7., bir inşaat projesinde izlenecek risk tepkisi yaklaşımını göstermektedir.

Şekil 3.7. Bir inşaat projesinde izlenecek risk tepkisi yaklaşımı



Toplam fiyat sözleşmelerinde müşteriler müteahhide ve ticari yüklenicilere daha fazla risk geçirmektedir. Risk aldığımız durumlarda bu risk konusunda açık ve cesaretli olmalı, yalnızca bu riskin sıkıntısını çekmemeliyiz. Müşterilerin risk ile karşılığında alınacak ödülün el ele gittiğini kabul etmeleri gerekir. Riske karşı tepki eylemleri boşa harcanan maliyetler olarak görülmemeli, bunun yerine kazanç sağlamaya yarayan yatırımlar oldukları kabul edilmelidir. Aşağıda riskin dağılımı ile ilgili bazı temel prensipler sıralanmıştır.

Riskin dağılımı ile ilgili olarak yanıtlanması gereken sorular;

- Oluşan riske sebep olan olaylar en iyi hangi taraf tarafından kontrol edilebilir?
- Hangi taraf, eğer risk gerçekleşirse, bunu en iyi biçimde yönetebilir?
- Söz konusu riskin yönetimi sırasında işverenin bir rol alması tercih edilen bir durum mudur, değil midir?
- Risk, eğer kontrol dışı bir özelliğe sahip ise hangi taraf tarafından taşınmalıdır?
- Risk transfer edilen tarafın ortaya koyduğu prim ödemesi miktarı kabul edilebilir bir seviyede midir, değil midir?
- Eğer risk gerçekleşirse, risk transfer edilen taraf, bunun sonuçlarını karşılayabilecek olanaklara sahip midir?
- Eğer risk transferi gerçekleşirse, bunun sonucu olarak işverenin üzerine de başka türlü riskler yüklenme ihtimali var mıdır?

3.14.1. Riskin Elde Tutulması

Kendi başına küçük, tekrarlı kayıplara neden olan riskler elde tutulmaya en uygun olanlardır. Bir motor sigorta poliçesinde pek çok kimse, karşılığında primlerde düşmeye neden olacak ilk 50 YTL değerindeki maliyeti üstlenmeyi kabul edecektir. Bazı kimseler, karşılığında primlerde daha fazla düşmeye neden olan 200 YTL değerindeki ilk maliyeti de ödemeyi kabul edebilir; elde tutma işleminin seviyesi, kaybın olabirliği ve finansal durum tarafından belirlenir.

Tüm riskler aktarılmaya müsait değildir, ancak aktarılmak için uygun olsalar dahi bu tür bir davranışın ekonomik olacağına garantisizdir. Riskin böyle bir durumda elde tutulması gerekecektir. Bunun da ötesinde, belli durumlarda riskin bir bölümünün elde tutulması tercih edilir. Örneğin, böyle bir elde tutma hareketi sonucunda sınırlı önlem ve sigorta poliçesinin ödenmesini öngördüğü telafi miktarının azalması nedeniyle sigorta primlerinde görülecek bir düşüş tam kapsamlı bir sigortaya tercih edilebilir; primi ödemek ile olayın oluşma olasılığı ve sonucunda meydana gelecek kayıp arasında bir kumar oynanmaktadır. Pek çok insan her gün arabalarını geniş kapsamlı sigortalar yerine üçüncü taraflara, yangına ve çalınmaya karşı sigortalayarak bu riski alır. Bunun sebebi primleri karşılayacak ekonomik koşullara sahip olmamaları, veya arabanın değerinin ödenecek prime göre düşük kalması veya çok iyi bir sürücü olduklarını düşünmeleri ve sorumlu tutulacakları bir kazaya sebep olma olasılıklarının çok düşük olduğunu düşünmeleri olabilir.

Özet olarak, ilgili etkenler şunlardır;

- Sigorta priminin maliyeti,
- Maksimum olası kayıp,
- Kaybın muhtemel maliyeti,
- Eğer sigorta yoksa kaybın ödenmesinin muhtemel maliyeti.

3.14.2. Riskin Azaltılması

Riske maruz kalma miktarının azaltılmasının bir yolu da risklerin diğer taraflarla paylaşılmasıdır. Örnek olarak uluslararası bankaların Üçüncü Dünya Ülkeleri'nin hükümetlerine ortaklaşa kredi açmaları veya bir yatırımcının farklı yatırım araçları üzerine riskini dağıtması verilebilir. Genel müteahhit, üzerinde bulunan, geç teslimden kaynaklanan hasarlar için yapması beklenen likit risk telafisi riskine karşı olan açıklığını, yerel alt yüklenici anlaşmalarına koyacağı likit telafi maddeleri ile azaltmaya çalışacaktır.

Benzer bir şekilde sözleşmede yapılan bazı düzenlemelerle, sözleşmenin sahip olduğu yönetim harcı türlerinin kullanımı müteahhitlerin olumsuz tutumlarını ortadan kaldıracak ve müteahhitten gelebilecek doğrudan kayıp ve harcamaya karşı tazminat taleplerinin meydana gelebilirliğini azaltacaktır.

Riskin azaltılması dört ana kategori içinde incelenebilir. İlk olarak eğitim ve çalışanları potansiyel risklere karşı uyarmak konusu üzerine alınan özel eğitimler gelir. İkinci olarak kaybın olabirliğini azaltmak için alınan fiziksel koruma önlemleri gelir. Örneğin, bir müteahhit bağımsız bir kalite güvence şirketini tutarak tüm projelerinde ikinci kontrolü gerçekleştirmesini isteyebilir. Bu pahalı bir seçenek olsa da hataların gözden kaçma ihtimalini düşürür. Üçüncü olarak tutarlılığın sağlanması ve insanların "ya... gerçekleşirse ne olur?" sorularını sormaları için belli sistemler gerekir. Son olarak ise insanları ve mülkü korumak için fiziksel koruma önlemleri gerekir.

Bir binada tipik bir risk azaltılması vakası, yangın söndürme tesisatının kurulumu ile gözlemlenir. Yönetmelikler yangın söndürme tesisatını zorunlu kılmaya da müşteri muhtemel bir yangından

kaynaklanacak hasar ile yaşayabileceği kaybı düşürme ihtiyacı hissederek yangın söndürme tesisatı için para ayırabilir.

3.14.3. Risk Transferi

Riskin aktarılması risk kaynağının sahip olduğu kritikliği azaltmaz, yalnızca bunu bir başka tarafın üstlenmesini sağlar. Bazı durumlarda ise transfer işlemi, riskin aktarıldığı tarafın yüklenmesi istenen riskin bilincinde olmaması nedeniyle riski bariz bir biçimde artırır. Örneğin genel müteahhit bir taşeron ile sözleşme yapacağı zaman sözleşmeye hem genel sözleşme için hem de genel müteahhit tarafından yaşanacak kaybın tahakkuku için geç tamamlanmadan kaynaklanan bir likit telafi ve karşılanmış hasarlar maddesi koyabilir. Taşeron aktarılmakta olan ek riskin bilincinde olmayabilir ve aynı zamanda bu riski taşıyabilecek finansal konumda da bulunuyor olabilir.

Risk transferinin en sık rastlanan biçimi belirsiz bir risk miktarını belirli bir maliyete çeviren sigortalama sistemidir. İnşaat endüstrisinde bu tarz bir uygulama ile risklerin kapsanması giderek daha da pahalı bir hal almaya başlamıştır. İnşaat projelerinde, hatasız inşa işlemi garanti edilemez ve hatalar projenin tamamlanmasından uzun süreler sonra ortaya çıkabilir. Bir binanın tamamlanma aşamasında veya sözleşmedeki hataların sorumluluğunun taşındığı süre dahilinde mantıklı bir şekilde ortaya çıkarılmayan örtülü hatalar, hayatın bir parçasıdır.

Örtülü hataların olumsuz sonuçlarının ortaya çıkması durumuyla ilgilenmek için yeni yapılan düzenlemeler, ne işverenin, ne müteahhitlerin ne de tasarımcıların ihtiyaçlarına uygun bir biçimde cevap verebilmektedir. İnşa sürecinde sorumluluk sahibi olanlar sık sık mahkemelerde birbirleri ile karşılaşmak durumunda kalmaktadır. Müşterilerin, dava ve onarım masraflarının karşılanabilmesi için hatanın ve bunun sonucunda meydana gelen hasarların sözleşmedeki eksikliklerden, ihmalden veya sözleşmeden bağımsız kusurlardan dolayı yapılan bir atlamadan kaynaklandığını, yasal süreçler doğrultusunda kanıtlamak zorunda kalmaları gibi bir risk söz konusudur. Müşterilerin yasal bir eylemde bulunabilmek için yeterli paraları olmayabilir. Müteahhitler ve tasarımcılar açısından bakıldığında da, bu kişiler projenin tamamlanmasından yıllar sonra dahi tazminat taleplerine karşı potansiyel olarak sorumluluk taşımaktadırlar. Bunun ötesinde pek çok tarafın dahil olduğu eylemlerde ortak sorumluluğun uygulanması inşa ekibinin bir veya daha fazla üyesinin haksız bir şekilde, üzerine düşmesi gereken telafi miktarından daha fazlasını ödemesine yol açabilir.

Pek çok rapor tarafından da önerildiği biçimde, hata kanıtı olmayan, birinci şahıs malzeme hasarı üzerine kurulu bir proje sigortası müşteri açısından en avantajlı durum olacaktır. Proje sigorta poliçesi müteahhit ve bina sahibi tarafından başlangıç tasarım aşamasında müzakere edilmelidir. Geçerli olduğu süre boyunca poliçe el değiştiren mülkün diğer sahipleri ve tüm binayı kiralayan kiracılar tarafından da kullanılabilir. Müşteriler ve kiracılar açısından en büyük avantajı, maliyetlere ve örtülü hataların çıkması sonucunda yaşanacak endişelere karşı sunulan poliçe kapsamında sağlanan korumadır. Onarım maliyetleri, tarafsız bir temelde hem hızlı hem de verimli bir biçimde hata ve hasarların doğru şekilde sigortalanması için kesin olarak karşılanabilir olacaktır. İnşaat işinde bulunan tüm tarafların sahip oldukları sorumluluklar mahkemeye başvurmayı gerektirmeyecek şekilde açık hale getirilmektedir. Güvenilir bina kalitesi bu sayede, dava edilme korkusuyla veya aşırı yüksek sigorta maliyetleri tehditleriyle yenilikleri boğmadan elde edilecektir.

3.14.4. Riskten Kaçınma

Riskten kaçınma, riskin kabulünün reddedilmesi ile eş anlamlıdır. Sözleşmeye itiraz etmek riskten kaçınmanın basit bir örneğidir. Normal olarak riskten kaçınma, sözleşme öncesi müzakereler ile ilgilidir,

ancak bu kavram projenin uygulanması sırasında yerine getirilen eylemler için alınan kararları da kapsayacak şekilde genişletilebilir. Örneğin bir müteahhit sözleşmenin temel bir noktasında bir eksiklik yaptığında, işverenin sözleşmeyi feshetme hakkı doğar. Ancak işveren sahip olduğu bu feshetme hakkından vazgeçerek, bu sayede sözleşmeden kaynaklı tüm riskleri de beraberinde kabul ederek sözleşmeyi devam ettirebilir. Eğer işveren sözleşmeyi feshederse, müteahhidin sözleşmeye uymadığını kabul ederek ileride doğabilecek tüm riskleri almaktan kaçınmaktadır. Riskten kaçınma ile ilgili verilebilecek daha uygun bir örnek, ya belli risklerden ya da risklerden kaynaklanan belli sonuçlardan kaçınmak için muafiyet maddelerinin kullanımudur.

3.15. Risk Tutumu

Çoğu kimse büyük riskin, eğer mümkünse kaçınılabilecek kötü bir durum olduğunu düşünür. Belirsiz olan projelerin altına girmek konusunda belirli olanlara göre daha isteksiz olan kimselerle ilgili pek çok örnek bulunmaktadır. En basit haliyle üç tip kişi/organizasyon bulunmaktadır:

- Risk seven,
- Riskten uzak duran,
- Riske karşı tarafsız.

Burada iki gruplu bir sınıflandırma yapmak, kaba bir biçimde yapılmış bir aşırı sadeleştirme olacaktır. Şirket yöneticisini cesurca riskler alan kurnaz bir kişilik olarak tasvir etmek iş dünyası kültürünün bir parçası haline gelmiştir.

Risk sevenler halen iş dünyasında bulunmaktadır, ancak artık bu tür kişi veya organizasyonlarla karşılaşmak daha zor hale gelmiştir. Artık pek çok karar, detaylı analizlere dayanılarak alınmaktadır. Ancak detaylı analiz bile kötü bir kararın alınmasına engel olamayabilir.

Riskten kaçınmanın mantıksal temeli, belli bir miktar varlığın kaybının rahatsız ediciliğinin, aynı miktarın kazancının vereceği memnuniyetten daha şiddetli olmasıdır; çünkü kayıp, kişinin alışagelmış olduğu yaşam standardında bir düşüşe neden olabilir.

KADIN MI KAPLAN MI?

Üç genç adam, istedikleri bir kapıyı açacaktır. Kapılardan birini açtıklarında karşlarına görülebilecek en vahşi ve acımasız, aç bir kaplan çıkacaktır. Diğer kapının ardında ise Majestelerinin sarışın kulları arasından seçebileğİ en güzel yaşta ve görünüşteki bir kadın vardır. Kararı size bırakıyorum, hangi kapıyı seçmeliler?

İlk adam seçim yapmayı reddetti ve güvenle yaşayıp temiz bir şekilde de öldü.

İkinci adam risk yönetimi danışmanları tuttu. Kaplan ve kadın nüfusları üzerine tüm mevcut veriyi topladı. Kaplan homurtularını duyabilmek ve en zayıf parfüm kokusunu alabilmek için sofistike bir teknoloji kullandı. Elindeki kontrol listelerini tamamladı. Bir fayda fonksiyonu geliştirdi ve risk tutumunu değerlendirdi. Son olarak bir kaç yıl içinde kadınla birlikte olmanın keyfine varamayacak durumda olacağını düşünüp optimum bir kapıyı açtı. Ve sonuç olarak düşük olasılıklı bir kaplan tarafından yendi.

Son adam ise bir kaplan eğitim kursu aldı. Kapılardan birini açtı ve kadın tarafından yendi.

4. ÜLKEMİZ İNŞAAT SEKTÖRÜ AKTÖRLERİNİN SORUMLULUK, RİSK, RİSK YÖNETİMİ ALGILAMALARI, YORUMLARI VE UYGULAMALAR

Yapılan farklı bilimsel çalışmalardan elde edilen veriler bir araya getirildiğinde Türkiye'de inşaat taahhüt firmalarının riski algılamaları, değerlendirmeleri ve yaptıkları uygulamalar konusunda aşağıda belirtilen saptamalar öne çıkmaktadır.

Yük. Mimar Pelin Karaçar tarafından 2000 yılında gerçekleştirilen “*Türk İnşaat Sektöründe İhale Sürecine Yönelik Risk Yönetimi Kapsamında Alan Çalışması*” isimli yüksek lisans tezinde⁽²⁾; genel olarak firmalarımızın riski, paranın kaybolma durumu olarak algılamakta oldukları anlaşılmaktadır. Planlama ve programlamanın önemi kabul edilmekte ve bunların düzgün yapılması halinde hiçbir problemin doğmayacağı kanısı yaygın bulunmaktadır. Risk yönetimi, bir yönetim unsuru olarak değil planlama ile ilgili bir sorun olarak algılanmaktadır. En büyük riskin programsız çalışma olduğu ve yapılan programın gerçeği yansıtması gerekliliği önemsenmektedir.

Kamu İhale Kanunu ile kullanım oranının büyük derecede arttırıldığı götürü bedelli işlerin oranının 1990'lı yıllarda toplam işlerin %15'i mertebesindeyken, 2000'li yılların başında %35, bu gün ise çok daha büyük derecede olması; Avrupa'da uygulanan planlama anlayışının ülkemizde de anlaşılmasına ve uygulanmaya başlamasını teşvik etmektedir. Yapım firmalarımızca bu konuda işverenden sağlanan dökümanların yetersizliği sık sık ifade edilmektedir.

Yüklenici firmaların, alt yüklenicilere iş vererek risklerini azaltmaya çabaladıkları, alt yüklenicilerden alınan teminat mektupları ile oluşabilecek risklere karşı önlem almaya çalışıldığı belirlenmiştir.

Kanunlarımızın da zorunlu kıldığı All Risk sigortalar ile inşaat risklerine karşı önlem alma yoluna gidildiği ve risklerin maddi açıdan olası kayıplarının, önemli ölçüde azaltıldığı ifade edilmektedir. Personel ve ekipmanla ilgili sigortalar yapılarak iş kazaları ve güvenlik açısından oluşacak kayıpların azaltıldığı belirtilmiştir.

Yapılan görüşme ve anket çalışmaları ile sağlanan bulgulardan biri de, yurt dışında yapım projeleri üstlenen firmalarımız, sıklıkla kullanılan tip şartnameler (büyük çoğunlukla da Fidic esaslı olanlar) karşısında, sözleşmeler ile bağlantılı problemler yaşamadıklarını ifade etmekte; deneyimlerin artması ile iyi ve kötü durumların daha iyi ayrıt edilebileceğini belirtmektedirler. Tip Fidic sözleşmeleri sayesinde ülkemizde yapılan sözleşmelerin de düzelleme yoluna gittiği genel bir kanı olarak ifade edilmektedir.

İnşaat yöneticilerinin sözleşmelerde en çok eksikliğini hissettikleri şey; hukuk kurallarına aykırı olmasına karşın, tek taraflı sözleşmelerin yapılmasıdır. Kamu İhale Sözleşmeleri Kanunu ve Tip Sözleşme metinlerinin, idarelerin kendi hak ve menfaatlerini gözetici ve karşı tarafa hak ve hukuk tanımayan yapıları, yükleniciler açısından oldukça riskli bulunmaktadır.

Büyük kalemlere çok düşük fiyat vererek ileride bu fiyatları değiştirme düşüncesi ile hareket etmenin en büyük risk olduğu ifade edilmektedir. Projelerin büyüklüğünden ziyade özelliklerinin risk oluşturabileceği kanısı yaygın bulunmaktadır. Yüklenicilerin, işin her aşamasını kontrol ederek riskleri minimize etmeye çalıştıkları, oluşabilecek diğer riskler için de All Risk sigorta kullandıkları görülmektedir. Risklerin eşit ağırlıkta dağılım göstermediği, işverenin yükleniciye ne kadar sorumluluk yüklerse risk maliyetinin bir o kadar artabileceği durumunun sözkonusu olabileceği belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada belirlenen risk çeşitlerinin derecelendirilmesi sonucu, firmaların ifade ettikleri önemlilik sıralaması aşağıdaki gibi şekillenmiştir;

1. Politik riskler,
2. Finansal riskler,
3. İnşaat riskleri,
4. Çevresel riskler.

Risk kategorileri maddi kayıp etkilerine göre sıralandığında ise aşağıdaki önem hiyerarşisi ortaya çıkmıştır;

1. Finansal riskler,
2. Politik riskler,
3. İnşaat riskleri,
4. Çevresel riskler.

Ayrıca belirlenen hususlardan bazıları; gelir vergisinin karla birlikte düşünülmesinin risk oluşturduğu; hukuksal problemler, kredinin kaynak ve temini, kur riski, sözleşme stratejisi açısından oluşabilecek riskler, işin uzaması, yer koşulları ve yer teslimindeki gecikmeler sıkça karşılaşılan problemler olarak ifade edilmiştir.

Tespitlere göre hiçbir firmanın organizasyonunda risk yönetimi ile uğraşan özel bir bölüm bulunmadığı fakat bu konuda ekip çalışması yapılması gerekliliğinin düşünüldüğü, bazı firmalarda ise riskin niteliğine göre farklı bölümlerce risk yönetimi yapıldığı belirlenmiştir.

Sözleşme fiyatında oluşacak risk olasılıklarına karşılık, risk maliyetinin toplam maliyetin %5 ile %10'u nispetinde artırılması gerektiği fikrine karşılık, bazı firmaların risk maliyetinin müteahhitlik karının %25'i mertebesinde olacağı ve fiyat oluşturulurken bu değer nihai teklif bedeline eklenmesi gerektiği görüşünde oldukları belirlenmiştir. Risk maliyeti belirlenirken önsezinin önemli bir faktör olduğu konusunda fikir birliği bulunmaktadır.

Yük. İnş. Müh. Fatih İncir'in 2003 tarihli "*İnşaat Sektöründe Risk Yönetimi ve Kaliteye Etkisi*" isimli yüksek lisans tez çalışmasında⁽³⁾ edindiği bulgular ise, aşağıdaki gibidir;

- Yurt dışında yaygın olarak kullanılan planlama teknikleri, ülkemiz inşaat sektöründe 5 yıldan fazla deneyime sahip yüklenici inşaat işletmeleri tarafından uygulanmaktadır. Ancak işletmelerin, bu işlemleri danışmanlık desteği almadan kendi planlama bölümleri ile yapmaya çalışmaları ön plana çıkmıştır.

- Yüklenici inşaat firmaları, planlama aşamasında; süre, maliyet ve kaynak kriterleri içerisinde en önemlisi olan maliyete daha çok önem göstermektedir.

- İnşaat sektöründe proje yatırım süresi, risk faktörlerinin kısmen değerlendirildiği veya göz ardı edildiği bir hesaplama esasına göre belirlenmektedir. Uygulamada genellikle, geçmişteki sonuçlara göre süre belirleme ve benzer işlemlerle kıyaslama yöntemi tercih edilmektedir.

- Ülkemiz inşaat sektöründe proje yatırım maliyetleri, genellikle Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyatlarına ve dövizle endeksli analizlere göre belirlenmektedir.

- Risklere karşı, inşaat sektöründe yaygın olarak önleme niteliği taşıyan yaklaşım, maliyet ve süre analizlerine ilave yapma şeklinde uygulanmaktadır.

- İnşaat sektöründe projelerin uygulanmasını etkileyen riskler içerisinde en önemli risk sınıfı, finansal ve ekonomik riskler olarak değerlendirilirken, doğal afetler kapsamında ortaya çıkan riskler ise 5'li

değerlendirme ölççeğine göre en az önemli olarak değerlendirilmektedir.

- Geçmişte tamamlanmış olan inşaat projelerinde, maliyet artışı ve planlanan süreden daha geç tamamlanma gibi sonuçlara sıkça rastlanırken, uygulanan projelerin sonucunda kalite ile ilgili ortaya çıkan sorunlar göz ardı edilemez seviyelerdedir.

- Diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de, risklerin yüklenici üzerine transferi, işveren açısından yaygın bir riske karşı koyma stratejisidir.

- Türkiye gibi enflasyonun yüksek olduğu, ekonomik krizlerin sıkça yaşandığı bir ortamda yatırımların, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyatlarına göre planlanması, gerçeği tam olarak yansıtmamaktadır.

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

5. RISK YÖNETİMİNDE KULLANILABİLECEK ARAÇ VE TEKNİKLERDEN BAZILARI⁽¹⁾

Bu bölümde riski analiz etmek ve risk altında karar almak için kullanılabilecek bazı araç ve tekniklerden bahsedilecektir. Burada, çeşitli yöntemlerin detaylı uygulamalarından çok sahip oldukları temel prensipler üzerine yoğunlaşarak değişik karmaşıklık derecelerine sahip teknikleri incelenecektir.

Risk yönetimi idari bilimlerin bir türüdür. İdari bilimlere ait teknikler iki geniş kategori altında toplanabilir: Belirleyici (deterministik) ve olasılıklı (stokastik). Deterministik teknikler, karar değişkenlerinin sahip olduğu değerlerin % 100 kesinlikle bilinebileceğini söyler ki bu duruma inşaat sektöründe pek sık rastlanmaz.

Diğer taraftan stokastik teknikler, inşaattaki pek çok veride olduğu gibi, hakkında yapılan kestirimler kesin olarak belirlenemeyen etkenler ile ilgilendirilir.

Çoğu zaman karar alıcılar, sonuçlarda yer alan ve değişkenlerin tek değerleri ile hesaplanan tek bir değerle, örneğin kâr miktarı ile ilgilenme eğilimindedir. Bu yaklaşım, yüksek veya düşük riskli projelerde bir farklılık göstermez. Karar alıcı, belirsizlikleri kontrol edebilecek bir konumda olabilir veya olmayabilir. Ancak herhangi bir tahminin taşıdığı risk ile ilgili sayısal bir tahminde bulunabilecek bir konumda olmalıdır.

Yargının düşünceyi uyardığı ve yeni ilişkiler keşfettiği konusunda şüphe yoktur, ancak mümkün olduğu durumlarda varsayımların test edilmesi ve desteklenmesi için sayısal tekniklerin kullanılması gereklidir. En önemlisi ise istatistiksel bir tekniğin veri ile ne yaptığının bilincinde olunmasıdır.

Risk yönetiminde kullanılan araç ve teknikler, kararın belirlenmesi sürecine yardımcı olurlar. Bu belirlemenin iki yönü vardır; bulma ve güvenme. Bir durumun belirlenmesinin ardından bununla ilgili bir eylemde bulunmak gerekir. Araçlar karar alamaz, izlenecek olan eylem silsilesini ancak insanlar başlatabilir.

5.1. Büyük Resmi ve Detayları Görebilmek

Bir karar alınacağı zaman, açık ve net amaçların, planların ve stratejilerin bulunması gerekmektedir. Problem bir bütün olarak ancak fazla detaydan sakınarak görülmeli ancak daha derin bir analize ihtiyaç duyan özel risk alanlarına yakın bir bakış açısına da sahip olunmalıdır.

Bazı karar alma teknikleri

- Risk primi
- Riske göre ayarlanmış indirim oranı
- Özel olasılık
- Karar analizi
 - Algoritmalar
 - Araç sonuç analizi
 - Karar matrisi
 - Bayesian terori
- Duyarlılık analizi
- Monte Carlo benzetimi
- Portföy teorisi
- Olasılıklı baskınlık

Nerede kullanıldığı

- Risk tepkisi
- Risk tepkisi
- Risk tepkisi
- Risk analizi /
- Risk sınıflandırması
- Risk tepkisi
- Risk tepkisi

5.2. Karar Alma Teknikleri

Yukarıdaki tabloda da gösterildiği gibi risk yönetiminde ve yatırıma değer biçilmesinde bir grup teknik kullanılabilir. Bunlardan bir kısmı aşağıda ele alınmıştır.

5.2.1. Risk Primi

İndirim oranı, bir yatımcının parasının sahip olduğu zaman değerini ve mülkün yatırımı karşılayabilmek için elde etmesi gereken kazanç oranını yansıtır. Bazı projeler, henüz tasarım aşamasının başlarında iken (uzun vadeli bir kira sözleşmesini imzalamaya hazır bir kiracı bulunması durumunda olduğu gibi) hemen hemen hiç risk içermeyebilir, ancak riskli sayılabilecek bir proje indirim oranıyla arsa ve mülke yatırım yapan yatırımcı, maliyetleri ve yatırımın gelirini belli bir zaman periyodu boyunca, bir indirim oranı kullanarak dengeleyecektir. Benzer biçimde müteahhitler ve alt yükleniciler de kaynaklarının ve emeklerinin bir inşaat projesine yatırım olarak girişine bakarlar. Kazanç ihtimali ile birlikte alınabilir hale gelmiş bir kayıp riski de mevcuttur. Projeyi değerlendirmek için indirimli nakit akışı teknikleri (veya indirimsiz bir yaklaşım) kullanabilirler.

Risk primi, risksiz indirim oranına eklenecektir. Risk primi mevcut risk ve risk almaya karşı sahip olunan tutuma bağlı olarak her proje için farklılık gösterecektir. Uygun bir risk primi ortaya koyan bir formül yoktur; her yatımcının her bir proje ile ilgili olarak kendi ihtiyaçları olacaktır.

Uygun risksiz indirim oranının seçilmesindeki zorluk, "risksiz" teriminin içinde barındırdığı belirsizlikten kaynaklanmaktadır. Finansal taahhütler her zaman ortadan kaldırılamayan veya başkalarına aktarılamayan belirli riskler içerir. Risksiz terimi tüm risklerin tamamen ortadan kalktığı bir durumu belirtmek için değil varsayılan riskin sanal olarak yok olmasını ifade etmek için kullanılmaktadır. Finansal açıdan risksiz oran denildiğinde, borç verenin, borç isteyen kredibilitesini ve ortaya koyduğu teminatı görüp geri ödemelerin tam ve zamanında yapılacağından tam olarak emin olduğu durum kastedilmektedir.

Bir yüklenici, durumu bu şekilde görmese de projeye bir risk primi ekleyecektir. Bir teklif fiyatı verirken, sözleşme taraflarından birinden veya eldeki bir bilgiden emin olunamıyorsa, öngörülemez sonuçlar için ek bir fiyat marjı koyulması sözkonusu olacaktır.

Uygun risk priminin belirlenmesi, risk ve getiri arasındaki ilişki üzerine kurulmuştur. İndirim olgusu, risk primi ne kadar uzak geleceğe yönelik olursa, bir yatırımın şimdiki değeri üzerindeki olumsuz etkisinin o kadar büyük olacağı yolundaki anlayışın bir uzantısı şeklindedir. Bir başka deyişle, gelecek riski yakın zamanlı riske göre çok daha ağır bir biçimde indirime uğrar. Tek bir risk ayarlamalı indirim oranı, bu nedenle riskin proje ömrü boyunca değer üzerindeki etkisi için kötü bir yer tutucudur, çünkü risk zaman boyunca üssel olarak artmaz. En büyük belirsizlik, başlangıç inşaat periyodunu kapsamaktadır. Projenin tamamlanması ve kiracıların/işletmecilerin bulunmasının ardından işverenin taşıdığı risk azalmaya başlar. Açıktır ki işletme maliyetleri halen düşünülmesi gereken bir konudur, ancak belli bir süre geçtikten sonra bunlar hakkında fikir yürütmek daha kolay olacaktır. Bu zorluğun üstesinden gelmenin bir yolu, projenin farklı aşamalarındaki, değişen riskler için risk priminde uygun ayarlamaları yapmaktır.

Risk meselesi bu nedenle endüstride kârlılık için çok önemlidir. Peki karar alıcılar risk primleri, kazançların riskliliği ve maliyetler üzerinde nasıl karar alırlar? Bu, riske karşı olan tutumlarına ve söz konusu olay ile ilgili olasılıklara bağlıdır.

5.2.2. Karar Analizi

Karar analizi, karar alma süreci ile ilgilidir. Hem karar alma sürecine bir yaklaşım, hem de risk ve belirsizlik durumlarında karar almaya yol gösterebilecek bir teknikler bütünüdür. Bu kararlar belli bir alanı etkileyen uzun vadeli, stratejik veya kısa vadeli kararlar olabilir. Yeni bir gayrimenkul piyasasına girme veya yeni bir imar planı geliştirme şansının açığa çıkarılması için çıkan fırsatlar olabilirler. Beklenen bir zorlukla başa çıkmak için kullanılabilir veya kriz kararları olabilir.

Karar analizi bir dizi aşamayı takip eder:

- Problemin bilincine varılması ve yapılandırılması,
- Muhtemel sonuçların değerleri ve belirsizlikleri konusunda değer biçilmesi,
- Optimum seçimin belirlenmesi,
- Kararın uygulamaya konması.

Karar alma teknikleri kısaca şöyle sıralanabilir:

- Algoritmalar,
- Araç sonuç analizi,
- Karar matrisi,
- Karar ağaçları,
- Olasılıklı karar ağacı analizi.

5.2.3. Algoritmalar

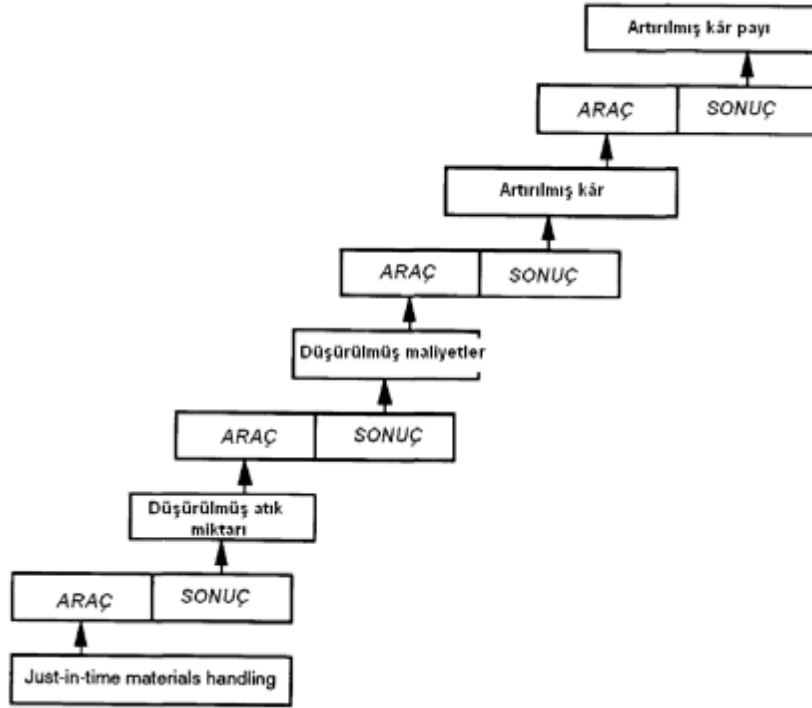
Bir algoritma, bir problemin çözümü için gerekli bir talimatlar dizisini içerir. Bunlar bir görevin yerine getirilmesi için gerekli aşamalar ve takip edilecek yolu belirleyen tepkilerdir. Algoritmalar, mantıklı ve takip edilmeleri kolay olduğu için sık sık bilgisayar programlarına hazırlık aşamaları olarak kullanılır.

5.2.4. Araç - Sonuç Zinciri

Bu, bir amaçlar zincirini açık hale getirmek ve bu sayede bir grup karar noktasını tanımlamak için kullanılan bir yöntemdir. Bir karar alıcı için amaç olanın, daha yüksek seviyede yer alan bir karar alıcının daha yüksek bir amaca ulaşması için araç olarak kullanıldığı gerçeğine dayalıdır. Analiz, Şekil 5.1. ve 5.1.'de gösterildiği gibi bir araçlar sonuçlar zinciri şeması oluşturularak gerçekleştirilir. Örnek, malzeme taşımada gerçekleştirilecek bir iyileştirme ile ilgilidir.

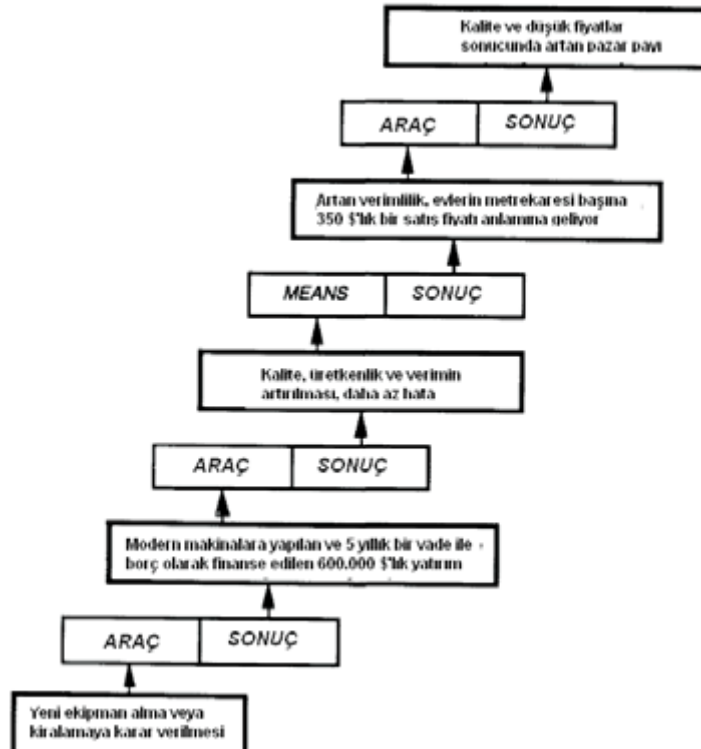
Araçsonuç zincirinin hiyerarşik yapısı, zincirin basamak basamak, aracın daha yüksek bir amacı elde etmek üzere daha alt seviyede çalıştığını gösterecek şekilde sunulması ile ortaya konmuştur.

Şekil 5.1. Araçlar-Sonuçlar zinciri şeması



Şekil 5.2., bir prefabrike ahşap iskeletli ev üreticisinin, üretim tesisinin % 95 kapasite ile üretime devam etmesine olanak sağlayacak pazar payını yakalayabilmesi için evlerin metrekaresinin 350 USD olarak fiyatlandırılması gerektiğinin farkına varışını gösteren bir örnektir. Verim kayıpları nedeniyle şu anki üretim tesisi, kapasitenin altında çalışmaktadır ve ürün kalitesinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

Şekil 5.2. Bir prefabrike ahşap iskeletli ev üreticisi tarafından kullanılan araç sonuç zinciri



Sonuç, piyasa satış fiyatındaki bir düşüş ve piyasa payında artış sağlayan kalitede yaşanan iyileşmedir. Araç ise ürünü ve kaliteyi geliştirmek amacıyla yapılan 600.000 USD değerindeki yatırımdır.

Burada ele alınan araçsonuç zinciri, bire bir ilişkiler bulunan oldukça basit bir örnektir. Pratikte ise böyle bir zincirin oluşturulması sırasında belli bir sonucun pek çok aracı bulunan çok çeşitli kombinasyonlar ortaya çıkar. Sonuçta oluşan, içinde birbiri ile rekabet halinde bulunan araçların ve sonuçların da bulunabileceği, son derece karmaşık bir ilişkiler kümesidir.

Araçsonuç zinciri, sadece sıralamayı belirtir. Bunun yanında riskin; en olabilir, en iyi ve en kötü sonuçları da hesaba katılarak ele alınması gereklidir. Araçsonuç zinciri her zaman kullanılan tekniklerin daha kurallı bir biçimde sunumudur, ancak amaçların ve bunların hiyerarşik konumlarının düzenli bir şekilde tasnif edilmesini ve kaydını teşvik eder. Bunun yanında araç ile sonuç arasında yer alan boşlukta doldurulmasını sağlar.

5.2.5. Beyin Fırtınası

Basit anlamda, bir grup insanın yaratıcı bir şekilde düşünerek fikir üretmesi tekniğidir. Beyin Fırtınası, mevcut bazı kural ve teknikleri kullanarak yeni fikirlerin teşvik edilmesi ve oluşturulması yöntemidir.

Beyin Fırtınasının sağladığı yararları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Üretkenliği teşvik eder,
- Kısa süre içerisinde birçok fikrin üretilmesini sağlar,
- Problemi genele yayar ve ekipteki tüm bireylerin problem ile aynı düzeyde ilgilenmesini sağlar,
- Paylaşımı geliştirir,
- Diğer problem çözme metotlarına girdi teşkil eder,
- Uygun çalışma ortamı yaratır,
- Çalışanların sorumluluk bilincini geliştirir,
- Çalışanların iletişimini iyileştirir.

Beyin Fırtınasına tüm bireylerin etkin, üretken ve yaratıcı bir şekilde katılabilmesi için koyulmuş bazı kurallar mevcuttur. Bu kuralların uygulanması ve oturumun bu kurallar doğrultusunda gerçekleşmesini oturum yöneticisi sağlar. Burada amaç, eşitliğin sağlanması ve bireylerin motivasyonudur. Bu temel kurallar aşağıda sıralanmıştır:

- Yönetici oturuma geçmeden önce, katılımcıların ortama ısınmasını sağlamak amacıyla güncel bir sohbet konusu açar. Üyelerin motivasyonunun sağlanmasıyla birlikte oturuma geçilebilir,
- Öncelikle üzerinde beyin fırtınası yapılacak konu ortaya koyulur,
- 4-15 katılımcıdan oluşan bir grup, beyin fırtınası oturumu için idealdir,
- Takım üyelerinin aktif katılımı sağlanır,
- Üretilen fikirler, paylaşım esnasında yorumlanmaz,
- Üyeler fikirlerini sırayla söylerler ve bu fikirler harfiyen not edilir,
- Üretilen fikirlerin tüm bireyler tarafından anlaşılması sağlanır; fikirler netleştirilir,
- Aynı mesajı veren fikirler birleştirilir ve tek bir "sonuç fikir" oluşturulur,
- Değerlendirme bütün üyelerin katılımıyla yapılabileceği gibi oluşturulacak bir değerlendirme ekibiyle de yapılabilir,
- Her üye ve her fikir eşit değere sahiptir,
- Belirli bir zaman sınırı olmalıdır,
- Üretilen fikirler gereksiz olarak nitelendirilmez. Fikirlerin oylama yoluyla eliminasyonuna gidilir,
- Çok sayıda fikir üretilmeye çalışılmalıdır. Bu aşamada öneri kalitesi değil, öneri miktarı önemlidir,
- Her birey, aklında kaç fikir olursa olsun sırası geldiğinde yalnız bir fikir önermelidir,
- Beyin Fırtınası bir turda herkes pas deyinince biter,

- Beyin fırtınası oturumunda mutlaka bir sonuç elde edilme şartı aranmaz. Bu durumda sonuca ulaşmak için yeni bir seans tertip edilmesi gerekir.

5.2.6. Pareto Analizi

Pareto analizi sorunların tanımlanması ve çözümleri için önceliklendirilmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem sorun çözme sürecine başlama yerinin seçilmesi, gelişmelerin izlenmesi, ya da bir sorunun temel nedeninin tanımlanması için bütün sorunların yada koşulların görece önemini gösterilmesi gereksinimi olduğu zaman kullanılır. Pareto analizi, azalan büyüklük sırasına göre ayarlanmış çubuk grafiğidir. Çubuklar hata kategorileri, yer, bölüm vb. temsil eder. Çubukların büyüklükleri (uzunlukları); frekansları, yüzdeleri, fiyatları veya zamanı temsil edebilir.

Probleme sebep olan birçok faktör olması, problemin çoğunu açıklayan sadece birkaç faktöre dikkat edilmesi ve, risk çözümünün sonuçlarının analiz edilmesi gerektiğinde; kompleks problemlerin çözümü için gerekli hareketleri önceliklendirme, "önemli birkaçı", "önemsiz çokluktan" ayırma, probleme katkıda bulunan önemli sebepleri önemsizlere göre ayırma ve değişiklikler yapıldıktan sonra gelişmeleri ölçme amacı ile yapılabilir.

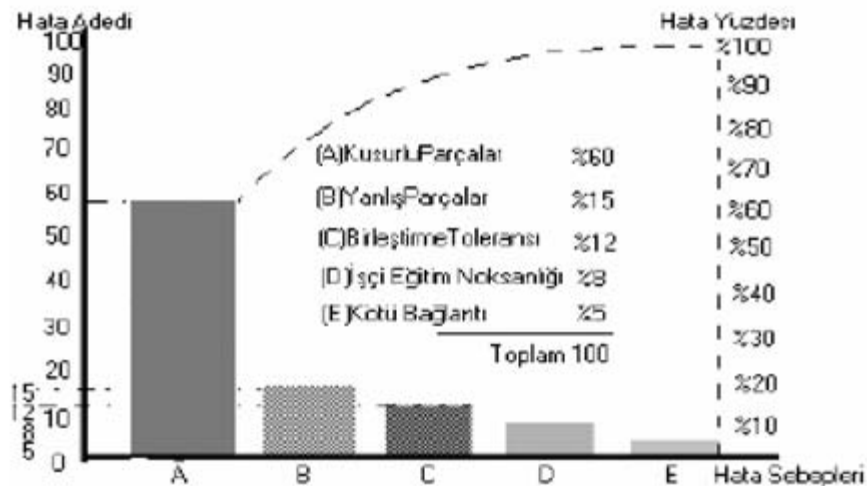
Pareto prensibinin uygulanması baz olarak 80-20 kuralı ile formüle edilir. Bu kurala göre, örneğin; toplam maliyetlerinin %80'i maliyeti oluşturan unsurların %20'sinden oluşmaktadır. Ya da toplam cironun %80'i müşterilerin %20'sinden elde edilmektedir.

Pareto diyagramı azalan bir sırada düzenlenmiş ve sorunun frekanslarını gösteren çubuk şemasıdır. Pareto analizi çoğunlukla bir sorun çözme aracı olarak düşünülür, ancak aslında pareto analizi ile sorunun nasıl çözüleceğinden çok hangi sorunların çözüleceği kararının verilmesinde kullanılır.

Bir Pareto Diyagramı oluştururken aşağıdaki yolun izlenmesi önerilir:

- Çalışma için problem ve zaman dönemleri tanımlanmalı,
- Analiz edilecek veri türleri tanımlanmalı,
- Kullanılacak ölçüm formu tanımlanmalı (ör. frekans, yüzde),
- Örnek veri toplanıp sınıflandırılmalı,
- Veri sayısı belirlenerek azalan sırada ayarlanmalı,
- Eğer mümkünse her kategoriye maliyet tayin edilip frekans maliyetle çarpılmalı, ve yeniden önceliklendirilmelidir.

Şekil 5.3. Bir Pareto Diyagramı örneği



5.2.7. Neden-Etki (Balık Kılıcı) Diyagramı

Neden-Etki Diyagramı, bir risk ve faktörleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir diyagramdır. Diyagram hazırlanırken aşağıdaki prosedürlere uyulur:

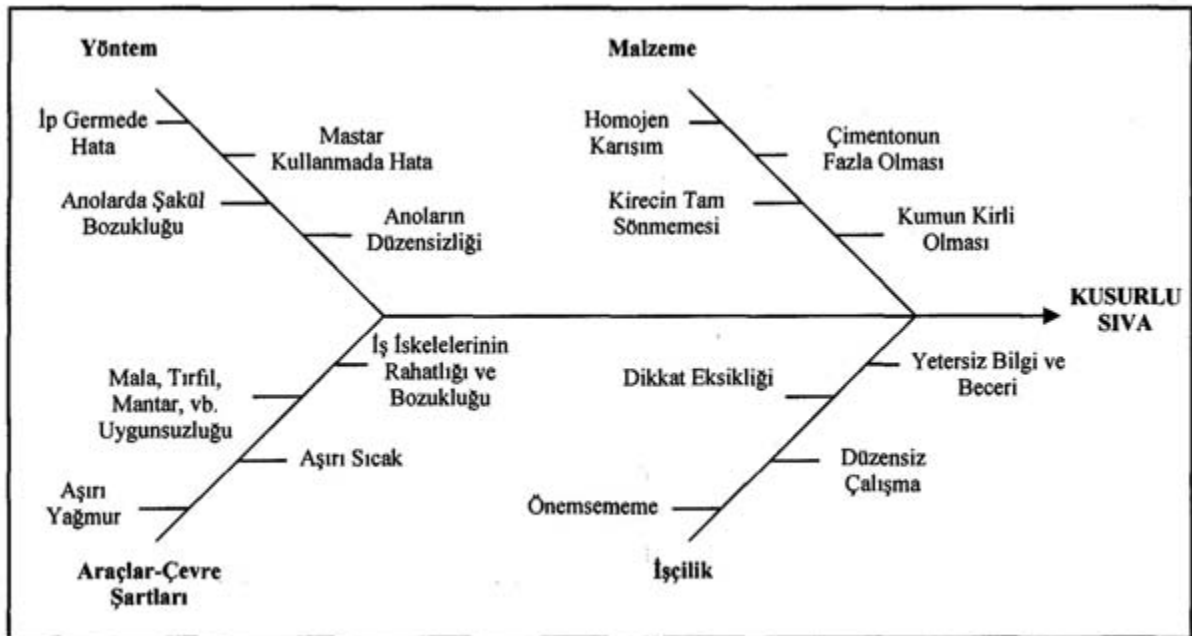
1. Risk karakteristiğinin belirlenmesi.
2. Bir risk karakteristiği seçilir ve kağıdın sağ tarafına yazılır, soldan sağa doğru sırt kılıcı çizilir. Karakteristik bir dörtgen içine alınır. Daha sonra risk karakteristiğini etkileyen ana nedenler büyük kılıçlar olarak ve onlarda bir dörtgen içine alınır.
3. Büyük kılıçları (ana nedenleri) etkileyen nedenler (ikincil nedenler) orta kılıçlar olarak ve orta kılıçları etkileyen nedenler (üçüncül nedenler) küçük kılıçlar olarak yazılır.
4. Her faktöre bir etki gücü verilir. Risk karakteristiği üzerinde anlamlı etkiye sahip gibi görünen önemli faktörler işaretlenir.
5. Varsa diğer gerekli bilgiler de kaydedilir.

Nedenleri bulmak için açık ve aktif bir tartışma gerekir ve bu amaç için uygulanabilecek etkili bir yöntem Beyin Fırtınası yöntemi olabilir.

Neden ve etki diyagramını yaparken nedenler, önce küçük kılıçlardan orta kılıçlara ve daha sonra orta kılıçlardan büyük kılıçlara doğru ilerleyecek şekilde sistematik bir şekilde düzenlenmelidir.

Şekil 5.4.'te de, kusurlu bir sıva imalatı ile ilgili olarak düzenlenmiş bir balık kılıcı diyagramı görülmektedir.

Şekil 5.4. Balık kılıcı diyagramı



5.2.8. Karar Matrisi

Bir karar matrisi, karar alıcıya açık olan seçeneklerin, ilgili etkenlerin ve sonuçların bir gösterim biçimidir. Bu araç, basit bir örnekle gösterilebilir. The Pulsometer Pump Company isimli şirket, Avrupa piyasası için

beton pompalama ekipmanları üretmekte ve şu anda hemen hemen tam kapasite ile çalışmaktadır. Şirketin satış ve pazarlama direktörü, beton pompası piyasasının önümüzdeki 12 aylık dönem içinde % 15 artacağını beklemektedir. Yönetim kurulunun, talepteki bu değişikliğe nasıl tepki göstereceğine karar vermesi gerekmektedir. Uygulanması düşünülen üç değişik strateji bulunmaktadır.

Stratejiler:

- S1** Yeni bir çalışma sistemi ile üretkenliği artırmak üzere yeni ekipman kurulumu,
- S2** Fazla mesai ve hafta sonu mesaisinin uygulanmaya başlaması,
- S3** Mevcut kapasite ile çalışmaya devam edilip, rakiplerin veya yeni firmaların artan talebi karşılamlarına izin vermek.

Her bir stratejinin önümüzdeki 12 aylık süre içinde kâra yapacağı katkı üzerine tahminler yürütüldü. Yeni ekipman kurulumu 240.000 Sterlin, fazla mesaili çalışmanın 210.000 Sterlin ve mevcut kapasite ile işe devam etmenin (bu süre içinde) 170.000 Sterlin kâr getireceği görüldü. Bu değerler, piyasanın % 15 büyüyeceği varsayımına göre oluştu. Ancak pazarlama direktörü bundan başka iki sonucun daha muhtemel olduğunu itiraf etti; piyasaya yeni giren yüksek teknoloji Japon pompası nedeniyle talebin % 10 düşmesi veya inşaat talebinin büyümesindeki eksiklikten dolayı talebin değişmeden kalması.

Bu bilginin gösterilmesi için bir karar matrisi oluşturulabilir. Tablo 5.1.'de seçenekler veya stratejiler satırlarda, etkenler veya piyasa durumları ise sütunlarda gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Karar matrisi (x1000 Sterlin)

Strateji	Piyasa etkenleri			Kârlar
	% 15	sabit	- % 10	
S1	240	130	0	
S2	210	150	70	
S3	170	150	70	

Kurul ne karar almalıdır? Çeşitli sonuçlara olasılıklar verilebilir ve bu sonuçlardan beklenen değerler hesaplanabilir. Pulsometer Pump Company için piyasa talebindeki değişikliklerle ilgili olasılıklara ihtiyacımız vardır.

Tablo 5.2. Piyasa talebindeki değişikliklerle ilgili olasılıklar

Piyasa Sonucu	Olasılık
% 15 artış	0.6
sabit	0.3
% 10 düşüş	0.1

Belli bir strateji için beklenen değerler, her bir piyasa sonucunun ödemesi ile bunun olasılığının çarpımı ve tüm sonuçların toplanması ile elde edilir. Bu noktada dikkat edilmesi gereken, olasılıkların öznel yargıya bağlı olarak belirlendiğidir. Bu nedenle, yeni kurulumu içeren 1 nolu strateji için beklenen değer aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Strateji 1 için beklenen değerler

Sonuç	Geri Ödeme *	Olasılık	=	Beklenen Parasal Değer (BPD)
% 15 artış	240.000	0.6	=	144.000
sabit	130.000	0.3	=	39.000
% 10 düşüş	0	0.1	=	0
Toplam Beklenen Parasal Değer (BPD) =				183.000

Aynı prosedür S2 ve S3 stratejileri için de tekrarlanır ve tüm stratejiler için beklenen değerler şu şekilde çıkar:

Tablo 5.4. Tüm stratejiler için beklenen değerler

Strateji		Beklenen Parasal Değer (BPD)
S1	Yeni kurulum	183.000
S2	Fazla mesai	178.000
S3	Mevcut seviye	154.000

Bu durum karar vericiyi S1 yaklaşımını tercih etmeye iter, çünkü bu yaklaşım en yüksek beklenen parasal değere sahiptir. Ancak bu stratejileri birbiri ile karşılaştırırken diğer etkenlerin de hesaba katılması gereklidir.

Getirilerin değişkenliği önemlidir ve riskin derecesi ile ilgili bir başka ölçüt olarak karşımıza çıkar. Riskin bu ölçümü, standart sapmalar kullanarak bulunabilir. İstatistikteki varyans, her bir ödemenin beklenen değerinden sapmasının karelerinin, ilgili sonucun olasılığından elde edilen değerlerin toplamı ile çarpılmasıyla bulunur. Yani strateji S1 için standart sapma,

Tablo 5.5. Strateji 1 için standart sapma

Sonuç	BPD	Sapma (D)	D ²	Olasılık	=	Toplam
240	240.000	+ 57	3249	0.6	=	1949
130	130.000	- 53	2809	0.3	=	842
0	0	- 183	33489	0.1	=	3348.90
Varyans =						6140.30
Standart Sapma =						78.36

Artık iki önemli bilgiye sahip bulunulmaktadır; beklenen değer ve de standart sapma. Yüksek beklenen değerler standart sapmanın yüksek değerleri ile ilişkili olmaya eğilim göstereceğinden oransal sapmayı gösteren değişkenlik katsayısının kullanılması daha anlamlı olacaktır.

$$\text{Değişkenlik Katsayısı} = \frac{\text{Standart sapma}}{\text{Beklenen değer}}$$

Tablo 5.6. Değişkenlik katsayıları

Strateji	Beklenen Değer	Standart Sapma	Değişkenlik Katsayısı
S1	183	78.36	0.43
S2	178	44.50	0.25
S3	154	32.34	0.21

S1, en yüksek beklenen değere sahiptir ancak en riskli strateji de budur. Strateji seçimi bundan sonra karar alıcının getiri ile risk arasında yapacağı karşılaştırmaya dayanacaktır. Örneğin riskten mümkün oldukça kaçınan bir karar alıcı, “hiçbir şey yapmama” stratejisi olan, işe mevcut kapasitede devam etmenin ve talepteki artışı rakipler tarafından karşılanmasına izin vermenin önerildiği S3'ü seçebilir. Bu örnekte birincil bilgilerin büyük bölümünün öznel kestirimlere dayandığına dikkat edilmelidir; kâr tahminleri ve üç farklı piyasa sonucunun olasılıkları gibi. Son karar bu nedenle bir parça özneldir ancak karar matrisinin kullanılmasıyla nesnel kriterler üzerine oturtulmuştur.

5.2.9. Karar Ağaçları

Bir karar ağacı, bir dizi “veya” kararı tarafından nitelendirilen problemleri ortaya koymanın bir yoludur. Bir kararlar dizisi ve her bir muhtemel koşul grubu altında beklenen sonuçları gösterir.

İnşaat endüstrisindeki kapsayan çoğu karar problemi, tarif edilebilir bir yapıya sahiptir. Karar ağacı gibi analitik bir yaklaşım kullanılarak karar alıcının yapı içinde yer alan belli temel bileşenlerin farkına varması sağlanmış olur. Başarılması karar alıcıya bağlı olan bir grup amaç bulunacaktır. Örneğin işveren, binanın belli bir tarihte hizmete girmesini isteyebilir, ki bu durumda bitişin garanti altına alınabilmesi için inşaat fiyatı için daha yüksek bir ödeme yapmaya hazırlıklı olması gerekecektir. Karar alıcının, herhangi bir karar için tüm seçenekleri araştırmak üzere sürekli açık fikirli olması gerekir.

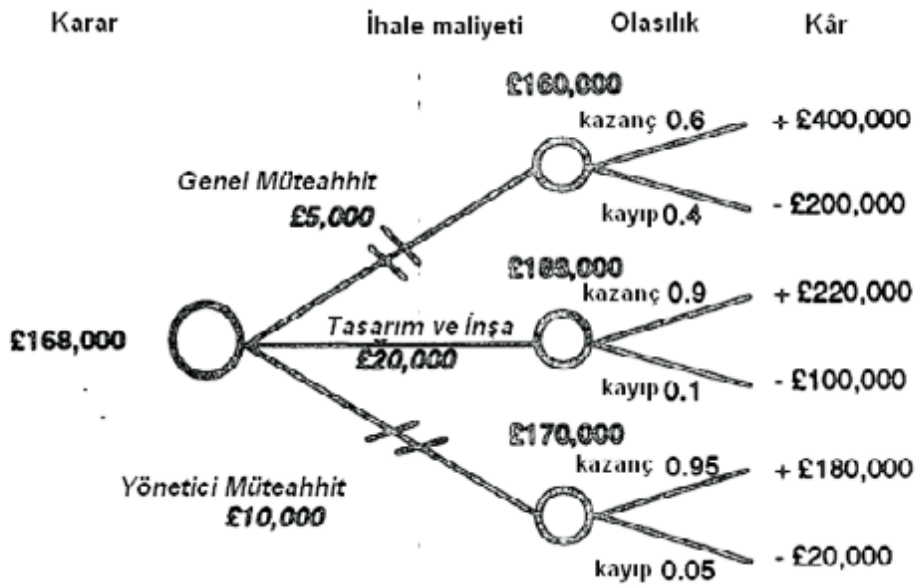
Karar ağacına bir anlam verebilmek için, her bir olası sonucun değerinin bir ölçüsü gereklidir. Bunlardan en sık kullanılanı, tüm ödemelerin (veya değerlerin) olasılıkları ile ağırlıklı olarak toplamı olan Beklenen Parasal Değerdir (BPD). Karar alıcının belirli bir sonucun üzerine bir olasılık yüklemesi gerekir. Olasılıklar genellikle kaba bir değer biçme veya önsezi şeklinde atanır, ancak en önemlisi, bir karar ağacının, bir karar stratejisinin oluşturulması aşamasında yapısal bir yaklaşım ortaya koymasındır.

Şekil 5.5., basit bir karar ağacı örneği göstermektedir. Bir genel müteahhitin, üç ayrı proje için teklif verirken üç tane seçeneği vardır. Bu projelerden yalnızca birini alabilecek özkaynaklara sahiptir ve bu nedenle aralarından en kârlısını seçmek zorundadır.

Birinci seçenek bir kıyı setinin yeniden inşası için genel müteahhit olarak toptan bir teklif vermektir. Proje, 400.000 Sterlin tutarında muhtemel bir kâr sahiptir, ancak bunun yanında 200.000 Sterlinlik bir kayıp da gösterebilir. İkinci proje, bir su dağıtım şebekesinde yeni bir pompa istasyonunun tasarım ve inşasını içermektedir. Potansiyel kâr 220.000 Sterlindir, ancak bu projede zararlı sonuçlanabilir ve bu sefer kayıp miktarı 100.000 Sterlindir. Üçüncü proje bir uçak hangarının yeniden yapılandırılmasını kapsayan bir yönetim sözleşmesidir. Potansiyel kâr 160.000 Sterlin, kayıp ise 20.000 Sterlindir.

Müteahhit, diyagramı sağdan sola doğru okuyarak her bir proje için kâr ve zarar olasılıkları belirledi. Bunun ardından proje için teklif verme maliyeti BPD kullanılarak, en yüksek BPD'ye sahip olan projenin tanımlanması ile belirlenmiştir, bu proje birinci seçenekteki tasarım ve imalat planıdır.

Şekil 5.5. Karar ağacı



Örneğin kıyı setini ele alalım.

$$\text{BPD} = £400.000 \times 0.6 - £200.000 \times 0.4 = £160.000$$

Eksi £5.000 teklif maliyetleri £155.000'lik BPD ile sonuçlanır.

Karar ağaçları yönetsel karar alma süreçlerinde yaygın olarak kullanılır. Karar alıcıyı, üzerinde uğraştığı problemi yapısal hale getirmeye, tutarlı ve nesnel bir biçimde zorlamak gibi kendilerine has bir avantaja sahiptirler. Bunun ardından hangi kararların diğer seçimler tarafından geçildiğini ve elendiğini gösterirler. Bu vakada bir kıyı seti inşa etme seçeneği net bir biçimde diğer seçeneklerin gerisinde kalmıştır.

5.2.10. Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizi, bir bağımsız değişkenin değerindeki değişimin bağımlı değişken üzerindeki etkisini test etmek için kullanılan bir belirlenimci modelleme yöntemidir. Riski rakamlarla belirtmek (nicelemek) amacıyla değildir ancak daha çok riske duyarlı olan etkenleri belirlemek amacıyla. Duyarlılık analizi, tüm "eğer böyle" li sorulara cevaplar alınmasını sağlar. Örnek olarak "eğer gelecek yıl için öngörülen enflasyon payı %1, %2 veya %3 az varsayıldıysa inşaat fiyatına ne olur?" ve "eğer sahadaki iş 3, 4 ya da 5 azaltılırsa inşaat fiyatına ne olur?" soruları verilebilir.

Duyarlılık analizi bize hangi proje bileşenlerinin sonuçlar üzerinde en büyük etkisi olduğunu test etme olanağı sağlar, böylece göz önüne alınan ana değişkenlerin sayısı daraltılır. Belirli tahminlerine odaklanabilmesi ve basitliği sayesinde bu yöntem, geniş şekilde kullanılmaktadır. Buna rağmen kesin olarak riski hesaplamaz, karar alıcı hala olayın gerçekleşme olasılığını kendi tayin etmelidir. Burada duyarlılık analizinin hayat döngüsü maliyetlemesinde kullanımından bahsedilecektir ama bu yaklaşım geniş bir uygulama alanındaki etkinlikler için uygulanabilir.

Duyarlılık analizi, tek bir riskli değişkenin değişimi üzerindeki toplam etkinin belirlenmesi için de kullanılabilir. Duyarlılık analizinin en büyük avantajı, alternatif projelerin önceliğini sağlamasını açıkça

göstermesidir. Duyarlılık analizi bir nokta belirler, bu noktada maliyet parametresinin beklenen değerinde verilen değişme, karar değiştirir. Örneğin, hayat döngüsü maliyetlerini düşünüldüğünde, eğer yakıt maliyetleri, beklentileri % 10 oranında aşarsa, bu değişiklik iki alternatif proje arasındaki seçimi değiştirir.

Duyarlılık analizi etkileşimli bir işlemdir. Ömür döngüsü maliyetlemesini hangi değişikliklerin etkileyeceğini anlatır. Riskli maliyet değişimlerinin göreceli önemini belirleyerek, karar verici projeyi daha az riskli olacak şekilde ayarlayabilir ve oluşacak sonuçların tepkilerini düşünebilir.

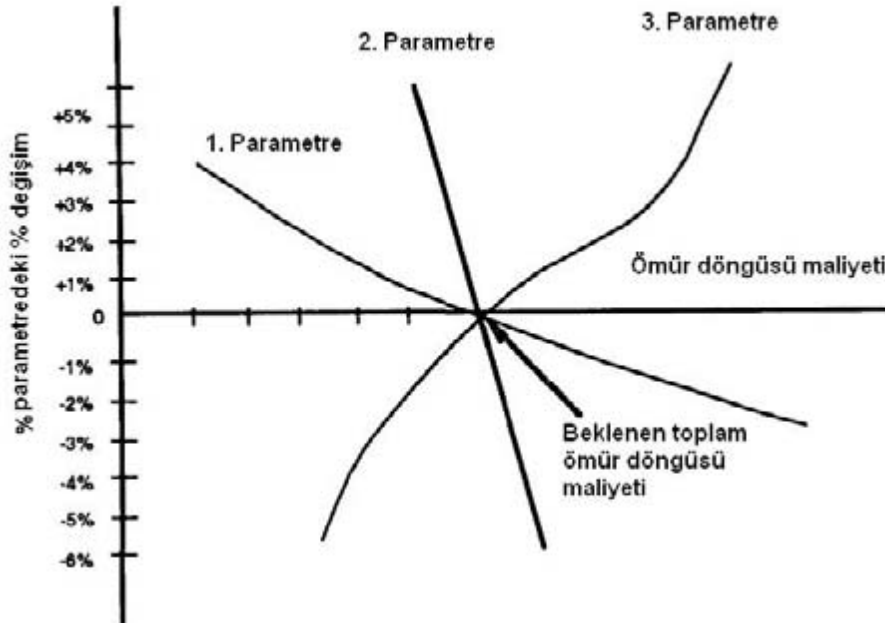
Örümcek diyagramı duyarlılık analizini kullanmanın etkin bir yoludur. Adımlar şöyledir;

1. Beklenen değerler kullanılarak toplam ömür döngüsü maliyeti hesaplanır.
2. Karar ağacı yaklaşımını kullanarak riske açık olan değişkenler tanımlanır.
3. Bir tane riskli değişken (bu değişkeni "parametre 1" olarak adlandırabiliriz) seçip, bu değişkenin değeri hakkında farklı varsayımlar yaparak, toplam ömür döngüsü maliyeti tekrar hesaplanır. Seçilen ömür döngüsü, maliyet parametresinin değeri % 1, % 2,... şeklinde değiştirilerek tekrar hesaplanır.
4. Sonuçta elde edilen ömür döngüsü maliyetleri, değerler arasında ara değerlendirme yapılarak örümcek diyagramına çizilir. Bu Şekil 5.4. 'te görülen "parametre 1" isimli çizgiyi oluşturur.
5. Diğer riskli değişkenler için 3. ve 4. adımlar tekrarlanır.

5.2.11. Örümcek Diyagramı

Örümcek diyagramındaki her bir parametre çizgisi, belirli bir parametrenin belirlenmiş bir aralıkta değişmesi sonucu, ömür döngüsü maliyetindeki etkiyi göstermektedir. Çizgi ne kadar düz olursa, ömür döngüsü maliyeti o parametredeki değişime o kadar duyarlı olur. Şekil 5.6.'da da görüldüğü gibi toplam ömür döngüsü, birinci parametredeki değişime ikinci parametredeki değişime oranla daha duyarlıdır.

Şekil 5.6. Doğrusal olmayan örümcek diyagramı

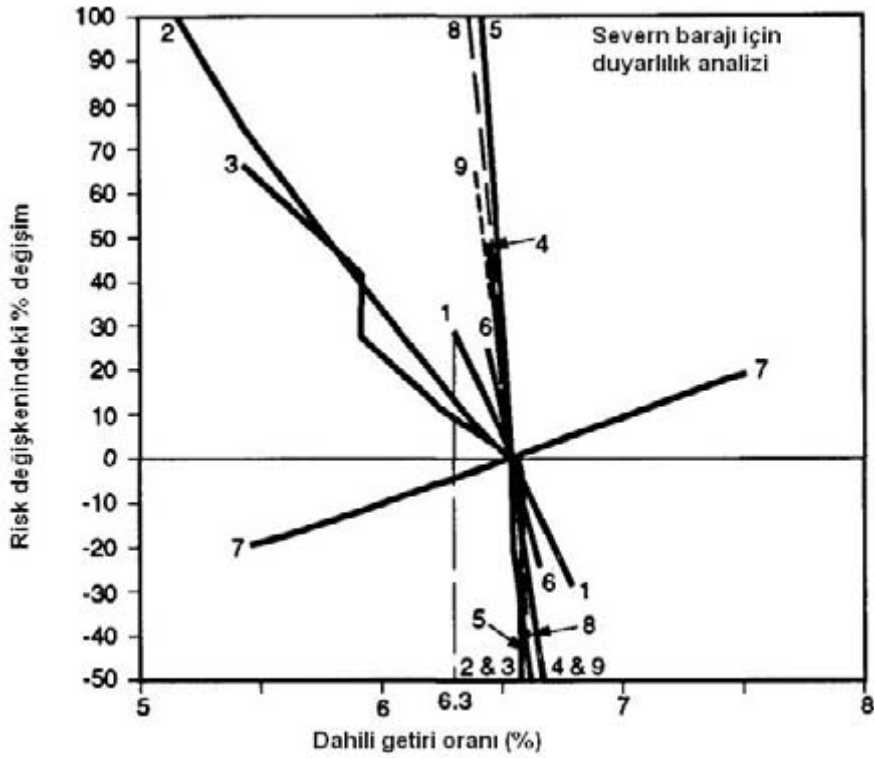


Örümcek diyagramını okumak, daha çok değişken çizildikçe daha zor hale gelir. Bu sorunun üstesinden birkaç tane örümcek diyagramı çizerek gelinebilir. Bu duruma kolaylık getirmek için projenin finansal ve

sermaye ile ilgili yönleri için bir örümcek diyagram, işletme masrafları için başka bir örümcek diyagram çizmek önerilebilir.

Bundan sonra ortaya şu soru çıkar; maliyetlerdeki yüzdesel değişim ile toplam ömür döngüsü maliyetlerinde beklenen değer değişimi arasında doğrusal bir ilişki var mıdır? Genellikle, örümcek diyagramı çizgileri doğrusal olmaz, çünkü eğer işletme masrafları "% x" kadar artarsa, bu toplam ömür döngüsü maliyetlerinin, göreceli olarak büyük bir kısmı olur. Ayrıca, tek tek maliyet parametreleri birçok farklı biçimde değişebilir.

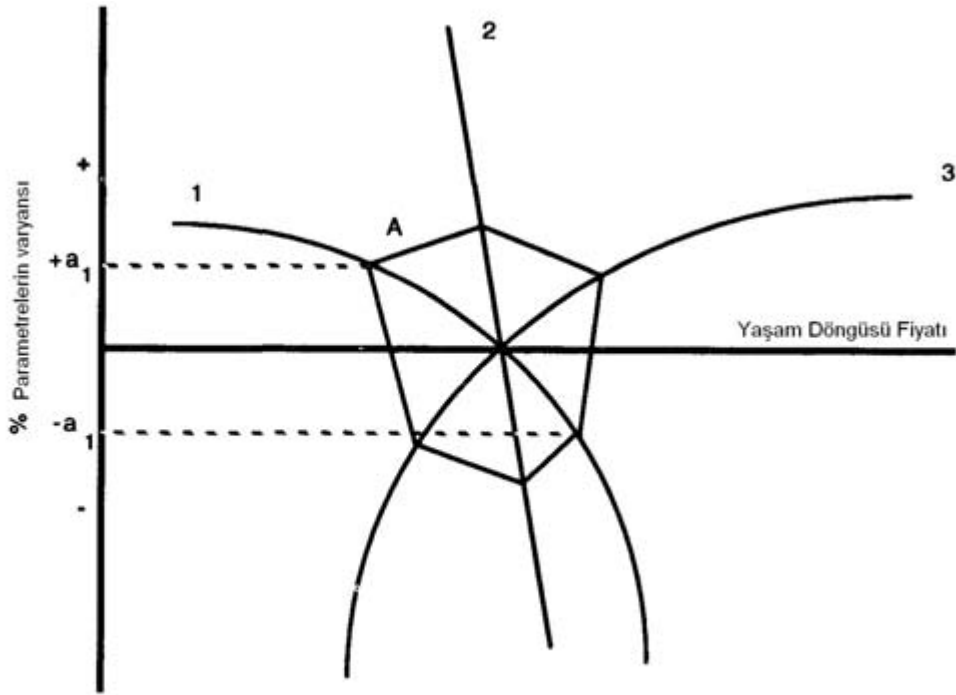
Şekil 5.7. Severn Barajı projesine ait örümcek diyagramı



Severn Barajı projesinin duyarlılık tahminlerinin karakteristik özelliği kesik kesik maliyetleri olması veya ekipmanın seçilmiş parçalarının değiştirme periyotları gibi parametreleri dolambaçlı bulunmaktadır. Bir önceki teorik örneğe benzeyen (doğrusal olan) sadece maliyet parametresi (7) bulunmaktadır, çünkü maliyetler tek sayısal değerde toplanmıştır.

Duyarlılık incelemesine şimdiye kadar risk elemanı dahil edilmemişti. Duyarlılık analizi riskli değişkendeki değişimin etkisini gösterir ama maliyet parametresinin belirli bir alanda nasıl değişme eğiliminde olduğunu bilmek yararlı olur. Bu bazı olasılık analizi biçimlerini gerektirecektir. Özellikle, maliyetlerde muhtemel değişkene sıkı bir tanım geliştirmek için merkez limit teorisini kullanılabilir. Her riskli parametre için, nesnel ve öznel bilgiler, parametrenin varyansını belirlemek için kullanılabilir. Bu aynı zamanda standart sapması hakkında tahmin verir. Parametrenin beklenen değerinin, orijinal hesaplamalarda kullanılan değer, ± 2 standart sapmasında bulunma ihtimalinin %95 olduğu, merkez limit teorisinden bilinmektedir. Bu, Şekil 5.8. 'de %95 güven olasılık çerçevesi tanımlamak için kullanılabilir. Örneğin diyagramdaki A noktası için: A parametresi %95 olasılıkla beklenen değer $\pm a_1\%$ yakınında bulunur.

Şekil 5.8. Olasılık çerçevesi



Duyarlılık analizi ileriki araştırmalar için ipucu ve herhangi bir tahmin için kritik faktörler sağlar. Örneğin, eğer proje talebe karşı çok duyarlıysa, daha iyi talep tahminleri oluşturmak için kaynak harcamaya değer. Duyarlılık analizi projenin hangi parametrelerinin kullanılıp, hangilerinin göz ardı edileceğini göz önünde bulundurarak, bilginin değerini gösterir. Sonuç olarak, duyarlılık analiziyle bu riskleri belirlemek bilgi gereksinimi ve harcamalarda tasarruf sağlar.

5.2.12. Portföy Teorisi

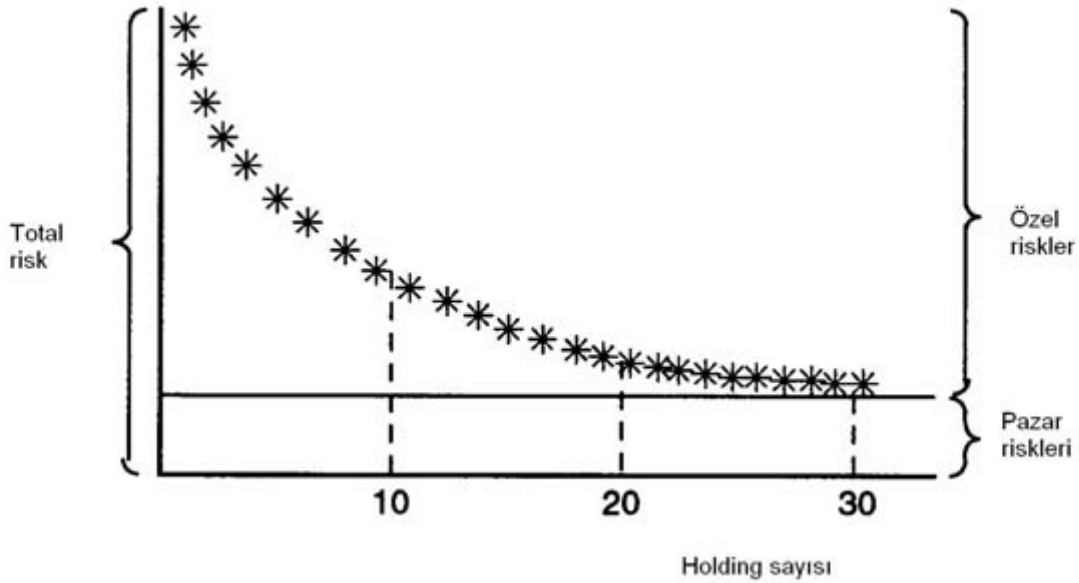
Portföy analizinin amacı, beklenen getiriyi devam ettirmek ve portföy riskini en aza indirmektir. Bir yatırımcı, içinde tahvil, stok, mülk gibi çeşitli tiplerde yatırımların bulunduğu bir portföy oluşturur. Portföyde bireysel yatırımların kendi getirisi ve riskleri vardır. Portföy teorisinde, toplam getiri bireysel yatırımların ortalaması olarak hesaplanırken, portföy bu yöntemle ölçülemez. Korelasyon katsayısı her bireysel yatırım riskinin arasındaki ilişkiyi işaret eder. Katsayı +1 ve -1 aralığındadır; +1 yatırımın riskinin bir birim arttığını gösterir. Bunun ardından toplam portföy riski bir birim artacaktır. Sıfır korelasyon katsayısı portföyde bireysel yatırımlar arasında total korelasyon olmadığını anlamına gelir. Eğer korelasyon katsayısı +1'den küçükse, portföyün total riski dağıtılmış olabilir.

Portföy riskini tamamen yok etmek imkansızdır. Bu konuda iki çeşit risk vardır: sadece portföydeki belirli yatırımlarla alakalı özel riskler ve tüm bireysel yatırımları etkileyen pazar riskleri. Ekonomik iklim veya vergi politikası gibi pazar riskleri dağıtılamaz ve bu nedenle portföyün total riski hiçbir zaman sıfır olamaz.

5.2.12.1. Portföy Analizi'nin İnşaat Sektöründe Uygulaması

İnşaat şirketleri her projenin kendi beklenen getirisinin ve riskinin bulunduğu bir proje portföyü yaratırlar. Portföyün toplam riski azalır, çünkü hiçbir bina diğeriyle aynı olamaz, böylece korelasyon katsayısı +1'den küçüktür.

Şekil 5.9. Çeşitlilikle risk düşüşü



Konut ve ileri teknoloji ticari bürolar yararlı bir örnek sunarlar. Umumi ve özel konut inşası daha az risklidir çünkü geleneksel malzeme ve tasarım kullanma eğilimi vardır. Konut inşası göreceli olarak geleneksel olduğundan ve pazara girmek için birkaç bariyer gibi küçük ölçekli olduğundan, şartlar daha rekabetçidir ve getiri daha az olacaktır. Diğer taraftan büro inşasının büyük riski vardır çünkü ileri teknoloji malzemeler, yenilikçi tasarımlarla kullanılabilir ama her müteahhit böyle bir projenin üstesinden gelebilecek kapasiteye sahip değildir. Bu durumda pazar daha az rekabetçidir ve beklenen getiri daha yüksektir. Bu iki inşaa birbiri ile mükemmel bir şekilde korale değildir, böylece bu iki tip işi yapan bir müteahhidin portföyündeki risk çeşitlenir, ve konsantre bir portföye nazaran daha iyi bir risk/getiri kombinasyonu yakalanabilir.

Elbette ki bu nevi bir çeşitlendirmenin de bir maliyeti vardır. Yatırım dünyasında bir yatırımcı, kazanç ve portföy riski arasındaki dengeyi menkul alım satımı ile sağlar. İnşaat endüstrisinde ise bu şekilde bir aktif yönetim metodu her zaman uygulanabilir değildir. Bir müteahhit mukaveleye imza attıktan sonra projeyi tamamlamakla yükümlüdür.

Gayrimenkul pazarının değişik sektörlerinde yapılanmak riski çeşitlendirir. Bir inşaat firması her gayrimenkul sektöründe çalışmaya sadece yeterince ekspertize sahipse yönelebilir. Aksi takdirde çeşitlilik inşaa çalışmalarını yavaşlatacak ve dolayısıyla da projenin maliyetini yükseltip rekabet gücünü düşürecektir. Çeşitliliğin risk/kazanç oranını iyileştirerek sağladığı getiri ile ölçek ekonomisi ve öğrenme maliyetlerinden kaynaklanan kayıplar arasında bir denge kurularak herhangi bir projenin yaratabileceği risk dengelenmelidir. Portföy teorisi hikayesinin ana fikri "bütün yumurtalarını tek bir sepete koyma!"dır.

5.2.13. Başabaş Analizi

Bu yöntem duyarlılık analizinin bir uygulamasıdır. Bir projenin çekici olup olmadığını gösteren anahtar değişkenlerin ölçülmesinde kullanılabilir. Bir proje için sermaye girişi ve ilk sermaye çıkışıyla birlikte kritik getiri oranını, sermaye maliyetini, enflasyon oranını, iskonto oranını ve 3 yıllık kira yenilemesindeki yeni kirayı; yıllık enflasyon oranının %2 fazlasına göre ayarlamayı incelemek, başabaş analizine basit bir örnek olabilir.

Getiri oranı, gelecek nakit akışlarıyla başlangıç sermaye maliyetini eşitleyen uygun oranı bularak hesaplanır. Net bugünkü değer kriteri yalnız gelecek iskonto edilmiş nakit akışlarının bugünkü değeri, eğer başlangıç sermaye maliyetine eşit veya sermaye maliyetinden büyükse projenin yüklenmeye değer olduğunu ifade eder.

Tablo 5.8., önerilen bir yatırım için çeşitli varsayımlara göre verileri göstermektedir. Sonuçlar, net bugünkü değer -2,555,848 £ olduğunu göstermektedir ki bu da projenin iyi bir yatırım olmadığı anlamına gelir. Eğer diğer değerler sabit iken, kira gelirinin projeye değmesi için yıllık 770,000 £ olması gerekmektedir.

Tablo 5.8. Bir bina yatırımı için yatırım değerinin belirlenmesi

Sermaye maliyeti (arazi, inşaat, çalışanların ücreti ve vergiler)	6 Milyon £
Sermaye girişi (kira geliri)	700,000 £
Sermaye çıkışı maliyetleri (binanın işletme maliyetleri)	200,000 £
Varsayılan yıllık enflasyon oranı	% 4
Kira yenilenme periyodu	3 yıl
Kira yenilenmesi öncesindeki son yıldaki enflasyon üzerindeki ek kira yenileme payı	% 2
İskonto oranı	% 12.5
Yatırımın zaman tercihi	30 yıl
Net kiralanabilir alan (ilk kira m ² 'ye 10£)	

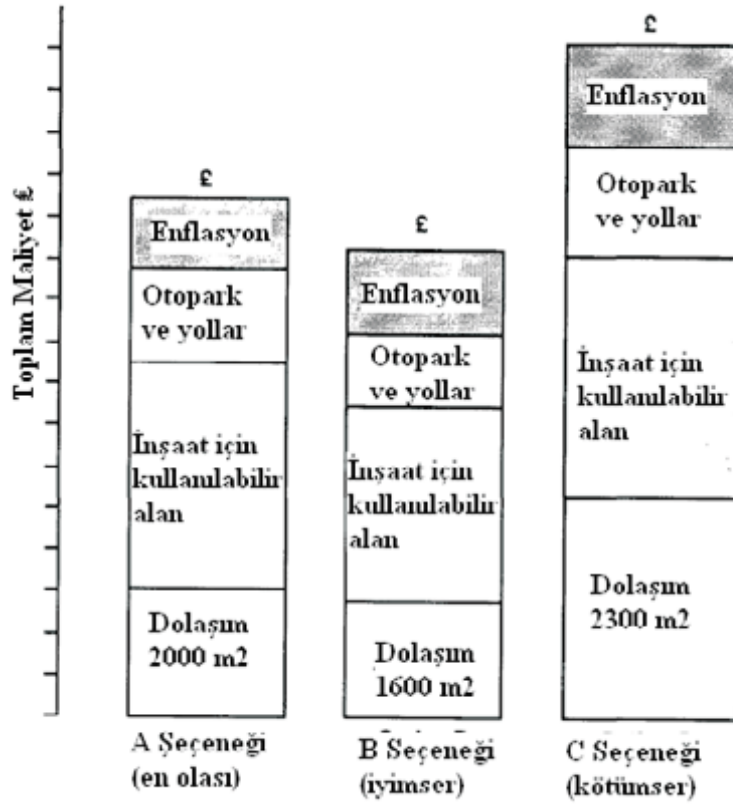
Bu analiz, baş başa oranını test etmek üzere; her keresinde bir tanesini ele almak kaydıyla diğer önemli değişkenlere de uygulanabilir. Örneğin, enflasyon oranı, iskonto oranı ve işletme giderleri değiştirilerek, getiri oranının baş başa noktasına etkisi kontrol edilebilir.

5.2.14. Senaryo Analizi

Bu yöntem alternatif senaryoları test eden ve daha çok duyarlılık analizi tekniğinin bir başka türevinin ismidir. Bu yöntemin amacı, çeşitli senaryoları seçenek olarak göz önüne almaktır.

Bir senaryo analizi yürütülürken, anahtar değişkenler değerleriyle birlikte belirlenirler. Örneğin bir projenin ön dizayn aşamasında bir mimar, dolaşım ve denge alanlarını (ör. tuvalet, koridor, asansör boşluğu vb.) en aza indirilerek taban alanını optimize etmek için çeşitli farklı bina planlarını inceleyebilir. Buna ek olarak, park yeri tedariki konusunu da ele alabilir. Taban alandaki değişiklik için enflasyon beklentileri ve yol harcamalarının; araba parkı için de yerel otoritenin koyduğu şartların maliyet değişimine etkisini gösteren çeşitli senaryolar sunulabilir.

Şekil 5.10. Geliştirme değerinin belirlenmesi aşamasında binanın senaryo analizi



Senaryolar en olası, iyimser ve kötümser tahminlere dayanmalıdır. Tablo 5.8., alternatif senaryoları göstermektedir. Brüt yüzey alanı dolaşım boşluğu gereksinimiyle değişebilir. Yollarla ilgili değişikliklerin kapsamı yerel otoritenin şartnamelerine bağlıdır ancak tasarımın başlangıç aşamalarında bu konuda ayrıntılı bilgi olmayabilir. Hala belirlenme aşaması devam ettiği için umulan inşaat maliyeti aralığı metrekare başına 950 £ ila 1,100 £ arasındadır.

Tablo 5.8. Önerilen bina için senaryo analizi

	A Seçeneği En olası	B Seçeneği İyimser	C Seçeneği Kötümser
Müşterinin ihtiyacını karşılamak için gerekli dolaşım alanı	1,000 m ²	1,600 m ²	2,300 m ²
Yazılı olarak taahhüt edilen net kullanılabilir taban alanı	7,000 m ²	6,600 m ²	7,300 m ²
Binanın brüt taban alanı	5,000 m ²	5,000 m ²	5,000 m ²
1988 in 4 çeyreğindeki bina maliyeti için inşaat maliyeti tahmini	1,000 £	950 £	1,100 £
12 aylık tasarım ve 12 aylık inşaat süreleri için enflasyon payı	Yıllık % 5	Yıllık % 4	Yıllık % 8
Yerel otoritenin şartnamesini yerine getirebilmek için gerekli park yeri ve varolan yolların değiştirilme maliyeti	500,000 £	400,000 £	800,000 £

Sonuçlar, olası gelirlerin aralığını göstermektedirler. Bu aşamada her seçeneğin getirisinin olasılığı hakkında sayısal bir değer verilmemiştir ancak bu tür bir bilgiye gerek duyulacağı çok açıktır.

5.2.14.1. Türkiye'de İnşaat Sektörünün Sayısal Analizinin Yapılması İçin Esas Alınan Senaryo Analizi Esasları⁽⁴⁾

Türkiye Müteahhitler Birliği'nin 2004 yılında hazırladığı "İnşaat Sektörü Stratejik Planı" içinde yer alan farklı senaryoların ana hatları aşağıda verilmiştir. Türk inşaat sektörünün geleceğinin, Türkiye-Avrupa Birliği ilişkilerinin izleyeceği seyir ile yakından alakalı olacağı fikrine binaen ve geçmiş verilerin de sektörün aktivitesinin ekonomik konjonktür ile yakından ilintili olduğu göz önüne alınarak; Türkiye-AB ilişkilerinin gelecek 10 yılda ekonomik konjonktürü çok güçlü bir biçimde etkileyeceği düşünülmüştür.

2005 ile 2014 yılları arasındaki 10 yıllık bir dönem için yapılan çalışmada AB ile görüşmelerin başlayıp başlamamasını temel alan üç farklı senaryo geliştirilmiştir. Bunlar, AB'li Senaryo (İyimser Senaryo), Baz Senaryo (İlimli Senaryo) ve İstikrarsız Senaryo (Kötümser Senaryo) olarak isimlendirilmiştir. Bu senaryolardaki varsayımlar kısaca aşağıdaki gibi oluşturulmuştur;

1) AB'li Senaryo (İyimser Senaryo)

Bu senaryoya göre, Türkiye Aralık 2004'te AB'den müzakere tarihi alacak ve müzakereler 2005 yılının ilk yarısında başlayacaktır. Bu durumda, hem içeride hem dışarıda Türkiye hakkındaki beklentilerin çok olumluya döneceği ve Türkiye'nin risk priminin düşeceği öngörülmüştür. Müzakerelere başlayan ve bu anda tam üye olan diğer ülkelerde de benzer bir durum görülmüştür. Örneğin, Nisan 2004 tarihinde yeni üye olan 10 ülkenin, müzakerelere başladıktan sonra uluslararası derecelendirme kuruluşlarından aldıkları notlar "A" seviyesine yükselmiştir. Bu not, ülkenin düşük riskle yatırım yapılabilir noktaya geldiği konusunda ciddi bir teşvik anlamına gelmektedir. Bunun sonucu olarak söz konusu ülkelere büyük bazda giden doğrudan yabancı yatırım, 4 ila 10 kat arasında artış göstermiştir. Mali disipline yönelik yapısal reformları tamamlaması ve tek haneli enflasyonu kalıcı kılabilmesi durumunda, AB müzakere süreci Türkiye için de benzer bir durumu yaratabilecektir.

Bu senaryonun gerçekleşmesi durumunda Türkiye'nin 8-10 yıllık bir dönem sonunda AB'ye tam üye olacağı varsayılmıştır. 2005 yılının ilk yarısında müzakerelere başlanması durumunda 2006 yılından itibaren Türkiye'nin hızlı bir büyüme sürecine gireceği, 2014 yılına kadar ortalama büyüme hızının % 8 olacağı öngörülmüştür. Aynı dönemde ortalama enflasyon beklentisi % 5, ortalama reel faiz beklentimiz ise % 6'dır.

2. Baz Senaryo (İlimli Senaryo)

Bu senaryoya göre Türkiye Aralık 2004'te AB'den müzakere tarihini ancak şartlı olarak alabilecektir. Bundan dolayı, Türkiye ile Avrupa Birliği arasında müzakerelerin başlaması gecikecektir ve Türkiye'ye tam üyelik için kesin bir tarih verilmeyecektir. Böyle bir kararın ekonomi üzerinde hem pozitif hem de negatif etkilerinin olacağı düşünülmüştür. Her şeye rağmen tarih alınması risk primini düşürecek olmakla birlikte, belirsizliklerin olması nedeniyle birinci senaryoya göre daha yüksek olacaktır. Bu senaryonun gerçekleşmesi durumunda 2006-2014 yılları arasında ortalama büyüme oranının % 5 olacağı öngörülmüştür. Aynı dönemde enflasyonun biraz artmakla birlikte tek haneli seviyesini koruyacağı ve % 7 civarında seyredeceği tahmin edilmiştir. Bu dönemdeki ortalama reel faiz beklentisi ise % 8'dir.

3. İstikrarsız Senaryo (Kötümser Senaryo)

Bu senaryo çeşitli bahanelerle Türkiye'nin AB'den müzakere tarihi alamadığı varsayımına dayanmaktadır. Müzakere süreci belirsiz bir tarihe ertelenmektedir. Bu durumda Türkiye-AB ilişkilerinin gerginleşmesi, bunun ekonomik ve siyasi istikrarsızlık olarak yansımaları olasılığı yüksektir. Artan belirsizlik Türkiye'nin risklerini de arttıracaktır. Bu senaryonun gerçekleşmesi durumunda 2006-2014 döneminde Türkiye'nin 1990'lı yıllarda olduğu gibi yılda ancak ortalama % 3,5 büyüyeceği, ortalama enflasyonun % 15 düzeyinde olacağı, reel faizlerin % 12'lerde seyredeceği öngörülmüştür.

5.2.15. SWOT Analizi⁽⁵⁾

Kurumsal yada sektörel yapının bir takım kriterlere tabi tutularak incelenmesi teknikleri, modern risk yönetiminin araçlarından biridir. Bu sayede o kurumun/sektörün şu anki durumu, doğru işleyip işlemediği belirlenebilir. SWOT Analizi, firmaların kurumsal işlerliği, rekabet gücü, sektördeki konumu, piyasadaki dış tehditlerin varlığı vs. gibi iç ve dış değerlendirmelerin yapılabildiği değerlendirme yöntemlerinden biridir.

SWOT kelimesinin açılımı ise İngilizce olarak,
 S- Strength (olumlu ve güçlü olan özelliklerin belirlenmesi)
 W- Weakness (olumsuz veya zayıf olan özelliklerin belirlenmesi)
 O- Opportunity (içte ve dışta sahip olunan fırsatları belirtmektedir)
 T- Threat (çevredeki olası tehlike, risk ve piyasa tehditlerini belirtmektedir)

Bu şekilde, dört kapsamlı bir analiz alanı ifade edilmektedir. Kısaca, iç ve dış durum değerlendirmesini içeren ve şu an ki konumla ileriye görebilmek için kolaylık sağlayan stratejik bir yönetim uygulamasıdır.

Kurumlar için SWOT analizinin iki önemli faydası vardır: Birinci fayda, kurumun şu anki mevcut konumunun ne olduğunu net şekilde ortaya dökmesidir. S ve W harfleri olarak ifade edilen analizin ilk kısmı, bu durumun yani kurumun güçlü ve zayıf yönlerinin, olumlu-olumsuz iş akışı ya da performansının belirlenmesi, o kuruma "kendisini bilmesi" gibi önemli bir edinim ve bilgi sağlar. O ve T harfleri ile belirtilen analizin ikinci bölümü ise daha çok dışsal etkileri, piyasadaki oluşumu, kurumun burada olası fırsat ve tehditlere karşı "ne yapabileceğinin" bir analizidir. Yani ikinci kısım, şu an değil, gelecekteki olası gelişmelere yönelik bir durum değerlendirmesini içerir, bu açıdan biraz daha tahmine ve öznel verilere dayanır.

5.2.15.1. SWOT Analizinde İç-Dış Durum Değerleri

SWOT Analizinde temel başarı, doğru soruyu sorup, bu soruya doğru cevabı verebilmekte yatar. Örneğin, değerlendirmenin ilk kısmı olan mevcut durumun güçlü ve zayıf yönlerin belirlenmesi sürecinde, değerlendirmesi gereken faktörlerin seçimi ve bunlara ait değerlerin doğru olarak belirlenmesi çok önemlidir. Söz gelimi herhangi bir firma için bu mevcut durum değerleri, şöyle belirlenebilir ve burada belirlenen faktörler analizde sorulacak sorular olarak listelenir. Örneğin güçlü ve olumlu yönleri belirleme kısmında;

- Güçlü bir lidere ve yetenekli yöneticilere sahip miyiz?
- Yeni ve bize faydası olan teknolojileri kullanıyor muyuz?
- Yeni ürün ve yeni stratejiler (inovasyon) geliştirebiliyor muyuz?
- Bilgi ve becerisi yüksek çalışanlara sahip miyiz ?

ve bunlara eklenebilecek yeni sorularla içsel güç ve başarı durumu yani SWOT Analizinin "S" bölümü analiz edilmiş olur. Benzer şekilde;

- Kurumsal yapıda stratejik bir hedefleme eksikliği var mıdır?
- Lider, yönetici ve çalışanların yetenek ve bilgilerinde bir yetersizlik söz konusu mudur?
- Araştırma ve geliştirmeye verilen önem ne ölçüde?
- Kurum kültürümüzde aşınma ya da eksiklik söz konusu mu?
- Satış, pazarlama, ürün ya da hizmet kalitesi ve verimliliğimizde düşüklük var mı?

vs. gibi içsel yapının zayıf ve olumsuz yönlerinin (**W** bölümü) tespit edilmesine yönelik sorular listelenir. Dışsal göstergeler ise "**O**" ile simgelenen potansiyel dışsal fırsatlar ve "**T**" ile simgelenen tehlikelerden oluşur. Bu kısımlar için değerlendirmeye alınacak değerleri şöyle özetlenebilir; örneğin fırsat yaratan değerleri,

- Teknoloji ve iç-dış pazarlarda oluşan değişimler,
- Devletin, hükümetin ya da uluslararası kurumların politikalarındaki değişiklikler,
- Ülkedeki ekonomik ve sosyo-kültürel yapıdaki gelişmeler.

Tehdit ve risk yaratan değerleri ise,

- Kurum olarak karşılaşılabileceğimiz engeller nelerdir ?
- Mevcut ve potansiyel rakiplerimiz ne yapmaktalar?
- Ürün ve hizmet üretirken, iç ve dış sektörde iş, ürün veya hizmet standartları değişmekte mi ?
- Durmadan ilerleyen ve değişen teknoloji piyasadaki konumumuzu tehdit ediyor mu ?
- Nakit durumumuzu zora sokacak finansal sorunlarımız var mı ?
olarak belirtebiliriz.

5.2.15.2. SWOT Analizinin Etkinliği ve Başarısı Analiz Çeşitliliğine Bağlıdır

SWOT analizinden beklenen yararı elde etmek, değerlendirmenin anlamlı ve doğru sonuçlar çıkarması ve buna bağlı olarak kurumsal yapının iç-dış durumunun belirlenmesi; SWOT analizinde değerlendirmeye alınan faktörlerin değerlerinin, çok sayıda başka analizle desteklenmesine bağlıdır. Şöyle ki; eğer çevresel fırsatları SWOT analizinde değerlendirmek istiyorsak, örneğin müşteri istek ve düşüncelerinin belirlenmesi için müşteri analizi yapılmalıdır. Burada çıkacak müşteri beklentileri değerleri, fırsatlar hanesine yazılabilmelidir. Benzer şekilde risk ve tehditler değerlendirilmesi isteniyorsa iç ve dış pazarlardaki rekabet yapısını ve rakiplerin gücünü belirlemek için rekabet analizi yapılmalıdır, burada çıkan değerler de tehdit ve riskler bölümüne yazılabilmelidir. Benzer şekilde, piyasa yapısını öğrenmek için pazar analizi, sosyo-ekonomik ve demografik yapıyı belirlemek, devletin ekonomi yönetimi politikalarını değerlendirmek için çevre analizi, kurumun kendi iç durum ve performansını öğrenmek için performans analizi, kurumun içinde bulunduğu piyasadaki faaliyet alanlarının genişliği ile ilgili stratejik seçeneklerin belirlenmesi gibi çok sayıda analiz ve teknikle SWOT analizi için yeterli veri ve bilgi akıtılmalıdır.

Ne kadar çeşitli ve yüksek hacimli bilgi ve veri akıtan analizler devreye sokulup kapsamlı veriler elde edilebilirse, SWOT analizinde oluşacak sonuçlar da çok daha net olacak, kurum yöneticilerine şu an ve gelecek için daha net öngörüler ve sağlıklı bir perspektif kazandırabilecektir.

İnşaat sektöründen bir uygulama verilmesi amacı ile, 2004 yılında Yapı Merkezi tarafından yayınlanan "Türkiye Yapı Sektörü Raporu"nda⁽⁶⁾ yer alan, *İNTEs 2004 Sektör Raporu ve Business Monitor International*

"Turkish Infrastructure Report (Q2 2005)" kaynaklı Türk İnşaat Sektörü SWOT Analizi, Tablo 5.9. 'da verilmiştir.

Tablo 5.9. Türk inşaat sektörü SWOT analizi

Güçlü Yönler:	Zayıf Yönler:
<ul style="list-style-type: none"> • Yeterli ve güncel makine teçhizat kapasitesi • Yeterli sayıda deneyimli teknik personel • Teknolojik bilgi birikimi • Büyük ölçüde yerli sanayiye dayanma • Fazla sermaye gerektirmemesi • Yurtdışında iş yapmış olma ve gerektiğinde yurtdışına açılabilme olanağına sahip olma • Uluslararası ihalelerde deneyim • Teknolojik üstünlük (ağır sanayi yatırımları, petrokimya tesisleri, enerji santralleri...) • Farklı inşaat türlerinde faaliyet • Disiplin altında tutulabilen maliyetler • Güçlü ve gerekli makine parkı • Güçlü idari ve teknik yönetim • Her yıl artan konut gereksinimi 	<ul style="list-style-type: none"> • Daralan iş hacmi ve yüksek firma sayısı ile kapasite • Yetersiz sayıda kalifiye inşaat işçisi • Yurtdışı müteahhitlik işlerinde teşvik eksikliği • Kamu sektörü ile inşaat sektörü arasında yetersiz ilişki ve bürokratik engeller • Düşük inşaat kalitesi • Kalitesiz inşaatlar sonucu yapıların %75'inde onarım gereksinimi
Fırsatlar:	Tehditler:
<ul style="list-style-type: none"> • Talep potansiyeli • İhracat (yurtdışı) potansiyeli • AB'ye giriş kapsamında bu ülkelerde müteahhitlik hizmeti verme olanağı 	<ul style="list-style-type: none"> • Yüklenici firmaların girdiği risklerin diğer iş alanlarına göre daha yüksek olması • İşveren tarafından talep edilen güvenceler • Çözülemeyen sektörel sorunlar • Kamu yatırımlarının azaltılması • Deprem riskleri

5.2.16 CPM İle Planlanan İnşaat Projelerinin Süre-Maliyet Değişimlerinin Değerlendirilmesi⁽⁷⁾

Bu uygulama, Doç. Dr. Recep Kanıt ve Yük. İnş. Müh. Latif Onur Uğur'un "Süre Kısıtlı İnşaat Projelerinde İşgücü Maliyetinin CPM ile Analizi" adlı çalışmasından alınmıştır.

Doğru kararların alınması ve buna uygun faaliyetlerin yürütülebilmesi için projelerin mutlaka planlama aşamasından geçmesi gerekmektedir. Planlama yapılmadığı takdirde gelecekteki fırsatları ve tehlikeleri görmek mümkün olmayacağından, bu konuda gerekli önlemler de alınamayacaktır.⁽⁸⁾

Neyin, niçin, nasıl ve ne zaman yapılacağını tanımlayan, projedeki işlerin yürütülmesini ve projedeki çalışanların yönetimini sağlayan planlama çalışmaları yapılmaksızın, projenin başarılı bir şekilde yürütülmesi ve sonuçlandırılması mümkün değildir.⁽⁹⁾

Proje programlama, kaynak gereksiniminin ve tahmin edilen süre içinde projenin gidişatının programlanmasıdır. Proje programlamada ilk aşama, her bir faaliyet için gerekli süreyi belirlemektir.

Ayrıca bu aşamada, her faaliyetin başlama ve bitiş zamanını gösteren bir zaman diyagramı hazırlanır. Proje programı, proje açısından önem arz eden kritik faaliyetleri göstererek, faaliyetlerin serbestlik süresi ve gecikme miktarı hakkında bir fikir vermelidir.⁽¹⁰⁾

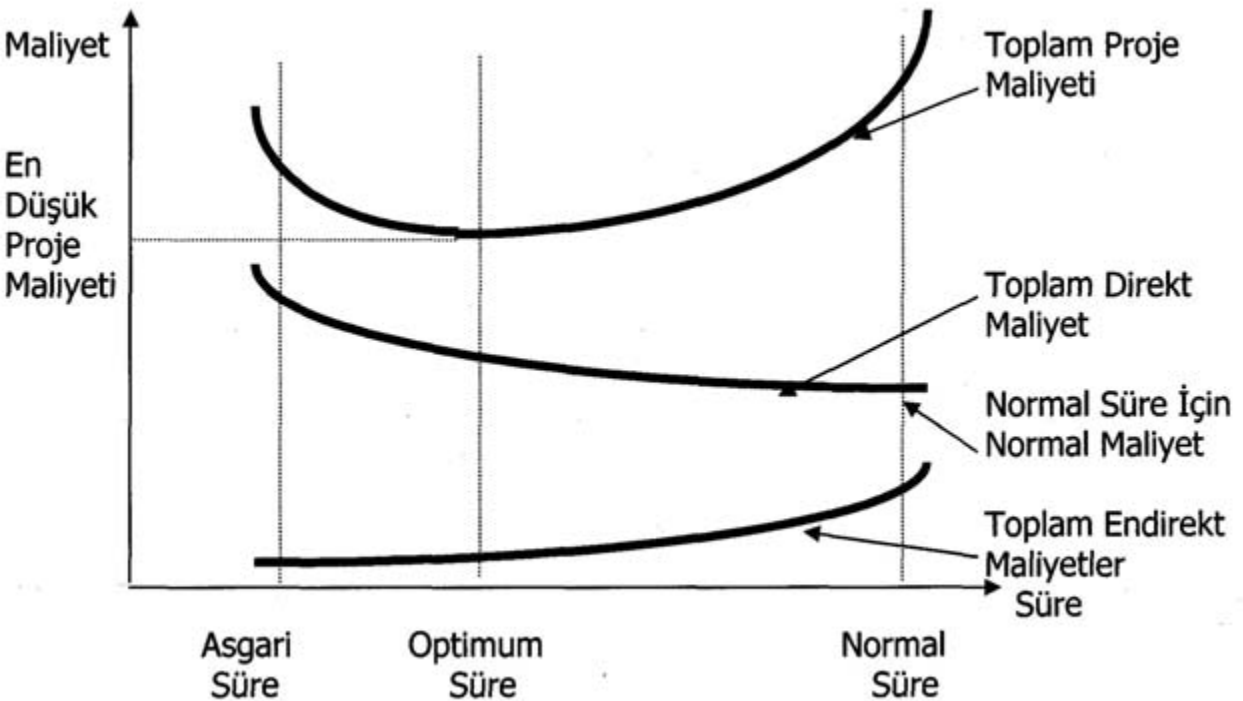
Proje kontrolü, projedeki faaliyetlerin durumunu değerlendirmek, projenin durumunu planlanan durumla karşılaştırmak ve eğer gerekiyorsa düzeltici önlemler almak için yapılan faaliyetlerdir. Proje kontrolü sayesinde projenin yürütülmesi sırasında sorun yaratabilecek, kritik veya yarı kritik faaliyetler üzerinde yoğunlaşmak mümkündür.⁽¹⁰⁾

5.2.16.1. İnşaat Projelerinin Maliyetleri

Maliyeti tanımlama metodu, belirli proje süreçleri için doğrudan ve dolaylı maliyetlerin toplanması esasına dayanır. Proje maliyetlerinin genel yapısı Şekil 5.10.'da gösterilmiştir. Her sürecin toplam maliyeti dolaylı ve doğrudan maliyetlerin toplamıdır. Dolaylı maliyetler projenin yaşamı boyunca sürerler. Bu nedenle proje süresindeki herhangi bir azalma, dolaylı maliyette de bir azalma anlamına gelir. Grafikte, projenin orijinal süresi kısaldıkça doğrudan maliyet eğrisi artmaktadır.

Şekil 5.11.'de gösterilen Proje Zaman-Maliyet Grafiği önerilecek en yararlı alternatiflerden biridir. Daha da önemlisi böyle bir grafik yapmak, karar aşamasında dolaylı maliyetlerin göz önünde bulunmasını sağlar. Aktiviteler üzerindeki baskı çok yoğun olduğundan dolayı maliyetler genelde unutulur. Böyle bir grafik proje başlamadan önce yada proje ilerlerken kullanılabilir. Bu grafiği proje öncesi planlaması sırasında kullanmak, şart koşulmuş bir proje tarihi henüz belirlenmediği için daha iyidir. Şart koşulmuş bir proje zamanı olduğunda bu grafiği proje planlama aşamasında kullanmak da ikinci tercihtir. Çünkü normal zaman, şart koşulan zamana uydurulmuştur ve maliyet de olasılıkla yüksektir. Proje başladıktan sonra bu grafiği oluşturmak ise en son tercihtir. Çünkü bazı alternatifler karar aşamasında çoktan saf dışı bırakılmıştır.⁽¹¹⁾

Şekil 5.11. İnşaat projelerinin zaman-maliyet ilişkisi



Bu uygulamada, Ankara Aşı Serum ve İlaç Kontrol Enstitüsü yapısının inşaat maliyeti, ağ esaslı iş programları ve işgücü esas alınarak incelenmiştir. Belirtilen yapının maliyet hesabı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 2003 yılı Birim Fiyatları esas alınarak yapılmış, işin teslim tarihi baz alınarak iş programı düzenlenmiştir. Her iş kalemi için; Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Birim Fiyat Analizleri kullanılarak, gereken düz işçi ve ustaların adam saat değerleri hesaplanmış, gerekli verimlilik düzeltme katsayıları yardımı ile inşaatın tamamlanması için gereken işgücünün adam saat değerleri belirlenmiştir. İşin normal sürede tamamlanması durumundaki işgücü maliyetleri hesaplanmıştır.

İşin tamamlanma süresinin %5, %10 ve %15 daha öne çekilmesi halinde işgücü maliyetlerinin değişimi, fazla mesai yapılması durumuna göre irdelenmiştir. Her süre kısaltımı haline karşılık gelen iş programları düzenlenmiş; işgücü maliyetleri hesaplanarak ilgili diyagramlar çizilmiş ve süre-maliyet karşılaştırmaları yapılmıştır.

Belirtilen yapının maliyeti son tahmin yöntemlerinden biri olan yaklaşık maliyet (birim fiyat) yöntemine göre hesaplanmıştır. Bu inşaatın ısıtma, elektrik, içme suyu ve pis su imalatları ile tefrişat işleri dışında kalan imalatlarının miktarları, projeleri üzerinden hesaplanarak matrahı yapılmış ve her imalat kaleminin Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 2003 yılı Birim Fiyatları esas alınarak maliyetleri hesaplanmıştır. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 2003 yılı analizlerinden yararlanılarak her iş kalemi için; gerekli işgücü süreleri tespit edilip düzeltme katsayıları ile düzeltilerek adam saat ve adam gün miktarları hesaplanmıştır.

İş programlarının hazırlanmasında serim, öncelik ilişkileri, kritik faaliyetler ve kritik yörüngenin bulunması ile ağ diyagramı çizilmesinde MS Project programından yararlanılmıştır.

İşin tamamlanma süresinin %5, %10 ve %15 daha öne çekilmesi halinde işgücü maliyetlerinin değişimi, fazla mesai yapılması durumuna göre irdelenmiştir. Her süre kısaltımı haline karşılık gelen iş programları düzenlenmiş; işgücü maliyetleri hesaplanarak ilgili diyagramlar çizilmiş ve süre-maliyet karşılaştırmaları yapılmıştır.

5.2.16.2. Uygulama

Bu çalışmada Ankara Aşı Serum ve İlaç Kontrol Enstitüsü yapısının inşaat maliyeti, iş programları ve işgücü esas alınarak incelenmiştir. Belirtilen yapının maliyet hesabı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 2003 yılı Birim Fiyatları esas alınarak yapılmış, işin teslim tarihi baz alınarak iş programı düzenlenmiştir. Her iş kalemi için; Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Birim Fiyat Analizleri kullanılarak gereken düz işçi ve ustaların adam saat ve adam gün değerleri hesaplanmış, gerekli verimlilik düzeltme katsayıları yardımı ile inşaatın tamamlanması için gereken işgücünün adam saat ve adam gün değerleri belirlenmiştir. İşin normal sürede tamamlanması durumundaki işgücü maliyetleri hesaplanmıştır. Düzenlenen keşif özeti Tablo 5.10.'da belirtilmiştir.

Tablo 5.10. 2003 yılı Birim Fiyatları'na göre keşif özeti

No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktar	2003 Birim Fiyatı	Tutarı
1	14.004	El ile sert küskülük kazısı	m ³	2.100,0	7.237.500	15.198.750.000
2	16.002	200 dozlu demirsiz beton	m ³	296,9	52.637.908	15.628.194.885
3	21.011	Düz yüzeyli beton ve BA kalıbı	m ²	10.774,0	9.354.688	100.787.221.418
4	21.012	Sökülmeyen BA kalıbı	m ²	48,9	23.603.750	1.153.279.225
5	23.002	Kalın BA demiri (014-050) hazırlanıp yerine konması	ton	73,1	779.025.000	56.946.727.500
6	23.001/1	İnce BA demiri (08-012) hazırlanıp yerine konması	ton	109,7	198.968.750	21.816.923.438
7	16.043/1	Demirli (B225) betonu	m ³	2.030,9	71.369.445	144.944.205.851
8	17.136	Ocak taşı ile blokaj yapılması	m ³	418,6	23.548.666	9.857.471.588

No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktar	2003 Birim Fiyatı	Tutarı
9	27.581	200 dozlu çimento harçla tesviye tabakası yapılması	m ²	3.041,2	3.211.294	9.766.187.313
10	21.054	Ahşap kalıp iskelesi (4m'ye kadar)	m ³	6.592,6	1.658.261	10.932.251.469
11	21.011	Düz yüzeyli beton ve BA kalıbı	m ²	6.673,5	9.354.688	62.428.510.368
12	21.012	Sökülmeyen BA kalıbı	m ²	48,3	23.603.750	1.140.061.125
13	23.001/1	İnce BA demiri (08-012) hazırlanıp yerine konması	ton	45,2	198.968.750	8.993.387.500
14	23.002	Kalın BA demiri (014-050) hazırlanıp yerine konması	ton	30,1	779.025.000	23.448.652.500
15	16.043/1	Demirli (B225) betonu	m ³	836,8	71.369.445	59.721.951.576
16	21.054	Ahşap kalıp iskelesi (4m'ye kadar)	m ³	6.592,6	1.658.261	10.932.251.469
17	21.011	Düz yüzeyli beton ve BA kalıbı	m ²	6.673,5	9.354.688	62.428.510.368
18	21.012	Sökülmeyen BA kalıbı	m ²	48,3	23.603.750	1.140.061.125
19	23.001/1	İnce BA demiri (08-012) hazırlanıp yerine konması	ton	45,2	198.968.750	8.993.387.500
20	23.002	Kalın BA demiri (014-050) hazırlanıp yerine konması	ton	30,1	779.025.000	23.448.652.500
21	16.043/1	Demirli (B225) betonu	m ³	836,8	71.369.445	59.721.951.576
22	21.210	Rendesiz çam kereste ile ahşap oturtma çatı	m ²	3.099,4	30.005.236	92.998.228.458
23	18.246	Ahşap çatı kitemit alt tahtası üst. 1 kat bitümlü karton	m ²	3.285,3	922.125	3.029.457.263
24	18.211	Marsilya tipi kiremitle çatı örtüsü	m ²	3.099,4	6.693.000	20.744.284.200
25	18.231	Marsilya tipi kiremit mahya	m	308,5	2.383.221	735.223.679
26	18.461/1	Asfalt kap. Cam tülü pest. İle yalıtım yapılması	m ²	506,3	7.686.253	3.891.549.894
27	19.049/3	3cm cam yünü ile tecrit yapılması	m ²	3.099,4	8.941.938	27.714.642.637
28	21.065	İş iskelesi (duvar için)(0-12,5m yükseklik için)	m ²	4.071,7	1.816.017	7.394.276.419
29	18.071	(19x19x8,5) tuğla ile duvar yapılması	m ³	488,9	57.998.460	28.355.447.094
30	18.071/1	(19x19x8,5) tuğla ileyarım tuğla duvar yapılması	m ²	1.087,8	6.632.872	7.215.238.162
31	18.071	(19x19x8,5) tuğla ile duvar yapılması	m ³	1.221,7	57.998.460	70.856.718.582
32	18.071/1	(19x19x8,5) tuğla ileyarım tuğla duvar yapılması	m ²	3.201,4	6.632.872	21.234.476.421
33	27.581	200 dozlu çimento harçla tesviye tabakası yapılması	m ²	5.820,7	3.211.294	18.691.978.986
34	21.066	İş iskelesi (tavan için)(0-12,5m yükseklik için)	m ³	5.414,7	1.816.017	9.833.096.449
35	21.066	İş iskelesi (tavan için)(0-12,5m yükseklik için)	m ³	10.570,0	1.816.017	19.195.299.690
36	27.565	Düz mozaik döşeme kaplaması yapılması	m ²	239,2	10.590.058	2.533.141.874
37	26.601	Mozaik merdiven basamağı kaplaması yapılması	m	147,0	7.214.792	1.060.574.424
38	26.022	Yıvli renkli karosiman ile döşeme kaplaması yapılması	m ²	676,8	10.796.947	7.307.373.730
39	26.501	Normal çimentolu mermer piriçli plaklarla döşeme kap.	m ²	7.687,2	25.184.644	193.599.395.357
40	26.071	Beyaz karo fayans ile duvar kaplanması	m ²	1.662,2	18.998.235	31.578.866.217
41	26.061	Yatay yüzeylere beyaz karo fayans kaplanması	m ²	285,3	18.128.614	5.172.093.574
42	27.531	İç düz sıva yapılması (kabası 250, incisi 250 doz)	m ²	2.364,4	4.821.547	11.400.065.727
43	27.531	İç düz sıva yapılması (kabası 250, incisi 250 doz)	m ²	5.563,0	4.821.547	26.822.073.099
44	27.531	İç düz sıva yapılması (kabası 250, incisi 250 doz)	m ²	5.218,6	4.821.547	25.161.484.097
45	27.531	İç düz sıva yapılması (kabası 250, incisi 250 doz)	m ²	14.574,7	4.821.547	70.272.601.061
46	27.502	Dış sıva yapılması (350 doz)	m ²	4.945,3	6.270.965	31.011.803.215
47	25.034	Akrilik es. Kalın dış cephe kapl.(çıplak beton, ince sıva)	m ²	4.945,3	6.728.500	33.274.451.050
48	25.045	Yeni sıva yüzeylerine beyaz üç kat kireç badana yapıl.	m ²	7.927,3	561.497	4.451.155.168
49	25.048/1	Yeni sıva yüzeylerine (pls. Duvar boyası) üç kat badana	m ²	14.031,0	3.897.713	54.688.811.103
50	24.002	12 nolu çinkodan 120mm çap. düşey yağmur bor. yap.	m	510,2	9.847.375	5.024.130.725
51	24.012	12 nolu çinkodan 155mm çap. yağmur oluğu yapılması	m	221,0	16.201.310	3.580.489.510
52	24.022	0 12 cm iç çapında pikdöfenlerin temini ve yerine kon.	adet	26,0	15.886.270	413.043.020
53	14.003	El ile yumuşak küskülük kazısı	m ³	938,3	6.272.500	5.885.486.750
54	21.011	Düz yüzeyli beton ve BA kalıbı	m ²	612,1	9.354.688	5.726.004.525
55	17.136	Ocak taşı ile blokaj yapılması	m ³	920,6	23.548.666	21.678.901.920
56	18.409	0 20cm iç çapında beton büz döş. (cidar kalınlığı 3,5cm)	m	727,5	7.244.070	5.270.060.925
57	18.453/1	0 25cm iç çapında beton büz döş. (cidar kalınlığı 4cm)	m	727,5	7.445.398	5.416.527.045
58	16.004	300 dozlu demirsiz beton	m ³	1.237,7	60.825.908	75.284.226.332
59	22.045	Çıralı çamdan telarolu tek satırlı pencere yapılması	m ²	450,0	39.917.875	17.963.043.750
60	22.009/3	İki yüzü kontrplak presli iç kapı kanadı yapılması	m ²	350,0	52.517.813	18.381.234.550
61	22.001	İç kapılara ait beyaz çamdan masif kasa ve pervaz yap.	m ²	160,0	10.446.250	1.671.400.000
TOPLAM						1.705.946.946.970

Bayındırlık Bakanlığı Birim Fiyat Analizleri'nde belirtilen işgücü değerleri, her poz numarasındaki her işgücü için (düz işçi, duvar ustası, demir ustası vb.) tek tek belirlenip bir liste oluşturulmuştur.

Bilindiği gibi birim fiyatı oluşturan girdiler işçilik, malzeme ve makine teçhizatıdır. İnşaat sektörü ham madde, yarı mamul ve mamul girdileriyle, diğer imalat sektörlerinin de önemli bir belirleyicisidir. Bu bakımdan inşaat sektöründeki maliyet artışları, bütünüyle diğer sektörlerde ve dolayısıyla ekonominin genelinde fiyat artışlarına ve enflasyonun yükselmesine sebep olmaktadır. Politik sebeplerle enflasyonun düşük gösterilmesi gerektiği durumlarda; malzeme fiyatları piyasa fiyatlarının altında gösterilemediğinden, işçilik fiyatlarını piyasa fiyatlarında tutabilmek için, birim imalatlardaki işçilik sürelerinin arttırılması yoluna gidilmektedir.⁽¹²⁾

Bu sebepten dolayı her iş kalemindeki işçilik sürelerinin, bir düzeltme katsayısı ile gerçeğe uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Bu değer, yapılan araştırmalar sonucu ortalama olarak 2/3 oranında şekillenmiştir. Her imalat kalemi ve her işgücü için; analiz işçilik değerleri, bu değerlerin 2/3 düzeltme katsayısı ile çarpımından oluşan değerler, keşif miktarlarının düzeltilmiş değerlere bölünmesiyle elde edilen adam-saat verileri belirlenmiştir. Daha önce hesaplanan toplam adam-saat değerleri, günde sekiz saat çalışılacağı gözönüne alınarak 8'e bölünmek suretiyle her imalat için gereken adam-gün değerleri hesaplanmıştır.

Sözleşme şartları gereği 3 Mart 2003 'te başlaması ve 15 Nisan 2004 'te tamamlanması gereken bu iş için, iş programı hazırlanmıştır. CPM ile düzenlenen iş programı yardımıyla kritik faaliyetler ve kritik yörünge belirlenmiştir. Normal iş programına göre kritik yörüngede bulunan işlerde kullanılması gereken işgücünün adetleri hesaplanmıştır.

Çalışmamıza esas teşkil eden; *iş süresinin kısaltılması* ile ilgili hesapların yapılabilmesi için, kritik yörünge üzerinde bulunmayan faaliyetlerin sürelerinin değiştirilmesi, bolluklar içermeleri nedeni ile esas iş programında önemli bir değişiklik yapmayacağı için kritik yörünge üzerindeki faaliyetlerin süreleri normal süre esas alınmak üzere %5, %10 ve %15 oranlarında kısaltılmıştır. Belirtilen süre kısaltmalarına ait sıkıştırılmış iş programları ayrıca düzenlenmiştir.

Tablo 5.11.'de kritik yörünge üzerinde bulunan faaliyetlerin normal süreleri ve %5, %10 ve %15 'lik kısaltmalara karşılık gelen süreleri belirtilmiştir

Tablo 5.11. Kritik yörünge üzerinde bulunan faaliyetlerin normal süreleri ve %5, %10 ve %15 'lik kısaltmalara karşılık gelen süreleri

No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktar	Süre/gün	Sx0,95	Sx0,90	Sx0,85
1		Yer teslimi ve şantiye kurulması			18	17,1	16,2	15,3
2	14.004	El ile sert küskülük kazısı	m ³	2.100,0	12	11,4	10,8	10,2
7	23.001/1	İnce BA demiri (08-012) hazırlanıp yerine konması	ton	109,7	18	17,1	16,2	15,3
8	16.043/1	Demirli (B225) betonu	m ³	2.030,9	6	5,7	5,4	5,1
11	21.054	Ahşap kalıp iskelesi (4m'ye kadar)	m ³	6.592,6	6	5,7	5,4	5,1
14	23.001/1	İnce BA demiri (08-012) hazırlanıp yerine konması	ton	45,2	12	11,4	10,8	10,2
15	23.002	Kalın BA demiri (014-050) hazırlanıp yerine konması	ton	30,1	12	11,4	10,8	10,2
16	16.043/1	Demirli (B225) betonu	m ³	836,8	24	22,8	21,6	20,4
17	21.054	Ahşap kalıp iskelesi (4m'ye kadar)	m ³	6.592,6	6	5,7	5,4	5,1
20	23.001/1	İnce BA demiri (08-012) hazırlanıp yerine konması	ton	45,2	12	11,4	10,8	10,2

No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktar	Süre/gün	Sx0,95	Sx0,90	Sx0,85
21	23.002	Kalın BA demiri (014-050) hazırlanıp yerine konması	ton	30,1	12	11,4	10,8	10,2
22	16.043/1	Demirli (B225) betonu	m ³	836,8	24	22,8	21,6	20,4
29	21.065	İş iskelesi (duvar için)(0-12,5m yükseklik için)	m ²	4.071,7	6	5,7	5,4	5,1
31	18.071/1	(19x19x8,5) tuğla ileyarım tuğla duvar yapılması	m ²	1.087,8	6	5,7	5,4	5,1
33	18.071/1	(19x19x8,5) tuğla ileyarım tuğla duvar yapılması	m ²	3.201,4	24	22,8	21,6	20,4
35	21.066	İş iskelesi (tavan için)(0-12,5m yükseklik için)	m ³	5.414,7	6	5,7	5,4	5,1
37	27.565	Düz mozaik döşeme kaplaması yapılması	m ²	239,2	6	5,7	5,4	5,1
42	26.061	Yatay yüzeylere beyaz karo fayans kaplanması	m ²	285,3	12	11,4	10,8	10,2
50	25.048/1	Yeni sıva yüzeylerine (pls. Duvar boyası) üç kat badana	m ²	14.031,0	24	22,8	21,6	20,4
51	24.002	12 nolu çinkodan 120mm çapında düşey yağmur borusu yap.	m	510,2	6	5,7	5,4	5,1
52	24.012	12 nolu çinkodan 155mm çapında yağmur oluğu yapılması	m	221,0	12	11,4	10,8	10,2
56	17.136	Ocak taşı ile blokaj yapılması	m ³	920,6	6	5,7	5,4	5,1
58	18.453/1	0 25cm iç çapında beton büz döş. (cidar kalınlığı 4cm)	m	727,5	6	5,7	5,4	5,1
61	22.009/3	İki yüzü kontrplak presli iç kapı kanadı yapılması	m ²	350,0	6	5,7	5,4	5,1
63		Çevre tanzimi, temizlik ve iş bitimi			6	5,7	5,4	5,1

Tablo 5.12.'te kritik yörünge üzerinde bulunan işlerde yeralan işgücüne ait saatlik ücretler ve fazla mesai ücretleri belirtilmiştir.

Tablo 5.12. Kritik yörünge üzerinde bulunan işlerde yeralan işgücüne ait saatlik ücretler ve fazla mesai ücretleri

Poz No	Görevi	Saat Ücreti (TL/sa)	Fazla Mesai Ücreti (TL/sa)
1.003	Fayans Kaplama Ustası	2.359.000	3.538.500
1.007	Mozaik Ustası	2.359.000	3.538.500
1.008	Doğrama, Ahşap Ustası	2.359.000	3.538.500
1.013	Duvar Ustası	2.359.000	3.538.500
1.015	Beton Ustası	2.359.000	3.538.500
1.019	Soğuk Demir Ustası	2.359.000	3.538.500
1.023	Boya Ustası	2.359.000	3.538.500
1.026	Teneke Ustası	2.359.000	3.538.500
1.501	Düz (İnşaat) İşçisi	1.544.000	2.316.000
	TOPLAM		

Her süre kısaltımı için mevcut işgücünün normal saatlerde yapacağı imalatlara ek olarak fazla mesai yaparak da çalıştırılacağı gözönüne alınmış; normal ve sıkıştırılmış iş programları için kritik yörünge üzerindeki işlerin, işgücü maliyetleri hesaplanarak Tablo 5.13. 'te belirtilmiştir.

Tablo 5.13. normal ve sıkıştırılmış iş programları için kritik yörüngedeki işlerin, işgücü maliyetleri

Normal Planlama Maliyeti	%5 Kısaltılmış Maliyet	%10 Kısaltılmış Maliyet	%15 Kısaltılmış Maliyet
7.171.360.000	7.350.644.000	7.529.928.000	7.709.212.000
75.488.000	77.357.200	79.262.400	81.149.600
23.759.848.000	24.353.844.200	24.947.840.400	25.541.836.600
5.586.112.000	5.725.764.800	5.865.417.600	6.005.070.400
6.491.968.000	6.654.267.200	6.816.566.400	6.978.865.600
9.737.952.000	9.981.400.800	10.224.849.600	10.468.298.400
11.040.120.000	11.316.123.000	11.592.126.000	11.868.129.000
1.132.320.000	1.160.628.000	1.188.936.000	1.217.244.000
50.766.720.000	51.883.958.400	53.149.420.800	63.108.220.800
115.761.888.000	118.503.987.600	121.394.347.200	132.978.026.400

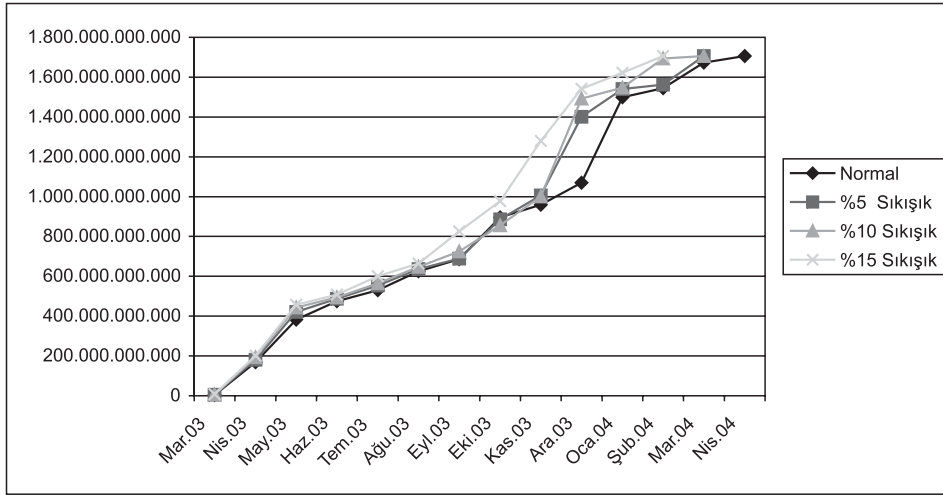
Normal ve sıkıştırılmış iş programlarına göre aylık olarak yapılacak imalatların eklemeli olarak maliyet toplamları normundaki değerleri hesaplanarak Tablo 5.14. 'te verilmiştir.

Tablo 5.14. Normal ve sıkıştırılmış iş programlarına göre eklemeli maliyet toplamları

	Normal	%5 Sıkışık	%10 Sıkışık	%15 Sıkışık
Mar.03	3.799.687.500	5.332.894.737	7.036.458.333	8.940.441.176
Nis.03	168.513.117.091	180.938.678.336	193.690.288.468	202.079.924.903
May.03	381.938.560.957	420.430.016.027	443.693.602.118	457.273.401.058
Haz.03	475.225.606.678	487.579.146.874	494.101.444.840	507.925.970.668
Tem.03	530.321.702.509	553.696.027.223	565.123.510.203	600.483.598.169
Ağu.03	624.759.088.299	636.542.482.927	647.969.701.493	664.344.371.945
Eyl.03	686.646.515.341	688.997.396.332	724.928.295.034	825.812.251.500
Eki.03	896.239.239.341	885.510.762.125	855.843.853.309	976.664.054.860
Kas.03	959.063.934.973	1.006.725.071.998	1.000.203.159.663	1.279.321.011.548
Ara.03	1.070.311.074.941	1.401.430.565.642	1.491.561.185.741	1.541.622.645.262
Oca.04	1.499.732.790.295	1.540.533.824.362	1.546.997.216.289	1.622.038.461.494
Şub.04	1.545.273.276.896	1.562.816.231.418	1.694.075.671.449	1.705.946.946.970
Mar.04	1.672.491.728.075	1.705.946.946.970	1.705.946.946.970	0
Nis.04	1.705.946.946.971	0	0	0

Normal ve sıkıştırılmış iş programlarına göre aylık olarak yapılacak imalatların eklemeli olarak maliyet toplamları normundaki değerleri Şekil 5.12. 'de anlamlandırılmıştır.

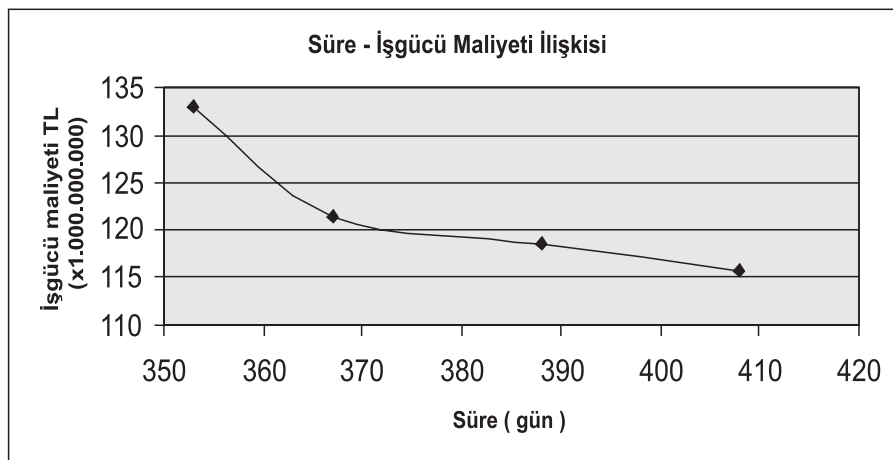
Şekil 5.12. Normal ve sıkıştırılmış programlar için aylık maliyetlerin toplamalarının karşılaştırılması



5.2.16.3. Sonuç

Ankara Aşı Serum ve İlaç Kontrol Enstitüsü yapısının inşaat programı ve buna bağlı olan maliyeti, sözleşme şartları baz alınarak hesaplanmış, CPM diyagramı oluşturularak kritik işler ve kritik yörünge belirlenmiştir. Kritik yörünge üzerindeki işlerin süreleri ilk programa göre %5, %10 ve %15 oranında sıkıştırılarak projenin tamamlanma süresi öne çekilmiştir. 3 Mart 2003 'te başlayan faaliyetler normal programda 408 gün sürerek 15 Nisan 2004'te sona ermiştir. İşlerin tamamlanma süreleri %5, %10 ve %15 sıkıştırılmış programlarda sırası ile 26 Mart 2004, 8 Mart 2004 ve 19 Şubat 2004 tarihlerinde sona ermiştir. Diğer bir ifade ile sıkıştırılmış programlar ile işin tamamlanma süresi, sırası ile 20, 41 ve 55 gün öne çekilmiştir. Şekil 5.13.'te normal ve kısaltılmış programlara karşılık gelen kritik yörünge üzerindeki işgücü maliyetlerinin değişimi ifade edilmiştir.

Şekil 5.13. Normal ve kısaltılmış programlara karşılık gelen kritik yörünge üzerindeki işgücü maliyetlerinin değişimi



Bu sıkıştırmalar, malzeme ve makine ekipman değerleri sabit olmak üzere normal iş programının gerektirdiği işgücüne fazla mesai yaptırılarak karşılanmıştır. %5, %10 ve %15 oranında sıkıştırılmış

programlarda normal işçilik maliyetlerine eklenen fazla mesai maliyetleri sırası ile; 2.742.099.600.-TL, 5.632.459.200.-TL ve 17.16.138.400.-TL değerlerine karşılık gelmiştir.

Proje toplam değerinin 1.705.946.946.970.-TL olduğu gözönüne alınırsa bu maliyet artışlarının toplam bedelin sırası ile; %0,02'si, %0,03'ü ve %0,1'i olduğu görülmektedir.

Belirtilen süre kısıtlımlarına karşılık gelen maliyet artışları, aynı işin daha pahalıya maledileceği izlenimini vermekle birlikte gerçek durum bundan çok farklı olacaktır. Öncelikle belli miktardaki işgücünü daha az süre ile çalıştırmanın getireceği genel giderlerdeki azalma önemli bir tasarruf sağlayacaktır. İşin toplam bedeli değişmeyecek fakat hakedişler daha önce alınacağı için enflasyonel kayıplar azalacağı gibi bu miktarın değerlendirilmesinden gelecek faiz karşılığı olan getiri yine ciddi bir tasarruf olacaktır. Belki de bunlardan çok daha önemlisi olan, bu tesisin daha erken tamamlanması ve hizmete girmesinden sağlanacak sosyal fayda rakamlarla ifade edilemeyecek değerlere karşılık gelebilecektir.

Bir projenin yatırım planlaması yapılırken; farklı koşullara göre farklı planlamaların yapılması ve her planlamanın zaman, kaynak ve maliyet analizlerinin yapılarak en rasyonel olanın tercih edilmesi makro ve mikro ölçeklerde en uygun yol olacaktır.

5.2.17. İhalelerde Uygun Teklif Bedelinin Grafikler ve Regresyon Analizi Yardımı ile Belirlenmesi⁽¹³⁾

Bu uygulama, Doç. Dr. Recep Kanıt'ın "İnşaat Sektöründe İş Almanın Yönetimi" adlı kitabından alınmıştır.

Fiyat hazırlamada ilk iş net bir maliyet tahmini derlemektir. Bu tahmin; personel, ekipman, malzeme dolaysız maliyetleri kadar genel giderler ve finansman bedelleri gibi belirsiz ve dolaysız maliyetleri de içermelidir. Katılınacak bir ihalede birbirine rakip olan firmaların maliyetlerinin genel olarak birbirine yakın olduğu düşünülebilir. Bu maliyetler sahip olunan teknoloji ve kullanılan imalat yöntemlerine bağlı olmakla birlikte sözkonusu ihale için belirlenecek teklif bedelini etkileyecek en önemli unsur kar marjıdır. Fakat çok düşük kar marjlarıyla çok ihale alınmasının teklif stratejisi açısından en ideal yaklaşım olduğunu söylemek doğru olmaz. Hem yeterli miktarda ihale kazanmayı sağlayacak, hem de maliyetleri karşılamanın üzerinde, makul bir kar marjı ile optimizasyonu sağlayacak teklif bedellerini oluşturmak en uygun yaklaşım olacaktır.

Bunun için öncelikle firmanın kar politikası irdelenmeli, bu politikayı belirleyen kar marjı, belirli bir dönem içinde girilmiş olan ihalelerden elde edilen sonuçlara göre revize edilerek optimumluğu sağlayan değer ne olduğu belirlenmelidir. Burada önem arzeden husus, verilerin temin edileceği ihalelerin aynı tip inşaat projelerine ait olmasıdır. Örneğin bir hastane binası ile bir hava alanı yapısı maliyetleri ve kar marjları birbirinden farklılıklar arzettiğindedir. Her iki iş için de aynı sabit kar marjı politikasının uygulanabileceğini düşünmek yanlış olur.

Bu normlara haiz ihalelerden sağlanacak bilgilerle bir veri tabanı oluşturulabilir. Belirli bir işteki kar marjı düzeyini belirlemek için rakiplerin kar marjlarının tahmin edilmesi gerekmektedir. Bir yüklenicinin yüzde kar marjı, yüklenicinin daha önceki fiyat verilerinin rakiplerinin verileri ile analiz edilmesi yoluyla elde edilir.

$$\text{Yüklenici kar marjı} = \frac{\text{Kendi tahmini maliyetlerinden daha düşük rakip fiyatlar}}{\text{Kendi tahmini maliyeti}} \times 100$$

Uygulamada bütün rakipler kendilerine benzer şekilde davranan (mümkün olan her bilgiye erişmiş, değerlendirmiş ve akılcı tutum izleyen) diğer rakiplerle karşı karşıya bulunmaktadır. Fiyatlandırma stratejileri için bazı sınırlamalara da sebep olan muhtelif varsayımlar kullanılmak zorundadır. Bu yaklaşımlar;

- Yüklenicinin tahmininin doğru olduğu,
- Rakiplerin tahminlerinin doğru olduğu,
- Yüklenicinin tahminleri ile rakiplerin tahminlerinin aynı olduğu,
- Rakiplerin kar marjı/fiyat stratejilerinin sabit olduğu,
- Kazanma şanslarının uzun vade performansına dayanan bir ortalama olduğu vb. olabilir.

Günümüzdeki fiyatlandırma modellerinin hiçbirisi teklif fiyatına etki eden bütün faktörleri hesaba katacak kadar başarılı bir karar destek sistemi kurabilmiş değillerdir. Fakat bu modeller incelenerek fiyatlandırma olgusunun karmaşıklığı bir miktar olsun giderilebilir.

5.2.17.1. Tablo ve grafiklerin kullanımı

Tek bir rakibin sözkonusu olduğu bir ihalede A ve B gibi iki firmanın daha önce katıldıkları aynı tip inşaatlara ait otuz farklı ihaledeki teklif bedellerini irdeleyelim. A firmasının maliyeti yukarıda ifade edilen veriler doğrultusunda B firmasının da maliyeti olacaktır. Dolayısı ile maliyetleri aynı olan farklı işler için verilen tekliflerin karşılaştırılması ile firmaların kar marjı yaklaşımları hakkında karşılaştırmaya ve ilerideki yeni bir ihalede esas almaya uygun veriler elde etmek mümkün olabilecektir. Tablo 5.15.'te maliyet ve teklif bedellerinin yanı sıra verilen tekliflerin maliyetlere oranları, kar marjları ve iki firmanın teklif bedellerinin oranları gösterilmiştir.

Tablo 5.15.

A ve B Firmalarının Katıldıkları Önceki İhalelerde Kar Marjı Yaklaşımları								
İhale no	Maliyet	A Teklifi	B Teklifi	A Tek/Maliyet	B Tek/Maliyet	A Kar Marjı	B Kar Marjı	B Tek./A tek.
1	984	1120	1089	1,14	1,11	0,138	0,107	0,97
2	1287	1480	1378	1,15	1,07	0,150	0,071	0,93
3	628	812	830	1,29	1,32	0,293	0,322	1,02
4	892	945	980	1,06	1,10	0,059	0,099	1,04
5	1473	1725	1682	1,17	1,14	0,171	0,142	0,98
6	798	874	912	1,10	1,14	0,095	0,143	1,04
7	924	1031	1068	1,12	1,16	0,116	0,156	1,04
8	1169	1325	1412	1,13	1,21	0,133	0,208	1,07
9	841	958	1005	1,14	1,20	0,139	0,195	1,05
10	1292	1487	1467	1,15	1,14	0,151	0,135	0,99
11	941	1234	1168	1,31	1,24	0,311	0,241	0,95
12	1223	1412	1397	1,15	1,14	0,155	0,142	0,99
13	527	689	672	1,31	1,28	0,307	0,275	0,98
14	1332	1628	1712	1,22	1,29	0,222	0,285	1,05
15	854	978	1024	1,15	1,20	0,145	0,199	1,05

16	648	785	812	1,21	1,25	0,211	0,253	1,03
17	1325	1712	1684	1,29	1,27	0,292	0,271	0,98
18	956	1234	1354	1,29	1,42	0,291	0,416	1,10
19	714	912	988	1,28	1,38	0,277	0,384	1,08
20	1388	1756	1823	1,27	1,31	0,265	0,313	1,04
21	775	836	899	1,08	1,16	0,079	0,160	1,08
22	956	1189	1254	1,24	1,31	0,244	0,312	1,05
23	1272	1598	1487	1,26	1,17	0,256	0,169	0,93
24	1106	1359	1588	1,23	1,44	0,229	0,436	1,17
25	599	714	768	1,19	1,28	0,192	0,282	1,08
26	864	1027	1042	1,19	1,21	0,189	0,206	1,01
27	925	1358	1412	1,47	1,53	0,468	0,526	1,04
28	1688	2157	2106	1,28	1,25	0,278	0,248	0,98
29	891	1054	1099	1,18	1,23	0,183	0,233	1,04
30	931	1184	1214	1,27	1,30	0,272	0,304	1,03

Bu veriler yardımı ile A firması sözkonusu otuz ihale için B firmasının ihale fiyatı oranını hesaplayabilir.

Tablo 5.16.

Yüklenici Tahmini Maliyet	Meydana Gelme Sıklığı	Olasılık
0,93	3	0,10
0,95	1	0,03
0,97	1	0,03
0,98	4	0,13
0,99	2	0,07
1,01	1	0,03
1,02	1	0,03
1,03	2	0,07
1,04	6	0,20
1,05	3	0,10
1,07	1	0,03
1,08	3	0,10
1,10	1	0,03
1,17	1	0,03
Toplam	30	1,00

Çeşitli oranlar için sıklık tablosu elde edildiğinde A firması her fiyat oranının olasılığını, her fiyatın sıklığını yada meydana gelişini hesaplanan meydana geliş toplamına bölerek elde edebilir. Örneğin 0,1 oranının

olasılığı $3/30 = 0,10$ 'dur. Diğer olasılıklar ise Tablo 5.2.2.'de verilmiştir. İstenirse daha rahat karşılaştırmak için bu tabloyu histogram şeklinde ifade etmek de mümkündür.

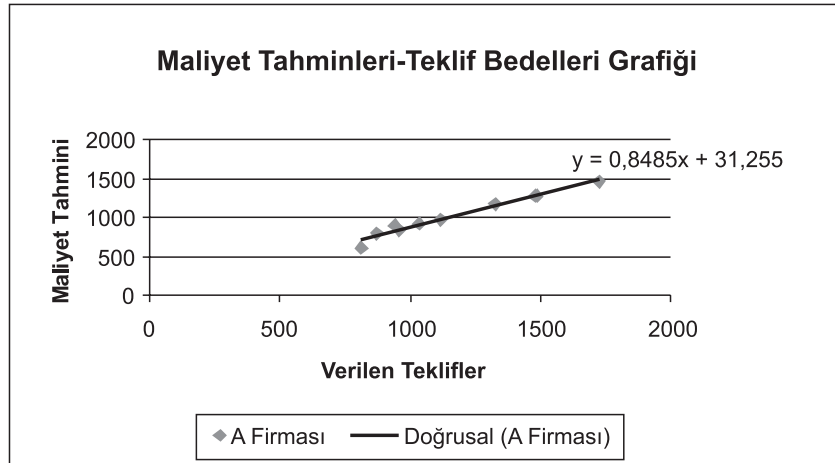
Şimdi ise beş farklı rakiple, daha önce girilmiş on ayrı ihaleden elde edilen verileri kullanarak (toplam altı firma için) maliyet, teklif bedelleri ve kar marjlarını gösteren değerleri ve hesaplamaları inceleyelim Tablo 5.2.3. Tablo 5.2.8.; A firması için,

Tablo 5.17.

A Firması	Maliyet Tahmini	Verdiği Teklif	Kar Marjı
1	984	1120	0,14
2	1287	1480	0,15
3	628	812	0,29
4	892	945	0,06
5	1473	1725	0,17
6	798	874	0,10
7	924	1031	0,12
8	1169	1325	0,13
9	841	958	0,14
10	1292	1487	0,15

Bu verilerle dikey ekseninde maliyet tahminlerini, yatay ekseninde verilen teklif bedellerini gösteren grafikler çizilirse her firmanın maliyet-teklif bedelini ifade eden doğrular ve denklemleri elde edilebilir Şekil 5.14. Şekil 5.19.;

Şekil 5.14.

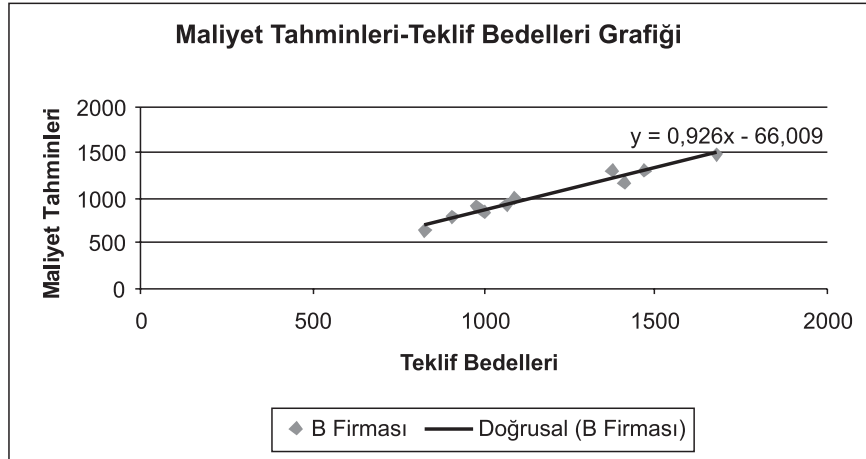


B firması için,

Tablo 5.18.

B Firması	Maliyet Tahmini	Verdiği Teklif	Kar Marjı
1	984	1089	0,11
2	1287	1378	0,07
3	628	830	0,32
4	892	980	0,10
5	1473	1682	0,14
6	798	912	0,14
7	924	1068	0,16
8	1169	1412	0,21
9	841	1005	0,20
10	1292	1467	0,14

Şekil 5.15.

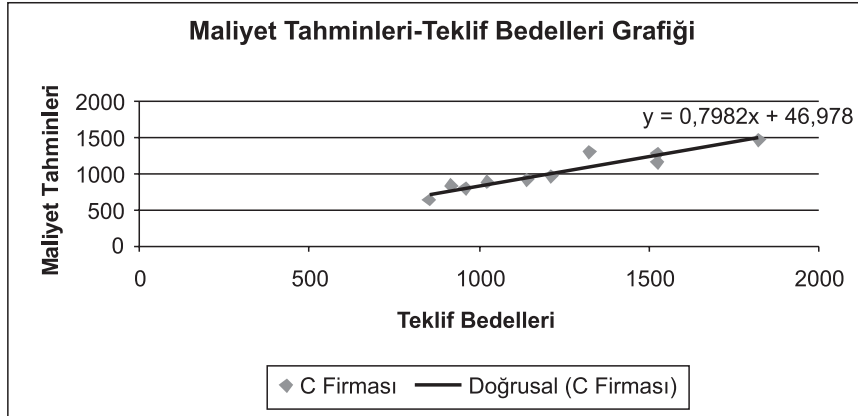


C firması için,

Tablo 5.19.

C Firması	Maliyet Tahmini	Verdiği Teklif	Kar Marjı
1	984	1211	0,23
2	1287	1522	0,18
3	628	855	0,36
4	892	1023	0,15
5	1473	1825	0,24
6	798	956	0,20
7	924	1141	0,23
8	1169	1523	0,30
9	841	920	0,09
10	1292	1325	0,03

Şekil 5.16.

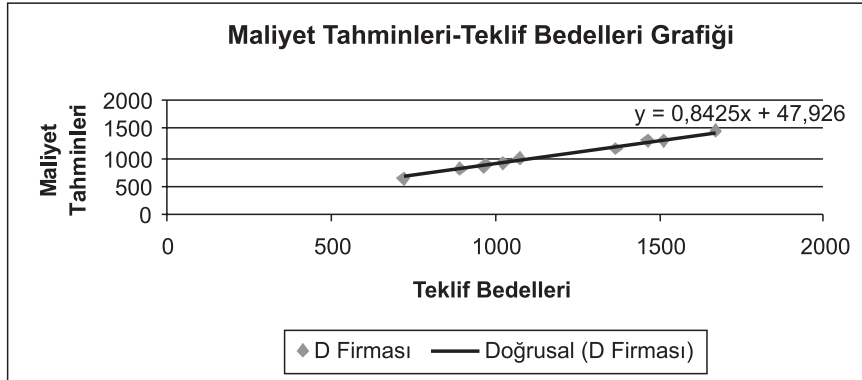


D firması için,

Tablo 5.20.

D Firması	Maliyet Tahmini	Verdiği Teklif	Kar Marjı
1	984	1071	0,09
2	1287	1463	0,14
3	628	722	0,15
4	892	968	0,09
5	1473	1670	0,13
6	798	889	0,11
7	924	1022	0,11
8	1169	1366	0,17
9	841	961	0,14
10	1292	1510	0,17

Şekil 5.17.

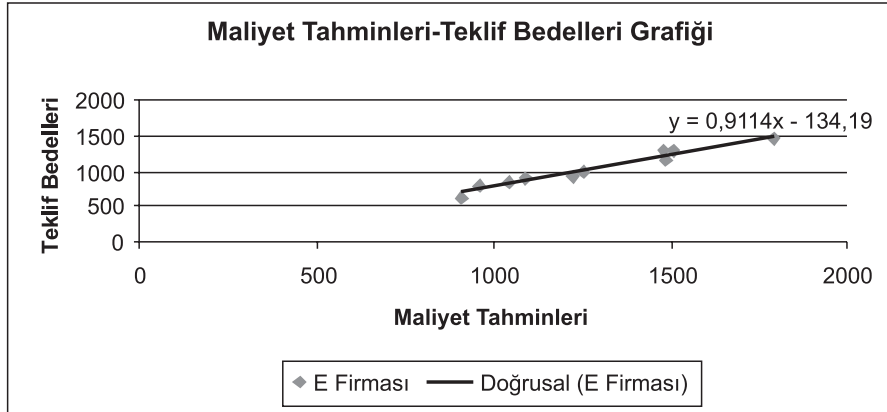


E firması için,

Tablo 5.21.

E Firması	Maliyet Tahmini	Verdiği Teklif	Kar Marjı
1	984	1255	0,28
2	1287	1509	0,17
3	628	911	0,45
4	892	1088	0,22
5	1473	1793	0,22
6	798	960	0,20
7	924	1227	0,33
8	1169	1488	0,27
9	841	1047	0,24
10	1292	1482	0,15

Şekil 5.18.

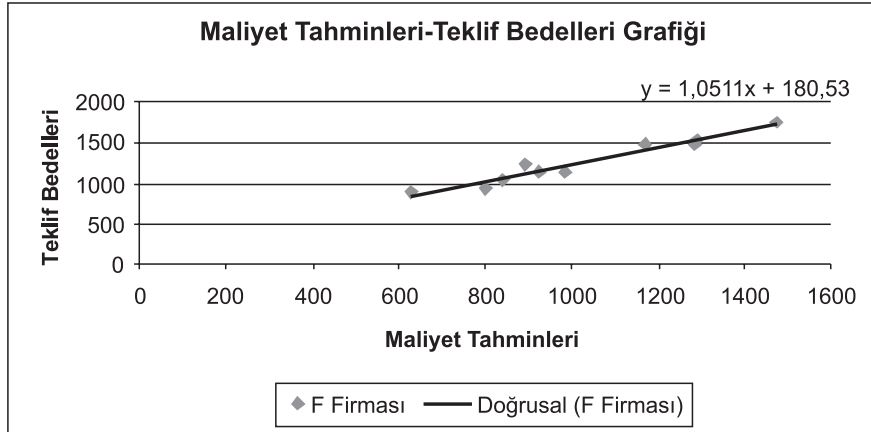


F firması için,

Tablo 5.22.

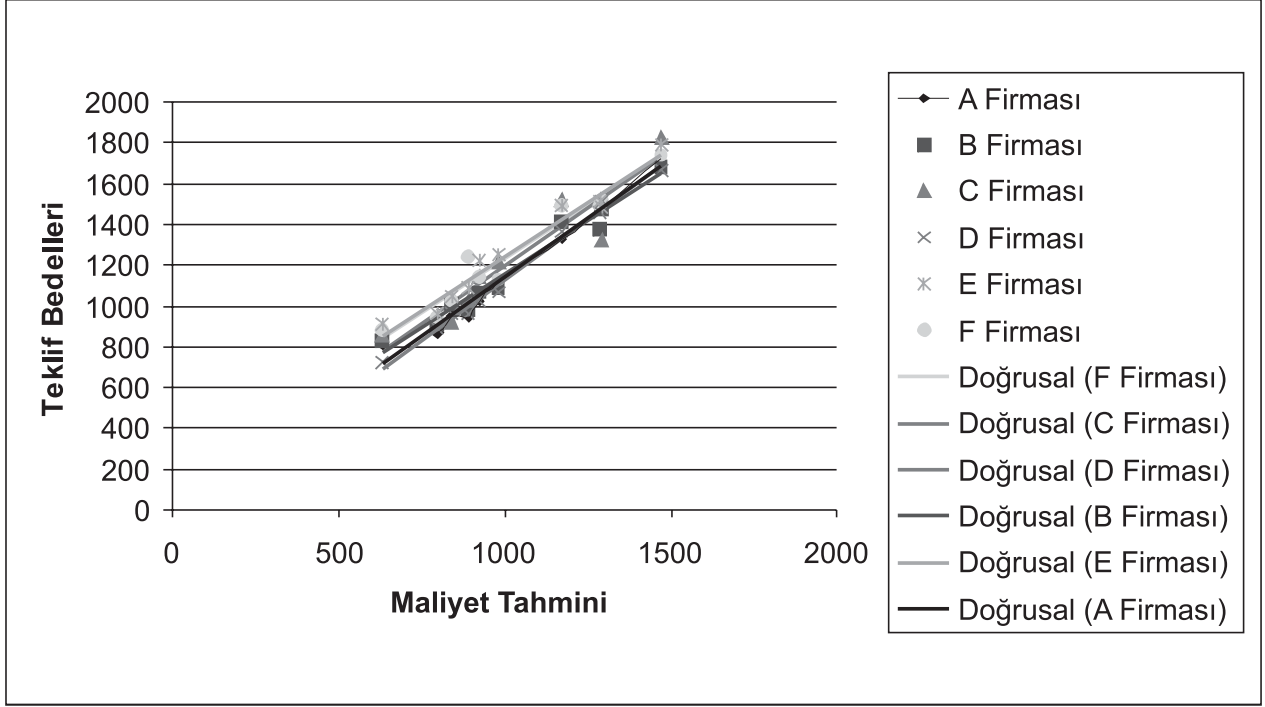
F Firması	Maliyet Tahmini	Verdiği Teklif	Kar Marjı
1	984	1128	0,15
2	1287	1491	0,16
3	628	881	0,40
4	892	1241	0,39
5	1473	1745	0,18
6	798	945	0,18
7	924	1140	0,23
8	1169	1491	0,28
9	841	1031	0,23
10	1292	1526	0,18

Şekil 5.19.



Bu verilerin tamamını kullanarak teklif bedeli maliyet tahmini grafiklerini Şekil 5.20. 'daki gibi süperpoze edersek;

Şekil 5.20. Teklif bedeli maliyet tahmini süperpozisyonu



teklif bedelleri ve maliyet tahminleri için altı doğru ve bunların düzlem içinde kapladıkları bir bant alanı elde edilmiş olur. Aynı rakiplerle girilecek ve aynı türde bir inşaat projesi için hesaplanan maliyet değeri esas alınarak rakiplerin hangi değerler arasında teklif fiyatları oluşturabileceği tahmin edilip fiyatlandırma yapılabilecektir.

Doğaldır ki her ihaleye hep aynı sabit firmalar katılmamaktadır. Daha önce birlikte aynı ihaleye katılmamış yada hiç tanınmayan belli bir miktar daha firma yeni ihalede rakipler arasında bulunabilecektir. Böyle bir durumda yapılan hesaplamalara bu bilinmeyen rakiplerin etkisini de katmak amacı ile, bu tip tüm firmaların önceki ihalelerdeki kar marjlarını hesaplayıp her ihale için ortalamalarını almak ve tek bir bileşke rakip gibi değerlendirmek tercih edilebilecek bir yol olabilir.

5.2.17.2. Regresyon Analizi

Diğer rakiplerin etkilerinin tek tek irdelenmesinin ve tanınmayan rakiplerin kar marjı yaklaşımlarının netleştirilmesinin güç olduğu durumlarda; daha önce girilmiş ihalelerdeki maliyet, teklif fiyatı ve ihaleyi alan bedellerden yararlanılarak uygun teklif bedeli belirlenmesi yapılabilir. Bunun için her ihale için hesaplanan firma maliyet değerleri ile aynı ihaleyi alan bedeller arasında doğrusal regresyon analizi yapılabilir. Belli miktarda **maliyet - ihale alan bedel** ikilisi için oluşturulacak lineer bir ilişki ve elde edilebilecek bir doğru denklemi yardımı ile, yeni bir ihale için hesaplanan maliyete karşılık gelecek **ihaleyi alabilecek değer** belirli hata oranları içinde tahmin edilebilir.

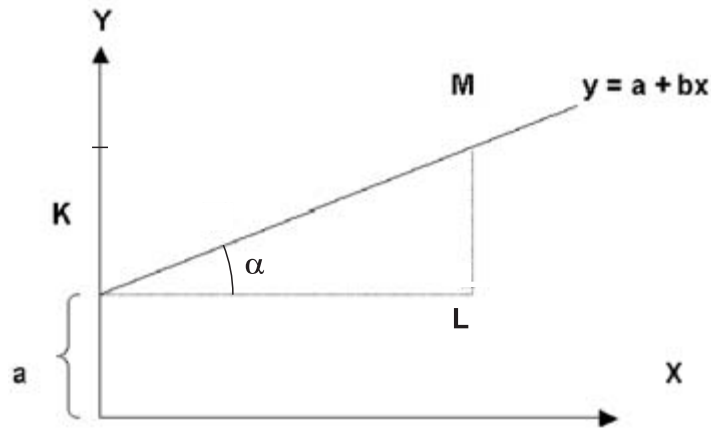
Bu yöntem, gözlenen değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki farkın karelerinin toplamını en küçük

yapmayı amaçlar. **En Küçük Kareler Yöntemi** ile değişkenler arasındaki ilişkiyi belirler. Değişkenler arasındaki ilişki, matematiksel bir formüle dönüştürülerek formüldeki değişkenlerin yerine konulmasıyla uygun teklif bedeli belirlenir.

İhaleyi kazanan bedellerle her bir ihalenin maliyeti arasındaki ilişki;

$$y = a + bx$$

şeklinde basit, lineer bir denklemlle ifade edilir. Bu eşitlikte a, eşitliğin ifade ettiği doğrunun y eksenini kestiği nokta, b ise doğrunun eğimidir.



Bu yöntemde, regresyon denklemindeki a ve b'nin bulunabilmesi için;

$$a = \frac{\sum y \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum xy}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad \text{ve,}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

formüllerini uygulanır. Formüllerde;

x = Ortalama x değerlerini

y = Ortalama y değerlerini

n = Değişken sayısını göstermektedir.

Bunun için firmamızın katıldığı benzer karakterdeki otuz adet ihaleden elde edilen maliyet, verilen teklif bedelleri ve ihaleyi kazanan bedellerden oluşan (x 1 000 000 000 TL) bir tablo oluşturulur Tablo 5.23.,

Tablo 5.23.

İhale Bilgileri			
İhale no	Maliyet	A Teklifi	İhaleyi Kazanan Bedel
1	984	1120	1089
2	1287	1480	1361
3	628	812	784
4	892	945	945
5	1473	1725	1675
6	798	874	861
7	924	1031	1024
8	1169	1325	1320
9	841	958	945
10	1292	1487	1395
11	941	1234	1168
12	1223	1412	1366
13	527	689	670
14	1332	1628	1522
15	854	978	972
16	648	785	778
17	1325	1712	1658
18	956	1234	1206
19	714	912	898
20	1388	1756	1712
21	775	836	820
22	956	1189	1128
23	1272	1598	1447
24	1106	1359	1335
25	599	714	704
26	864	1027	998
27	925	1358	1298
28	1688	2157	2087
29	891	1054	994
30	931	1184	1184

Hesaplanmış olan maliyetlere x , ihaleleri kazanan bedellere de y denilerek x , y , x^2 , y^2 ve xy değerleri için hesaplamalar yapılır ve en alt satırlarda toplamalar alınır.

Tablo 5.24.

Regresyon Analizi				
x	y	x ²	y ²	xy
984	1089	968256	1185921	1071576
1287	1361	1656369	1852321	1751607
628	784	394384	614656	492352
892	945	795664	893025	842940
1473	1675	2169729	2805625	2467275
798	861	636804	741321	687078
924	1024	853776	1048576	946176
1169	1320	1366561	1742400	1543080
841	945	707281	893025	794745
1292	1395	1669264	1946025	1802340
941	1168	885481	1364224	1099088
1223	1366	1495729	1865956	1670618
527	670	277729	448900	353090
1332	1522	1774224	2316484	2027304
854	972	729316	944784	830088
648	778	419904	605284	504144
1325	1658	1755625	2748964	2196850
956	1206	913936	1454436	1152936
714	898	509796	806404	641172
1388	1712	1926544	2930944	2376256
775	820	600625	672400	635500
956	1128	913936	1272384	1078368
1272	1447	1617984	2093809	1840584
1106	1335	1223236	1782225	1476510
599	704	358801	495616	421696
864	998	746496	996004	862272
925	1298	855625	1684804	1200650
1688	2087	2849344	4355569	3522856
891	994	793881	988036	885654
931	1184	866761	1401856	1102304
30203	35344	32733061	44951978	38277109

Yukarıda verilen ifadelerden yararlanarak ve toplam örnekleme sayısı $n = 30$ adet ihale alınarak;

$$b = [30 \times (38277109)] [30203 \times 35344] / [(30 \times 32733061) (30203)^2]$$

$$b = 1,1583 \text{ ve}$$

$$a = [35344 \times (30203)^2] [30203 \times 38277109] / [(30 \times 32733061) (30203)^2]$$

$$a = 11,9504 \text{ bulunur. Bu değerler doğru denkleminde yerine konulursa;}$$

$$y = a + bx = 11,9504 + 1,1583 \times x \text{ ifadesi elde edilir.}$$

Bu denklem, otuz ayrı ihale sonucunda elde edilen maliyet ihaleyi kazanan değer çiftlerinin dik uzaklıklarının karelerini minimize eden doğrunun denklemidir.

Örneğin girilecek otuzbirinci ihalenin maliyet çalışmaları sonucunda 1102 milyarlık bir değer hesaplanmışsa; buna karşılık gelecek ihaleyi kazanacak değer, bu maliyet değerinin doğru denkleminde yerine konması ile;

$$y = 11,9504 + (1102 \times 1,1583)$$

$$y = 1288,4464 \text{ milyar TL olarak tahmin edilecektir.}$$

5.2.18. PERT Yöntemi Yardımı İle Proje Tamamlanma Süresi Olasılığının Hesaplanması⁽¹⁴⁾

Bu uygulama, Yük. İnş. Müh. Latif Onur Uğur ve Yük. İnş. Müh. Umut Naci Başkan'ın "MEB, Tip Okul Projelerinin Planlanmasında, Proje Tamamlanma Süresi Olasılığının PERT Yöntemi ile Tahmini" adlı çalışmasından alınmıştır.

5.2.18.1. PERT Tekniği⁽³⁷⁾

PERT, proje değerlendirme ve gözden geçirme (Project Evaluation and Review Technigue) tekniği, CPM yönteminden bağımsız geliştirilmesine karşın hemen hemen aynıdır. PERT tekniği, faaliyet sürelerinin belirsiz olduğunu dolayısıyla proje tamamlanma süresinin de belirsizlik taşıdığını varsayar. Bu özelliği ile PERT'i CPM'den ayıran temel nokta faaliyet sürelerinin probabilistik olmasıdır, öz ellikle daha önceden hiç yapılmamış projelerde faaliyetlerin süreleri tam olarak bilinemez. Bu projeleri planlamak ve kontrol etmek için PERT tekniği kullanılır. Örneğin askeri araştırmalarda, nükleer çalışmalarda, uzay araçlarının programlanmasında, araştırma ve geliştirme v.b. projelerde faaliyet süreleri probabilistiktir.

PERT tekniği, süreleri tam bilinmeyen faaliyetleri ele alması ve olasılık hesaplarının kullanılması nedeniyle, kapsamı CPM yöntemine göre daha geniştir. Olaylardan hareket ederek proje analizini yapan bu tekniğin kullandığı üç zaman aşağıda tanımlanmıştır:

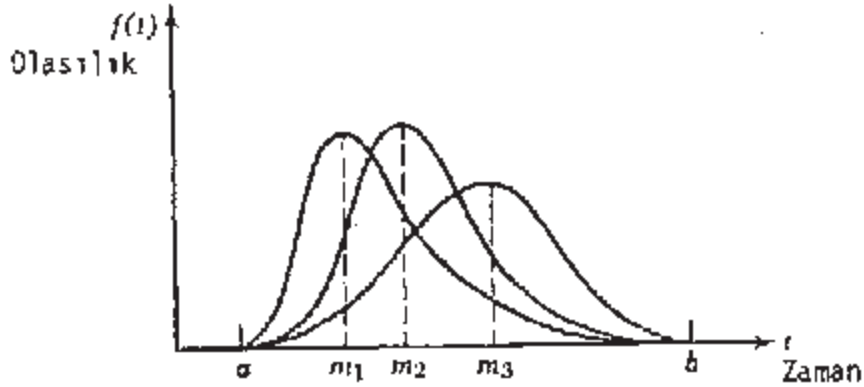
İyimser Zaman: Faaliyetin yapılmasından hiçbir aksilik olmadığı durumda faaliyetin en erken tamamlanabileceği süredir. Faaliyetin bu sürede tamamlanma olasılığı çok düşüktür.

En muhtemel zaman: her şeyin beklendiği gibi gitmesi durumunda ortaya çıkan süredir. Faaliyetin bu sürede gerçekleşme olasılığı çok yüksektir.

Kötümser Zaman: Bütün koşulların elverişsiz olması durumunda bir faaliyetin en geç tamamlanabileceği süredir. Faaliyet bu süre sonunda % 100 tamamlanır. Fakat bu sürenin gerçekleşme olasılığı çok düşüktür.

İyimser zamanın "a", en muhtemel zamanın "m" ve kötümser zamanın "b" ile gösterildiği tahmin değerlerinin dağılım aralığı (b-a) dır. En muhtemel zaman, dağılımın orta değeri olan (a+b)/2 değerine eşit olması gerekmez, m değeri Şekil 5.21.'de görüldüğü gibi ortalamanın sağında veya solunda olabilir (20). Bu özellikleri nedeniyle her faaliyet süresinin, uç noktaları a ve b, tepe noktası m olan beta dağılımına uygun olduğu varsayılmıştır.

Şekil 5.21. PERT beta dağılım örnekleri

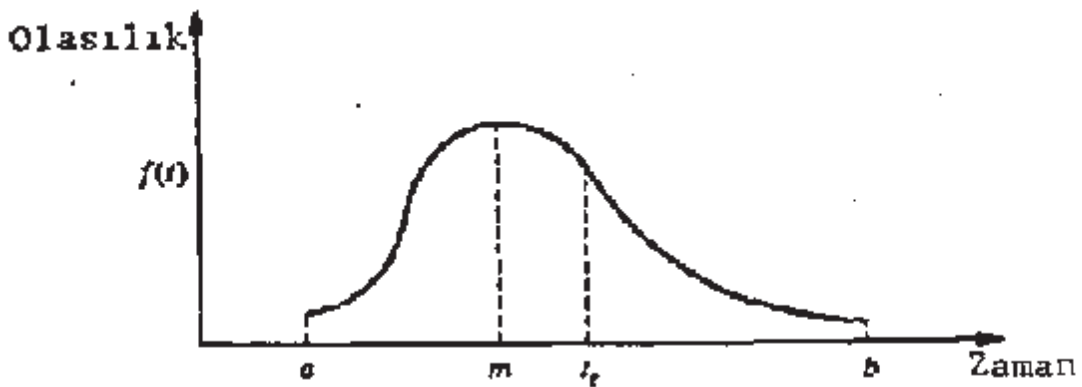


PERT tekniğinde hesaplamalar beklenen faaliyet süresi kavramından yararlanarak yapılır. Bir faaliyetin beklenen süresi (t_e)'nin yaklaşık değeri;

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

formülüyle hesaplanır. Faaliyetin % 50 olasılık ile tamamlanacağını gösteren t_e süresi eğriyi iki eşit alana böler (bkz. Şekil 5.22.).

Şekil 5.22. Mod ve beklenen değeri gösteren bir PERT dağılımı.



Faaliyetlerin belirsizlik dereceleri, standart sapma " σ_{te} " veya Varyans " V_{te} " değerlerine göre belirlenir. Beta dağılımına göre beklenen değer ile üçlü zaman kestirimleri arasındaki standart sapma ve standart sapmanın karesi olan varyans şu formüllerle belirtilir;

$$\sigma_{te} = \frac{b-a}{6} ; \quad V_{te} = \sigma_{te}^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$$

Beta dağılımı parametreleri olarak alınan a , m ve b değerlerinin yanlış tahmini t_e , σ_{te} ve V_{te} değerlerinde hatalara neden olacaktır. Bu hata payı tüm projeyi çok etkilemeyeceğinden yukarıda verilen formüller standart bir şekilde kullanılmaktadır (22). Faaliyet sürelerinin gerçek dağılımı bilinmediği için daha önce belirtilen özellikleriyle beta dağılımına uygun olduğu kabul edilmiştir. Ancak bu Özelliklere sahip diğer dağılımlar da vardır. Bu nedenle beta dağılımına göre hesaplanan beki enen süre ve standart sapma değerlerinde hatalar söz konusu olabilecektir (23).

5.2.18.2. PERT Şebekesinde Kritik Yol'un belirlenmesi⁽³⁷⁾

PERT Şebekesinde faaliyetlerin gösterildiği çizgi veya okların üzerine beklenen faaliyet süresi (t_e) ve varyans (V_{te}) değerleri yazılır. Şebekenin her bir düğüm noktasına (olaya) gelen yol üzerindeki faaliyetlerin beklenen süreleri toplanır. Eğer bu olaya gelen birden fazla yol varsa, bu olayın en erken zamanının beklenen değeri " μT_E ", bu yolların toplam değerlerinin maksimumuna eşittir. Aynı şekilde her olayın en erken zamanının varyansı da en uzun süreli yol üzerindeki toplam varyansı olacaktır.

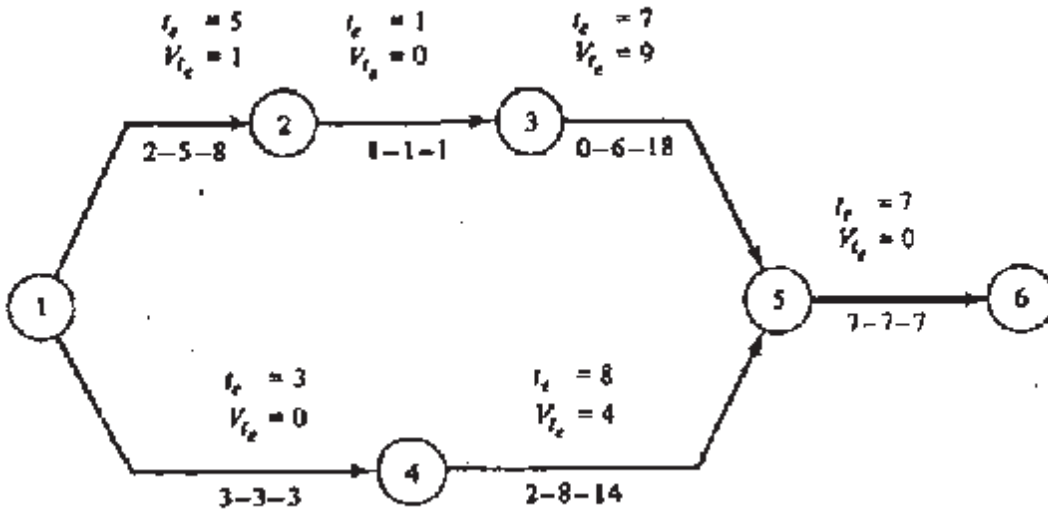
Her olayın en geç gerçekleşme zamanının beklenen değeri " μT_L ", bitiş olayından başlangıç olayına doğru gidilerek hesaplanır. Bitiş olayında μT_E , μT_L değerine eşitlenir, varyansı (V_{TL}) ise sifıra eşitlenir. CPM yöntemindeki geriye dönüş kurallarına benzer şekilde her olay için μ_T ve V_T değerleri hesaplanır (24).

PERT analizinde her olay için yalnız bir tür serbest süre veya gecikme zamanı hesaplanır. Bu gecikme zamanı (slack-time) aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$S = \mu T_L - \mu T_E$$

PERT hesaplamaları Şekil 5.23.'de görülen şebeke üzerinde yapıldığında her olaya ilişkin bilgiler Tablo 5.25.'te gösterilmiştir;

Şekil 5.23. PERT şebeke örneği



Bu hesaplamalardan sonra kritik yolun bulunması için Tablo 5.25.'teki gecikme sütunu incelenir. Sıfır gecikmeli olaylar kritik yol üzerinde olmalıdır. Buna göre Şekil 5.23.'teki 1-2-3-5 yolu kritik yol olacaktır. Bu hesaplamalardan görüldüğü gibi PERT analizi olaylara yöneliktir.

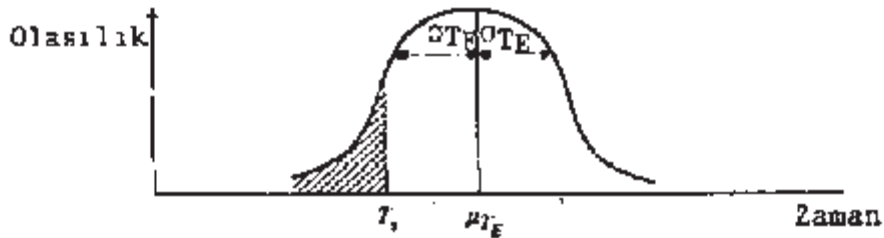
Tablo 5.25. PERT hesaplamaları

Olay No	En Erken Zaman(T_E)		En Geç Zaman(T_L)		Gecikme (s)
	Beklenen Değer μ_{T_E} (μ_{T_E})	Varyans ($\sigma^2_{T_E}$)	Beklenen Değer(μ_{T_L})	Varyans ($\sigma^2_{T_L}$)	
1	0	0	0	10	0
2	5	1	5	9	0
3	6	1	6	9	0
4	3	0	5	4	2
5	13	10	13	0	0
5	20	10	20	0	0

5.2.18.3. PERT şebekelerinde olasılık kavramı⁽³⁷⁾

PERT şebekelerini programlamada "b" değerinin "a" değerinden çok farklı değerler alması, faaliyet süresine pek çok faktörün etkilediğini göstermektedir. Bunun anlamı faaliyette çok belirsizlikler var demektir, t_e 'nin varyansının artması faaliyetin t süresinde gerçekleşme olasılığı azalıyor anlamına gelir. İşte PERT tekniğini CPM'den ayıran temel özelliklerden biri de, olasılıkların hesaplanmasıdır, örneğin bir olay için programlanmış bir zamanın " T_s " gerçekleşme olasılığı saptanabilir. Merkezi limit teorem i ne göre, bir olayın eh erken tamamlanma süresinin dağılımı, ortalaması " μ_{TE} " ve standart sapması " σ_{TE} " olan bir normal dağılım olduğu kabul edilir (bkz.Şekil 5.24.).

Şekil 5.24. Normal dağılım grafiği



Bir olayın, beklenen en erken gerçekleşme zamanı " μ_{TE} " ve standart sapması σ_{TE} ise bu olayın programlanmış " T_s " zamanında veya bu zamandan önce gerçekleşme olasılığı, Şekil 3.7 deki eğrinin altındaki T_s 'ye kadar olan alan hesaplanarak bulunur. Bu alanı hesaplamak için T_s 'ye karşılık gelen z standart normal değeri bulunur.

$$Z = \frac{T_S - \sigma T_E}{T_E}$$

Bu z değeri, Tablo 3.3 veya pek çok olasılık ve istatistik kitaplarında bulunan daha ayrıntılı tablolar yardımıyla, kümülatif olasılık değerlerine dönüştürülür.

Sekil 3.6'daki PERT şebekesi için 6 olayının (projenin | bitiş olayının) 18 zaman biriminde veya daha kısa zamanda tamamlanma olasılığını bulalım.

Tablo 3.2'de $p_T = 20$ ve $V_{y_E} = 10$ olduğuna göre $C_{T_E} / \sqrt{T_E} / T_U$ olur. Buna göre z değeri:

$$Z = (18 - 20) / 3.125 = -0.64$$

olarak hesaplanır. Tablo 3.3'den bu z değerine 0.26 karşılık gelir ki bu değer projenin % 26 olasılıkla 18 zaman birimi veya daha kısa zamanda tamamlanma olasılığıdır.

Tablo 5.26. Standart Normal Fonksiyonun Yaklaşık Değerleri

Z	Kümülatif Olasılık	z	Kümülatif Olasılık
-2.0	0.02	+ 0.1	0.54
-1.5	0.07	+ 0.2	0.58
- 1.3	0.10	+ 0.3	0.62
-1.0	0.16	+ 0.4	0.66
-0.9	0.18	+ 0.5	0.69
-0.8	0.21	+ 0.6	0.73
-0.7	0.24	+ 0.7	0.75
-0.6	0.27	+ 0.8	0.79
-0.5	0.31	+ 0.9	0.82
-0.4	0.34	+ 1.0	0.84
-0.3	0.38	+ 1.3	0.90
-0.2	0.42	+ 1.5	0.93
-0.1	0.46	+ 2.0	0.98
0	0.50		

5.2.18.4. Örnek Uygulama⁽¹⁴⁾

Bozüyük Anadolu Öğretmen Lisesi yapımına ait iş programı, ağ diagramı (CPM) normunda hazırlanmış ve normal şartlarda proje tamamlanma süresi 532 gün olarak hesaplanmıştır. İyimser yaklaşımla her faaliyetin, normal planlamaya göre %30 daha erken tamamlanacağı ve kötümser yaklaşımla her faaliyetin normal planlamaya göre %40 daha geç tamamlanacağı kabulü ile tüm faaliyetlerin iyimser ve kötümser süreleri hesaplanmıştır. Bu değerler şebekeye girilip proje tamamlanma süresi değerleri; iyimser yaklaşımla 378 gün ve kötümser yaklaşımla 749 gün olarak hesaplanmıştır.

Her faaliyetin süresi $(a + 4m + b)/6$ ifadesine uygun olarak ağırlıklandırılmış ve bulunan değerler şebekeye girilerek ağırlıklandırılmış proje tamamlanma süresi 542,5 gün olarak hesaplanmıştır. İyimsiz, normal, kötümser ve ağırlıklandırılmış planlamalar için her iş kaleminin alacağı süreleri ve toplam proje tamamlanma süresini gösteren veriler Tablo 5.27. 'de verilmiştir. Ayrıca ağırlıklandırılmış proje için oluşturulan ağ diyagramının genel yapısı da ekteki şekilde sunulmuştur.

Tablo 5.27. İyimsiz, normal, kötümser ve ağırlıklandırılmış planlamalar için her iş kaleminin alacağı süreler ve her projenin toplam tamamlanma süreleri

FAALİYETLER	İyimsiz	Normal	Kötümser	Ağırlıklandırılmış
	Planlama	Planlama	Planlama	Planlama
	378 gün	532 gün	749 gün	542,5 gün
YER TESLİMİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
ŞANTİYENİN KURULMASI	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK TEMEL KAZI İŞİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
B BLOK TEMEL BA. VE DEMİR İŞLERİ	20 gün	28 gün	39 gün	28,5 gün
B BLOK TEMEL KALIBI	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
2002.DEMİRSİZ BETON	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK TEMEL KAZI İŞİ (0.75)	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK TEMEL BETONU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK TEMEL B.A VE DEMİR İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
C BLOK TEMELİ 2002 DEMİRSİZBETON	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK TEMEL KALIBI	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK TEMEL KAZI İŞİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
C BLOK TEMEL BETONU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK TEMEL B.A. VE DEMİR İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
A BLOK TEMELİ 2002 DEMİRSİZ BETON	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK TEMEL DOLGU İŞİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK BOD. DÖŞ. BLOK BLOKAJ VE BODRUM DOSEME BETONU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK TEMEL KALIBI	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 wks
C BLOK TEMEL DOLGU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
A BLOK TEMELİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
C BLOK BODRUM KAT BLOKAJ VE DEMİRSİZ BETON	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK TEMEL DOLGU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK BODRUM KAT PERDE DOSEME KALIP VE KALIP ISKELESİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
B BLOK BODRUM KAT PERDE VE DÖŞEME VE B.A. DEMİR İŞLERİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
A BLOK BODRUM KAT BLOKAJ DEMİRSİZ BETON	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK SU BASMAN BETONU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK SU BASMAN KALIP VE ISKELESİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK SU BASMAN B.A.	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
C BLOK SU BASMAN BETONU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK SU BASMAN KALIP IS.	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün

A BLOK SU BASMAN VE DEMİR İŞİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
A BLOK SU BASMAN BETON İŞİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK ZEMİN KAT DEMİR İŞİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
B BLOK ZEMİN KAT KALIP İŞİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK BODRUM KAT BETONARME PERDE SU İZOLASYONU	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
C BLOK ZEMİN KAT ÇA DEMİR İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
A-B-C BLOKLARI DRENAJ VE KANALİZASYON İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK ZEMİN KAT BETON İŞİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK ZEMİN KAT KALIP İŞİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK SU BASMAN DOLGU İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK.ZEM.KAT BETONU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK ZEMİN KAT KALIP İŞİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK ZEMİN KAT DEMİR İŞİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
C BLOK SU BASMAN İZOLASYON İŞİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
A BLOK ZEM.KAT BETONU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK 1 KAT DEMİR İŞİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
B BLOK 1.KAT KALIP İŞİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
C BLOK SU BASMAN TUĞLA DUVAR İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK BODRUM KAT TUĞLA DUVAR İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK SU BASMAN İZOLASYON İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
C BLOKSU BASMAN TUĞLA DUVAR İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK 1.KAT BETONU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK 1.KAT DEMİRİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
C BLOK 1.KAT KALIBI	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
A BLOK SU BASMAN DOLGU İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK SU BASMAN TUĞLA İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK ZEMİN KAT TUĞLA DUVAR İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
C BLOK 1.KAT BETONU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK 1.KAT DEMİR İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
A BLOK 1.KAT KALIBI	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
C BLOK ZEMİN TUĞLA DUVAR İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK 1.KAT BETONU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK 2. KAT DEMİR İŞLERİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
B BLOK 2. KAT KALIP İŞLERİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
C BLOK 1. KAT TUĞLA DUVAR	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK ÇATI KALKAN TUĞLA DUVAR İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK 1. KAT KALIP İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK 2.KAT BETONU	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK ÇATI DUVARLARI SIVA VE HARPUŞTA İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK 1.KAT TUĞLA DUVAR İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün

C BLOK AHŞAP ÇATI İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK ZEMİN KAT TUĞLA DUVAR İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK ÇATI TENKECİLİK İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK ÇATI ÖRTÜ RUBERÖİT, KİREMİT, MAHYA	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK 1.KAT TUĞLA DUVAR İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK ÇELİK ÇATI İŞLERİ	20 gün	28 gün	39 gün	28,5 gün
B BLOK 3. KAT DEMİR İŞLERİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
B BLOK 3.KAT KALIP İŞLERİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK 3.KAT BETON İŞİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK SOĞUK DEMİR İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK MONTAJ ÇELİK ÇATI İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK 2.KAT TUĞLA DUVAR İŞLERİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
ALİMİNYUM ÇATI ÖRTÜSÜ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK SU S.TESİSAT ÇATI	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
A BLOK SOĞUK DEMİR İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
A BLOK ELEKTRİK TESİSATI	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK SAÇ KAPI KASALARI	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
STBA	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK KABA SIVA İŞLERİ	20 gün	28 gün	39 gün	28,5 gün
B BLOK ÇATI TUĞLA DUVAR İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK 3.KAT TUĞLA DUVAR İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
B BLOK ÇATI SIVA	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK SOĞUK DEMİR İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
B BLOK AHŞAP ÇATI İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
A BLOK KABA SIVA İŞLERİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
C BLOK KALORİFER BORU TE.	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK ELEKTRİK TESİSAT İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK SU TESİSAT İŞL.	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
B BLOK SU TESİSATI BORU İŞL.	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
B BLOK ELEKTRİK B TEST İŞRİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
A BLK.ELEKTRİK TEL.İŞL.	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK KALORİFER BORU TESİSAT İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK İNCE SIVA İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KULA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
TENEKİLİK İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
TENEKİLİK İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK KABA SIVA İŞLERİ	39 gün	56 gün	78 gün	56,83 gün
C BLOK İŞ İŞLERİ İSKELESİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK İNCE SIVA İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
C BLOK FAYANS KAPL.İŞL.	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK İŞ İSKELESİ İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
A BLOK FAYANS KAPLAMA İŞL.	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK İŞ İSKELESİ İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK KALRFR.BORU İŞL.	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
B BLOK ELEKTRİK B TEST İŞİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün

C BLOK İÇ SIVA İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK FAYANS KAPLAMA İŞL.	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
B BLOK DIŞ SIVA İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
B BLOK İÇ SIVA İŞLERİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
A BLOK DIŞ SIVA İŞLERİ	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A BLOK DÖŞEME KAPLAMA İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
C BLOK DÖŞEME KAPLAMA İŞLERİ	20 gün	28 gün	39 gün	28,5 gün
A VE C BLK.KLFTST.KOM.	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
A-C BLOK BOYA BADANA İŞLERİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
PVC DOĞRAMA İŞLERİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
A-C BLOK AHŞAP KAPI KANADI	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
A-C BLOK DIŞ CEPHE KAPLAMA	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün
B BLOK DÖŞEME	29 gün	42 gün	59 gün	42,67 gün
B BLOK KALORİFER TESİSAT MONTAJ İŞLERİ	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
B BLOK DIŞ CEPHE KAPLAMA İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
B BLOK BOYA BADANA İŞLERİ	25 gün	35 gün	49 gün	35,67 gün
ÇEVRE İŞLERİ	20 gün	28 gün	39 gün	28,5 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
B BLOK AHŞAP KAPI KANADI	15 gün	21 gün	29 gün	21,33 gün
CAM İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
KUKLA FAALİYET	0 gün	0 gün	0 gün	0 gün
CAM İŞLERİ	10 gün	14 gün	20 gün	14,33 gün
GEÇİCİ KABUL	5 gün	7 gün	10 gün	7,17 gün

Ağırlıklandırılmış projenin, tamamlanma süresi olarak hesaplanan 542,5 günde bitirilmesinin olasılığı hesaplanmıştır; $\sigma=82,04024069$ ve $Z=1.220233141$ değerlerine karşılık olarak Z tablosundan 0.8888 değeri okunmuştur. Bunun anlamı, anılan işin 542,5 günde yada daha önce bitirilmesi ihtimalinin %88,9 olduğudur.

Aşağıdaki şekillerde sözkonusu ağ diyagramının genel görünüşü verilmiştir.

Şekil 5.25. Ağ diyagramı



5.2.19. Monte Carlo Simülasyonu Yardımı İle Maliyet ve Süresel Modellemeler Yapılması⁽³⁾

Bu uygulama, Yük. İnş. Müh. Fatih İncir'in "İnşaat Sektöründe Risk Yönetimi ve Kaliteye Etkisi" adlı çalışmasından alınmıştır.

5.2.19.1. Proje Maliyet Kalemlerinde Yaşanan Değişimler

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

Ülkemiz inşaat sektöründe, projelere ait maliyetler genellikle deterministik yaklaşımlarla belirlenmektedir. Ancak bu gibi geleneksel yaklaşımlar, risk faktörlerinin değerlendirilmesinde yetersiz kalmakta ve gerçeği yansıtmamaktadır. Projelerin maliyet ve süre değerlendirilmesinde kullanılan Monte Carlo simülasyonunda, maliyet değerleri, artık bilinen parametreler değil, belirlenen aralık içerisinde bulunan rasgele değişkenler olarak tanımlanmaktadır. Olasılık dağılımları, belirlenmiş güven aralıkları içerisinde süre ve maliyete ilişkin tahmin değerlerinin belirlenmesine imkan sağlamaktadır. Bu işlemler planlama işlerini yürüten kişilere, hem uygun tahminlerin gerçekleştirilmesinde hem de proje uygulama esnasında kaynakların yönetiminde kolaylık sağlamaktadır. Maliyete ilişkin planlama işlemlerinde olasılık teorilerinin değerlendirildiği Monte Carlo tekniği kullanılmaktadır.

Bu teknikte, maliyet faktörleri ve rasgele değişkenler olasılık dağılım fonksiyonuna göre belirlenmekte ve toplam maliyet ise bu değerlerin birleştirilmesi ile hesaplanmaktadır. Anket çalışmasında, aralık değer yaklaşımında simülasyon katsayıları, yüklenici inşaat firmaları yöneticilerinin tamamlamış oldukları işlerde karşılaşmış oldukları sonuçlara göre maliyet kalemlerinde karşılaştıkları değişim aralıklarından belirlenmiştir (bkz. Tablo 5.28.). Değişim aralıklarının maliyet kalemlerinden toprak işleri üzerinde yoğunlaşması, zemin koşullarının aşırı değişkenlik göstermesinden kaynaklanmaktadır. Boşluklu bir zemin yapısına sahip bölgelerde, temel kazıları sonucunda maliyet arttırıcı zemin iyileştirme metotlarının uygulanmasına sıkça rastlanmaktadır.

Tablo 5.28. Maliyet kalemlerinde yaşanan değişim oranları

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

5.2.19.2. Örnek Proje Maliyet Simülasyonu

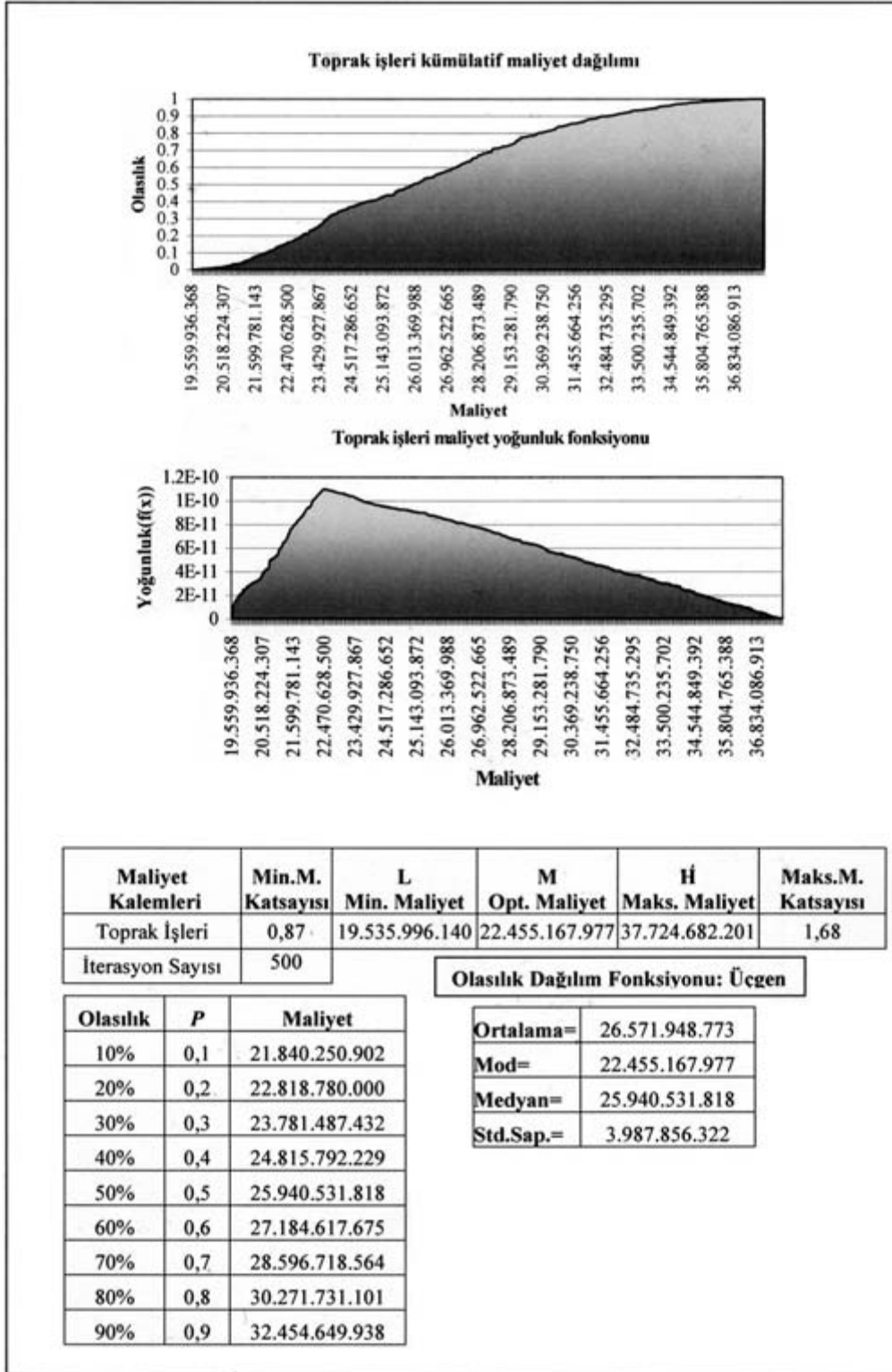
Risklerin toplam yapı maliyetindeki etkilerinin %10 ve % 90 olasılık değerleri aralığında değişimini göstermek amacı örnek yapı projesi üzerinde değerlendirme yapılmıştır. Bu amaçla örnek yapı projesinin toplam yapı maliyeti, 7 ana maliyet kalemine ayrılmıştır. Her bir maliyet kalemi örnek yapı projesi metrajlarından ayrı ayrı hesaplanmıştır. 2002 Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizleri kullanılarak belirlenen proje toplam maliyeti (860.486.275.996 TL), örnek yapının tahmin edilen maliyeti olarak değerlendirilmiştir. Her bir maliyet kaleminin tahmin edilen değeri Tablo 5.29.'da görülmektedir.

Tablo 5.29. Tahmin edilen ana maliyet kalemleri

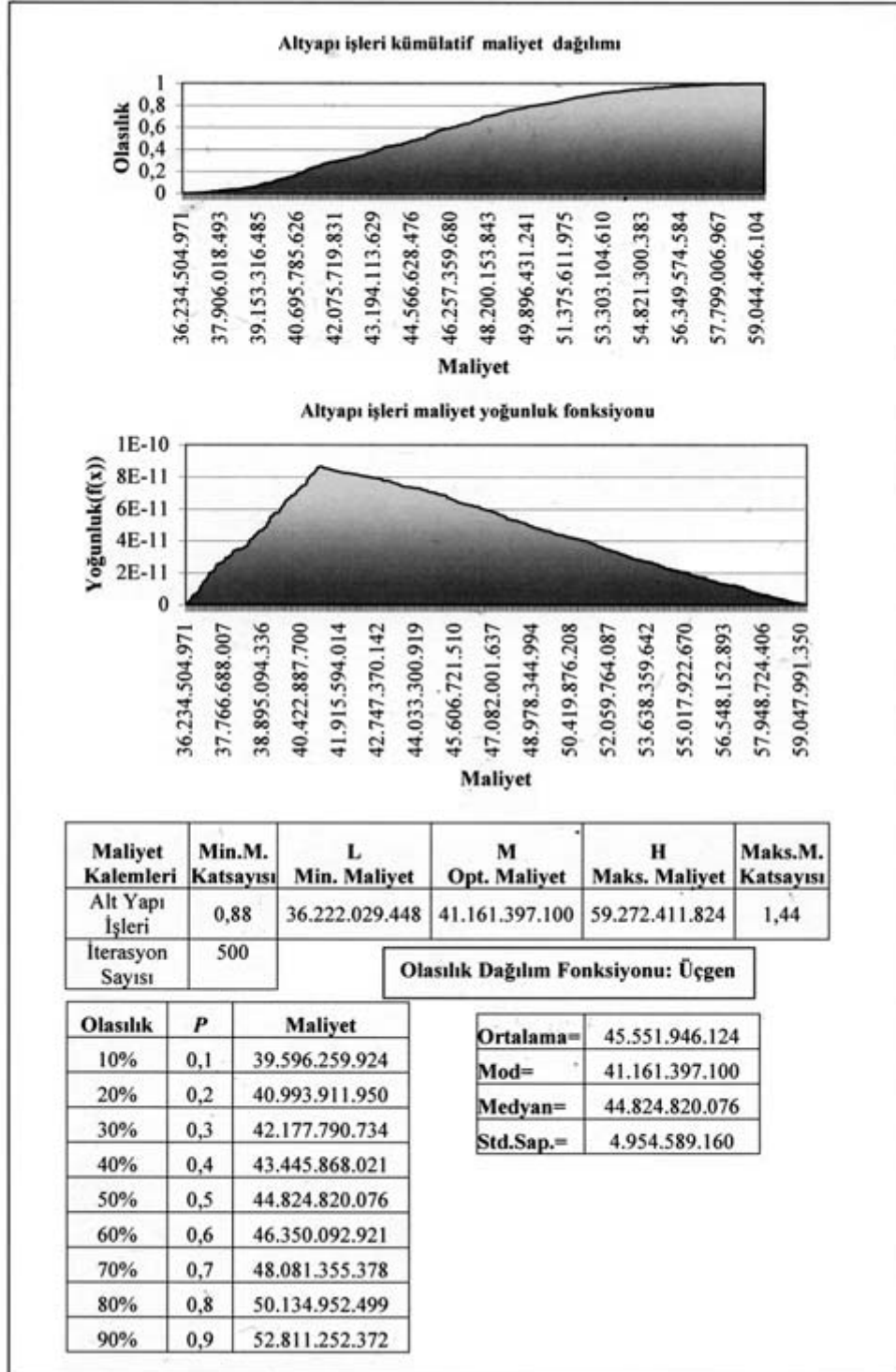
Maliyet Kalemleri	Tahmin Edilen Maliyetler
Toprak İşleri	22.455.167.977 TL
Alt Yapı İşleri	41.161.397.100 TL
Kaba İşler	294.389.903.600 TL
İnce İşler	308.080.851.290 TL
Elektrik Tesisatı	60.234.039.320 TL
Mekanik Tesisat	129.072.941.399 TL
Çevre Düzenleme	5.091.975.310 TL
TOPLAM	860.486.275.996 TL

Uygulamada simülasyon işlemi için elde edilen maliyet verileri, örnek yapıya ait metrajlar üzerinden 2002 Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizleri kullanılarak belirlenmiştir. Ancak maliyet değerleri içerisinde müteahhitlik karı dikkate alınmayıp, simülasyonun müteahhidin bakış açısına göre yapıldığı varsayılmıştır. Kısacası böyle bir analizin değerlendirilmesi müteahhit açısından daha uygun olacaktır. Örnek yapının risk analizi için Monte Carlo simülasyonu kullanılmış, inşaat sektöründe yaygın bir kullanımı ve kullanımının kolay olmasından dolayı olasılık dağılımı olarak üçgen dağılım seçilmiştir. Çizelge 4.8'deki maliyet kalemlerinde karşılaşılan değişim oranları, örnek projenin maliyet simülasyonunu gerçekleştirmek amacıyla simülasyonda, minimum ve maksimum değer katsayıları olarak kullanılmıştır. Bu veriler tahmin edilen maliyet değerleri ile çarpılarak her bir maliyet kaleminin minimum, en muhtemel ve maksimum değerleri olarak kabul edilmiştir. En muhtemel maliyet değeri başlangıçta tahmin edilen maliyet değeri olarak simülasyona katılmıştır. Tüm maliyet değerleri Matcad yazılımı ile hazırlanan programa girilip, 500 iterasyon altında sonuçlar; her bir maliyet kalemine ait olasılık yoğunluk grafikleri ve kümülatif yoğunluk fonksiyonu grafikleri ile gösterilip, %10 ile %90 olasılık değerleri arasında maliyet sonuçları gösterilmiştir (Bkz. Şekil 5.26.- Şekil 5.32.).

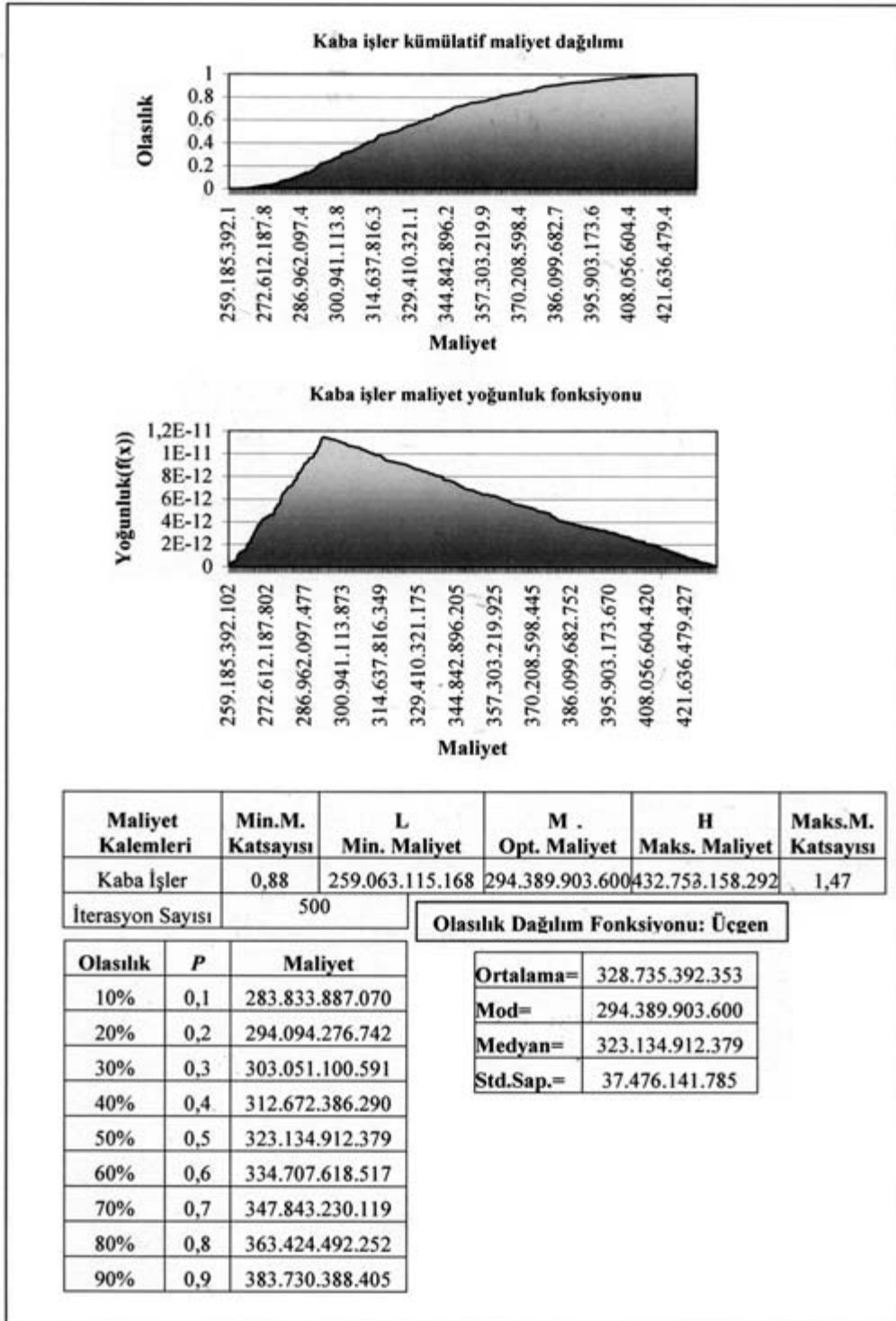
Şekil 5.26. Toprak işleri kümülatif maliyet dağılımı



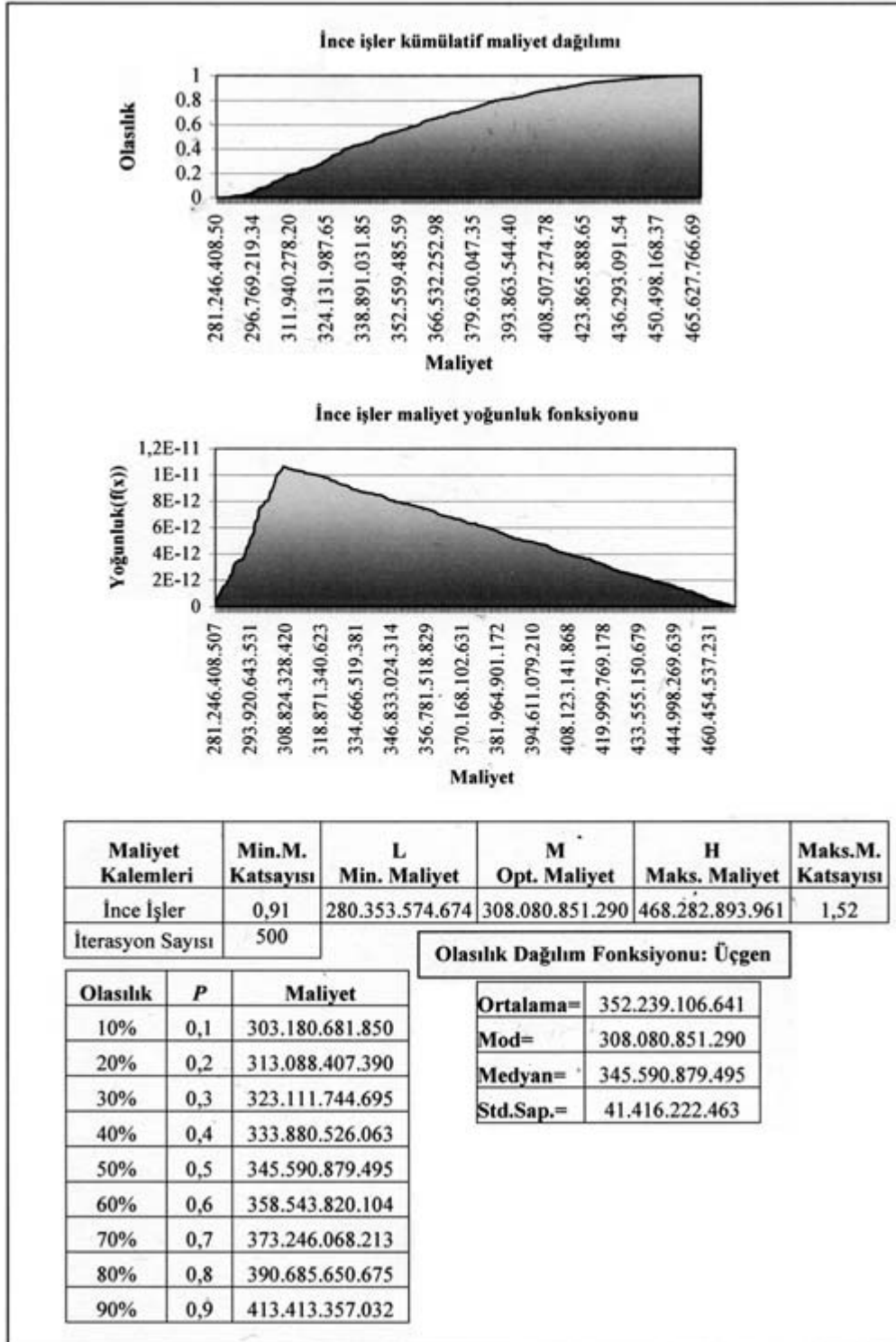
Şekil 5.27. Altyapı işleri kümülatif maliyet dağılımı



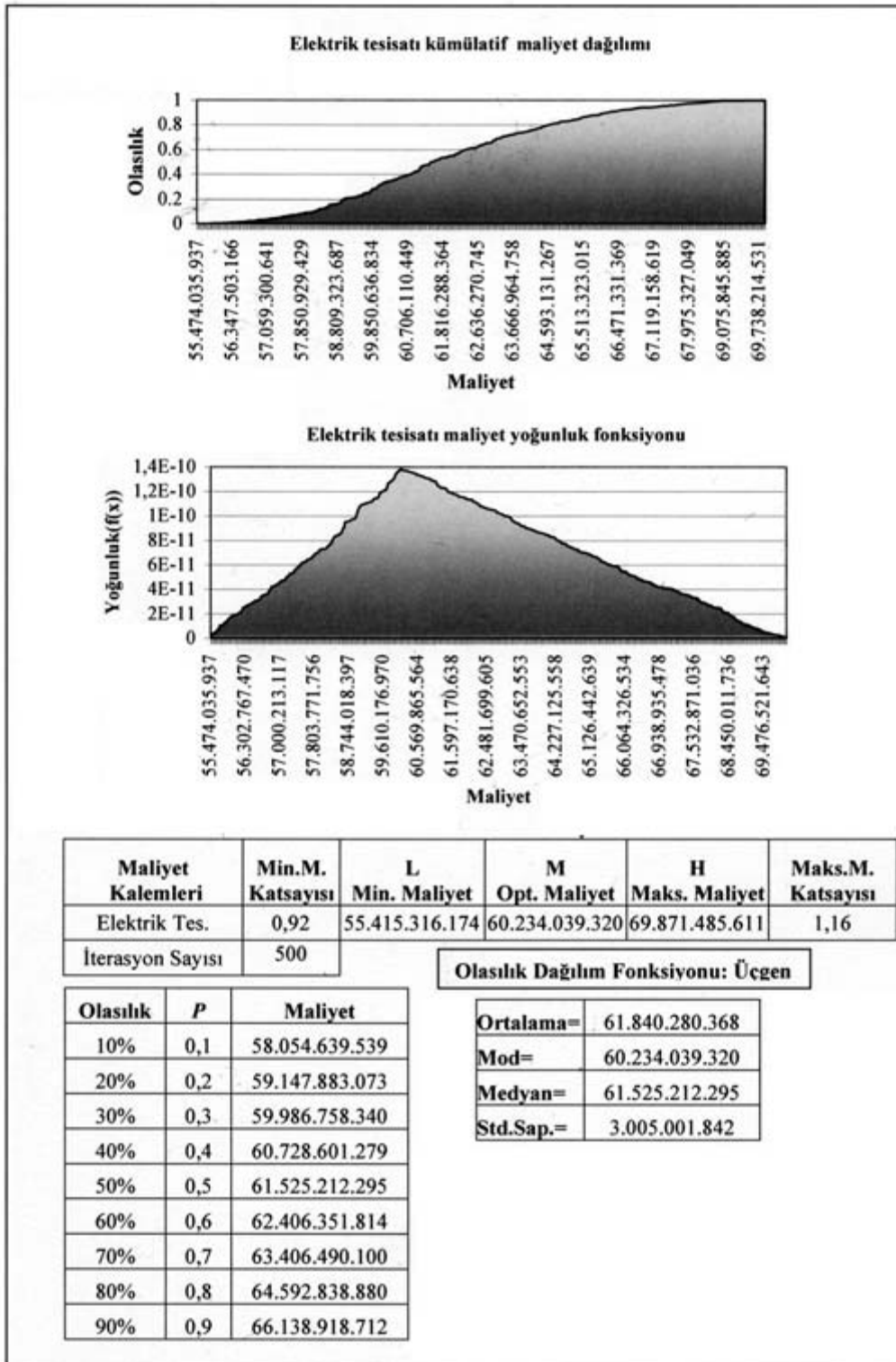
Şekil 5.28. Kaba işler kümülatif maliyet dağılımı



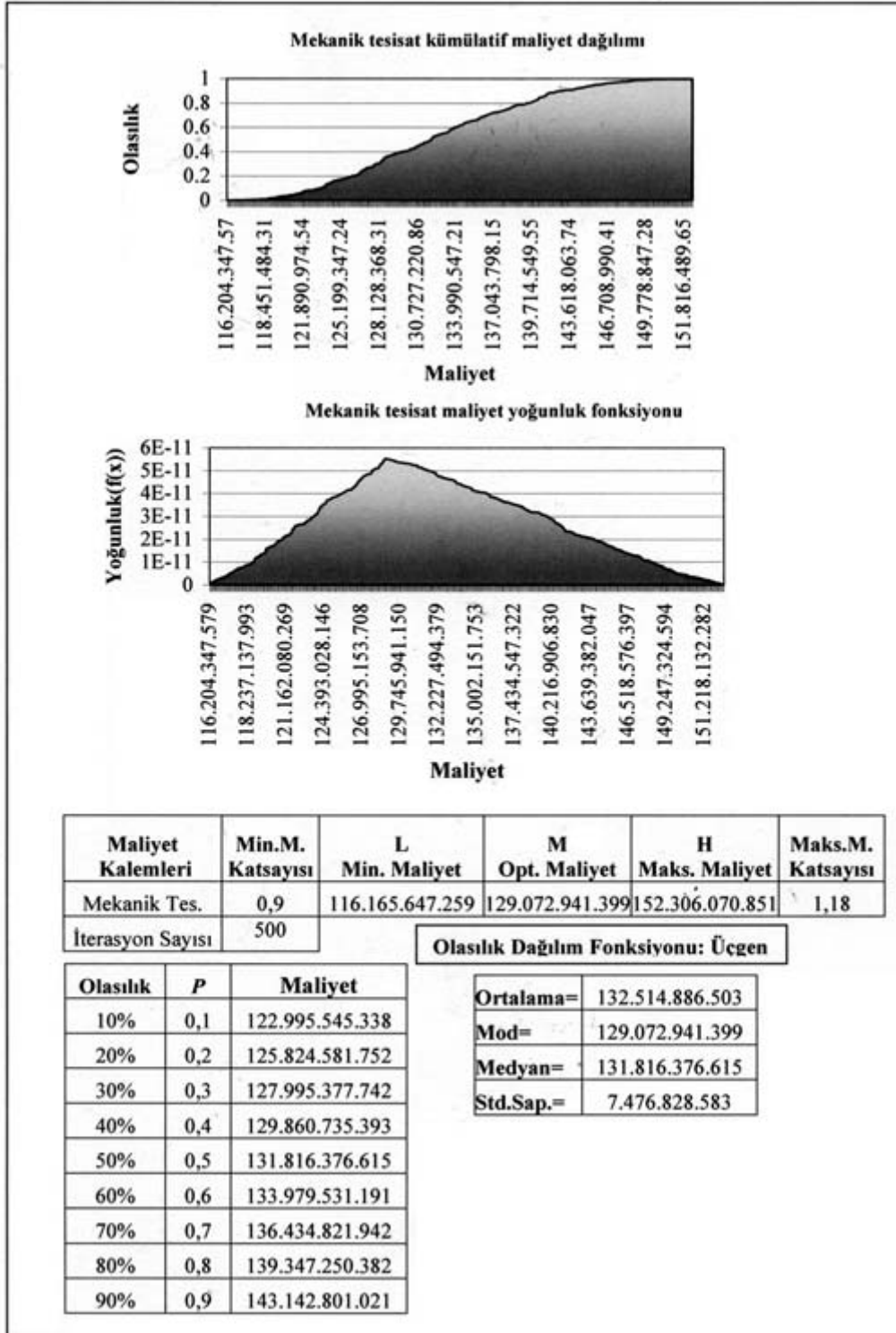
Şekil 5.29. İnce işler kümülatif maliyet dağılımı



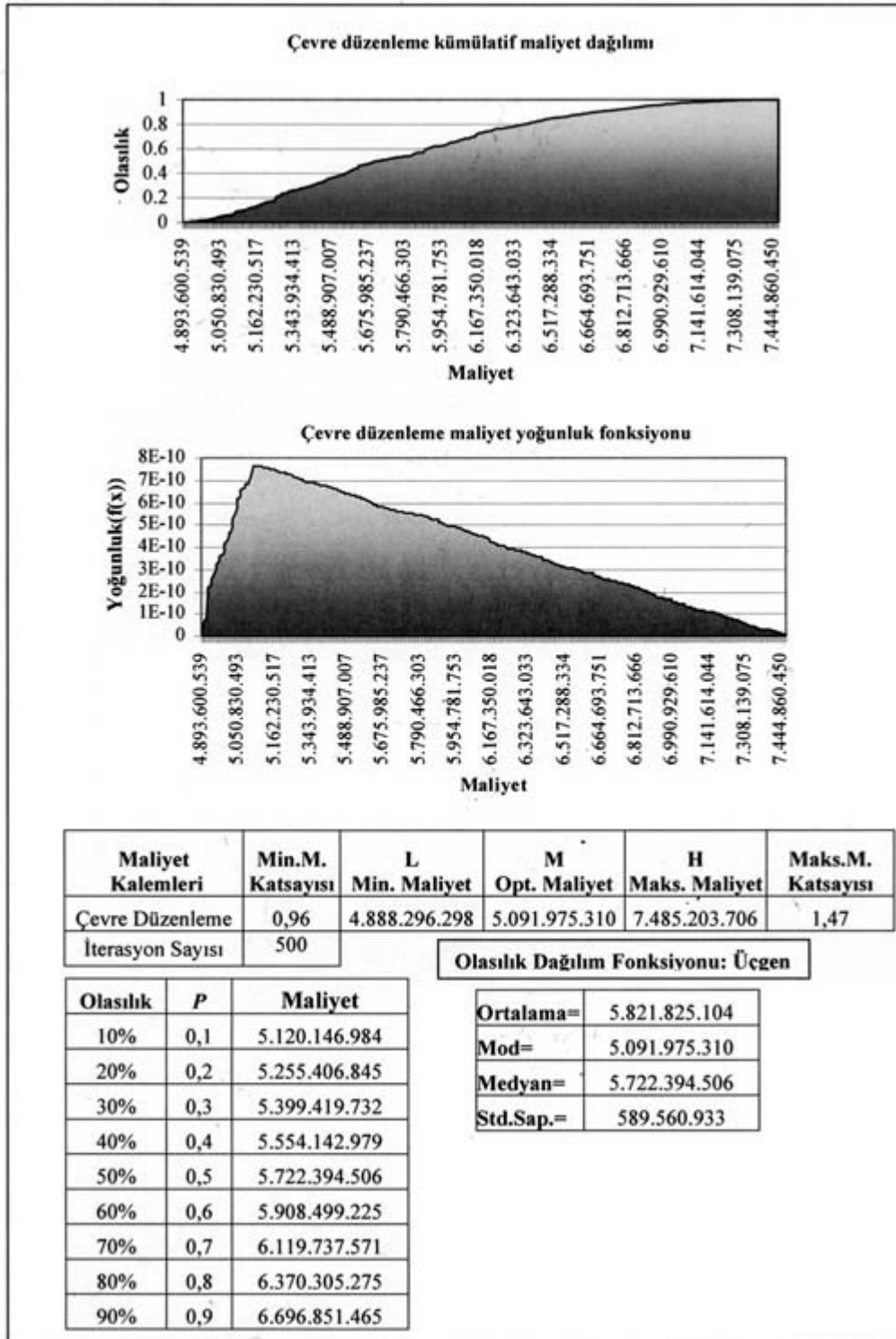
Şekil 5.30. Elektrik tesisatı kümülatif maliyet dağılımı



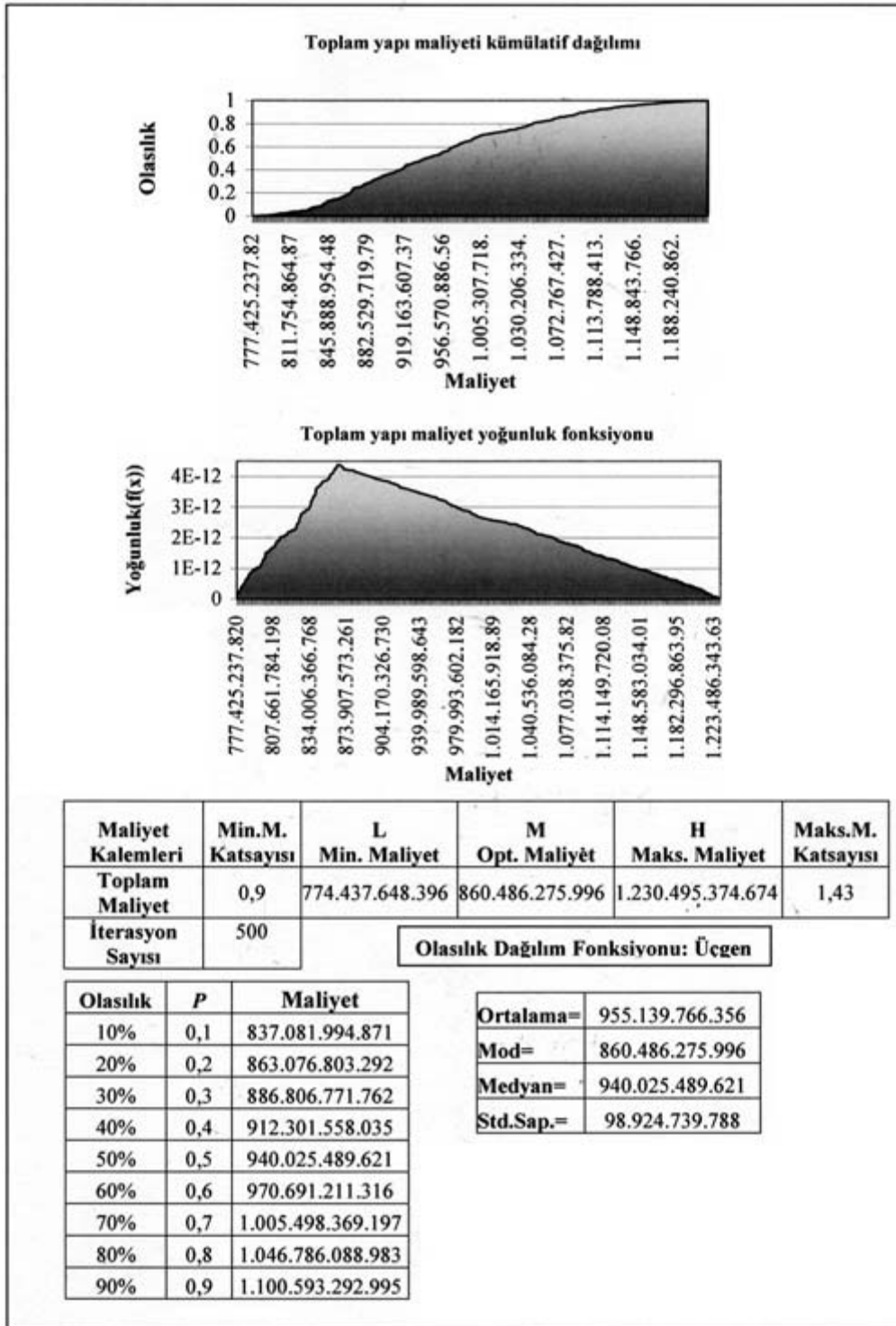
Şekil 5.31. Mekanik tesisat kümülatif maliyet dağılımı



Şekil 5.32. Çevre düzenlenmesi kümülatif maliyet dağılımı



Şekil 5.33. Toplam yapı maliyeti kümülatif dağılımı



Ana maliyet kalemleri birbirinden bağımsız olarak analiz edildikten sonra, toplam yapı maliyetinin simülasyonu için birleştirilerek tekrar analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları; toplam yapı maliyeti için olasılık yoğunluk fonksiyonu ve kümülatif yoğunluk fonksiyonu grafikleri ile ve %10 ile %90 aralığında maliyet değerleri ile gösterilmiştir (Şekil 5.33). Bu grafikler karar verme sürecinde yöneticiler için büyük oranda yarar sağlayacaktır.

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

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

5.2.19.3. Örnek Proje Süre Simülasyonu

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

CPM ve PERT tekniği gibi metotlar, küçük ve orta ölçekli deterministik projelerde uygulanmaktadır. Ancak proje boyutu büyük, karmaşık projelerde faaliyet sürelerinin kesin olarak belirlenememektedir. Bu metotların yetersiz kaldığı projelerde, olasılık dağılımlarının değerlendirildiği simülasyon yaklaşımları daha uygun olmaktadır.

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

Risk ve belirsizlik faktörlerinin proje yatırım süresi üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi amacı ile örnek olarak ele alınan projenin tüm faaliyetleri ve yapı metrajı çıkarılmış; metrajlar üzerinden faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan süreler, inşaat firmaları ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen verimlilik faktörlerinden belirlenmiştir. Yapılan anket çalışması sonucunda; Tablo 5.30.'da gösterilen risk faktörlerinden en fazla etkilenen kalemlere ait verimlilik değerleri belirlenmiştir. Dışarıda hazırlanıp, şantiyede sadece montajı gerçekleştirilen iş kalemlerinde ise sadece montaj süreleri değerlendirilmiştir. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizinden belirlenen işgücü verimlilik değerleri en muhtemel süreler olarak kabul edilmiştir.

Tablo 5.30. İş gücü verimlilik tablosu

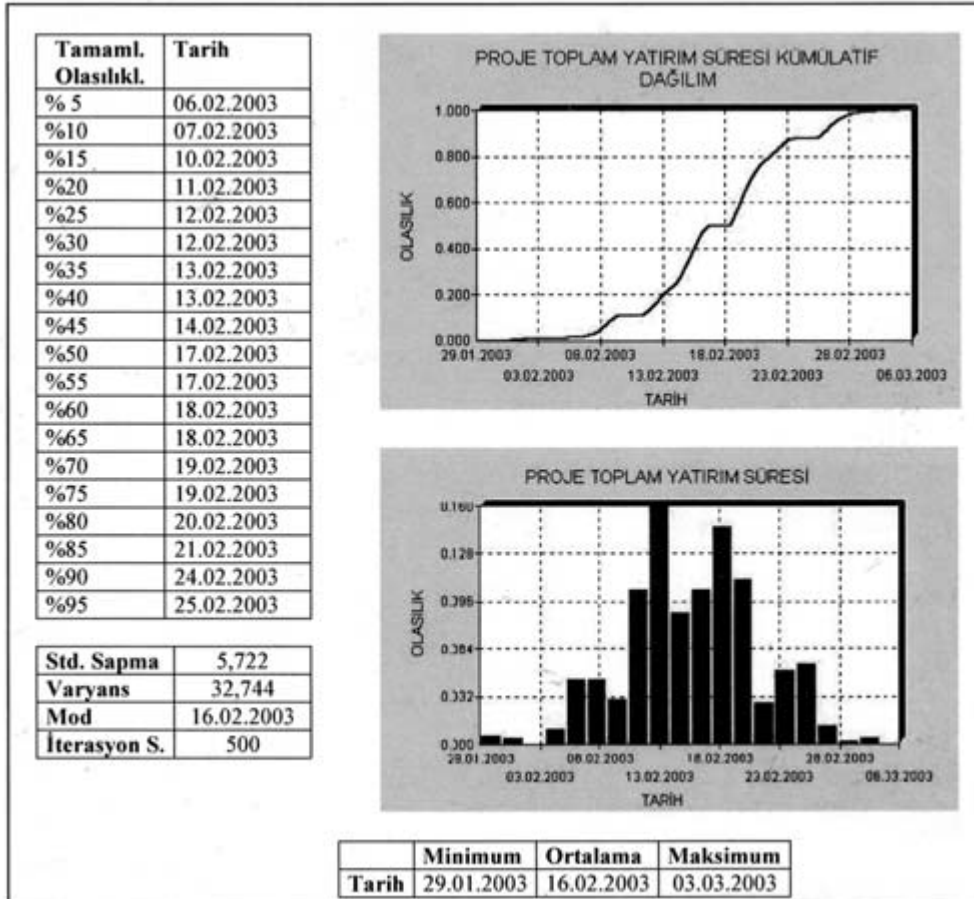
İş Kalemleri	Birim	İş Miktarı/Gün	Adam-saat
Düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı	m2	7 m2/gün	0,875
Tuğla duvar (19 cm) işleri	m2	15 m2/gün	0,938
Yarım tuğla duvar(9 cm) işleri	m2	30 m2/gün	1,875
Nervürlü çelik bükülmesi ve yerine döş.	Ton	0,5 ton/gün	0,031
Alt250-Üst300 dozlu dış sıva(iskele dahil)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

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

Projeye ait süre simülasyonu sonucunda, projenin en uygun tamamlanma zamanı ve % 5 ile % 95 olasılık değerleri arasında tamamlanma zamanları belirlenmiştir (Şekil 5.32.). Simülasyon yapılmadan Ms Project yazılımı ile yapılan iş programında proje 11.02.2003 tarihinde tamamlanmakta iken, Monte Carlo simülasyonu ile 500 iterasyon altında yapılan analiz sonucunda ise proje % 47 olasılıkla 16.02.2003 tarihinde tamamlanmaktadır. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizinden alınan işgücü verimlilik değerlerine göre başlangıçta yapılan projeye ait süre tahminlerinin, simülasyonlu ve simülasyon yapılmadan elde edilen sonuçların birbirine yakın olmasından dolayı tutarlı olduğu ortaya çıkmıştır.

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

Şekil 5.34. Proje süre simülasyonu



5.2.20. Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Yapı Maliyetlerinin Tahmin Edilmesi⁽¹⁵⁾

Bu uygulama, Yük. İnş. Müh. Latif Onur Uğur, Yük. İnş. Müh. Umut Naci Baykan ve Ar. Gör. Mürsel Erdal'ın "Betonarme Taşıyıcı Sistemli Çok Katlı Konutların İnşaat Maliyetlerinin Yapay Sinir Ağı ile Tahmini" adlı çalışmasından alınmıştır.

Her ihtiyacın giderilmesinin bir bedeli bulunmaktadır. Bir binanın, bir yapının yada komplike bir projenin maliyeti de büyük değerlerle ifade edilebilecek boyutlardadır. Genel ifade ile bir yapı vücuda getirmek pahalı bir iştir. Yatırım kaynaklarının kısıtlı ve teorik olarak insan ihtiyaçlarının da sonsuz olduğu göz önüne alındığında, maliyetlerin çok titiz çalışmalarla belirlenmesi, programlanması ve kontrol edilmesi gerekliliği büyük önem arz etmektedir.⁽¹⁶⁾

Günümüzde, teknolojik gelişmenin yapı sektörünü de etkilemesi ile yapı üretim süreci değişmekte ve daha nitelikli yapılar üretilmektedir. Ancak, kaynakların kıt olması, beraberinde yapı üretim sürecini de sınırlandırarak, kaynaklardan rasyonel bir şekilde yararlanma zorunluluğunu getirmiştir. Bu zorunluluk ise, özellikle yapı üretim sürecinin yapım evresinde, maliyet tahmini ile maliyetin planlanmasına ve denetimine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmaların önemini arttırmaktadır. Yapı maliyeti tahmini, bir yapının gerçek maliyetinin belirli koşullar altında kısa dönem tahmini olarak tanımlanır.⁽¹⁷⁾

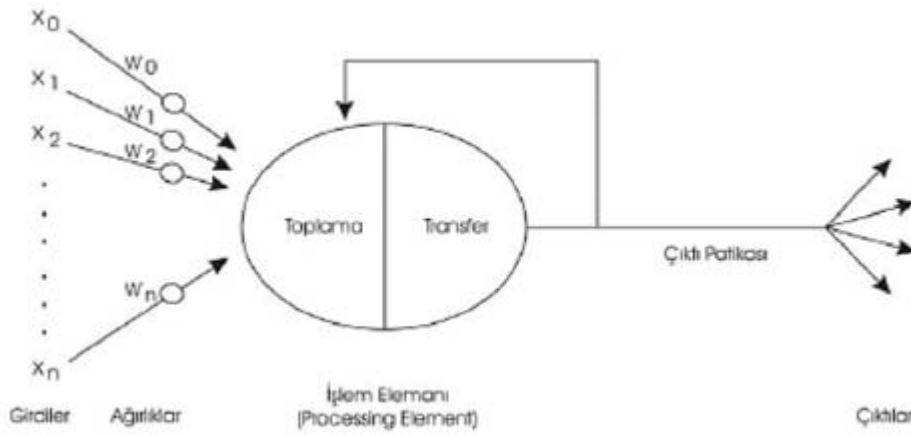
5.2.20.1. Yapay Sinir Ağları

Beynin üstün özellikleri, bilim adamlarını üzerinde çalışmaya zorlamış ve beynin nörofiziksel yapısından esinlenerek matematiksel modeli çıkarılmaya çalışılmıştır. Beynin bütün davranışlarını tam olarak modelleyebilmek için fiziksel bileşenlerinin doğru olarak modellenmesi gerektiği düşüncesi ile çeşitli yapay hücre ve ağ modelleri geliştirilmiştir. Böylece Yapay Sinir Ağları denen yeni ve günümüz bilgisayarlarının algoritmik hesaplama yönteminden farklı bir bilim alanı ortaya çıkmıştır. Yapay sinir ağları; yapısı, bilgi işleme yöntemindeki farklılık ve uygulama alanları nedeniyle çeşitli bilim dallarının da kapsam alanına girmektedir.

Genel anlamda YSA, beynin bir işlevi yerine getirme yöntemini modellemek için tasarlanan bir sistem olarak tanımlanabilir. YSA, yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile çeşitli şekillerde bağlanmasından oluşur ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenir. Donanım olarak elektronik devrelerle ya da bilgisayarlarda yazılım olarak gerçekleştirilebilir. Beynin bilgi işleme yöntemine uygun olarak YSA, bir öğrenme sürecinden sonra; bilgiyi toplama, hücreler arasındaki bağlantı ağırlıkları ile bu bilgiyi saklama ve genelleme yeteneğine sahip paralel dağılmış bir işlemcidir. Öğrenme süreci, arzu edilen amaca ulaşmak için YSA ağırlıklarının yenilenmesini sağlayan öğrenme algoritmalarını ihtiva eder.

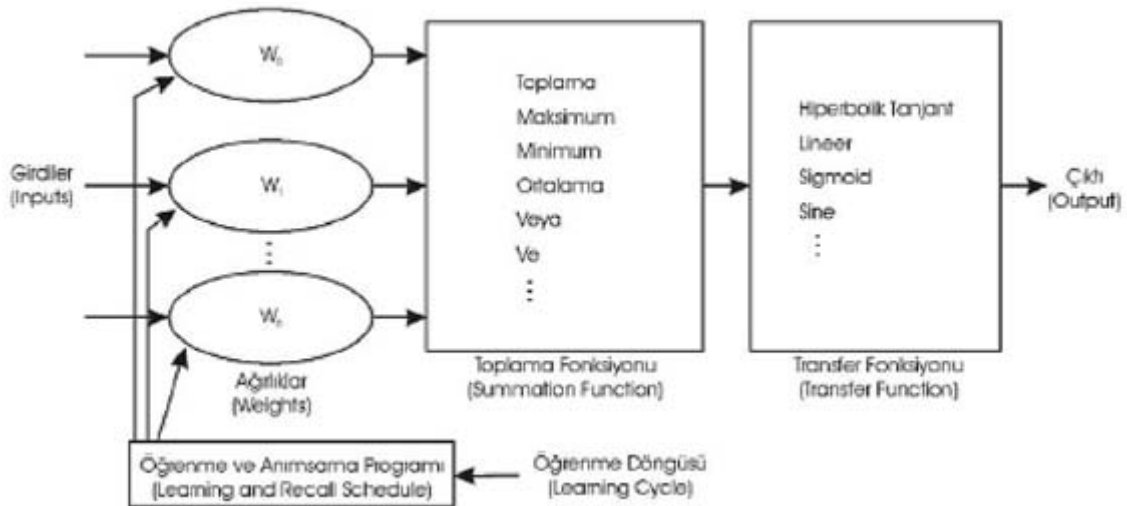
Yapay sinir ağlarının temel işlem elemanı olan yapay nöronlar, doğal nöronların dört temel fonksiyonunu simüle ederler. Bir yapay nöronun temel yapısı, genel haliyle, Şekil 5.35.'te sunulmaktadır. Burada girdi değerler $x(i)$ matematiksel sembolü ile gösterilmiştir ve bu gösterimde $i = 0,1,2,\dots,n$ değerlerini almaktadır. Bu girdi değerlerin her biri bir bağlantı ağırlığıyla çarpılmaktadır. Bu ağırlıklar ise $w(i)$ ile gösterilmektedir. En basit yapıda, bu çarpımlar toplanır ve bir transfer fonksiyonuna gönderilerek sonuç üretilir. Bu sonuç daha sonra bir çıktıya dönüştürülür. Bu elektronik uygulama, değişik toplama fonksiyonları ve transfer fonksiyonları ile kullanılabilir ve farklı ağ yapılarında uygulanabilir.

Şekil 5.35. Yapay nöronun genel yapısı



Şekil 5.36.'da, daha önce tanımlanan basit bir yapay nöron yapısının daha detaylı bir şeması sunulmaktadır. Şekilde, girdi değerleri işlem elemanına üst sol bölümden girmektedir. İşlemden önce, bu girdi değerlerin her birinin ilgili ağırlıklarla $w(i)$ ağırlıklandırılmalarıdır. Bir nöron genellikle, eşanlı olarak birçok sayıda girdi alır. Her girdinin kendi nispi ağırlığı vardır. Bu ağırlıklar, biyolojik nöronların değişen sinaptik etkililikleri ile aynı görevi üstlenirler. Her iki durumda da, bazı girdiler diğerlerine göre daha önemli hale gelirler. Bu sayede, işlem elemanının bir sinirsel tepki üretmesi işleminde daha fazla etkili olurlar. Ayrıca, ağırlıklar girdi sinyalinin gücünü belirleyen adaptif katsayılardır. Yani, girdinin bağlantı gücünün bir ölçüsüdür. Bu bağlantı güçleri, çeşitli eğitime setlerine göre değiştirilebilirler.

Şekil 5.36. Yapay nöronun detaylı yapısı

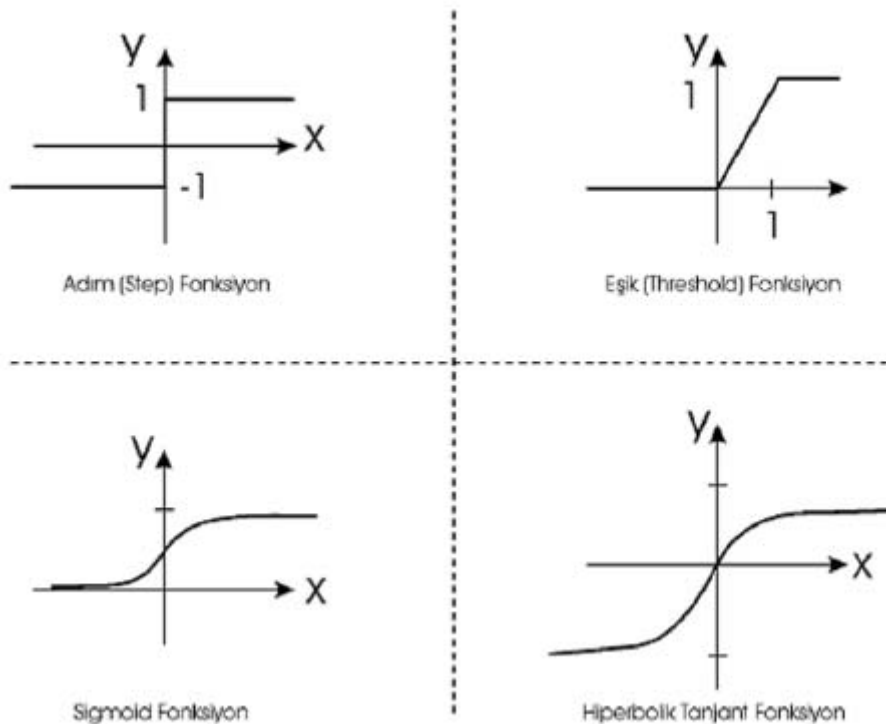


Ağırlıklandırmadan sonra, bu değiştirilmiş girdiler toplama fonksiyonuna gönderilirler. Toplama fonksiyonunda, adından da anlaşılacağı gibi, genelde toplama işlemi yapılmaktadır fakat birçok farklı işlem çeşidi toplama fonksiyonu için kullanılabilir. Toplama fonksiyonu, bu basit çarpımlar toplamına ek olarak, minimum, maksimum, mod, çarpım veya çeşitli normalizasyon işlemlerinden birisi olabilir. Girdileri birleştirecek olan algoritma genellikle seçilen ağ mimarisine de bağlıdır. Bu fonksiyonlar farklı şekilde değerler üretebilir ve sonra bu değerler ileri doğru gönderilir. Ek olarak, uygulamacı kendi

fonksiyonunu oluşturup toplama fonksiyonu olarak kullanabilir. Bazı toplama fonksiyonları, transfer fonksiyonuna ilemeden önce, sonuçlar üzerinde ilave işlemler yaparlar. Bu işlem aktivasyon fonksiyonu olarak adlandırılan işlemdir. Bir aktivasyon fonksiyonu kullanmanın amacı, toplama fonksiyonu çıktısının zamana bağlı olarak değişmesini sağlamaktır. Fakat, aktivasyon fonksiyonu literatürü henüz tam olarak gelişmemiştir. Bundan dolayı, çoğu yapay sinir ağında birim aktivasyon fonksiyonu kullanılmaktadır. Birim aktivasyon fonksiyonu ise bir aktivasyon fonksiyonu kullanılmaması ile aynı anlama gelmektedir. Ayrıca, aktivasyon fonksiyonu, her işlem birimi için ayrı ayrı kullanılan bir bileşenden ziyade ağın genel bir bileşenidir. Yani, oluşturulan bir ağ yapısında, tüm işlem elemanları aynı aktivasyon fonksiyonunu kullanırlar.

Sonraki aşamada toplama fonksiyonunun çıktısı transfer fonksiyonuna gönderilir. Bu fonksiyon, aldığı değeri bir algoritma ile gerçek bir çıktıya dönüştürür. Transfer fonksiyonu genellikle doğrusal olmayan bir fonksiyondur. Doğrusal fonksiyonlar genelde tercih edilmez çünkü doğrusal fonksiyonlarda çıktı, girdi ile orantılıdır. Bu durum, ilk YSA denemelerinin başarısızlıkla sonuçlanmasının temel nedenidir. Genellikle kullanılan transfer fonksiyonları eşik, sigmoid, hiperbolik tanjant vb. fonksiyonlardır. Bu fonksiyonlar arasında en çok kullanılanlar Şekil 5.37.'de örneklenmiştir. Transfer fonksiyonunun sonucu genellikle işlem elemanının çıktısıdır. Sigmoid transfer fonksiyonu, toplama fonksiyonundan gelen ve şekilde Toplam olarak gösterilen değeri alır ve sıfır ile bir arasında bir değere dönüştürür. Sıfır ile bir arasındaki bu değer transfer fonksiyonunun ve dolayısıyla işlem elemanının çıktısıdır ve dış ortama veya girdi olarak başka bir nörona iletilir.

Şekil 5.37. En çok kullanılan transfer fonksiyonları



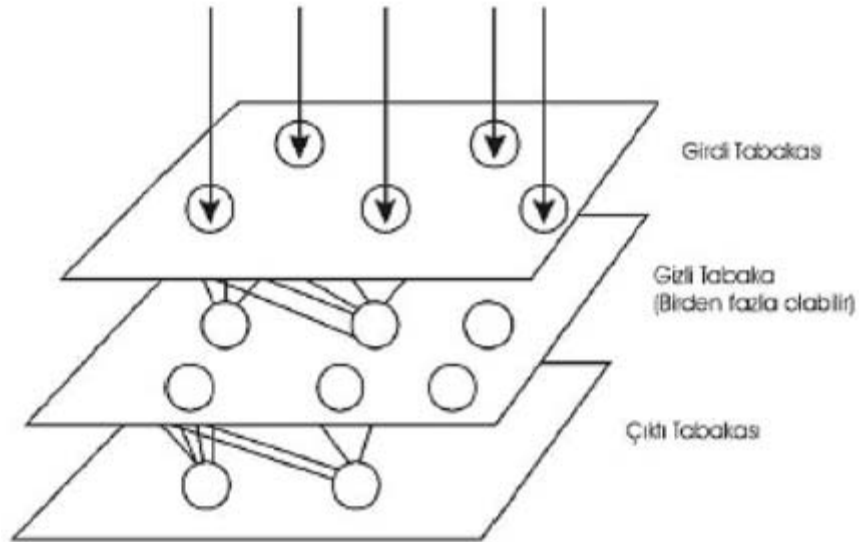
Transfer fonksiyonu işlemi öncesinde, sisteme tekdüze (uniform) dağılmış bir rassal hata eklenebilmektedir. Bu rassal hatanın kaynağı ve büyüklüğü, ağın öğrenme işlemi sürecinde belirlenir. Sisteme böyle bir hata teriminin eklenmesinin sebebi, insan beyninin işlevinin, içinde bulunduğu ortamın şartlarından (örnek olarak sıcak/soğuk olmasından) etkileniyor olmasıdır. Bu yüzden, YSA literatüründe

rassal hata ekleme işlemi sıcaklık olarak da adlandırılmaktadır. Günümüzde, rassal hata kullanımı fiilen tam olarak yerleşmemiştir ve halen bir araştırma süreci içerisinde. Ayrıca, bazı ağlarda, transfer fonksiyonunun çıktısı üzerinde başka işlemler, ölçeklendirme ve sınırlandırma, yapılabilmektedir.

Transfer fonksiyonundan çıkan değer işlem elemanının da çıktısıdır. Fakat, bazı durumlarda işlem elemanının bu çıktıyı bir çıktı fonksiyonu ile bir dönüşüme uğratması gerekebilir. Bu çıktı, ağı yapısına göre, girdi olarak başka bir işlem elemanına veya bir dış bağlantıya gönderilir.

YSA'ında, yapay nöronlar basit bir şekilde kümelendirilmektedirler. Bu kümelendirme, tabakalar halinde yapılmaktadır ve daha sonra bu tabakalar bir diğerine ilişkilendirilmektedir. Temel olarak, tüm YSA'ı benzer bir yapıya sahiptirler. Böyle bir genel yapı Şekil 5.38.'de gösterilmektedir. Bu yapıda, bazı nöronlar girdileri almak için bazı nöronlar ise çıktıları iletmek için dış mekan ile bağlantılı haldedirler. Geri kalan tüm nöronlar ise gizli tabakalardadır, yani sadece ağ içinde bağlantıları vardır.

Şekil 5.38. YSA'nın genel yapısı



Öğrenme (veya adaptasyon) YSA'nın yapısı içinde önemli bir yere sahiptir. Çünkü, YSA'nın bazı önemli özellik ve avantajlarının kaynağını oluşturmaktadır. Bu yüzden, YSA yapısı içindeki öğrenme sürecine yönelik elemanlar büyük önem taşımaktadır. Bu elemanların ilki öğrenme fonksiyonudur. Öğrenme fonksiyonunun amacı her işlem elemanının girdilerine ait değişken bağlantı ağırlıklarını ayarlamaktır. Girdi bağlantı ağırlıklarının, istenilen sonucu elde edecek şekilde değiştirilmelerini sağlayan bu işlem adaptasyon fonksiyonu olarak da adlandırılmaktadır.

İkinci eleman ise hata fonksiyonudur. Öğrenme fonksiyonunun gerekli ayarlamaları yapabilmesi için yanılma payının biliniyor olması gerekmektedir. Hata fonksiyonu, bu amaca yönelik olarak, o anki çıktı ile istenilen çıktı arasındaki farkı, hatayı, hesaplar ve gerekiyorsa bir transformasyon uygular. Bu hata, literatürde cari hata olarak adlandırılır ve bu hata veya transformasyonu sağlanmış hali (geri yayılma değeri) genellikle önceki tabakaya geri yayılır. Bu geri yayılma değeri, bir sonraki öğrenme döngüsünde öğrenme fonksiyonu tarafından bağlantıları ayarlamak için, tabii ki gerekli ise, kullanılır.

Genel anlamda YSA, beynin bir işlevi yerine getirme yöntemini modellemek için tasarlanan bir sistem olarak tanımlanabilir. YSA, yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile çeşitli şekillerde bağlanmasından oluşur

ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenir. Donanım olarak elektronik devrelerle ya da bilgisayarlarda yazılım olarak gerçekleştirilebilir. Beynin bilgi işleme yöntemine uygun olarak YSA, bir öğrenme sürecinden sonra; bilgiyi toplama, hücreler arasındaki bağlantı ağırlıkları ile bu bilgiyi saklama ve genelleme yeteneğine sahip paralel dağılmış bir işlemcidir. Öğrenme süreci, arzu edilen amaca ulaşmak için YSA ağırlıklarının yenilenmesini sağlayan öğrenme algoritmalarını ihtiva eder.

5.2.20.2. Uluslararası ve ulusal uygulamalar

I.A. Basheer ve M. Hajmeer, *Artificial Neural Networks: Fundamentals, Computing, Design and Application* adlı çalışmalarında⁽¹⁸⁾; Yapay Sinir Ağlarının, beyin hücrelerindeki görev dağılımının ve birbirleri arasındaki ilişkilerin benzerlerinin bilgisayar ortamında oluşturulması olduğunu ifade etmişlerdir. Matematiksel olarak modellenen çok sayıda nöron birbirlerinden aldıkları bilgileri değerlendirerek bir çıktıya dönüştürmektedirler. Birçok nöronun eşzamanlı olarak çalışması, eğitilebilmesi, denetlenmesi ve çözüme ulaşma hızının kısa olması gibi özellikleri nedeni ile bilimsel araştırmalarda giderek artan bir şekilde kullanılmakta olduğunu belirtmişlerdir.

Yapay Sinir Ağları İle Zemin-Yapı Dinamik Etkileşimi isimli çalışmalarında M. Pala, N. Çağlar, M. Elmas⁽¹⁹⁾; Yapay sinir ağı modellerinin, algoritmik olmayan, paralel ve yayılı bilgi işleme yetenekleri ile klasik modellerden farklı olduğunu, farklı olan bu özellikleri sayesinde YSA'nın, karmaşık ve doğrusal olmayan hesapları kolaylıkla ve hızlı bir şekilde yapabileceğini belirtmişlerdir. Algoritmik olmayan ve çok yoğun paralel işlem yapabilen YSA'nın, ayrıca öğrenebilme kabiliyeti ve paralel dağıtılmış hafıza ile de hesaplamada yeni bakış açılarına sebep olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapay Sinir Ağları İle Eksenel Yüklü Kolonların Burkulma Analizi adlı çalışmalarında M. Ülker ve Ö. Civalek⁽²⁰⁾; mühendislik sistemlerinin analizinin, genel anlamda iki evreyi içerdiğini, bunların; mevcut bir fiziksel sistemin matematik modelinin kurulması ve elde edilen matematik denklemin analitik olarak veya çeşitli yaklaşık sayısal yöntemler kullanılarak çözülmesi olduğunu ifade etmişlerdir. Bu iki evreden birincisi deneyim, sezgi ve iyi bir matematik alt yapı, ikincisi ise modellemede kullanılan sezgi ve bilgiye ek olarak hızlı ve kapsamlı bir hesaplayıcıyı gerektirdiğini belirtmişlerdir. Bilgisayar tekniğindeki yeniliklerin sayısal analiz metodlarında büyük bir gelişmeye neden olduğunu belirten yazarlar, bilgisayar tekniğindeki gelişmelerin farklı analiz tekniklerinin ortaya çıkmasını sağladığını, bunlardan birinin de insan beyninin çalışma biçimini model edinen yapay zeka uygulamaları olduğunu vurgulamışlardır. Bilgisayar, endüstri, tıp, ekonomi ve askeri uygulamalarda başarıyla kullanılan bu tekniğin, yapı mühendisliğinde de kullanılmaya başlandığını ifade etmişlerdir.

Estimating Resource Requirements at Conceptual Design Stage Using Neural Networks adlı makalelerinde A. M. Elazouni, I. A. Nosair, Y.A. Mohieldin ve A. G. Mohamed⁽²¹⁾; tahmin modellerinin, proje maliyeti ve/veya performansını optimize edebilmek için farklı alternatifleri değerlendirmek üzere tasarımcılara potansiyel yardımcı olabileceğini ifade etmişlerdir. Bu aşamada farklı alternatiflerin maliyetinin belirlenmesinin, yeniden tasarım maliyetinin engellenmesi ve bakım, operasyon ve değiştirme maliyetlerinin minimize edilmesi sayesinde maliyet tasarrufu sağlayacağını vurgulamışlar; ilave olarak, bu modellerin yüklenicinin son dakika teklif tahmini için çok yararlı olduğunu belirtmişlerdir. İnşaat kaynak ihtiyacı tahmini için, tahmin aracı olarak geriye yayılım ağlarının kullanılabilirliğini araştırdıkları bu çalışmada, 28 adet silo inşaatına ait değerleri gruplanmıştır. Uygulanan yapay sinir ağı modeli ile elde edilen sonuçlar, çoklu regresyon analizi sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve yapay sinir ağı modelinin tahmin için oldukça kullanışlı olduğu tespit edilmiştir.

S.M.Weiss and C.A. Kulikowski'nin *Computer Systems That Learn*⁽²²⁾; G.E. Hinton'un *How Neural Networks Learn from Experience*⁽²³⁾; B.D. Ripley, O.E. Barndoff Nielsen, J.L. Jensen ve W.S. Kendall'in

Statistical Aspects of Neural Networks, In Networks and Chaos Statistical and Probabilistic Aspects⁽²⁴⁾ ve S. S. Warren'ın Neural Networks and Statistical Models⁽²⁵⁾ adlı çalışmalarında; Yapay Sinir Ağlarının son yıllarda hem teorik ve hem de pratik uygulamalar bakımından geliştiği, kendisine olan ilgiyi daha da arttırdığı vurgulanarak YSA modelleri ile istatistik modellerin benzer olduğu (bazılarının ise aynı olduğu) dikkate alınmıştır.

Hal S. Stern'in Neural Networks in Applied Statistics⁽²⁶⁾, B.D. Ripley'in Pattern Recognition and Neural Networks⁽²⁷⁾, S. Wang'ın An Adaptive Approach to Market Development Forecasting⁽²⁸⁾ ve R. Yasdi'nin Prediction of Road Traffic using a Neural Network Approach⁽²⁹⁾ isimli makalelerinde YSA modelleri ile istatistik modellerin benzer olmasının tesadüf olmadığını, bu iki alanın sıkı ilişkili olduğunu göstermişlerdir. YSA ve istatistik metodların karşılaştırılması bu modellerden birinin, uygun olan bir diğerinin geliştirilmesinde önemli olduğunu ortaya koymuştur. Bir çok pratik problemlerde, her iki sınıf yöntemlerin kullanılarak hesaplama sonuçlarının karşılaştırılmasının daha iyi çözümün bulunması için bir araç olduğunu ifade etmişlerdir.

M. Memmedov, H. Eryılmaz, Yapay Sinir Ağları İle Bazı İstatistiksel Modeller Arasındaki İlişki⁽³⁰⁾ adlı çalışmalarında; bazı YSA modellerinin iyi bilinen uygun istatistik modellere benzer veya onun aynı olduğunu vurgulamışlar, bu amaçla, adları farklı olan uygun YSA ve istatistik terimlerini karşılaştırmışlardır; aşağıdaki Tablo 5.31. 'de bu terimler karşılıklı olarak verilmiştir;

Tablo 5.31. Farklı isimlerdeki YSA ve istatistik terimlerini karşılaştırması

İstatistik Terimleri	YSA Terimleri
bağımsız değişken	giriş
bağımlı değişken	hedef
artık (kalan)	hata
tahmin	öğrenme (eğitim)
tahmin ölçütü	hata fonksiyonu
gözlem	numune (örnek, eğitim çifti)
tahminler ana kütle katsayısı	ağırlıklar
dönüşüm	fonksiyonel link
regresyon	kontrollü öğrenme
veri indirme	kontROLSÜZ öğrenme

Yazarlar, anılan çalışmalarında; yapay sinir ağlarının farklı istatistik işlemlerin yerine getirilmesinde etkili rol oynamakta olduğunu, YSA yöntemlerinin genellikle lineer olmamasının farklı lineer olmayan istatistik modellerde, tahmin analizlerinde ve sınıflandırma problemlerinde onun önemini yükselttiğini ve daha önce geliştirilmiş bazı istatistik metodların YSA modellerinin gelişimine etki göstermekte olduğunu belirtmişlerdir.

G. Peter Zhang, Time Series Forecasting using a Hybrid ARIMA and Neural Network Model⁽³¹⁾ adlı

makalesinde hibrid (melez) yöntemlerin kullanılmasının (yani, istatistik ve YSA metotlarının birlikte kullanımının) daha çok yararlı olduğunu, bu bakımdan bu iki alanın karşılıklı incelenmesinin, uygulamaları önemli konulardan biri olduğunu ve ileri araştırmalar gerektirdiğini ifade etmiştir.

Comparison Of Construction Cost Estimating Models Based On Regression Analysis, Neural Networks And Case-Based Reasoning⁽³²⁾ adlı çalışmalarında Gwang-Hee Kim, Sung-Hoon An ve Kyung-In Kang; 530 eski maliyet verisinin yardımı ile Çoklu Regresyon Analizi, Yapay Sinir Ağları ve Vaka Tabanlı Sebeplendirme adlı üç yöntemin performanslarını karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda Yapay Sinir Ağı esaslı yöntem, diğer iki maliyet değerlendirme yöntemine göre daha kusursuz sonuçlar vermiştir.

An Artificial Neural Network Approach To Assess Project Cost And Time Risks At The Front Of Projects⁽³³⁾ adlı yüksek lisans tezinde X. Liu, projelerin önünde bulunan maliyet ve zamansal risklerin değerlendirilmesi konusunda Yapay Sinir Ağı esaslı bir araştırma yapmış ve sonuçlar, petrol ve gaz endüstrisindeki projelerde eski basit projelerden öğrenme yaparak genel temayı betimleyebilecek bir YSA oluşturmanın mümkün olabileceğini göstermiştir. Liu, YSA esaslı uygulamaların çoklu regresyon yöntemine göre daha üstün sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Modeling Construction Cost Performance: A Comprehensive Approach Using Statistical, Artificial Neural Network And Simulation Methods⁽³⁴⁾ adlı doktora tezinde D. B. Hogan; büyük inşaat organizasyonlarının geçmiş performanslarını anlamak, tekil inşaat projelerinin performanslarını ve çoklu inşaat projelerinin mesai fazlalarının performanslarını tahmin etmek üzere bu üç durum için maliyet esaslı ana göstergeler içeren Çoklu Regresyon, YSA, Monte Carlo Simulasyonu ve Sistem Dinamikleri esaslı modellemeler yapmıştır. Sonuç bulguları mükemmelden az verimli olsa bile günlük hayatta kullanılacak normda olmuştur.

Neural Network Based Cost Estimating⁽³⁵⁾ adlı yüksek lisans tezinde I. Siqueira; ses yalıtımlı prefabrike çelik binaların maliyet değerlemesi için, bir YSA esaslı maliyet değerlendirme yöntemi sunmuştur. Geliştirilen YSA'nın, projeye ait parametreleri modellemede proje direkt maliyetleri ile birleşik bir yapıda olmasına çalışılmıştır. Kanada'daki 75 çelik yapı projesinin verilerinin kullanıldığı çalışma sonuçları; eğitilen proje parametreleri dahilinde kullanılması halinde, önerilen YSA modelinin Regresyon Yönteminin ötesinde sonuçlar verebileceğini göstermiştir.

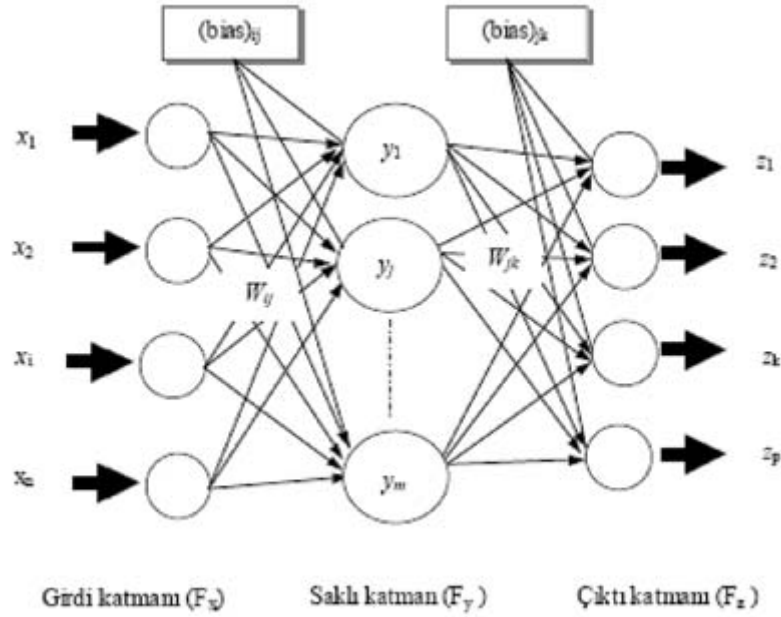
5.2.20.3. Uygulama

Bu uygulamada, yapı maliyetlerinin Yapay Sinir Ağı ile tahmin edilmesi amacı ile, Başbakanlık Toplu Konut İdaresi (TOKİ), Bayındırlık Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Konut Yapı Kooperatifleri Birliği (Türkkonut) vb. kuruluşlardan sağlanan betonarme taşıyıcı sisteme haiz ve benzer nitelikteki çok katlı toplu konut projelerinin çizimleri ve metrajlarından istifade edilerek; her projenin inşaat maliyeti Bayındırlık Bakanlığı 2005 Yılı Birim Fiyat Rayiçleri esas alınarak hesaplanmış ve mevcut verilerden yararlanılarak oluşturulan çok katmanlı, geri beslemeli, danışmanlı öğrenme özelliklerinde yapılandırılan Yapay Sinir Ağı'na veri olarak girilmiştir.

Şekil 5.39. 'da basitleştirilmiş bir örneği verilen bu ağ mimarisindeki x_1, x_2, \dots, x_n girdileri yerine; sözkonusu hesaplamalara esas teşkil eden yapıların projelerinden elde edilen; tip kat alanları, yapı yükseklikleri ve toplam dış cephe alanları değerleri (bkz. Tablo 5.32.) girilmiştir.

Metrajların kullanımı ile maliyetlerin hesaplanmasında MS Excel ve Osk Gold yazımlarından; ağı oluşturulmasında da Neural Power ve Winn yazılımlardan yararlanılmıştır. Regresyon analizleri için SPSS programı kullanılmıştır.

Şekil 5.39. Tek saklı katmana sahip geri-yayılma ağ mimarisi



Yapılan öğretim ve test etme işlemlerinin ardından başka projelere ait verilerin ağı girilmesi ile bu projelere ait maliyet tahminleri yaptırılmıştır. Bu tahminler, diğer yöntemlerle (Birim Fiyat Yöntemi ve Regresyon Analizi) yapılan maliyet hesaplamaları ile karşılaştırılmış ve uygulanan YSA yöntemin sağladığı performans değerlendirilmiştir.

Tablo 5.32. Ağa veri olarak girilen değerler

Blok adı	Tip kat alanı (m ²)	Son kat tavan yüksekliği (m)	Cephe alanı (m ²)	MALİYET (YTL)
B/B2	463,1	25,85	2243,80	855.958
C1/C2	600,6	32,98	3238,60	1.380.725
Yeni D	337,8	16,74	1295,70	444.606
Yeni F/F1	219,3	11,52	691,20	468.454
E1	394,5	11,16	886,77	387.540
Yeni F/F	181,0	11,16	542,38	417.046
K6	590,7	11,16	1098,14	610.778
K2	503,0	11,16	1040,11	533.411
C/C1	546,1	16,74	1566,86	763.571
D	316,5	11,16	753,86	327.782
C	546,1	36,57	3422,90	1.766.298
DG	328,4	11,16	816,87	346.057
FG	196,7	11,16	596,21	407.850

Elde edilen sonuçlara göre, yeni projelerde maliyet tahmini için oluşturulacak Yapay Sinir Ağı'nın ve elde edilecek verilerin kullanılabilirliği konusu değerlendirilmiş, bu konuda sağlanan sonuçlara göre, maliyet değerlerinin doğruya yakınlığı, diğer yöntemlerle olan performans karşılaştırmaları ve bu yöntemin kullanımı ile sağlanabilecek maliyet ve zaman tasarrufu yorumlanmıştır.

5.2.20.4. Sonuç

K6 isimli bloka ait veriler kontrol amacı ile matristen çıkarılmış ve kalan 12 bloka ait girdi verileri (ilk üç sütun) yukarıda özellikleri belirtilen yapay sinir ağına girilmiş, % 1 hata payı ile öğrenme yapması doğrultusunda çıkış değerleri de (Maliyet sütunu) verilerek danışmanlı öğretim işlemi yaptırılmıştır. Transfer fonksiyonu olarak Sigmoid Fonksiyonu kullanılmıştır. Yaklaşık 1 274 000 iterasyonu 1,54 dakika zarfında yapan ağ, öğrenme işlemini tamamlamıştır. Kontrol için ayrılan K6 bloğuna ait veriler sisteme girilerek ağın maliyet tahmini yapması sağlanmıştır. Gerçek maliyet değeri olan 610 778 YTL değerine karşılık ağın hesapladığı tahmini maliyet değeri 639 048 YTL olmuştur. Başka bir ifade ile ağ, % 95,5762 doğruluk ile maliyet tahmininde bulunmuştur.

Bu yöntemin test edilmesi amacı ile aynı sisteme uygulanan Regresyon Analizine ait SPSS programı çıktıları aşağıdaki gibi olmuştur;

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00003, VAR00001, VAR00002	.	Enter

- a. All requested variables entered.
b. Dependent Variable: VAR00005

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.967 ^a	.935	.911	136129.294

- a. Predictors: (Constant), VAR00003, VAR00001, VAR00002

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2E+012	3	7.155E+011	38.609	.000 ^a
	Residual	1E+011	8	1.853E+010		
	Total	2E+012	11			

- a. Predictors: (Constant), VAR00003, VAR00001, VAR00002
b. Dependent Variable: VAR00005

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	469095.7	793860.2		.591	.571
	VAR00001	-1056.034	1628.860	-.337	-.648	.535
	VAR00002	-41264.2	100732.4	-.840	-.410	.693
	VAR00003	931.226	1096.495	2.062	.849	.420

- a. Dependent Variable: VAR00005

Bu verilerin kullanılması ile oluşturulan Regresyon Denklemi;

$$y = 1\,056x_1 + 41\,264x_2 + 931x_3 + 469\,095$$

olarak hesaplanmış; denklem hesabında kullanılmayan K6 adlı bloğa ait değerler x_i ifadelerinde yerine konulmuş ve gerçek maliyet değeri olan 610 778 YTL değerine karşılık bu denklemle hesaplanan tahmini maliyet değeri 407 157 YTL olmuştur. Buradaki doğruluk oranı ise % 66,662 olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak Regresyon Analizi'ne göre çok daha az hata ile maliyet tahmini yaptırılmıştır.

5.2.21. Beklenmedik Durum Planlanması (Eğer Olursa Planları)⁽³⁶⁾

Beklenmedik durum (eğer olursa) planı, önceden tahmin edilmiş her hangi bir risk olayının proje uygulanırken gerçekleşmesi durumunda uygulanacak alternatif bir plandır. Beklenmedik durum planları riskin sonuçlarını azaltmak yada yok etmek amacındadır. Diğer tüm planlarda olduğu gibi beklenmedik durum planı da ne, nerde, ne zaman, ne kadar sorularına cevap verir. Beklenmedik durum planının yoksunluğu bir risk olayı gerçekleştiğinde proje yönetimini, doğru bir çözüm yolu bulmak için projeyi geciktirmek zorunda bırakabilir. Bu gecikme paniğe, sorun çözümünde yetersizliğe ve ilk akla gelen çözümün hemen kabul edilmesine neden olabilir. Olay bittikten sonra yapılan baskı altındaki girişimler çok tehlikeli ve masraflı olabilir. Beklenmedik durum planları, gerçekleşmesi olası olan risklere karşı değişik çözümler ve çareler üreterek bunlar arasından en iyisini seçip riskin gerçekleşmesi durumunda uygulanmasını sağlar. Böyle bir planın mevcut olması başarıyı pek çok yönden artırır.

Beklenmedik durum planının hangi şartlarda uygulanacağına önceden karar verip bunu bir yazılı metne dökmek gerekir. Planın bir maliyet tahmini ve kaynak içermesi de gerekmektedir. Riskin meydana gelmesinden etkilenebilecek tüm bölümler, planın uygulamaya konmasını onaylamalı ve gerekli kararları alabilmek için yetki sahibi olmalıdırlar. Beklenmedik durum planının uygulanması, işlerin sırasında bir aksamaya neden olabileceğinden planın tüm ayrıntıları sürprizlerle yada direnmelerle karşılaşmamak için tüm ekip üyelerine anlatılmalıdır.

Beklenmedik durum planları projenin hedefine ulaşacağını garantilenmek için tasarlanmıştır. Planlar tipik olarak maliyet, zaman ve teknik riskleri içerir.

5.2.21.1. Beklenmedik Durumlar İçin Rezerv Yapılması

Beklenmedik durum fonları proje ilerledikçe ortaya çıkabilecek tahminlerde hatalar, ihmaller ve belirsizliklerin üstesinden gelmek için oluşturulur. Ne zaman, nerede ve ne kadar para harcanacağı risk olayı gerçekleşmeden bilinemez. Proje sahipleri projenin kötü ve zayıf bir plana sahipmiş gibi gösterdikleri için beklenmedik durum fonu oluşturmakta isteksiz olurlar. Bazıları beklenmedik durum fonunu boşuna ayrılan o fonlardan biri olarak görürler. Bazıları ise risklerle yüzleşmeyi risk meydana geldiğinde yapmaya tercih eder. Beklenmedik durum rezervi kurmak konusundaki bu ihmalkarlık metin haline getirilmiş risk tanımlamaları, değerlendirmeleri, beklenmedik durum planları ve fonların nerede, ne zaman kullanılacağına ilişkin planlarla giderilebilir.

Beklenmedik durum rezervlerinin büyüklüğü ve miktarı projenin ne kadar yeni olduğuna, maliyet hesaplarında ne kadar sapma olduğuna, teknik problemlere, amaçta oluşacak küçük değişikliklere ve tahmin edilmemiş problemlere göre değişir. Pratikte, eski projelere benzeyen projeler de beklenmedik durum fonlarının miktarı %1 ile %10 arasında değişir. Fakat ileri teknoloji gerektiren projelerde bu fonların miktarının %20 ile %60 arasında değiştiği de görülmüştür. Rezervlerin kullanımı ve tüketim miktarları çok

yakından incelenip kontrol edilmelidir. Basitçe %5'lık bir oran alıp bunu beklenmedik durum rezervi olarak adlandırmak pek mümkün değildir. Ayrıca tüm beklenmedik durum paylarını toplayıp hepsini tek bir potada toplayıvermek rezerv konularını kontrol etmeye katkıda bulunmak anlamına da gelmemektedir. Pratikte beklenmedik durum rezerv fonları bütçe ve yönetim fonlarına kontrol amaçlı olarak bölünür. Bütçe rezervleri belirli bir alanlar yada projenin teslim edilebilirleri ile alakalı olanlardır. Yönetim rezervleri ise tüm projenin riskleri ile alakalıdır.

Bütçe Rezervleri: bu rezervler belirli çalışma paketleri yada projenin an bütçesinde yada WBS'sinde bulunan bazı proje bölümleri için tanımlanmışlardır. Bütçe rezervleri gerçekleşme olasılığı düşük olan tanımlanmış riskler içindir. Bütçe rezervleriyle kapatılan diğer proje parçaları ise küçük tasarım değişiklikleri ve zaman ile maliyette yapılan hesaplamaya yanlışlıklarıdır. Örneğin, "test etme" aktivitesinde oluşabilecek bir kodlama problemi için "bilgisayar kodlama" aktivitesine bütçe rezervlerinin bir kısmı aktarılabilir. Rezerv miktarı, kabul edilen beklenmedik durum yada iyileşme planının içinde hesap edilir. Bütçe rezervi hakkında tüm proje elemanlarına bilgi verilmelidir. Bu açıklık güven duygusunu artırır ve maliyet performansının daha iyi olmasını sağlar. Fakat bütçe rezervlerini dağıtmak proje yöneticisinin ve ekip elemanlarının ortak sorumluluğu olmalıdır. Eğer risk gerçekleşmezse bu fonlar yönetim rezervlerine aktarılır. Bu nedenle bütçe rezervleri proje ilerledikçe azalır.

Yönetim Rezervleri: Bu rezerv fonları tahmin edilmemiş, potansiyel büyük riskleri ve dolayısıyla da tüm projeyi kaplar. Örneğin projenin tam ortasında amaçta büyük bir değişiklik gerekli olabilir. Bu değişiklik daha önceden tahmin edilmediği ve tanımlanmadığı için yönetim rezervleri tarafından kapatılır. Yönetim rezervleri, bütçe rezervleri tanımlanıp fonları oluşturulduktan sonra belirlenir. Bu rezervler bütçe rezervlerinden bağımsızdır ve proje yöneticisi ile proje sahibi tarafından kontrol edilirler. Proje sahibi şirket içinden olabileceği gibi (üst düzey yönetim) şirket dışından da olabilir. Yönetim rezervleri çoğunlukla geçmiş bilgilere ve projenin yeniliğine göre belirlenirler.

Teknik beklenmedik durumları yönetim rezervine koymak özel bir durumdur. Olası teknik riskleri tanımlamada yeni, denenmemiş ve yenilikçi bir ürün yada süreç olarak görülür. Bu işin çalışmaması olasılığına karşı bir acil durum planı yapmak gereklidir. Bu tür bir risk proje yöneticisinin kontrolü ötesindedir. Bu nedenle, teknik rezervler yönetim rezervleri içinde tutulur ve proje sahibi yada üst düzey yönetimin kontrolünde olur. Beklenmedik durum planının ne zaman uygulanacağına ve rezervlerin ne zaman kullanılacağına proje yöneticisi ve sahibi birlikte karar verir. Bu rezervlerin ve fonların asla kullanılmayacağı var sayılır.

6. SÖZLEŞMELER ve RİSKLER⁽¹⁾

6.1. Uyuşmazlık ve Çelişkiler

Yapılan sözleşmeye dahil olan tüm taraflar işin başarılı bir şekilde, belirtilen tarihte ve sahibine en az maliyetle tamamlanması için en iyi niyetlerle anlaşılırken aynı zamanda genel yüklenicinin, diğer taşeronların ve tedarikçilerin makul miktarda kar sağlamasını temin ederler. Bu ortaklığın başlangıcı ve bitişi arasında geçen zamanda tüm iyi niyetlere zarar verebilecek anlaşmazlıklar, uyuşmazlıklar ve ertelemeler olabilir.

Bir proje ile ilgili uyuşmazlıklar ve çelişkiler şu nedenlerden dolayı ortaya çıkabilir;

- Yetersiz ve eksik kontrat dokümantasyonu,
- Uygun olmayan tarzda kontrat düzenlenmesi,
- Uygun olmayan ihale tarzları,
- Kontrata dahil olan bir tarafın maruz kaldığı makul olmayan risk yükü,
- Projenin tipine uygun olmayan personel,
- Sözleşmeden doğan riskin o riski taşımak için yetersiz olan bir tarafın üstünde olması,
- Tarafların birinin iflas etmesi,
- İkidenden fazla taraf olduğunda ortaya çıkan koordinasyon problemleri,
- Belirsiz şartların özellikle kontrata yazılması ya da kontratın standart formundaki şartların değiştirilerek sağlıklı yorumlara yol açması,
- Belirsiz yan cümlelerle kararların değerlendirilmesinin iki tarafa ya da taraflardan birine bırakılması,
- Gereken sonuçları sağlamakla yükümlü olan tarafların yerine metodların belirlenmesi,
- Mimari ve mühendislik çizimlerinin ya da dizaynların yetersiz olması.

Kontratlar ne kadar iyi ve güzel olursa olsun, inşaat projelerinde mutlaka uyuşmazlıklar ve anlaşmazlıklar çıkacaktır. Bu olayların %99'u müzakerelerle ve görüşmelerle, tatlı dille çözülebilmektedir.

6.2. Sözleşmenin Amacı

Kontratın amacı; hakları, görevleri, zorunlulukları ve sorumlulukları taraflar arasında oluşturmak ve risk dağılımını sağlamaktır. Bir zorunluluğu ya da görevi kabul etmek; bu görev ya da zorunluluğu birinin yetersizliği, kabiliyetsizliği, dikkatsizliği, hatası, ya da dışarıdaki bir kaynak ya da olaydan etkilenilerek yerine getirememesi olasılığını da beraberinde getirir. Fakat her sözleşmeli anlaşmada olduğu gibi kontrat, temel kuralları belirler. Kontratın uygulanması tarafların iyi niyetine ve birbirleriyle olan ilişkilerine bağlıdır.

İnşaat kontratı, kontratı yapanın bu işi üstlenmek için uygun gördüğü fiyat ile kontrol edilebilir ve kontrol edilemez riskleri kabul etmesi arasında bir dengelemedir. Yapılacak işin ücreti kısmen de olsa bu işi yapacak kişinin bu işte gördüğü riski yansıtır. Sabit fiyatlı götürü usulü kontratlar yüklenicinin kaldırabileceği risk bakımından, yüklenici performansı için teşvik edici kontratlardır. Fakat kontrata dayalı anlaşmalar kimin ne kadar riski taşıyacağı dikkate alınarak yapılmalıdır.

Standart formda olan inşaat kontratları sözleşmede açıkça ifade olunan şartların yardımıyla, riski taraflar arasında paylaşır. Fakat bu risk dağılımının yönetimi farklılıklar gösterebilir. İnşaat endüstrisinde kullanılmakta olan standart formdaki kontratlar, genelde risklerin çoğunu kapsarlar ve bir uzlaşmayı belgelerler. Resmi işler için hazırlanan resmi formdaki kontratlar kamusal sorumlulukla ilgili özel isteklere göre hazırlanırlar. Bu işle görevli kamu görevlileri genel olarak risk almanın kendi görevlerinin kapsamı

içinde olmadığını düşünürler.

Genel olarak kamu görevlileri finansman ve siyasi nedenlerle kontratlardaki fiyat belirsizliğini kabul etmek istemezler. Onlar genelde geleneksel sabit fiyatlı götürü usulü, yüklenicinin çoğu riski aldığı kontratları tercih ederler. Fakat özel sektörde ise büyük, gelişen firmalar gibi müşteriler, finansal olarak yararlarına ve dizayn ve inşaa kısmının hatırlanacak olmasına bakarak daha fazla risk alırlar. Müşterilerin kontratlarının direk olarak taşeronlarla yapıldığı durumlarda bu inşaa yönetimi anlaşmaları avantajlar sağlayabilir.

İnşaat projelerinde hem kontrol edilebilir hem de kontrol edilemez riskler önemlidir. Yönetimsel ve işlevsel performanslar gibi performanslardaki değişiklikler kontrol edilebilir risklere örnek olarak verilebilir. Öte yandan kötü hava, enflasyonun maliyetler üzerine etkisi, belirli bir yerdeki zemin koşulları gibi şeyler kontrol edilemez risklere örnek olarak verilebilir.

6.3. Temel Riskler, Yükümlülükler ve Sorumluluklar

İnşaat projelerinde var olan temel riskler müşteriler, dizayn ekibi, yüklenici, taşeronlar, malzeme ve parça tedarikçileri arasında paylaşılır. Bu riskler;

- Dizayn yeterliliği,
- Yapımın maliyeti,
- Kötü işçilik, malzemenin kötülüğü kaynaklanan kusurlar,
- Güvenlik ve tüm kazalar için tazminat,
- Son teslim tarihi,
- Ustalık ve malzeme kalitesidir.

Yukarıda belirtilen tüm öğeler, yükümlülük ve sorumluluğun parçalarıdır. Tüm profesyoneller işlerine özen göstermekle yükümlüdürler eğer mimar ya da mühendisin dizaynlarındaki bir ihmalden dolayı gizli kusurları oluşursa müşteri zararın karşılanmasını isteyebilir. Karışıklık çoğunlukla bir taşeronun hatası varsa ortaya çıkar. Uygulamada bu kusurların oluşma nedeni çok nadir olarak açık seçiktir ve müşteri, tarafları biraraya getirerek kimin sorumlu olduğunu ve zararın kim tarafından karşılanacağını kontrol etmek, araştırmak zorundadır.

6.4. Sözleşmelerdeki Risklerin Transferi yada Dağıtımı

Belirli inşaatların maliyet riskleri çok yüksektir. Eğer sözleşme trafalarından birisi, asıl riski tek taraflı kontrat dili ile öbür tarafın üzerine yıkmaya kalkarsa uygulamada risk paylaşımı imkansız hale gelir.

Riski yüklenicinin üzerine atan sadece işin sahibi değildir, sıklıkta bu risk tazminat ve tanımlanan nitelikteki hasarlara karşı bir tarafın diğer tarafı tazmin edeceğine dair maddelerle taşeronu devredilir. Bu tanımlanan nitelikteki hasarlara karşı bir tarafın diğer tarafı tazmin edeceğine dair maddeler veya sözleşmeler hazırlanırken çok dikkatli olunması gerekir.

Standart formdaki inşaat kontratlarının çoğu iyi hazırlanmıştır ve kimlerin ne riski taşıdığı anlaşılmıştır. Bir proje için özel formda bir kontrat hazırlandığı zaman, istekleri yasal terimlerle anlatmaya çalışırken, eksik kalmış, biçimi bozulmuş, kaybolmuş riskler oluşabilir. Fakat, bazen müşteriler özel isteklerini karşılamak için standart formdaki kontratlarda değişiklik yapmak isteyebilirler. Örneğin kalite ile ilgili olarak kontratta "tüm mal ve eşyaların, ustalığın tedarik edilebilir olduğu sürece kontratta belirtilen kalite standardlarına uygun olması gerektiği" yazılabilir. İşler için gereken malzemenin ayrıntılı listesi, gerekli olan kaliteyi tarif eder. Standart formda oluşturulmuş olan bir kontratın gereği olarak; ustalık bakımından bir eksiklik ortaya

çıkarsa bu ya ortadan kaldırılmalı ya da buna bir çare bulunmalıdır. Kalite kontrol için bir güvence verilmediyse bu madde kontrata özel bir madde olarak yazılmalıdır.

Yasal yükümlülüklerin paylaşılmasında da risk dağılımı görülür. Paylaştırma işleminin bu aşamasında kontrol ilkeleri çok önemli bir yere sahiptir. Risklerle ilgili olarak ters yönde gelişen olaylar işverenin ya da yüklenicinin davranışlarından ya da hatalarından, doğal afetlerden ya da öngörülemeyen olaylardan kaynaklanabilir. İşveren ya da yükleniciden hangisi bu riski almışsa bu beklenmeyen olayların sonuçlarını kabul etmesi gerekir. Belirli beklentilerle bu sözleşmeye dahil olan taraf, her zaman bu beklentiler gerçekleşmeyecek olursa üstleneceği riskleri gözönünde bulundurmalıdır. Eğer bunu gerçekleştiremiyorsa bu kontrata hiç dahil olmamalıdır.

Ülkemizde kamu yapım projelerinde sözleşme genel şartları olarak kullanılan Bayındırlık Bakanlığı Yapım İşleri Genel Şartnamesi ile uluslararası yapım işlerinde çoğunlukla tercih edilen Fidic Kırmızı Kitap İnşaat İşleri Genel Şartnamesi (Genel Şartlar) ana metinlerinin sorumluluk ve risk dağılımlarına ait irdelemelerin bulunduğu tablolar, EK 1. ve EK 2. 'de verilmiştir.

İşveren ve yüklenici sayesinde doğan riskler sadece kontratta belirtildiği kadarla sınırlı değildir. Bazı riskler, kanun gücü ile tahsis edilir. İşverenin çalışanlarına karşı olan yükümlülüğünü yöneten kurallar ve beklenilmeyen olaylar yüzünden kontratı değiştirmeyi veya iptal etmeyi kontrol altına alan kurallar belli başlı örnekler olarak verilebilir. Yüklenicinin güvenli malzeme yada güvenli bir çalışma ortamı sağlayamamasından kaynaklanan çalışanların yaralanmasına neden olan riskler de vardır. İşverenin ya da yüklenicinin kontrolü altında olmayan ve araya girerek tüm kontratı altüst ederek bir tarafın kontratı iptal etmesine ya da değiştirmesine neden olan olaylar da birer risktir. Böyle durumlarda beklenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilir. Bu riskler sadece kontratla değil, kanunların uygulanmasıyla da oraya çıkarlar.

Tasarım ve inşaat süreçlerinde çeşitli taraflar arasında mevcut olan sözleşmelerin farklılıkları şaşırtıcıdır. Her sözleşmede yükümlülükler ve sorumluluklar saptanmıştır. En önemlisi her kontrat taraflarca taşınan riskleri tanımlar.

Her bir taraf hangi riskleri tutacağına ve hangilerini aktaracağına karar verir. Sıklıkla büyük yükleniciler, taşeronlarla sözleşme yaparken tek taraflı şartlar içeren ve taşerona makul olandan daha fazla risk yükleyen kendi kontrat biçimlerini kullanmaktadırlar.

6.5. Sözleşme Çeşitleri

Tablo 6.1. 'de basit şekilde yapı sektöründe kullanılan çeşitli kontratlara göre kimlerin ne kadar risk taşıdığı gösterilmiştir. İşveren, kendisine en çok avantajı sağlayan sözleşmeli anlaşmayı seçer. Daha büyük değere sahip ticari projelerde ise tasarım takımının bir üyesi olan genel yüklenici daha aktif bir rol alabilir.

Tablo 6.1. Farklı sözleşme tiplerine göre risk dağılımları



Sözleşmelerdeki riskle ilgili yanıtlanması gereken temel sorular ise aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Sözleşmenin hazırlanmasından gelen riske maruz kalma miktarı nedir?
- Bu riske maruz kalma olayı ile kim en iyi başa çıkabilir?
- Riske maruz kalmanın sorumluluğu kime aittir?
- Sorumluluğun yerine getirildiğini kontrol etme gücü kimin elindedir?
- Kontrol edilemeyen riskler için neler yapılmaktadır?
- Riskler hangi kapsama kadar transfer edilmiştir?

EKLER

EK 1 - YAPIM İŞLERİ GENEL ŞARTNAMESİ SORUMLULUK DAĞILIMI

Madde Başlığı	Sorumluluk	Yüklenici	İşveren	Açıklama
6. İş yerinin yükleniciye teslimi	İşyerinin yükleniciye teslimi		X	
	Kazık ve röperleri işin sonuna kadar korumak ve toprak işlerine ait eksen kazıklarını da, bu işler bittikten sonra boy kesite göre tekrar yerlerine çakmak	X		
	El konacak taşınmaz malların kamulaştırılmasına veya geçici işgaline ait harita, plan, cetveller ve diğer bütün işlemler		X	
	Yükleniciye teslim edilmiş olan işyerlerinde değişiklik	X	X	
7. Yüklenicinin kendi ihtiyacı için kullanacağı yerler	İş başına getirilmiş olan malzeme, araç ve makinelerin yeni iş yerine taşınması giderleri ile eski iş yerinde (kurulmuş ise) şantiye bina ve tesislerin yeni iş yerine taşınma ve kurulma	X		
	Yükleniciye ait tesisler için kullanacağı yerlerin seçimi	X	X	
8. Malzeme ocakları	Yüklenicinin kamuya ait arazi ve sahalardaki ocaklardan malzeme temin etmesinin istenildiği hallerde, Ocakların izin belgesinin (ruhsat) alınması		X	
	Sahipli arazi ve sahalar içinde ocak açılması ve bu ocakların kullanılması giderleri	X		
	Ocak yeri teslimi idare tarafından yapılmamış ocaklarda, yüklenici tarafından yapılacak çalışmalardan dolayı meydana gelebilecek her türlü hasar ve zararlar ile bunların bedelleri	X		
9. İş ve işyerlerinin korunması ve sigortalanması	İş ve işyerlerinin korunması	X		
	İşyerlerindeki her türlü araç, malzeme, ihzarat, iş ve hizmet makineleri, taşıtlar, tesisler ile yapılan işin biten kısımları ile doğal afetler ile hırsızlık, sabotaj gibi risklere karşı (all risk) sigorta yaptırmak	X		
	İşin devamı sırasında işyerinde yapılacak çalışmalar nedeniyle, işçilerle çevre halkının kazaya uğramalarını, zarar görmelerini ve işlerde zarar ve hasar meydana gelmesini önleyici tedbirlerin alınması	X		

Madde Başlığı	Sorumluluk	Yüklenici	İşveren	Açıklama
9. (devam)	Üçüncü kişilerin kendilerine veya mallarına zarar verilmesi ihtimaline karşı mali mesuliyet sigortası yaptırmakla	X		
	Teminat dışında kalan haller	X		
	Meydana gelecek kazalar, bu kazaların sebep olacağı can ve mal kayıpları ve üçüncü kişilere verilecek her türlü zararlar	X		
	Yüklenici veya alt yüklenicilerin sigorta kapsamı içinde veya dışında kalan hareket ve fiillerinden dolayı meydana gelecek bütün talep ve iddiaların karşılanması	X		
	Güvenlik ve düzenin sağlanması	X		
	Yeterli güvenlik önleminin alınmaması sebebiyle doğabilecek hasar ve zararlar	X		
	İşyerinde kullanılan araç, gereç ve makinelerle patlayıcı maddelerin yol açabileceği kazalardan korunma usullerini ve tedbirlerini çalışanlara öğretmek	X		
10. İş yerinin temizlenmesi ve tesislerin kaldırılması	İşin sonunda işyerlerinin her türlü ihtarattan ve çalışma artıklarından çevreyle uyumlu olacak şekilde temizlenmesi	X		
	Yüklenici ihtiyaçları için yapılmış olan baraka, ambar, garaj, atölye vb. tesisler, işin sonunda sökülerek götürülmesi	X		
11. Anahtar teslimi götürü bedel işlerde uygulama projelerinin yükleniciye teslimi	Anahtar teslimi götürü bedel sözleşmelerde, uygulama projeleri, şartnameler ve diğer teknik belgelerin yükleniciye verilmesi		X	
12. Birim fiyatlı işlerde ön, kesin ve nihai projelerin hazırlanması ve teslimi	Birim fiyat esaslı sözleşmelerde, ön veya kesin projelerin, şartnameler ve diğer belgelerle birlikte yükleniciye verilmesi		X	
	Arazi ve zemin etütlerinin kesin projenin revize edilmesini gerektirdiği işler ile doğal afet sebebiyle ön veya kesin proje üzerinden ihale edilen işlerde uygulama projesinin hazırlanması veya hazırlatılması		X	

Madde Başlığı	Sorumluluk	Yüklenici	İşveren	Açıklama	
12. (devam)	Yüklenicinin yapacağı uygulama projelerinin, hesaplar vb. sözleşme ve eklerinde belirtilen şartlara, idare tarafından kendisine verilen ön/kesin projelere, talimatlara, esaslara, fen ve sanat kurallarına uygun olarak iş programını aksatmayacak şekilde hazırlanması ve uygulamada gerekli görülecek tüm ölçüleri ve ayrıntıları kapsamı	x			
	Uygulama projelerinin hazırlanması sırasında, farklı tercihlerin mümkün olması hallerinde, seçim yapılabilmesini sağlamak üzere bu tercihleri gösteren projelerin, hesapların ve diğer gerekli bilgi ve raporları hazırlayıp idareye verilmesi	x			
	Proje ve eklerinde hatalar ve eksikler tespit edildiği takdirde, düzeltilmesi	x			
	Yüklenici tarafından idareye verilen projeler ve ilgili raporların, verildikleri tarihten başlamak üzere bir aylık süre içinde onaylanması/düzeltilmesi			x	Bu konuda gecikme olursa yüklenici, iş süresinin bu gecikme süresi kadar uzatılması hususunda hak kazanmış olur.
	Yüklenicinin hazırladığı projelerin ve hesapların hata ve eksikleri ve bunların her türlü sonuçları	x			
	Yüklenici tarafından hazırlanan proje ve hesapların belirlenen tarihlerde idareye verilmemesinden, verilen proje ve hesapların hata ve eksiklerinden, idarece onaylanmadan geri verilmiş olmalarından kaynaklanan zaman kayıpları ve gecikmeler	x			
	Nihai projelerin (as-built drawings) hazırlanıp orjinalleri idareye teslimi	x			
	Sözleşme konusu işlerin uygulama projelerine uygun olarak yapılması	x			
13. Projelerin uygulanması	Projelerin zemine uygulanması sırasında meydana gelen hatalar ve bu hataların neden olduğu zararlar ve giderler	x		Bunun sonucu olarak meydana gelen hatalı işin bedeli de yükleniciye ödenmez.	
	Proje vb. teknik belgelerde her türlü değişikliği yapma		x		

Madde Başlığı	Sorumluluk	Yüklenici	İşveren	Açıklama	
13. (devam)	Proje değişikliklerinin ilk projeye göre hazırlanmış malzemenin terk edilmesini veya değiştirilmesini veya başka yerde kullanılmasını gerektirmesi halinde, bu yüzden doğacak fazla işçilik ve giderleri		x	Proje değişikliklerinin işin süresini etkileyecek nitelikte olması durumunda yüklenicinin bu husustaki süre talebi de idare tarafından dikkate alınır.	
	İdarenin veya yapı denetim görevlisinin yazılı bir tebliği olmaksızın yüklenicinin projelerde herhangi bir değişiklik yapması halinde sorumluluk	x		Yüklenici bu gibi değişiklikler nedeniyle bir hak iddiasında bulunamaz.	
	Yüklenicinin, proje uygulaması konusunda kendisine yapılan tebligatın sözleşme hükümlerine aykırı olduğu veya fen ve sanat kurallarına uygun olmadığı görüşünde olması halinde, karşı görüşlerini idareye bildirmesi	x			
14. Proje tesliminde gecikme olması	Birim fiyat sözleşmelerde, iş için gerekli olan projelerle diğer teknik belgelerin yükleniciye tesliminde gecikme olması		x	Yüklenici hiçbir itiraz öne süremez. Ancak bu gecikme, işin bir kısmının veya hepsinin zamanında bitirilmesini geciktirirse sözleşmedeki iş süresi, işin bir kısmı veya tamamı için gecikmeyi karşılayacak şekilde uzatılır.	
	Uygulanmak üzere yükleniciye verilen proje ve teknik belgelerde, yeni proje veya belge hazırlanmasını gerektirecek ve dolayısıyla zamana ihtiyaç gösterecek şekilde değişiklik yapılması		x		
15. İşlerin denetimi	Her türlü yapım işlerinin yönetilmesi ve gerçekleştirilmesi	x		Bu faaliyetler idare tarafından görevlendirilen yapı denetim görevlisinin denetimi altında yapılır.	
	Yüklenicinin, üstlenmiş olduğu işi bütünüyle projelerine, sözleşme ve şartnamelerine, fen ve sanat kurallarına uygun olarak yapması	x		Herhangi bir işin, yapı denetim görevlisinin denetimi altında yapılmış olması bu sorumluluğu ortadan kaldırmaz.	
	İşin teknik sorumluluğu	x			
	Yüklenicinin iddia ve itirazlarına rağmen, idarenin işi kendi istediği gibi yaptırdığı durumlardaki sorumluluk			x	
	Söz üzerine yapılmış işler ve işlemler hakkındaki sorumluluk	x			
	Yüklenici ile yapı denetim görevlisi arasındaki olası anlaşmazlıkların karara bağlanması			x	

Madde Başlığı	Sorumluluk	Yüklenici	İşveren	Açıklama
16. Yapı denetim görevlisinin yetkileri	Her türlü malzemenin yapı denetim görevlisine gösterilip iş için elverişli olduğunu kabul ettirerek iş başına getirilmesi	x		
	Malzemenin uygunluğu konusunda istenen deneylerin yapılması/yaptırılması ve giderleri	x		
	Kabul edilen malzemenin mümkün olanların örneklerinin mühürlenerek işin geçici kabulüne kadar saklanması	x	x	
	İşyerine getirilen malzemenin uygun ve işe elverişli olmadığı anlaşıldığında bu malzemenin işyerinden kaldırıp uzaklaştırılması	x		Yapmadığı takdirde yapı denetim görevlisi bu malzemeyi, bütün zarar ve giderleri yükleniciye ait olmak üzere, işyeri çevresi dışına çıkarmaya yetkilidir.
	Kusurlu yapıldıkları anlaşılan iş kısımlarının yıkıtılıp yükleniciye yeniden yaptırılması			x
17. Yapı denetim görevlisi için gerekli binaların yapımı	Yapı denetim görevlilerinin çalışmaları ve gerektiğinde yatıp kalkmaları için, uygun yerler, bina ve/veya barakalar hazırlanıp bedelsiz olarak idareye teslim edilmesi	x		Bina ve barakaların teslimi gecikirse bunlar için sözleşmede yazılı cezalar uygulanır. Bina ve barakalar ister bedeli karşılığında, ister bedelsiz olarak yapılmış olsun, işin bitiminde idarenin malı olur.
18. İş programı	İş kısımları ve bitirme tarihleri ile yıllık ödeme miktarlarının da dikkate alındığı; iş kalemlerinin, iş gruplarının, aylık imalat ve iş miktarlarının, ihzaratı, yıllık ödenek dilimlerinin ve bunların aylara dağılımının gösterildiği ayrıntılı iş programlarının hazırlanarak onaylanmak üzere idareye teslim edilmesi	x		İdarece onaylanan bir süre uzatımı bulunduğu takdirde, yüklenici yeni süreye göre revize iş programı düzenleyerek idarenin onayına sunmak zorundadır.
	İş programının olduğu gibi veya gerekli gördüğü değişikliklerin yapılarak onaylanması		x	
19. Yük. iş başında bulunması	İşin devamı süresince, iş yerinde bulunması	x		
20. İşin yürütülmesi için gerekli personel ve araçlar	Gerekli makine, araç ve yardımcı tesislerin hazırlanması, her türlü malzemenin ve işçilerin temin edilmesi ve ihzaratla ilgili tedbirlerin alınması	x		
	İşin sözleşme süresi içinde bitirilmesi için, gerekli miktarda malzeme ve yeterli sayıda işçinin her an iş başında bulundurulması	x		

Madde Başlığı	Sorumluluk	Yüklenici	İşveren	Açıklama
21. Alt yüklenicilerin çalıştırılması ve sorumlulukları	Onaylanan alt yükleniciler ile bunlar işe başlamadan önce sözleşme yapılması ve bir örneğinin idareye vermesi	x		
	Alt yüklenicilerin yaptığı bütün işlerin sorumluluğu	x		İdare, alt yüklenicinin değiştirilmesini veya alt yükleniciler tarafından yapılmasını istemediği herhangi bir iş bölümünün bizzat yüklenici tarafından yapılmasını her zaman isteyebilir.
	İşin fen ve sanat kurallarına uygun olarak yapılmaması, hileli malzeme kullanılması ve benzeri nedenlerle ortaya çıkan zarar ve ziyan	x		İşe başlama tarihinden itibaren kesin kabul tarihine kadar sorumlu olunacağı gibi, kesin kabul onay tarihinden itibaren de 15 yıl süreyle müteselsilen sorumludur.
22. Sözleşme kapsamında yaptırılacak ilave işler, iş eksilişi ve işin tasfiyesi	Öngörülemeyen durumlar nedeniyle bir iş artışının zorunlu olması halinde, artışa konu olan işin aynı yükleniciye yaptırılması		x	
	Sözleşme bedelinin % 80'inden daha düşük bedelle tamamlanacağı anlaşılan işlerde, işin bitirilmesi	x		Bu durumda yükleniciye, yapmış olduğu gerçek giderleri ve yüklenici kârına karşılık olarak, sözleşme bedelinin % 80'i ile sözleşme fiyatlarıyla yaptığı işin tutarı arasındaki bedel farkının % 5'i geçici kabul tarihindeki fiyatlar üzerinden ödenir.
26. Yüklenicinin bakım ve düzeltme sorumlulukları	Yapım işlerinin kusur ve eksiklerinden dolayı, idarece gerekli görülecek bütün onarım ve düzeltmeler ile sürekli bakım işlerinin yapılması	x		Yüklenici on gün içinde yükümlülüklerini yerine getirmeye fiilen başlamadığı veya başlayıp da belirlenen süre içinde teknik gereklerine göre işi bitirmediği takdirde idare, söz konusu onarım, düzeltme ve bakım işlerini, bütün giderleri yükleniciye ait olmak üzere yaptırabilir. İdare bu işler için yüklenicinin teminatından veya varsa diğer alacaklarından ödeme yapmaya yetkilidir.
27. Yüklenicinin kusuru dışındaki hasar ve zararlar	Savaş, yurt içinde seferberlik, ayaklanma, iç savaş ve bunlara benzer olaylar veya bir nükleer yakıttan kaynaklanan radyasyonlar ve bunlar için alınan önlemler sonucunda meydana gelecek riskler gibi sigortalanması mümkün olmayan riskler ile idarenin işlerin tamamlanmış kısımlarını teslim alarak kullanmasından dolayı bu kısımlardan doğacak riskler		x	

Madde Başlığı	Sorumluluk	Yüklenici	İşveren	Açıklama
28. Yükleniciye ait giderler	Gerek işin yönetimi, gerekse işte kullanılacak her türlü malzeme, araç, makine, taşıt vb. nin taşınmaları (teklif birim fiyatlarda yer alanlar bunun dışındadır), bunlar için gerekli depo, baraka, hangar, garaj vb. tesislerin yapılması, bunların korunmaları ve sigortaları ile ilgili giderler	X		
	Gerekli görülen bütün hizmet yolları ile bunların üzerindeki geçici köprü ve geçitlerin yapım ve bakım giderleri ile kamuya açık yollarda iş süresince alınması gerekebilecek tedbirlerin giderleri	X		
	Projelerin zemine uygulanması, röleve gibi işler ile yapı denetim görevlisi tarafından denetim amacıyla istenen her türlü ölçmeler için gerekli araç, malzeme ve personel giderleri	X		
	Sözleşmede veya eklerinde belirtilen yükleme ve benzeri teknik deneylerin giderleri	X		
	Kabul heyetlerinin gerekli gördüğü durumlarda, yüklenicinin yaptığı işlerle ilgili olarak güven sağlamak için yapılacak bütün yükleme deneylerinin giderleri	X		
	Şantiye hizmetleri için gerekli enerji ve suyun (yapının bünyesine giren su ve enerji bunun dışındadır) sağlanması, taşınması ve dağıtılması için gerekli tesislerin yapılması ve bunlarla ilgili işletme giderleri	X		
	Gerekli görülecek zamanlarda çekilecek, işin değişik aşamalarını gösterir üçer kopya fotoğraflarının filmleri ile birlikte giderleri	X		
29. Ataşmanlar ve ilgili diğer defterler	Şantiye günlük defteri, röleve, ataşman defterleri ve bunlarla ilgili belgelerin tutulması	X	X	Yüklenici bu defterleri ve ilgili belgeleri imzalamak zorundadır ve imzalararak içindekileri ve yapılan hesapların doğruluğunu kabul etmiş olur.
30. İşin süresi ve sürenin uzatılması	İşin, sözleşmesinde belirlenen zamanda tamamlanıp geçici kabule hazır hale getirilmesi	X		Aksi halde gecikilen her takvim günü için sözleşmesinde öngörülen günlük gecikme cezası uygulanır.
	İdarenin sebep olduğu hallerden dolayı, işte sorumluluğu yükleniciye ait olmayan gecikmelerin meydana gelmesi		X	Böyle bir durumda işin niteliğine göre işin bir kısmına veya tamamına ait süre uzatılır.

Madde Başlığı	Sorumluluk	Yüklenici	İşveren	Açıklama
30. (devam)	Zamanında yapılmayan yazılı bildirimler	x		
31. Malzeme ocaklarının kullanma şartları ve ocak değişiklikleri	Sözleşme veya eklerinde, yapı malzemelerinin kamuya ait ocaklardan teminini öngördüğü hallerde, bu malzemelerin gösterilen ocaklardan sağlanması	x		
	Ocakların değiştirilmesi zorunluluğunun doğması halinde, idarece gösterilen yeni ocaklardan malzeme temin edilmesi durumunda, sözleşmede aksine bir hüküm yoksa, taşıma uzaklığı vb. farkların giderilmesi	x	x	
	Sözleşme veya eklerinde aksine bir hüküm yoksa sözleşmesinde belirlenen ocaklar için ocak açma giderleri	x		
	Ocakların kullanılması sonucunda ocağın tekrar işletilmesi için uygun bir şekle getirilmesi ve temizlenmesi	x		
32. Mevcut yapıların yıkılması	İşyerlerinde yıkılması gereken ve yükleniciye yıktırılan mevcut yapılardan çıkacak malzemenin, dikkatle ayıklanması ve gösterilecek yerlere istif edilmesi	x		Bu yıkımlar için birim fiyat teklif cetvelinde yazılı bedeller ödenir.
33. Kazı ve yıkmalarda bulunan değerli eşya	Devlete ait yerlerde yapılan kazılarda çıkacak kültür değerleri, değerli eşya ve sanat eserlerini çıkarmak için gerektiği takdirde yüklenicinin yapacağı giderler		x	
	Bu gibi eşya ve sanat eserlerinin meydana çıkmasında, derhal bilgi vermek ve ilgili memurlar gelip teslim alıncaya kadar bunları saklayıp korumak	x		Aksi takdirde kanunlarda belirtilen ceza hükümleri uygulanır.
35. Çalışanların hakları ve çalışma şartları	İşe alınan her işçiye, personele ve teknik elemana, bunların adını ve soyadını, işe giriş tarihini, ücretini ve ücretin ödeneceği tarihi gösteren bir karne verilmesi	x		
	Yüklenici veya alt yükleniciler tarafından ücretleri ödenmeyenlerin bulunup bulunmadığının kontrol edilerek ücretleri ödenmeyen varsa yükleniciden ve alt yükleniciden istenecek bordrolara göre bu ücretlerin yüklenici hakedişinden ödenmesini sağlamak		x	

Madde Başlığı	Sorumluluk	Yüklenici	İşveren	Açıklama	
35. (devam)	Alt yüklenicilerin elemanların tamamının ücretlerinin ödenmesi	X			
36. Çalışanların sağlık işleri	Her türlü sağlık önlemlerini almak ve çalışanların buldukları şartlara göre sağlıklı bir şekilde yiyip içmelerini yatıp kalkmalarını ve yıkanmalarını, hastalıklardan korunmalarını sağlamak, hastalık veya bir kaza halinde tedavilerini karşılamak	X			
37. Çalışanların kazaya uğramaları	İşçi ve personelden kazaya uğrayanların tedavilerine ilişkin giderlerle kendilerine ödenecek tazminatlar ve iş başında veya iş yüzünden ölenlerin defin giderleri ile ailelerine ödenecek tazminatlar	X			
38. Çalışanların yiyeceği ve içeceği	İşçi ve personelin, özellikle şehir ve kasabalardan uzak yerlerde, yiyeceğini ve içeceğini sağlamak üzere gereken bütün tedbirleri almak	X			
40. Geçici hakediş raporları	Hakedişlerin hazırlanması	X	X		
	Yüklenici başvurmadığı takdirde, en çok üç ay içinde, tek taraflı olarak hakediş düzenleyebilme		X		
	Hakedişlerin sözleşmesinde yazılı sürenin sonunda, eğer sözleşmede bu hususta bir kayıt yoksa otuz gün içinde tahakkuka bağlanması, bu tarihten başlamak üzere on beş gün içinde de ödeme yapılması			X	
	Kesin hesapların ve kesin hakediş raporunun hazırlanması ve gerekli ölçmelerin ve bunlarla ilgili diğer hizmetlerin yapılması için, yeterli sayıda işçi ve personelin bedelsiz olarak yapı denetim görevlisinin emrine vermesi	X			
41. Kesin hakediş raporu ve hesap kesilmesi	Kesin metraj ve hesaplarının yapıldığı sürece hesapların yapıldığı yerde bulunmak zorunluluğu	X		Aksi halde, yapı denetim görevlisi hesapları tek taraflı olarak hazırlar ve geçici kabul tarihinden başlamak üzere en çok altı ay içinde idareye teslim eder.	
	Kesin hesaplara itiraz olması halinde aynı inceleme süresi içinde idareye yazılı olarak bildirmek	X		Böyle yapmadığı takdirde kesin hesaplara ilgili bütün belgeler kayıtsız kabul edilmiş sayılır ve bundan sonra bu hususta yapılacak herhangi bir itiraz dikkate alınmaz.	

Madde Başlığı	Sorumluluk	Yüklenici	İşveren	Açıklama
41. (devam)	Alınan kesin hesapların, teslim tarihinden başlamak üzere en çok altı ay içinde incelenip onaylanması		X	Aksi halde yüklenici, varsa itirazlarında haklı sayılacağı gibi, işin kesin kabulü yapılmış olmak şartı ile, kesin hakediş raporunun düzenlenmesini de isteyebilir.
42. Geçici kabul	Sözleşme konusu iş tamamlandığında, idareye dilekçe yada faksla geçici kabul isteğinde bulunulması	X		
	Kabul komisyonunun tespit ettiği eksikliklerin belirlenen sürede giderilmesi	X		Bu sürenin bitiminden sonra eksikliklerin giderilmesine kadar geçecek her gün için, günlük ceza uygulanır ve geçici kabul tarihi kusur ve eksikliklerin giderilmesi tarihine ertelenir.
44. Teminat süresindeki bakım ve giderler	İşlerin, teminat süresi içindeki bakımının yapılması, tümünün iyi bir şekilde korunması ve çıkabilecek kusur ve aksaklıkların giderilmesi	X		
	Bitirilmiş yapıların idare tarafından kullanılma ve işletilmesinden kaynaklanan veya yüklenicinin kusurları dışındaki hallerin gerektiği onarımlar		X	
	Kullanma ve işletme sonucu olmaksızın ortaya çıkan kusur ve aksaklıkların giderilmesi ve teminat süresince işlerin bakım giderleri	X		
45. Kesin kabul	Kesin kabul için belirlenen tarihte, kesin kabul komisyonu oluşturularak geçici kabuldeki esas ve usullerle kesin kabul yapılması		X	Bu işlemler yüklenicinin yazılı müracaatı üzerine yapılır.
46. Kesin teminatın iadesine ait şartlar	Kesin teminat ve varsa ek kesin teminatların yükleniciye iade edilmesi		X	Yüklenici tarafından Sosyal Sigortalar Kurumundan ilişiksiz belgesi getirilmesi ve kesin kabul tutanağının onaylanmasından sonra
48. Sözleşmenin feshi ve tasfiye durumları	Yüklenicinin taahhüdünü ihale dokümanı ve sözleşme hükümlerine uygun olarak yerine getirmemesi veya işi süresinde bitirmemesi halinde işin feshi		X	
	Yüklenicinin yasak fiil veya davranışlarda bulunduğu tespit edilmesi halinde fesih		X	
	Yüklenicinin, ihale sürecinde Kamu İhale Kanununa göre yasak fiil veya davranışlarda bulunduğu tespit edilmesi halinde fesih		X	

Madde Başlığı	Sorumluluk	Yüklenici	İşveren	Açıklama
48. (devam)	Sözleşmenin feshi nedeniyle idarenin uğradığı zarar ve ziyanın tazmin edilmesi	x		
	İşin durmaması için, yüklenicinin tesisleri, malzeme ocakları, ihzaratı, araç ve makinelerinden gerekli gördüklerine el koyma yetkisi		x	
	Borçlar Kanunu hükümleri çerçevesinde karşılıklı anlaşarak sözleşme tasfiyesi	x	x	
	Sözleşmenin feshedilmesi halinde kesin hesabın yapılabilmesi için Durum Tespit Tutanağı tutulması	x		Yüklenici bu hususları yerine getirmediği takdirde idare, bu belirli işleri yüklenici hesabına yapar veya yaptırır.
	Sözleşmenin feshedilmesinden veya tasfiyesinden sonra hesap kesme hakedişi yapılması	x	x	Yüklenici gelmediği veya yetkili bir vekil göndermediği takdirde idare bu hakedişi tek taraflı olarak yapar ve yüklenicinin bu hususta hiç bir itiraz hakkı olamaz.
49. Sözleşmenin feshi halinde yüklenicinin mallarının satın alınması	Sözleşmenin feshedilmesi halinde yüklenicinin iş yerindeki tesislerin ve bunlarla ilgili tesisatın hiçbirini bozup yerinden kaldırmak ve işyerinde bulunan ihzarat ve diğer malzeme, araç ve makinelerinden herhangi birini başka yere götürmek veya herhangi bir şekilde başkasına devretmek veyahut işyerinde değişiklik yapmak hakkı		x	Yüklenicinin bu hususlarda herhangi bir fiilini önlemek için idare, gerekli gördüğü takdirde işyerine el koyarak yüklenicinin teşkilatını işbaşından uzaklaştırabilir.
52. Anlaşmazlıkların çözümü	Yapı denetim görevlisi ile yüklenici arasında çıkabilecek anlaşmazlıkların çözümü		x	Yüklenici, verilen karara razı olmadığı takdirde, yüklenici anlaşmazlıkların çözümüne ilişkin sözleşme hükümlerine göre hareket etmekte serbesttir.

EK 2 - FIDIC İNŞAAT İŞLERİ GENEL ŞARTNAMESİ SORUMLULUK RİSK PAYLAŞIMI

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrollük	İşveren	Açıklama
4.1. Taşeron verme	İşlerin bir kısmının taşeron verilmesi	x			
6.1.Çizimlerin ve dökümanların gözetilmesi ve temin edilmesi	Yüklenici tarafından sunulup onaylatılan çizimlerin ve teknik şartnamenin kontrollüğe verilmesi	x			
6.3. İlerlemenin kesilmesi	Gerekli çizim ve talimatların yükleniciye verilmesi		x		
6.4. Çizimlerin gecikmesi ve gecikme bedeli	Çizim ve talimatların yükleniciye verilmesinde gecikme olması		x		Bu sebeple yüklenicinin gecikmeye uğraması halinde süre uzatımı verilmesi ve sözleşme bedeline ekleme yapılması kontrollükçe düzenlenir
6.5 Yüklenicinin çizimleri vermemesi	Kontrollüğün gerekli dökümanları verememesinde yüklenicinin ihmali bulunması	x			Kontrollük gerekli süre, maliyet artması/eksilmesi tespitinde bu durumu gözönüne alır
7.1. Tamamlayıcı çizimler ve talimatlar	Tamamlayıcı çizim ve talimatların yükleniciye verilmesi		x		
7.2. Yüklenicinin projelendireceği kalıcı işler	Kalıcı işlerden yüklenicinin sorumluluğunda bulunan projelendirmelerin yapılıp işletme bakım yönergeleri ile birlikte kontrollüğe onaya sunulması	x			Bu işler tamamlanmış dahi olsa kontrollük onayı alınmadan kabul edilmiş sayılmazlar
8.1. Yüklenicinin genel sorumlulukları	İşlerin gerekli özen ve çaba ile projelendirilmesi, gerçekleştirilmesi, tamamlanması, kusurlarının giderilmesi	x			
	Bu işlemler için gerekli gözetim, işçilik, malzeme, demirbaş ve donanımın temini	x			
8.2. İşyerindeki çalışmalar ve yapım yöntemleri	İş yerindeki tüm çalışma ve yapım yöntemlerinin uygunluğu, stabilitesi ve emniyet	x			Yüklenici, kalıcı işlerin ve geçici işlerin yüklenici tarafından hazırlanmayan proje ve teknik şartnamelerinde sorumlu tutulamaz
11.1. İşyerinin görülmesi	Hidrolojik ve zemine ait bilgilerin temini ve yükleniciye verilmesi			x	
	Hidrolojik ve zemine ait bilgilerin yorumlanması	x			
	İşyerinin teklifi etkileyebilecek şekil, mahiyet, zemin koşulları, hidrolik ve iklimsel koşulları, gerekli çalışma ve malzeme kapsamı ve mahiyeti, ulaşım, yeme, yatma olanakları konusunda işyeri görme ve her türlü bilgiye sahip olma	x			

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrollük	İşveren	Açıklama
12.1. Teklifin yeterliği	Teklifinin ve keşif cetvellerinde belirtilen bedellerin ve birim fiyatların doğruluğu ve yeterliliği konusunda tatmin olma	x			
12.2. Olumsuz fiziksel engeller yada koşullar	İşyerindeki iklimsel koşulların dışında öngörülemeyen fiziksel engeller yada koşullarla karşılaşılması			x	Bu sebeple yüklenicinin gecikmeye uğraması halinde süre uzatımı verilmesi ve sözleşme bedeline ekleme yapılması kontrollükçe düzenlenir
14.1. Sunulacak program	Gerekli form ve ayrıntıdaki bir iş programının hazırlanıp sunulması	x			Kontrollükçe istendiği takdirde önerilen düzenleme ve yöntemlerin genel anlatımının da sunulması gerekir
14.2. Programın revize edilmesi	Gerektiğinde revize iş programının hazırlanıp sunulması	x			
14.3. Sunulacak nakit akış tahmini	İstihkaklar için üçer aylık dönemlerle ayrıntılı nakit akış tahmini verilmesi	x			
15.1. Yüklenicinin gözetimi	Onaya mazhar olan ehil ve yetkili bir vekilin vaktinin tamamını işlerin gözetiminde kullanacak şekilde verilmesi	x			Yüklenici yada kontrollük bu vekili geri çekebilir
16.1. Yüklenicinin çalışanları	İşyerinde tecrübeli teknik yardımcılar, gerekli ehliyetle formenler ve ustabaşılar va işçiler bulundurma	x			
16.2. Kontrollüğün itiraz etme serbestisi	İşyerinde bulundurulanan elemanların işlerden alınmasını isteme		x		
17.1. Aplikasyon	Asal noktalarına, hatlarına ve kotlarına uygun aplikasyon yapılması	x			Bu konulardaki tüm hatalar yüklenici tarafından ve bedeli karşılanarak düzeltilir
	İşlerin tüm kısımlarının konum, kot, boyut ve hizalanışının uygunluğu	x			
	Bu işlemler için gerekli aygıt ve işçilerin temini	x			
18.1. Sondaj delikleri ve keşif kazısı	Kontrollüğün istemesi halinde sondaj deliği açılması yada keşif kazısı yapılması	x			51. maddeye uygun uygulama yapılır
19.1. Çevrenin emniyeti, güvenliği ve korunması	İşyerinde bulunmaya mezun herkesin emniyetine eksiksiz özen gösterme	x			
	İşlerin kimseyi tehlikeye sokmayacak şekilde muhafaza edilmesi	x			
	Koruma ve herkesin sağlığı için her türlü ışık, korkuluk, çit, uyarı sinyali ve nöbetçinin temin ve muhafazası	x			

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrollük	İşveren	Açıklama
19.1. (devam)	Çevre koruma, kirlenme, gürültü tedbirlerini alma	x			
19.2. İşverenin sorumluları	İşveren elemanlarının emniyeti ve tehlikelerden esirgenmesi			x	
20.1. İşlerin bakımı	Malzemeler ve demirbaşların bakımı	x			
20.2. Zarar veya ziyanı giderme sorumluluğu	İşlere, malzemelere yada demirbaşlara gelebilecek zarar ziyanın giderilmesi	x			
20.3. İşverenin risklerinden doğan zarar ve ziyan	İşverenin risklerinden doğan zarar ve ziyanın giderilmesi	x			Sözleşme bedeline ekleme yapılması kontrollükçe düzenlenir
	Risklerin birlikteliği sonucu ortaya çıkan zarar ziyanın giderilmesi	x			Bu durumda yüklenici ve işverenin oransal sorumluluğu hesaba katılır
20.4. İşverenin riskleri	Savaş, çarpışma, istila, dış düşman hareketleri			x	
	İşyan, ihtilal, ayaklanma, askeri yada gaspçı iktidar, iç savaş			x	
	Nükleer yakıtların kaynak olduğu iyonlaştırıcı radyasyon ve radyoaktivite zehirlenmesi			x	
	Ses hızı ve ötesinde yol alan hava araçlarının ve aygıtlarının yolaçtığı basınç dalgaları			x	
	Yüklenici ve taşeron çalışanları ile sınırlı olmayan ve işlerin idaresinden kaynaklanmayan başkaldırma, kargaşa ve karışıklıklar			x	
	Kalıcı işlerin işverence kullanılmasından yada işgalinden oluşan zarar ziyan			x	
	Yüklenicinin projelendirmediği projelerden kaynaklanan zarar ziyanlar			x	
	Doğal güçlerin anormal bir şekilde harekete geçmesi			x	
21.1. İşyerinin ve yüklenici donanımının sigortalanması	Malzeme ve demirbaşların, moloz kaldırma bedeli, mesleki ücretler, yüklenici donanımlarını içeren sigortalama yapılması	x			21.4. maddede belirtilen istisnaların kapsamı zorunluluğu bulunmamaktadır
21.3. Tahsil edilmeyen paraların sorumluluğu	Sigortalanan yada sigortacılarından tahsil edilmeyen paralar	x		x	20. maddedeki sorumluluklara göre değerlendirilir
22.1. Cana ve mala gelebilecek zarar ziyan	İşverenin; cana gelebilecek ölüm ve yaralanmalara, mala gelebilecek hasar ve zarara, bunlardan kaynaklanan her türlü hak talebine, takibata, tazminata, bedel, harç ve masrafa karşı tazmin edilmesi	x			22.2. maddedeki istisnalar hariç olmak üzere

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrollük	İşveren	Açıklama
22.3. İşverenin tazmini	22.2. fıkrada tanımlanan istisnalar için yükleniciye gereken temin ve tazmin			x	
23.1. Üçüncü şahıs sigortası	Yüklenici ve işverenin ortak adlarına üçüncü şahıs sigortası yapılması	x			
24.1. İşçilerin uğrayacağı kaza ve yaralanmalar	Yüklenici yada taşeronlardan birinin elemanlarına yada diğer şahıslara ödenecek tazminat ve telafi bedelleri	x			
	Yüklenicinin her türlü tazminat ve telafi bedeline ve bununla ilgili hak talebi, takibat, tazminat, bedel harç ve masrafa karşı temin ve tazmin edilip masun tutulması	x			
24.2. İşçilere kaza ve yaralanma sigortası	İşçilere kaza ve yaralanma sigortası yapılması	x			
25.2. Sigortaların uygunluğu	İşlerin mahiyet, kapsam ve programlarındaki değişikliklerin sigortacılara bildirilmesi ve sigortaların sözleşme ile uyumunun sürekli olarak sağlanması	x			
30.1. Yollara hasar vermektan kaçınılması	İlgili güzergahtaki yolların ve köprülerin (su yolları taşımacılığı yapılması halinde eklüz, dok, deniz seti ve ilgili diğer yapıların) ziyana uğramaması için gerekli tedbirlerin alınması, güzergah ve vasıtaların buna göre sınırlanıp dağıtılması	x			
30.2. Yüklenici donanımının ve geçici işlerin taşınması	Yüklenici donanımı ve geçici işlerin nakli esnasında ilgili güzergahtaki köprü ve yolların (su yolları taşımacılığı yapılması halinde eklüz, dok, deniz seti ve ilgili diğer yapıların) takviye ve iyileştirilme bedelleri	x			Buralarda ortaya çıkabilecek tazminat ve taleplere karşı işvereni temin etme ve masun tutma sorumluluğu da yüklenici üzerindedir
30.3. Malzemelerin yada demirbaşların taşınması	Herhangi bir köprü yada yola (su yolları taşımacılığı yapılması halinde eklüz, dok, deniz seti ve ilgili diğer yapılara) hasar gelmesi halinde anlaşmazlığı halletme, gerekli bedelleri ödeme, talep, takibat, tazminat, bedel, harç ve masraflara karşı yüklenicinin tazmini			x	Herhangi bir kanun yada düzenlemeye göre sözkonusu taşıma işini yapan, yollardan sorumlu makamı hasara karşı tazminle sorumlu ise işverenin bir yükümlülüğü kalmaz.
	Her ne zaman bir anlaşmazlığın halli görüşülecek olsa bunun yükleniciye bildirilmesi			x	

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrollük	İşveren	Açıklama
31.1. Diğer yüklenicilere sağlanacak olanaklar	İşverence çalıştırılan diğer yüklenicilere ve elemanlarına, işverenin elemanlarına ve ilgili başka çalışanlara makul olan her türlü olanağın temini	x			Bu durumlarda, 31.2. maddeye istinaden sözleşme bedeline ekleme yapılması kontrollükçe düzenlenir
33.1. İş bittiğinde işyerinin temizlenmesi	Geçici kabul belgesinin düzenlenmesinden sonra tüm yüklenici donanımlarının, artık malzemenin, molozun, geçici işlerin belgenin kapsadığı alandan temizlenip kaldırılması ve bölgenin temizlenmesi	x			Kesin kabul döneminde gerekli olacaklar bunun dışındadır
34.1. Eleman ve işgücü temin edilmesi	Tüm eleman ve işgücünün bağlanması, ücretlerinin ödenmesi, barındırılması, beslenmesi ve taşınmasının düzenlenmesi	x			
35.1. İşgücü ve yüklenici donanımı raporları	Çalıştırılan tüm elemanların ve donanımın sayı ve bilgilerinin kontrollüğün talebi üzerine raporlanması	x			
36.1. Malzeme, demirbaş ve işçilik	Malzeme ve demirbaşların kontrollükçe muayene , ölçme ve deneye tabi tutulması için gerekli yardım, işgücü, elektrik, yakıt depo, apart ve aletlerin temini	x			
36.2. Numunelerin bedeli	Sözleşmede belirtildiği takdirde numunelerin temin edilmesi ve bedellerinin ödenmesi	x			
36.3. Test masrafları	Sözleşmede belirtildiği takdirde testlerin masraflarının karşılanması	x			
36.4. Öngörülemeyen testlerin masrafları	Sözleşmede belirtilmemiş veya öngörülmemiş testlerin masrafları	x		x	Test sonuçları uygun olmadığı takdirde yüklenici, aksi halde işverence karşılanır. Gerekli halde süre uzatımı görüşülür.
37.1. Çalışmaların muayenesi	Kontrollüğün sahaya girmesine ve muayene yapmasına yardım ve kolaylık sağlanması	x			
37.2. Muayene ve testler	İlgili malzeme ve demirbaşların muayene ve test edilmesi hakkı		x		
	Bu materyallerin yüklenicininin başka atölye ve mahallerde yapılıyor, imal ediliyor olması halinde kontrollüğün buralarda muayene ve test yapabilmesi için gerekli izinlerin alınması	x			
37.3. Muayene ve test tarihleri	Kontrollükçe verilen tarihte test ve kontrol için hazır bulunmak ve testleri gerçekleştirmek	x			Kontrollüğün hazır bulunmaması halinde, testler kontrollüğün huzurunda yapılmış işlemi görür
37.4. Reddetme	Malzeme ve demirbaşların reddi		x		
	Reddedilen malzeme ve demirbaşların kusurlarının giderilmesi yada sözleşmeye uygunluklarının sağlanması	x			

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrollük	İşveren	Açıklama
37.5. Bağımsız muayene	Malzeme ve demirbaşların muayene ve test edilmesi yetkisinin bağımsız bir muayene uzmanına devri			x	
38.1. İşin üstü kapatılmadan önce muayenesi	Kontrollüğün üstü kapatılacak ve bir daha görülecek kısımları inceleyip metraj çıkarması ve temelleri incelemesi için her türlü olanağın sağlanması	x			
	İşlerin üstünün kapatılması talimatı verilmesi			x	
38.2. İşin üstünün kaldırılması ve açılması	İşlerin herhangi bir kısmının üzerinin açtırılması			x	Maliyetleri, imalatlar uygunsız işveren, değilse yüklenici tarafından karşılanır
39.1. Uygun olmayan iş, malzeme veya demirbaşın sökülüp uzaklaştırılması	Uygun bulunmayan malzemelerin ve demirbaşların işyerinden uzaklaştırılması, uygunlarının getirilmesi ve uygun olmayan işlerin sökülüp yeniden uygun şekilde yapılması talimatının verilmesi			x	39.2. maddeye göre yüklenicinin bu talimata uymaması halinde işveren talimatları başkalarına yaptırmak ve maliyetlerini yükleniciden kesmeye yetkilidir.
40.1. İşin durdurulması	İşlerin durdurulması			x	
40.2. Kontrollüğün durdurulmadan sonraki tespiti	Durdurmadan sonra tespit yapılması			x	Bu sebeple süre uzatımı verilmesi ve sözleşme bedeline ekleme yapılması kontrollükçe düzenlenir
40.3. 84 günü aşan durdurma	Durdurmadan sonraki 84 günlük süre zarfında çalışma izni verilmemesi halinde yeniden başlama izni istenmesi	x			Durdurma sözleşmede öngörülmemişse, yüklenicinin bir kusuru yada sözleşme ihlali dahilinde değilse, iklim şartlarından dolayı gerekli değilse ve emniyet için gerekli değilse
42.1. İşyeri zilyetliği ve işyerine giriş	İşyeri zilyetliğinin yükleniciye verilmesi			x	Kontrollüğün işe başla bildirisi ile birlikte
42.2. Zilyetliğinin yükleniciye verilememesi	İşyeri zilyetliğinin yükleniciye verilememesi nedeniyle süre uzatımı ve sözleşme bedeline ekleme yapılması		x	x	
42.3. Geçiş hakları ve tesisler	İşyeri girişi ile bağlantılı geçiş hakları masraf ve harçları	x			
	İşyeri dışında, işlerle ilgili gereksenecek ek tesis ve masraflar	x			
44.1. Bitirme süresinin uzatılması	İşin uzatılması için durumların oluşmasından 28 gün içinde yüklenici bildirim yapılması halinde iş uzatma süresinin tespit edilmesi			x	Fazladan yada ek işlerin çıkması, şartname gecikme sebeplerine uygun durumlar, istisnai olumsuzlukta iklim şartları, işverenden kaynaklanıncikme, engelleme durumları yada yüklenici kusuru haricindeki diğer kabul edilebilir durumlar halinde

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrollük	İşveren	Açıklama
45.1. Çalışma süresi kısıtlamaları	Geceleyin yada resmi yerel günlerde çalışma oluru verilmesi			x	Vardiya halinde yürütülen işler hariç
46.1. İlerleme hızı	İşlerin öngörülen hızda gitmemesinden dolayı gerekli hızlanmanın sağlanması talebi			x	
	İşin hızlandırılması için gerekli tedbirlerin alınıp uygulanması	x			Alınacak tedbirler işvereni ek gözetim masrafına sokarsa bu maliyet yükleniciye ait olur
47.1. Gecikme tazminatı	İşlerin zamanında tamamlanması	x			Zamanında tamamlanmama durumunda yüklenici tarafından zamanı geçen her gün için işverene tazminat ödenir
48.1. Geçici kabul belgesi	Geçici kabul belgesi verilmesi			x	İşlerin kontrollüğün tatmin olacağı normda tamamlanması ve bildirilen kusurların giderilmesinden sonraki 21 gün içinde
48.2. Bölümlerin yada kısımların geçici kabulü	Bölümlerin yada kısımların geçici kabulünün yapılması			x	
48.3. Kısımların geçici kabul seviyesinde bitirilmesi	Kalıcı işlerin bir kısmının işlerin tamamı bitirilmeden önce geçici kabulü			x	Yüklenici kalıcı işlerin o kısmındaki geri kalan işleri kesin kabul döneminde tamamlamayı taahhüt etmiş sayılması kaydı ile
48.4. Eski haline getirilmesi gereken yüzeyler	Eski haline getirilmesi gereken zemin yada yüzeylerdeki işlerin bitirilmesi	x			İşlerin tamamı bitirilmeden önce verilen bir geçici kabul belgesi bu işlerin bitirildiği anlamına gelmez
49.2. Kalan işlerin bitirilmesi ve kusurların giderilmesi	Kesin kabul döneminin sonunda varsa kalan işlerin tamamlanması, düzeltme ve yeniden inşaat yapılması, kusurların giderilmesi	x			
49.3. Kusurları giderme masrafları	Kusurları giderme masrafları	x			Kusur giderme gerekliliği yüklenicinin dışında bir kaynak sebebi ile hasıl olmuşsa işveren karşılar
49.4. Yüklenicinin talimatları yerine getirmemesi	Kusur gidermede başka şahısları çalıştırıp maliyetini yükleniciden keserek karşılamak		x		Yüklenicinin böyle bir talimatı uygun bir sürede yerine getirmemesi halinde
50.1. Yüklenicinin araştırması	Herhangi bir kusur, çekme yada hatanın sebebinin araştırılması talebi			x	Bu konudaki masraflar, anılan problemlerin kaynağı yüklenici ise yükleniciye, aksi ise işverene aittir
51.1. Değişiklikler	İşlerin yada bir kısmının şeklinde, niteliğinde yada miktarında değişiklik yapma			x	Bu değişiklikler, yüklenici kaynaklı kusurlardan yada sözleşme ihlalden dolayı gerekli olmuşsa ilgili masraflar yükleniciye ait olur
	Kot, hat, konum, boyut değişikliği			x	
	İşlerin tamamlanması için gerekli olan her türlü ek işin yaptırılması			x	
	İşlerin herhangi kısmı için belirlenmiş yapım sırasını ve zamanlamasını değiştirme			x	

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrollük	İşveren	Açıklama
52.2. Kontrollüğün birim fiyatlar saptama yetkisi	Miktarı değiştirilmiş işlerde birim fiyat değiştirme			x	
52.4. Yevmiyeli işler	Miktarı değiştirilmiş herhangi bir işin yevmiyeli olarak yaptırılması kararı			x	Böyle bir uygulamada yüklenici günlük işgücü puvantajları, malzeme ve donanım kullanımı raporlarını kontrolüğe sunar
53.1. Hak taleplerinin bildirilmesi	Ek ödeme talebinde bulunma hakkı	x			Bunu gerektiren durumun ortaya çıkmasından sonraki 28 gün içinde kontrolüğe bildirerek
53.2. Güncel kayıtlar	Talepler için tutulan tüm kayıtların tetkik edilme izninin ve kayıtların kopyalarının kontrolüğe verilmesi	x			
53.3. Hak taleplerinin kanıtlanması	Talep edilen miktar ve gerekçenin kontrolüğe sunulması	x			
53.5. Hak taleplerinin ödenmesi	Uygun görülen talep ve ilgili miktarın yükleniciye ödenmesi			x	
54.2. İşverenin zarar/ziyandan yükümsüzlüğü	Yüklenici donanımına, geçici işlere ve malzemelere gelebilecek zarar ve ziyan	x			
54.3. Gümrükten geçirme	Gerektiğinde yüklenici donanımının, malzemelerin ve işler için gerekli diğer şeylerin gümrükten geçirilmesine yardım için elden gelen çabanın gösterilmesi			x	
54.4. Yüklenici donanımının yeniden ihracı	Yüklenicinin işler için ithal ettiği donanımların yeniden ihraç edilebilmesi için gerekli resmi olurların alınmasında yardım için elden gelen çabanın gösterilmesi			x	
54.5. Yüklenici donanımını kiralama şartları	Yüklenicinin kiraladığı bir donanımı fesih halinde aynı şartlarla işverenin kiralamaya devam etmesi ile ilgili şartların kiralama sözleşmesine konması	x			İşverenin bu donanımı, başka bir yükleniciye kullandırma hakkı yoktur
54.6. 63. madde kapsamındaki bedeller	Yüklenici donanımının 54.5. fıkra şartlarına göre kiralanması ve kira sözleşmesi masrafları	x			Bu giderler 63. madde kapsamında işlerin yürütülüp tamamlanması ve kusurlarının giderilmesi bedelinden sayılır
55.1. Metraj	Keşif cetvelinde verilen metrajların işlerin fiili ve doğru metrajı olup olmaması	x			
56.1. Ölçümleme işleri	İşlerin değerinin ölçümleme yoluyla belirlenip tespit edilmesi		x		
	Kontrollükçe işlerde ölçüm yapılması istendiğinde yardımcı olmak ve istenilen bilgileri vermek	x			
57.2. Götürü pozların analizi	Götürü pozların analizinin yapıp sunulması	x			Kabul mektubu alınmasından itibaren 28 gün içinde
60.2. Aylık ödemeler	Aylık ödemeler işverene olur verilmesi		x		Hakediş raporunun verilmesinden itibaren 28 gün içinde

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrollük	İşveren	Açıklama
60.3. Tutulan paraların ödenmesi	İşlerin tamamı için geçici kabul belgesi düzenlendiğinde tutulan paranın yarısının yükleniciye ödenmesine olur verme		x		
	Kesin kabul dönemi sona erdiğinde tutulan paranın ikinci yarısının yükleniciye ödenmesine olur verme		x		
	Yüklenici tarafından yapılması gereken herhangi bir iş kalmışsa, tutulan paraların buna karşılık gelen kısmının oluru, iş tamamlanıncaya kadar bekletme			x	
60.5. İş bitimi hakediş raporu	İş bitimi hakediş raporunun kontrolluğa sunulması	x			İşlerin tamamı için geçici kabul tutanağının düzenlenmesinden itibaren 84 gün içinde
60.6. Kesin hakediş raporu	Kesin hakediş raporu taslağının kontrolluğa sunulması	x			Kesin kabul belgesinin düzenlenmesini izleyen en geç 56 gün içinde
60.7. İbraname	Kesin hakediş raporundaki toplam tutarın yükleniciye ödenmesi gereken paraların eksiksiz ve kesin bir hesabı olduğunu doğrulayan bir ibranamenin işverene verilmesi	x			
60.8. Kesin olur	Kesin olurun işverene verilmesi		x		Kesin hakediş raporu ve ibranamenin alınmasını izleyen 28 gün içinde
60.10. Ödeme süresi	Ara olurların yükleniciye 28 gün içinde ödenmesi			x	Gecikme halinde teklif ekinde belirtilen oran nispetinde işletecek faiz de yükleniciye ödenir.
	Kesin olurun tevdisinden itibaren 56 gün içinde yükleniciye ödeme yapılması			x	
62.1. Kesin kabul belgesi	Kesin kabul belgesinin imzalanıp işverene tevdisi ve kopyasının yükleniciye iletilmesi		x		Bu işlem tamamlanmadan sözleşme tamamlanmış sayılmaz
63.1. Yüklenicinin kusuru	Yükleniciye 14 gün süreli bir bildirim vererek iş yerine girme, yüklenicinin istihdamını sona erdirmeye, işleri kendi bitirme yada başka bir yüklenici istihdam etme			x	Yüklenici sözleşmeyi tanınamışsa, işlere devam etmemişse, verilen bildiri yada talimatların gereğini yerine getirmemişse, bir yükümlülüğünü ısrarla ve bilerek sürdürmekteyse, işlerin tamamını taşeron vermeye, 63.1. maddede belirtilen acz, iflastasfiye vb. durumlar gerçekleşmişse
63.2. Sözleşmenin sona erdirildiği tarihteki değerlendirme	Yüklenicinin kazandığı ve yükleniciye tahakkuk edebilecek miktarın tespiti ve oluru		x		İşverenin işyerine girmesi ve sözleşmeyi sona erdirmesinden sonra
	Tamamen yada kısmen kullanılmış malzemelerin, yüklenici donanımının ve geçici işlerin bedelinin tespiti ve oluru		x		

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrollük	İşveren	Açıklama
63.4.	Girme ve sona erdirmeyi takip eden 14 gün içinde mal ve hizmet temini konusunda girilmiş olan anlaşmalardaki avantajların işverene devredilmesi	x			
64.1. İvedi onarım işleri	İşlerin emniyeti için gereken onarım vb. işlerin yüklenici tarafından hemen yapılamayacak olması yada yüklenicinin isteksizliği halinde başka şahısların istihdam edilerek yaptırılması			x	Maliyetler yüklenicinin yapmakla sorumlu olduğu nitelikteyse yüklenici hesabından, aksi halde işverence karşılanacaktır.
65.1. Özel risklerden yükümsüzlük	Uygun işlerde sonradan olabilecek ve mülke gelebilecek tahribat ve hasarlar ile yaralanmalar ve can kayıpları	x			
65.3. Özel risklerden dolayı işlere gelecek hasar	Özel risklerden dolayı işlere, malzeme ve demirbaşaya, yüklenici donanımına gelen hasar, onarım ve yenileme maliyetleri			x	
65.4. Mermi, güdümlü mermi	Mayın, bomba, mermi, el bombası, güdümlü mermiler, savaş gereçleri ve patlayıcılardan kaynaklanacak patlama yada darbelere doğacak yıkım, hasar, yaralanma yada can kaybı			x	Bunların özel risklerin bir sonucu olduğu kabul edilir
65.5. Özel risklerden doğan bedel artışı	Özel risklere yorulabilecek ve sözleşmede yükleniciye ödenmesi öngörülmemiş olan her türlü bedel artışı			x	
65.6. Savaş çıkması	Dünya'da, işlerin yürütülmesini etkileyen bir savaş çıkması halinde işlerin tamamlanması için elden gelen azami çabanın gösterilmesi	x			
	Böyle bir savaş sebebi ile sözleşmeyi sona erdirmeye yetkisi			x	
65.7. Sözleşme sona erdiğinde yüklenici donanımının çekilmesi	Savaş sebepli sona erdirmeye durumunda, uygun zamanda yüklenici donanımının işyerinden çekilmesi	x			Taahhütçülere de aynı faaliyetler için benzer olanakların sunulması da bu kapsamdadır.
65.8. Sözleşme sona erdiğinde yapılacak ödemeler	Savaş sebepli sona erdirmeye durumunda yükleniciye yapılmış işlerin, işler için alınıp işverene teslim edilmiş malzemelerin, iş için yüklenicinin girdiği harcamaların, yüklenici perşinin nali için uygun bedelin, yüklenici elemanlarının yurtlarına dönmelerinin bedelinin ödenmesi			x	

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrollük	İşveren	Açıklama
66.1. İfadan kurtulma halinde yapılacak ödemeler	Kabul mektubundan sonra tarafların kontrolü dışındaki bir durumdan dolayı sözleşme yükümlülüklerini yerine getirememelerinden dolayı, gerçekleşen işler için 65.8. madde ile aynı kapsamda yükleniciye yapılacak ödemeler			x	
67.1. Kontrollük kararları	İşveren ile yüklenici arasında anlaşmazlık halinde başvurulacak merci		x		
67.2. Dostça hal tarzı	Tahkimin başlamasından önce anlaşmazlığın dostça halli	x		x	
69.1. İşverenin kusuru	Sözleşmedeki istihdamını sona erdirmeye	x			Hakedişlere göre ödenmesi gereken miktarın zamanında ödenmemesi, hakediş ödenmesi olurunun verilmesine müdahale edilmesi, işverenin iflas ve tasfiyesi, ekonomik bozukluk nedeniyle görevlerini yerine getirememesi halinde
69.3. Sözleşme sona erdiğinde yapılacak ödemeler	Sözleşmenin 69.1. fıkra uyarınca sona ermesi durumunda, işverenin 65. maddedeki yükümlülüklerine ek olarak sözleşmenin bu şekilde sona ermesinden kaynaklanan zarar ve ziyana ödeme			x	
69.4. Yüklenicinin işi durdurma hakkı	İşverenin ödemesi gereken tutarı 60.10. fıkraya göre ödemesi gereken süreden sonraki 28 gün içinde ödememesi halinde işverene ve kontrole 28 gün önceden bildiri vererek işi durdurma yada çalışma hızını düşürme	x			Bu durumdan dolayı yüklenici gecikmeye uğrer yada masrafa girerse kontrol bunu tespit ederek işverene bildirir ve gerekli süre uzatımı ve ek ödentilerin yapılmasını ister
70.1. Maliyet artışı yada azalışı	İşçilik ve/veya malzeme maliyetlerindeki yükselme yada düşüşler ve işin maliyeti ile ilgili diğer hususlardaki maliyet değişimleri ile ilgili olarak sözleşme 2. kısmında belirlenmiş olan miktarların sözleşme bedeline eklenmesi yada çıkarılması		x	x	
70.2. Sonraki mevzuat	Mevzuat değişikliklerinden kaynaklanan maliyet artışları halinde tespit ve sözleşme bedeline yansıtılması öneri ve düzenlemesi		x		
71.1. Parasal kısıtlamalar	Sözleşme bedelinin ödeneceği para cinsiyle ilgili parasal kısıtlamalar yada transfer kısıtlamaları getirildiğinde yüklenicinin bu durumlar nedeni ile uğrayacağı zarar ve ziyanın tazmini			x	

Madde numarası ve başlığı	Sorumluluk/Yetki	Yüklenici	Kontrolluk	İşveren	Açıklama
72.1. Kurlar	Ödeme yapılan döviz ile ülke para birimi arasındaki kur oynamalarının ödemeleri etkilemesini önlemek (ödemeleri bu oynamaya tabi tutmamak)			x	

KAYNAKLAR

1. R. Flanagan, G. Norman, **Risk Management and Construction**, Blackwell Science
2. Yük. Mimar Pelin Karaçar, **Türk İnşaat Sektöründe İhale Sürecine Yönelik Risk Yönetimi Kapsamında Alan Çalışması**, İTÜ, Fen Bil. Ens. Yüksek lisans tezi, 2000
3. Yük. İnş. Müh. Fatih İncir, 2003 tarihli **İnşaat Sektöründe Risk Yönetimi ve Kaliteye Etkisi**, Akdeniz Ün. Fen Bil. Ens. Yüksek lisans tezi, 2003
4. Türkiye Müteahhitler Birliği, **İnşaat Sektörü Stratejik Planı**, 2004
5. Kobitek
6. Yapı Merkezi, **Türkiye Yapı Sektörü Raporu**, 2004
7. Doç. Dr. Recep Kani, Yük. İnş. Müh. Latif Onur Uğur, **Süre Kısıtlı İnşaat Projelerinde İşgücü Maliyetinin CPM ile Analizi**, Politeknik, 2003
8. Barutçugil, I. S., **Büyük Ölçekli Yatırım Projelerinin Yönetimi**, Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5/2, Bursa, 162, 1984
9. Barutçugil, I. S. **Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri**, Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa, 239-240, 1988
10. Monks, J. G. **Schaum's Outline of Theory and Problems of Operations Management 2nd ed.**, USA, McGraw-Hill Inc., 128, 1996
11. R. L. M., New York, Çev. Cahit YALGIN, **Proje İdaresi ve Kontrolü**
12. Murat Kuruoğlu, F.İ. Bayoğlu, **Bayındırlık İşleri Genel Şartnamesinin Uygulanmasında Yaşanan İhtilafların İncelenmesi**, İstanbul, 2002
13. Doç. Dr. Recep Kani, **İnşaat Sektöründe İş Almanın Yönetimi**, Gazi Kitabevi, 2005
14. Yük. İnş. Müh. Latif Onur Uğur, Yük. İnş. Müh. Umut Naci Baykan, **MEB, Tip Okul Projelerinin Planlanmasında, Proje Tamamlanma Süresi Olasılığının PERT Yöntemi ile Tahmini**, Politeknik, 2004
15. Yük. İnş. Müh. Latif Onur Uğur, Yük. İnş. Müh. Umut Naci Baykan, Ar. Gör. Mürsel Erdal, **Betonarme Taşıyıcı Sistemli Çok Katlı Konutların İnşaat Maliyetlerinin Yapay Sinir Ağı ile Tahmini**, Selçuk Ün. Fen Bil. Ens. Dergisi, 2006
16. R. Kani, **Yapı Maliyetinde Metraj ve Keşif**, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Ders Notları, 2003,
17. M. Akınbingöl ve A.T. Gültekin, **Bina Üretimi Yapım Evresinde Maliyet Planlama ve Denetimine Yönelik Bir Maliyet Yönetim Modeli Önerisi [1]**, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 20, No 4, 499-505, 2005,
18. I.A. Basheer ve M. Hajmeer, **Artificial Neural Networks: Fundamentals, Computing, Design and Application**, Journal of Microbiological Methods 43, pp.3-31,
19. M. Pala, N. Çağlar, M. Elmas, **Yapay Sinir Ağları İle Zemin-Yapı Dinamik Etkileşimi**, International XII. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks - TAINN 2003,
20. M. Ülker ve Ö. Civallek, **Yapay Sinir Ağları İle Eksenel Yüklü Kolonların Burkulma Analizi**, Turkish J. Eng. Env. Sci. 26 (2002), 117-125, TÜBİTAK,

21. A. M. Elazouni, I. A. Nosair, Y.A. Mohieldin ve A. G. Mohamed, **Estimating Resource Requirements at Conceptual Design Stage Using Neural Networks**, Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 11, No. 4, pp. 217-223, October, 1997,
22. S.M.Weiss and C.A. Kulikowski, **Computer Systems That Learn**, San Mateo, CA: Morgan Kaufman, 1991,
23. G.E. Hinton, **How Neural Networks Learn From Experience**, Scientific American, 267 (September), 144-151, 1992,
24. B.D. Ripley, O.E. Barndoff Nielsen, J.L. Jensen ve W.S. Kendall, **Statistical Aspects of Neural Networks, In Networks and Chaos Statistical and Probabilistic Aspects**, eds O.E. Barndoff Nielsen, J.L. Jensen & W.S. Kendall, 105 126, 1993,
25. S. S. Warren, **Neural Networks and Statistical Models**, Proseedings of the Nineteenth Annual SAS Users Group Int. Conf., April, 1994,
26. Hal S. Stern, **Neural Networks in Applide Statistics**, Technometrics, 38, 3, 205 214, 1996,
27. B.D. Ripley, **Pattern Recognition and Neural Networks**, Cambridge University Pres, 1996,
28. S. Wang, **An Adaptive Approach to Market Development Forecasting**, Neural Comput & Applic, 8, 3 8, 1999,
29. R. Yasdi, **Prediction of Road Traffic using a Neural Network Approach**, Neural Comput & Applic, 8, 135 142, 1999,
30. M. Memmedov, H. Eryılmaz, **Yapay Sinir Ağları İle Bazı İstatistiksel Modeller Arasındaki İlişki**, International XII. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks TAINN 2003,
31. G. Peter Zhang, **Time Series Forecasting Using a Hybrid ARIMA and Neural Network Model**, Neurocomputing, 50, 159-175, 2003,
32. Gwang-Hee Kim, Sung-Hoon An ve Kyung-In Kang, **Comparison Of Construction Cost Estimating Models Based On Regression Analysis, Neural Networks And Case-Based Reasoning**, Elsevire, Building and Envirolment, Received 6 January 2004; received in revised form 5 February 2004; accepted 17 February 2004,
33. X. Liu, **An Artifical Neural Network Approach To Assess Project Cost And Time Risks At The Front Of Projects**, yüksek lisans tezi, The University of Calgary, Departmant of Civil Engineering, April, 1998,
34. D. B. Hogan, **Modeling Construction Cost Performance: A Comprehensive Approach Using Statistical, Artifical Neural Network And Simulation Methods**, doktora tezi, Columbia University, Graduate School of Art and Sciences, 1998,
35. I. Siqueira, **Neural Network Based Cost Estimating**, yüksek lisans tezi, Concordia University, The Departmant of Building, Civil and Enviromental Engineering
36. E. Eshword, **Cost Studies of Buildings**
37. Dr. Erdal Balaban, **Proje Yönetim Teknikleri Ders Notları**, 1984

