

# ***BÜTÜNLEŞİK BİR RİSK YÖNETİM KARAR DESTEK SİSTEMİ***

Arif Erdem Arıkan<sup>1</sup>, İrem Dikmen<sup>2</sup>, M. Talat Birgönül<sup>3</sup>

## ***SUMMARY***

It is agreed upon by many researchers that, although risk management is accepted as one of the critical success factors of construction projects, project participants do not have sufficient knowledge pertinent to risk management concept and the number of risk management support tools which facilitate the process is rather low. In order to facilitate risk management activities, decision support tools that will enable risk identification throughout the project life-cycle, risk analysis by generating scenarios and strategy formulation for proactive risk management should be developed. The aim of this study is to introduce a conceptual risk management model and a prototype risk management decision support system which is applicable to construction projects. The proposed decision support system, supports the user at all phases of the risk management process and integrates risk management activities with other project management functions.

## ***ÖZET***

Risk yönetimi, bir çok araştırmacı tarafından inşaat projelerindeki kritik başarı faktörlerinden biri olarak gösterilse de, sektör katılımcılarının risk yönetimi konusunda yeteri kadar bilinçli olmadığı ve risk yönetimini kolaylaştıracak karar destek sistemlerinin bulunmadığı, bu sebeplerle de risk yönetiminin çoğunlukla sistematik olarak uygulanmadığı bilinmektedir. Bu bağlamda, risk yönetim uygulamalarını iyileştirmek amacıyla, inşaat projelerinde yaşam dönemi boyunca ortaya çıkabilecek olan risklerin tanımlandığı, risk senaryolarının kurgulanarak risklerin proje üzerindeki etkilerinin analiz edildiği, proaktif risk yönetim stratejilerinin geliştirildiği karar destek araçlarının oluşturulması hedeflenmelidir. Bu bildirinin amacı, tüm risk yönetim aktivitelerini destekleyen, risk yönetiminin diğer proje yönetim fonksiyonları ile bütünleşmesini sağlayacak kavramsal bir risk yönetim modelinin ve modelin inşaat projelerinde kullanılabilirliğini artıracak bir risk yönetim karar destek sisteminin tanıtılmasıdır.

---

1 Araştırma Görevlisi, O.D.T.Ü., İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06531, Ankara

2 Doç. Dr., O.D.T.Ü., İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06531, Ankara

3 Prof. Dr., O.D.T.Ü., İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06531, Ankara

## 1. GİRİŞ

Risk yönetimi; proje hedeflerinin belirlenip, değişken risk senaryoları altında proje hedeflerinin gerçekleşme olasılığının tespitini ve belirlenen hedeflere ulaşılması amacıyla gerekli risk yönetim ve kontrol stratejilerinin geliştirilmesini kapsayan bir proje yönetim fonksiyonudur. Diğer taraftan, inşaat sektöründe risk yönetiminin oldukça karmaşık bir işlev olduğu hususu ise bilinen bir gerçektir.

İnşaat projelerinin; proje, ülke ve pazardan kaynaklanan pek çok belirsizliği bünyesinde barındırması, inşaat projelerinde risk yönetimi uygulamalarını zorlaştırmış ve işlemin sistematik olarak yürütülebilmesi için, değişen senaryolar altında proje performansının ölçülmesi ve geçmiş proje deneyimlerinin yeni projeler için kullanılması gibi konuları kapsayan risk yönetim karar destek sistemlerinin geliştirilmesini ve kullanımını kaçınılmaz hale getirmiştir. Bu bildiri kapsamında, risk yönetimi alanında literatürde yapılmış çalışmalar detaylı olarak ele alınmış ve geliştirilmekte olan risk yönetimi karar destek sistemi ile ilgili bilgi sunulmuştur.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Risk yönetimi; 1970'li yılların ortalarından itibaren günümüze değin proje yönetimi literatüründe yerini almış olup, halen de güncelliğini korumakta olan bir araştırma konusudur. Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda, risk yönetimi alanında yapılmış olan çalışmaların dört ana kategori altında toplanabileceği gözlemlenmiştir. Bu ana başlıklar; (1) sistematik (formal) risk yönetimi için kavramsal çerçeve ve modellerin geliştirilmesi, (2) risklerin araştırılıp risk yönetim eğilimlerinin ve algılamalarının sorgulanması, (3) belirli projelere risk tanımlama ve analiz tekniklerinin uygulanması ve (4) bütünlük risk yönetim karar destek sistemlerinin geliştirilmesi olarak özetlenebilir. İnşaat sektörü baz alınarak risk yönetimi alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde ise, kavramsal çalışmaların ön plana çıktığı görülmektedir. İnşaat projelerinin pazar, proje ve ülkeden kaynaklanan birçok belirsizliği bünyesinde barındırması, projelerde yer alan katılımcı sayısının çokluğundan dolayı ortaya çıkan risk paylaşım ve yönetim senaryolarının fazlalığı ve risklerin etkilerinin zor tahmin edilebilir olması gibi nedenlerle; inşaat projeleri için risk modellenmesi veya modellerin uygulanması oldukça zordur. Bu nedenlerle araştırmacılar, kavramsal çerçeveler önererek özel risk yönetim yöntemleri geliştirmeye çalışmışlardır.

Hertz ve Thomas [1] tarafından önerilen; risklerin tanımlanmasını, ölçülmesini, değerlendirilip tekrar gözden geçirilmesini içeren yaklaşım, sistematik risk yönetimi çerçevelerinin geliştirilmesi alanındaki ilk çalışmalardan biridir. Benzer şekilde, Hayes ve diğerleri [2], Flanagan ve Norman [3], Raftery [4] ve Edwards [5] gibi birçok araştırmacı; çeşitli risk yönetim yöntemleri geliştirerek, risk yönetimini genel olarak risklerin tanımlanmasını, analiz edilmesini, riske karşı stratejiler geliştirilmesini, risklerin sürekli denetlenmesini ve aksiyon planları için geri bildirim yapılmasını kapsayan bir süreç olarak ele almışlardır. Ayrıca, farklı kuruluşlar inşaat projeleri için risk yönetimi ile ilgili aktivite bazlı (task-based) işlemler önermişlerdir. Avrupa Birliği tarafından desteklenen RISKMAN [6], Chapman [7] tarafından sunulan

PRAM (Project Risk Analysis and Management Methodology), Institution of Civil Engineers (ICE) [8] tarafından geliştirilen RAMP (Risk Analysis and Management for Projects), ve Project Management Institute [9] tarafından sunulan PMBoK gibi kavramsal modellerin amacı, risk yönetim aktivitelerini sistematik hale getirerek, risk yönetiminin diğer proje yönetimi fonksiyonları ile entegrasyonunu sağlamaktır. Bahis konusu risk yönetim modelleri, ortak bir amacı paylaşmakla beraber; model yapıları, detay dereceleri, tanımlanan aşama sayıları ve proje yaşam dönemindeki rolleri itibariyle birbirlerinden ayrılmaktadır. Son yıllarda, kavramsal risk yönetim modellerinin, kritik başarı faktörlerinin tespit edilmesi, bilgi modelleri ve karar destek sistemlerinin desteği ile pratik yaşama uygulanması konusunda da çalışmalar göze çarpmaktadır. Örneğin Tah ve Carr [10], ortak dilin önemini vurgulayıp risk yönetimi işlemi için bir kodlama sistemi ve bilgi modeli geliştirmiştir. Benzer şekilde Jaafari [11], gerçek yaşamı her yönüyle kurgulayıp entegre edebilen karar destek sistemlerinin önemine işaret etmiştir. Bu bağlamda, sistematik risk yönetim modellerinin pratik hayata uygulanması noktasında destek sistemleri yanında, risk tecrübelerinden yeni bilgiler edinilmesini ve yeni stratejiler geliştirilmesini öngören bilgi tabanlı yaklaşımların da göz önünde tutulması gerektiği araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır [12].

Risk literatüründe sistematik risk yönetim modellerinin geliştirilmesi ile ilgili çalışmaların yanı sıra, risk yönetim eğilimlerinin ve algılamalarının sorgulanması konusunda da çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu kategori altında yapılmış olan çalışmalar, değişik tipteki projelerde, proje geliştirme sistemlerinde ve uluslararası pazarlarda ortaya çıkabilecek risklerin belirlenmesini ve bu risklerin proje katılımcıları tarafından nasıl algılandığını tespit etmeyi hedeflemesi nedeniyle, kullanılan araştırma yöntemleri daha çok anket, uzmanlarla görüşme ve vaka analizleri şeklinde yoğunlaşmıştır. Araştırmacılar tarafından kabul edilmiş ortak bir risk sınıflandırması bulunmadığından, değişik amaçlara hizmet eden farklı yaklaşımlar da geliştirilmiştir. Örneğin, Tiong [13] yap-işlet-devret projeleri için riskleri incelemiş ve anket bulgularına göre değerlendirmiştir. Benzer şekilde Kangari [14], anket yöntemi kullanarak Amerikan inşaat sektöründe risk yönetimi algılamaları ve eğilimlerin tespiti ile ilgili detaylı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Simister [15] yaptığı araştırmada, risk yönetiminin faydalarının sektör katılımcıları tarafından nasıl değerlendirildiğini ve değişik risk değerlendirme yöntemlerinin hangi oranda kullanıldığını belirlemeyi amaçlamıştır. Bunun yanı sıra, değişik risk sınıflarının proje başarısı üzerine etkilerinin belirlenmesini hedefleyen araştırmalar da yapılmıştır. Ashley ve Bonner [16] politik risklerin tespiti ve ölçülmesi, Levitt ve diğerleri [17] ise, kültürel risklerin belirlenmesi konusunda çeşitli çalışmalar yapmışlardır.

Kavramsal risk modelleri ve risk yönetimi algılamaları alanında yapılmış çalışmalara ek olarak, çeşitli risk tanımlama ve analiz teknikleri kullanılarak inşaat projelerindeki uygulamaların gösterildiği çok sayıda bilimsel çalışma bulunmaktadır. Ashley ve Bonner [16] etkileşim diyagramlama (influence diagramming) yöntemi ile politik riskleri değerlendirmiş, Han ve Diekmann [18] karşılıklı etki yöntemi (cross impact analysis) ile uluslararası risklerin boyutunu hesaplamış, Choi ve diğerleri [19] ise risklerin değerlendirilmesinde bulanık olay hiyerarşisi (fuzzy event tree) analiz yöntemini kullanmışlardır. Ayrıca literatürde

niteliksel yöntemlerin yanı sıra, olasılık tabanlı teknikler, bulanık küme teorisi ve çok kriterli karar verme teknikleri gibi niceliksel risk analiz yöntemlerinin kullanılarak risklerin etkilerinin hesaplandığı çalışmalar da yerini almıştır. Olasılık teorisinin kullanıldığı risk analiz tekniklerinden, özellikle Monte Carlo Benzetimi pek çok araştırmacı tarafından risklerin büyüklüklerinin hesaplanması amacıyla kullanılmıştır [20], [21], [22], [23]. Bunun yanı sıra, Kangari [24] geliştirdiği bütünleşik bilgi tabanlı uzman sistem modelinde, Peak ve diğerleri [25] ihale teklif fiyatını belirleyen destek sisteminde, Carr ve Tah [26] gibi araştırmacılar da geliştirdikleri proto tip risk değerlendirme yazılımı kapsamında bulanık küme teorisini, risklerin ölçülmesi amacıyla kullanmışlardır. Hastak ve Shaked [27] ise, analitik hiyerarşi işlemi yöntemini (AHP) kullanarak, uluslararası inşaat projelerinde risk analizi uygulaması gerçekleştirmişlerdir.

Gerçekleştirilen literatür taraması sonuçları, risk yönetimi uygulamalarının formal şekilde yapılmasını öngören kavramsal çerçeveler açısından ve inşaat projelerinde risk analiz/yönetim aşamalarını teker teker ele alan model ve yazılımların sayısı bakımından zengin olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra, proje yaşam süreci boyunca risk yönetim aşamalarının tümünü destekleyen ve risk yönetiminin diğer proje yönetim fonksiyonları ile entegrasyonunu sağlayan model ve yazılımlarla ilgili çalışmaların sayısının da oldukça az olduğu görülmektedir. Alesin [28] tarafından geliştirilen Risk Yönetimi Destek Sistemi, Jaafari [11] tarafından tasarlanan IFE (Integrated Facility Engineering), Carr ve Tah [26] tarafından proto tipi tasarlanan risk yönetimi yazılımı bu alandaki az sayıdaki çalışmalara örnek olarak gösterilebilir. Tablo 1’de, risk yönetimini desteklemek için kullanılan bazı yazılımların isimleri, özellikleri ve risk yönetimi uygulamalarının hangi aşamalarında kullanılabileceği gösterilmiştir. Tablo 1’den anlaşılabilir ki, risk yönetiminin değişik aşamalarında kullanılabilen yazılımların sayısının yeterli olmasına karşın, risk yönetimini tümüyle destekleyen karar destek sistemlerinin sayısı oldukça azdır.

Tablo 1: Risk yönetimi yazılımları				
Araç	Üretici	Kullanım Alanları	Kullanılan Yöntem	Desteklenen Risk Yönetim Aşaması
ACE/ RISK	ACE IT	Maliyet/süre analizi ve teknik risk değerlendirmesi	Latin Hypercube örnekleme	Risk analizi
@Risk	Palisade Europe	Proje maliyet/süre tahmini, risk hesaplanması	Monte Carlo Benzetimi	Risk analizi
CRIMS	Expert choice	Tespit edilmiş kriterlere göre alternatif	Analitik Hiyerarşi İşlemi	Risk analizi

		değerlendirmeleri		
Decision Pro	Van guard Software	Senaryo kurgulanması	Monte Carlo Benzetimi, Karar Ağacı Yöntemi	Risk analizi
Crystal Ball	Decisioneering	Proje değişkenlerine göre olasılık tabanlı modelleme, proje maliyet ve süre tahmini ve hesaplanması	Monte Carlo Benzetimi, duyarlılık testi	Risk analizi
iDecide	Decisive tools	Risk değerlendirme	Monte Carlo Benzetimi, etkileşim diyagramlama yöntemi	Risk analizi
Monte Carlo	Primavera	Proje değişkenlerine göre olasılık tabanlı modelleme, değişik planlama yazılımları ile entegrasyon	Monte Carlo Benzetimi	Risk analizi
Precision Tree	Palisade Europe	Karar destek işlemi	Karar Ağacı Yöntemi, etkileşim diyagramlama yöntemi	Risk analizi
Predict! Risk Analyser	Risk Decisions	Olasılık dağılımları ile proje değişkenlerinin modellenmesi, değişik planlama yazılımları ile entegrasyon	Monte Carlo Benzetimi	Risk analizi
Risk+	Proje Gear	MS project programı ile bütünleşik uygulama, olasılık dağılımları ile proje değişkenlerinin modellenmesi, risk hariti	Monte Carlo Benzetimi	Risk analizi
Risk Tools	Carma	Niteliksel risk verileri ile modelleme, senaryo analizi	Bulanık küme yöntemi, neuronets	Risk analizi
OpenPlan Professional	Welcom Software Tech.	Proje bilgi yönetim sistemi ile entegre kullanım	Monte Carlo Benzetimi	Risk analizi ve görüntüleme
Futura	Adlington Associates	Kavramsal modelleme, risk değerlendirme, risk yönetim planlaması		Risk analizi, kontrolü ve planlaması
REMI S	HVR Consulting Services	Her aşamada risk yönetimi karar destek sistemi uygulaması, risk kontrolü ve iş ayrım yapısı entegrasyonu	Monte Carlo Benzetimi	Risk teşhisi, analizi, kontrolü ve görüntüleme
Ris3 RisGen	Line International	Risk teşhisi, risk kayıtlarının oluşturulması	Monte Carlo Benzetimi	Risk teşhisi, analizi, kontrolü ve görüntüleme

### 3. ÖNERİLEN BÜTÜNLEŞİK BİR RİSK YÖNETİMİ MODELİ

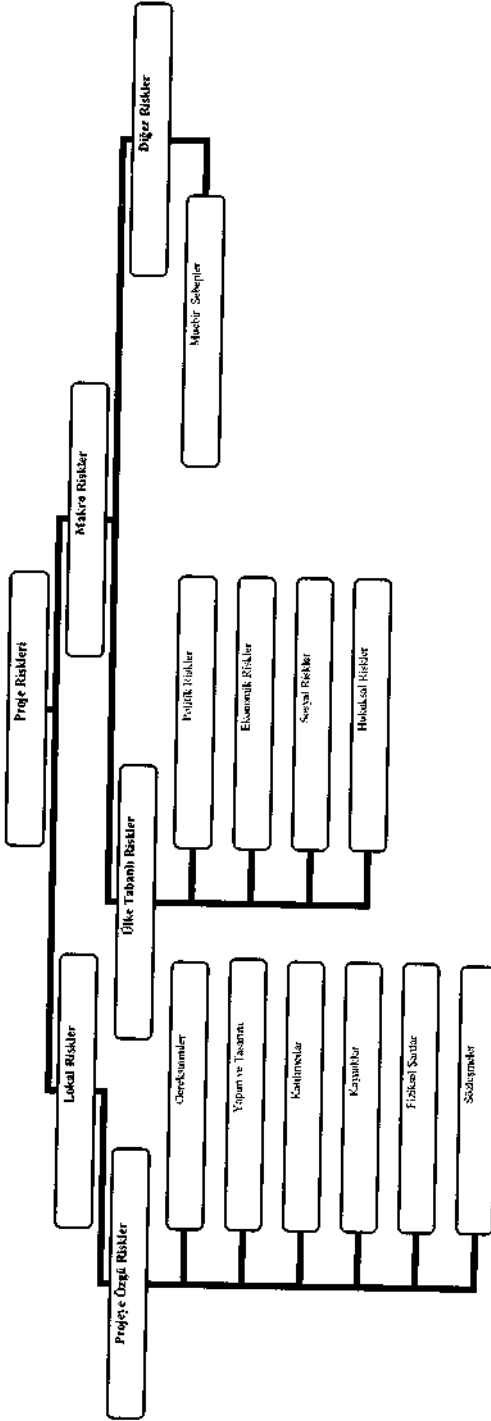
Çeşitli ticari isim ve marka adları altında pazarda yer alan risk yönetim karar destek

sistemleri incelendiğinde, risk yönetimi yaklaşımını her aşamada destekleyen, risk yönetiminin diğer proje yönetim fonksiyonları ile entegrasyonunu sağlayan, ve risk yönetimini salt niceliksel yaklaşımların ötesinde insan ve bilgi tabanlı modeller şeklinde ele alan risk yönetim karar destek sistemlerinin sayısının oldukça az olduğu görülmektedir (Tablo 1). Bu araştırma kapsamında; proje yaşamı süresi boyunca uygulanabilecek, diğer risk yönetim fonksiyonları ile bütünlüklü, matematiksel hesaplamaların yanı sıra kurumsal bellek, proje tecrübesi, risk yönetimi kütüphanesi vb. gibi insan ve bilgi tabanlı yaklaşımları içeren, risk yönetiminin ve kontrolünün stratejik hedefler doğrultusunda uygulanmasına fırsat veren ve gelişmiş bir raporlama özelliğine sahip bir risk yönetim karar destek sistemi modelinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Bu kapsamda; Integrated Risk Management System (IRMS) olarak adlandırılan risk yönetim karar destek sistemi, halen bildirinin yazarları tarafından geliştirilme aşamasındadır. Sistemin hedeflerinden biri, kullanıcıların risklerin tanımlanması aşamasında yönlendirilmesi amacıyla bir risk hiyerarşisinin oluşturulması ve tanımlanan kodlama sistemi ile projedeki riskler için ortak bir anlayış getirilmesidir. IRMS'de riskler, proje tabanlı ve makro riskler olarak ele alınmaktadır. Proje tabanlı risklerin, projeye özgün iş kalemlerini/paketlerini etkilerken, makro risklerin projenin tümünü etkileyebilecek faktörler olduğu varsayımı yapılmaktadır. Kurgulanan hiyerarşik risk yapısı; sözleşme koşulları, projede yer alan taraflar, ülke koşulları, yapım ve tasarım ile ilgili belirsizlikler vb. gibi projelerin başarısını etkileyebilecek risk faktörlerinin sınıflandırılması ile oluşturulmuştur. Kullanılan risk yapısının ilk üç aşaması Şekil 1'de sunulmaktadır.

IRMS modeli içiçe geçen dört farklı bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler risk tanımlama, risk sınıflandırma ve derecelendirme, risk analizi ve kontrolü, ve risk görüntüleme olarak adlandırılmıştır (Şekil 2). IRMS yaklaşımı, projenin belirlenen iş paketlerine bölünmesi ve her bir iş paketi için risklerin yönetilmesi prensibine dayandırıldığı için, hiyerarşik risk yapılandırması ile iş ayırımı yapısı arasında doğrudan bir ilişki kurulmasına fırsat vermekte; ve risk yönetimi ile diğer proje yönetim fonksiyonlarının (planlama vb.) bütünlüklü olmasına olanak tanımaktadır. Risk tanımlama aşaması, risklerin kaynak olarak belirlenmesini içermektedir. Sistem içerisinde risklerin kaynaklarına göre tespit edilmesi, risklerin olay veya sonuç olarak ele alınma olasılığını ortadan kaldırmış ve tutarsız risk tanımlamalarının böylelikle önüne geçilmiştir. Kullanılan hiyerarşik risk yapılandırması esnek olup, kullanıcı tarafından zincirin genişletilmesine olanak tanımaktadır. Bu bölümdaki, risk kartlama yaklaşımı, sözleşme koşullarını esas alarak risklerin sahiplerinin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır. Risk tanımlama aşamasının tamamlanması ile birlikte, risklerin sınıflandırılması ve derecelendirilmesine geçilmektedir. Bu aşamada, iş paketlerini dikkate alarak tespit edilen risklerin sınıflandırılması ve etkilerinin saptanarak risklerin derecelendirilmesi gerçekleştirilmektedir. Bu işlem, iş paketinin kapsadığı tüm riskler için yapıldıktan sonra, iş paketinin risk derecesi

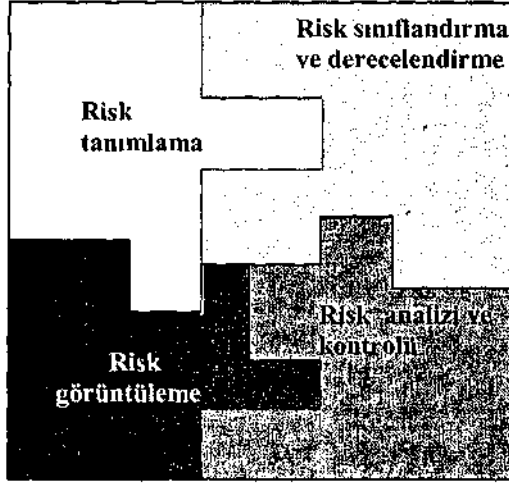
tespit edilmektedir. Risk derecelendirme işlemi, risk kontrol stratejilerinin paralel olarak geliştirilmesine fırsat vermektedir. Model kapsamında, risk kontrol stratejilerini esas alarak, Monte Carlo Benzetimi kullanılmak suretiyle iş paketleri için risk analizi yapılmaktadır. Monte Carlo Benzetimi, pek çok yazılım tarafından analiz yöntemi olarak kullanılmasına karşın, risklerin tanımlama sürecini ve sözleşme koşulları ile risk paylaşım senaryolarını kapsayacak şekilde herhangi bir destek sisteminde kullanılmamıştır. Önerilen IRMS'in temel farklılığı, risk kaynağı-sonucu-kontrol stratejisi zincirinin kurgulanması ve karmaşık senaryoların Monte Carlo Benzetimi ile modellenmesidir. Risk görüntüleme bölümü, risklerin değişen senaryolara karşı ne şekilde davrandığının ve proje boyunca iş paketlerine etkisinin ne olduğunun tespitini kapsamaktadır. Değişen şartlara göre, hangi risk yönetim ve kontrol stratejilerinin uygulanması gerektiği risk görüntülenmesi ile tespit edilir. Değişen senaryo koşulları, gerektiğinde öncül aşamaların tekrar ele alınması ve uygulanmasını gerektirebilir.



Şekil 1: Hiyerarşik Risk Yapısı



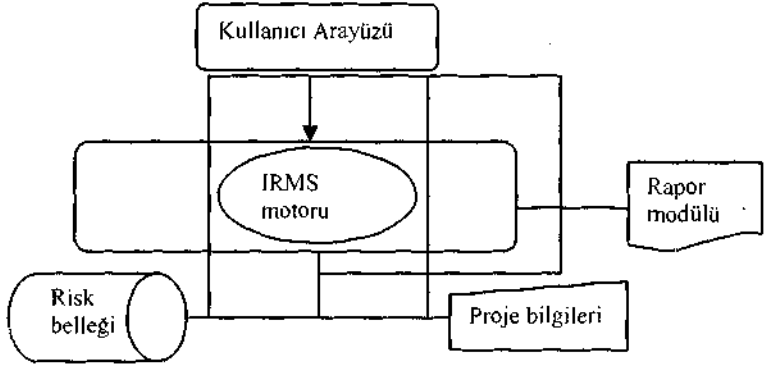
Risk görüntüleme fonksiyonu ile, geri bildirim (feedback) ile edinilen bilgilerden yola çıkılarak yeni yönetim stratejilerinin geliştirilmesi sağlanmaktadır. Bu sebeple, IRMS modeli doğrusal bir yaklaşımdan öte döngüsel bir yaklaşım içermekte olup, her bir fonksiyon ardıl ve öncül fonksiyonlarla etkileşim içerisinde.



Şekil 2: IRMS Risk Yönetim Modeli

IRMS sisteminde, kullanıcıya yukarıda açıklanan dört fonksiyonlu risk yönetimi yaklaşımı esas alınarak, risk yönetimi aktivitelerini tutarlı, hızlı ve verimli bir platformda gerçekleştirme imkanı sunulmaya çalışılmıştır. Geliştirilmekte olan sistemin en önemli özelliklerinden biri bütünlük bir sistem olmasıdır. Sistem, risk yönetiminin tüm aşamalarında kullanıcıya karar verme desteği sağlamaktadır. Özellikle risk tanımlama aşamasında, kullanıcıya verilen risk hiyerarşisini kullanarak her bir iş paketinin maliyetini etkileyecek riskleri belirleyip, kontrol edebilme imkanına sahiptir. Farklı sözleşme koşulları altında, riskin ve beklenen maliyetlerin nasıl değişebileceğinin kullanıcı tarafından izlenebilirliği sağlanmış, risklere karşı kontrol stratejileri geliştirme olanağı yaratılmıştır. Ayrıca, sisteme proje yaşam dönemi boyunca bilgi girişine imkan tanıyan bir bilgi modülü eklenmiş, proje süresince girilen bilgilerin ileride gerçekleştirilecek projelerde kullanılmak üzere kurumsal bellek/bilgi kütüphanesi altında depolanmasına fırsat verilmiştir. Bunun sonucu olarak, kullanıcı yazılımı düzenli olarak kullandığında eski projelere ait bilgiler, yeni projelerde de kullanılabilir ve bu sayede daha tutarlı kararlar verilebilecektir. Sistemin diğer bir özelliği ise, birden fazla kullanıcıya aynı anda bilgi girişi yapabilme olanağının tanınmasıdır. Aynı risk senaryoları için, istenildiğinde, birden fazla kullanıcının risk derecelendirmesi yapması sağlanarak, riskin büyüklüğünün subjektif yargıların ötesinde ortak bir görüş ile belirlenmesi desteklenmiş ve sistemin güvenilirliği artırılmıştır. IRMS raporlama yeteneği yüksek bir sistemdir. Risk kayıt dökümanları, risk haritaları vb. pek çok rapor üretme kapasitesine sahip olan IRMS ile yöneticilere ve proje katılımcılarına

bilginin düzenli iletilmesi mümkün kılınmıştır. Şekil 3' de IRMS sistem yapısı gösterilmektedir.



Şekil 3. IRMS sistem yapısı

#### 4. SONUÇ

İnşaat projelerinde risk yönetimi konusu incelendiğinde; literatürde yer alan çalışmaların, sistematik (formal) risk yönetimi için kavramsal çerçeve ve modellerin geliştirilmesi, risklerin araştırılıp risk yönetim eğilimlerinin ve algılamalarının sorgulanması, belirli projelere risk tanımlama ve analiz tekniklerinin uygulanması ve bütünlük risk yönetim karar destek sistemlerinin geliştirilmesi adı altında dört ana başlıkta toplanabileceği görülmüştür. Gerçekleştirilen literatür taraması, risk yönetimi uygulamalarının formal şekilde yapılmasını öngören kavramsal çerçeveler açısından ve inşaat projelerinde risk analiz/yönetim aşamalarını teker teker ele alan model ve yazılımların sayısı bakımından zengin olduğunu ortaya koymakla beraber; proje yaşam süreci boyunca risk yönetim aşamalarının tümünü destekleyen ve risk yönetiminin diğer proje yönetim fonksiyonları ile entegrasyonunu sağlayan model ve yazılımlarla ilgili çalışmaların sayısının oldukça az olduğu görülmektedir. Bu noktadan hareketle geliştirilen IRMS modeli, tüm risk yönetim aktivitelerini kapsamakta, projenin yaşam dönemi boyunca risklerin tanımlanmasını, analizini ve izlenmesini sağlamakta ve kullanıcılara hazırlanmış yapılar/kodlama sistemleri aracılığıyla yönetim aktivitelerini sistematik olarak izleme olanağı sunmaktadır. Geliştirilmekte olan bu yazılım sayesinde, inşaat şirketleri için çok önemli olan, risk yönetiminin proje yönetiminin diğer fonksiyonları ile (süre ve maliyet planlaması)

entegrasyonu, risklerin izlenmesini kolaylaştırıcı raporların hazırlanabilmesi ve risklerden öğrenme gibi konular için etkin çözümler yaratılması hedeflenmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Hertz, D B ve Thomas, H (1983) Risk analysis and its application. Chichester: John Wiley & Sons.
- [2] Hayes, R W, Perry J G, Thompson P A ve Willmer, S (1986) Risk management in engineering construction. London: Thomas Telford Ltd.
- [3] Flanagan R ve Norman G (1993) Risk management and construction. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- [4] Raftery, J (1994) Risk analysis in project management. London: E&EN Spon.
- [5] Edwards, L (1995) Practical risk management in the construction industry. London: Thomas Telford Publications.
- [6] Carter B, Hancock, T, Morin J ve Robin N (1994) Introducing RISKMAN: The European Project Risk Management Methodology. UK: NCC Blackwell Limited.
- [7] Chapman, C (1997) Project risk analysis and management: PRAM the generic process. International Journal of Project Management, 15(5), 273-281.
- [8] Institution of Civil Engineers (ICE), Faculty and Institute of Actuaries (1998) RAMP: Risk Analysis and Management for Projects. London: Thomas Telford.
- [9] Project Management Institute (PMI) (2000) A guide to the project management body of knowledge (PMBok guide). Newton Square: Project Management Institute.
- [10] Tah, J H M ve Carr, V (2000) Information modeling for construction project risk management system. Engineering, Construction and Architectural Management, 7(2), 107-119.
- [11] Jaafari, A (2001) Management of risks, uncertainties and opportunities on projects: time for a fundamental shift. International Journal of Project Management, 19, 89-101.
- [12] Edwards, P J ve Bowen, P A (1998) Risk and risk management literature in construction: a review and future directions for research. Engineering, Construction and Architectural Management, 5(4), 339-349.
- [13] Tiong, L K (1995) Risks and guarantees in BOT tender. ASCE Journal of Construction Engineering and Management, 121(2), 183-188.
- [14] Kangari, R (1995) Risk management perceptions and trends of U.S. construction. ASCE Journal of Construction Engineering and Management, 121(4), 422-429.
- [15] Simister S J (1994) Usage and benefits of project risk analysis and management. International Journal of Project Management, 12(1), 5-8.
- [16] Ashley, D B ve Bonner J J (1987) Political risk in international construction. ASCE Journal of Construction Engineering and Management, September, 447-467.

- [17] Levitt, R E, Horii, T, Mahalingam, A, Orr, R ve Taylor, J (2004) Understanding and managing the effects of institutional differences in global projects. In: Chinowsky, P and Songer, A (Eds.), Specialty Conference on Leadership and Management in Construction, 24-26 March 2004, Hilton Head, South Carolina, USA, ASCE, 7-25.
- [18] Han, S E ve Diekmann, J E (2001) Making a risk-based bid decision for overseas construction projects. *Construction Management and Economics*, 19, 765-776.
- [19] Choi, H H, Cho H N ve Seo J W (2004) Risk assessment methodology for underground construction projects. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 130(2), 258-272.
- [20] Bennett, J ve Ormerod, R (1984) Simulation applied to construction projects. *Construction Management and Economics*, 2(3), 225-263.
- [21] Tummala, R ve Burchett, J F (1999) Applying a risk management process (RMP) to manage cost risk for an EHV transmission line project. *International Journal of Project Management*, 17(4), 223-235.
- [22] Özdoğan, I D ve Birgönül M T (2000) A decision support framework for project sponsors in the planning stage of build-operate-transfer (BOT) projects. *Construction Management and Economics*, 18(3), 343-353.
- [23] Nasir, D, McCabe, B ve Hartano, L (2003) Evaluating risk in construction-schedule model (ERIC-S): construction schedule risk model. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 129(5), 518- 527.
- [24] Kangari, R (1988) Construction risk management. *Civil Engineering Systems*, 5, 114-120.
- [25] Paek, J H, Lee Y W, ve Ock, J H (1993) Pricing construction risk: Fuzzy set application. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 119(4), 743-756.
- [26] Carr, V ve Tah, J H M (2001) A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system. *Advances in Engineering Software*, 32, 847-857.
- [27] Hastak, M ve Shaked, A (2000) ICRAM-1: Model for international construction risk assessment. *ASCE Journal of Management in Engineering*, 16(1), 59-69.
- [28] Alesin, A (2001) Risk management of international projects in Russia. *International Journal of Project Management*, 19, 207-222.