Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, 26(5), 993-1014, 2020

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi

Pamukkale University Journal of Engineering Sciences

Yazılım projeleri için yapay sinir ağlarına dayalı web tabanlı risk yönetim sisteminin tasarımı ve gerçekleştirilmesi: WEBRISKIT

Design and implementation of web based risk management system based on artificial neural networks for software projects: WEBRISKIT

M. Hanefi CALP[1*], *M. Ali AKCAYOL*[2]

[1]Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
mhcalp@ktu.edu.tr

[2]Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
akcayol@gazi.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 05.08.2019 Düzeltme Tarihi/Revision: 03.09.2019 doi: 10.5505/pajes.2019.29964
Kabul Tarihi/Accepted: 10.09.2019 Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Yazılım sektörü, giderek hayatın her alanında yer almakta ve büyük çapta yazılım projeleri geliştirilmektedir. Bu durum, geliştirilen projelerde çok önemli hatalara ve olumsuz sonuçlara sebep olmaktadır. Dolayısıyla, bu durumu önlemek veya minimuma indirmek için özellikle yazılım risk yönetim faaliyetlerinin başarılı bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Bu çalışmada, yazılım projelerinde yapay zekâya dayalı ve web tabanlı yeni bir risk yönetim süreci tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Çalışmanın amacı, risk faktörlerine göre proje çıktılarında meydana gelebilecek sapmaları yapay sinir ağları (YSA) kullanılarak tahmin etmek, yazılım yaşam döngüsünün ilk evrelerinde karşılaşılabilecek zararları minimize etmek ve böylece kullanıcılar için önleyici bir yaklaşım desteği sunmaktır. Çalışmanın YSA modelini oluşturmak için yazılım mühendisliği alanındaki akademisyenler, uzman ve proje yöneticileriyle öngörüşmeler yapılarak bir kontrol listesi formu oluşturulmuştur. Bu form kullanılarak Teknokent'lerde bulunan yazılım firmalarındaki 774 farklı firmadan gerçek proje verisi toplanmıştır. Oluşturulan YSA modeli, kırkbeş giriş, tek gizli katman (on beş nörona sahip) ve beş çıkışlı (45-15-5) olup; eğitim R oranı 0.9978; test R oranı 0.9935 ve hata oranı ise 0.001'dir. Model, .dll kütüphanesi oluşturularak geliştirilen uygulamaya entegre edilmiştir. Geliştirilen uygulama, farklı alanlardan gerçek proje verileri elde edilerek uzman ve akademisyen (10 kişi) görüşleri alındıktan sonra 4 farklı senaryo üzerinden test edilerek sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, uygulamanın performansının yüksek olduğunu ve söz konusu uygulamalarda YSA kullanımının proje başarısına olumlu katkılar sağladığını açıkça ortaya koymuştur. Ayrıca, yapılan çalışma ile yazılım endüstrisi için yapay zeka tabanlı bir risk yönetim süreci sunan uygulamalara ihtiyaç olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Yazılım projesi, Risk faktörleri, Yapay sinir ağları, Risk yönetimi.

Abstract

The software industry is increasingly involved in every aspect of life and software projects are being developed to a large extent. This situation causes very important faults and negative results in the developed projects. Therefore, in order to prevent or minimize this situation, software risk management activities must be successfully implemented. In this study, a new web-based risk management process based on artificial intelligence in software projects was designed and developed. The purpose of the study is to estimate the deviations that might occur in the project outputs according to the risk factors using artificial neural networks (ANN), to minimize the harm that may be encountered in the first stages of the software life cycle and thus to provide a preventive approach for users. In order to create the ANN model of the study, a checklist form was created by preliminary discussions with academicians, experts and project managers in the software engineering field. By using this form, the actual project data were collected from 774 different companies in the software companies located in Teknokent. The generated ANN model has forty-five entrances, a single hidden layer (with fifteen neurons) and five outlets (with 45-15-5); the education R rate is 0.9978; the test R ratio is 0.9935 and the error rate is 0.001. The model is integrated into the application developed by creating the .dll library. The developed application, real project data from different areas were obtained and after obtaining the opinions of experts and academicians (10 people), 4 different scenarios were tested and results were obtained. The results clearly demonstrate that the performance of the application is high and that the use of ANN in such applications provides positive contributions to the project's success. In addition, it has been found that there is a need for applications that provide an artificial intelligence-based risk management process for the software industry.

Keywords: Software project, Risk factors, Artificial neural networks, Risk management.

1 Giriş

Dünyanın en büyük endüstrilerinden biri yazılım endüstrisidir. Geliştirilen ürünlerin büyüklüğü ve insan yaşamının her alanında yer alması bu endüstrinin önemini daha da arttırmaktadır. Yazılım endüstrisi tarafından üretilen yazılımlar, cep telefonlarımızdan bilgisayarlara, vatandaşlık işlemlerinden sağlık sektörüne, askeriyeden enerjiye hem üretim hem de tüketim alanında kullanılmaktadır. Bu kapsamda akla gelen her alanla ilgili ihtiyaçların karşılanması için de projeler hazırlanmaktadır. Bu projeleri başarıyla gerçekleştirmek için bu konudaki standartların ve belirlenmiş süreçlerin en iyi şekilde uygulanması ve daha önceki projelerdeki hatalardan ders alınması gerekmektedir [1]. Bu durum; planlama, kestirim, risk analizi, izleme ve gözetim, insan kaynakları ve iletişim gibi yönetsel süreçlerin gerçekleştirilmesi ve bunlara destek olarak da belgeleme, kalite yönetimi, konfigürasyon yönetimi, satın alma gibi faaliyetlerin; genel anlamda ise proje yönetim faaliyetlerinin eksiksiz yapılması ile mümkündür [2].

*Yazışılan yazar/Corresponding author

Proje yönetim faaliyetleri; başlama, planlama, yürütme, izleme, denetim ve kapanış işlemlerinden oluşmaktadır. Bu süreçte amaç; birtakım teknik ve yöntemler kullanılarak proje ihtiyaç/gereksinimlerini karşılamaktır. Ayrıca, proje yönetimi personel, zaman, bütçe ve yer gibi kaynakların daha etkili bir şekilde kullanılması yönünde olumlu katkılara sahiptir. Hacmi ve karmaşıklığı ile birlikte, yazılım projelerinin daha belirsiz olması, bu projelerin genellikle daha fazla risk içermesi ve daha fazla maliyete ihtiyaç duymasına sebep olmaktadır. Bu durum ise yazılım projelerinde risk yönetiminin ne kadar zor ve önemli olduğunu göstermektedir. Risk yönetimi, sürpriz etkenini azaltmak için yazılım sektöründe en iyi uygulama olarak kabul edilir. Geleceği tahmin etmek asla mümkün olmamakla birlikte, gelecekte baş gösterebilecek tuzakları görmek ve bu potansiyel sorunların olasılık ya da etkisini en aza indirmek için gereken işlemler risk yönetimi olarak tanımlanabilir. Risk yönetimi, bir endişenin kriz haline gelmeden üstesinden gelinmesidir [3]. Risk yönetimi, risk faktörlerini tespit ederek, bu faktörlerin geliştirilen proje üzerindeki olumsuz etkilerini en düşük seviyeye indirme sürecidir [4]. Risk yönetimi süreci, herhangi bir durum için en uygun faaliyetin seçimi ve tanımlanmasında proje sorumlusuna düzenli bir sistem sağlamaktadır. Kayıpları azaltmanın ötesinde risk yönetimi; para, zaman ve personel gibi kaynakların kazanılmasına yönelik fırsatların belirlenerek kurum veya kuruluş için katkı sağlayacak bir pozisyona dönüşmesini sağlar [5],[6].

IEEE'ye göre, yazılım projelerinde risk faktörlerinin tespit edilme oranı %90 olmasına rağmen, araştırmalarda risklerin belirlenme oranı %50-70 arasındadır. Risk yönetiminin yatırım anlamında katkısı/geri dönüşü ise %700-%2000 gibi bir değer arasındadır. Zaman ve harcanan iş gücü dikkate alındığında, riskler ve oluşabilecek zararlar önceden belirlenmeli ve önem sırası ve oluşma ihtimallerine göre bazı önlemler alınmalıdır [7],[8]. 2004 yılında, Standish Group International tarafından yapılan bir araştırmaya göre, gerçekleştirilen projelerde %53 oranında gecikme olduğu (teslim süresi bakımından), belirlenen maliyette aşma olduğu, %18'inin yarıda bırakıldığı veya kapsam bakımından değiştirildiği ve yalnızca %29'unın zamanında ve bütçeye uygun tamamlandığı görülmüştür. Yazılım projelerinde meydana gelen bütçe aşımı ve gecikmeler daha çok yönetim süreciyle ilgili olduğundan karşılaşılan problemin çözümünde yönetim faaliyetleri incelenmelidir. Dolayısıyla, bu noktada yazılımlarda oluşabilecek risklerin önceden belirlenmesi ve yönetilmesi gerekmektedir [2].

Özetle, gerçekleştirilen yazılım projelerinin başarısıyla ilgili aşağıdaki kuralların önemine dikkat çekilmektedir.

- Risk faktörü, ne kadar erken tespit edilirse, o kadar erken müdahale edilir. Böylece, daha düşük bütçe ile yönetilir,
- Oluşabilecek tehlikeler önceden tahmin edilip kontrol edilerek risk faktörlerin yeniden aktif olması önlenmiş olunur. Böylece, muhtemel birçok olumsuz sonuçtan sakınılmış olunur,
- Optimum düzeyde tanımlanmış risk yönetim süreci için çeşitli risk türleri önceliklendirilmelidir.

Bu çalışmada, geliştirilen model ile nicel tahmin metotlarından olan YSA kullanılarak risk faktörlerine göre yazılım proje çıktılarında meydana gelebilecek sapmaları tahmin etmek, yazılım yaşam döngüsünün ilk evrelerinde karşılaşılabilecek zararları minimize etmek ve böylece kullanıcılar için önleyici bir yaklaşım desteği sunmak amaçlanmıştır. Çalışmanın diğer çalışmalardan farkı; web tabanlı olması, özellikle çok önemli görülen ve girişleri temsil eden risk faktörlerinin çok geniş kapsamlı hazırlanması, farklı alanlarda birçok gerçek proje verisinin kullanılması, tüm alanlarda geliştirilecek olan yazılım projeleri için kolaylıkla kullanılabilmesi ve modelin; proje süresi, maliyeti, personel sayısı, hedefi ve projenin genel başarısı gibi çok önem arzeden konulardaki sapmaları tahmin edebilmesidir.

Çalışmada ikinci bölümde, konuyla ilgili literatür taramasına; üçüncü bölümde, risk yönetim süreçlerine; dördüncü bölümde, deneysel çalışmanın tüm ayrıntılarına yer verilmiştir. Beşinci bölümde ise çalışmadan çıkarılan sonuçlar ortaya konulmuş ve konuyla ilgili birtakım öneriler verilmiştir.

2 İlgili çalışmalar

Literatürde, yazılım risk yönetimi ile ilgili birtakım çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı teknik (yapay zeka, istatistiksel vb.), bir kısmı da araç önermektedir. Bu bölüm, çalışmaların bu türlere göre gruplanarak literatürdeki boşlukların gösterilmesi ve çalışmanın özgün katkısının bu boşluğa referans edilerek vurgulanması amacıyla iki başlık altında verilmiştir.

2.1 Yöntem ve teknik öneren çalışmalar

Elzamly *ve* Hussin, yaptıkları çalışmada farklı risk yönetim tekniklerinin ve yazılım geliştirme projelerindeki farklı yazılım risk faktörlerinin etkisini inceleyen yeni bir madencilik tekniği önermişlerdir. Bu yeni madencilik tekniğinde, bir yazılım projesindeki yazılım risklerini azaltmak ve yönetmek için bulanık çoklu regresyon analiz tekniğini kullanmışlardır. Sonuçlar, yazılım projelerinde karşılaşılan tüm yazılım risklerinin, yazılım proje yöneticisi penceresinden çok önemli olduğunu; buna karşılık yönetim faaliyetlerinin çok zaman aldığını göstermiştir. Ayrıca, risk yönetim faaliyetlerinin yazılım proje başarısının olasılığını arttırdığı sonucuna varmışlardır [9].

Zavvar ve diğ. yazılım geliştirme projelerinde yer alan risk faktörlerini sınıflandırmak için Destek Vektör Makine yöntemini kullanmışlardır. Önerdikleri algoritmayı; SOM (Self Organizing Map-Kendini Düzenleyen Harita), CAR (Classification Accuracy Rate-Sınıflandırma Doğruluk Oranı) ölçümünü temel alan K-Means ve AUC (Area Under Curve-Eğri Altındaki Alan) gibi literatürdeki diğer algoritma ve ölçütler ile karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, önerilen yöntemin CAR ve AUC'e göre daha başarılı olduğunu göstermişlerdir [10].

Hu ve diğ. proje geliştirme sürecinde oluşabilecek riskleri değerlendirmek için YSA ve SVM (Support Vector Machine-Destek Vektör Makine) yaklaşımlarını kullanarak bir model geliştirmişlerdir. Bu modelde, girdi 30 uzmanla öngörüşme yapılarak elde edilen risk faktörleri olup çevresel karmaşıklık riskleri, proje gereksinim karmaşıklığı riskleri, yardım riskleri, takım riskleri, proje yönetim riskleri ve mühendislik riskleri olmak üzere altı boyutta ele alınmıştır. Çıktı ise, projenin nihai çıktısıdır. Veriler, 120 gerçek yazılım projesinden anket yoluyla toplanmıştır. Çalışmada, genetik algoritma ile YSA modeli optimize edilmiştir. Sonuç itibariyle SVM ve YSA modellerin sonuçları karşılaştırılmıştır. Deney sonuçlarına göre, YSA modelinin performansının SVM'ye göre daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır [11].

Zhao ve diğ. yatırım projelerinin risklerini değerlendirmek için dinamik sinir ağlarıyla bir model geliştirmişlerdir. Ağın

ağırlıkları TFN (Triangle Fuzzy Number-Üçgen Bulanık Sayı) ve AHP (Analtytical Hierarchy Process-Analitik Hiyerarşi Süreci) ile belirlenmiştir. Dinamik normalize edilmiş ağırlık vektörünün formülünü, kümeleme ile oluşturmuşlar ve her faktörün son ağırlık vektörü formülize edilmiştir. BP (Back-Propagation-Geriye Yayılım) sinir ağını kullanarak ve parametreleri sinir ağına haritalamak yoluyla, dinamik sinir ağına dayalı daha yararlı bir risk değerlendirme modeli önermişlerdir. Simülasyonla yapılan sonuçlar, bir yatırım projesi için, değerlendirme sırasında ağırlık değişikliklerinin sorunlarıyla daha etkili bir şekilde ilgilenebileceğini ortaya koymuştur [12].

Xu ve diğ. yazılım risklerini değerlendirmek amacıyla bulanık uzman sistem uygulaması geliştirmişlerdir. Uzman sistem kısmındaki kuralların belirlenmesi için NASA uzmanlarından yardım almışlardır. Çalışmada, yazılım geliştirme yaşam döngüsünün çok erken evrelerinde risk değerlendirme yapmak için bir sistem önermişlerdir. NASA'dan elde edilen projeler üzerinde yaptıkları deneylerde özellikle, bulanık mantığın geleneksel yöntemlerin aksine kesin olmayan ve öznel problemleri çözmek için etkili bir yöntem olduğunu göstermişlerdir [13].

Joseph, çalışmasında yazılım proje karakteristiklerine ve diğer faktörlere bağlı olarak riskleri yönetmek için bir makine öğrenme algoritması geliştirilmiştir. Uygulama, yazılım risklerini belirleme ve erkenden azaltarak bir yazılım risk yönetimi sağlamaktadır. Ayrıca, risklerin son sınıflandırma etiketlerini de araştırmışlardır. Rastgele seçilen beş ürün kullanılarak çalışma verileri karşılaştırılmış olup başarılı sonuçlar elde edilmiştir [14].

Gandhi ve arkadaşları, risk yönetiminde proje yöneticisine yardımcı olmak için yazılım geliştirme sürecinde karşılaşılan riskleri belirleyen ve YSA tekniğini kullanarak projenin başarısını veya başarısızlığını öngören bir uygulama geliştirmişlerdir. Tahmin işlemi için, yaygın olan risk faktörleri dikkate alınmış ve geçmiş veriler kullanılmıştır. Riskler belirlendikten sonra, başarı veya başarısızlık olasılığı belirlenmiş ve ilgili yazılım projesi için risk azaltma önerileri sağlanmıştır. Yapılan çalışmanın, proje yöneticilerin risk yönetimi faaliyetlerini verimli bir şekilde yerine getirmelerinde önemli ölçüde yardımcı olduğu ortaya konulmuştur [15].

2.2 Süreç ve strateji öneren çalışmalar

Islam ve diğ. birçok yazılım risk yönetim yaklaşımlarına rağmen, yazılım geliştirme süreci içerisindeyken entegre bir risk yönetimi sağlayan çalışmaların çok az olduğunu öne sürerek; hedef-odaklı (goal-driven) yazılım geliştirme risk yönetim modeli sunmuşlardır. Çalışmada öncelikle direk proje yöneticileri ile görüşerek bir yazılım risk metodolojisi oluşturmuşlardır. Elde edilen sonuçlar, proje yöneticilerinin yazılım geliştirme sürecinde risklerle karşılaştıklarında söz konusu risklerin ortadan kaldırılmasında veya azaltılmasında çok zorlandıklarını, dolayısıyla bu risklerin önceden belirlenerek gerekli önlemlerin alınması gerektiğini ortaya koymuştur [16].

Sehrawat ve diğ. yazılım risk yönetimini; projelerdeki riskleri tanımlama, analiz etme ve kontrol etmek için sistematik bir süreç olarak tanımlamışlardır. Çalışma kapsamında; Risk yönetim faaliyeti hangi sıklıkta yapılmalıdır?, Risk yönetim süreci nedir?, Pratikte risk yönetim süreci nasıl uygulanmalıdır? sorularına cevap aranmıştır. Risk yönetim yaklaşımları, avantajları ve dezavantajlarıyla incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, küçük projelerde daha az personel kullanıldığı ve risk yönetim faaliyetlerinin daha kolay uygulandığı; işletmelerin özellikle projeler büyüdükçe kendi geliştirdiği yönetim stratejisini uyguladıklarını ortaya koymuşlardır [17].

Jaafar ve diğ. yazılım endüstrisindeki araştırmacı ve katılımcılar tarafından başarı olasılığı daha yüksek yazılım projeleri geliştirmek için literatürdeki farklı yazılım risk yönetim süreçlerini, profesyonel standartları ve özel teknikleri sunmuşlardır. Sözkonusu süreç, standart ve uygulamaları değerlendirerek en etkili risk yönetim süreçlerini ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak, kesin olarak belirlenmiş herhangi bir model olmadığını, her yazılım projesinin kendine özgü özellikleri olduğundan proje bazlı uygun yönetim stratejilerinin belirlenip uygulanması gerektiğini ve hangi strateji belirlenirse belirlensin risk yönetim faaliyetlerinin erken safhalardan başlanması gerektiğini ortaya koymuşlardır [18].

Khatavakhotan ve Ow, bir doğrulayıcı çekirdek gibi gömülü denetim bileşeninin özelliklerini kullanan bir yazılım risk yönetimi modelini önermişlerdir. Model, risk tanımlama, ölçme, analiz, azaltma ve olasılık planı olmak üzere dört temel evreyi içermektedir. Modeli değerlendirmek için, bir endüstriyel tasarım şirketinin müşteri ilişkileri yönetim sistemini kullanarak durum çalışması yapılmıştır. Önerilen modelin kullanımı şu sonuçları sağlamıştır; daha doğru risk sınıflama, belirlenen plandan sapma oranını daha net tanımlama, risk faktörleri değişikliklerine adapte olma ve sonuçları daha iyi değerlendirme ve son olarak; azaltma ve acil durum planının uygulanmasında, dinamik doğrulayıcı çekirdek başarıyla ihmal hatalarını ortaya çıkarabilmekte ve aynı zamanda sonuçlarını azaltmak veya hafifletmek için yardımcı olabilmektedir. Önerilen modelin beklenmedik risklerin azaltılmasında etkili olduğu kanıtlanmıştır. Bu durumun yazılım projelerinin başarı oranlarını arttıracağı belirtilmiştir [19].

Roy ve Dasgupta, çalışmalarında geliştirme sürecinin ilk evrelerinde risklerin tanımlanmasında yardımcı olan yazılım geliştirme yaşam döngüsünün her bir geliştirme evresindeki anahtar risk faktörlerini belirleme üzerine araştırma yapmışlardır. Araştırmacılar, çeşitli modelleri uygulamış ve yazılım geliştirme yaşam döngüsü içerisinde risklerin etkilerini analiz etmişlerdir. Sonuç olarak, bu süreçte kullanılan araçların tam manasıyla gereksinimleri karşılamadığını ve geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir [20].

Teklemariam ve Mnkandla, risk yönetim uygulamaları ile proje başarısı arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için Etiyopya'da bir yazılım proje risk yönetim uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucu, yazılım risk yönetimi uygulamalarının çok düşük oranda uygulandığı tespit edilmiştir. Ayrıca, genel olarak risk yönetim uygulamalarından olan risk tanımlama, risk azaltma veya risk yanıt planlarının proje yöneticileri tarafından uygulanmadığı; proje sürecinde herhangi bir risk ile karşılaşıldığı durumlarda birtakım eylem planlarının geliştirilerek icra edildiği görülmüştür [21].

Tavares ve diğ. Scrum yazılım projelerinde risk yönetimini analiz etmek için nitel bir yaklaşım kullanarak yapılan bir araştırmanın sonuçlarını sunmuşlardır. Araştırmacılar, risk yönetiminin sürekli bir geribildirim döngüsü içerisinde uygulanması gerektiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, Scrum projelerinin yüksek riskli olanlar için bile planlama düzeyinin yüksek olması gerekmediğini ortaya koymuşlardır. Araştırma,

Scrum'daki risk yönetiminin geleneksel yaklaşımlardaki uygulamalardan farklı yapıldığını doğrulamıştır [22].

Sundararajan ve diğ. çalışmanın birincil odak noktası olarak, coğrafi bölgeler, kültürler ve tedarikçiler arasında dağıtılan ekiplerin bilgi sistemlerinin bakımıyla ilgili risklerin araştırılmasını belirlemişlerdir. Araştırmada, programda yer alan riskleri, risk çözme tekniklerini, alınan dersleri ve benimsenen en iyi uygulamalar incelenmiştir. Bulgular, yazılım bakım projelerini başlatma, geçiş yapma ve yönetme konusundaki güçlükleri anlama ve bunlara cevap verme konusunda yararlı bilgiler sağlamaktadır [23].

Literatürde yapılmış çalışmalar incelendiğinde, konuyla ilgili birçok çalışma yapıldığı ancak genel olarak toplanan verilerin kısıtlı olduğu, bir kısmının gerçek veriler kullanmadığı, risk yönetim sürecinden ziyade risk analiz veya değerlendirmesi amaçlandığı, belirlenen risk faktörlerinin belirli bir endüstriye göre belirlendiği ve çeşit-kapsam bakımından kısıtlı olduğu, küçük çapta masaüstü uygulamaların geliştirildiği görülmüştür. Bu çalışma, tüm bu eksiklik veya boşluklar dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

3 Risk yönetim süreci

Bu bölümde, literatürde var olan risk yönetim süreçlerine yer verilmiştir. Böylece, web tabanlı bir risk yönetim süreci olarak geliştirilen çalışmanın hangi zemin üstüne oturtulduğu net bir şekilde ortaya konulmuştur. Bu kapsamda, çalışma Risk Yönetim Süreci adımları olan "Tanımlama, Analiz, Planlama, Kontrol ve İzleme" başlıkları altında geliştirilmiştir.

Risk yönetimi (ISO/IEC Standard 16085:2006), uygulanacak risk yönetim sürecinin içerik ve kapsamının oluşturulmasını, risk yönetim tekniklerinin belirlenmesini ve işleme sokulmasını, risk tanımlama, analiz ve izleme sürecinin sürekli tekrar edilmesini amaçlamaktadır. Risk yönetim sürecinin etkin ve başarılı bir şekilde sonuçlanması, şu faaliyetlerin gerçekleştirilmesine bağlıdır;

a) Kapsamın belirlenmesi,
b) Stratejilerin belirlenmesi ve uygulanması,
c) Risk faktörlerinin proje süreci boyunca belirlenmesi,
d) Risk faktörlerinin analizinde ve değerlendirilmesinde kullanılacak kaynak/lar için önceliklendirme yapılması,
e) Anlık risk durumunda oluşan yeni gelişmelerin ve risk analiz/inceleme adımlarının belirlenmesi, bu adımların gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi için risk ölçüm stratejilerinin belirlenmesi ve
f) Risk faktörlerinin proje üzerindeki olumsuz etkilerini revize etmek veya bu etkiden sakınmak için riskin en uygun düzeyde analiz edilmesi [24],[25].

Tablo 1'de, konu kapsamında, araştırmacılar tarafından farklı tanımlanan risk yönetim süreçlerinin bazılarına yer verilmiştir.

Tablo 2'de ise araştırmacıların önerdiği risk yönetim sürecinin adımları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Sonuç olarak, risk yönetim sürecine göre; gerçekleştirilecek adımlara, sürece katılan personellere, sürecin girdilerine ve çıktılarına Tablo 3'te yer verilmiştir. Tablo 3, risk yönetim süreci konusunda daha geniş bir perspektif ve daha kolay bir analiz imkânı sunması bakımından önemli görülmektedir.

Tablo 1. Risk yönetim süreçleri [25].
Table 1. Risk management processes.

Yöntem	Sürecin Adımları
Wiegers (1998) [26]	- Oluşması Muhtemel Risk ve Sorunların Belirlenmesi - Risk ve Sorunların Çıkarabileceği Alanların Belirlenmesi - Risk ve Sorunların Ortadan Kaldırılması
ISO/IEC Standard 16085:2006 [27]	- Uygulanacak Risk Yönetim Sürecinin Kapsamının Belirlenmesi - Risk Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi ve İşleme Koyulması/Uygulanması - Risk Faktörlerinin Süreç İçerisinde Sürekli Tanımlanması - Risk Faktörlerinin Analiz Edilmesi - Risk Faktörlerinin İncelenmesi - Risk Faktörlerinin İzlenmesi
Barry W. Boehm [28]	- Risk Faktörlerinin Değerlendirilmesi (Belirleme, Çözümleme/Analiz ve Önceliklendirme) - Risk Faktörlerinin Kontrolü (Planlama, Analiz ve İzleme)
Richard Fairly [29]	- Risk Tanımlama - Risk Etkilerini Analiz Etme - Risk Faktörlerini Azaltmak veya Yok Etmek için Strateji Belirleme - Risk İzleme - Acil Durum Planını Uygulama (İhtiyaç Halinde) - Kriz Yönetimini Uygulamak (Acil Durum Planının Yetersiz Kalması Halinde) - Krizden Kaçınma/kurtulma
Chittister ve Haimes [30]	- Fonksiyonel Analiz *(İhtiyaç, Ürün, Süreç, İnsan, Yönetim)* - Kaynak-Temelli Analiz *(Donanım, Yazılım, Organizasyon)* - Zamana Bağlı Analiz *(Yazılım Süreçlerini Kapsayan)*
Rockwell (1995) [31]	- Risk Faktörlerini Belirleme - Risk Özelliklerini Analiz Etme - Önceliklendirme - Planlama - İzleme/Kontrol - İletişim Kurma
Genel olarak [32]-[35]	- Tanımlama - Analiz - Planlama - Kontrol - İzleme

Tablo 2. Risk yönetim süreçlerinin karşılaştırmalı durumu (K:Kısmen).

Table 2. Comparative status of risk management processes (K: Partially).

Süreç Adımları	[36]	[37]	[38]	[39]	[40]	[41]	[42]	[43]	[44]
Yönetimin Planlanması		√		√		√	√	√	√
Tanımlama	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Nitel analiz	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Nicel analiz	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Sonuçların Planlaması	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Analiz	√	√	√	√	√	√	√	√	√
İzleme ve Kontrol	√	√	√	√	√	√	K	√	√
Raporlama			K		K	√	K		K
Öğrenme					K	K	K		K

Tablo 3. Risk yönetim sürecinin ayrıntılı analizi [25].

Table 3. Detailed analysis of the risk management process.

Risk Yönetim Süreç Adımları	Uygulanan Teknik	Sürece Katılan Personel	Girdi	Çıktı
Risk Tanımlama	Beyin Fırtınası, Öngörüşmeler, Senaryo Analizi, Prototip Modelleme, Simülasyon, Kontrol Listeleri, Uzman Görüşmeleri, Akış Şemaları	Proje Yöneticisi, Risk Yönetim Ekibi, Takım Üyeleri, Ekip Harici Konu Uzmanları, Müşteriler, Risk Yönetim Uzmanları, Paydaşlar	Hedefler, Kaynaklar, Zaman Cetveli, Bütçe, Risk Yönetimi Uygulama Esasları, Risk Kontrol Listeleri, Önceki Projelerden Öğrenilen Dersler	Risk Listesi
Risk Analizi	Metrikler, Karar Ağaçları, Senaryo Analizleri	Proje Takım Üyeleri, Risk Yönetim Ekibi, Proje Yöneticisi, Diğer Proje Yöneticileri, Uzmanlar	Risk Listesi	Önceliklendirilmiş Risk Senaryoları
Risk Planlama	Akış Şemaları İşbirlikçi çalışma Strateji Tanımlama	Proje Yöneticisi, Risk Yönetim Ekibi, Risk Yönetimi Uzmanları	Risk Listesi, Analiz Sonuçları, Ön Planlar,	Strateji, Seçenek ve Eylem Planları
Risk Kontrolü	Risk Kabulü Riskten Kaçınma Riskin Azaltılması Riskin Transferi	Proje Yöneticisi	Kısmen Önceliklendirilmiş Risk Senaryoları	Seçilmiş Riskler için Kontrol Faaliyetleri, Risk İzleme Ölçekleri
Risk İzleme	İzleme ve Değerlendirme	Proje Yöneticisi	Risk İzleme Ölçekleri, Risk Yönetimi Uygulama Esasları, Hedef Nitelikleri, Analiz Grafiği	Durum Raporları

4 Deneysel metot: WEBRISKIT

Bu çalışmada, yazılım süreçlerinde oluşabilecek risklerin tanımlanması, analizi, planlanması, kontrolü ve izlenmesi faaliyetlerini gerçekleştirebilen web tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem ile yazılım risklerinin meydana gelmeden önlenmesi anlamına gelen proaktif (önleyici) risk stratejisi uygulanmış olacaktır. Sistemin önemli görülen özellikleri genel olarak şu şekilde özetlenmiştir;

- Web tabanlı olması,
- Yapay zekâ tekniğinin kullanılması,
- İlgili yazılım projesinin maliyet, takvim, büyüklük ve işgücü gibi değerlerinde oluşabilecek risklerin tanımlanması ve tespit edilebilmesi,
- Projenin riskleri ve geleceği ile ilgili tahmin ve önerilerde bulunabilmesi,
- Veritabanı aracılığıyla verilerin kayıt altına alınabilmesi ve güncelleme yapılabilmesi,
- Proje risklerini süreç içerisinde takip edebilmesi,
- Proje yöneticisini veya ilgili sorumluyu e-posta yoluyla bilgilendirmesi,
- Geçmişte yapılmış projeler ışığı altında karar verebilmesi,
- Projenin ilerleyişini kontrol edebilme ve teslimat tarihleri, kaynakların durumu, müşteri müdahalesi gibi durumlarda yeniden düzenleme yapabilmesi,
- Tüm iş ve işlemlerin raporlanabilmesi.

Risk yönetim süreci dikkate alındığında, çalışma (WEBRISKIT) literatürde var olan diğer sistemlerle özellikleri bakımından karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'te belirtilen özellikler, risk yönetim araçlarının her biri tek tek incelenerek elde edilmiştir

Tablo 4 incelendiğinde, WEBRISKIT sisteminin var olan diğer risk yönetim araçlarının eksik yanlarını tamamlayıcı bir araç olarak geliştirildiği görülmektedir.

Tablo 4. WEBRISKIT ile diğer risk yönetim araçlarının karşılaştırmalı gösterimi.

Table 4. Comparative representation of WEBRISKIT and other risk management tools.

ÖZELLİKLER	DİĞER ARAÇLAR								**WEBRISKIT**
	RIS3 RISGEN	REMIS	STRA	RISK-DATABASE	METRIX	ARMOR	@RISK	RISK+	
Risk tanımlama	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Risk tahmin etme	-	-	+	-	+	+	+	-	+
Risk önceliklendirme	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Senaryo kurgulaması	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Risk analizi	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Risk planlaması	+	+	-	-	-	-	-	-	+
Risk kontrolü	+	+	-	-	-	+	-	-	+
Risk izleme	-	-	-	-	+	-	-	+	+
Karar destek işlemi	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Grafik desteği	-	-	-	-	+	-	+	+	+
Veritabanı kullanımı, kayıt oluşturma	+	-	-	+	-	+	-	-	+
Riskler hakkında öneri sağlaması	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Aynı anda birden fazla proje analiz desteği	-	-	-	-	-	-	-	-	+
İstenilen alanda yazılım proje analiz desteği	-	-	-	+	-	-	+	+	+
MS Project ile bütünleşik uygulama	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Kullanılan Yöntem	Monte Carlo	Monte Carlo	Kritiklik Değerlendirmesi	Gant Şeması	Nicel ve Akıllı Sıfırlama Risk Değerlendirmesi	Monte Carlo	Monte Carlo	Monte Carlo	Yapay Sinir Ağı

4.1 Yöntem ve teknikler

Çalışmanın ilk evresinde, geliştirilen sistemin tahmin modülünü oluşturmak için alanla ilgili uzmanlarla görüşülüp beyin fırtınası yapılarak kontrol listesi formu hazırlanmıştır (Ek A). Söz konusu form, üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, yazılım projelerinin; proje alanı, pozisyonu, proje süresi, proje bütçesi ve personel sayısı bilgilerine; ikinci bölümde, proje süresinde, bütçesinde, personel sayısında ve hedeflerde sapmalar olup olmadığına, aynı zamanda projenin genel olarak amacının başarıyla gerçekleşip gerçekleşmediğine; son olarak üçüncü bölümde ise sekiz ana başlık altında toplanan ve 5'li likert yöntemiyle risk düzeyleri ve oluşma sıklıkları sorgulanan 40 adet risk faktörüne yer verilmiştir.

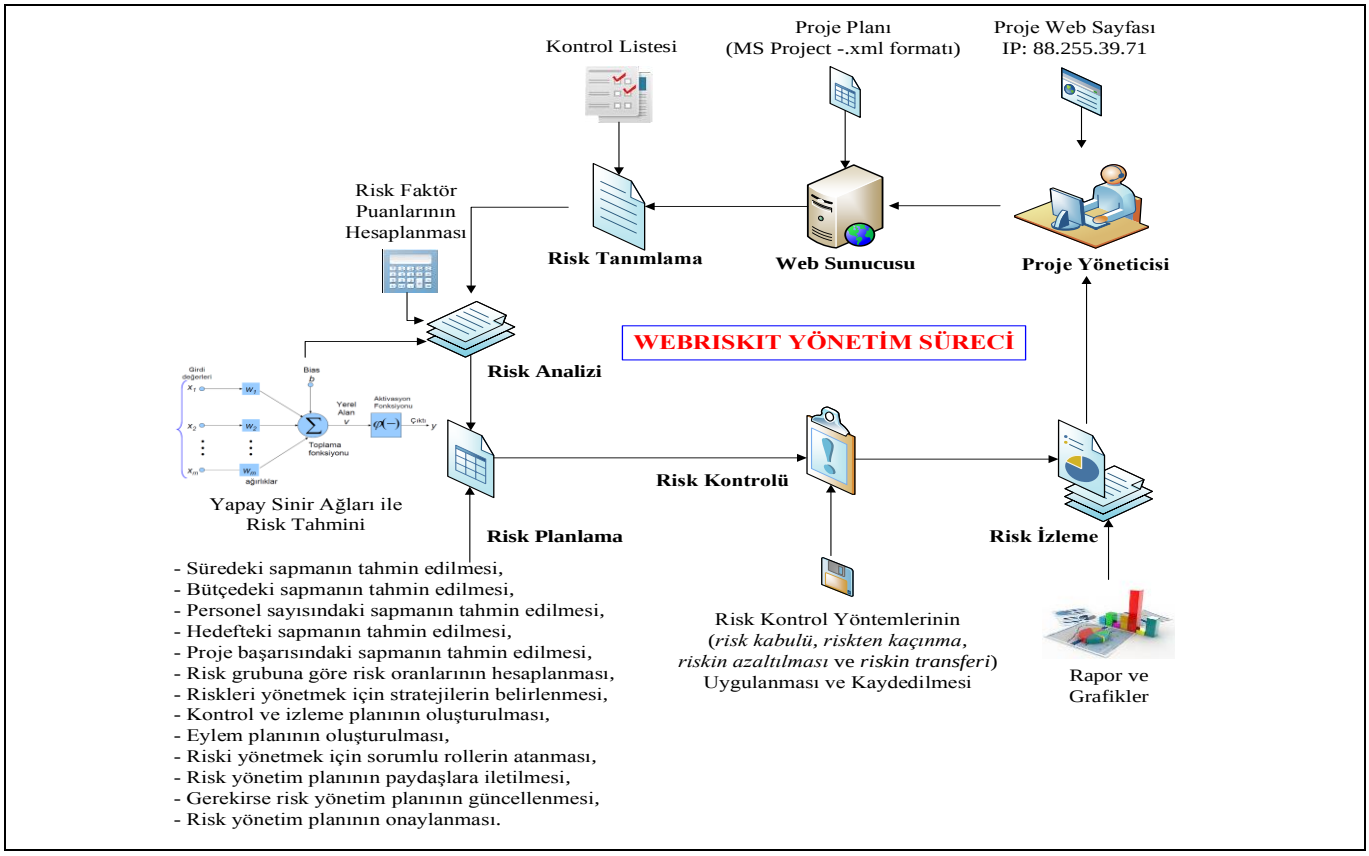
Hazırlanan kontrol listesi formuna göre, yapılan çalışmanın YSA kısmını oluşturan giriş ve çıkış maddeleri tespit edilmiştir. Çalışmanın YSA bölümünün girişlerini; ilk bölümde yer alan 5 madde ve son bölümde yer alan 40 adet risk faktörü; çıkışlarını ise (5 adet), proje süresindeki, bütçesindeki, hedeflerdeki, personel sayısındaki ve proje başarısındaki sapmalar oluşturmaktadır. Giriş ve çıkışlar belirlendikten sonra, verilerin elde edilmesi için, Ankara ilinde yer alan Gazi Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, ODTÜ ve Ankara Üniversitesi'ne ait Teknokentlerin yazılım projesi gerçekleştiren firmalarına başvurulmuştur. Bu süreçte, 774 farklı firmadan toplamda toplamda 467 adet gerçek proje verisi toplanmıştır. Daha sonra veriler, farklı oranlarda (%70-%30, %75-%25, %80-%20) ve rastgele alınarak eğitim ve test kümesi oluşturulmuştur. En iyi sonuçların elde edilmesi nedeniyle, verilerin %70'i eğitim seti, %30'u ise test seti olarak belirlenmiştir. En iyi ağ modeli; normalize yöntemi "min_maks", aktivasyon fonksiyonu; gizli katmanda "tansig", çıktı katmanında ise "purelin", eğitim fonksiyonu "trainscg" ve performans fonksiyonu ise "Hataların Kareleri Ortalaması" seçilerek elde edilmiştir.

Sistemin tahmin sürecini gerçekleştiren YSA modeli MATLAB programı ile oluşturulmuştur. Oluşturulan YSA modeli; 19 sn. sürede, 282 iterasyon ile ve "traingd" öğrenme fonksiyonu ile kırk beş giriş, tek gizli katman (on beş nörona sahip) ve beş çıkışlı (45-15-5) olup eğitim R oranı 0.9978; test R oranı 0.9935 ve hata oranı ise 0.001'dir. Model oluşturulduktan ve doğruluğu test edildikten sonra, .dll kütüphanesi oluşturulmuş ve web tabanlı sisteme (WEBRISKIT) entegre edilmiştir. WEBRISKIT, Microsoft Visual Studio; veritabanı ise Microsft SQL Server kullanılarak geliştirilmiştir. Tüm veriler, veritabanında saklanmakta ve güncellenmektedir. Geliştirilen sistemin performansı, devlet ve özel kurumlardan elde edilmiş gerçek yazılım projeleri üzerinde test edilmiştir.

4.2 Geliştirilen Web tabanlı yazılım risk yönetim sistemi: WEBRISKIT

Bu bölüm, Tablo 1'de verilen risk yönetimi süreçleri içerisinde genel olarak kabul gören risk tanımlama, risk analizi, risk planlama, risk kontrolü ve risk izleme çerçevesinde adım adım açıklanmıştır. Geliştirilen sistemin genel yönetim süreci Şekil 1'de verilmiştir.

Öncelikle, MATLAB programı kullanılarak projedeki sapmaları tahmin etmek için elde edilen sinir ağı modelinin, geliştirilen web sisteminden çağrılarak kullanılabilmesi için «.dll» kütüphanesi oluşturulmuş ve sisteme gömülmüştür. Bu sürecin Tahmin Fonksiyonu ve Net kod parçası aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. WEBRISKIT sistemi.

Figure 1. WEBRISKIT system.

MATLBAB programı ile hazırlanan tahmin fonksiyonunun pseudo kodu.

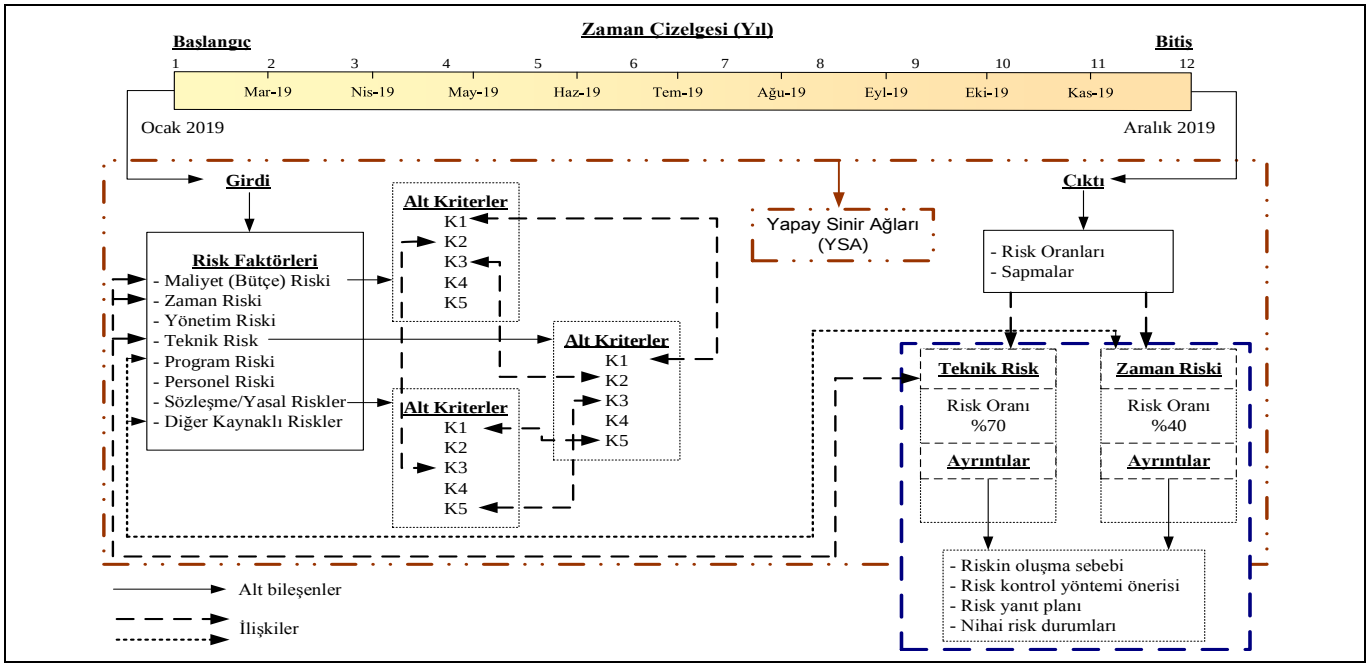
```
function [ cikis ] = PY_Tahmin_Fonksiyonu(giris)
load C:\PY_TahminNet\net.mat;
x1=mapminmax('apply',giris,network11.inputs{1,1}.proces
sSettings{1});
y1 = tansig(network11.IW{1} * x1 + network11.b{1});
y2 = purelin(network11.LW{2} * y1 + network11.b{2});
annoutput=mapminmax('reverse',y2,network11.outputs{1,
2}.processSettings{1});
cikis=annoutput;
end
```

.Net programı ile tahmin fonksiyonunun çalıştırılması için gerekli pseudo kodu.

```
PY_Tahmin_Class asd = new PY_Tahmin_Class();
 double[,] giris = new double[45, 1];
   for (int i=0;i<45;i++)
     {       giris[i,0]= 0;      }
        MWNumericArray matgiris = giris;
```

Daha sonra, önerilen sistemin arayüz kısmı tasarlanmıştır. Tasarlanan arayüzde, kullanıcı tarafından; projenin numarası, proje adı, proje sahibi, müşteri bilgisi, proje sahası, proje alanı, proje teslim yeri ve şartları, ödeme koşulları, sözleşme bedeli, başlangıç ve bitiş tarihleri, personel sayısı ve personelin pozisyonu gibi genel proje verileri girilmektedir. Veriler girildikten sonra, analizi yapılacak olan yazılım projesinin MS Project programında kayıtlı proje iş paketleri dosyası, analiz sürecinin başında bir defaya mahsus olmak üzere ".xml" uzantılı olarak kaydedilmekte ve geliştirilen sisteme yüklenmektedir. Yüklenen bu proje verileri sistemde bir çizelge halinde görüntülenebilmekte ve analize hazır bir formatta kullanılabilmektedir. Aktarılan proje verileri üzerinden sistem; oluşabilecek riskli faktörleri, risk düzeylerini ve genel proje risk durumunu hesaplamakta, daha sonra YSA metodu kullanılarak (önceki veriler veya kontrol listelerinden elde edilen veriler ışığı altında) proje süresindeki, bütçesindeki, personel sayısındaki, hedeflerdeki ve proje başarısındaki sapmaları tahmin etmektedir. Devam eden projelerde, projenin herhangi bir zaman diliminde girilen değerlere göre tekrar aynı hesaplama ve tahmin süreci işlemektedir.

Analizden sonra riskler ile ilgili ayrıntılı planlamalar gerçekleştirilmekte ve sistem tarafından proje yöneticisinin onayına sunulmaktadır. Planlama sürecinden sonra riskli görülen faktörler için risk kontrol yöntemi belirlenmekte, kullanıcıya ayrıntılı bilgi ve öneriler sunulmakta ve tüm bu bilgiler sunucuya kaydedilmektedir. Son olarak, söz konusu risk faktörlerini kontrol altına almak ve yönetim sürecini etkili bir şekilde yapabilmek için risk izleme ve değerlendirme faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Geliştirilen uygulamanın risk yönetim süreci, örnek bir zaman çizelgesi üzerinden Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Sistemin işleyişini gösteren örnek bir şekil.

Figure 2. An exemplary figure showing the operation of the system.

4.2.1 Risk tanımlama

Geleneksel risk tanımlama yöntemine göre proje yöneticisi veya yetkilisi, proje ile ilgili oluşabilecek risk faktörlerin tümünü kendi tecrübesi veya uzmanlar yardımıyla tek tek belirlemekte ve ona göre analizini yapmaktadır. Ancak, geliştirilen sistemde, öncelikle literatürde rastlanılan ve bilim adamlarının önerdiği risk faktörleri masaya yatırılmıştır.

Söz konusu risk faktörleri; literatür taraması, uzmanlarla yapılan görüşmeler, daha önceki başarısız projelerden elde edilen tecrübeler, müşteriler, projede görevli personelin katılımı ile elde edilen bilgiler ve kontrol listeleri kullanılarak Zaman Riskleri (ZR), Bütçe Riskleri (BR), Yönetim Riskleri (YR), Teknik Riskler (TR), Planlama ve Program Riskleri (PPR), Sözleşme ve Yasal Riskler (SYR), Personel Riskleri (PR) ve Diğer Kaynaklı Riskler (DKR) olmak üzere sekiz (8) başlık altında toplanmıştır. Her bir risk grubu altında ise ilgili grupta oluşabilecek risk faktörlerini kapsayacak şekilde beş (5) adet risk faktörü belirlenmiştir. Kullanıcı, belirlenen bu risk faktörleri ile iş paketlerinin çıktılarını/başarı kriterlerini dilsel terimlerle (Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek) ilişkilendirmektedir. Bu dilsel terimler, kişiden kişiye farklılık göstermesi gerçeği dikkate alınarak araştırma grubu ve akademisyenlerle görüşmeler sonucunda sistemi en az etkileyecek şekilde belirlenmiştir. Dilsel terimler, risk faktörün etki değerini oluşturmaktadır. Her bir risk faktörün oluşma olasılık değerleri ise kontrol listesinden toplanan verilerden elde edilmiştir. Böylece, risk tanımlama faaliyeti gerçekleştirilmiş olmaktadır.

4.2.2 Risk analizi

Bu süreçte, risk faktörlerinin her biri risk tanımlama kısmında yapılan ilişkilendirme sonucu her bir tanımlı risk faktörünün etkileri ve olasılıkları dikkate alınarak risk puanları hesaplanmakta ve bu riskler bağımsız bir şekilde değerlendirilerek analiz edilmektedir. Daha sonra riskler önceliklendirilmekte ve en öncelikli risk listesi oluşturulmaktadır. Risk önceliklendirilmesinde, daha riskli faktörler fayda kayıpları ve risklerin oluşma olasılıklarına göre belirlenmiştir. Tespit edilen risklerin kolaylıkla analizine ve yönetilmelerine imkân sağlamak için, kaynaklarına göre gruplandırılarak başlıklar halinde belirlenmiştir. Ayrıca takip edilmelerinde kolaylık sağlamak için de risklere numara verilmiştir (ZR1(Zaman Riski -1), BR2(Bütçe Riski-2) gibi). Elde edilen sonuçlara göre de risk kontrol eylemleri planlanmaktadır. Hesaplama sonucu ortaya çıkan puanlar, aynı zamanda YSA'nın girişlerini oluşturmaktadır. Girilen seçeneklere göre ilgili risk faktörleri ve bu risk faktörlerin çıktılarının puanları tüm ayrıntılarıyla şu şekilde hesaplanmaktadır.

Risk Faktörü İçin Hesaplama:

P_{RF}; Risk Faktörü Puanı,

$İD_{RF}$; Risk Faktörünün İlişki Düzeyi (1-5 arası bir değer alır. Örn: Çok yüksek: 5),

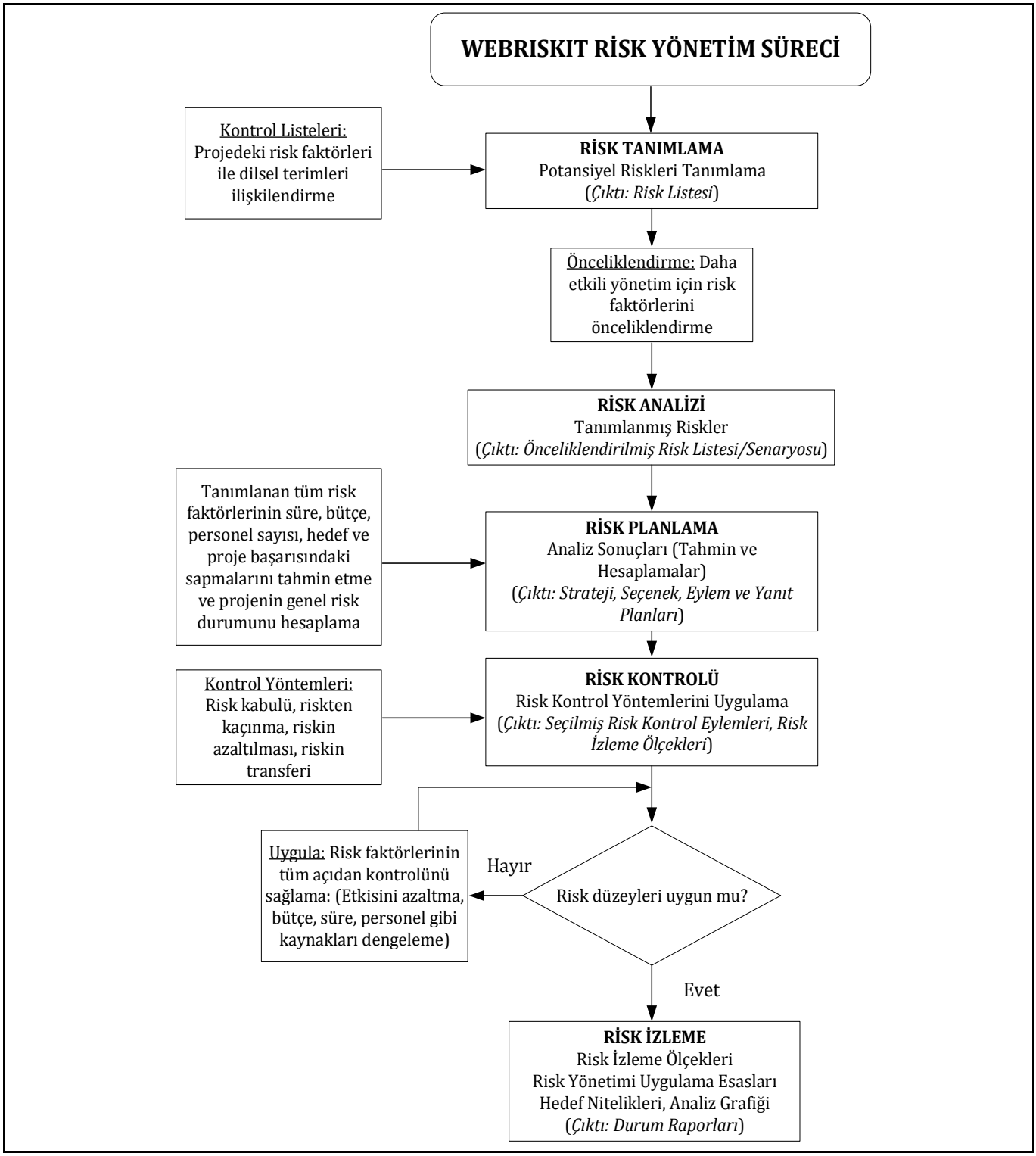
$OSOD_{RF}$; Risk Faktörünün Oluşma Sıklıklarının Ortalama Değeri (Örn: Takım Lideri: 3.25 gibi),

ZF; Zaman Farkı (Analiz Yapılan Zamanın Proje Başlangıç Zamanına Uzaklığı (ay)),

Risk Faktörü Puanı = [(Risk faktörünün ilişki düzeyi (Örn: Çok yüksek: 5) * Risk faktörünün oluşma sıklıklarının ortalama değeri (Seçtiği pozisyona göre: Örn: Takım Lideri (3.25) gibi))] + (Analiz yapılan zamanın proje başlangıç zamanına uzaklığı (ay) / 100))

$$P_{RF} = (İD_{RF} * OSOD_{RF}) + \frac{ZF}{100} \quad (1)$$

Şekil 3'te ise sistemin akış diyagramı verilmiştir.



Şekil 3. Sistemin akış diyagramı.

Figure 3. Flow chart of the system.

YSA Sürecinde Kullanılacak Olan 45 Giriş İçin Hesaplama:

Bu kısım, ilk giriş ZR1 için anlatılmıştır. Diğerleri için de aynı işlem uygulanmaktadır.

$İÇS_{RF_GİRİŞ}$; İlişkilendirilen Çıktı Sayısı,

$P_{RF_GİRİŞ}$; Puanı,

$TOPLAM\ PUAN_{RF_GİRİŞ}$; Risk faktöründen elde edilen puanların toplamı.

O halde, herhangi bir risk faktörünün giriş puanı Eş.2'deki formülle hesaplanır.

$$P_{\text{RF_GİRİŞ}} = \frac{TOPLAM\ PUAN_{\text{RF_GİRİŞ}}}{\text{İÇS}_{\text{RF_GİRİŞ}}} \quad (2)$$

Tüm bunların dışında, proje süreci içerisinde bütçe ve personel sayısındaki değişiklikler ve ilişkili iş paketleri dikkate alınarak risk puanlarına ceza puanı eklenmektedir.

Ceza Puanı Hesaplamaları:

Ceza puanı hesaplama formülleri (CP_1, CP_2, CP_3 ve CP_4) en uygun sonuçları elde edilinceye kadar yapılan birçok deneme sonucunda belirlenmiştir. Bu noktada, projenin gidişatına göre şu başlıklar dikkate alınarak puanlamaya dahil edilmektedir.

1. Analiz Yapılan Zamanın Proje Başlangıç Zamanına Uzaklığı (Ay),
2. Gerçekleşen Zaman ile İş/İş Paketi Bitiş Zamanı Arasındaki Fark (Ay),
3. Süresi Geçmiş Ancak Yapılmamış İş/İş Paketleri İçin Geçen Ay Süresi,
4. Analiz Yapılan Zaman ile İş/ İş Paketinin Bitiş Tarihi Arasındaki Zaman (Gün).

1. Analiz Yapılan Zamanın Proje Başlangıç Zamanına Uzaklığı (Ay)

Bu adımda, analiz yapılan tarih ile projenin başlangıç tarihi arasındaki zaman farkı proje puanlarına ilave edilmektedir. Bu hesaplama, projenin bitiş tarihine yaklaştıkça risk durumunun artmasından dolayı dikkate alınmıştır. Hesaplama formülü Eş. 3'te verilmiştir.

CP_1: Ceza Puanı,

ZF; Zaman Farkı (Analiz Yapılan Zamanın Proje Başlangıç Zamanına Uzaklığı (ay)),

$$CP_1 = \frac{ZF/30}{3} \quad (3)$$

2. Gerçekleşen Zaman ile İş/İş Paketi Bitiş Zamanı Arasındaki Fark (Ay)

Bu adımda, iş/iş paketinin gerçekleşen zamanının bittiği tarihe olan uzaklığı ceza puanı olarak ilave edilmektedir. Burada amaç, iş/iş paketin gecikmesinden kaynaklanan risk durumunu hesaba katmaktır.

CP_1: Ceza Puanı 1,

CP_2: Ceza Puanı 2,

ZF; Zaman Farkı (Gerçekleşen Zaman ile İş/İş Paketi Bitiş Zamanı Arasındaki Fark (Ay)),

$$CP_2 = CP_1 + \left(\left(\frac{ZF}{30} * 6\right) - 1\right) \quad (4)$$

3. Süresi Geçmiş Ancak Yapılmamış İş/İş Paketleri İçin Geçen Ay Süresi

Bu adımda, süresi geçmiş ancak bitirilmemiş iş/iş paket veya paketlerin gecikme zamanı ceza puanı olarak ilave edilmektedir.

CP_3: Ceza Puanı 3,

ZF: Zaman Farkı (Süresi Geçmiş Ancak Yapılmamış İş/İş Paketleri İçin Geçen Ay Süresi (Ay)),

$$CP_3 = \frac{ZF/30}{100} \quad (5)$$

4. Analiz Yapılan Zaman ile İşin Bitiş Tarihi Arasındaki Zaman

Bu adımda, proje süreci içerisinde analiz yapılan zamanın iş bitiş tarihine olan uzaklığı dikkate alınarak ceza puanı olarak ilave edilmektedir.

CP_4: Ceza Puanı 4,

ZF: Analiz Yapılan Zaman ile İşin Bitiş Tarihi Arasındaki Zaman,

PAK.ANALIZ_TARIH: Paketin Analiz Tarihi,

IS_BITIS_TARIH: İşin Bitiş Tarihi,

f: PAK.ANALIZ_TARIH > IS_BITIS_TARIH olmak üzere,

$$CP_4 = CP_3 + \frac{ZF}{3} \quad (6)$$

f: PAK.ANALIZ_TARIH < IS_BITIS_TARIH olmak üzere,

$$CP_4 = CP_3 + \frac{ZF}{0.1} \quad (7)$$

Sistemin risk yönetim çerçevesinde adım adım tüm ayrıntıları şu şekildedir;

4.2.3 Risk planlama

Bu adımda, tanımlanan risk faktörlerinin yönetilmesi için birtakım yöntem, teknik, ve eylem planları oluşturulmaktadır. Bu evrede, risk faktör analizi sürecinde gerçekleştirilen hesaplamalar kullanılarak proje ile ilgili gerekli tahminler yapılmaktadır. Sistem, girişleri dikkate alarak ZR, BR, YR, TR, PPR, SYR, PR ve DKR olmak üzere sekiz (8) başlık altında toplanan risk gruplarının risk durum bilgisini vermekte; YSA kullanarak projenin süresindeki, bütçesindeki, personel sayısındaki, hedeflerindeki ve proje amacındaki sapmaları tahmin etmekte ve sapmalar sonucunda projede meydana gelebilecek muhtemel son durumu kullanıcıya sunabilmektedir. Proje yöneticisi, geliştirilen yazılım riskleriyle ilgili tüm iş ve işlemleri kendilerine verilen yetkiler çerçevesinde istedikleri anda sisteme girerek takip edebilmektedirler. Sistemin ürettiği "SAPMALAR (Tahmin Sonuçları)" başlığı altında verilen beş (5) adet proje çıktısıyla bağlantılı risk etkilerini değerlendirmekte kullanılan olumsuz etki tanımları Tablo 5'te tüm ayrıntılarıyla verilmiştir.

Tablo 5. Proje çıktıları için etki ölçekleri ve tanımları.

Table 5. Impact scales and definitions for project outputs.

Proje Çıktıları	Dilsel Terimler / Sayısal Ölçekler				
	Sapma Yok / 0.2	İhmal Edilebilir Düzey / 0.4	Orta Düzey / 0.6	Ciddi Düzey / 0.8	Kritik Düzey / 1
Sapma Oranı (Süre, Bütçe Personel Sayısı, Hedef ve Proje Başarısı)	Önemsiz düzeyde süredeki sapma	Sürede %25'ten küçük bir sapma	Sürede %25-50 arası bir sapma	Sürede %50-75 arası bir sapma	Sürede %75-100 arası bir sapma

Önerilen sistem risk planlama sürecinde genel olarak şu faaliyetleri gerçekleştirilebilmektedir.

- Risk listesi, analiz sonuçları,
- Risk faktörlerinin yönetilmesi için gerekli stratejilerin belirlenmesi,
- Belirlenen risk stratejilerini işleme sokarak risk planının oluşturulması,
- Kontrol ve izleme planının oluşturulması,
- Eylem planının oluşturulması,
- İhtiyaç halinde ihtimal planının oluşturulması,
- Çabanın tahmin edilmesi,
- Bütçedeki sapmalara göre gerekli bütçenin yöneticiye sunulması,
- Süredeki sapmalara göre gerekli zamanın yöneticiye sunulması,
- personel sayısındaki sapmalara göre gerekli personel sayısının yöneticiye sunulması,
- risk yönetim planının ilgili paydaşlara (müşteri, yönetici vb.) e-posta yoluyla iletilmesi,
- ihtiyaç halinde risk yönetim planının güncellenmesi,
- risk yönetim planının onaylanması.

4.2.4 Risk kontrolü

Bu kısımda, projenin risk durumundan elde edilen sonuçlar ile sistem, projenin her bir risk faktörü (40 adet) için nihai puanlar dikkate alarak bir "Risk Yönetim Planı" oluşturmaktadır. Burada, her bir puan derecelerine göre renklendirilerek proje yöneticisine puanlarla ilgili daha kolay bir değerlendirme imkânı sunmaktadır. Böylece söz konusu risk faktörleri için bir yönetim stratejisi belirlenmektedir. Sistemin her bir risk faktörü için önerdiği kontrol yöntemleri ve ayrıntılı bilgiler bu kısımda işlenmekte ve kaydedilmektir. Geliştirilen sistemde risk düzeyleri "*Çok Düşük, Düşük, Normal, Yüksek, Çok Yüksek*" dilsel terimler kullanılarak sınıflandırılmıştır. Söz konusu sınıflandırmaların riskler için takvim, maliyet ve kalite üzerindeki etkilerini gösteren puanlama cetveli Tablo 6'da verilmiştir.

Elde edilen risk seviyesi sonucu risk kontrol yöntemleri devreye sokulmaktadır. Belirlenen her bir risk için sistem; riskin kabulü, azaltılması, transferi ve kaçınılması olmak üzere 4 aksiyondan birinin uygulanmasını önermekte ve kullanıcının onayına sunmaktadır. Risklerin değerlendirmesini etkili bir şekilde yapabilmek amacıyla kabul edilebilir risk puan aralığı 0-10 olarak belirlenmiştir (Tablo 7).

Önerilen strateji uygulandıktan sonra risk düzeyi hesaplama sayfası güncellenerek sistem risk puanlarını düşmekte ve yeni risk seviyelerini belirlemektedir. Ayrıca sistem, kontrol yöntemi uygulandıktan sonra elde edilen nihai puanlara göre projenin son risk durumunu ve sapmaları da kullanıcıya tekrar sunulabilmektedir.

4.2.5 Risk izleme

Bu süreçte; gerçekleştirilen yazılım projesinin ve risk durumunun izlenmesi için projeyle ilgili oluşabilecek değişiklikler ve risk izleme ölçekleri proje döngüsü içerisinde kontrol edilmektedir. Analiz sonuçları, raporlar ve grafikler bu kısımda verilmiştir. Kullanıcı, her bir risk faktörü ve projenin genel durumu ile ilgili gerekli rapor ve grafikleri oluşturabilmekte ve yazdırabilmektedir. Rapor ve grafikler; risk bilgi tablosunu, hem risk faktörleri hem de genel risk düzeyi için zamana göre risk durumunu, kaçınılması gereken risk faktör tablosunu, iş/iş paketlerinin başlangıç ve bitiş zamanına göre tamamlanma yüzdelerini, projenin başlangıç ve bitiş zamanına göre tamamlanma yüzdesini, risk düzeyi ve risk faktör matrislerini ve risk gruplarının yüzdelerini içermektedir.

5 Bulgular ve tartışmalar

Bu bölümde, sistemin kullanılabilirliği ve performans analizi, farklı ve gerçek yazılım projeleri üzerinde test edilmiş ve elde edilen bulgular tüm ayrıntılarıyla ortaya konulmuştur. Önerilen sistem, öncelikle alanda tecrübe sahibi, yazılım proje yöneticiliği pozisyonunda görev almış uzmanlar tarafından "Uzman Görüşleri Formu" (Ek B) kullanılarak değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir. Söz konusu uzmanlar 10 kişiden oluşmakla birlikte çalışma alanları ve kurumları Tablo 8'de verilmiştir. Daha sonra, uzmanlardan elde edilen analiz sonuçları ve önerilere göre sistem revize edilmiş ve tekrar analiz edilmiştir. Analizler; iş paketlerinin süresi geçmiş, henüz devam eden veya ileri bir tarih belirlenerek gerçekleştirilmiştir. Analiz sonrasında elde edilen bulgulara bu bölümde yer verilmiştir. Sistem, Tablo 9'da yer alan en temel senaryolar üzerinden test edilmiştir. Çünkü yönetici, proje süreci içerisinde en genel anlamda dört adet senaryo durumu üzerinden projesinin risk durumunu görebilmektedir. Senaryoların grafiksel gösterimi Şekil 4-7'de verilmiştir.

Tablo 6. Riskler için etki puanlama çizelgesi.

Table 6. Impact scoring chart for risks.

ETKİ		TAKVİM	MALİYET	KALİTE
Sınıf	Risk Puanı	Proje Takvimine Etkisi	Proje Bütçesine Etkisi *(Toplam Sözleme Bedelinin %'si)*	(İşlev, Müşteri Memnuniyeti vb.)
Çok Yüksek	20-25	Projeye etkisi 3 aydan fazla	5% +	Ana işlevlerin kaybı/müşterinin kabul edemeyeceği sistem hataları.
Yüksek	15-20	Projeye etkisi 1 ile 3 ay	3% ile 5%	Ana gereksinimin kaybı/sistem bozulması.
Normal	10-15	Projeye etkisi 1 aydan az ancak bazı km taşları etkilenmekte	1% ile 3%	Ana gereksinim bozulması/Birçok tali gereksinimin kaybı.
Düşük	5-10	Projeye etkisi 1 aydan az ve km taşları etkilenmekte	0.5% ile 1%	Tali gereksinim kaybı.
Çok Düşük	0-5	Projeye etkisi yok	0 ile 0.5%	Sistemde hafif bozulma.

Tablo 7. Risk seviyesi ve kontrol yöntemi.

Table 7. Risk level and control method.

Risk Seviyesi	Risk Kontrol Yöntemi
Yüksek ve üstü (15-25)	Riskin Azaltılması yöntemi tercih edilir.
Normal (10-15)	Riskin Azaltılması yöntemi tercih edilir. Ancak Riskin Azaltılması mümkün olmadığı ve/veya diğer önemli gerekçeler olduğu durumlarda Riskin Kabulü, Riskten Kaçınma veya Riskin Transferi yöntemlerinden biri tercih edilir.
Düşük ve altı (0-10)	Riskin Kabulü tercih edilir.

Tablo 8. Uzmanların kişisel bilgileri.

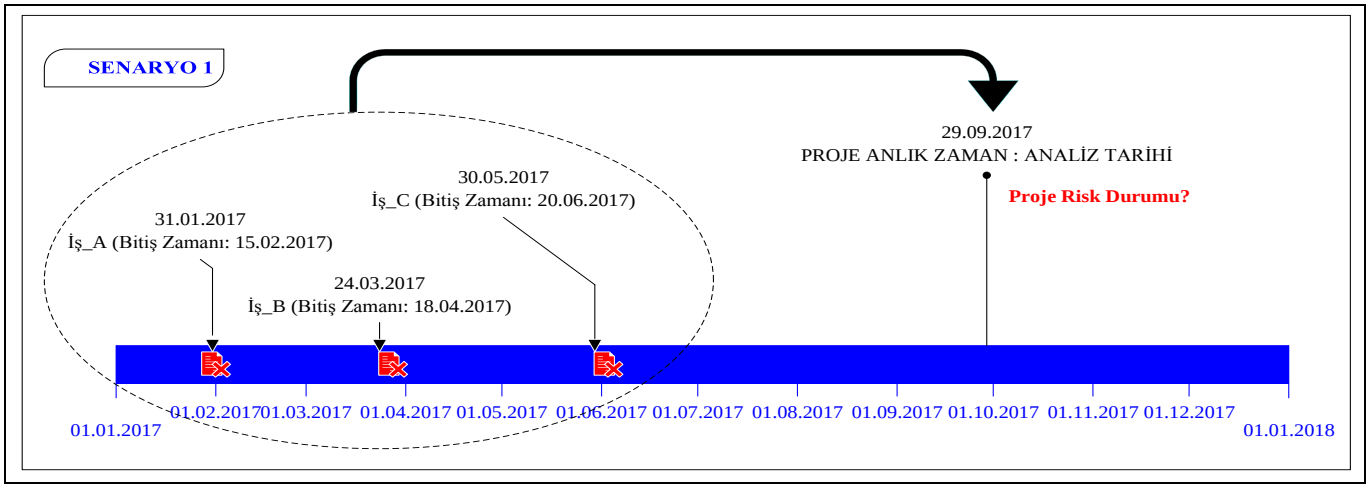
Table 8. Personal information of the experts.

Uzman No	Kurum	Uzmanlık
Uzman 1	Uzay ve Savunma Teknolojileri - *ODTÜ Teknokent*	*Proje yönetimi, risk yönetimi, gereksinim yönetimi*
Uzman 2	XXX Bilişim (Kurum mahremiyeti açısından açık adı verilememiştir.) - *ODTÜ Teknokent*	Yazılım mühendisliği, risk yönetimi, proje yönetimi, Ar-Ge yöneticisi, Dr.
Uzman 3	YYY Bilişim (Kurum mahremiyeti açısından açık adı verilememiştir.) - *ODTÜ Teknokent*	*Yazılım şirketi sahibi, proje yönetimi, yazılım mühendisliği*
Uzman 4	*SGK Hizmet Sunumu Genel Müdürlüğü*	*Yazılım* proje geliştirme, iç denetçi, risk yönetimi
Uzman 5	HAVELSAN	Sistem analizi ve program geliştirme uzmanı, yazılım mühendisliği
Uzman 6	Gazi Üniversitesi (Doç. Dr.)	Yazılım mühendisliği, proje yönetimi, web ve mobil sistemler
Uzman 7	Çankaya Üniversitesi (Prof. Dr.)	Yazılım, yazılım mühendisliği, semantik web
Uzman 8	Yıldırım Beyazıt Üniversitesi (Dr. Öğretim Üyesi)	Yazılım mühendisliği, yazılım bakım ve onarım
Uzman 9	Gazi Üniversitesi (Prof. Dr.)	Proje yönetimi, risk analizi ve değerlendirmesi
Uzman 10	Hacettepe Üniversitesi (Prof. Dr.)	Yazılım, yazılım mühendisliği, semantik web

Tablo 9. Senaryo durumları.

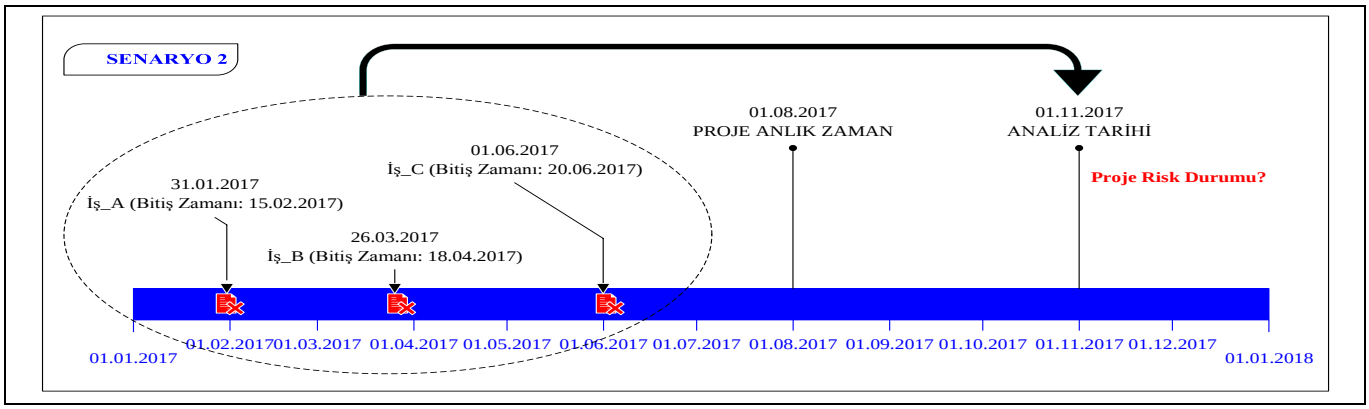
Table 9. Scenario statuses.

Senaryo No	Açıklama
Senaryo 1 (Şekil 4)	Analiz tarihinde iken, analiz tarihinden önceki iş paketleri içerisinden yapılmayan çıktıların olması durumundaki projenin risk durumu
Senaryo 2 (Şekil 5)	Analiz tarihinde iken, "Senaryo 1"de yapılmamış olarak seçilen iş paketlerin çıktılarının ileri bir tarihte yapılmaması durumundaki projenin risk durumu
Senaryo 3 (Şekil 6)	Analiz tarihinde iken açık olan iş paketleri içerisinden yapılmayan çıktıların olması durumundaki projenin risk durumu
Senaryo 4 (Şekil 7)	Analiz tarihinde iken, "Senaryo 3"te yapılmamış olarak seçilen iş paketlerin çıktılarının ileri bir tarihte yapılmaması durumundaki projenin risk durumu



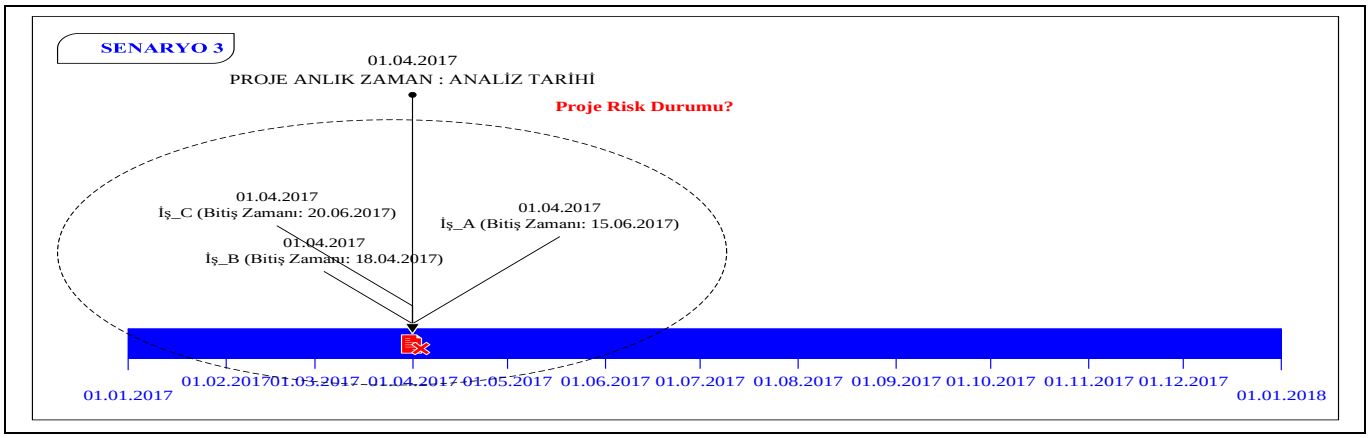
Şekil 4. Senaryo 1.

Figure 4. Scenario 1.



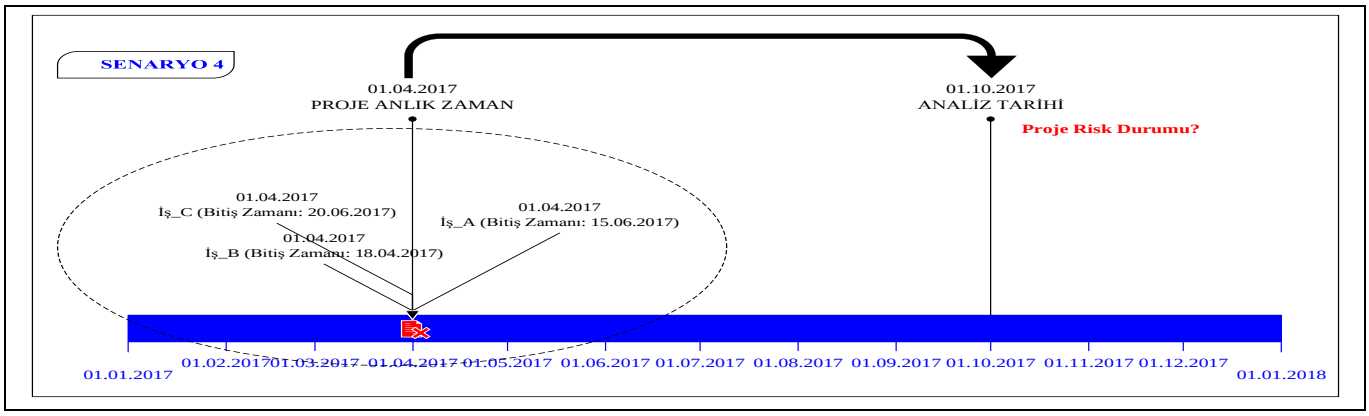
Şekil 5: Senaryo 2.

Figure 5. Scenario 2.



Şekil 6: Senaryo 3.

Figure 6. Scenario 3.



Şekil 7: Senaryo 4.

Figure 7. Scenario 4.

5.1 Analiz Sonuçları

Analiz sonuçları, Şekil 8-12 arasında verilmiştir. Şekillerde yer alan değerlerin 25 ile sonlanması, çalışmadaki giriş değerlerinin 0-25 olarak belirlenmesinden kaynaklanmaktadır. Çıktı 1-5 arasındaki terimler ise sırasıyla proje süresindeki, bütçedeki, personel sayısındaki, hedeflerdeki ve proje başarısındaki sapmaları temsil etmektedir. Şekil 8'de, süresi geçmiş bir iş paketi üzerinden analiz yapılmış ve paketinin başlangıç zamanından bir ay önce riskin sıfır olduğu, başladığı anda risk durumunun başladığı, iş paketinin bitiş tarihinden sonra ise risk puanlarının önemli bir oranda arttığı görülmektedir. Ayrıca, iş paketinin başlangıç ve bitiş tarihleri arasında belirlenen analiz tarihlerinde elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu, ancak proje bitiş tarihine doğru gidildikçe ceza puanlarının da eklenmesiyle risk puanlarının ciddi oranda arttığı ortaya çıkmıştır.



İş / İş Paket Adı	Başlangıç Tarihi	BitişTarihi
Proje kapsamının belirlenmesi	01.01.2017 08:00	09.02.2017 17:00:00

Çıktı/Başarı Kriteri Adı	Risk Grubu Adı	Risk Düzeyi
Danışmanlık/Hizmet Alımı	Zaman	Orta/Çok Düşük/Yüksek/Çok Yüksek/Düşük
Sözleşme	Zaman	Çok Düşük/Düşük/Orta/ Düşük/Orta

Açıklama: Sadece süresi geçmiş bir iş paketi üzerinde yapılan inceleme

1 ay önce	Başladığı an	1 ay sonra	İş Paketin Bittiği Gün	1 ay sonra	2 ay sonra	3 ay sonra	4 ay sonra	5 ay sonra	6 ay sonra	7 ay sonra	8 ay sonra
01.12.2016	01.01.2017	01.02.2017	10.02.2017	10.03.2017	10.04.2017	10.05.2017	10.06.2017	10.07.2017	10.08.2017	10.09.2017	10.10.2017
0.00	3.56	3.96	11.66	13.56	15.06	16.86	18.66	20.26	22.06	23.86	25.00
0.00	3.43	3.83	11.53	13.43	14.93	16.73	18.53	20.13	21.93	23.73	25.00
0.00	4.32	4.72	12.42	14.12	15.82	17.62	19.42	21.02	22.82	24.62	25.00
0.00	4.46	4.86	12.56	14.26	15.96	17.76	19.56	21.16	22.96	24.76	25.00
0.00	3.86	4.26	11.96	13.76	15.36	17.16	18.96	20.56	22.36	24.16	25.00

Şekil 8. Süresi geçmiş bir iş paketi analizi.

Figure 8. Analysis of an expired work package.



İş / İş Paket Adı	Başlangıç Tarihi	BitişTarihi
Proje kapsamının belirlenmesi	01.01.2017 08:00	09.02.2017 17:00:00
İhtiyaçların belirlenmesi	01.04.2017 08:00	20.07.2017 17:00

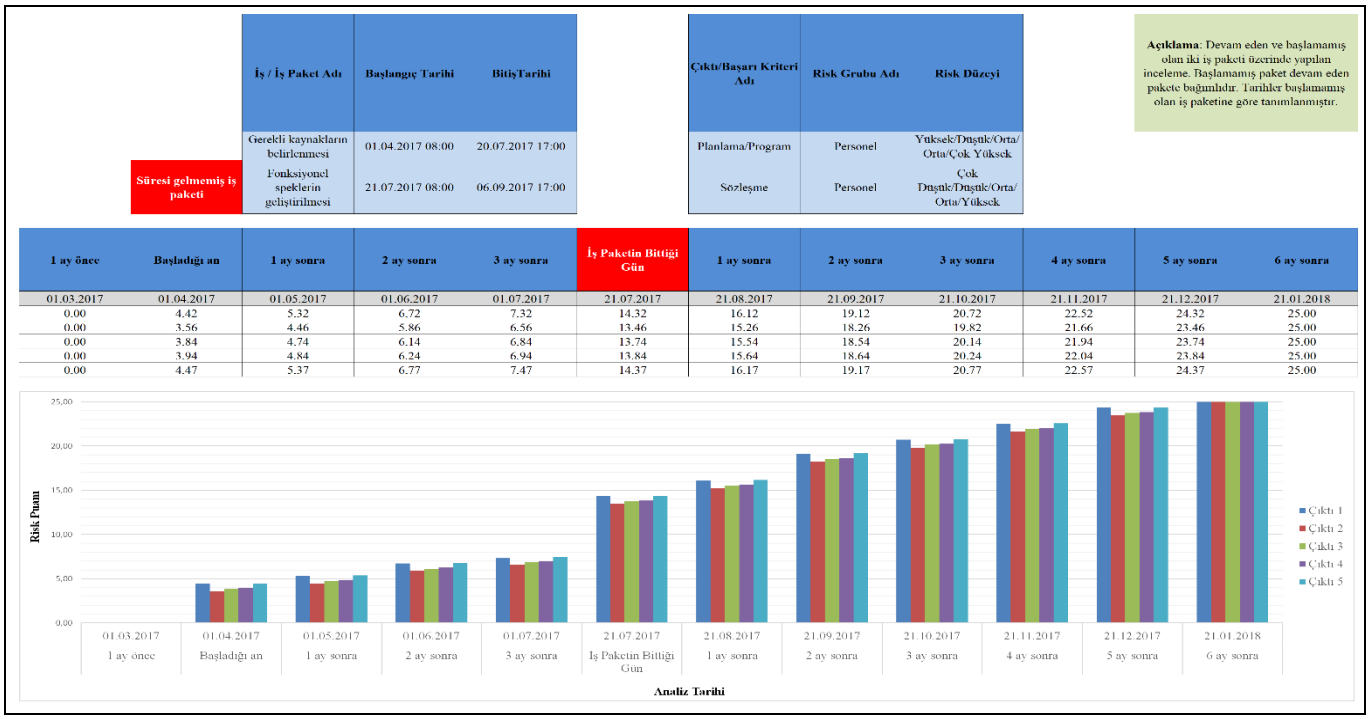
Çıktı/Başarı Kriteri Adı	Risk Grubu Adı	Risk Düzeyi
Danışmanlık/Hizmet Alımı	Zaman	Orta/Çok Düşük/Yüksek/Çok Yüksek/Düşük
Sözleşme	Zaman	Çok Düşük/Düşük/Orta/ Düşük/Orta
Planlama/Program	Zaman	Çok Düşük/Orta/Yüksek/ Yüksek/Yüksek

Açıklama: Bir süresi geçmiş ve bir devam eden iş paketi üzerinde yapılan inceleme. Tarihler devam eden iş paketine göre alınmıştır.

1 ay önce	Başladığı an	1 ay sonra	1. İş Paketin Bittiği Gün	1 ay sonra	2 ay sonra	3 ay sonra	4 ay sonra	5 ay sonra	2. İş Paketin Bittiği Gün	1 ay sonra	2 ay sonra
01.12.2016	01.01.2017	01.02.2017	10.02.2017	10.03.2017	10.04.2017	10.05.2017	10.06.2017	10.07.2017	21.07.2017	21.08.2017	21.09.2017
0.00	4.44	4.84	10.70	11.50	12.37	13.24	14.10	14.97	21.44	23.24	25.00
0.00	4.73	5.13	11.00	11.80	12.67	13.53	14.40	15.27	21.73	23.53	25.00
0.00	5.33	5.73	11.60	12.40	13.26	14.13	15.00	15.86	22.33	24.13	25.00
0.00	5.51	5.91	11.77	12.57	13.44	14.31	15.17	16.04	22.51	24.31	25.00
0.00	5.21	5.61	11.48	12.28	13.14	14.01	14.38	15.74	22.21	24.01	25.00

Şekil 9. Süresi geçmiş ve devam eden iş paketleri analizi.

Figure 9. Analysis of expired and ongoing work packages.



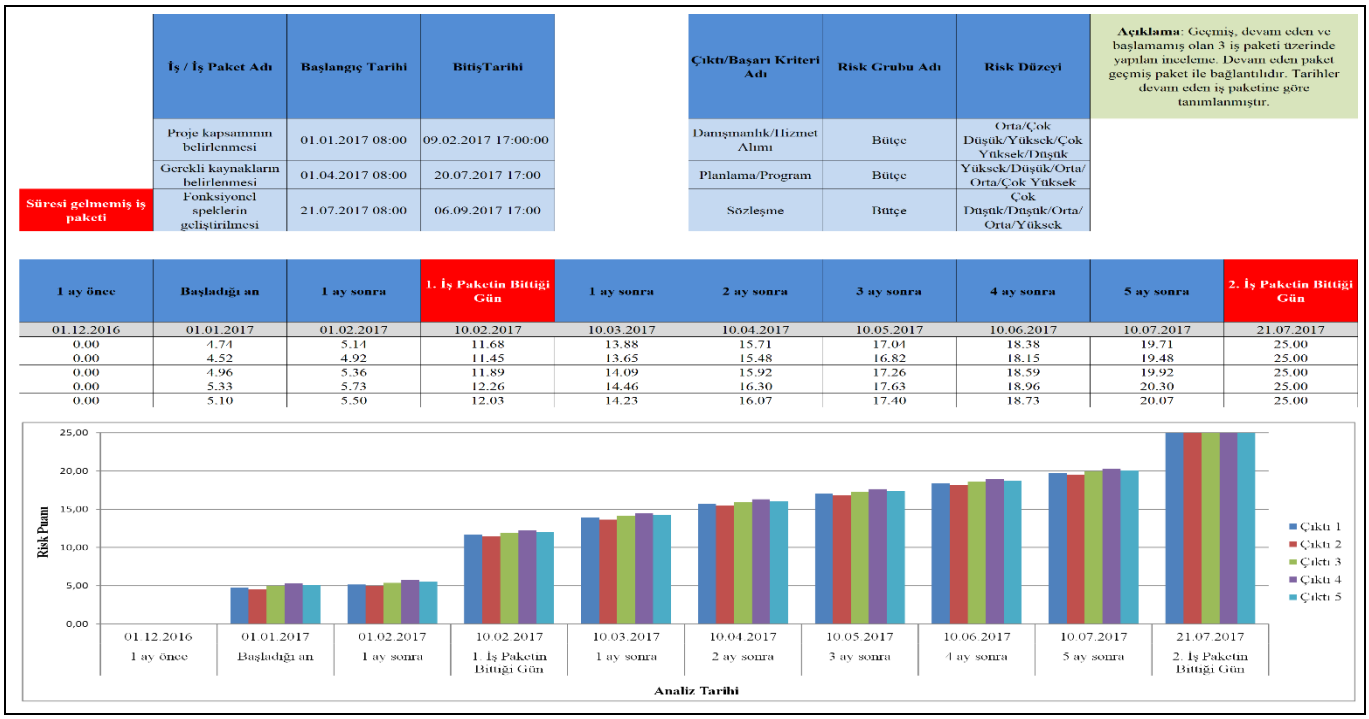
	İş / İş Paket Adı	Başlangıç Tarihi	BitişTarihi	Çıktı/Başarı Kriteri Adı	Risk Grubu Adı	Risk Düzeyi
Süresi gelmemiş iş paketi	Gerekli kaynakların belirlenmesi	01.04.2017 08:00	20.07.2017 17:00	Planlama/Program	Personel	Yüksek/Düşük/Orta/Orta/Çok Yüksek
	Fonksiyonel speklerin geliştirilmesi	21.07.2017 08:00	06.09.2017 17:00	Sözleşme	Personel	Çok Düşük/Düşük/Orta/Orta/Yüksek

Açıklama: Devam eden ve başlamamış olan iki iş paketi üzerinde yapılan inceleme. Başlamamış paket devam eden pakete bağımlıdır. Tarihler başlamamış olan iş paketine göre tanımlanmıştır.

1 ay önce	Başladığı an	1 ay sonra	2 ay sonra	3 ay sonra	İş Paketin Bittiği Gün	1 ay sonra	2 ay sonra	3 ay sonra	4 ay sonra	5 ay sonra	6 ay sonra
01.03.2017	01.04.2017	01.05.2017	01.06.2017	01.07.2017	21.07.2017	21.08.2017	21.09.2017	21.10.2017	21.11.2017	21.12.2017	21.01.2018
0.00	4.42	5.32	6.72	7.32	14.32	16.12	19.12	20.72	22.52	24.32	25.00
0.00	3.56	4.46	5.86	6.56	13.46	15.26	18.26	19.82	21.66	23.46	25.00
0.00	3.84	4.74	6.14	6.84	13.74	15.54	18.54	20.14	21.94	23.74	25.00
0.00	3.94	4.84	6.24	6.94	13.84	15.64	18.64	20.24	22.04	23.84	25.00
0.00	4.47	5.37	6.77	7.47	14.37	16.17	19.17	20.77	22.57	24.37	25.00

Şekil 10. Süresi devam eden ve başlamamış iş paketleri analizi.

Figure 10. Analysis of work packages whose duration is ongoing and unopened.



	İş / İş Paket Adı	Başlangıç Tarihi	BitişTarihi	Çıktı/Başarı Kriteri Adı	Risk Grubu Adı	Risk Düzeyi
	Proje kapsamının belirlenmesi	01.01.2017 08:00	09.02.2017 17:00:00	Danışmanlık/Hizmet Alımı	Bütçe	Orta/Çok Düşük/Yüksek/Çok Yüksek/Düşük
	Gerekli kaynakların belirlenmesi	01.04.2017 08:00	20.07.2017 17:00	Planlama/Program	Bütçe	Yüksek/Düşük/Orta/Orta/Çok Yüksek
Süresi gelmemiş iş paketi	Fonksiyonel speklerin geliştirilmesi	21.07.2017 08:00	06.09.2017 17:00	Sözleşme	Bütçe	Çok Düşük/Düşük/Orta/Orta/Yüksek

Açıklama: Geçmiş, devam eden ve başlamamış olan 3 iş paketi üzerinde yapılan inceleme. Devam eden paket geçmiş paket ile bağlantılıdır. Tarihler devam eden iş paketine göre tanımlanmıştır.

1 ay önce	Başladığı an	1 ay sonra	1. İş Paketin Bittiği Gün	1 ay sonra	2 ay sonra	3 ay sonra	4 ay sonra	5 ay sonra	2. İş Paketin Bittiği Gün
01.12.2016	01.01.2017	01.02.2017	10.02.2017	10.03.2017	10.04.2017	10.05.2017	10.06.2017	10.07.2017	21.07.2017
0.00	4.74	5.14	11.68	13.88	15.71	17.04	18.38	19.71	25.00
0.00	4.52	4.92	11.45	13.65	15.48	16.82	18.15	19.48	25.00
0.00	4.96	5.36	11.89	14.09	15.92	17.26	18.59	19.92	25.00
0.00	5.33	5.73	12.26	14.46	16.30	17.63	18.96	20.30	25.00
0.00	5.10	5.50	12.03	14.23	16.07	17.40	18.73	20.07	25.00

Şekil 11. Süresi geçmiş, açık ve başlamamış iş paketleri analizi.

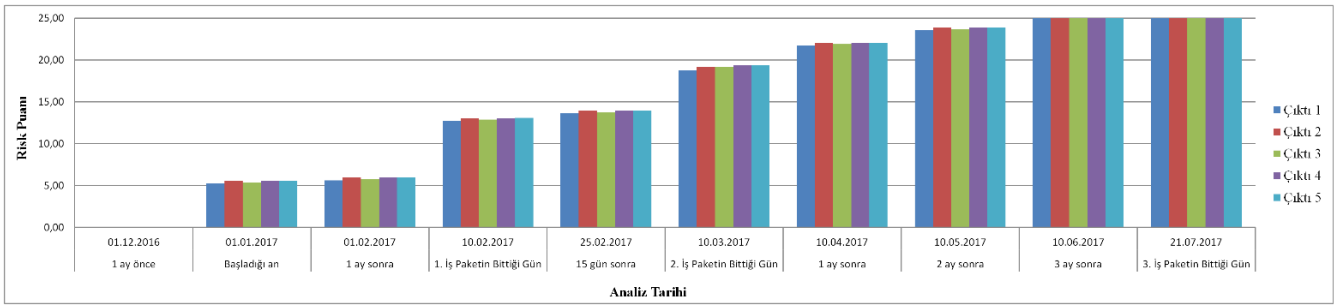
Figure 11. Analysis of expired, open and unopened work packages.

İş / İş Paket Adı	Başlangıç	Bitiş
Proje kapsamının belirlenmesi	01.01.2017	09.02.2017
Proje sponsorlugunun üstlenilmesi	10.02.2017	09.03.2017
İhtiyaçların belirlenmesi	01.04.2017	20.07.2017
Öngörülen yazılım özelliklerinin belirlenmesi	01.04.2017	20.07.2017

Zaman Riskleri:	Çok Yüksek
Bütçe Riskleri	Çok Yüksek

Zaman-Bütçe Riskleri için 4 iş paketi toplam

1 ay önce	Başladığı an	1 ay sonra	1. İş Paketin Bittiği Gün	15 gün sonra	2. İş Paketin Bittiği Gün	1 ay sonra	2 ay sonra	3 ay sonra	3. İş Paketin Bittiği Gün	
01.12.2016	01.01.2017	01.02.2017	10.02.2017	25.02.2017	10.03.2017	10.04.2017	10.05.2017	10.06.2017	21.07.2017	
0.00	5.23	5.63	12.73	13.63	18.73	21.73	23.53	25	25	
0.00	5.55	5.95	13.05	13.95	19.15	22.05	23.85	25	25	
0.00	5.37	5.77	12.87	13.77	19.17	21.87	23.67	25	25	Zaman
0.00	5.55	5.95	13.05	13.95	19.35	22.05	23.85	25	25	
0.00	5.56	5.96	13.06	13.96	19.36	22.06	23.86	25	25	
0.00	3.69	4.09	11.19	12.09	16.49	19.19	20.99	22.79	25	
0.00	3.88	4.28	11.38	12.28	16.68	19.38	21.18	22.98	25	
0.00	3.67	4.07	11.17	12.07	16.47	19.17	20.97	22.77	25	Bütçe
0.00	3.85	4.25	11.35	12.25	16.65	19.35	21.15	22.95	25	
0.00	3.69	4.09	11.19	12.09	16.49	19.19	20.99	22.79	25	



Şekil 12. Süresi geçmiş ve devam eden iş paketleri analizi.

Figure 12. Expired and ongoing work packages analysis.

Şekil 9'da, iki iş paketi ele alınmış ve analiz tarihinde iken ilk iş paketinin süresi geçmiş; ikinci iş paketi ise henüz açık durumdadır. Zaman riskleriyle ilişkilendirme yapılan analiz sonucu incelendiğinde, ilk iş paketinin başlama tarihinde proje risk durumunun başladığı ve bu iş paketinin bitiş tarihinden sonra risk puanlarının önemli bir oranda arttığı görülmektedir. Daha sonra, ikinci iş paketinin bitiş tarihine kadar risk düzeyi belirli bir oranda artmakta, ancak bitiş tarihinde önemli bir oranda artmaktadır.

Şekil 10'da, süresi devam eden ve henüz başlamamış iki iş paketi ele alınmıştır. Devam eden iş paketi, süresi henüz gelmemiş olan iş paketinin öncülüdür. Yani, ikinci iş paketinin başlaması için ilk iş paketinin bitmesi gerekmektedir. Burada özellikle dikkat edilmesi gereken nokta, ilk iş paketinin bitiş tarihine gelindiğinde öncüllük durumu söz konusu olduğu için diğerlerine nazaran risk puanlarında daha ciddi bir artış ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, öncülü olan iş paketlerinin daha fazla risk oluşturduğu gerçeğini destekler niteliktedir.

Şekil 11'de, süresi geçmiş, devam eden ve henüz başlamamış olan üç iş paketi üzerinden analiz yapılmıştır. Burada, bir öncül iş paketi mevcut olup, üçüncü iş paketin başlangıç tarihine gelindiğinde risk düzeyinin en yüksek seviyeye geldiği görülmektedir. Analiz tarihinde süresi henüz gelmemiş iş paketlerinin proje risk durumuna etkisi hiç yoktur. Yani, risk puanı sıfır olarak kabul edilir. İlk etkisi, ilgili iş paketinin başladığı tarihte başlamaktadır

Şekil 12'de, süresi geçmiş iki iş paketi ve devam eden iki iş paketi ele alınmıştır. İş paket sayısının fazla olması nedeniyle proje risk durumu her geçen tarihte ceza puanlarının da ilavesiyle yüksek çıkmıştır. İş paketleri, "Zaman Riskleri" ve "Bütçe Riskleri" olmak üzere iki farklı risk grubunda "Çok Yüksek" dilsel terimi ile ilişkilendirilmiş ve her iki iş paketinin bitiş tarihleri geldiğinde projenin risk düzeyi artmıştır. Risk düzeyi, ikinci iş paketinden 3 ay sonra en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Sonuçlara göre, her iş paketinin bitiş tarihinde ciddi bir risk düzeyi oluşmuş ve üçüncü iş paketinin bittiği gün proje risk düzeyi en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Tüm analiz sonuçları irdelendiğinde, önerilen YSA modelinin ve sistemin farklı analiz tarihleri belirlenmesine ve farklı giriş değerlerine rağmen gerçek proje çıktılarına çok yakın sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

6 Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, yazılım projelerinde proje risk durumunu YSA ile tahmin eden web tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem, farklı ortamlarda gerçek proje verileri ile test edilmiş ve elde edilen analiz sonuçları tüm ayrıntılarıyla verilmiştir. Bu bağlamda sistemle, yazılım risklerini ortaya koyarak herhangi bir alandaki yazılım projesinde karşılaşılabilecek muhtemel risk faktörlerinin yok edilmesi veya minimum düzeye indirilmesi konusunda etkili sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca sistem, projeye kapsamına uygun şekilde belirlenmiş risk yönetim süreci için çeşitli risk türlerini önceliklendirerek risklerin daha düşük geliştirme maliyeti ile yönetilmesini ve

reaktif olmasını önlemek için potansiyel tehlikeleri kontrol etmeyi sağlamıştır. Risk analiz süreci tamamlandığında, sistemin; proje sonuçlarını raporlar halinde sunarak bütçe ve zaman planlaması, teknik/yöntemin uygulanması gibi yönetim faaliyetlerinde ve karar verme süreçlerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer çalışmalardaki modeller incelendiğinde ve önerilen modelle karşılaştırıldığında, veri sayısının fazla ve farklı alanlarda olmasına rağmen önerilen modelin sonuçları hem doğruluk düzeyinin daha yüksek olduğunu hem de cevap verme süresinin (işlem performansının) daha hızlı olduğunu ortaya koymuştur. Önerilen model, özellikle problemin yapısını (alanını) da dikkate aldığı için yazılım projelerinde karşılaşılabilecek risk faktörlerini tahmin edebilecek ve sorunun yapısına uyacak kadar güçlüdür. Ancak, yazılım projelerinde oluşabilecek, zamana ve şartlara bağlı olarak değişiklik göstermesi muhtemel risklerin de dikkate alınması çalışmayı daha da güçlendirecektir. Yani, ihtiyaç halinde kullanıcı tarafından yeni risk faktörlerinin de eklenebilmesi veya güncelleme yapılabilmesi çalışma için bir iyileştirme olarak düşünülebilir.

Bunlara ilaveten analiz sonuçlarına göre, risk yönetim faaliyetlerinden optimum düzeyde sonuç alabilmek için geliştirilecek olan yazılım projelerinin risk faktörlerinin mümkün olduğunca eksiksiz bir şekilde tespit edilmesi ve risk yönetim standartlarının ve süreçlerinin dikkate alınması gerektiği açıkça ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla proje yöneticilerinin, karşılaşacakları sorunlar hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları ve gerçekleştirilecek projeye uygun bir risk yönetim metodunu kullanmaları gerekmektedir. Ayrıca, modelin temelini oluşturan YSA tekniği ile yapılan tahminler etkili sonuçlar vermesine karşın, geleneksel metotlar ile bulunan analiz sonuçları YSA'yı desteklemede yardımcı olarak kullanılabilir. Oluşturulacak olan modelin iyi sonuçlar vermesi için problemin yapısına uygun ağ yapıları araştırılmalı ve farklı türde çok sayıda veri kullanılmalıdır.

7 Conclusions and recommendations

In this study, a web based system has been developed that predicts project risk status in software projects using ANN. The developed system has been tested with real project data in different environments and the analysis results obtained have been detailed. In this context, effective results have been obtained with the system in terms of eliminating or minimizing the possible risk factors that may be encountered in any field of software project by revealing software risks. In addition, the system managed to control potential hazards to prevent risks from being managed and reactivated with lower development costs, by prioritizing various types of risks for the risk management process determined in accordance with the scope of the project. When the risk analysis process is completed, the system, by presenting the project results in reports, it has been found to be effective in management activities and decision making processes such as budget-time planning and implementation of the technique or method. Although the number of data is high and in different areas, the results of the proposed model revealed that both the accuracy level was high and the response time (process performance) were faster, when the models in similar studies are analyzed and compared with the proposed model. The proposed model is strong enough to predict the risk factors that may be encountered in software projects and to fit the structure of the problem because of especially considering the nature (area) of the problem. However, taking into consideration the risks that may occur in software projects and which may change depending on time and conditions will further strengthen the study. In other words, adding or updating new risk factors if required by the user can be considered as an improvement for the study.

Additionally, according to the results of the analysis, it has become clear that the risk factors of the software projects to be developed in order to obtain optimum results from the risk management activities should be determined as precisely as possible and the risk management standards and processes should be taken into consideration. Therefore, project managers must have sufficient information about the problems they will face and use a risk management method suitable for the project to be carried out. In addition, although the predictions made with the ANN technique, which forms the basis of the model, give effective results, the analysis results found with traditional methods can be used as an aid in supporting ANN. In order for the model to be created to give good results, network structures suitable for the structure of the problem should be investigated and a large number of different types of data should be used.

8 Kaynaklar

[1] Gürbüz A. *Yazılım Test Mühendisliği*. 1. Baskı. Ankara, Türkiye, Papatya Yayıncılık Eğitim, 2010.

[2] Calp MH. Yazılım Projeleri İçin Yapay Zekâ Tabanlı Risk Yönetimi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2017.

[3] Erdem O.A, Younis A.E. "Yazılım Projelerinde Risk Yönetimi". *International Journal of Informatics Technologies*, 5(1), 1-6, 2012.

[4] Sommerville I. *Software Engineering (International Computer Science Series).* 7nd ed. Harlow, UK, Addison Wesley, 2004.

[5] Dedolph FM. "The neglected management activity: Software risk management". *Bell Labs Technical Journal*, 8(3), 91-95, 2003.

[6] Milli Eğitim Bakanlığı, "Risk". Ulaştırma Hizmetleri, Ankara, Türkiye, 2011.

[7] Hu Y, Zhang X, Sun X, Liu M, Du J. "An intelligent model for software project risk prediction". *In 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, Xi'an, China, 26-27 December 2009.

[8] Tang AG, Wang RL. "Software project risk assessment model based on fuzzy theory*". In 2010 International Conference on Computer and Communication Technologies in Agriculture Engineering*, Chengdu, China, 12-13 June 2010.

[9] Elzamly A, Hussin B, "Managing software project risks (Analysis Phase) with proposed fuzzy regression analysis modelling techniques with fuzzy concepts". *Journal of Computing and Information Technology,* 22(2), 131-144, 2014.

[10] Zavvar M, Yavari A, Mirhassannia SM, Nehi MR, Yanpi A, Zavvar MH. "Classification of risk in software development projects using support vector machine". *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 9(1), 1-5, 2017.

[11] Hu Y, Huang J, Chen J, Liu M, Xie K. "Software project risk management modeling with neural network and support vector machine approaches". *In Third International Conference on Natural Computation (ICNC 2007),* Haikou, China, 24-27 August 2007.

[12] Zhao H, Li C, Chen T. "A risk evaluation model of dynamic neural network based on TFN-AHP", *Management and Service Science (MASS), 2010 International Conference on*, Wuhan, China, 24-26 August 2010.
[13] Xu Z, Khoshgoftaar TM, Allen EB. "Application of fuzzy expert systems in assessing operational risk of software". *Information and Software Technology*, 45(7), 373-388, 2003.
[14] Joseph HR. "Poster: Software development risk management: using machine learning for generating risk prompts". *In 2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering*, Firenze, Italy, 16-24 May, 2015.
[15] Gandhi A, Naik A, Thakkar K, Gahirwal M. "Risk Management in Software Development using Artificial Neural Networks". *International Journal of Computer Applications*, 93(19), 22-28, 2014.
[16] Islam S, Mouratidis H, Weippl ER. "An empirical study on the implementation and evaluation of a goal-driven software development risk management model". *Information and Software Technology*, 56(2), 117-133, 2014.
[17] Sehrawat N, Munsi N, Şain M. "Risk Management in Software Projects", *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 3(10), 845-849, 2014.
[18] Jaafar J, Janjua UI, Lai FW, Jaafar J, Janjua UI, Lai FW. *Software Effective Risk Management: An Evaluation of Risk Management Process Models and Standards*. (Eds): In: Kim K. Information Science and Applications. Lecture Notes in Electrical Engineering, 837-844, Berlin, Heidelberg, Springer, 2015.
[19] Khatavakhotan AS, Ow SH. "Development of a software risk management model using unique features of a proposed audit component". *Malaysian Journal of Computer Science*, 28(2), 110-131, 2015.
[20] Roy B, Dasgupta R, Chaki N. *A Study on Software Risk Management Strategies and Mapping with SDLC.* Editors: Chaki R, Cortesi A, Saeed K, Chaki N. In Advanced Computing and Systems for Security, 121-138, New Delhi, India, Springer, 2016.
[21] Teklemariam MA, Mnkandla E. "Software project risk management practice in Ethiopia". *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 79(1), 1-14, 2017.
[22] Tavares BG, da Silva. CES, de Souza, AD. "Risk management analysis in Scrum software projects". *International Transactions in Operational Research*, 8(4), 1-30, 2017.
[23] Sundararajan S, Bhasi M, Pramod KV. "Managing software risks in maintenance projects, from a vendor perspective: a case study in global software development". *International Journal of Information Technology Project Management*, 8(1), 35-54, 2017.
[24] Gülebağlan S. Yazılım Geliştirmede Risk Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye, 2006.
[25] Calp MH, Akcayol MA. "Yazılım projelerinde karşılaşılan risk faktörleri ve risk yönetim süreci". *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 27(1), 1-13, 2015.
[26] Wiegers KE. "Know Your Enemy: Software Risk Management". http://www.processimpact.com (12.07.2018).
[27] Şenyurt H. "ISO/IEC Yazılım Yasam Döngüsü Süreçleri - Risk Yönetimi Standartları: ISO/IEC Software Life Cycle Processes-Risk Management Standards". TÜBİTAK UEKAE/İLTAREN, Ankara, Türkiye, 2006.
[28] Boehm BW. "Software Risk Management: Principle and Practices". *IEEE Software*, 8(1), 32-41, 1991.
[29] Fairley R. "Risk management for software projects". *IEEE softwar*e, 11(3), 57-67. 1994.
[30] Chittister C, Haimes YY. "Risk associated with software development: a holistic framework for assessment and management". *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics,* 23(3), 710-723. 1993.
[31] Rockwell. *"Risk Management"*. Milwaukee/Wisconsin, USA, 1995.
[32] IEEE Std. "IEEE Standard for Life Cycle Processes-Risk Management". New York, USA, 1540, 2001.
[33] IRM/ALARM/AIRMIC. "Institute of Risk Management/National Forum for Risk Management in the Public Sector/Association of Insurance and Risk Managers. "A Risk Management Standard". London, England, 2002.
[34] American National Standard ANSI/PMI 99-001-2004. "A Guide to the Body of Knowledge Project Management". 3rd ed. - Project Management Institute, 388 p. 2004.
[35] Standards Australia/Standards New Zealand. "Risk Management AS/NZS 4360:2004". Jointly published by Standards Australia International Ltd. Sydney & Standards New Zealand, Wellington, 2004.
[36] Boehm BW. "A spiral model of software development and enhancement". *IEEE Computer*, 21(5), 61-72, 1988.
[37] International Organization for Standardization-ISO. (1999). ISO/IEC 15.504-5:1999-Information technology-Software process assessment-Part 5: An assessment model and indicator guidance. Genebra: ISO. 1999.
[38] Microsoft. "Microsoft Solutions Framework: MSF Risk Management Discipline". Microsoft. http://www.microsoft.com/msf (18.06.2018).
[39] RUP-Rational Software Corporation. "Rational unified process: best practices for software development teams". Rational Software White Paper, TP026B, Rev 11/01: IBM. http://www.ibm.com (12.09.2018).
[40] ISO-International Organization for Standardization. "ISO 10.006:2003-Quality Management Systems-Guidelines for Quality Management in Projects". International Standard Organization, 2003.
[41] AS/NZS 4360, "Standards Australia and standards New Zealand. Risk Management". Sydney, NSW.0 7337 5904 1, 2004.
[42] SEI. "Software Engineering Institute, CMMI® for Development. Staged Representation". http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr008.pdf (15.03.2018).
[43] SOFTEX. "Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro, MPS.BR-Melhoria de processo do software brasileiro". www.softex.br (17.03.2018).
[44] PMBOK, *Proje Yönetimi Bilgi Birikimi Klavuzu*, 4. Baskı, İstanbul, Türkiye, PMI, 2008.

Ek A

Ek A 1. Risk tanımlama formu.

Appendix A 1. Risk identification form.

Projenin alanı Mobil Uyg. ( ) Network Uyg. ( ) Oyun Uyg. ( ) İletişim Uyg. ( ) Diğer (.....)
Pozisyonu *Yönetici* [Analist ( ) Uzman ( ) Takım Lideri ( ) Proje yöneticisi ( ) Genel Yönetici ( ) Geliştirici ( ) Test Elemanı ( )]
Proje süresi 0 - 6 ay ( ) 6 - 12 ay ( ) 12 - 24 ay ( ) 24 - 48 ay ( ) 48 ay'dan fazla ( )
Proje bütçesi 50000 TL altı ( ) 50000 TL -100000TL ( ) 100000 TL-250000 TL ( ) 250000 TL -500000 TL ( ) 500000 TL üstü ( )
Personel Sayısı 10'dan az ( ) 10-30 ( ) 30-50 ( ) 50-100 ( ) 100'den fazla ( )
Proje süresinde sapma var mı? Hayır ( ) Evet ( ) %....
(Başlangıçta belirlenen teslim tarihi ile gerçekleşen tarih arasındaki zaman farkı)
Bütçede sapma var mı? Hayır ( ) Evet ( ) % ....
(Başlangıçta belirlenen bütçe ile teslim tarihindeki bütçe arasındaki fark)
Personel sayısında sapma var mı? Hayır ( ) Evet ( ) % ....
(Başlangıçta belirlenen personel sayısı ile proje teslim tarihindeki personel sayısı arasındaki fark)
Hedeflerde sapma var mı? Hayır ( ) Evet ( ) % ....
(Başlangıçta belirlenen proje iş paketlerinin tamamlanma durumu)
Proje başarısında sapma var mı? Hayır ( ) Evet ( ) % ....
(Projenin belirlenen süre, bütçe, personel sayısı ve hedefle tamamlanması)

Risk Faktörleri	**Kontrol Listesi**	**Risk Düzeyleri**					**Riskin Oluşma Sıklığı (1-5 arasında bir rakam giriniz.)**
		Çok Düşük Düzey	Düşük Düzey	Orta Düzey	Yüksek Düzey	Çok Yüksek Düzey	
		1	2	3	4	5	
Zaman Riskleri	Zamanlama planının hazırlanmasında zorluklar yaşanması Donanım dağıtımında problemler meydana gelmesi Proje teslim süresinde gecikme olması Hazırlanan ve onaylanan zamanlama planın uygulanmasında zorluklar yaşanması Proje yapısında beklenmeyen değişiklikler olması						
Bütçe (Maliyet) Riskleri	Bütçe değişiklikleri yaşanması Proje, hedeflenen ve onaylanan bütçe ile tamamlanamaması Kaynak (insan, araç ve materyal) maliyetlerinin belirlenmesinde güçlükler yaşanması Gerçekleşen ile planlanan maliyet arasında fark oluşması Proje için yatırım kısıtlamaları olması						
Yönetim Riskleri	Personelin sorumluluklarını yerine getirmemesi Kaynakların, etkili bir şekilde kullanılamaması Projenin planına göre yönetilmesinde aksaklıklar meydana gelmesi Önceliklerin doğru bir şekilde sıralanmasında zorlular yaşanması Takım arası iletişim sağlamada güçlükler çekilmesi						
Teknik Riskler	Yazılım geliştirme ortamının fiziksel açıdan (güvenlik, çalışma ortamı, radyasyon, malzeme) uygun olmaması Kullanılan araç-gereçlerin yeterli olmaması Proje süreci içerisinde ekipman değişiklikleri meydana gelmesi Projede personeli zorlayacak yazılım faaliyetlerinin bulunması Gelişmiş teknolojilerden yararlanılamaması						
Planlama ve Program Riskleri	Proje kapsamının anlaşılır olmaması Yüklenicinin kararsız tutumlar sergilemesi Proje süreci içerisinde müşteri önceliklerinin değişmesi						
	Malzeme bulmakta güçlükler çekilmesi Proje hacminin büyük olması						
Sözleşme ve Yasal Riskler	Sözleşme şartlarının ağır olması Veri telif hakları ile ilgili problemler yaşanması Sözleşme metninde değişiklikler meydana gelmesi Lisanssız yazılım kullanılması Paydaşların yapılan sözleşmeye uymaması						

Risk Faktörleri	Kontrol Listesi	Risk Düzeyleri					Riskin Oluşma Sıklığı (1-5 arasında bir rakam giriniz.)
		Çok Düşük Düzey	Düşük Düzey	Orta Düzey	Yüksek Düzey	Çok Yüksek Düzey	
		1	2	3	4	5	
Personel Riskleri	Personel sayısının yetersiz olması Personel değişiklikleri yaşanması Personelin eğitim düzeyinin yeterli olmaması Proje sürecinde personelde sağlık problemleri yaşanması Takım üyeleri arasında ekip ruhunun olmaması						
Diğer Kaynaklı Riskler	Ekipman ve sarf malzemesi tesliminde gecikmeler olması Projenin, araç ve tesis bakımından yetersiz olması Personelin etik ve ahlaki bakımından problemli olması Proje süreci içerisinde siyasi istikrarsızlıklar yaşanması Proje süreci içerisinde doğal felaketlerin yaşanması						

Ek B Uzman görüşleri formu

Annex B The form for expert opinions

Ek B 1. Bölüm: Uzman görüşleri için kontrol listesi.

Appendix B Part 1: Checklist for expert opinions.

Risk Yönetim Süreci	Konu Başlıkları	Uygunluk Düzeyi (0-100)
Risk Tanımlama	Uygulanan tekniğin gerçek hayattaki etkililiği Sürece katılan personel açısından yeterliliği Girdilerin etkinliği Girdilerin kapsam geçerliliği Çıktıların etkinliği Çıktıların kapsam geçerliliği Çıktıların doğruluğu "Risk Tanımlama" evresinin ikonlar, butonlar, tablolar, menüler ve renkler açısından anlaşılırlığı Sistemin memnuniyet düzeyi: Performans açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Yanıt verme süresi açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Güvenilirlik açısından Yardım ve destek mesajları Sistem içerisinde gezinme kolaylığı WEBRISKIT Risk Tanımlama evresinin kullanımını öğrenme kolaylığı Öneriler	
Risk Analizi	Uygulanan tekniğin gerçek hayattaki etkililiği Sürece katılan personel açısından yeterliliği Girdilerin etkinliği Girdilerin kapsam geçerliliği Çıktıların etkinliği Çıktıların kapsam geçerliliği Çıktıların doğruluğu "Risk Analizi" evresinin ikonlar, butonlar, tablolar, menüler ve renkler açısından anlaşılırlığı	
Risk Analizi	Sistemin memnuniyet düzeyi: Performans açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Yanıt verme süresi açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Güvenilirlik açısından Yardım ve destek mesajları Sistem içerisinde gezinme kolaylığı WEBRISKIT Risk Analizi evresinin kullanımını öğrenme kolaylığı Öneriler	

Risk Yönetim Süreci	Konu Başlıkları	Uygunluk Düzeyi (0-100)
Risk Analizi	Sistemin memnuniyet düzeyi: Performans açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Yanıt verme süresi açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Güvenilirlik açısından Yardım ve destek mesajları Sistem içerisinde gezinme kolaylığı WEBRISKIT Risk Analizi evresinin kullanımını öğrenme kolaylığı Öneriler	
Risk Planlama	Uygulanan tekniğin gerçek hayattaki etkililiği Sürece katılan personel açısından yeterliliği Girdilerin etkinliği Girdilerin kapsam geçerliliği Çıktıların etkinliği Çıktıların kapsam geçerliliği Çıktıların doğruluğu "Risk Planlama" evresinin ikonlar, butonlar, tablolar, menüler ve renkler açısından anlaşılırlığı Sistemin memnuniyet düzeyi: Performans açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Yanıt verme süresi açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Güvenilirlik açısından Yardım ve destek mesajları Sistem içerisinde gezinme kolaylığı WEBRISKIT Risk Planlama evresinin kullanımını öğrenme kolaylığı Öneriler	
Risk Kontrolü	Uygulanan tekniğin gerçek hayattaki etkililiği Sürece katılan personel açısından yeterliliği Girdilerin etkinliği Girdilerin kapsam geçerliliği Çıktıların etkinliği Çıktıların kapsam geçerliliği Çıktıların doğruluğu "Risk Kontrolü" evresinin ikonlar, butonlar, tablolar, menüler ve renkler açısından anlaşılırlığı Sistemin memnuniyet düzeyi: Performans açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Yanıt verme süresi açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Güvenilirlik açısından Yardım ve destek mesajları Sistem içerisinde gezinme kolaylığı WEBRISKIT Risk Kontrolü evresinin kullanımını öğrenme kolaylığı Öneriler	
Risk İzleme	Uygulanan tekniğin gerçek hayattaki etkililiği Sürece katılan personel açısından yeterliliği Girdilerin etkinliği Girdilerin kapsam geçerliliği Çıktıların etkinliği Çıktıların kapsam geçerliliği Çıktıların doğruluğu "Risk İzleme" evresinin ikonlar, butonlar, tablolar, menüler ve renkler açısından anlaşılırlığı	
Risk İzleme	Sistemin memnuniyet düzeyi: Performans açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Yanıt verme süresi açısından Sistemin memnuniyet düzeyi: Güvenilirlik açısından Yardım ve destek mesajları Sistem içerisinde gezinme kolaylığı WEBRISKIT Risk İzleme evresinin kullanımını öğrenme kolaylığı Öneriler	

Ek B 2. Bölüm: Senaryo durumlarına göre elde edilen sonuçlar (Örnektir).

Appendix B Part 2: Results obtained according to scenario situations (Example).

Senaryo 1-Süresi geçmiş ancak yapılmamış iş paketleri durumuna göre risk analizi.

<table>
<tr><th>Senaryo No</th><th>Deney No</th><th>SONUÇLAR</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">1</td><td><u>DURUM 1</u></td></tr>
<tr><td><u>ANALİZ TARİHİ</u></td></tr>
<tr><td>
<table>
<tr><th>Sıra</th><th>İş Dökümü Yapısı</th><th>İş / İş Paket Adı</th><th>Süre (Gün)</th><th>Başlangıç</th><th>Bitiş</th><th>Bütçe (TL)</th><th>Personel Sayısı</th><th>Öncüller</th><th>Çıktılar</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="9">PROJE GENEL RİSK DURUMU</th></tr>
<tr><th>Zaman Risk Durumu</th><th>Bütçe (Maliyet) Risk Durumu</th><th>Yönetim Risk Durumu</th><th>Teknik Risk Durumu</th><th>Planlama ve Program Risk Durumu</th><th>Sözleşme ve Yasal Risk Durumu</th><th>Personel Risk Durumu</th><th>Diğer Kaynaklı Risk Durumu</th><th>Genel Risk Durumu</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="5">SAPMALAR (Tahmin Sonuçları)</th></tr>
<tr><th>Süredeki Sapma Oranı</th><th>Bütçedeki Sapma Oranı</th><th>Personel Sayısındaki Sapma Oranı</th><th>Hedefteki Sapma Oranı</th><th>Proje Başarısındaki Sapma Oranı</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="3">SAPMA SONUCU PROJEDEKİ MUHTEMEL SON DURUM</th></tr>
<tr><th>Projenin Bitiş Tarihi</th><th>Projenin Bütçesi</th><th>Projenin Personel Sayısı</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><th>Muhtemel Proje Bitiş Tarihi</th><th>Muhtemel Proje Bütçesi</th><th>Muhtemel Proje Personel Sayısı</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>UYGUNDUR | UYGUN DEĞİLDİR</td></tr>
</table>

Ek B 3. Bölüm: Genel öneriler.

Appendix B Part 3: General recommendations.

Lütfen, uygulamanın performansı, özellikleri ve kullanımı ile ilgili varsa önerilerinizi bu bölümde belirtiniz.