

Bir elektronik tasarım firmasında hata takip ve proje yönetim sistemi uygulaması

Bug tracking and project management system application in an electronic design company

Sadık ARSLAN^{1*}, Fatih YÜCALAR²

¹Kentkart Ege Elektronik Anonim Şirketi, Araştırma-Geliştirme Donanım Tasarım Bölümü, İzmir, Türkiye.

sadik.arslan@kentkart.com.tr

²Teknoloji Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, Türkiye.

fatih.yucalar@cbu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 16.10.2014, Kabul Tarihi/Accepted: 01.02.2015

* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2015.51422

Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Bu çalışmada, piyasada bulunan Hata Takip ve Yönetim Bilişim Sistemleri kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Kullanımı yaygın olan sistemlere ilişkin ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir. Orta büyüklükteki Bilişim Teknolojileri firmalarında ve Kentkart Ege Elektronik AŞ. Firmasında, Hata Takip ve Proje Yönetimi Sistemleri'ne olan ihtiyacın analizi yapılmıştır. Analize göre elde edilen ihtiyaç doğrultusunda, uygun araçlar uygulama yapılması için seçilmiştir. Hata Takip ve Proje Yönetim uygulamalarının yapılabileceği araç Atlassian firmasının bir ürünü olan JIRA sistemi olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarla JIRA sistemine ihtiyaçlar uyarlanmış, Hata Takip ve Proje Yönetim Sistemleri Ar-Ge çalışanlarının kolaylıkla kullanabileceği bir yapıda olacak şekilde tasarlanmıştır. Proje için Fayda-maliyet analizi de yapılmış ve projenin kullanımının oldukça yararlı olacağı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Hata takip sistemleri, Proje yönetim sistemleri, İhtiyaç analizi, Fayda-maliyet analizi

Abstract

In this study, commercially available Bug Tracking and Management Information Systems has been investigated in a comprehensive manner. The systems that commonly used described in detail. Bug Tracking and Project Management Systems requirements analysis of medium-sized companies and Kentkart Ege Electronic which is an Information Technology company has been made. Obtained by the analysis requirements, the appropriate tools are selected for system application. JIRA that a product of Atlassian company was determined as a Bug Tracking and Project Management application tool. In this study, JIRA system adapted to the requirements, Bug Tracking and Project Management systems is designed in a structure which can be easily used by R&D employees. Cost-Benefit analysis is done and using this project was determined to be quite useful.

Keywords: Bug tracking systems, Project management systems, Requirements analysis, Cost-Benefit analysis

1 Giriş

Bilişim Teknolojilerinde Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir ve bu durum yönetimini zorlaştırmaktadır. Genel olarak, Ar-Ge çalışmaları süresince üzerinde çalışılan projeler test edilmekte ve karşılaşılan hatalar raporlanmaktadır. Raporlanan hatalar farklı çalışma alanlarında bulunan tasarım uzmanlarına çözümlenmektedir. Çözümler tekrar test edilmekte ve bunların gerçek çözüm olup olmadığı test ekiplerince sorgulanmaktadır. Hatalarda çözüme ulaşılamamışsa, tasarım ekipleri yeniden hatalar üzerinde çalışmaya devam ederler ve çözüm süreci bu şekilde bir döngü ile devam etmektedir.

Bilişim Teknolojileri firmalarında, Ar-Ge faaliyetlerine paralel olarak birçok proje yürütülmektedir. Projelerdeki adımların, süreçlerin ve zamanların takibi oldukça kritik olmaktadır. Projelere farklı çalışma alanlarında bulunan kişiler de dâhil olabilmektedir ve koordinasyon etkeni projelerin başarısı için çok önemlidir.

Günümüzde hataların takip edilmesi ve projelerin yönetilmesi için piyasada birçok farklı özellikte ve yetenekte bilişim sistemi bulunmaktadır. Hata Takip Sistemleri Ar-Ge çalışmaları sonucunda karşılaşılan hataların kaydı, takibi, raporlanması, yönetilmesi vb. işlevleri yerine getiren araçlardır. Bu sistemler, hataların etkin ve verimli bir şekilde takibine ve sonuca ulaşılmasına yardımcı olmaktadır. Proje Yönetim Sistemleri

de benzer şekilde projelerin yürütülmesini, takibini, bölümlere ayrılmasını ve sonuca ulaştırılmasını sağlayan araçlardır.

Bu araştırmanın temel çalışma odağı ve hedefi, genelde orta büyüklükte firmalar ve özeldede ise Kentkart Ege Elektronik Anonim Şirketi (AŞ.) firmasında kullanılmak üzere, Ar-Ge bölümü için Hata Takip ve Proje Yönetim Bilişim Sistemlerinin uygulanmasıdır. Amaç, Ar-Ge hatalarının ve üzerinde çalışılan projelerin sistemli bir şekilde takip edilmesi, kaydedilmesi ve raporlanmasıdır. Ayrıca firmanın orta ve üst seviye yönetimi için, tüm projelerde tasarımsal ve süreçsel durumlarının izlenmesi de sağlanmaktadır.

Çalışmada öncelikle firmalarda Ar-Ge birimlerinin ihtiyacı olduğu düşünülen Hata Takip ve Proje Yönetim Bilişim Sistemleri'nin ihtiyaç analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda, Kentkart firmasının bu sistemlere ihtiyacı olduğu saptanmıştır. İhtiyaç doğrultusunda kullanılabilir olan, piyasadaki Hata Takip ve Proje Yönetim Bilişim Sistemleri kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Araştırmaya göre maddi, teknik ve yönetsel açıdan uygun bulunan Atlassian firmasının JIRA isimli Hata Takip ve Proje Yönetim yazılımı çalışmada kullanılmıştır. Bu uygulama ile tüm Ar-Ge tasarım proje takiplerinin yapılması sağlanmış, test işlemleri için hataların kaydını ve çözümlerini içeren bir veri tabanı oluşturulmuştur. Firmaların yönetimi için tüm süreçlerin takibini sağlayan yönetsel bir bilişim sistemi kurulmuştur. Araştırmaya Fayda-maliyet analizi, fiyat bilgisi dâhil edilmiştir. Orta büyüklükte firmalar için Kentkart Ege

Elektronik AŞ firması örneği ele alınarak katma değer sağlayacak yenilikçi bir sistem önerilmiştir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde, ihtiyaç analizi uygulaması ve sonuçlarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, Hata Takip ve Proje Yönetim Sistemleri'ne dair literatür incelemesi yapılmıştır. Dördüncü bölüm, sistem tasarımına ilişkin olarak tasarlanan Hata Takip Sistemi ve Proje Yönetim Sistemi'nin detaylarını içermektedir. Aynı bölümde JIRA programı ile gerçekleştirilen uyarlamaya dair detaylara odaklanılmıştır. Ayrıca, Fayda-maliyet analizine de yer verilmektedir. Beşinci bölümde, elde edilen bulgular tartışma yoluyla değerlendirilmektedir.

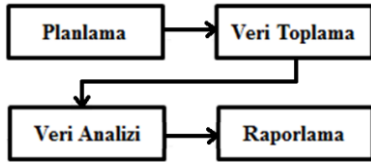
2 Analiz

2.1 İhtiyaç analizi

İhtiyaç analizi, temelde, kısa veya uzun süreli olarak bireysel ve kurumsal gelişimi sağlamak, ihtiyaçları tespit etmek ve bu ihtiyaçlara uygun çözüm yolları bulmak amacıyla yapılmaktadır. Bu amaca göre, ihtiyaç analizi bazı aşamaları kapsamaktadır. Aşamalara genel olarak baktığımızda ihtiyaçlar tespit edilerek, bu ihtiyaçlar hakkında veri toplanmış ve bu ihtiyaçları karşılayabilecek kapasitede bir sistem tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemin uygulanmasından sonra da eksik yönler tespit edilerek sistem daha verimli hale getirilmiştir. Orta büyüklükteki firmalardaki temel istek, Ar-Ge bölümünde kullanılmak için, bir Hata Takip ve Proje Yönetim Bilişim Sistemi uygulanmasının oluşturulmasıdır. Burada ihtiyacı, bizden beklenenler ile elimizdeki var olanların farkı olarak düşünebiliriz.

2.2 İhtiyaç analizi uygulaması

Yapılan ihtiyaç analizinin uygulaması, Şekil 1'de görüldüğü gibi 4 temel basamakta toplanabilir.



Şekil 1: İhtiyaç analizi basamakları.

Planlama; hatasız ve etkili bir iş başarısı için çok önemlidir. İhtiyaç analizinin uygulanması esnasında da planlama oldukça etkili ve mutlaka yapılması gereken bir basamaktır. Planlama sürecinde öncelikle problemimizin çözümü için ulaşılması gereken hedef kitle, Ar-Ge yöneticileri ve çalışanları olarak belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra, hedef kitleden verileri toplamak için yöntemler belirlenmiştir. Temelde bu yöntemler, toplantı, sözlü mülakat, anket ve bire bir görüşme şeklinde sıralanabilmektedir. Çalışmamızda, toplantı ve bire bir görüşmeler yapma planı kararlaştırılmıştır. Sonuçta, Kentkart firmasındaki Ar-Ge yöneticilerinin tümü ve Ar-Ge çalışanlarından da en az %30'u ile bire bir görüşme yapılmasına karar verilmiştir.

Verileri Toplama; Hata Takip ve Proje Yönetim Bilişim Sistemi uygulanması ihtiyacının analizi sırasında, ihtiyacın içeriğine, yöntemine ve hedeflerine yönelik veri toplanması gerçekleştirilmiştir. Bire bir görüşmeler ve toplantılarda alınan notlar analiz esnasında kullanılmıştır.

Verileri Analiz Etme; veri toplanması işleminden sonra, var olan koşullar ve istekler belirlenmiştir. İhtiyaçların öncelikleri

sıralanmıştır. Maddi sınırlar, işin kapsamı ve zamanlaması belirlenmiştir.

Rapor Oluşturma; ihtiyaç analizinde neler yapıldığını, amacın ne olduğu, kimlerin çalışmaya katıldığını, verilerin analizini ve önerileri içermektedir. Bu rapor, ihtiyaç ve yapılacak çalışmalar için firma üst yönetimine sunulmuştur.

2.3 İhtiyaç analizi sonuçları

İhtiyaç analizi sonucunda, firmanın Ar-Ge bölümünde kullanılmak için, bir Hata Takip ve Proje Yönetim Bilişim Sistemi uygulamasının mutlaka gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Ar-Ge bölümündeki hata takip eksikliğinden ve koordinasyon eksikliğinden kaynaklı firmanın maddi kayıplarının olduğu ve müşteriler bazında da itibar kayıplarının olduğu sonucuna varılmıştır. Bir firma açısından operasyonel risk, uygun olmayan veya hatalı bir iç sürecin neden olduğu itibar kaybı veya kayıp riski olarak ifade edilmektedir. Çeşitli riskler firmadaki çalışanlardan, sistemden veya harici olaylardan kaynaklanabilir. Bu bakış açısıyla, operasyonel riskin uygun bir Hata Takip ve Proje Yönetim Sistemi ile yönetilebilir olması oldukça önemlidir. Ayrıca, test gruplarıyla Ar-Ge tasarım gruplarının koordinasyon eksikliği ortaya konmuş ve hali hazırda uygulanan yöntemlerin büyümeye uygun olmadığı düşünülmektedir. İhtiyaç analizi sonucunda alınan kararlara göre hedeflenenler aşağıdaki maddelerde verilmiştir:

- Ar-Ge bölümünde kullanılmak için, bir Hata Takip ve Proje Yönetim Sistemi oluşturulması karara bağlanmıştır,
- Tasarlanacak sistem genişlemeye teknik yönden uygun olmalıdır. Çalışan sayısı arttıkça sistemin kullanıcı sayısı artabilecek şekilde bir sistem olmalıdır. Dinamik olmalı, değişikliklere uygun olmalıdır,
- Sistemin kullanımı kolay olmalı, tüm üyeler kısa bir eğitimin ardından kolaylıkla sisteme uyabilmelidir,
- Uluslararası firmalar için kullanıcı arayüzü İngilizce olmalıdır. Böylece hataların ve projelerin yurtdışından da takibi kolay olacaktır,
- Test grupları ile tasarım gruplarının hatalar bazında bağlantı noktası bu sistem olmalıdır. Sistem, saha testlerindeki hataları da desteklemelidir,
- Hataların ve projelerin geriye dönük izlenebilirliğini sağlamalıdır.

3 Literatür incelemesi

Hata Takip Sistemleri temelde, yazılım ve/veya donanım geliştirilen projelerin tasarımı esnasında, çıkan teknik hataların raporlanması ve takibini içeren bir yazılım uygulamasıdır. Hata Takip Sistemleri 1970'den beri kullanılmakta olup geliştirilen sistemlerin kullanıcıları veya testçileri tarafından bir hata ile karşılaşıldığında, form doldurulması şeklinde çalışır. Doldurulan formlar genellikle, hatayı açıklayan bir özet, hatanın oluşma şekli, tekrardan oluşturulabilmesi için adımlar ve diğer tanımlama bilgilerini içerirler [1].

Projelerin dinamik doğası ve dünyasındaki esneklik ihtiyacı proje yönetimini zorunlu kılmaktadır. Proje ortamlarındaki zorluklar ile başa çıkmak için proje yöneticilerine yardımcı olabilecek destek sistemlerini araştırmak ve geliştirmek bilim insanlarını teşvik etmiştir [2]. Bilgi teknolojileri ve proje

yönetimi yazılımlarının ana odağı, projelerdeki planlama, zamanlama, izleme ve kontrol için kullanılan proje yöntemlerinin avantajlarını en üst düzeye çıkarmak, kullanılabildiği zamanı ve çabayı en aza indirmektir [3]. Yabuuchil, Kocaoglu ve Watada'nın [4] yaptıkları bir çalışmada yazılım projelerinde hata oluşumunu ve proje zamanlarını etkileyen faktörleri; müşteri isteklerini anlamak, proje özellikleri, projenin ölçeği, projenin içindeki modüllerin büyüklükleri ve mantıksal karmaşıklık olarak sıralamışlardır. Bu listedeki faktörlerin yönetilmesini kolaylaştıran Proje Yönetim Sistemleridir. Maliyetleri düşürmek amacıyla küresel yazılım geliştirmeye başvuran firmalarda bu sefer de mesafelerden kaynaklı, zamanda, koordinasyonda, bilgi yönetiminde vs. gecikmeler olmaktadır [5]. Bu tipteki problemlerin aşılabilmesi için de Proje Yönetim Sistemlerinin uygulanması oldukça önemlidir. U. Gardazi, Khan, F. Gardazi ve Shahid'in [6] yapmış oldukları çalışmada, yazılım geliştirme takımlarındaki proje yöneticileri üzerindeki motivasyon faktörlerini incelemişlerdir. Bu incelemede, motivasyonu arttıran faktörlerden bir tanesinin, projede sonuca ulaşmak olduğu gösterilmiştir. Proje Yönetim Sistemleri hedefe ulaşma konusunda oldukça önemli yardımcı araçlardır.

Günümüzde, ticari, ücretsiz, açık kaynak kodlu vb. farklı türlerde, Ar-Ge çalışmalarında kullanılan birçok Hata Takip ve Proje Yönetim Sistemi bulunmaktadır [7]. Bu sistemler ayrı ayrı bulunabilirken, bazı araçlarda ise aynı ürünün içerisinde birlikte de bulunabilirler [8]. Ayrıca, bu sistemler yazılım geliştirme [9],[10], donanım geliştirme, eğitim [11], sağlık [12],[13], bilimsel çalışmalar [14], kalite yönetimi [15], inşaat [16], tarım [17] gibi birçok alanda hataların takip edilmesinde kullanılmaktadır. Çalışmada öncelikle, bu sistemlerin araştırması yapılmıştır. 50'den fazla farklı bilişim sistemi araştırılmıştır. En sık kullanılan sistemlerin özellikleri, kullanım amaçları aşağıda verilmiştir.

3.1 Bugzilla

Mozilla, açık kaynak kodlu tarayıcı projesi [18], Hata Takip Sistemi ihtiyacı olduğunda, Mozilla geliştiricileri kendi sistemlerini, Bugzilla ismiyle, yine açık kaynak kodlu olarak geliştirdiler [19]. Günümüzde, Bugzilla artık Mozilla'nın aracı olmaktan çıkmış ve bir genel Hata Takip Sistemi olmuştur.

Herhangi bir bilgi sistemi gibi, Bugzilla'nın ana fonksiyonları veri girilmesi ve veriye erişim içindir. Sisteme giriş yaptığımızda, yeni hatalar girebilir veya arayabilirsiniz, hataları takip edebilirsiniz veya mevcut bir hatayı güncelleyebilirsiniz. Büyük projeler için yazılım versiyonlarını ve hata geçmişlerini oldukça verimli bir şekilde yöneten Bugzilla [20], HTML (Zengin Metin İşaret Dili, Hyper Text Markup Language) sayfaları aracılığı ile kullanıcılarına hizmet sunar. Bugzilla'nın tasarım prensipleri ticari veri tabanlarını da desteklemesi gerektiğini belirtse de sadece popüler bir açık kaynak kod veri tabanı olan MySQL (My Structured Query Language-Yapısal Sorgulama Dili) ile çalışır [21].

3.2 JIRA

Atlassian JIRA, temelde bir Proje Yönetim Sistemi aracıdır ancak bununla birlikte yaygın bir şekilde Hata Takip Sistemi olarak da kullanılmaktadır. Bu sistem, kayıt yapma, raporlama, iş akışları ve diğer birçok özelliği tam bir set olarak sunar. Bu araç, kod geliştirme ve Ar-Ge çalışmaları için doğrudan çözümler sunmaktadır ve geliştiriciler için tam uygun bir takip ortamı sunmaktadır [22]. Bununla birlikte, JIRA yetenekleri doğrultusunda, sadece kod geliştiren kişilere ve firmalara

çözümler sunmamaktadır. Bilişim sistemleri firmalarına ve yöneticilerine de uygun bir araçtır. Birçok genişletilebilir uygulamayı içeren lisanslı bir ticari üründür [23]. Şubat 2002'de Mike Cannon-Brookes ve Scott Farquhar tarafından kurulan Atlassian Avustralya'nın en hızlı büyüyen teknoloji firmalarından birisi olmuştur. Başlangıçta 10.000 \$ ile kurulan firma kendi projelerini yönetmek için bir Hata Takip Sistemine ihtiyaç duyar. Firmanın ilk ürünü olan JIRA bu şekilde doğar ve diğer ürünler bu ürünü takip eder [24].

3.3 Mantis

Mantis, popüler bir açık kaynak kodlu Web tabanlı Hata Takip Sistemi ve Proje Yönetim Sistemi'dir. Linux, Windows ve Mac OS'leri tarafından desteklenir. Chrome, Firefox, Safari, Opera ve IE 7+ gibi web tarayıcıları ile uyumludur. 2000 yılında geliştirilmeye başlanan Mantis sistemi 2006 yılında ilk versiyonu ile piyasaya çıkmıştır. Basit kullanıcı arayüzü, PHP (Hypertext Preprocessor, Üstün yazı Önışlemcisi) çalışan tüm platformlarda çalışabilme, isteğe göre ayarlanabilir hata sayfaları, aynı anda birden fazla proje ile çalışabilme imkânı vardır. Kullanıcılar her projede farklı erişim seviyelerine sahip olabilirler. Yol haritası görüntüleyebilme, arama ve filtreleme, tam metin arama, özelleştirilmiş alanlar ve raporlar, e-posta ile bilgilendirme, dosya ekleme, hata geçmiş kaydı tutma, ayarlanabilir hata akışı, CSV, Microsoft Excel ve Microsoft Word formatlarında dışarıya bilgi alabilme özellikleri vardır. Ek uygulamalar ile artırılabilir özellikler, e-posta ile hataların raporlarını alabilme, sınırsız sayıda kullanıcı, hata ve proje girebilme gibi birçok özellik bu sistemin özellikleri arasında gösterilebilir [25].

3.4 Microsoft Project

Microsoft Project, Microsoft Corporation firması tarafından geliştirilen ve satılan bir Proje Yönetim Sistemi aracıdır. Proje yöneticilerine ve satılan bir Proje Yönetim Sistemi aracıdır. Proje yöneticilerine plan oluşturma, kaynak planlaması yapma, kaynakların görevlere atanması, süreçlerin takibi, bütçe yönetimi ve iş yükü analizi gibi konularda yardımcı olması için geliştirilmiş Microsoft Project, yayımlandıktan birkaç sene sonra kişisel bilgisayar tabanlı proje yönetimi yazılımı sektörünün lideri haline gelmiştir. Firmalarda ve akademik çalışmalarda çok yaygın kullanılmaktadır [26]. Microsoft Project üzerine üçüncü şahıslar da eklentiler yazılabilmektedir. Sistem, kritik proje aşamalarının zamanlanmaları, kritik zincirleme ve olay zincirleme metodolojisi oluşturarak kullanıcılarına hizmet vermektedir. Zamanlamalar, kaynak seviyeli olabilir, Gantt diyagramında görselleştirilebilir ve kolaylıkla takip edilebilirler. Sistemde proje yöneticisi, geliştirici, analizci vb. farklı görevlerdeki kişiler için kullanıcı sınıfları tanımlanabilir. Bu kullanıcı sınıfları, Microsoft Project ile oluşturulmuş projeler, arayüzler ve veriler gibi alanlara farklı erişim hakları ile ulaşabilirler [27].

3.5 Primavera

Primavera Systems, birçok farklı yazılım paketlerinden oluşan 1983 yılında kurulan ve 2008 yılında Oracle Corporation tarafından satın alınan bir markadır. Primavera yazılımları, Oracle veya SAP ERP gibi diğer kurumsal yazılımlara entegre olabilen ve firmalarda proje yönetimi, kontrol ve çalışanlar arası işbirliklerini destekleyen bilişim sistemleridir. Primavera'nın planlama ve kontrol platformlarında, proje yönetimi ve bilgi paylaşımı konusunda kolay kullanımlı, görsel zenginliği olan raporları bulunmaktadır. Proje Yönetim Sistemleri, günümüzde, birçok firmanın vazgeçilmez yönetim araçları haline gelmiştir. Projelerin zamanında, belirlenen

bütçede bitmesinde, proje taraflarının tümünün beklentilerinin en iyi şekilde karşılanmasında, etkin proje planlama ve kontrolünün anlaşılmasıdır.

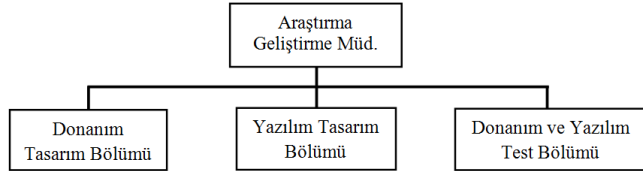
Primavera araçlarının genel özellikleri, çok projeli planlama, kaynak ve maliyet yönetimi sunma, kritik yollar metodu gibi yöntemlerle çizelgeleme, ERP ve muhasebe sistemlerine entegrasyon, Gantt diyagramları gibi yöntemlerde grafik alabilme, CVS, HTML gibi formatlarda rapor alabilme şeklinde verilebilir. Ayrıca projelerin, kişilerden bağımsız, standart yönetim süreçlerine kavuşturulması, süresel ve mali performansının kontrolü, projeleri kontrol etmek için gerekli analitik bilgiye erişim ve organizasyonun çeşitli seviyelerindeki ihtiyaçlara uygun raporlama gibi özellikleri sunmaktadır [28].

4 Sistemlerin tasarımı

Hata Takip ve Proje Yönetim Sistemi kurulurken, inceleme yapılan tüm sistemlerin arasından Atlassian firmasının piyasaya sürdüğü JIRA bilişim sisteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu sistem, maliyet, kullanım kolaylığı, teknik destek alma kolaylığı, veri tabanı altyapısının uygunluğu gibi birçok kriter göz önünde alınarak seçilmiştir. JIRA'nın aynı anda hem Hata Takip hem de Proje Yönetimi araçlarını birlikte sunması da bu kararın alınmasında büyük bir etkidir. Böylece tüm çalışanlar tek bir platformdan tüm sistemi kullanabileceklerdir.

4.1 Tasarlanan hata takip sistemi

Şekil 2'de, elektronik tasarım ile uğraşan Bilişim Teknolojileri firmaları için basit bir Ar-Ge bölümü organizasyon şeması verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere "Donanım Tasarım Bölümü", "Yazılım Tasarım Bölümü" ve her ikisinin de tasarım çıktıların test eden bir "Test Bölümü" yer almaktadır. Burada uzmanlık alanlarına göre tasarım doğrulama, analog tasarım, sayısal tasarım, sunucu yazılım tasarımı gibi farklı bölümler de organizasyon şemasına eklenebilir.



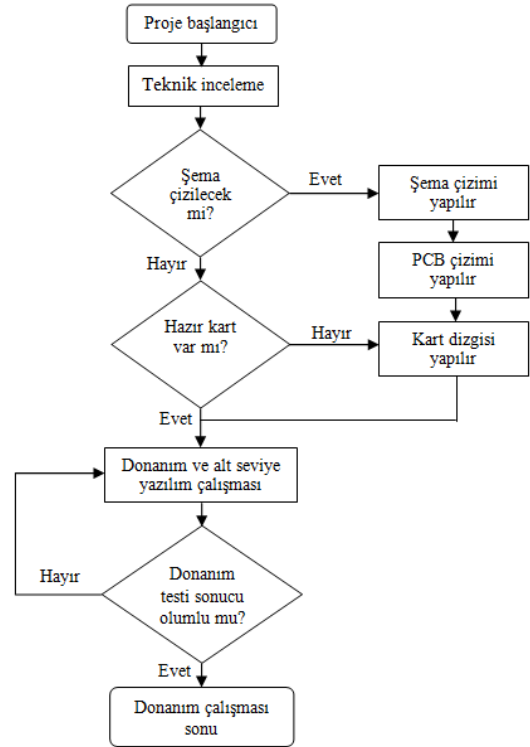
Şekil 2: Basit bir Ar-Ge organizasyon şeması.

Orta büyüklükteki firmalarda ve Kentkart firmasında genelde Ar-Ge Donanım Tasarım Bölümü çalışanı, mikroişlemci tabanlı teknolojilerin araştırılması ve gerçekleştirilmesi, donanımların alt seviye yazılımlarının gerçekleştirilmesi, üretimi yapılan donanımların yazılım grubu tarafından kullanılması için gerekli destek faaliyetlerinin yürütülmesi, saha sorunları doğrultusunda donanımların ve alt seviye yazılımların iyileştirilmesi, PCB (Printed Circuit Board, Baskılı Devre) ve şematik çizimi ve tedarigi gibi görevleri yerine getirmekten sorumludur. Bir Ar-Ge Yazılım Bölümü çalışanı, gelen alt yazılımları tamamlanmış cihazlar için üst seviye yazılımların yazılması, gerekli veri tabanı yazılımlarının gerçekleştirilmesi, sahadan gelen yazılım problemlerinin incelenmesi gibi görevleri yerine getirmektedir. Test grubu ise bu tasarım gruplarından gelen tüm çıktıların test edilmesi ve onaylanması ile sorumludur. Müşteriye veya sahaya gidecek her ürün test grubundan onay alarak çıkar. Ar-Ge'deki bölümlerin başında, müdür seviyesinde yöneticiler bulunmaktadır. Yazılım ve Donanım grubu müdürleri, projelerin yönetilmesi ve takibiyle mükellefler.

Şekil 3'te Ar-Ge'nin bir gömülü sistem projesindeki, temel donanım geliştirme iş akışı adımları görülmektedir. Bu iş akışı adımları Hata Takip Sistemi'ne de entegre edilmiştir.

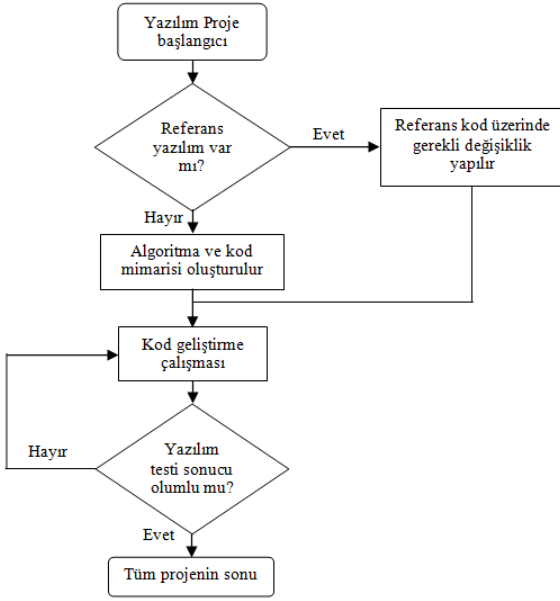
Şekil 3'te yer alan akışlardan görülebileceği gibi firmadaki projeler donanım geliştirme içeriyorsa öncelikle teknik bir inceleme yapılır. Önceden benzer bir proje tasarımı yapılmışsa ve şema çizimine gerek yoksa eldeki kartlar üzerinde çalışma yapılır. Şema ve PCB yoksa tasarımları yapılır ve alt seviye yazılım çalışmalarına başlanır. Donanım grubunda da bazı yazılım çalışmaları yapılmaktadır, bu yazılımlar mikrodenetleyici seviyesinde C dili kullanılarak yapılmaktadır.

Tasarım aşamasından sonra donanım testlerine geçilir. Burada test sonucuna göre hatalar belirlenir ve tasarım grubuna çözüm için geri dönüş yapılır. Problem çözülene kadar da tasarım ve test grupları arasında bu döngü sürer. Özellikle uluslararası niteliğe sahip projelerde bu tipteki hata çözüm döngüleri yüz yüze görüşme gerekliliğini azaltır [29]. Tüm geliştirmeler bitince ve problemler çözümlenince tasarlanan donanım, yazılım grubuna çalışma yapılması için gider.



Şekil 3: Donanım geliştirme iş akışı.

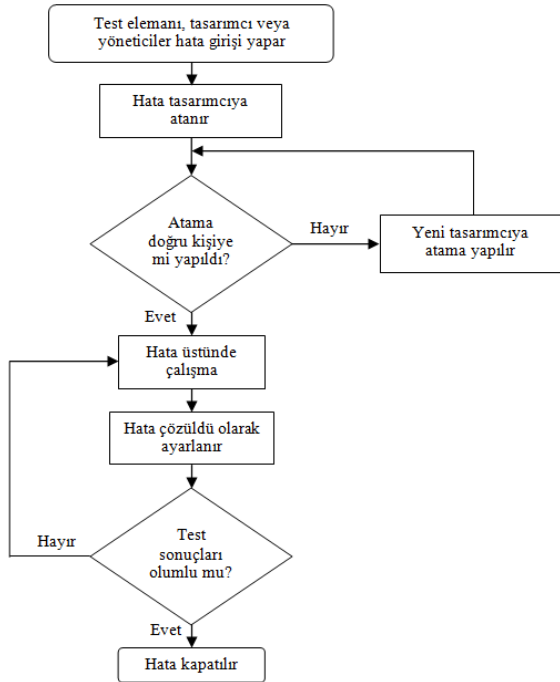
Şekil 4'ten görülebileceği gibi yazılım grubu, donanım grubundan gelen proje üzerinde çalışmaya başlar. Öncelikle benzer bir çalışma yapıp yapılmadığı kontrol edilir. Önceden yapılmış bir çalışma varsa üzerinde gerekli değişiklikler yapılır ve kod geliştirmeye başlanır. Eğer hiç çalışma yapılmamışsa algoritma geliştirilir ve yazılım mimarisi oluşturulur. Kod geliştirmeye bu aşamadan sonra başlanır. Geliştirilen kodu, test grubu test eder ve hatalar üzerinden yazılım grubu problemleri çözmek için çalışma yapar. Bu döngü sonucunda proje sonlandırılır ve sahaya verilecek duruma gelir.



Şekil 4: Yazılım geliştirme iş akışı.

Şekil 5'te tasarlanan Hata Takip Sistemi'ndeki ana hata yönetimi iş akışı görülmektedir. Bu iş akışı donanım ve yazılım grupları için de aynı şekilde değerlendirilebilir. Sisteme hatayı sadece test grubu çalışanları girmez. Probleme göre tasarımcılar ve yöneticiler de sisteme hata kaydı girebilirler. Girilen kayıt esnasında, ilgili olduğu düşünülen tasarımcıya hata atanır. Bu atama yapıldıktan sonra kendisine kayıt açılan tasarımcı, konunun kendisi ile ilgili olup olmadığını kontrol eder.

Tasarımcı eğer kendisi konuyu çalışacak ise atamayı değiştirmeden çalışma yapar. Eğer konu kendisi ile ilgili değil ise atamayı farklı bir geliştiriciye yapar. Bu şekilde uygun kişi bulunana kadar atama döngüsü çalışır. Doğru atamadan sonra hatanın çözümü için tasarımcı problem üzerinde çalışır.



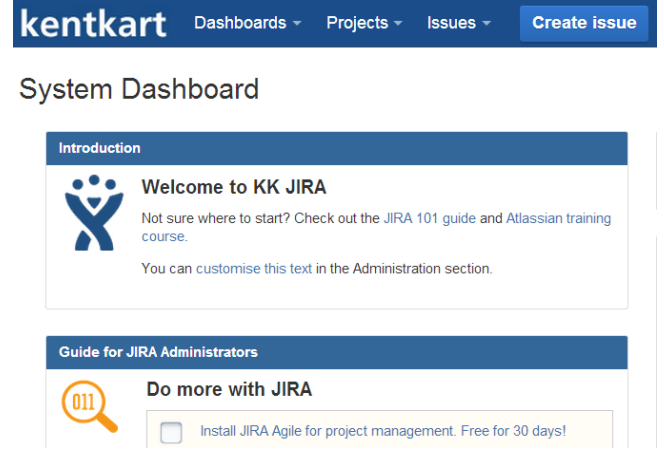
Şekil 5: Hata takip sistemi iş akışı.

Problemin çözüldüğü düşünülürse hata çözüldü olarak sistemde kayıtlar. Bu durumda test grubu çalışanı problemi test eder. Hata çözülmüş ise çözüldü şeklinde kaydı kapatır. Çözülmemiş ise tekrardan tasarımcıya problem geri açılır. Bu işlem problem çözülmünceye kadar devam eder. Benzer iş döngü modelleri farklı bilimsel çalışmalarda kullanılmıştır ve bu modeller yardımıyla tüm takip sistemi kolaylıkla oluşturulabilir [30].

4.2 Hata takip sistemi JIRA uyarlaması

Atlassian firmasının bir aracı olan JIRA programının kurulum dosyası çalıştırılarak sistem kurulmuştur. Burada Web arayüzü, Hata Takip Sistemi'ne erişim arayüzü olarak kullanılmıştır. Sistemi ilk kuran kişi sistemin ilk yöneticisi olmaktadır. Sisteme giriş tüm kullanıcılar için kullanıcı adı ve şifre sorgulamasından sonra gerçekleştirilmektedir.

Sisteme giriş yapan bir kullanıcı Şekil 6'daki gibi bir kontrol paneli arayüzü ile karşılaşmaktadır. Burada projelere, hatalara ulaşım sekmeleri, hata açabilmek için kullanılan sekme, kullanıcı profilini ayarlamayı sağlayan sekmeler bulunmaktadır. Ayrıca tüm projelerde yapılanların gösterildiği bir aktivite bölümü de kontrol panelinde bulunmaktadır.

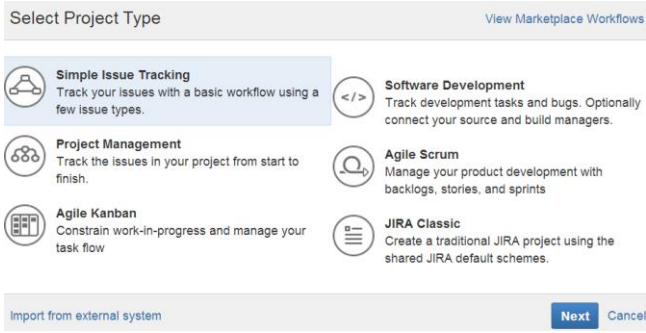


Şekil 6: Hata takip sistemi kullanıcı kontrol paneli.

Sistem yöneticilerinin Hata Takip Sistemi için çalışılan işe ve firmaya özel grup ve kullanıcı ekleme görevleri vardır. Kentkart firmasının Ar-Ge çalışmalarına özel toplamda 4 fazladan grup açılmıştır. Bu gruplar HW-Developers, HW-Test, SW-Developers ve SW-Test gruplarıdır.

Firmadaki tüm çalışanlar için kullanıcı hesabı açılmıştır. Kişilere proje tabanlı görev atama yapılabilmektedir. Bir kişi bir projede HW-Test grubunda iken, aynı kişi diğer projede SW-Developer olabilmektedir. Kişiler farklı projelerde farklı görevlere atanabilir. Ancak firmadaki kişilerin görevleri proje tabanlı değişmemektedir. Yani donanım tasarımcısı, yazılım tasarımcısı çalışmamakta veya yazılım tasarımcısı, donanım tasarımcısı olarak çalışmamaktadır. Sadece bazı kullanıcılara proje tabanlı Hata Takip Sistemi yöneticisi olma yetkisi verilmiştir.

Yeni projeler sadece sistem yöneticileri tarafından eklenebilmektedir. Sistem yöneticileri de firmadaki Yazılım ve Donanım Tasarım Bölümleri müdürleridir. Yeni proje oluşturulacağı zaman Şekil 7'deki gibi bir proje seçim ekranı gelmektedir. Ar-Ge bölümünde açılacak projeye en uygun hata takip yöntemi bu ekrandan seçilir. Burada JIRA Classic ve Software Development seçimleri Ar-Ge Bölümüne en uygun proje tipleridir.



Şekil 7: Sistemdeki proje tipleri.

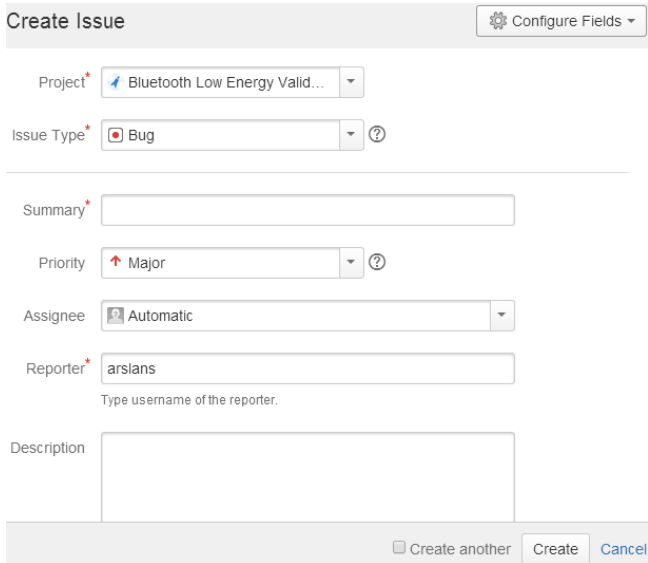
Sistemde açılmış projelerin listesini proje liderleri takip edebilir. Projelerden birisine girerek proje hakkında bilgiler elde edilebilir. Bir projeye ait hata girişinin 30 günlük geçmiş periyottaki grafiği, proje hakkındaki aktivitelerin sıralanışı, tüm hataların öncelik sırası ve kimlere atanmış olduğunun dökümü görülebilmektedir.

Proje tabanlı girilmiş hata listesinden istenilen hataya girilip son durum buradan görülebilir. Hata takip ekranında, hatayı giren kişi, hatanın atanmış olduğu kişi, hatanın önceliği, hata üzerine yapılmış yorumlar, hata için açılmış alt görevler vb. bilgiler görülebilir.

Üzerinde çalışılan hatalar istenilirse XML ve Microsoft Word formatlarında dışarıya dosya olarak alınabilirler. Ayrıca yazıcı çıktısı da alınabilecek Web arayüzlü bir görünüm de elde edilebilir.

Sistemin tüm kullanıcıları hata girişi yapabilmektedirler. Sadece test grubunda hata girme yetkisi bulunmamaktadır. Ancak, test grubunun çözülmüş hataları kapatma yetkisi bulunmaktadır. Şekil 8'de bir hata yaratma ekranı görüntüsü bulunmaktadır. Hatanın hangi ortamda ortaya çıktığı, ne kadar öncelikli olduğu, kimin atadığı, projenin adı, hata tipi, hatanın özeti, atanacak kişi, hata hakkında kime rapor verileceği, hatanın tanımı ve hatanın çözüm zamanı gibi bilgiler girişi yapılır [31],[32].

Proje tabanlı bazı raporlar da sistemden alınabilmektedir. Proje ekranına girildiğinde raporlar sekmesinde birçok farklı parametrenin raporu kolaylıkla alınabilmektedir.



Şekil 8: Yeni hata girişi.

Örneğin girilen hataların ortalama yaş grafiği ve girilen hataların atanmış kişilere göre pasta grafiği görülebilir.

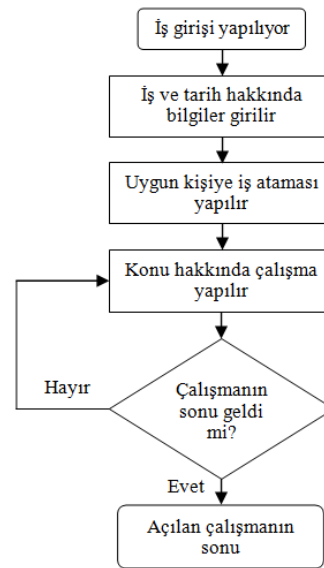
Sistem, istenilen hataların, kişinin hataya atanmamış olmasına rağmen, takibine olanak sağlamaktadır. Burada kayıt hakkındaki tüm gelişmeler e-posta ile takipçilerine iletilebilmektedir. Ancak her küçük harekette gönderilecek e-postalar ile özellikler, yöneticiler için büyük e-posta ve bilgi kirliliği yaratacaktır. Bu durum da sistem kullanıcıları için istenmeyen bir durumdur [33]. Bu nedenle e-posta bildirimleri, kişinin isteğine bağlı olarak değiştirilmektedir.

Özellikle açık kaynak kodlu büyük projelerde hata takibi yapmak ve bulunan hatanın daha önceden raporlanıp raporlanmadığını bulmak oldukça zordur [34]. Bu nedenle arama yaparken birçok hedef daraltıcı kriter girilmesi gerekmektedir. Aramalar, proje ismi, hata tipi, hatanın durumu, atanmış kişi ve aranacak anahtar kelime gibi değişkenler girilerek daha verimli olacak şekilde yapılabilmektedir. Kolay kullanımlı, basit arayüzlü, güçlü arama yeteneği olan bir arama motoru kod geliştiricileri tarafından öncelikle istenen özelliklerdir [35]. Tasarlanan Hata Takip Sistemi'nde bu özelliklere uygun olabilecek bir arama motoruna ulaşılmaya çalışılmıştır.

4.3 Tasarlanan proje yönetim sistemi

Proje Yönetim sisteminin temel amacı işlerin sistemli, kayıtlı ve belirlenen zaman aralıklarında takibinin sağlanmasıdır. Ayrıca proje takımları arasında güven sağlanması ve bilgi paylaşımının üst düzeyde olması projelerdeki başarısızlıkları büyük ölçekte azaltmaktadır [36]. Bu nedenlerden dolayı, tasarlanacak sistemin amaçlarından bir tanesi de proje takımlarında güven ve işbirliğinin sağlanmasıdır. Tüm bu amaçlar doğrultusunda bir projeye ait tüm işler öncelikle parçalara ayrılır. Bu işler tek tek JIRA Proje Yönetim Sistemi'ne girilir. İşler kaydedilirken özellikle zaman bilgisi, hem JIRA'nın zaman bölgelerine hem de tanım kısımlarına kaydedilir. Proje Yönetim Sistemi'ne girilen işler için temel olarak görülebilecek akışlar Şekil 9'da verilmiştir.

İşlerin girişlerini yapan, proje yöneticileri de olan, Donanım ve Yazılım Bölümlerinin yöneticileridir. Çalışmanın sonlandırıldığını da kontrolünü yapan ve sistemsel olarak işi kapatan kişiler de yöneticilerdir.



Şekil 9: Sisteme girilen işlerin akışı.

4.4 Proje yönetim sistemi JIRA uyarlaması

Yöneticiler JIRA programının proje açma ekranında, Project Management sekmesini seçerek yönetilecek projeyi seçerler. Projenin ismi, proje lideri kısımları doldurulur ve projenin açılışı gerçekleştirilir.

Projenin açılmasından sonra Hata Takip Sistemi'ndekine benzer olarak her proje için kayıtlar açılmaktadır. Ancak burada kayıtlar hatalar değildir. Buradaki kayıtlar projelerdeki işlerdir. Bu noktada Hata Takip Sistemi'ndeki projeler ile buradaki projelerin ayırımı yapmak gereklidir. Hata Takip Sistemi'ndeki projeler geliştirme projeleridir. Sahadaki kurulum, malzeme tedariki, müşteri ile ilişkiler, alınacak CE (Conformité Européenne, Avrupa Uyumluluk Belgesi) sertifikaları vb. konular bu projelerde işlenmez. Proje Yönetim Sistemi'ndeki projeler ise Hata Yönetim Sistemi'ndeki projelerin seviye olarak üstünde bulunan projelerdir. Örneğin X şehri için bir ücret toplama ve otobüs içi güvenlik kamerası tasarımı işi alınmıştır. Buradaki iş bir Proje Yönetim Sistemi projesidir. Burada projenin tasarımsal basamakları ayrı ayrı oluşturulur. Hepsini için tarihler belirlenir. Bu basamaklar için de projeler JIRA'dan Hata Takip Sistemi olarak açılır. Böylece alınan tüm iş için toplam bir Hata Takip ve Proje Yönetim Sistemi oluşturulmuş olur. Şekil 10'da bir Proje Yönetim Sistemi için iş açılması görülebilir. Burada iş seçeneği ile birlikte, yeni özellik, geliştirme ve hata seçenekleri de mevcuttur.

Şekil 10: Proje yönetimi için iş kaydı girme.

Hata Takip Sistemi'ne benzer olarak projelere atanmış işler liste halinde proje sayfasından görülebilir. Ayrıca yine Hata Takip Sistemi'ne benzer olarak atama yapılmış işler tek tek incelenebilir.

Hata Takip Sistemi'nde bulunan raporlara ulaşım aynı şekilde Proje Yönetim Sistemi'nde de bulunmaktadır. Ancak burada zaman takip raporu proje yönetimi açısından önemlidir. Bu raporda, önceden iş açarken girilen zamanlamalar için takip yapma kolaylığı vardır. Her iş için tahmin edilen zamana, tahmin edilen kalan zamana, gerçekte harcanan zamana ve bu zamanlar üzerinden doğruluk bilgilerine bu rapordan ulaşılabilmektedir.

4.5 Fayda-maliyet analizi

Fayda-maliyet analizinde temel mantık, yapılan bir yatırımdan elde edilen faydanın daha fazla olup olmadığını

belirlenmesidir. Burada maliyetin veya faydanın belirlenmesinde gölge fiyat gibi bazı zorluklar vardır. Bu zorluklar nedeniyle analiz için ölçülebilir ve doğrulanabilir kriterlerle çalışma yapmak oldukça önemlidir [37].

Öncelikle maliyet değişkeni incelendiğinde göz önünde bulundurulması gereken üç önemli faktör vardır. İlk faktör, JIRA sistemine ödenecek aylık ücrettir. Bu ücret 100 kişilik kullanıcı grubu için 450 \$'dır. İkinci faktör, veritabanının aylık maliyeti konusudur. Sistem için Kentkart firması bünyesinde bulunan sunucular kullanılmaktadır. Bu da kullanılan sunucular için maliyetin neredeyse sıfır olması anlamına gelmektedir. Son faktör, sistem yöneticisinin aylık sistem için ayırdığı zamana bağlı olarak ücretindeki maliyet faktörüdür. Sistem yöneticisinin firmaya aylık 2500 \$ masraf maliyet oluşturduğu hesaplanmaktadır. Aylık toplam zamanının %50'sini bu sistemi yönetmek için harcaması durumunda 1250 \$ maliyeti olacaktır. Sonuçta toplam maliyet 1700 \$'dır.

Faydanın mali durumu incelendiğinde, firmanın müşterilerin gözündeki prestij artışı vs. gibi konular değerlendirmeye alınamayacaktır. Burada fayda konusunda Ar-Ge çalışanlarının bu sistemi kullanarak kazanacakları toplam zamanın mali karşılığı değerlendirilecektir. Ar-Ge'de toplamda ortalama 50 civarında kişinin çalıştığı düşünülebilir. Ar-Ge'deki kişi başı aylık maliyet ortalaması 2000 \$ civarındadır. Bu maliyete maaşlar, diğer Ar-Ge giderleri ve operasyonel giderler mevcuttur. Burada her çalışanın aylık 190 saat çalıştığı düşünüldüğünde, kişi başı sistem maliyetinden kâra geçilebilmesi için, kişilerin bu sistem sayesinde aylık 3 saat daha verimli çalışması gerekmektedir. Yani %1.5 verimlilik artışı sağlanması gerekmektedir.

Ar-Ge çalışanları ile yapılan mülakatlar sonucu, eski sistemdeki hata takibi ve proje yönetimi eksiklerinden kaynaklı ortalama zaman kaybının %10-15 arasında olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, %1.5'lik bir verimlilik artışının bu sistemle sağlanacağı kesindir ve Fayda-maliyet analizine göre bu projenin uygulanması gerekmektedir.

5 Tartışma ve sonuçlar

Yapılan çalışmalarda öncelikle, Kentkart firması Ar-Ge bölümünün, Hata Takip ve Proje Yönetim Bilişim Sistemleri'ne olan ihtiyacı araştırılmıştır. Yapılan ihtiyaç analizi araştırmasının sonucunda firmanın her iki sisteme de üst düzeyde ihtiyacı olduğu belirlenmiştir.

İhtiyaç analizi sonrasında, ihtiyaçlara uygun olacak Hata Takip ve Proje Yönetim Sistemleri araştırması yapılmıştır. Bu çalışmada, ihtiyaç analizinde belirlenen koşulların tamamının sağlanıp sağlanmadığı öncelikle incelenmiştir. Toplamda 50'den fazla bilişim sistemi hızlı bir şekilde, 15 adet bilişim sistemi ayrıntılı bir şekilde, 5 adet sistem ise raporlanarak incelenmiş ve Atlassian firmasına ait JIRA programı Hata Takip ve Proje Yönetim Sistemleri için tercih edilmiştir. Tercih esnasında maliyet, kullanım kolaylığı, teknik destek alma kolaylığı, veri tabanı altyapısının uygunluğu gibi birçok kriter göz önünde bulundurulmuştur.

Hata Takip ve Proje Yönetim Sistemleri için ayrı ayrı sistemsel işleyişler ele alınmıştır. Her iki sistem için de yönetsel çalışma mantığı akış şemaları yardımıyla belirlenmiştir. Bu akış şemaları kullanılarak JIRA programında benzer bir yöntem entegrasyonu yapılmıştır. JIRA'da proje açma, hata ve iş girişleri yapma, rapor alma vb. prosedürler belirlenmiştir. Sistem, Ar-Ge bölümünde çalışanların tümünün kullanabileceği arayüze göre tasarlanmıştır. Veri tabanı ve Atlassian firmasına

ödenen ücretin arttırılması durumunda sistemin kişi sayısı ve proje sayısı anlamında genişleme olanağı sınırsızdır.

Kentkart firmasının bu yatırımı yapması durumunda elde edeceği faydanın mali karşılığı için Fayda-maliyet analizi yapılmıştır. Analizde sistemin işletilmesi durumundaki aylık sistem maliyeti ve elde edilecek faydanın aylık getirisi maddi olarak hesaplanmıştır. Bu analiz sonucunda sistemin kurulmasının firmaya büyük maddi katkılarının olacağı belirlenmiştir. Müşteriler bazında firmanın elde edeceği prestij kazancı ise hesaba katılmamıştır.

Sonuçta, proje öncesi hedeflenenler doğrultusunda, Hata Takip ve Proje Yönetim Sistemleri orta büyüklükte firmalar ve Kentkart Ege Elektronik AŞ. firmasının Ar-Ge bölümünde kullanılmak üzere gerçekleştirilmiştir. Projenin kapsamlı olarak hayata geçmesi ile firma genelinde bilişim sistemlerinin kullanımı kültürünün gelişeceği düşünülmektedir.

Gelecekte, proje ile sadece Ar-Ge bölümlerinde kullanılacak olan bu tipteki bilişim sistemlerinin firmaların tüm bölümlerine uyarlanması sağlanabilir. Teknik servis, üretim, satış vb. bölümleri de bu proje ile elde edilen bilgi birikimi sayesinde sisteme kolaylıkla uyarlanabilir.

6 Teşekkür

Yazarlar, çalışmanın gerçekleştirilmesindeki yardımlarından dolayı Kentkart Ege Elektronik AŞ firmasına teşekkür eder.

7 Kaynaklar

- [1] Lotufo R, Passos L, Czarnecki K. "Towards improving bug tracking systems with game mechanisms". *9th IEEE Working Conference on Mining Software Repositories*, Zurich, Switzerland, 2-3 June 2012.
- [2] Ali ASB, Money WH. "A study of project management system acceptance". *38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Big Island, HI, USA, 3-6 January 2005.
- [3] Meredith JR, Mantel SJ. *Project Management: A Managerial Approach*. 7th ed. New York, USA, Wiley, 2009.
- [4] Yabuuchi Y, Kocaoglu D, Watada J. "Analysis of project management in software development". *Technology Management for the Global Future (PICMET)*, Istanbul, Turkey, 9-13 July 2006.
- [5] Niazi M, Mahmood S, Alshayeb M, Riaz MR, Faisal K, Cerpa N. "Challenges of project management in global software development: initial results". *Science and Information Conference (SAI)*, London, UK, 7-9 October 2013.
- [6] Gardazi SU, Khan H, Gardazi SF, Shahid AA. "Motivation in Software architecture and software project management". *International Conference on Emerging Technologies*, Islamabad, Pakistan, 19-20 October 2009.
- [7] Portillo-Rodríguez J, Vizcaíno A, Piattini M, Beecham S. "Tools used in global software engineering: a systematic mapping review". *Information and Software Technology*, 54(7), 663-685, 2012.
- [8] Bissyande TF, Lo D, Jiang L, Reveillere L, Klein J, LeTraon Y. "Got issues? Who cares about it? A large scale investigation of issue trackers from GitHub". *IEEE 24th International Symposium on Software Reliability Engineering*, Pasadena, CA, USA, 4-7 November 2013.
- [9] Børte K, Ludvigsen SR, Mørch AI. "The role of social interaction in software effort estimation: unpacking the 'magic step' between reasoning and decision-making". *Information and Software Technology*, 54(9), 985-996, 2012.
- [10] Moløkken-Østfold K, Haugen NC, Benestad HC. "Using planning poker for combining expert estimates in software projects". *The Journal of Systems and Software*, 81(12), 2106-2117, 2008.
- [11] Liu C. "Using issue tracking tools to facilitate student learning of communication skills in software engineering courses". *18th Conference on Software Engineering Education & Training*, Ottawa, Canada, 18-20 April 2005.
- [12] Dall'Olio GM, Bertranpetit J, Laayouni H. "The annotation and the usage of scientific databases could be improved with public issue tracker software". *Database: The Journal of Biological Databases and Curation*, 2010, 1-6, 2010.
- [13] Zhang Y, Sun W, Gutchell EM, Kvecher L, Kohr J, Bekhash A, Shriver CD, Liebman LB, Mural RJ, Hu H. "QAiT: A quality assurance issue tracking tool to facilitate the improvement of clinical data quality". *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 109(1), 86-91, 2013.
- [14] Carena F, Carena W, Chapeland S, Barroso VC, Costa F, Dénes E., Divià R, Fuchs U, Grigore A, Kiss T, Simonetti G, Soós C, Telesca A, Vyvre PV, Haller BV. "The ALICE data acquisition system". *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 741, 130-162, 2014.
- [15] Domínguez-Mayo FJ, Escalona MJ, Mejías M, Ross M, Staples G. "A Quality management based on the quality model life cycle". *Computer Standards & Interfaces*, 34(4), 396-412, 2012.
- [16] Huichao D, Dingguo J, Huaizhi S. "Study on construction management model and information management system of large-scale engineering project". *International Conference on Management and Service Science*, Wuhan, China, 20-22 September 2009.
- [17] Ge N, Li H, Gao L, Zang Z, Li Y. "A web-based project management system for agricultural scientific research". *International Conference on Management and Service Science*, Wuhan, China, 24-26 August 2010.
- [18] Mozilla Open-Source. "The Annotation and the Us...". <http://www.mozilla.org/> (13.03.2014).
- [19] Bugzilla Bug Tracking System. "Home :: Bugzilla :: bugzilla.org". <http://www.bugzilla.org/> (13.03.2014).
- [20] Fischer M, Pinzger M, Gall H. "Populating a Release History Database from Version Control and Bug Tracking Systems". *Proceedings of the International Conference on Software Maintenance*, 23-32 2003.
- [21] Serrano N, Ciordia I. "Bugzilla, ITracker and Other Bug Trackers". *IEEE Software*, 22(2), 11-13, 2005.
- [22] Hassouna A, Tahvildari L. "An Effort Prediction Framework for Software Defect Correction". *Information and Software Technology*, 52(2), 197-209, 2010.
- [23] JIRA Issue Tracking and Project Management Systems. "JIRA Software - Issue & Project Tracking for Software Teams | Atlassian". www.atlassian.com/software/jira (01.05.2014).
- [24] Zalan T, Muzychenko O, Burshtein S. "Atlassian: building a 'born global' company from Australia". *Annual EuroMed Conference of the EuroMed Academy of Business*, Salerno, Italy, 26-28 October 2009.

- [25] MantisBT Open-Source Issue Tracker System. "Mantis Bug Tracker". <http://www.mantisbt.org> (30.03.2014).
- [26] Ghasemabadi MA, Shamsabadi PD. "Application of five processes of project management based on PMBOK-2008 standard to run EPM-2010 project management system: A case study of Arya Hamrah Samaneh Co.". *2nd IEEE International Conference on Emergency Management and Management Sciences (ICEMMS)*, Beijing, China, 8-10 August 2011.
- [27] Microsoft Project System. "Project Management Software | Microsoft Project". <http://office.microsoft.com/en-us/project/> (06.04.2014).
- [28] Primavera Project Management Systems. "Primavera Enterprise Project Portfolio Management (PPM) | Oracle" <http://www.oracle.com/applications/primavera/> (06.04.2014).
- [29] Prause CR, Scholten M, Zimmermann A, Reiners R, Eisenhauer M. "Managing the iterative requirements process in a multi-national project using an issue tracker". *IEEE International Conference on Global Software Engineering*, Bangalore, India, 17-20 August 2008.
- [30] Du W, Mo R, Li S, Li B. "Research on collaborative product design issue tracking management model". *Physics Procedia*, 25, 666-671, 2012.
- [31] Lamkanfi A, Perez J, Demeyer S. "The eclipse and mozilla defect tracking dataset: a genuine dataset for mining bug information". *10th IEEE Working Conference on Mining Software Repositories (MSR)*, San Francisco, CA, USA, 18-19 May 2013.
- [32] Zimmermann T, Redmond WA, Premraj R, Sillito J, Breu, S. "Improving Bug Tracking Systems". *31st International Conference on Software Engineering (ICSE)*, Vancouver, BC, Canada, 16-24 May 2009.
- [33] Baysal O, Holmes R, Godfrey MW. "Situational awareness: personalizing issue tracking systems". *35th International Conference on Software Engineering (ICSE)*, San Francisco, CA, USA, 18-26 May 2013.
- [34] Liu K, Tan HBK, Zhang H. "Has this bug been reported?". *20th Working Conference on Reverse Engineering - WCRE 2013*, Koblenz, Germany, 14-17 October 2013.
- [35] Just S, Premraj R, Zimmermann T. "Towards the next generation of bug tracking systems". *IEEE Symposium on Visual Languages and Human Centric Computing (VL/HCC)*, Herrsching am Ammersee, Germany, 15-19 September 2008.
- [36] Komchaliaw S, Wongthongtham P. "A state of the art review on software project performance management". *4th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (IEEE DEST)*, Dubai, United Arab Emirates, 13-16 April 2010.
- Şataf C. "Fayda-maliyet analizinde uygulamada karşılaşılan güçlükler: fayda ve maliyetin belirlenebilme sorunu". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1), 107-123, 2014.