

Yazılım Kalite Maliyetlerinin Kontrol Altında Tutulması Yoluyla Proje Geliştirme Maliyetlerinin Düşürülmesi: Literatüre bir bakış

Burcu Yalçiner, Nebi Yılmaz, Kıvanç Dinçer

Yazılım Mühendisliği Araştırma Grubu, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

{burcuyalciner, yilmaz}@cs.hacettepe.edu.tr
kivanc.dincer@hacettepe.edu.tr

Özet: Yazılım firmalarının çalıştıkları rekabetçi sektörde varlıklarını sürdürebilmeleri için, yazılım ürünlerini zamanında ve bütçesi dâhilinde tamamlamaları ve ürünün kalitesinin müşteri memnuniyetini sağlayabilmesi gerekmektedir. Bu gerekleri sağlamanın en etkili yöntemlerinden biri, geliştirme sürecince gerekli metriklerin toplanarak yazılım kalite maliyetlerinin hesaplanması ve kontrol altında tutulmasıdır. Akademik literatürde konuya ilişkin çalışmalar incelendiğinde, kalite yatırımlarından optimum düzeyde bir geri dönüş (Return of Investment, ROI) sağlanabildiği durumlarda, yazılım kalite giderlerinin projenin bütünü için ayrılan bütçenin %30-%50'sini oluşturduğu anlaşılmaktadır. Bu yüzden, kaliteyi sağlamak için ayrılması gereken bütçe (conformance costs) ile kalitenin yokluğunda ortaya çıkacak hataları düzeltmek için harcanması gereken bütçe (non-conformance costs) arasındaki dengenin iyi sağlanması gerekmektedir. Bu bildiride, yazılım kalite maliyet modellerinin sektördeki uygulamalarını anlatan vaka çalışmaları üzerine literatür taraması yapılarak, mevcut çalışmalardan en çok atıf alan beş makale tematik analiz yöntemiyle incelenmiş ve sonuçları sentezlenmiştir. Bu bildirinin amacı elde ettiğimiz sonuçları yazılım sektörüne sunarak bu modellerin faydalarını ve uygulanabilirliğini göstermek, uygulamaya yönelik sistematik yöntemleri Türkiye'de yaygınlaştırmaktır.

Anahtar sözcükler: Yazılım kalite maliyeti; önleme maliyeti; tespit maliyeti; başarısızlık maliyeti; değerlendirme maliyeti; yazılım süreç iyileştirme

Abstract. In order to survive in their competitive sector, software companies must complete software products on time and within budget and those products should satisfy the customers' quality expectations. One of the most effective methods to achieve this result is collecting necessary metrics during development and process these metrics to compute and control the quality costs. Based on some previous studies, the cost of quality ranges usually between 30-50% of the total development costs. The cost related to achieving quality are usually divided into two categories: prevention costs and appraisal costs. For this reason,

a good balance between the costs of achieving quality (conformance costs) and the costs due to lack of quality (non-conformance costs) should be achieved. In this paper, we investigate the most cited five papers that address practical application of software quality models using an informal survey method. The results of reviewed papers are synthesized using the thematic analysis technique. We present the benefits of such models and discuss the applicability of these results to enthusiastic software organizations. We also share some systematic approaches to help the implementation by the software companies in Turkey.

Keywords: Cost of quality (CoQ); cost of prevention; cost of detection; cost of failure; cost of evaluation; software process improvement.

1 Giriş

Yazılım projelerinde toplam bütçenin belirlendiği planlama aşamasında yazılım geliştirme maliyetleri, bakım maliyetleri, destek maliyetleri vb. maliyetler hesaplanırken, toplam bütçenin %50'lik kısmını teşkil ettiği rapor edilen [1] yazılım kalite güvence faaliyetlerinin maliyetleri sıklıkla göz ardı edilmektedir. Bu faaliyetler etkin şekilde uygulandığında toplam proje giderlerinde önemli oranda tasarruf sağlanır [2, 3].

Bu alanda yapılan akademik gözden geçirme çalışmalarından (review article) bazılarında [3] çoğu yazılım firmasındaki kalite yönetim programlarında herhangi bir yazılım kalite maliyet hesaplama modelinin kullanılmadığından bahsedilmektedir. Yazarların sektörel tecrübelerine ve Türkiye'deki pratiklere ilişkin yakın zamanda yapılmış olan bazı çalışmalara göre [5, 6, 7] Türkiye'deki yazılım firmalarının yazılım kalite maliyetlerinin nasıl hesaplandığını öğrenmeleri ve maliyetleri kontrol etmelerinin getireceği faydaları anlamaları için rehberliğe ihtiyaç duydukları anlaşılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, yazılım kalite maliyetinin hesaplanması alanında endüstriyle işbirliği içerisinde yapılan vaka çalışmalarını inceleyerek pratikte kullanılan yazılım kalite maliyetini hesaplama modellerinin neler olduğunu belirlemek ve önerilen farklı yöntemlerin toplam proje maliyeti üzerindeki etkisini anlayarak, Türk yazılım firmalarına bu kapsamda yapabilecekleri uygulamalar konusunda yol göstermektir.

Söz konusu çalışma bir sistematik literatür taraması (systematic literature review, SLR) veya sistematik literatür haritalama (systematic mapping, SM) çalışması değildir. Keşifçi (exploratory) literatür tarama (survey) tekniği kullanılarak bu alanda yapılan çalışmalardan en çok atıf alan beş tanesinin tematik analiz metodu [8] kullanılarak analiz edilmesinden ibarettir.

Bildirinin bundan sonraki bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir. Bölüm 2'de kalite maliyeti ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Bölüm 3'de araştırma amaçları (soruları) ve yöntemlerinden bahsedilmiştir. Bölüm 4 belirlediğimiz araştırma soruları kapsamında literatürdeki çalışmalardan edinilen bulguların özetini ve analizini içermektedir. Ayrıca yazılım kalite maliyeti hesaplama modellerinin yazılım firmalarına uygulanabilirliği tartışılmıştır. Bölüm 5'te çalışmanın sonuçları ve gelecekte bu çalışmanın devamı niteliğinde yapılabilecekler anlatılmıştır.

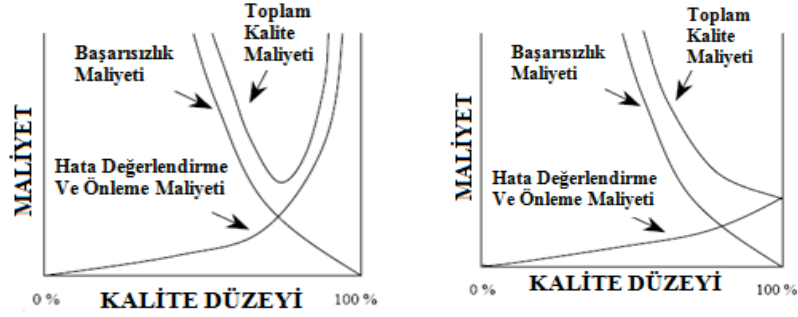
2 Kalite maliyeti hakkında genel bilgi

Kalite maliyeti, 1951 yılında J.M. Juran tarafından kullanıcı, müşteri ve diğer sistem paydaşları tarafından istenilen özelliklerin ve davranışların sağlanması için gerekli kalite süreçlerinin maliyetlerinin hesaplanma tekniği olarak tanımlanmıştır [1]. Kalite maliyeti, hem servis hem de üretim endüstrisinde kaliteyi sağlamak için yapılması gereken çalışmaların maliyetlerini kontrol etmek, kalite maliyetlerini düşürmek için yapılabilecekleri tanımlamak ve bu çalışmaların sağladığı gelir karlılığını göstermek amacıyla kullanılmaktadır [2]. Kalite maliyeti, kalitenin yokluğundan dolayı meydana gelen maliyetler ve kalitenin sağlanması için gerekli maliyetler olmak üzere iki grupta toplanabilir [2, 9]. Kalitenin yokluğundan dolayı meydana gelen maliyetler iç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyetleri, kalitenin sağlanması için gerekli maliyetler ise önleme maliyetleri ve değerlendirme maliyetleridir. Tablo 1’de kalite maliyet kategorileri gösterilmektedir.

Tablo 1. Kalite maliyet kategorileri [2, 9]

Kategori	Tanım	Tipik yazılım maliyetleri
İç Başarısızlık	Yazılım piyasaya sürülmeden önce hataları bulup düzeltmek için yapılanlar	Bozukluk yönetimi, bozuklukları düzelttikten sonra tekrar yapılan testler ve aktiviteler (tekrar kodlama yapmak, tekrar doküman hazırlamak, tekrar denetleme yapmak...), vb.
Dış Başarısızlık	Yazılım piyasaya sürüldükten sonra hataları bulup düzeltmek için yapılanlar	Teknik destek, yazılımdaki hataları iyileştirici güncellemeler ve onarımlar, kullanıcıdan gelen bozukluk bildirimleri, üründeki hataların satışlarda sebep olduğu düşüş, şirket profiline sarsılması, hataların müşterilerin özel verilerine verdiği zarar sonucu ödenecek tazminatlar, vb.
Önleme	Yazılım kalitesini sağlamak amacıyla yapılanlar	Gerekli kalite standartlarının belirlenmesi ve müşteri kabul testleri, süreç iyileştirme, yazılım kalite güvence yönetimi, iç ve dış denetlemeler, metriklerin toplanması ve analizi, çalışanların eğitimi, vb.
Değerlendirme	Yazılımın istenilen kalite düzeyine erişip erişmediğini kontrol etmek için yapılanlar	Yazılımın kalite denetlemeleri, testler, kalite güvence prosedürlerinin ve standartlarının denetlenmesi, vb.

Kalitenin yokluğundan meydana gelen maliyetler ile kaliteyi sağlamak için gerekli maliyetler arasında ters ilişki bulunmaktadır. Kaliteyi sağlamak için yapılan yatırımları arttırdığımızda kalitenin yokluğundan meydana gelen maliyetler azalır. Şekil 1’deki geleneksel kalite maliyet modeli bu ilişkiyi göstermektedir [9]. Şekil 1’de de görüldüğü gibi yazılımda meydana gelebilecek hataları önlemek ve değerlendirmek için gerekli yazılım kalite aktiviteleri ne kadar çok uygulanırsa, hata önleme ve değerlendirme maliyetleri artar, ancak buna bağlı olarak yazılımda meydana gelebilecek hata sayısı düşer ve bu da yazılım başarısızlık maliyetlerinin büyük oranda azalmasını sağlar. Bu durum, Şekil 2’de revize edilmiş kalite maliyet modelinde gösterildiği gibi toplam kalite maliyetinin azalmasını sağlar [9].



Şekil 1. Geleneksel Kalite Maliyet Modeli [2, 9] Şekil 2. Revize Kalite Maliyet Modeli [2, 9]

3 Araştırma amaç ve yöntemi

Türkiye’de yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmaların yazılım kalite maliyetlerini kontrol etmenin getireceği faydaları anlamaları ve maliyetlerin nasıl hesaplandığını öğrenmeleri için bir rehberlik niteliği taşıyan bu çalışmanın yapılması gerekli görülmüştür. Bu çalışmanın amacı, yazılım kalite maliyetinin hesaplanması alanında yapılan çalışmaların inceleyerek yazılım kalite maliyet hesaplama modellerini anlamak, bu modellerin kullanıldığı sektörel vaka çalışmalarını incelemek, yazılım kalite maliyet hesaplarının/kontrolünün başarısızlık maliyetlerinin azalmasına nasıl bir etkisi olduğunu anlamak ve bu modellerin yazılım sektöründeki kullanılabilirliğini ve uygulanabilirliğini göstermektir.

Bu kapsamda, yazılım kalite maliyeti modelleriyle ilgili yapılan birincil çalışmalardan en çok atıf alan beş tanesi literatür taraması (survey) yöntemi ile incelenmiş ve tematik analiz [8] yöntemi ile analiz edilmiştir.

Makalemizde yukarıda belirttiğimiz amaçlar doğrultusunda üç araştırma sorusu (ArSor, “Research Questions”) oluşturulmuştur:

- **Araştırma Sorusu 1:** Literatürde kalite maliyetlerini hesaplamak için hangi modeller önerilmiştir?
- **Araştırma Sorusu 2:** Yazılım alanında yapılan kalite maliyet modellerinin sektörel vaka çalışmaları nelerdir? Bu çalışmaların raporladığı olumlu sonuçlar nelerdir?
- **Araştırma Sorusu 3:** Başlangıç seviyesindeki yazılım firmalarında yazılım kalite maliyet hesaplama modelleri nasıl uygulanabilir?

4 Sonuçlar ve analiz

4.1 Araştırma Sorusu 1: Modeller

Yazılım kalite maliyet hesaplama alanında yapılan tarama çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre yazılım kalite maliyet modelleri dört genel gruba ayrılabilir [3]:

- Önleme-Değerlendirme-Başarisızlık (Prevention-Appraisal-Failure, P-A-F) ya da Crosby'nin yazılım kalite maliyet modelleri,
- Fırsat /soyut maliyet (opportunity or intengible cost) modelleri,
- Süreç maliyet modelleri (process cost models),
- Aktivite tabanlı maliyet (activity-based costing) modelleridir.

Çoğu kalite maliyet modeli P-A-F modeline bağlı olarak uygulanmaktadır. P-A-F kalite maliyet modeline göre yazılım geliştirme sürecinde nleme ve denetleme aktivitelerine yapılan yatırımlar başarısızlık maliyetlerini düşürecek, hatta dahası nleme aktivitelerine yapılan maliyetler denetleme aktivitelerine yapılan maliyetleri de düşürecektir [3].

Crosby'nin kalite maliyet modeli P-A-F modeline benzer bir modeldir. Crosby'ye göre kalite maliyeti, kaliteyi sağlamak için gerekli maliyetler (conformance costs) ve kalitenin yokluğundan dolayı ortaya çıkan başarısızlık maliyetleri (non-conformance costs) olmak üzere iki gruba ayrılarak aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$C_{\text{kalite}} = C_{\text{kaliteyi_saęlama}} + C_{\text{kalitesizlik}} \quad (1)$$

Crosby'nin kalite maliyet modeli ve P-A-F kalite modelinin terminolojisi birbirinden farklı olup bu iki model birbirinin alternatifi olarak kullanılabilir [3].

Soyut maliyet modeline göre kalite maliyeti, kaliteyi sağlamak için gerekli maliyetler, kalitenin yokluğundan dolayı ortaya çıkan başarısızlık maliyetleri ve fırsat maliyetlerinin toplamı olup aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$C_{\text{kalite}} = C_{\text{kaliteyi_saęlama}} + C_{\text{kalitesizlik}} + C_{\text{fırsat}} \quad (2)$$

Fırsat maliyeti, kaynakların etkin bir şekilde kullanılmaması, ürünün teslimatındaki gecikmeler gibi sebeplerden ötürü kazançta meydana gelen düşüşler ya da müşteri kayıpları olarak tanımlanabilir.

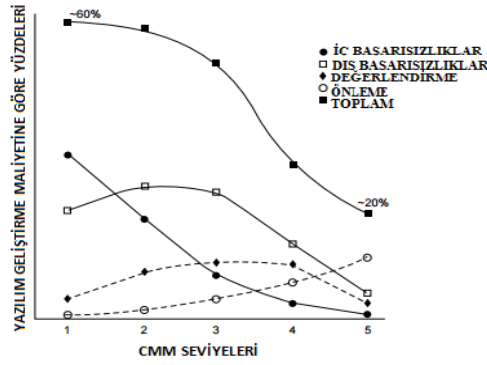
Süreç maliyet modeli, ürün ya da servis yerine süreç üzerine odaklanan bir kalite maliyet modelidir. Bu modelde kalite maliyeti, ürünleri ya da servisleri üretme aşamasındaki belirli bir sürecin gerekli standartları ilk anda sağladığı maliyetler (conformance costs) ve o sürecin başarısızlık maliyetlerinin (non-conformance costs) toplamıdır.

Aktivite-tabanlı model, aslında bir kalite maliyet modeli olmayıp ürünler arasındaki kalite maliyetlerini tanımlamak, ölçmek ve btce tahsis etmek amacıyla kullanılan alternatif bir yaklaşımdır [3].

4.2 Araştırma Sorusu 2: Vaka Çalışmaları

Kalite maliyet modellerinin üretim, elektronik yazılım, bilgi teknolojileri vb. birçok endüstri alanındaki kullanımları ve bunların sağladıkları kazançlar farklı kaynaklarda bulunabilir (örneğin [3]). Bu bildiri yazılım maliyetinin hesaplanması alanında endüstri ile işbirliği içerisinde yapılan ve en çok atıf alan beş tane vaka çalışması incelenmiş ve sonuçları sentezlenmiştir:

- Bu vaka çalışmalarından ilki Knox'un çalışmasıdır. Knox, yazılım kalite maliyeti konusunda literatürdeki verilerin/bulguların çok sınırlı olması sebebiyle, yazılım kalite maliyetinin hesaplandığı revize edilmiş yazılım kalite maliyet modelini (Şekil 2) Yazılım Mühendisliği Enstitüsünün Kapasite Olgunluk Modeli (Capability Maturity Model, CMM) etrafında genişleterek beş CMM düzeyine uygulamış ve Şekil 3'de gösterilen teorik yazılım kalite maliyet modelini [10] elde etmiştir.



Şekil 3: Knox'un teorik yazılım kalite maliyeti modeli [2]

Knox yaptığı inceleme sonucu, CMM 1 düzeyindeki organizasyonların toplam kalite maliyetinin yazılım geliştirme maliyetinin %60'ını oluşturduğunu, bu maliyetlerin ise kalitenin yokluğundan meydana gelen iç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyetleri olduğunu ortaya koymuştur. Knox, üretim sektöründeki kalite maliyet modeli üzerindeki deneyimlerinden yararlanarak CMM 5 düzeyindeki organizasyonların yazılım kalite maliyetlerini yaklaşık olarak %67 oranında azaltabilecekleri varsayımında bulunmuştur. Bu model, CMM 3 düzeyindeki organizasyonlar için yazılım kalite maliyetinin, toplam yazılım geliştirme maliyetinin yaklaşık olarak yarısı kadar olacağını ve kaliteyi sağlamak için gerekli maliyetlerin başarısızlık maliyetlerine oranının 0,5 olacağını önermektedir [2].

- Daha sonra 1988 yılında RES firması bünyesindeki projelerde yazılım kalite maliyetlerinin hesaplamasını sağlamak amacıyla bir süreç iyileştirme programı başlatmıştır [3]. Bu programı 15 proje üzerinde uygulamış ve 3 yıl içerisinde CMM 1 düzeyinden CMM 3 düzeyine ulaşmıştır. Bu uygulamanın sonuçlarının Knox'un teorik yazılım kalite maliyeti modelinin (Şekil 3) varsayımlarına uygun olduğu gözlemlenmiştir. RES firmasının, kalite hesaplama modellerini kullandıkları zaman elde ettikleri kazançlar şu şekildedir: (1) Firma CMM 1 düzeyinde iken kalite

