

-ARAŞTIRMA MAKALESİ-

YAZILIM SÜREÇLERİNDE KALİTE VE YETENEK OLGUNLUK MODELİ*

S. Ayça ALPARSLAN MOLLAOĞLU

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

E-posta: sayca.alparслан@gmail.com

https://orcid.org/0000-0001-5852-2029

Gülin İdil SÖNMEZTÜRK BOLATAN

Dr. Öğr. Üyesi

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, İşletme Mühendisliği Bölümü

E-posta: gulin.bolatan@alanya.edu.tr

https://orcid.org/0000-0002-9668-3584

ÖZET

Globalleşen dünya ve gelişen teknolojiyle bilgiye erişim hızlanmıştır. Hızla elde edilen her değer de hızla tükenmeye mahkûm duruma gelmiştir. Bu kısır döngüde büyük şirketlerden bireysel kullanıcılara kadar tüm tüketiciler satın aldıkları ürünlerden daha fazla fayda sağlama beklentisine girmiştir. Çoğu sektörde olduğu gibi yazılım sektöründe de artan müşteri beklentileriyle daha kapsamlı ve büyük yazılımların geliştirilmesi durumu ortaya çıkmış, bu büyüme 20. yüzyılın son çeyreğinde yazılım krizi boyutuna varacak biçimde kalite sorununu doğurmuştur. Olumsuz koşullara direnç kazanmak ve avantaj elde etmek adına kalite kavramı yazılım sektöründe de önem kazanmıştır. Yazılımda kalite sertifikasyon süreci çalışmalarıyla yüksek verimde ve beklenen kalitede yazılım geliştirilerek değeri yüksek ürün üretimi sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmada yazılım; kalite ve süreç bakış açısıyla incelenmiş, yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmalara kalite odaklı ürün geliştirmede yardımcı olacak yöntemlerden CMMI yetenek olgunluk modeli detaylı olarak anlatılmış, CMMI 3.

* Bu makalede bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyulmuştur.

Atf (APA): Alparslan Mollaoğlu, S. A. & Sönmeztürk Bolatan, G. İ., (2020), Yazılım Süreçlerinde Kalite ve Yetenek Olgunluk Modeli, Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 12 (1): 77-97.

olgunluk seviyesinde yetkinliği ölçecek bir envanter hazırlanmış ve sektörde faaliyet gösteren firmalara uygulanarak geçerliliği sınanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *CMMI, yazılımda kalite, süreç iyileştirme.*

QUALITY AND CAPABILITY MATURITY MODEL IN SOFTWARE PROCESSES

ABSTRACT

Access to information is accelerated by the globalizing world and developing technology. Everything that is quickly achieved is also condemned to extinction. In this vicious circle all consumers, from big companies to individual users, have begun to expect to benefit more from the products they buy. As in most sectors, the software industry has seen the development of more comprehensive and larger software with increased customer expectations, which led to a quality problem in the last quarter of the 20th century as it reached the software crisis. The concept of quality has gained importance in the software sector in order to gain resistance and gain advantages in adverse conditions. Through software quality certification process studies, high product and high quality software is developed and high value production is tried to be provided. In this study, software was examined via quality and process approach and CMMI skill maturity model was explained in detail from the methods that helped to develop the quality oriented product to firms. In addition a survey about CMMI 3. Maturity level was developed and validity of survey was tested by applying the firms operating in the sector.

Keywords: *CMMI, quality in software, process improvement.*

JEL Codes: *C31, C32.*

1. GİRİŞ

Günümüz artan rekabet koşullarında çoğu sektörde olduğu gibi yazılım sektöründe de firmalar rakiplerine karşı avantaj yaratabilmek, hata oranını asgari düzeyde tutarak planlanan bütçede üretim yapıp daha fazla müşteri kitlesine hitap etmek ve müşteri sadakatini üst seviyede tutabilmek adına sadece ürün üretmek yerine kaliteli ürün üretme ihtiyacı duymaktadırlar. Hatta ürün özellikleri çok mesnetli bir sac gibi düşünülürse; zaman, maliyet gibi nicel unsurlar arasında

kalite nitel olmasına rağmen ürünün diğer özelliklerine eşdeğer hatta rekabet şartlarında fark yaratacak şekilde dengeyi sağlayan denge unsuru konumuna gelmiştir. Bu sebeple teknoloji firmaları da yazılımda kalite, süreç yönetimi kavramlarına önem vererek kaliteli yazılım geliştirme çabasına girmişlerdir. Ayrıca her ne kadar firmalar için istenmeyen bir durum dahi olsa yazılım sektörü iş gören devir oranının yüksek olduğu sektörlerden biri durumundadır. İnsan ömrüyle veya çalışma süresiyle sınırlı olmayan ürün yaşam döngüsü de insandan bağımsız olmak durumundadır. Yazılımda kalite ve süreç yönetimi bu duruma da çözüm sunabilecek önemli proje yönetim alanlarıdır.

2. KALİTE

Kalite geçmişten günümüze farklı şekillerde tanımlanmıştır. Genel anlamda kabul görmüş kalite tanımlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Kalite; ortaya konan mal veya hizmetin belli gereksinimleri karşılayabilecek yeteneklerini gösteren özelliklerdir (Amerikan Kalite Kontrol Derneği, ASQC).
- Kalite; bir mal veya hizmetin tüketicinin beklentilerini karşılama seviyesidir (Avrupa Kalite Kontrol Organizasyonu, EOQC).
- Kalite; ürün veya hizmeti en ekonomik şekilde ortaya çıkaran ve tüketici beklentilerini karşılayan üretim sisteminin tamamıdır (Japon Sanayi Standartları, JIS).
- Kalite; kullanılan bir ürünün ya da hizmetin tüketicinin ihtiyaçlarına cevap verebilmesini sağlayan pazarlanabilir, üretim ve bakım karakteristiklerinin toplamıdır (A. Feigenbaum).
- Kalite; en ekonomik ve en kullanışlı biçimde tüketiciyi sürekli tatmin eden kaliteli ürünü geliştirmek, tasarımı yapmak, üretmek, kalite kontrolü uygulamak ve satış sonrası hizmetleri vermektir (Dr. Kaoru Ishikawa).
- Kalite; ortaya çıkarılan ürünün gerekenleri yeterli ölçüde karşılmasıdır (P. Crosby).
- Kalite; ürünün tesliminden sonra toplumda meydana getirdiği minimum zarardır (G.Taguchi).
- Kalite; amaca ve kullanıma uygunluktur (J.M.Juran).
- Kalite, kusursuzluk arayışına sistemli bir yaklaşımdır.(Peker,1996)

ISO 8402 Kalite sözlüğünde ise, "kalite; bir mal ya da hizmetin belirlenen veya olabilecek gereksinimleri karşılama yeteneğine dayanan özelliklerin toplamı"

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada ilerdeki gereksinimlerin doğru bir şekilde tahmin edilmesi ve bu doğrultuda tüketici ile dinamik bir iletişimin kurulması gerekecektir. Reel dünyada müşterilerin ihtiyaçlarını açık bir şekilde olduğu kadar üstü kapalı da ifade edebildikleri görülmektedir. Bu sebeple gerçek anlamda kaliteyi yakalayabilmek müşterilerin açıkça ifade etmedikleri ihtiyaçlarına da cevap verebilecek bir sistem oluşturulması ile mümkündür. Bu doğrultuda da süreç yönetimi kavramı yazılım sektörü için de oldukça önemli duruma gelmiştir. Özetle kalite, işletmelerin bütün faaliyetlerini içine alacak bir sistemle mümkündür.

2.1 Yazılımda Kalite

Kalite kavramının üretim sektöründe, üretilmiş ürünün kontrol edilmesinden üretim aşamasına ve tasarımına doğru yöneldiği, hizmet sektörüne de birçok yönden dâhil olduğu görülmektedir. Bu halde bünyesinde ürün olma özelliği, süreç olma özelliği ve yaratım sürecinde aslında birbiriyle ilişkili fakat bağımsız düşünülebilen disiplinleri (teknoloji yönetimi, proje yönetimi, süreç yönetimi, kalite yönetimi, insan kaynakları yönetimi vb.) kullanan yazılım sektöründe de kalite ihtiyacının olması aşikârdır (Ijaz vd.2016).

Yazılım kalite güvencesi, yapılan yazılımın ömrü boyunca tüm süreçlerde zaman, hizmet ya da ürünün tanımlanmış teknik kurallara ve gerekliliklere uyumlaştırılmasını güvenilir bir biçimde sağlamak için uygulanması gereken planlı ve sistematik faaliyetlerin tümüdür. Yazılımda kalite güvencesinin sağlanmasına vurgu yapan çoğu yayında kalite tanımı yapılırken esas konu müşteri ihtiyaçları ile yazılımın sunduğu özellikler arasındaki uyum, kullanıma uygunluk şeklinde ele alınmıştır.

Ticari beklentisi olsun veya olmasın tüm sektörlerde olduğu gibi yazılım sektöründe de esas hedef maliyetleri

² düşürerek en yüksek verimi sağlamaktır. Bu doğrultuda yazılım sektöründe yüksek kaliteli yazılım üretmek temel amaç olmuştur. Yazılımın kalitesini oluşturan bazı öncüller şu şekilde ifade edilebilir:

- Yazılımın hangi amaçla kullanılacağına göre açık bir şekilde tanımlanmış işlev ve başarımlar ihtiyacına uyum

² Burada maliyet, ticari beklenti olmaması durumunda dahi iş gücü ve zamanın maliyetidir.

- Kullanıcıların beklentilerine karşılık verebilme
- Açık bir şekilde belgelendirilmiş yazılım geliştirme standartlarına uygun olma
- Olabilecek en üst düzeyde güvenlik sağlama
- Yapılan yazılımın gerekli teknik yeterliliklere sahip olması(performans, kapasite, doğruluk, bütünlük, test edilebilirlik, sorgulama yetenekleri, grafik yetenekleri vb.)
- Kodun anlaşılır, esnek ve tekrar kullanılabilir olması
- Yazılım teslim edildikten sonra gerekli desteğin sağlanması (Saridoğan 2011).

Verilen öncüllerden hareketle; ihtiyaçlar veya müşteri istekleri yazılımda kalitenin oluşturulmasında temeldir. Müşteri beklentilerinden yoksun salt standartlara yönelik hazırlanmış bir yazılım sadece teknik boyutta kalite sağlamakla kalacaktır bu da yazılımı işlevsellikten uzaklaştıracaktır. Aksi durum olduğu zaman yani sadece müşteri beklentileri esas alınarak ve yazılım geliştirme standartlarını geri planda tutarak hazırlanmış bir yazılım da teknik boyutta kaliteden mahrum kalmış olacaktır. Yazılımın sahip olması gereken doğruluk, sağlamlık, modülerlik, anlaşılabilirlik, bakım kolaylığı gibi özelliklerin eksikliği, işlevsel olarak çok iyi olan bir yazılımın kalitesinin de eksikliği anlamına gelecektir (Yücalar 2006).

Bu özelliklerden performans ve kapasitenin birbiriyle çakışmaması önemli bir husustur. Tekrar kullanılabilirlik de diğer bir dikkat edilmesi gereken özelliktir. Burada kodun tekrardan kullanımı değil yazılımın tasarımının, test ortamının, dokümanların kısacası yazılımın tüm unsurlarının tekrardan kullanılabilmesi esastır. Yazılımın esnek olması özelliğini dikkate alarak üretilen yazılım ömrünü doldurduğunda başka bir ihtiyaca göre tekrardan düzenlenip işlevselleştirilebilir. Bir başka önemli nokta ise oldukça soyut olan ve ihtiyaçlara göre değişebilen müşteri tatminin sağlanmasıdır. Bu gereksinimi gerçekçi bir biçimde çözümlenebilmek için müşteriye yazılım ve yazılımın kalitesi konularında açık bir şekilde bilgi verilmesi gerekmektedir.

2.2 Süreç ve Yazılım için Süreç Kavramı

Süreç genel bir ifade ile başı ve sonu önceden belirlenip aradaki işlemler net bir şekilde planlanmış işlemler dizisi şeklinde tanımlanabilir. Sürecin temel amacı yapılan iş için değişkenlikleri ve sapmaları azaltarak bir standart oluşturmak ve sürekli iyileştirmelere fırsat tanımaktır(İnce vd.,2013)

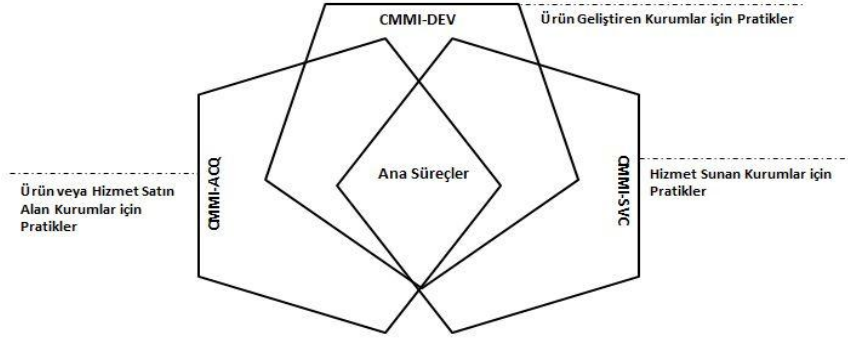
Yazılımın ve yazılım geliştirilmesi için gerekli tüm unsurların oluşturulması ve düzenlenmesi amacıyla gerçekleştirilen tüm uygulamaların, dönüşümlerin ve yöntemlerin meydana getirdiği kapsamlı faaliyet kümesini yazılım sektöründeki süreci tanımlamak için kullanabiliriz. Teknolojinin gelişmesi ile oldukça karmaşıklaşan yazılım ürünlerinde her ihtimalin denenmesi veya bir işi birbirinden bağımsız çalışan kişilerin yapması gibi bir durum söz konusu değildir. Bu durumda yazılımın kalitesi oldukça büyük önem arz etmektedir. Yazılımda kaliteyi sağlamak için de bir standart oluşturarak değişkenliği azaltıp, her türlü iyileştirmeye fırsat verecek bir yazılım tasarım ve gerçekleştirme sürecine ihtiyaç vardır (Mapuring vd., 2009).

2.3 Yazılım Süreç İyileştirme Modelleri

CMMI

“Capability Maturity Model Integration” kelimelerinin baş harflerinin kısaltmasından oluşan CMMI, Bütünleşik Yetenek Olgunluk Modeli anlamına gelmektedir. CMMI, kurumların süreçlerini iyileştirmek ve olgunlaştırmasına yardımcı olmak amacı ile en iyi uygulamaların bir araya getirildiği süreç modelidir. Bu model SEI(Software Engineering Institute), endüstri ve kamu kurumlarından oluşmuş katılımcılar tarafından geliştirilmiştir.

CMMI, kurumların geliştirdikleri ürünlerin ve verdiği hizmetlerin müşteri beklentilerini en iyi şekilde karşılaması amacı ile aktivitelere odaklanmaları için yol haritası sunar. CMMI bir süreç veya standard değildir, kurumları süreçlerinin olgunluk seviyesini belirleyen bir modeldir(CMMI Product Team, 2010). Bu model yıldız kümeleri adı verilen üç alana bölünmüştür. Bunlar;



Şekil 1. CMMI Takım Yıldızı(Reifer, 2007)

CMMI süreç modeli bir ürünün geliştirilmesinde veya hizmetin sunumunda tüm yaşam dönemi boyunca ihtiyaç duyulan süreçleri kapsayan 16 ana süreç, 1 ortak kullanılan süreç ve 5 ilgili yıldız kümesine özgü süreçlerden oluşmaktadır. Bu kapsamda yazılım geliştirmenin yapıldığı şirketler için CMMI-DEV modeli toplam 22 süreç alanından oluşmaktadır. Kurumlar ve kurumların süreçleri SCAMPI adı verilen denetimlerde değerlendirilir ve bir olgunluk seviyesi tespit edilir (CMMI Product Team, 2010). Bu yöntemle göre üç çeşit sınıf mevcuttur. Bunlar; SCAMPI A, SCAMPI B, SCAMPI C şeklindedir ve alfabetik olarak değerlilikleri değişir. Yani C sınıfı bir denetim sadece iyileştirme planları üzerinden daha yüzeysel yapılırken, B sınıfı denetim yaygın olarak A sınıfı denetime hazırlık olması açısından ve C sınıfına göre daha kapsamlı süreç doküman kaydına bakılarak yapılır. Resmi olarak CMMI sertifikasına sahip olmak isteyen firmaların A sınıfı denetimi başarıyla geçmesi beklenir (Kalaycı, 2007).

Aşağıdaki tabloda alfabetik sıraya göre bu süreç alanları verilmiştir.

Tablo 1. CMMI Development Süreç Alanları

Kısaltma	Süreç Alanı	Kısaltma(İng)	Süreç Alanı (İng)
BPY	Bütünleşik Proje Yönetimi	IPM	Integrated Project Management
DO	Doğrulama	VAL	Validation
GE	Geçerleme	VER	Verification
GG	Gereksinim Geliştirme	RD	Requirements Development
GY	Gereksinim Yönetimi	RM	Requirements Management
KAÇ	Karar Analiz ve Çözümleme	DAR	Decision Analysis and Resolution
KE	Kurumsal Eğitim	OT	Organizational Training
KM	Konfigürasyon Yönetimi	CM	Configuration Management
KPY	Kurumsal Performans Yönetimi	OPM	Organizational Performance Management
KSO	Kurumsal Süreç Odaklanması	OPF	Organizational Process Focus
KSP	Kurumsal Süreç Performansı	OPP	Organizational Process Performance
KST	Kurumsal Süreç Tanımı	OPD	Organizational Process Definitions
ÖA	Ölçme ve Analiz	MA	Measurement and Analysis
PIK	Proje İzleme ve Kontrol	PMC	Project Monitoring and Control
PP	Proje Planlama	PP	Project Planning
RY	Risk Yönetimi	RSKM	Risk Management
SAÇ	Sebeup Analizi ve Çözüm	CAR	Causal Analysis and Resolution
SPY	Sayısal Proje Yönetimi	QPM	Quantitative Project Management
SÜKG	Süreç ve Ürün Kalite Güvencesi	PPQA	Process and Product Quality Assurance
TÇ	Teknik Çözümleme	TS	Technical Solution
TY	Tedarikçi Yönetimi	SAM	Supplier Agreement Management
ÜE	Ürün Entegrasyonu	PI	Product Integration

Tablodaki süreç alanları “Gerekli”, “Beklenen” ve “Bilgilendirici” şeklinde üç alt bileşenden oluşmaktadır. Gerekli bileşenler mutlaka karşılanmalıdır. Beklenen bileşenler birebir karşılanabilir veya alternatif bir çözüm de uygulanabilir.

Bilgilendirici bileşen tipinin ise karşılanmasına gerek yoktur sadece ilgili süreç alanının uygulanmasında referans olarak kullanılır. Örnek olarak Konfigürasyon yönetim süreci ele alınacak olursa “Gerekli Bileşen” olarak “Konfigürasyon Yönetim Faaliyetlerinin Planlanması”, “Beklenen Bileşen” için “Konfigürasyon Yönetim Planı” veya alternatif olarak herhangi bir konfigürasyon yönetim aracı (Jira, IBM Jazz vb) üzerinden yapılan planlama, “Bilgilendirici Bileşen” olarak da “Konfigürasyon Yönetimi Süreç Tanımlama Dokümanı” gösterilebilir. Diğer süreçler için de benzer uygulama ve dokümanlar oluşturulmalıdır.

CMMI Modelinin *Kesikli* ve *Sürekli* şeklinde iki farklı gösterimi vardır. Bu iki gösterimde içerik ve kullanılan model bileşenleri aynıdır farklı yanları sadece farklı şekilde organize edilmeleridir.

Sürekli gösterim süreçleri iyileştirmede daha esnek bir bakış açısı sunar. Kurumlar hedefleri çerçevesinde belirledikleri sürece veya süreçlere odaklanarak iyileştirmeler yapılmasına izin verir. Sürekli gösterimin diğer bir özelliği de farklı süreçleri farklı oranlarda iyileştirmeye imkân vermesidir. Süreç alanları aşağıdaki gibi gruplanmıştır. Diğer bir bakış açısıyla sürekli gösterim iyileştirilmesi istenen süreçleri tek tek seçilmesine izin vermektedir. Aşağıdaki tabloda süreç alanlarının kategorilere göre ayrılmış hali görülmektedir (CMMI Product Team, 2010).

Tablo 2. Kategorilere Göre Süreç Alanları

Grup	Süreç Alanı
Süreç Yönetimi	<ul style="list-style-type: none">Kurumsal Süreç TanımıKurumsal Süreç OdaklanmasıKurumsal Performans YönetimiKurumsal Süreç PerformansıKurumsal Eğitim
Proje Yönetimi	<ul style="list-style-type: none">Entegre Proje YönetimiProje İzleme ve KontrolProje PlanlamaSayısal Proje YönetimiGereksinim YönetimiRisk YönetimiTedarikçi Yönetimi
Mühendislik	<ul style="list-style-type: none">Ürün EntegrasyonuGereksinim GeliştirmeTeknik ÇözümDoğrulamaGeçerleme
Destek	<ul style="list-style-type: none">Sebeup Analiz ve ÇözümKonfigürasyon YönetimiKarar Analiz ve ÇözümlemeÖlçme ve AnalizSüreç ve Ürün Kalite Güvence

Sürekli gösterimde yetenek seviyeleri 0-3 arasındadır ve genel amaçlar karşılandığı takdirde ilgili yetenek seviyesine ulaşılmıştır. Yetenek seviyeleri:

Yetenek Seviyesi 0: Bu seviyede süreçler uygulanmamış veya eksik olarak uygulanmış demektir. Bir veya daha fazla süreç alanı uygulanmamış ve herhangi bir genel amaç karşılanmamıştır.

Yetenek Seviyesi 1: Burada uygulanan süreç vardır. Bir ürün veya işi yerine getirmek için süreç uygulanmıştır. Uygulanan sürece ait özel amaç karşılanmıştır.

Yetenek Seviyesi 2: Bu seviye yönetilebilen süreçler olarak isimlendirilmiştir. Yönetilebilen süreç; kurallara uygun, yetkin çalışanlar tarafından uygun kaynaklar kullanılarak ürün veya hizmet oluşturmak üzere sürecin planlanması, gerçekleşmesi, izlenmesi ve kontrol edilmesini ifade etmektedir.

Yetenek Seviyesi 3: Bu seviye tanımlanmış süreçler olarak ifade edilmektedir. Tanımlanmış süreçler; yönetilen sürecin kurumda tanımlı standart süreç setinden uyarlama kılavuz ve yöntemlerine uygun olarak uyarlanmasıdır. Seviye 2 ile seviye 3 arasındaki en kritik fark standartlar, kılavuzlar ve süreç tanımlarının kapsamıdır. 2. Yetenek seviyesinde standartlar, kılavuzlar ve süreç tanımları her bir proje veya süreç uygulamasında farklılık gösterebilir. Seviye 3'te ise Proje ihtiyaçlarına göre kurumun standart süreç setinde var olan süreç tanımı, kılavuz ve standartlar uyarlanmaktadır. Seviye 3'teki diğer bir farkta tanımlı süreçlerde amaç, girdi, çıktı, roller, aktiviteler, ölçümler, başlangıç ve bitiş kriterleri açık bir şekilde tanımlanmıştır (Chrissis vd., 2011).

Kesikli gösterim süreç iyileştirme bakış açısı daha sistematik ve yapısaldir. Kesikli gösterimde kurum hedeflediği olgunluk seviyesinin gerektirdiği süreçleri uygulamak ve iyileştirmek zorundadır. Süreç alanları olgunluk seviyelerine göre gruplanmıştır. Literatürde basamaklı model olarak da adlandırılmaktadır. Olgunluk seviyeleri başlangıç seviye ve sürekli iyileştirilebilir seviye arasında 5'e ayrılmıştır. Aşağıda kesikli gösterime ait olgunluk seviyeleri ve her bir olgunluk seviyesi için karşılanması gereken süreç alanları gösterilmiştir (Değerli ve Özkan, 2013).

Tablo 3. Kesikli Gösterime Göre Süreç Alanları

Seviye	Odak	Süreç Alanı
5. Sürekli İyileştirilebilen (Optimizing)	Sürekli Süreç İyileştirme	Sebeup Analiz ve Çözüm Kurumsal Performans Yönetimi
4. Sayılarla Yönetilebilen (Quantitatively Managed)	Sayısal Yönetim	Kurumsal Süreç Performansı Sayısal Proje Yönetimi
3. Tanımlanmış (Defined)	Süreç Standartlaştırma	Karar Analiz ve Çözümleme Entegre Proje Yönetimi Kurumsal Süreç Tanımı Kurumsal Süreç Odaklanması Kurumsal Eğitim Ürün Entegrasyonu Gereksinim Geliştirme Risk Yönetimi Teknik Çözüm Doğrulama Geçerleme
2. Yönetilebilen (Managed)	Temel Proje Yönetimi	Konfigürasyon Yönetimi Ölçme ve Analiz Proje İzleme ve Kontrol Proje Planlama Süreç ve Ürün Kalite Güvence Gereksinim Yönetimi Tedarikçi Yönetimi
1. Başlangıç (İnitial)		

Kesikli gösterimde süreç alanları ve olgunluk seviyelerine göre gruplama yapılmıştır. 1. Olgunluk seviyesinde kaotik ve yüksek riskli bir oram bulunurken olgunluk seviyesi arttıkça kalite ve verimlilikte artış görülecektir.

Olgunluk seviyeleri kurumların genel performansını iyileştirmek için süreç alanlarına ait özel ve genel pratiklerden oluşmaktadır. Bir organizasyonun olgunluk seviyesi o organizasyonun performansını karakterize etmektedir. Her bir olgunluk seviyesi bir sonraki olgunluk seviyesine ulaşmak için kurumun süreçlerini olgunlaştırmaktadır. 1-5 arasında toplam 5 adet olgunluk seviyesi bulunmaktadır. Olgunluk seviyesi 2 ve 3, yetenek seviyesi 2 ve 3 ile aynı kavramları kullanmaktadır. Olgunluk seviyeleri aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Olgunluk Seviyesi 1: Başlangıç

Bu seviyede süreçler geçici ve dağınıktır. Organizasyonlar genellikle düzenli süreç desteği vermezler. Bu kurumlarda başarı, tanımlanmış süreçleri uygulamaktan ziyade bireysel başarılarından gelmektedir dolayısıyla geçmiş başarılar her zaman tekrarlanamaz. Bu tür organizasyonlarda hizmet veya ürün başarılı olabilir fakat genellikle süre aşımı veya bütçe aşımı da söz konusudur.

Olgunluk Seviyesi 2: Yönetilebilen

Bu seviyede kurallara uygun, yetkin çalışanlar tarafından uygun kaynaklar kullanılarak ürün veya hizmet oluşturmak üzere süreç planlanabilmekte, gerçekleştirilmekte, izlenebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. 2. Olgunluk seviyesinde iş ürünlerinin durumu belirli bir anda yönetim tarafından görülebilir. İlgili iş süreçleri projeden projeye değişkenlik gösterebilir.

Olgunluk Seviyesi 3: Tanımlı Süreçler

Bu seviyede süreçler iyi organize edilmiş, anlaşılır ve araç, yöntem, kılavuz ve standartları ile birlikte tanımlanmıştır. Organizasyonun standart süreç seti 3. Olgunluk seviyesi için temel oluşturmaktadır. Projeler bu standart süreç setinden uyarılama kılavuzlarına uygun olarak ihtiyacı olan süreçleri uyarlayarak kullanmaktadır. Olgunluk seviyesi 3 ile 2 arasındaki farklar yukarıda yetenek seviyelerinde belirtilen farklar ile aynıdır. Genel amaç 3 ile ilişkili genel pratikler mutlaka karşılanmalıdır. 2. Olgunluk seviyesinde bu aranmamaktadır. Ayrıca bu düzeydeki iş süreçleri gerekli yetkinlikteki mekanizmalarla sağlanlaştırılıp projeden projeye yüksek oranda farklılık göstermediklerinden organizasyon genelinde farklı süreç iyileştirme çabalarına da katkı sağlayacak ve yol gösterecek düzeydedir.

Olgunluk Seviyesi 4: Sayılarla Yönetim

Bu olgunluk seviyesinde organizasyonlar ve projeler kalite ve süreç performansı için sayısal hedefler belirlemekte ve bunu proje yönetirken bir kıstas olarak kullanmaktadır. Sayısal hedefler müşteriler, son kullanıcılar, organizasyon ve süreç tasarımcılarının ihtiyaçlarına göre oluşturulmaktadır. Seçilen alt süreçler için süreç performans ölçümleri toplanmakta ve istatistiksel olarak analiz edilmektedir. 3. ve 4. Olgunluk seviyeleri arasındaki temel fark; 4. Olgunluk seviyesinde süreç performanslarının tahmin edilebilmesidir. 4. Olgunluk

seviyesinde proje ve seçilen alt süreç performansları istatistiksel ve sayısal yöntemler kullanılarak ve tahminleme temelinde süreç verilerinin kullanılması ile kontrol edilir. Bu şekilde maliyet ve proje tamamlanma süresi tahmini kolaylaşır ayrıca proje başarımı yüksek oranda sağlanabilir. Bu seviye organizasyondaki iş süreçlerinin “yüksek olgun” karakterde olduğunu gösterir.

Olgunluk Seviyesi 5: Optimize Edilebilir

Bu seviyede, organizasyon hedeflerine uygun olarak süreçlerini sayısal yöntemler kullanarak sürekli olarak süreçlerini iyileştirebilir. Organizasyon sayısal bakış açısı ile süreçteki ve süreç çıktılarındaki farklılaşmaların sebeplerini anlayabilir. 5. Olgunluk seviyesi süreç performansını sürekli bir şekilde iyileştirmeye odaklanmıştır. 4. ve 5. olgunluk seviyeleri arasındaki temel fark organizasyonel performansın iyileştirilmesidir. 4. Olgunluk seviyesinde organizasyon ve projeler alt süreçlerin kontrol edilmesi ve anlaşılmasına odaklanmıştır. Fakat 5. Olgunluk seviyesinde organizasyonun genel performansı üzerine odaklanılmıştır. Bunu yaparken birçok projeden gelen veriler değerlendirilmekte ve yapılan analizlerle performanslar arasındaki farklar çıkarılarak organizasyonel olarak performansın iyileştirilmesi sağlanmaktadır.

3. UYGULAMA

Bu çalışmada yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmaların CMMI v1.3 3. Olgunluk düzeyinde değerlendirilmesini, resmi bir denetim gerçekleştirmeden kendi içlerinde de yapabilmelerine yönelik geliştirilen bir değerlendirme yönteminden ve uygulamasından bahsedilmiştir.

Araştırmada süreçlerini CMMI 3. olgunluk düzeyine uyumlaştırarak denetime girip bunu belgelemeyi planlayan veya daha önce bu süreçten geçmiş ve CMMI 3. olgunluk düzeyi sertifikaya sahip olup durumunu korumayı amaçlayan firmalara kendilerini denetleyebilecekleri hatta B sınıfı bir denetimi kendi içlerinde yaparak resmi anlamda A sınıfı bir denetime hazırlanabilecekleri bir envanter hazırlanmıştır. Envanter yazılım sektöründe faaliyet gösteren üç firmaya uygulanmıştır ve bunlardan ikisi CMMI 3. olgunluk düzeyi sertifikasına sahip diğeri sürekli iyileştirmeyi temel alan bir kalite anlayışında olan fakat henüz CMMI’ da kendini belgelememiş firmalardır. Ayrıca CMMI 3. olgunluk düzeyinde olan firmalardan biri ile derinlemesine mülakat gerçekleştirilmiştir.

Envanter CMMI 3. Olgunluk düzeyi gereklilikleri kapsamında 11 bölümden ve 126 ifadeden meydana gelmektedir. Envanterde yer alan ifadeler modelin her bir süreç alanı için aynı oranda önem taşıdığı için eşit olarak ağırlıklandırılmış olup değerlendirme 5’li likert ölçeğine göre derecelendirilmiştir.

Envanterin 2. bölümünün 9. ve 14. ifadelerinde, 3. bölümün 4, 5 ve 6. ifadelerinde, 4. bölümün 4. ifadesinde ve 9. bölümün 10. ifadesinde ters puanlama uygulanmıştır. İfadelerin ve puanlandırmanın neticesinde yüksek puan almak olgunluk düzeyine uygunluğun göstergesidir.

Envanterin uygulandığı ve derinlemesine mülakat yapılan firmaların isimleri bilgi güvenliği ve firmalar arası rekabet politikası gereği firmaların isteği üzerine gizli olacak bir şekilde anlatılacaktır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Firmalar CMMI-DEV yapısında kesikli gösterim 3. Olgunluk düzeyinde yer alan süreç alanlarına göre hazırlanan ifadeler kapsamında değerlendirilmiştir. Değerlendirmeyi firmada çalışan Kalite Yöneticileri ve Proje Yöneticileri yapmıştır. Firmalardan alınan cevaplar her bir süreç için belirlenen ifadeler aynı oranda önem arz ettiği için eşit ağırlıkta değerlendirilip ifadeler 5 üzerinden puanlanmıştır. Değerlendirme sonuçlarına çizelge 1’deki gibidir.

Çizelge 1. Firmaların Süreç Bazından Ortalama Puanları ve Başarı Yüzdeleri

CMMI 3. OLGUNLUK DÜZEYİ SÜREÇ ALANLARI	Firma			Ortalama		Standart Sapma	
	A	B	C	A,B,C	A,B	A,B,C	A,B
Gereksinim Geliştirme	5	4,67	3,83	4,5	4,84	0,43	0,17
Teknik Çözüm	4,29	4,21	3,57	4,02	4,25	0,28	0,04
Ürün Entegrasyonu	3,86	3,79	2,86	3,5	3,83	0,39	0,04
Doğrulama	4,64	4,5	3,64	4,26	4,57	0,38	0,07
Geçerleme	5	4,17	4	4,39	4,59	0,38	0,42
Kurumsal Süreç Odaklanması	5	4,71	4	4,57	4,86	0,36	0,16
Kurumsal Süreç Tanımı	4,86	4,8	4	4,55	4,83	0,34	0,03
Kurumsal Eğitim	4,18	4	4	4,06	4,09	0,07	0,09
Entegre Proje Yönetimi	4,5	4,79	4	4,43	4,65	0,28	0,16
Risk Yönetimi	4	4,75	4	4,25	4,38	0,31	0,36
Karar Analiz ve Çözümleme	4	5	4	4,33	4,5	0,41	0,5
ORTALAMA	4,48	4,49	3,49				
BAŞARI%	90	90	70				

Çizelge 1’de görüldüğü gibi envanterin uygulandığı firmalarda kurumsal süreç odaklanması süreç alanı diğer CMMI 3. Olgunluk düzeyi süreç alanlarına göre daha yüksek puan almıştır yine kurumsal süreç odaklanması süreci CMMI 3. olgunluk düzeyinde kendini belgelemiş A ve B firmalarında diğer süreç alanlarına kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Benzer şekilde teknik çözüm süreç alanı envanterin uygulandığı üç firmada da en düşük puanı almıştır ve yine CMMI 3. olgunluk düzeyinde kendini belgelemiş A ve B firmasında da teknik çözüm süreci diğer süreç alanlarına kıyasla en düşük puanı almıştır. Bu da yazılım sektöründe teknik ekibin kalite süreçlerine olan direncinin, her ne kadar kendini bu konuda geliştirmiş firmalar da olsa, diğer süreç alanlarının uygulanmasındaki başarıma oranlandığında ne ölçüde fazla olduğunu gösterir niteliktedir. Ayrıca Çizelge 1’de görüldüğü üzere CMMI 3. Olgunluk düzeyi süreç alanlarında ki başarımlar Kurumsal Eğitim süreç alanında en düşük oranda sapma göstermiştir. Bu da her üç firmada da kaliteye, benzer oranda ve yine ortalamaya da bakıldığında dikkate

alınır seviyede önem verildiğini göstermektedir. Gereksinim Geliştirme ve Kurumsal Süreç Tanımlama süreç alanlarında A ve B firmasına kıyasla C firmasında radikal bir sapma görülmüştür. Bu durum da gösteriyor ki C firması her ne kadar toplam kalite yönetimine önem veriyorsa da bu süreç alanlarındaki eksiklikler CMMI 3. Olgunluk düzeyi için gerekli olan süreçlerin standartlaştırılması gerekliliğindeki eksikliği açıkça gösterir niteliktedir. Envanter çalışmasına ek olarak A firması ile CMMI 3. olgunluk düzeyi sertifikası edinim sürecinde tecrübe ettikleri deneyimleri öğrenmek ve sonuçlarını gözlemlemek adına derinlemesine mülakat görüşmesi yapılmıştır. Bu bağlamda firmanın CMMI sürecinde yaşadığı zorluklar gözlemlenmiş sonucunda ne gibi kazanımlar sağladıkları tartışılmıştır. Görüşmenin yapıldığı yetkili ile yapılan görüşme neticesinde CMMI ile süreç iyileştirme çalışmasında karşılaştıkları problemler aşağıdaki başlıklarda toplanmıştır:

- Üst yönetim desteğinin yetersizliği
- Zaman kısıtı
- Yeter düzeyde bütçe ayrılamaması
- İnsan kaynağı yetersizliği
- Yetkin, deneyim sahibi ve süreçlerle yönetim bilincine sahip çalışan eksikliği
- Mevcut işlerin yoğunluğu
- Kurum kültürü
- Alt yapı ve bilgi eksikliği
- Mühendislik yaklaşımı eksikliği
- Mevcut süreçlerin ölçüm yapmaya uygun olmaması
- Süreç iyileştirme anlayışının yaygınlaştırılmaması
- Operasyonel süreçlerle bütünleşme
- Tüm süreçlerin gözden geçirilmesinin vakit alması
- Tüm dokümanların güncellenmesinin vakit alması
- Ekip çalışmasına yatkın olmayan personel

CMMI ile süreç iyileştirme çalışmasında karşılaşılan sorunlar yukarıdaki başlıklardan anlaşılacağı üzere temelde CMMI sertifikasyonunun bir proje olarak nitelendirilmemesinden kaynaklanmaktadır. Görüşmenin gerçekleştirildiği firma çalışanlarında da literatürdeki diğer çalışmalarda da ve genel olarak yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmalarda süreç yönetimi, kalite standartları vb. kayıt tutulması gereken tüm faaliyetlerde olduğu gibi CMMI çalışmaları da teknik ekip tarafından zaman kaybettirici bir faaliyet olarak algılanmaktadır. Bu sebeple

eğer bir firma ürün kalitesini süreçlere uyumlu bir şekilde iyileşebileceğine inanıyorsa ve süreçlerini CMMI'ya uyumlu hale getirip uluslararası geçerliliğe sahip bir belgeye sahip olmak istiyorsa bir CMMI Ar-Ge ekibi kurmalı ve ekip üyelerini de yazılımda kalite, yazılım standartları ve yazılımda prensipler gibi kavramlara uzak olmayan ve alanında yeterli düzeyde deneyime sahip kişilerden seçerek oluşturmalı eğer gerekiyorsa bu yönde eğitimler verebilmelidir. Ayrıca CMMI'nın farklı versiyonlarında ve düzeylerinde farklı alanlarda uzmanlık gereklidir buna göre firma hangi düzeyde sertifika almak istiyorsa ona uygun birimlerden üyeler bulunduracak biçimde Ar-Ge ekibini oluşturmalıdır.

CMMI Ar-Ge ekibi oluşturulurken her ne kadar konuyla ilgili kişiler seçilmiş olsa da ekip üyeleri bu etapta direkt SEI'nin web sitesinden, konu hakkında hazırlanmış kitaplar, makaleler ve benzer güvenilir kaynaklardan CMMI hakkında bilgi edinmelidir. Eğer gerekiyorsa şirket içi eğitimler hazırlanmalıdır. Ayrıca özellikle büyük ölçekli firmalarda Ar-Ge ekibi üyeleri sürece başlanmadan önce tanışma toplantıları yapmalı bu sayede hem birbirlerini tanımalı hem de ne ölçüde yetkinlik sahibi olduğunu ve nelere ihtiyaç duyulduğu önceden anlama fırsatı yaratmalıdır. Ar-Ge ekibinin konu hakkında farkındalığının artması en azından CMMI terminolojisine hâkim olunması yönünden büyük önem arz etmektedir. Farkındalığın artırılması için ekip içi iletişimin sağlam tutulması da önemlidir. Bunun için her ne kadar toplantılar düzenlense de olayın sıcaklığının korunması açısından bir iletişim ağı sağlanması, bir mail grubu kurulması gibi iletişim yöntemleri avantaj sağlayacaktır. Hatta bu konuda uluslar arası güncel bilgileri takip edebilecekleri bir sosyal iletişim ağı, linkedin vb., da oldukça faydalı olacaktır bu sayede konu hakkında deneyim sahibi kişilerden de fikir alınabilecek, modeli kullananlardan örnekler görülüp bir yol haritası çizilebilecektir.

Bir firmada her süreçte olduğu gibi CMMI sertifikasyon sürecine hazırlanılması aşamasında da üst yönetimin desteği hem moral açısından hem de maddi destek açısından, CMMI sertifikasyon süreci masraflı bir süreçtir, oldukça önem taşımaktadır. Üst yönetimin konuya hâkim olabilmesi ve yeterli desteği sağlaması açısından düzenli aralıklarla toplantılar düzenlenip durum analizi yapılmalı ve raporlanmalıdır. Bu sayede aynı zamanda konu dâhilinde olmayan çalışanlara da üst yönetim sayesinde bilgi aktarımı sağlanacaktır ve gerekli durumlarda diğer personelin katkısının sağlanması kolaylaşacaktır. A firması ile yapılan derinlemesine mülakat sonucunda CMMI sertifikasyon süreci sonrasında çeşitli kazanımlar elde ettikleri görülmüştür. Bu çalışma sayesinde CMMI'nın detaylı yapısı gereği süreçler derinlemesine incelenmiş ve bu kapsamda iyileştirmeler

gerçekleştirilmiştir. Firma CMMI sertifikasyon süreci boyunca yapıyı bir kılavuz gibi kullanarak geleneksel olarak ayrılan organizasyon işlevlerini birleştirip süreç iyileştirmelerini önceliklendirerek organizasyonun bağımsız kısımlarında bulunan engelleri ve sorunları ortadan kaldıramışlardır. İyileştirme çalışmaları sonucunda sürece dahil olan projelerin ürettiği ürünlerin entegrasyonun sağlam yapılandığı model seti içerisinde faydalı bilgiler kullanılarak müşteri gereksinimleri ile daha uyumlu ve beklenen düzeyde kaliteye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Firma iyileştirme çalışmaları neticesinde yüksek maliyet, zamanlama sorunu, verimsizlik, düşük kalite, müşteri memnuniyeti sağlanamaması gibi kritik sorunlarında belirgin boyutta iyileşme sağladığını gözlemlenmiştir. Ayrıca firma CMMI sertifikası sayesinde benzer yazılım firmalarına kıyasla reklam açısından kendini uluslararası boyutta gösterme fırsatı yakalamıştır.

5. SONUÇ

Hızla ilerleyen teknoloji ile tüketici ihtiyaçlarının ve beklentilerinin artması firmaların klasik yöntemlerle benzerlerine göre öne geçerek devamlılığını sağlamasını zorlaştırmıştır. Günümüz koşullarında dış pazarda hatta iç pazarda bile kârlı iş yapmak isteyen çoğu işletme kaliteyi araç olarak kullanmayı bir kenara bırakıp amaç haline getirmek durumunda kalmışlardır. Bu sayede ortaya çıkardıkları her türlü ürün veya hizmetten emin olarak müşteriye her daim geçerliliğini kanıtladıkları çıktıyı sunmanın rahatlığını yaşamaktadırlar.

Globalleşen dünyada değişen ve gelişen beklentilere en doğru ve yeterli karşılığı vermek için fark yaratmak yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmalar için de bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu amaçla birçok yazılım firması uluslararası geçerliliği olan ve ömrü insan ömrüyle sınırlanmayacak kaliteli ürün geliştirebilmek için yazılım süreç modellerini kullanmaya başlamıştır. Yazılım geliştirme süreçlerinde karşılaşılan yetenek ölçme sorununa cevap vermek amacıyla hazırlanan CMMI modeli yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmalara sorunlarını çözebilmesi yolunda önemli bir yol gösterici olmuştur. CMMI esnek ve kesikli yapısı sayesinde her boyuttaki firma için uygun rehber olabilecek niteliktedir.

Yazılım firmalarının sundukları ürünleri daha sonra ihtiyaçlar dâhilinde geliştirmelerini kolaylaştırmak, ürünlerini uluslararası platformda geçerli kılmak ve müşteriye daha güvenilir ürün sunduğunu tescillemek için yardımcı olacak

CMMI modeline süreçlerini uyarlayarak resmi anlamda bunu belgeleyebilmeleri için ülkemizde faaliyet gösteren çeşitli danışmanlar ve danışmanlık şirketleri mevcuttur. CMMI değerlendirmesi sadece ABD Savunma Bakanlığı (SEI) tarafından belirlenen denetçiler veya onların çalışmayı seçtikleri firmalar tarafından yapılmaktadır. SEI tarafından onaylı kişiler veya firmalarca yapılan denetim oldukça maliyetli olmaktadır ve bu değerlendirmeyi yaptırmak isteyen firmalar için ilk değerlendirmede istenilen şartları sağlamak büyük bir avantaj sağlayacaktır. Bu çalışmada yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmalara süreç odaklı ürün geliştirmede kalitenin önemi, hangi yollarla bunu sağlayabilecekleri, bunun için geçerli bir olan CMMI modeli özel olarak detaylı incelenmiş ve firmaların yüksek bütçeler ayırarak yaptıracakları değerlendirmelere katılmadan önce kendi öz değerlendirmelerini yapabilecekleri bir yöntem sunulmuştur. Bu sayede ayrıca bir danışmanlık ücreti ödemeyerek ek bir maliyetten kurtulmaları kendi bünyelerinde eksikliklerini görerek yazılım geliştirme faaliyetlerini standartlar, yöntemler ve diğer yol gösterici dokümanlardan oluşan bir kalite güvence sistemi içerisinde daha kaliteli yazılım üretmelerini sağlamaya yardımcı olmak amaçlanmıştır.

Türkiye’ de CMMI’ nın çeşitli olgunluk düzeylerinde belgelerine sahip firmalar vardır. Bunlardan 3. Olgunluk düzeyinde olan firmaların sayısı 2015 yılında 4, 2016 yılında 14, 2017 yılında 9 ve 2018 yılında 3 tanedir. Son dört yılda ülkemizde toplam 30 adet firma CMMI 3. düzey olgunluğunda olduğunu belgelendirmiştir(CMMI Institute, Published Appraisal Result). Türkiye’de daha çok CMMI 3. olgunluk düzeyinin tercih edilmesi sebebiyle bu çalışmada CMMI 3. olgunluk düzeyini ölçmeyi hedefleyen bir envanter oluşturulmuştur. Eğer firmalar burada yer alan süreç alanlarındaki ifadelere yeterli düzeyde cevap verebilir ve bunu belgeleyebilirse, ki CMMI için belgelemek en önemli husustur, bu düzeyde bir denetime hazır olabileceklerdir. Bu bağlamda çalışmada envanteri uygulayarak değerlendirmeye katılan iki firma CMMI 3. olgunluk düzeyinde yeterliliklerini hali hazırda belgelemiş, üçüncü firma da kalite odaklı süreç yönetimine sahip bir firma olarak yüksek düzeyde envantere katılım göstermiştir. Sonuçlardan da anlaşıldığı üzere belgeye sahip firmaların envanter puanları üçüncü firmaya kıyasla anlamlı düzeyde fark göstermiştir bunun neticesinde uygulamanın sonuçları çalışmanın amaçlarını doğrular niteliktedir.

Yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmalar, yazılım geliştirme süreçlerini daha iyi şekilde anlayıp geliştirmelerine yardımcı olmak için bu çalışma kapsamında hazırlanan CMMI 3. olgunluk düzeyinde değerlendirme yöntemini kullanarak

ORGANİZASYON VE YÖNETİM BİLİMLERİ DERGİSİ

Cilt 12, Sayı 1, 2020 ISSN: 1309 -8039 (Online)

isterlerse resmi bir CMMI denetimine hazırlık yapabilir, isterlerse sadece süreçlerini iyileştirerek daha kaliteli ve geçerli ürünler oluşturabilir veya eğer zaten böyle bir sertifikaya sahiplerse bunun devamlılığını sağlamak için istedikleri zaman kendilerini denetleyebilirler.

KAYNAKÇA

Alparslan A., (2017). CMMI ile Yazılım Süreçlerinin İyileştirilmesi ve Yazılım Şirketlerinin CMMI 3. Seviyesine Göre Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Chrissis, M. B., Konrad, M. & Shrum, S. (2011). CMMI for Development Guidelines for Process Integration and Product Improvement. Addison-Wesley Professional, Boston- ABD, s. 688.

CMMI for Development, Version 1.3, (2010). Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.

CMMI Institute. <https://sas.cmmiinstitute.com/pars/pars.aspx> [Son erişim tarihi: 03.08.2018]

Değerli, M. & Özkan, S. (2013). Yazılım veya Yazılım-Yoğun Sistem Mühendisliği İş Süreçleri Açısından Yüksek Olgunluk Seviyesinde Olan veya Yüksek Olgunluk Seviyesine Ulaşmak İsteyen Organizasyonlar için Bazı Tespitler ve Öneriler. 7. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu, ss. 20-36, 25-28 Eylül, Ege Üniversitesi, İzmir.

Introduction to CMMI for Dev. V1.3 Eğitim Notları, (2010). Kasım 2, Carnegie Mellon University.

Kalaycı, O. (2007). Yöneticiler için Doğru Sorular CMMI. Shamrock Süreç İyileştirme ve Yenilikçilik, Kanada, s. 88.

Mapuring L., Zhang X., Venkatesh V., (2009). Role of Collective Ownership and Coding Standards in Coordinating Expertise in Software Project Teams, European Journal of Information System, Haziran, 355-371

ORGANİZASYON VE YÖNETİM BİLİMLERİ DERGİSİ

Cilt 12, Sayı 1, 2020 ISSN: 1309 -8039 (Online)

Peker, Ö. (1996). Toplam Kalite Yönetimi ve Kamu Hizmetlerinde Toplam Kalite, Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, 5(2), 15.

Profiles of Level 5 CMMI Organizations, (2007). Donald J.Reifer, The Journal of Defence Software Engineering.

SCAMPI Class A, (2012). Appraisal Results, Mid-Year Update, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.