

# Huawei Türkiye Ar-Ge Merkezi'nde CMMI Seviye 5 Gerekliliklerinin Belirlenmesi ve Uygulanması

Pınar Örgün, Yasemin Yiğit Kuru, Esmâ Elbir, Deniz Güngör

Huawei Türkiye Ar-Ge Merkezi, Yazılım Kalite Departmanı, İstanbul, Türkiye,  
{pinar.orgun, yasemin.yigit.kuru, esma.ayan, deniz.gungor}@huawei.com

**Özet.** CMMI yazılım alanında kullanılan en önemli süreç iyileştirme ve kalite yönetim modellerinden birisidir. 2014 yılında Huawei Türkiye Ar-Ge Merkezi Türkiye çapında CMMI Seviye 3 sertifikasını almaya hak kazanan ilk Telekomünikasyon firması olmuştur. 2017 yılında ise CMMI Seviye 5 sertifikasını alarak bu alanda bir ilke daha imza atmıştır. Bu makalede, Huawei Türkiye Ar-Ge Merkezi'nin CMMI Seviye 5 süreç uygulamaları ve deneyimleri örneklerle sunulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Yazılım Kalitesi, Kalite Modeli, CMMI-DEV Seviye 5, Süreç İyileştirme

# Identification and Implementation of CMMI Level 5 Requirements for Huawei Turkey Research & Development Center

Pınar Örgün, Yasemin Yiğit Kuru, Esmâ Elbir, Deniz Güngör

Huawei Turkey Research & Development Center, Software Quality Department,  
Istanbul, Turkey,

{pinar.orgun, yasemin.yigit.kuru, esma.ayan, deniz.gungor}@huawei.com

**Abstract.** CMMI is one of the most important process improvement and quality management models, that is used for software development area. In 2014, Huawei Turkey Research & Development Center became the first Telecommunication company which received CMMI Level 3 certification in Turkey. In 2017, Huawei has received the CMMI Level 5 certificate and has made a further achievement in this respect. This paper presents Huawei Turkey Research & Development Center's CMMI Level 5 process application methodologies and experiences.

**Keywords:** Software Quality, Quality Model, CMMI-DEV Level 5, Process Improvement

## 1 Giriş

Bilişim organizasyonlarının kalite ve süreç yönetimi ihtiyaçlarını karşılamalarına yardımcı olacak birçok standart ve model geliştirilmiştir. Bu kapsamda, CMMI (Capability Maturity Model Integration/Bütünleşik Yetenek Olgunluk Modeli) [1] kullanılan en önemli süreç iyileştirme ve kalite yönetim modellerinden birisidir. CMMI doğrultusunda uygulanan süreç iyileştirme çalışmalarındaki temel hedef, etkin bir süreç yönetimi altyapısı oluşturmak, projelerde bu süreçleri etkin bir şekilde kullanmak ve yapılacak süreç iyileştirme faaliyetleri ile kuruluş süreçlerini sürekli olarak iyileştirmektir. CMMI yazılım geliştirme sürecini önceden kestirilemez bir iş olmaktan çıkartıp yönetilebilir, ölçülebilir, tahmin edilebilir ve tekrarlanabilir bir süreç haline getirmeyi sağlayacak hedeflerden oluşmaktadır.

CMMI modeli, şirket olarak ya da bir topluluk olarak en iyi duruma gelmenin yolunu göstermektedir. Türkiye'de, en yüksek olgunluk seviyesi CMMI Seviye 5 sertifikası olan 3 ve CMMI Seviye 3 sertifikası olan 35 tane kurum ve kuruluş bulunmaktadır [2]. 2014 yılında Huawei Türkiye Ar-Ge Merkezi Türkiye çapında CMMI Seviye 3 sertifikasını almaya hak kazanan ilk Telekomünikasyon firması olmuştur. 2017 yılında ise CMMI Seviye 5 sertifikasını alarak bu alanda bir ilke daha imza atmıştır. Bu makalede, Huawei Türkiye Ar-Ge Merkezi'nin ürün ve geliştirme süreçlerine hitap eden CMMI-DEV Seviye 5 süreç uygulamaları ve deneyimleri örneklerle sunulmuştur.

## 2 CMMI

CMMI kuruluş olgunluğunun ve yeteneğinin anlaşılmasına ilişkin bir modeldir. Bir standart ya da yazılım geliştirme veya proje yönetimi işlemi tanımı değildir. CMMI enstitüsü tarafından hali hazırda 3 farklı CMMI modeli geliştirilmiştir: CMMI-SVC, CMMI-ACQ ve CMMI-DEV.

CMMI-SVC tedarik zinciri yönetimi, satın alma ve dış kaynak kullanımı süreçlerine, CMMI-ACQ ürün ve hizmet edinimi süreçlerine ve CMMI-DEV ise ürün ve geliştirme süreçlerine hitap eden bir alandır. Yazılım geliştirme süreçlerinde ürün ve geliştirme süreçlerine hitap eden CMMI-DEV, süreç iyileştirme ve kalite yönetim modeli olarak uygulanır. Huawei Türkiye Ar-Ge Merkezi bünyesinde geliştirilen projelerin süreç iyileştirme ve kalite yönetimi için CMMI-DEV modeli uygulanmıştır. Makalenin devamında CMMI-DEV kısaca CMMI olarak ifade edilmiştir.

CMMI, 5 seviye, 22 süreç alanı, 4 kategori halinde düzenlenmiştir [3]. CMMI seviyeleri altında tanımlanan süreçler ve süreçlerin kategori bilgileri Tablo 1’de yer almaktadır.

**Tablo 1.** CMMI-DEV Olgunluk Seviyesi, Kategori ve Süreç Alanları Listesi

Olgunluk Seviyesi	Süreç Alanları	Kategori
5	CAR – Nedensel Analiz ve Çözünürlük	Destek
	OPM – Organizasyonel Performans Yönetimi	Süreç Yönetimi
4	OPP – Organizasyonel Süreç Performansı	Süreç Yönetimi
	QPM – Nicel Proje Yönetimi	Proje Yönetimi
3	RD – Gereksinim Geliştirmesi	Mühendislik
	TS – Teknik Çözüm	Mühendislik
	PI – Ürün Entegrasyonu	Mühendislik
	VER – Gerçekleme	Mühendislik
	VAL – Geçerleme	Mühendislik
	IPM – Entegre Proje Yönetimi	Proje Yönetimi
	RSKM – Risk Yönetimi	Proje Yönetimi
	OPF – Organizasyonel Süreç Odağı	Süreç Yönetimi
	OPD – Organizasyonel Süreç Tanımı	Süreç Yönetimi
	OT – Organizasyonel Eğitim	Süreç Yönetimi
	DAR – Karar Analizi ve Çözünürlük	Destek
PPQA - Süreç ve Ürün Kalite Güvencesi	Destek	
2	CM – Yapılandırma Yönetimi	Destek
	MA – Ölçüm ve Çözümleme	Destek
	SAM – Tedarikçi Sözleşmesi Yönetimi	Proje Yönetimi
	PP – Proje Planlama	Proje Yönetimi
	PMC – Proje İzleme ve Denetim	Proje Yönetimi
RM – Gereksinim Yönetimi	Proje Yönetimi	
1	-	-

CMMI 1. olgunluk seviyesi en düşük olgunluk seviyesi olup tanımlı herhangi bir süreç alanı bulunmamaktadır. Teknik olarak bir CMMI değerlendirmesinde olgunluk seviyesi 2'deki süreç alanları hedeflerini karşılamayan bir organizasyon CMMI 1. olgunluk seviyesi olarak değerlendirilir.

CMMI 2. olgunluk seviyesi destek ve proje yönetimi kategorileri altında tanımlı 6 farklı süreç alanındaki hedefleri sağlaması beklenmektedir. Temel olarak yeni ve olgunlaşmamış kuruluşların ilk olarak projeleri planlama, gereksinimleri izleme, projenin ilerleme durumunu izleme ve gerçek verileri bir planla karşılaştırarak eylemlerde bulunma gibi uygulamalara yönelik yeteneklerini geliştirmesi beklenir.

CMMI 3. olgunluk seviyesi için 2. olgunluk seviyesinde tanımlanan süreç alanlarına ek olarak mühendislik, destek, süreç yönetimi ve proje yönetimi kategorileri altında tanımlı 12 farklı süreç alanındaki hedefleri de sağlaması beklenmektedir. Bu süreçlerin sağlanmasıyla gereksinim tanımlama, sınav, mimari tasarım gibi organizasyonel yetkinlikler ortaya çıkmaya başlar.

CMMI 4. olgunluk seviyesi için ek olarak süreç yönetimi ve proje yönetimi kategorileri altında tanımlı 2 farklı süreç alanındaki hedeflerin de sağlanması beklenmektedir. CMMI 4 seviyesinde olan bir organizasyon vaat ettiklerini yerine getirir ve yüksek düzeyde güven müşteri ilişkilerinde ortaya çıkar. Yönetim kararları şimdi tamamen nesnel ve istatistik veriler ile desteklenebilmektedir. En üst düzey yöneticiler için gelişim düzeyi 4 ideal durumu gösterir. Her şey saat gibi çalışır ve karşılaştırmalı performans verileri vardır. Bu yüzden yüksek düzeyde doğruluk ile verdikleri sözleri teslim ederler. Ekonomik performans önemli ölçüde geliştirilmiştir ve organizasyonun performansı oldukça tahmin edilebilir.

CMMI olgunluk seviyesi 5 için ek olarak süreç yönetimi ve destek kategorileri altında tanımlı 2 farklı süreç alanındaki hedeflerin de sağlanması beklenmektedir. 5. düzeyde süreç geliştirme kurumsallaştırılmış ve kuruluş kültürüne aşılmıştır. Kültür, her zaman zorlu olan mevcut durumlardan biridir ve gelişmiş yetenek, gelişmiş ürün kalitesi ve gelişmiş performansa ihtiyaç duyar.

### **3 Huawei Türkiye Ar-Ge Merkezi CMMI-DEV Seviye 4 ve Seviye 5 -Yüksek Olgunluk- Süreç Yönetimi Uygulamaları**

CMMI modelinde yüksek olgunluk seviyesine erişmek, seviye 4 ve 5'de tanımlı süreç alanlarına uymakla mümkündür. Yüksek olgunluk seviyelerinde tanımlı süreçleri takip etmek istatistiksel analizlere dayalı nicel proje yönetimi, organizasyonel performans ve süreç yönetimi yöntemlerini içermektedir. CMMI modelinde 4. ve 5. seviyeler için tanımlanan süreç adımları ile organizasyonların projeleri sayısal verilere dayanarak yönetmeleri, projelerden toplanan verilerle süreçleri istatistiksel kontrol altına alabilmeleri amaçlanmaktadır [4]. Bu çalışma şekliyle organizasyonlar süreçlerinde meydana gelen sapmaları tespit edip, sapmaların kök-nedenlerini bulup, çözümler üretebilirler ve böylece kendi kendini iyileştirebilen süreçlere sahip olurlar.

Aşağıdaki alt bölümlerde, CMMI seviye 4 ve 5 için sağlanması gereken süreç alanları kısaca tanımlanarak Huawei Türkiye Ar-Ge Merkezi'ne uygulanması anlatılmıştır.

### 3.1 Organizasyonel Süreç Performansı

Organizasyonel Süreç Performansı'nın (OPP) amacı sürecin performansı hakkında nicel bir anlayış sürdürmek, organizasyonun desteklediği standart süreçler dizisinde kalite ve süreç performans hedeflerine ulaşılması ve organizasyon projelerini nicel olarak yönetmek için modelleme, süreç performans verileri ve taban çizgisi (baseline) oluşturmaktır.

Bu kapsamda Huawei süreç yeterliliğini ölçmek için süreç veri tabanı oluşturulmuştur. Süreçlere ait metrikler için taban çizgileri belirlenmiştir ve sonrasında süreç yeterlilik analizleri yapılmıştır. Herhangi bir sürece dair bu analizin yapılabilmesi için süreçlerin başlangıçtan itibaren bu zamana kadar olan verilerinin kayıt altına alınması ve daha sonra ilgili sürecin üst ve alt değerlerinin yani limitlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Süreç yeterlilik analizi neticesinde sürece dair bir karar ortaya çıkmaktadır. Bu karar sürecin yeterli olduğu, kontrol ve gözlem altında tutulması gerektiği ya da yetersiz olduğu yönünde olabilir. Böylelikle organizasyon süreçleri kontrol altına alınarak süreçlerin ne derece kararlı olduğunu analiz edilmiştir.

Huawei'de geliştirilen yazılım projelerini bu kapsamda analiz etmek için çeşitli metrikler kullanılmaktadır. İş hedeflerine ulaşıldığının takibinin ve değerlendirilmesinin yapılması için bu iş hedefleri ile bağlantılı olan başlıca süreç metriklerinin organizasyonda belirlenmiş olması gerekmektedir. Metriklerimizin kutu grafiği (box plot), yeterlilik analizi gibi istatistiksel yöntemler ile Minitab programı kullanılarak analizi yapılır. Metrikler projelerimizdeki yazılım geliştirme yaşam döngüsüne göre iki ayrı kategoride tanımlanmıştır: V-Model ve Çevik Yazılım Geliştirme.

Huawei iş hedefleri ve kalite süreç performans hedefleri doğrultusunda [5] Hoshin matrisi kullanılarak V-model yaşam döngüsü için 78 metrik, Çevik Yazılım yaşam döngüsü için ise 47 metrik belirlenmiştir. Şekil 1'de bu iki model için tanımlanan örnek metrikler listelenmiştir. Bu metriklerden "E2E Verimlilik" geliştirilen proje için harcanan efor (adam gün) ve çıktı olarak üretilen kod satırını kullanarak aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır. Baştan sona (E2E) verimlilik metriğinin ve diğer metriklerin eşik değeri geçmiş verilerin süreç yeterlilik analizleriyle hesaplanmakta ve izlenilmektedir.

$$E2E\ Verimlilik(x) = \frac{kod\ satiri(x)}{adam\ gun(x)} \quad (1)$$

### 3.2 Nicel Proje Yönetimi

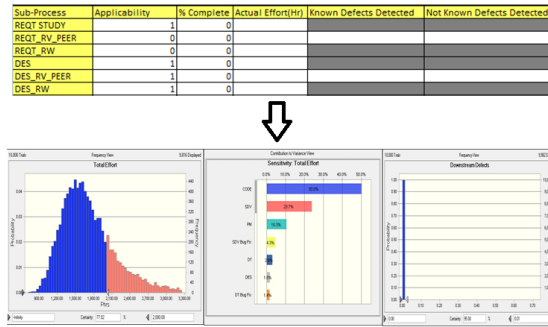
Nicel Proje Yönetimi'nin (QPM) amacı projenin kalite ve süreç performans hedeflerini gerçekleştirmek için nicel olarak projeyi yönetmektir. Bu, CMMI modelinde proje yönetiminin üçüncü ve en yüksek düzeyidir. Projeleri planlamak,

Cevik Yazılım Metrik Parametreleri	Ölçü Birimi	V-Model Yazılım Metrik Parametreleri	Ölçü Birimi
Baştan sona(E2E)Verimlilik	Adam gün /kullanıcı hikayesi (US)	Kod gözden geçirme bilinmeyen hatalar yoğunluğu	#hata/bin kod satırı(KLOC)
Engelleyicilerin çözümü için kullanıcı hikayesi başına harcanan efor	Engelleyici çözümü efor/ kullanıcı hikayesi (US)	Geliştirme testi bilinmeyen hata yoğunluğu	#hata' bin kod satırı(KLOC)
Kullanıcı hikayesi (US) geliştirme gözden geçirme hata yoğunluğu	Hata/ kullanıcı hikayesi (US)	Sistem Tasarım Doğrulama Test(SDV) bilinmeyen hata yoğunluğu	#hata' bin kod satırı(KLOC)
Kullanıcı hikayesi (US) geliştirme gözden geçirmeyen Hata Yoğunluğu	Hata/ kullanıcı hikayesi (US)	Kod oluşturma verimliliği	Kod oluşturma eforu /kod satırı (LOC)
Geliştirme testi hata yoğunluğu	Hata/ kullanıcı hikayesi (US)	Kod gözden geçirme verimliliği	Kod gözden geçirme eforu/ kod satırı (LOC)

Şekil 1. V-Model ve Çevik Yazılım Geliştirme için Kullanılan Örnek Metrikler.

izlemek ve yönetmek için istatistiksel olarak sağlam, nicel yöntemlerinin kullandığını ima eder.

Bu kapsamda proje yönetimi yaparken daha önce oluşturulan veritabanlarını da kullanarak prediktif modelleme, tahmin yapma, simülasyon ve optimizasyon çizgisi oluşturuldu. Riskler, belirsizlikler analiz edildi ve geçmiş verileri kullanarak geleceğe yönelik tahmin kabiliyeti oluşturuldu. Geçmiş verilerden Oracle Crystal Ball programını kullanarak prediktif model olan süreç performans modeli (PPM) geliştirildi. Şekil 2'de PPM analizi için örnek ekran görüntüsü verilmiştir. Şekilde örnek proje öncesi öznitelik girdisi ve PPM analizi neticesinde oluşan tahmin edilen efor, fazların duyarlılık analizi ve teslimat sonrası hata yoğunluğunu çıktıları gösterilmektedir.



Şekil 2. Süreç Performans Modeli Analizi Örnek Ekran Görüntüsü.

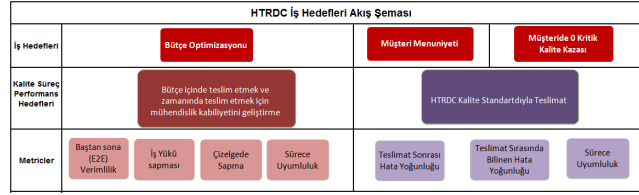
PPM modeli ile projenin süreç ve ürün performans ölçümlerini tahmin edilerek süreç çıktıları kontrol edilir. Teslimat sırasında bilinen hata yoğunluğu (delivered open defects), teslimat sonrası hata yoğunluğu (downstream defects) ve baştan sona (E2E) verimliliğin kontrol edilmesi için bu tahminler kullanılmaktadır. Bu model Altı Sigma [6] metodolojisinden de yararlanarak istatistiksel yaklaşım ile ürün tasarımı ve süreçler için risk analizleri yapılmasını da sağlamıştır. Detaylı olarak PPM aşamaları aşağıdaki gibidir:

1. Başlatma Aşaması projenin tahminlerini çalıştırmak için kullanılır. Kod satırı (loc) değeri ve evrelerin uygulanıp uygulanmayacağı bilgileri verilir.

2. Alternatif analizler ve seçimi yapılır.
3. Proses Kompozisyonu / Proje için alternatif süreçler ve alt süreçler seçilir.
4. Projeyi izleme / Her aşamanın sonunda, toplanan gerçek verilerle tahminleri kontrol etmek için proje PPM çalıştırılır.
5. Duyarlılık Tablosu Analizi / Hassasiyet çizelgeleri her bir varsayım için tahminin duyarlılığını verir.

### 3.3 Organizasyonel Süreç Yönetimi

Organizasyonel Süreç Yönetimi'nin (OPM) amacı organizasyonun performansını proaktif olarak yönetmek için iş hedeflerini yerine getirmektir. Bu süreç alanı bir sürecin beklenen yeteneğe karşı ne kadar iyi performans sunduğuna ilişkin istatistiksel anlayış kavramını içerir. OPM kapsamındaki Huawei iş hedeflerine ulaşmak için belirlenen alt süreçler ve alt süreçlere bağlı kontrol edilen metrikler Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Huawei İş Hedefleri Akış Şeması.

Organizasyonel süreç yaklaşımını iyileştirmek için “Huawei Türkiye Kod Kalitesinin iyileştirilmesi” ve “Huawei Türkiye Verimlilik İyileştirilmesi” olarak iki proje gerçekleştirilmiştir.

**Kod Kalitesinin İyileştirilmesi:** Bu projedeki amaç iş hedeflerini karşılayacak şekilde süreç odaklı bir yaklaşımla organizasyonel düzeydeki iyileştirmeleri sistematik olarak uygulamak ve sonucunda kod kalitesini iyileştirmektir. Bu hedef doğrultusunda "Huawei Türkiye Kalite Standardıyla Teslimat" isimli süreç hedefi belirlenmiştir. Bu süreç hedefi, “teslimat sonrası hata yoğunluğu” ve “teslimat sırasında bilinen hata yoğunluğu”nun belirli oranda iyileştirilmesiyle elde edilmektedir.

- Teslimat sonrası hata yoğunluğu, toplam hataların %5'inden fazla olmamalı ve ölümcül (fatal)/önemli (major) bir kusur içermemelidir.
- Teslimat sırasında bilinen hata yoğunluğu, toplam hataların %5'inden fazla olmamalı ve ölümcül ve önemli bir hata içermemelidir.

Bu süreç hedeflerinin sağlanması sonucunda kod gözden geçirme ve geliştirme testi fazlarının verimliliğinde yaklaşık olarak %30 artış gözlemlenmiştir. Teslimat sonrası hata yoğunluğu ve teslimat sırasında bilinen hata yoğunluğu değeri azalarak sıfıra ulaşmıştır.

**Verimlilik İyileştirilmesi:** Verimlilik projesindeki amaç şirketin diğer bir ana iş hedefi olan “Bütçe Optimizasyonu” hedefini proaktif bir şekilde karşılamak için performansını yönetmektir. Bütçe optimizasyonu iş hedefini karşılamak için aşağıda listelenen süreç hedefleri belirlenmiştir:

- Organizasyonel verimlilik hedefimize kod satırı/adam gün olarak ulaştırmak
- Sıfır iş yükü sapması ile proje teslimi
- Kod üretim verimlilik hedefimize saat/kod satırı olarak ulaşılması

Süreç hedeflerine ulaşmak için bu kapsamda proje varsayımları, kısıtlamalar ve bağımlılıklar belirlenmiştir. Sonrasında risk planları ve sürecin hangi alt süreçleri etkilediği (Şekil 3) belirlenmiştir. Bu çalışmalarda da süreç yeterlilik analizleri ve süreç performans modeli kullanılarak tüm CMMI Seviye 5 kalite süreçleri işletilmiştir. Bu süreç hedeflerinin sağlanması sonucunda gerçek verilere dayalı iş yükü sapması %4.95 den %-6.78’e düşmüştür ve baştan sona verimlilikte %27 artış elde edilmiştir.

### 3.4 Nedensel Analiz ve Çözünürlük

Nedensel Analiz ve Çözünürlük (CAR) sürecinin amacı seçilen sonuçların kök nedenlerini belirlemek ve süreç performansını iyileştirmek için harekete geçmektir. Bu süreç kapsamında aşağıda listelenen aşamalar takip edilmektedir:

1. **Problem Tanıma:** Sorunu / sorunu tanımlayan sorun bildirimini, somut, ölçülebilir, ulaşılabilir, gerçekçi ve zaman bazlı (SMART) olur ve sorunun ölçeği ve ne, nerede, ne zaman, kim, niçin, nasıl, ne kadar (5W2H) sorularının cevapları hakkında sayısal bilgiler içerir.
2. **Ana Neden Analizi:** Sorunun belirlenmesinden sonra tetikleyici ve kontrol noktası analizi ile sorunun kök nedenlerini araştırması yapılır. Sorunun kaynağı olan süreç aktivitesini ve sorunun tetikleme noktasına kadar önceki adımlara bakılarak sorunun sonraki süreçlere sızmasına izin veren kontrol noktası bulunur.
3. **Çözüm Önerisi:** Ana neden araştırmasında saptanan her kök neden için, ekip düzeltici ve önleyici eylemler önerir. Ana neden ekibi iyileştirme eylemlerine (düzeltici ve önleyici eylemler) dikkat eder. Ana nedene bağlı iyileştirme eylemleri ve etkilenen süreçler ortaya çıkar. İyileştirme eylemleri önceliklendirme matrisi kullanılarak önceliklendirilir.
4. **Eylem Planı:** İyileştirme eylemlerinin önceliğine karar verdikten sonra, eylem planı oluşturulur.
5. **Eylem Sonuçlarının ve Etkinlik Analizinin İzlenmesi:** Uygulanan eylemlerin sonuçları kontrol grafikleri ve aksiyon sonuçları ile gözlemlenir.

CAR adımlarını gerçekleştirirken Pareto Analizi, Beyin Fırtınası, 5 Neden, Hata Ağacı ve Hipotez Testi metotları kullanılmaktadır. Pareto Analizi yazılım hatalarını tanımlamak için kullanılır ve hata tiplerine uygun bir şekilde sınıflandırılır. Pareto analizi ile en çok oluşan kusur tipleri tanımlandıktan sonra bu



kusurlar için ana neden analizi yapılır. Ana neden analizi kapsamında beyin fırtınası yapılır. Sonrasında doğrulayıcı veri analizi olarak hipotez testi kullanılır. Test sonucunda ana neden eylemlerinin uygulama sonuçları başarılı değilse, eylem unsurlarının uygulanması araştırılır ve önerilen eylemler gözden geçirilir ve güncellenir.

Kod kalitesi ve verimlilik iyileştirilmesi için CAR kullanılarak 11 farklı çözüm önerisi bulunmuştur ve sonrasında eylem planları yapılarak sonuç ve etkinlik analizleri izlenmiştir.

## 4 Sonuç

Huawei Türkiye CMMI Seviye 5 gereksinimlerini sağlamıştır ve bu çalışmada CMMI süreç uygulamaları ve deneyimleri örneklerle sunulmuştur. CMMI’da tanımlı 22 süreç alanının başarıyla uygulanmasıyla yüksek kalite standartlarında proje yönetimi ve entegrasyonu sağlanmıştır ve bu süreçler organizasyonel kültür haline gelmiştir. CMMI Seviye 5 doğrultusunda yapılan süreç yönetimi alanındaki çalışmalarla organizasyonel bazda proje odaklı istatistiksel verilere dayalı bir şekilde süreçlerin kontrol ve takibini gerçekleştirilmektedir. İstatistiksel verilere dayanarak tahmin etme modelleri geliştirilmiş ve proje yönetim etkinliği artırılmıştır. Özellikle organizasyonel ve proje odaklı iyileştirme projeleri neticesinde verimlilik ve kod kalitesi yükselmiştir. Nedensel Analiz ve Çözünürlük çalışmalarıyla proaktif ilerleyerek maliyet oluşmasını engellenmiştir. Sonuç olarak Huawei Türkiye, en yüksek olgunluk seviyesi olan CMMI Seviye 5 ile süreçlerini ve ürün kalitesini en iyi şekilde yönetmeye başlayarak önemli katkılar elde etmiştir.

## Kaynaklar

1. CMMI Product Team, *CMMI for Development*. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1.3 ed., 2010.
2. E. Alç, “CMMI Ekseninde Süreç Geliştirmenin Anlamı, Önemi ve Türkiye’de CMMI Belgelendirmeleri.” <https://emrealic.wordpress.com/2017/05/16/cmmi-ekseninde-surec-gelistirmenin-anlami-onemi-ve-turkiyede-cmmi-belgelendirmeleri/>. Erişim tarihi: 12 Haziran 2017.
3. Microsoft Developer Network, “CMMI Principles and Values.” [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh765978\(v=vs.120\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh765978(v=vs.120).aspx). Erişim tarihi: 12 Haziran 2017.
4. M. B. Chrissis, M. Konrad, ve S. Shrum, *CMMI for Development: Guidelines for Process Integration and Product Improvement*. SEI Series in Software Engineering, Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 3 ed., 2011.
5. S. Sreenivasan ve M. Sundaram, “Process performance model for predicting delivered defect density in a software scrum project,” cilt 18, s. 60–73, 05 2016.
6. S. V. Menon, “Quality Management-Using Six Sigma,” *International Journal of Research and Scientific Innovation(IJRSI) ISSN: 2321 – 2705*, cilt 4, s. 367–397, Aralık 2016.