

Müşteri İlişkileri Yönetimi Uygulamasında Gösterge Paneli Kullanımı ile Kestirimci Bakım Yaklaşımı

Predictive Maintenance Approach with the Use of Dashboard and Graphics in Software Processes

Samet GÜRSEV¹ 

¹Turkcell Global Bilgi A.Ş., Ar-Ge Merkezi, 34722, İstanbul, Türkiye

Öz

Günümüzde pek çok bankacılık işlemi ve resmi işlemler online platformlar üzerinden yazılımlar ile sağlanmaktadır. Yazılım uygulamalarında günlük (log) dosyaları mesajlarının doğru anlaşılması sistem ve network devamlılığı için büyük önem taşımaktadır. Günlük (log) dosyaları mesajlarının doğru analiz edilebilmesi için log indeks ve pattern yapılarının doğru kurgulanması gerekmektedir. Bu uygulamalardaki kesintiler büyük maddi zararlara ve müşteri kayıplarına yol açmaktadır. Kurumların prestijlerinin korunması ve müşteri memnuniyeti sağlanması için kestirimci bakım uygulamaları önem taşımaktadır. Çalışmada yer alan çok sayıda müşterinin iş süreçlerini takip ettiği uygulamaların anlık günlük (log) dosyaları bilgilerinin grafikler ve dashboardlar yardımı ile takip edilmesi ve tekrar eden hataların önceden incelenip olası bir kesintinin engellenmesi konusunda yapılan araştırma ve çalışmaları incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Kestirimci Bakım, Müşteri İlişkileri Yönetimi, Yönetim Bilişim Sistemleri

Abstract

Today, many banking and official transactions are provided by software on online platforms. Correct understanding of log messages in software processes is of great importance for system and network continuity. Log index and pattern structures must be constructed correctly in order to analyze log messages correctly. The interruptions in these applications cause great financial damages and customer losses. Predictive maintenance practices are important to protect the prestige of institutions and to ensure customer satisfaction. It examines the research and studies conducted to monitor the instant log information of the applications where many customers in the study follow the collection and business processes with the help of graphs and dashboards, and to examine the repetitive errors in advance and prevent a possible interruption.

Keywords: Predictive Maintenance, Customer Relationship Management, Management Information Systems

I. GİRİŞ

Yazılım uygulamalarında günlük (log) dosyaları bilgisayar sistemlerinin, mobil cihazların ve yazılım uygulamalarının hareket ve performanslarının içerildiği kayıtlardır. Bir bilgisayar programı uygulaması daha önceden tanımlanmış olan günlük (log) dosyaları seviyesine göre kayıt mesajı oluşturmada ve hareketlerini kaydetmektedir. Günlük dosyaların mesajları farklı gün ve saatler içerisinde sistemin, network yapısının ve kullanıcının yaptığı hareketleri, aldığı hataları ve performans bilgilerini detaylı olarak kayıt altına almaktadır.

Günlük mesajları oluşturulmadan önce bu mesajın içeriği, tanımı ve zaman aralıkları ile ilgili yapılarını indeksleme çalışmalarının detaylı olarak yapılması büyük önem taşımaktadır. Uygulamalarda izlenebilirlik önemli bir özelliktir. İzlenebilirlik kavramı altında loglama, metrik toplama, takip etme, görselleştirme ve uyarma adımlarının bütünü içerilmektedir. Log dataları çok farklı sayıda kaynaktan tek bir data kaynağına aktarıldığında bunların sınıflandırılması ve kategori edilmesi gerekmektedir.

Data kaynaklarının farklı mesaj başlıklarına sahip olması bu süreç için önemlidir. Burada log data kaynakları ve sahip oldukları kategorilerin yönetimi büyük önem taşımaktadır. Bazı log mesajları çok sık görülmez ancak bu log mesajı aslında sistemin kesintiye uğrama ihtimaline karşı uyarıcı nitelik taşıyabilir. Bu sebeple log mesajları kategorileri detaylı olarak analiz edilmeli ve alınan bu mesajlar kategorilerine göre görselleştirme yapılarak uyarıcı olarak kullanılmalıdır. JSON, XML, CSV gibi formatlarda log mesajlarının incelenebilir olması da bir başka önemli özelliktir. Elastic search uygulaması bu özelliklere sahip bir yapıda olduğu için araştırma için tercih edilmiştir.

Araştırma temel amacı çok sayıda müşterinin talep ve şikayetlerinin takip edildiği bir yazılım uygulamasında hiçbir kesinti olmadan sorunsuz çalışma sağlanabilmesi ve ek isteklere bağlı değişikliklerin devreye alımları sonrası sistemin ayakta kalması için yapılması gereken süreçler detaylı olarak incelenmesidir. Yine bu sistem

üzerinde yer alan günlük dosya yapısının etkili kullanımı ile literatürde kestirimci bakım olarak belirlenen yaklaşımın sağlanması ve bu kayıtları inceleme yaparak uygulama hata alıp kitlenmeden çok önce önleyici müdahaleler yapmak konusunda araştırma yapılmıştır. Araştırmanın ikinci bölümde log yönetimi ve hata önleyici faaliyetleri içeren geniş kapsamlı bir literatür taraması aktarmıştır. Üçüncü kısımda çok sayıda müşteriye hizmet veren yeni nesil bir müşteri ilişkileri yönetim uygulamasının kesintisiz çalışması için yapılan log yönetimi faaliyetleri aktarılmıştır. Dördüncü kısımda elde edilen log bilgilerine bağlı olarak hazırlanan grafik çalışmaları paylaşılmıştır. Beşinci bölümde kestirimci bakım çalışmaları ve kesintisiz çalışma için gerekli yapılan çalışmalar gösterilmiştir. Sonuç bölümünde yapılan çalışmanın katkıları ve avantajları ile detaylı araştırma yapılması gereken noktalar özetlenmiştir.

II. LİTERATÜR TARAMASI

Üretim Sistemleri için kestirimci bakım ekipmanlardan veri alınması ve hata yaşanmadan önce önleyici bakım yapılması ile hatanın engellenmesini içerir [1]. Log İngilizce bir kelime olup, Türkçe karşılığı kayıt, kütük anlamına gelmektedir. Günlük (Log) Dosya bilgileri temel olarak donanım üzerinde çalışan yazılım için yapılan her işlemin tutulmasını sağlayan kayıt dosyaları olarak adlandırılır [2]. İngilizce olarak Dashboard ifadesi kullanılan Türkçe karşılığı gösterge paneli olan yapı aslında bir uygulamanın içeriği hakkındaki tüm bilgileri hızlıca gösteren görsel ara yüze verilen isimdir [3]. Araştırmaya konu olan müşteri ilişkileri yönetimi yazılım uygulaması çok sayıda müşterinin talep ve şikayet takibini dijital ortamda takip etmek ve ilgili birimlere en hızlı şekilde yönlendirmektedir. Araştırma özelinde incelenen bu yazılım sahip olduğu günlük dosya bilgisi yapısı ile yapılan her işlemi tüm detayları ile kayıt altına almaktadır. Alınan bu dosya kayıtları sistemde kurgulanan gösterge paneli yardımıyla anlık olarak izlenmekte ve hataya yol açabilecek kayıtlar önceden tespit edilerek uygulamanın hiç kesinti yaşamadan çalışması amaçlanmaktadır.

Literatürde yer alan yazılım uygulamalarını inceleyen pek çok akademik çalışma detaylı olarak incelenmiştir. Müşteri ilişkileri yönetimi konusunda; Zeng ve diğerleri [3], Mukerjee [4], Agrawal ve Mittal [5], Roggeveen ve Beitelspacher [6], AlQershi ve diğerleri [7], Abekah-Nkrumah ve diğerleri [8], Chatterjee ve diğerleri [9], Eng ve diğerleri [10], Partouche ve diğerleri [11], Yan ve diğerleri [12] yaptıkları çalışmalarda müşteri ilişkileri yönetim süreçlerinin (CRM) önemli noktalarını incelemiştir. Farklı müşteri ilişkileri yönetim uygulamaları ve başarı kriterileri detaylı olarak araştırılmıştır.

Uygulamanın doğru parametreler ile takip edilmesi ve performans analizi konusunda; Barney [13], Bititci ve diğerleri [14], Azapagic ve Perdan [15], Braz ve diğerleri [16], Bocken ve diğerleri [17], Bengtsson ve

Salonen [18], Bokrantz ve diğerleri [19], Ante ve diğerleri [20] anahtar performans kriterlerini belirlemek adına bir yönetim performans sistemi kurgulamış ve bunu çok katmanlı bir KPI ağacı haline getirmişlerdir. Bu çalışmalarda akıllı üretim sistemleri performans kriterleri ve dijitalleşme süreçlerini incelemiştir.

Günlük dosya kayıt bilgileri, log yapısı özelinde yapılan akademik çalışmalar detaylı olarak incelenmiştir. Uygulama log yapısının etkili olması konusunda; Campbell [21], Ehrenfeld [22], Campbell ve diğerleri [23], Fangucci ve diğerleri [24], Brundage ve diğerleri [25], Dalenogare ve diğerleri [26] belirlenmiş anahtar performans sistemleri kullanarak farklı uygulama ve sistemlerde incelemeler yapmıştır. Vaarandi [27], Vaarandi ve diğerleri [28], Vaarandi ve diğerleri [29], Vaarandi ve Zhuge [30], He ve diğerleri [31], Kans ve diğerleri [32], Kennerley ve diğerleri [33], Hamooni ve diğerleri [34], Kang ve diğerleri [36], Ketokivi [35], log yönetimi ve log performansı konularında incelemeler yapmıştır ve log yönetiminin başarı kriterlerini aktarmışlardır.

Kestirimci bakım yaklaşımı ve bunun literatürdeki çalışmaları detaylı olarak incelenmiştir. Yazılım uygulamalarına bu yaklaşımı uygulamak için çalışmalara bakılmıştır. Schneiderman [36], Pintelon ve Van Puyvelde [37], Veleva ve Ellenbecker [38], Rouse ve Putterill [39], Tangen [40], Wireman [41], Winroth ve diğerleri [42], Stefanovic ve diğerleri [43], Tirabeni ve diğerleri [44], Wijesinghe ve Mallawarachchi [45], H. kestirimci bakım, uygulamaların bakım performansı ve başarılı bakım faaliyetleri konusunda incelemeler yapmıştır. Buradaki bakım faaliyetleri süreç olarak izlenmiş olup süreçlerin optimum performans ile çalışması için literatürde yer alan kavramlar detaylı olarak incelenmiş ve aktarılmıştır.

Lewis ve Steinberg [46], Misra ve Bhavsar [47], Sharma ve diğerleri [48], Gebauer ve diğerleri [49], Nadakatti ve diğerleri [50], Zaim ve diğerleri [51], Rocha ve Rodrigues [52], Antomarioni ve diğerleri [53], Kumar [54] yaptıkları çalışmalarda kestirimci bakım yaklaşımını detaylı olarak incelemiştir. Yapılan araştırmalarda kestirimci bakım faaliyetlerinin yazılım uygulamaları için kesinti olmadan veya hata yaşanmadan önce gerekli önlemlerin alınması amaçlandığı gösterilmektedir.

Literatür araştırması içinde müşteri ilişkileri yönetimi, yazılım uygulaması performans kriterleri, log yönetimi, yazılım bakım süreçleri ve kestirimci bakım çalışmaları incelenmiştir. Yapılan literatür çalışması ile araştırmaya konu olan çalışmanın literatüre uygun özelliklerde başarılı bir ürün olarak çalışması amaçlanmıştır. Literatür taramasında günlük dosya yapısı, müşteri ilişkileri yönetimi ve kestirimci bakım çalışması içeren bir çalışma bulunmadığı için araştırma

kapsadığı özellikler bakımından özgünlük ve yenilikçilik sağlamayı hedeflemektedir.

III. UYGULAMA

3.1. Günlük (Log) Dosyaları Kayıt Yapısı ve Özellikleri

Bilgisayarlarımız ilk açtığımız anda kullanım süresi ve kapanana kadar birçok işleminiz kayıt altına alınmaktadır [2]. Başta işletim sistemi olmak üzere, bilgisayarınızda kullandığımız pek çok uygulama işlemleri ile ilgili kayıt tutmaktadır. Bu kayıtlar sayesinde bilgisayarımızdaki uygulamaların hataları, izinsiz erişimleri, donanımları stabil çalışması, oturum aktiviteleri gibi konularda bilgi sahibi oluruz.

Günlük dosya kayıtları İngilizce adıyla Log kayıtları olarak adlandırılan bu kayıtlar bilgisayarların yaşadığı her türlü sorunun tespiti ve olası siber saldırıların tespiti başlıklarında önem teşkil etmektedir. ISO 27001 gibi güvenlik standartları için de loglama çalışmaları bir şart olarak görülmektedir. Log çeşitli yerlerden gelen kayıtların bir arada tutulması içindir. Bu işlem esnasında log bilgilerinin gereksiz ve fazla olması sistem altyapısının performans kaybına yol açabilir. Önemli olan etkili ve doğru log kayıtlarının sistem için oluşturulabilmesidir. Log ile tespit edilmesi gereken akışlar ve kullanıcıların yaptığı hatalı veya yasaklı işlemlerin doğru tespiti için log altyapısının doğru kurgulanmış olması ve bu altyapının mesajlarının doğru gelmesi büyük önem taşımaktadır [29]

Log altyapısı temel olarak bazı ana özelliklere sahip olmalıdır. Farklı türdeki olayların bir isim altında çıkması, raporlanması, tutulması konusudur. Log bilgilerinin detay içerikleri sınıflandırma dediğimiz yapıya uygun olmalıdır. Örnek olarak tüm log dosyası içerisinde mobil ağ cihazlarından gelen log bilgileri ayrılabilir olmalıdır. Bir diğer önemli özellik de korelasyon olarak adlandırılan log kaydı ile ilgili kuralları. Bu özelliğe örnek olarak da kullanıcı ekrana yanlış giriş yaptığında bu yanlış giriş ile ilgili detaylar ilgili kural tanımında olmalı ve log tablosu buna göre güncellenmelidir [31].

Log bilgileri üç temel türde sınıflanmaktadır. Transaction Log temel olarak veritabanı ile ilgili işlemlerin detaylarını tutar. Event Log ise Windows sistemlerindeki log bilgilerini içerir. Hesap kitlenmesi, uygulama hatası gibi bilgileri taşır. Syslog ise günlük protokol anlamı taşımaktadır, uygulama yönlendiricisi, güvenlik duvarı gibi pek çok uygulamanın bilgisini tutar. Bu log tipi içerisinde hangi log bilgisi olduğu ve önem derecesi yer almaktadır [32].

3.2. Yazılım Uygulamaları Kestirimci Bakım Uygulamaları

Yazılım uygulamaları için kestirimci bakım süreçleri aslında hem ürün kullanımındaki aksaklıkların önceden önlenmesi hem de müşteriye kesintisiz bir deneyim

sağlamak için büyük önem taşımaktadır. Uygulama kesintiye uğramadan, hata vermeden sorunların önceden tahmin edilmesi ve uygulamanın sorunsuz olarak çalışmaya devam etmesi özellikle kritik uygulamalar için gün geçtikçe bir zorunluluk haline gelmiştir [29].

Yapılan bu önleyici faaliyetler bazı faydalar sağlar.

- Ekipmanın bakımının yapıldığı sürenin en aza indirilmesi
- Bakım nedeniyle kaybedilen üretim saatlerinin en aza indirilmesi
- Müşterilere kesintisiz bir hizmet sağlandığı için memnuniyet artışı

Ancak bu maliyet tasarruflarının bir bedeli vardır. Bazı durum izleme teknikleri pahalıdır ve veri analizinin etkili olması için uzman ve deneyimli personel gerektirir. Önleyici bakıma kıyasla, kestirimci bakım, bakım gerektiren bir ekipmanın yalnızca yakın arızadan hemen önce kapatılmasını sağlar. Bu, ekipmanın bakımına harcanan toplam süreyi ve maliyeti azaltır. Önleyici bakıma kıyasla, kestirimci bakım için gereken durum izleme ekipmanının maliyeti genellikle yüksektir. Durum izleme verilerini doğru bir şekilde yorumlamak için gereken beceri seviyesi ve deneyim de yüksektir. Bunlar bir araya geldiğinde, durum izlemenin yüksek bir ön maliyete sahip olduğu anlamına gelebilir. Bazı şirketler, bir durum izleme programının ön maliyetlerini en aza indirmek için durum izleme yüklenicileriyle çalışır. Kestirimci bakım, bir varlık üzerinde çalışmak için en iyi zamanı belirlemeye çalışır, böylece bakım sıklığı mümkün olduğu kadar düşüktür ve güvenilirlik, gereksiz maliyetler olmadan mümkün olduğunca yüksek olur.

Öngörücü bakımın bazı dezavantajları olsa da (yüksek başlangıç maliyetleri, özel becerilere duyulan ihtiyaç, bazı ekipmanların sınırlamaları), bakımın yalnızca gerektiğinde yapılmasına izin vererek, tesislerin maliyetleri düşürmesine, zamandan tasarruf etmesine ve kaynakları en üst düzeye çıkarmasına yardımcı olur. Kestirimci bakımın belirli varlıklar için en iyisi olup olmadığına karar vermeden önce ekipman üreticileri ve durum izleme uzmanları ile istişare yapılmalıdır. Log uygulamalarının doğru kurgulanması, kurallar ve mesaj içeriklerinin etkinliği, log verilerine bağlı olarak hazırlanan dashboard çalışmaları uygulamanın yaşadığı sorunları etkili bir biçimde gösterebilir.

3.3. Log Yönetimi Çalışması ve Dashboard Uygulaması

Araştırmaya konu olan kestirimci bakım faaliyetleri için elasticsearch diye bilinen günlük (log) dosya kayıt sistemi uygulaması ve Kibana olarak bilinen gösterge paneli uygulaması kullanılmıştır. Yapılan çalışma adımları Şekil 1 de akış halinde gösterilmiştir.

Araştırmaya konu olan çalışma ilk olarak uygulamanın tüm kritik adımlarının ve iş kurallarının tespit ve analizi

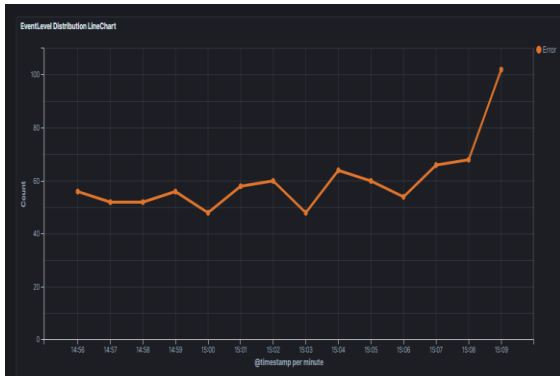
ile başlamıştır. Uygulamanın içerdiği tüm işlem adımları ve tüm kullanıcı seçimleri detaylı mesaj içerikleri ile elastic search üzerinde kayıt altına alınmıştır. Yapılan çalışmalarda kullanıcı bazlı hatalar ve ekranda verilmesi gereken hata mesajları detaylı olarak hazırlanmıştır. Beklenmedik hatalar ve kesintilerin mesajları da sistemdeki kesinti olabilecek noktaların log bilgileri baz alınarak adreslenmiştir.

Uygulama ekrandaki adımları ve işlem süreçleri detaylı olarak incelendikten sonra ham günlük dosya (log) datası oluşmaya başlamıştır. Günlük (Log) Dosya bilgileri yapılan indeklemeye ve pattern- gruplama çalışmaları sonrası birkaç parametreye indirilmiştir. Bu parametreler fatal-error-info-warn-trace olarak İngilizce isimlerle sınıflanmıştır. Elde edilen log bilgilerine göre grafikler hazırlanmıştır.



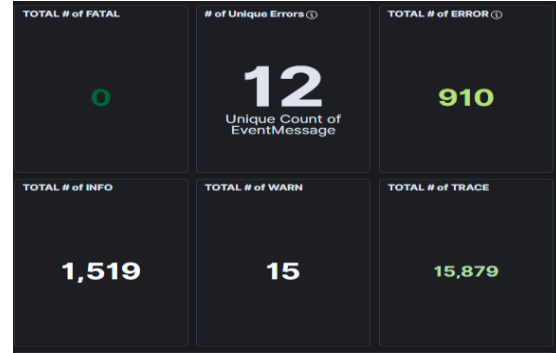
Şekil 1. Çalışma Boyunca İzlenen Adımlar

Uygulama hata Günlük Dosya (Log) kayıtları Şekil 2 de görüldüğü gibi günlük ve saatlik olarak takip edilmeye başlanmıştır. Burada saatlik log seviyesi 40'dan fazla olduğunda sistemde istenmeyen bir durum olduğu ve bunun kesintiye yol açabileceğine dair izlenimler ve önleyici kurallar geliştirilmiştir.



Şekil 2. Günlük-Saatlik Hata Günlük Dosya (Log) Takibi Grafiği

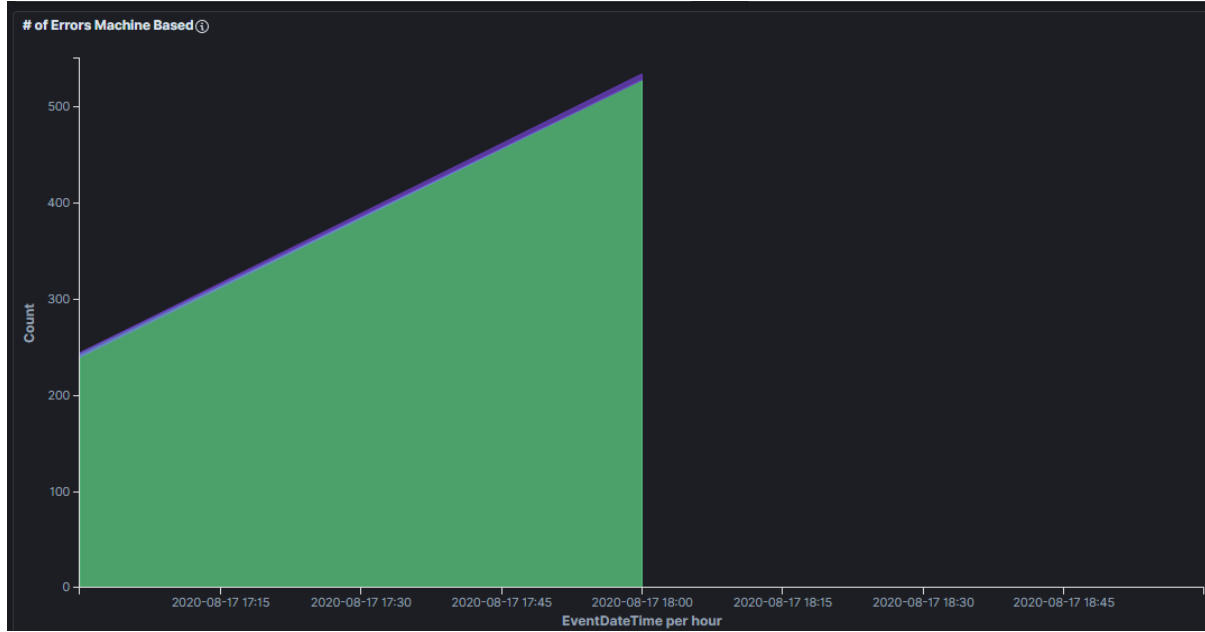
Gösterge Paneli için de kullanılması planlanan diğer metrik görseller de aslında log bilgilerinin takibi ve detaylı analizi sonrası kestirimci bakım faaliyetleri hazırlaması için etkili olmuştur. Log bilgilerinin kurallarını ve mesaj içerikleri oluştururken yaşanan kesinti ve arızaların daha kolay anlaşılabilir olması için sınıflandırmaya gidilmiştir. Şekil 3 de gözükten ekranda gösterge paneli yapısı içerisinde farklı tip log mesaj adetlerinin günlük veya saatlik dağılımları detaylı olarak takip edilmektedir. Burada yer alan her bir hata mesajı tipi belirlenen limitlerin altında seyir ettiğinde başarılı sonuçlar vermektedir.



Şekil 3. Günlük Dosya (Log) Tiplerinin Saatlik Takip Board Görüntüsü

Günlük Dosya (Log) hata mesajları içerisinde yer alan hata açıklamaları, hata alınan fonksiyon detayları ve zaman bilgisi ile sorunun çözümünde kullanılan server-makine bilgileri hızlı çözüm bulunması açısından büyük önem teşkil etmektedir. Şekil 4. sunucuların hata takibi ile ilgili grafiklerini içeren gösterge panelini içermektedir.

Günlük Dosya (Log) hata sayısı beklenmedik bir şekilde arttığında ancak sistemde yaşanan sorun henüz iş kesici bir noktaya gelmediğinde kestirimci bakım yaklaşımı ile gelen hata mesajları kümelendir. Bu kümeleme sonucunda benzer noktalarda benzer teknik hataların olduğu tespit edildiğinde çözümleme yapılan ve yeniden devreye alımı olan düzeltilmiş kodlama çalışmaları hata log adetlerinin 1000-2000 seviyelerinden çift haneli sayılara düşürdüğü görülmüştür.



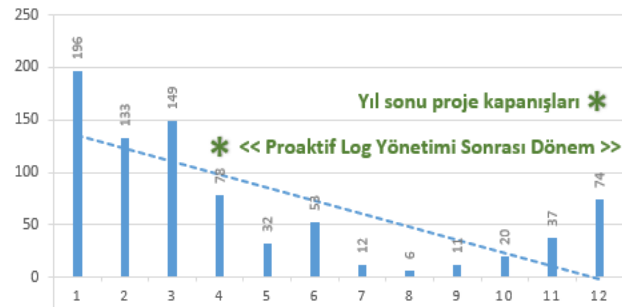
Şekil 4. Günlük Dosya (Log) Hata Adetlerinin Sunucu Makineleri Bazlı Saatlik Takibi Grafiği

Yapılan müdahale çalışmaları ve kestirimci bakım geliştirmeleri sonrasında öncelikli olarak yapılması gereken geliştirme ve devreye alım esnasında, beklenmedik bir başka sorun olmasına karşı kullanıcı ve müşterileri uyarıdır. Bu uyarı sonrasında hem test ortamında hem de canlı ortamda ürün fonksiyonlarının başarılı bir şekilde devam ettiği detaylı olarak test ve kontrol edilmelidir. Şayet problem çözümü hatayı gidermediyse veya daha kötü bir duruma çevirdi ise hata çözümü geri alınıp daha detaylı bir inceleme başlatılması fayda sağlamaktadır. Tüm bunların üzerinde yapılan her düzenleme ve kod geliştirmesi mutlaka yazılı dokümanlar ile arşivlenmeli ve saklanmalıdır.

Uygulamaların kronik hata olarak nitelendirilen aslında veri tabanı veya kod üzerindeki yanlış tasarıma dayalı hataları çoğu zaman basit data güncelleme işlemleri ile kapatılmaktadır. Bu süreç mutlaka log grafikleri üzerinden takip edilip detaylı bir analiz sonrasında çözümlenmelidir. Kronik hata olarak görülen ve çözümü basit olduğu için geliştirme yönünde efor verilmek istemeyen her bir hata ön görülemeyen bir başka hata mesajına neden olduğu yapılan çalışmada yoğun olarak görülmüştür.

Yazılım uygulamalarının çok büyük bir kısmı başka uygulamalar ve servisler ile entegrasyon içerisindedir. Bu uygulamalarının versiyon güncellemeleri, data akışları veya sistem kesintileri uygulamalarda teknik arıza ve kesintilere yol açmaktadır. Bu tip hatalar log hata mesajı içerisinde iyi bir şekilde belirtildiğinde kesinti nedeni hızlıca bulunup uygulamanın hasar görmesi engellenebilir. Hazırlanan grafik ve dashboard'lar kesinti ve entegrasyon kaynaklı hataların çözümünde çok etkili olduğu görülmüştür. Entegrasyon noktalarındaki kesintilerin iyileştirilmesi ve engellenmesi için kestirimci bakım uygulamalarının

tüm ürünlerin kendi özelinde uygulanması bir zorunluluktur. Teknik Mimari tasarım uygulamaların birbirine entegrasyonlarındaki sorunlar için sistem bütüncül bakış açısıyla değerlendirilmeli ve mutlaka yedekleme sistemleri ile acil durum kurguları oluşturulmalıdır.



Şekil 5. 2020 yılında proaktif log uygulaması sonrası azalan hata adetleri

Yapılan araştırma yaklaşık bir yıllık bir inceleme sonrasında yılın ilk aylarında alınan hata adetlerinin kestirimci bakım çalışmaları etkisi ile Şekil 5. de yer alan grafikte görüldüğü üzere hızla azaldığı tespit edilmiştir. Bu çalışma ile üç ay gibi kısa bir süre içerisinde binlerce kullanıcı olan bir yazılım uygulamasının hiç kesinti yaşamadan ve en az hata ile çalışır durumda olması sağlanmıştır. Bu grafikte görüldüğü üzere sistemin entegre olduğu diğer uygulamalardaki yeni devreye alımlar ve değişikliklerin yapılan çalışmalar sonrasında eskisinden çok daha az hataya yol açtığı görülmüştür. Grafikte görüldüğü üzere kısa bir sürede hata adetleri tek haneli sayılara düşmüştür. Mevcut hata adetlerindeki bu hızlı azalmanın sürdürülebilir olması uygulamanın sahip olduğu entegrasyonların aynı şekilde bakım görmesi ile sağlanabilir olacaktır.

IV. GELECEK ÖNGÖRÜLERİ VE SONUÇ BÖLÜMÜ

Yazılım süreçleri proje yönetim metodlarında kökeni üretim sistemlerinin kalite standartlarına ve yeni nesil yönetim uygulamalarına dayanan pek çok model kullanılmaktadır. Log yönetim sistemi etkin ve verimli kullanılması ve kestirimci bakım faaliyetlerinin artırılması, kesintisiz çalışan uygulamalara ulaşmak için önemli bir adımdır.

Araştırmaya konu olan yazılım uygulamasının bakım çalışmaları ve geliştirme faaliyetleri 6 kişiden oluşan bir Scrum ekibi ile yürütülmekte olup çalışma 2020 yılı içerisinde bu ekibinin düzenlediği gösterge paneli ve log yapısı takibi ile planlanan hata çözümlenmeleri sonucunda başarıya ulaşmıştır. Bu ekibin çevik metodlar kullanarak süreci hızlı ve etkili takibi araştırmaya konu olan çalışmanın çok kısa sürede gerçekleşmesine etki etmiştir. Elde edilen sonuçlar ve grafik yönlendirmeleri sektörde ve akademide çalışan diğer araştırmacıların da faydalanabileceği ve etkili bir yönlendirme sağlamıştır. Literatürde yer alan değerlendirme ve anahtar kriter belirleme ile üretim sektöründe yer alan kestirimci bakım yaklaşımları detaylı olarak incelendikten sonra buradaki felsefe ve yaklaşım yazılım uygulamalarına aktarılmıştır. Makinelerden oluşan bir üretim hattı üzerinde yapılan tüm optimizasyon, kanban ve önleyici bakım faaliyetleri yaklaşımlarının aslında yazılım döngüleri ve süreçleri üzerine uyarlandığında fayda sağladığı görülmektedir.

Yapılan uygulama ve hazırlanan grafik ve dashboardlar literatür için özgün çalışmalar olup, ülkemizde çok az uygulanmakta olan yazılım uygulamalarında kestirimci bakım yaklaşımına da bir örnektir. Araştırmaya konu olan yazılım uygulamasına gelen bu yaklaşım ve değişim süreci, müşteri memnuniyeti artışına ve maliyet azalışına fayda sağlamıştır.

REFERANSLAR

- [1] Ötleş, S. (2019). "Endüstri için kestirimci bakım". *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 3 (1), 56-66.
Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ij3dptdi/issue/44951/519896>
- [2] Özseven, T., Düğenci, M. (2011). LOG Analiz: Erişim Kayıt Dosyaları Analiz Yazılımı ve GOP Üniversitesi Uygulaması. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 4 (2), .
Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/gazibtd/issue/6622/87915>
- [3] Zeng, Y.E., Wen, H.J. and Yen, D.C. (2003), "Customer relationship management (CRM) in business- to- business (B2B) e-commerce", *Information Management & Computer Security*, Vol. 11 No. 1, pp. 39-44.
<https://doi.org/10.1108/09685220310463722>
- [4] Mukerjee, K. (2013), "Strategizing for CRM to leverage its benefits", *Business Strategy Series*, Vol. 14 No. 4, pp. 118-122.
<https://doi.org/10.1108/BSS-11-2011-0028>
- [5] Agrawal, S.R. and Mittal, D. (2019), "Constructive usage of WhatsApp in education sector for strengthening relations", *International Journal of Educational Management*, Vol. 33 No. 5, pp. 954-964.
<https://doi.org/10.1108/IJEM-07-2018-0205>
- [6] Roggeveen, A.L. and Beitelspacher, L. (2019), "Understanding and implementing CRM initiatives in international markets", *International Marketing Review*, Vol. 37 No. 4, pp. 735-746.
<https://doi.org/10.1108/IMR-04-2019-0121>
- [7] AlQershi, N.A., Mokhtar, S.S.M. and Abas, Z.B. (2020), "CRM dimensions and performance of SMEs in Yemen: the moderating role of human capital", *Journal of Intellectual Capital*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JIC-05-2020-0175>
- [8] Abekah-Nkrumah, G., Yaa Antwi, M., Braimah, S.M. and Ofori, C.G. (2020), "Customer relationship management and patient satisfaction and loyalty in selected hospitals in Ghana", *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/IJPHM-09-2019-0064>
- [9] Chatterjee, S., Nguyen, B., Ghosh, S.K., Bhattacharjee, K.K. and Chaudhuri, S. (2020), "Adoption of artificial intelligence integrated CRM system: an empirical study of Indian organizations", *The Bottom Line*, Vol. 33 No. 4, pp. 359-375.
<https://doi.org/10.1108/BL-08-2020-0057>
- [10] Eng, T.-Y., Ozdemir, S., Gupta, S. and Kanungo, R.P. (2020), "International social entrepreneurship and social value creation in cause-related marketing through personal relationships and accountability", *International Marketing Review*, Vol. 37 No. 5, pp. 945-976.
<https://doi.org/10.1108/IMR-12-2018-0360>
- [11] Partouche, J., Vessal, S., Khelladi, I., Castellano, S. and Sakka, G. (2020), "Effects of cause-related marketing campaigns on consumer purchase behavior among French millennials: A regulatory focus approach", *International Marketing Review*, Vol. 37 No. 5, pp. 923-943.
<https://doi.org/10.1108/IMR-12-2018-0348>
- [12] Yan, J., Zheng, Y., Bao, J., Lu, C., Jiang, Y., Yang, Z. and Feng, C. (2020), "How to improve new product performance through

- customer relationship management and product development management: evidence from China", *Journal of Business & Industrial Marketing*, Vol. 36 No. 1, pp. 31-47. <https://doi.org/10.1108/JBIM-05-2019-0190>
- [13] Barney, J. (1991), "Firm resources and sustained competitive advantage", *Journal of management*, Vol. 17 No. 1, pp. 99-120.
- [14] Bititci, U.S., Carrie, A.S. and McDevitt, L. (1997), "Integrated performance measurement systems: a development guide", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 17 No. 5, pp. 522-534.
- [15] Azapagic, A. and Perdan, S. (2000), "Indicators of sustainable development for industry: a general framework", *Process Safety and Environmental Protection*, Vol. 78 No. 4, pp. 243-261.
- [16] Braz, R.G.F., Scavarda, L.F. and Martins, R.A. (2011), "Reviewing and improving performance measurement systems: an action research", *International Journal of Production Economics*, Vol. 133 No. 2, pp. 751-760.
- [17] Bocken, N., Morgan, D. and Evans, S. (2013), "Understanding environmental performance variation in manufacturing companies", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 62 No. 8, pp. 856-870.
- [18] Bengtsson, M. and Salonen, A. (2016), "Requirements and needs – a foundation for reducing maintenance-related waste", in Koskinen K. et al. (Eds) *Proceedings of the 10th World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM 2015)*, Springer, Cham, pp. 105-112.
- [19] Bokrantz, J., Skoogh, A., Berlin, C. and Stahre, J. (2017), "Maintenance in digitalised manufacturing: Delphi-based scenarios for 2030", *International Journal of Production Economics*, Vol. 191, pp. 154-169.
- [20] Ante, G., Facchini, F., Mossa, G. and Digiesi, S. (2018), "Developing a key performance indicators tree for lean and smart production systems", *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 51 No. 11, pp. 13-18.
- [21] Campbell, J.D. (1995), *Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management*, Productivity Press, New York, NY.
- [22] Ehrenfeld, J.R. (2009), "Understanding of complexity expands the reach of industrial ecology", *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 13 No. 2, pp. 165-167.
- [23] Campbell, J.L., Quincy, C., Osserman, J. and Pedersen, O.K. (2013), "Coding in-depth semi structured interviews: problems of unitization and intercoder reliability and agreement", *Sociological Methods and Research*, Vol. 42 No. 3, pp. 294-320.
- [24] Fangucci, A., Galante, G.M., Inghilleri, R. and La Fata, C.M. (2017), "Structured methodology for selection of maintenance key performance indicators: application to an oil refinery plant", *International Journal of Operations and Quantitative Management*, Vol. 23 No. 2, pp. 89-113.
- [25] Brundage, M.P., Morris, K.C., Sexton, T., Moccozet, S. and Hoffman, M. (2018). "Developing maintenance key performance indicators from maintenance work order data", Paper Presented at the ASME 2018 *13th International Manufacturing Science and Engineering Conference*, MSEC.
- [26] Dalenogare, L.S., Benitez, G.B., Ayala, N.F. and Frank, A.G. (2018), "The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance", *International Journal of Production Economics*, Vol. 204, pp. 383-394.
- [27] Vaarandi R, Blumbergs B., Kont M. (2018), An unsupervised framework for detecting anomalous messages from syslog log files, *IEEE Xplore* 1–6.
- [28] Vaarandi R. (2003), A data clustering algorithm for mining patterns from event logs, *IEEE Xplore* 119–126.
- [29] Vaarandi R., M. Kont, Pihelgas M., (2016) Event log analysis with the LogCluster tool, *IEEE Xplore* 982–987.
- [30] Vaarandi R., Zhuge C. (2017), Efficient Event Log Mining with LogClusterC, *IEEE Xplore* 261–266
- [31] Kang, N., Zhao, C., Li, J. and Horst, J.A. (2016), "A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems", *International Journal of Production Research*, Vol. 54 No. 21, pp. 6333-6350.
- [32] Kans, M., Galar, D. and Thaduri, A. (2016), "Maintenance 4.0 in railway transportation industry", in Koskinen K. et al. (Eds), *Proceedings of the 10th World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM 2015)*, Springer, Cham, pp. 317-331.
- [33] Kennerley, M. and Neely, A. (2003), "Measuring performance in a changing business environment", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 23 No. 2, pp. 213-229.
- [34] Hamooni, B. Debnath, J. Xu, H. Zhang, G. Jiang, A. Mueen, LogMine: fast pattern recognition for log analytics, *Assoc. Comput. Mach.* (2016) 1573–1582.
- [35] Ketokivi, M. (2016), "Point-counterpoint: resource heterogeneity, performance, and competitive advantage", *Journal of Operations Management*, Vol. 41 No. 1, pp. 75-76.
- Krippendorff, K. (2004), *Content Analysis: An*

- Introduction to its Methodology, Sage Publications, Thousand Oaks.
- [36] Schneiderman, A. (1999), "Why balanced scorecards fail", *Journal of Strategic Performance Measurement*, Vol. 2 No. 11, pp. 6-11.
- [37] Pintelon, L. and Van Puyvelde, F. (1997), "Maintenance performance reporting systems: some experiences", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 3 No. 1, pp. 4-15.
- [38] Veleva, V. and Ellenbecker, M. (2001), "Indicators of sustainable production: framework and methodology", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 9 No. 6, pp. 519-549.
- [39] Rouse, P. and Putterill, L. (2003), "An integral framework for performance measurement", *Management Decision*, Vol. 41 No. 8, pp. 791-805.
- [40] Tangen, S. (2004), "Performance measurement: from philosophy to practice", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 53 No. 8, pp. 726-737.
- [41] Wireman, T. (2005), *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*, Industrial Press, New York, NY. Xu, L.D., Xu, E.L. and Li, L. (2018), "Industry 4.0: state of the art and future trends", *International Journal of Production Research*, Vol. 56 No. 8, pp. 2941-2962.
- [42] Winroth, M., Almström, P. and Andersson, C. (2016), "Sustainable production indicators at factory level", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 27 No. 6, pp. 842-873.
- [43] Stefanovic, M., Nestic, S., Djordjevic, A., Djurovic, D., Macuzic, I., Tadic, D. and Gacic, M. (2017), "An assessment of maintenance performance indicators using the fuzzy sets approach and genetic algorithms", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B, Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 231 No. 1, pp. 15-27, available at: <https://doi.org/10.1177/0954405415572641>.
- [44] Tirabeni, L., De Bernardi, P., Forliano, C. and Franco, M. (2019), "How can organisations and business models lead to a more sustainable society? A framework from a systematic review of the industry 4.0", *Sustainability*, Vol. 11 No. 22, p. 6363.
- [45] Wijesinghe, D. and Mallawarachchi, H. (2019), "A systematic approach for maintenance performance measurement: apparel industry in Sri Lanka", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 25 No. 1, pp. 41-53.
- [46] Lewis, M.W. and Steinberg, L. (2001), "Maintenance of mobile mine equipment in the information age", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 7 No. 4, pp. 264-274. <https://doi.org/10.1108/13552510110407050>
- [47] Misra, S.C. and Bhavsar, V.C. (2005), "Object-oriented software development antecedents that influence product bug density: Lessons for quality managers", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 22 No. 2, pp. 162-182. <https://doi.org/10.1108/02656710510577224>
- [48] Sharma, R.K., Kumar, D. and Kumar, P. (2006), "Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 106 No. 2, pp. 256-280. <https://doi.org/10.1108/02635570610649899>
- [49] Gebauer, H., Pütz, F., Fischer, T., Wang, C. and Lin, J. (2008), "Exploring maintenance strategies in Chinese product manufacturing companies", *Management Research News*, Vol. 31 No. 12, pp. 941-950. <https://doi.org/10.1108/01409170810920648>
- [50] Nadakatti, M., Ramachandra, A. and Santosh Kumar, A.N. (2008), "Artificial intelligence-based condition monitoring for plant maintenance", *Assembly Automation*, Vol. 28 No. 2, pp. 143-150. <https://doi.org/10.1108/01445150810863725>
- [51] Zaim, S., Turkyilmaz, A., Acar, M.F., Al-Turki, U. and Demirel, O.F. (2012), "Maintenance strategy selection using AHP and ANP algorithms: a case study", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 18 No. 1, pp. 16-29. <https://doi.org/10.1108/13552511211226166>
- [52] Rocha, P. and Rodrigues, R.C. (2017), "Bibliometric review of improvements in building maintenance", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 23 No. 4, pp. 437-456. <https://doi.org/10.1108/JQME-07-2016-0030>
- [53] Antomarioni, S., Bevilacqua, M., Potena, D. and Diamantini, C. (2019), "Defining a data-driven maintenance policy: an application to an oil refinery plant", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 36 No. 1, pp. 77-97. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-01-2018-0012>
- [54] Kumar, P. (2020), "Internal flexibility in health-care organizations: a value-laden perspective on sustainability", *International Journal of Organizational Analysis*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/IJOA-05-2019-1766>