

Görüntü İşlemeyle Doğrulamalı Robotik Test Otomasyon Kullanımı: POS Cihazları Üzerine Uygulama

Image Processing-Enabled Validation for Robotic Test Automation: A Case Study on POS Devices

Ahmet Efendioğlu
Yazılım Test Uzmanı, Virgosol
İstanbul, Türkiye
ahmet.efendioğlu@virgosol.com

Harun Kadioğlu
Test Lead, Virgosol
İstanbul, Türkiye
harun.kadioglu@virgosol.com

Miraç Emektar
CTO, Co-Founder, Virgosol
İstanbul, Türkiye
mirac.emektar@virgosol.com

Fatih Mehmet Harmancı
Dr., Direktör, Virgosol
İstanbul, Türkiye
fatihmehmet.harmanci@virgosol.com

Öz— Bu çalışma, ödeme sistemlerinde kullanılan POS cihazlarının sınamaya süreçlerinde robotik otomasyon sistemlerinin etkinliğini derinlemesine incelemektedir. Geleneksel el yordamlı sınamaların hız, doğruluk ve tutarlılık açısından yaşadığı eksiklikler, modern otomasyon teknikleri ile karşılaştırılmıştır. Otomasyonun sağladığı hız, tutarlılık ve tekrarlanabilirlik gibi avantajlar, POS cihazlarının karmaşık ve çok aşamalı senaryolarda sınanması için kritik bir öneme sahiptir. Çalışmada, Virgosol’un KOSGEB Ar-Ge, Ür-Ge ve İnovasyon Destek Programı kapsamında başarıyla tamamlanan “Test ve Kalite Süreçlerinde POS (Point of Sales/Satış Noktaları Terminali) cihazının Robot Kol Vasıtasıyla Kalite Kontrol Süreçlerinin Otomatik İşlemi” isimli Roboclick projesi ele alınmıştır. Bu proje kapsamında geliştirilen sistem, POS cihazlarının sadece temel fonksiyonlarını değil, aynı zamanda uçtan uca web, masaüstü, mobil gibi çeşitli platformlarla entegre çalışabilen operasyonel süreçlerini sınamak üzere tasarlanmıştır. Bu, geleneksel otomasyon araçlarının ötesine geçerek daha geniş kapsamlı ve derinlemesine test senaryolarının otomasyonunu sağlamıştır. Robotik kol tabanlı bu sistem, POS cihazlarının performansını, güvenilirliğini ve hata ayıklama süreçlerini daha etkili bir şekilde değerlendirebilmiştir. Elde edilen bulgular, robotik otomasyonun yalnızca sınamaya süreçlerini hızlandırmakla kalmayıp, aynı zamanda sınama sonuçlarının doğruluğunu ve tutarlılığını önemli ölçüde artırma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, robotik otomasyonun, özellikle yüksek hacimli test senaryolarının yürütülmesinde ve sürekli entegrasyon süreçlerinde büyük bir katkı sağladığı vurgulanmıştır.

Anahtar Sözcükler — Robotik Test Otomasyonu, POS, Yazılım Testi, Donanım Testi, Görüntü İşleme, Gömülü Sistemler

Abstract— This study conducts an in-depth examination of the effectiveness of robotic automation systems in the testing processes of POS devices used in payment systems. It compares the shortcomings of traditional manual testing in terms of speed, accuracy, and consistency with modern automation techniques. The advantages provided by automation, such as

speed, consistency, and repeatability, are critical for testing POS devices in complex, multi-stage scenarios. The study focuses on the Roboclick project, successfully completed by Virgosol under the KOSGEB R&D, Product Development, and Innovation Support Program. The system developed within this project is designed not only to test the basic functions of POS devices but also to evaluate their operational processes, which are integrated with various platforms such as web, desktop, and mobile. This system goes beyond traditional automation tools by enabling the automation of more comprehensive and in-depth test scenarios. The robotic arm-based system has been able to more effectively assess the performance, reliability, and debugging processes of POS devices. The findings indicate that robotic automation has the potential to not only accelerate test processes but also significantly enhance the accuracy and consistency of test results. In this context, it is emphasized that robotic automation makes a substantial contribution, particularly in executing high-volume test scenarios and in continuous integration processes.

Keywords — *Robotic Test Automation, POS, Software Testing, Hardware Testing, Image Processing, Embedded Systems.*

I. GİRİŞ

Yazılım test otomasyonu, sınamaların el yordamlı olarak gerçekleştirilmesinden daha hızlı ve sürdürülebilir hale getirilmesini amaçlayan, ayrı teknik uzmanlık gerektiren bir süreçtir. Otomatik sınamalar, el yordamlı sınamaların etkinliğini ve kalitesini etkilemeden, yazılım testlerinin insan hatasından arındırılmış şekilde güvenilir ve tekrarlanabilir bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar [1]. Otomasyon testleri, el yordamlı sınamalara göre daha hızlı ve maliyet açısından daha avantajlıdır, çünkü sınamalar insan müdahalesi olmadan çalıştırılabilir ve bu da test uzmanlarının diğer görevlere odaklanmasını sağlar. Test senaryoları tekrar tekrar çalıştırılabilir ve test kodu yeniden kullanılabilir, bu da farklı koşullar altında aynı işlevselliği

sınamayı kolaylaştırır. Ayrıca, otomatik sınamalar da her seferinde aynı şekilde çalışır, bu da insan hatasını ortadan kaldırarak yazılımın güvenilirliğini artırır [2].

El yordamlı sınamaların sınırlamaları arasında en belirgin olanı zaman ve maliyet faktörleridir. El yordamlı sınamalar, otomatik sınamalara göre daha fazla zaman alır ve bu da maliyetin artmasına neden olur. Ayrıca, tekrarlanabilirlik konusunda sorunlar yaşanabilir; el yordamlı sınamalar her seferinde aynı şekilde uygulanmayabilir ve bu da tutarlılığı ve güvenilirliği azaltır. İnsan hatasına açık olmaları da önemli bir dezavantajdır; dikkat eksikliği ya da yorgunluk gibi faktörler sınama sonuçlarının doğruluğunu etkileyebilir. Bu nedenle, testlerin otomasyonu, yazılım testlerinin etkinliğini ve doğruluğunu artırmak için önemli bir gereklilik haline gelmiştir.

Bağlantılı cihazların sınaması, bu cihazların güvenli ve uyumlu bir şekilde çalışmasını sağlamak için çok önemlidir. Bu sınamalar, bağlantılı sistemlerinin güvenilirliğini ve birlikte çalışabilirliğini artırır. Ayrıca, bağlantılı cihazların performansını ve güvenliğini garanti altına alır [3]. Özellikle finansal işlemler gerçekleştiren POS cihazlarının sınaması, bu cihazların güvenli ve doğru bir şekilde işleyişini garanti altına almak adına büyük bir önem taşır. El yordamlı sınamalar genellikle yazılım test mühendisleri tarafından yapılmakta olup, cihazların fonksiyonları, veri güvenliği ve uyumluluğu detaylı bir şekilde incelenmektedir. Bu süreç, yüksek iş yükü ve insan hatası riskleri barındırır.

Bu noktada, el yordamlı sınamaların hız ve doğruluk açısından yetersiz kalabileceği görülmektedir. Özellikle bazı cihazların sınanması sırasında fiziksel etkileşimlerin gerekmesi, el yordamlı sınama süreçlerinin hem zaman alıcı hem de hataya açık olmasına yol açmaktadır. Bu bağlamda, otomasyon testleri devreye girerek, sınama süreçlerinin hızını ve doğruluğunu artırma potansiyeli sunar. Otomasyon sayesinde insan hatası minimize edilirken, sürekli test edilebilirlik sağlanmaktadır. Özellikle fiziksel etkileşimlerin gerekli olduğu sınamalarda, donanımsal robotik teknolojilerin kullanımı öne çıkmaktadır. Bu yaklaşım, sınamaların daha hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayabilir.

Ayrıca, POS cihazları genellikle karmaşık uçtan uca ödeme senaryoları içerir ve bu senaryolar geleneksel test otomasyon araçları ile tamamen kapsamayabilir. Bu durum, uçtan uca senaryoların otomasyon dışında bırakılmasına ve dolayısıyla sınamaların eksik kalmasına neden olabilir.

Bu makalede, bağlantılı cihazların otomasyon testinin robotik teknolojiler kullanılarak nasıl yapılabilceği ele alınacaktır. Özellikle, POS cihazlarının robotik otomasyon testini gerçekleştiren bu çalışmada KOSGEB Ar-Ge, Ür-Ge ve İnovasyon Destek Programı kapsamında başarıyla tamamlanan “Test ve Kalite Süreçlerinde POS (Point of Sales/Satış Noktaları Terminali) cihazının Robot Kol Vasıtasıyla Kalite Kontrol Süreçlerinin Otomatik İşlemi” isimli Roboclick projesi detaylı bir şekilde incelenecek ve bu sürecin etkinliği hakkında somut veriler sunulacaktır. Bu projeye, el yordamlı sınama süreçlerinin yerine geçen, daha hızlı ve güvenilir otomasyon çözümleri geliştirilmesi hedeflenmektedir.

A. Test otomasyon çerçeve (framework) seçimi

Test otomasyon çerçeveleri (framework), farklı test ihtiyaçlarına göre çeşitli yaklaşımlar sunar. Doğrusal Betikleme Çerçevesi (Linear Scripting Framework) en basit yaklaşımdır ve test vakalarını ardışık scriptler (betikler) olarak oluşturur. Küçük ölçekli projeler için idealdir. Modül Tabanlı Test Çerçevesi (Module-Based Testing Framework) ise test vakalarını yeniden kullanılabilir modüllere böler, kodun modülerliğini ve yeniden kullanılabilirliğini artırır; bu, orta ölçekli projelerde kullanılır.

Veri Odaklı Test Çerçevesi (Data-Driven Testing Framework), test verilerini koddan ayırarak dış kaynaklardan okur ve farklı veri setleriyle aynı test mantığını çalıştırarak esnekliği artırır [4]. Anahtar Kelime Odaklı Test Çerçevesi (Keyword-Driven Testing Framework) ise yüksek seviyeli anahtar kelimelerle sınamaları tanımlar; bu da bakım ve oluşturmaya kolaylaştırır [5].

Hibrit Test Çerçevesi (Hybrid Testing Framework), birden fazla framework'ü birleştirerek esnek test tasarımları sunar ve karmaşık projeler için uygundur. Davranış Odaklı Geliştirme Çerçevesi (Behavior-Driven Development (BDD) Framework), teknik ve teknik olmayan ekipler arasında işbirliğini teşvik eder ve Gherkin dilini kullanarak anlaşılabilir test senaryoları oluşturur.

Sayfa Nesne Modeli Çerçevesi (Page Object Model (POM) Framework), web bileşenlerini kapsülleyerek testlerin bakımını kolaylaştırır ve yapılandırılmış bir yaklaşım sunar. Framework (çerçeve) seçimi, proje gereksinimleri ve ekibin yeterliliklerine bağlı olarak yapılmalıdır; hybrid (hibrit) frameworkler, farklı metodolojilerin avantajlarını birleştirerek geniş bir uyum sağlar.

B. OCR ile görüntü işleme ve robotik test otomasyonundaki kullanımı

Optik Karakter Tanıma (Optical Character Recognition - OCR), karakterleri otomatik olarak tanımayı sağlayan bir teknolojidir [6]. Bu teknoloji, yazılı ve basılı metinleri ve görüntüleri dijital formata dönüştürerek bilgisayarlar tarafından işlenebilir hale getirir. OCR, metinlerin farklı dillerde, yazı tiplerinde ve stillerde yazılabilmesi nedeniyle görüntü işleme, desen sınıflandırma ve doğal dil işleme gibi çeşitli disiplinlerden teknikler kullanır.

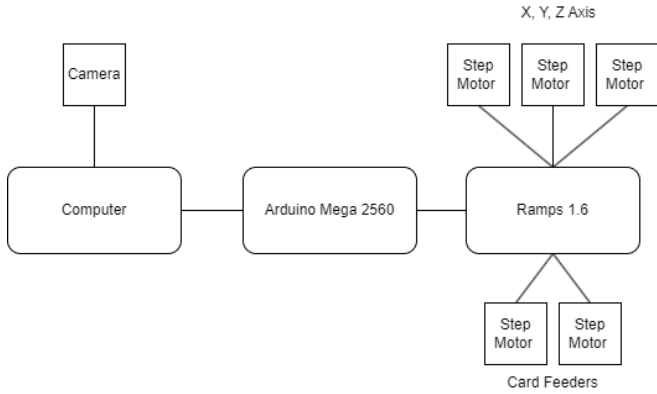
OCR teknolojisi, robotik test otomasyonunda önemli katkılar sağlayabilir. Özellikle bağlantılı cihazların ekranlarında gösterilen metinleri okuyarak, beklenen sonuç (Expected result) ile gerçek sonuç (Actual result) arasında karşılaştırma yapısının dinamik olarak doğrulanması (validasyon) sürecinde etkin bir şekilde kullanılabilir. Bu sayede, el yordamlı kontrollerin sonucu oluşan zaman kaybı ve insan hataları en aza indirilebilir. Ayrıca, OCR ile entegre edilmiş test otomasyon sistemleri, çok sayıda cihazın aynı anda ve hızlı bir şekilde sınanmasına olanak tanıyarak, sınama süreçlerinin verimliliğini ve doğruluğunu artırır. Bu, özellikle büyük ölçekli bağlantılı sistemlerde kalite güvencesi sağlamak için kritik bir rol oynar.

II. YÖNTEM

Bu proje, POS (Point of Sale) cihazlarının otomatik sınanması için geliştirilen robotik bir sistemin tasarımını ve

uygulanmasını ele almaktadır. Projede, bir dizi donanım ve yazılım bileşeni entegre edilerek, POS cihazlarının kullanıcı arayüzlerinin ve işlevselliklerinin hassas bir şekilde sınanması amaçlanmıştır.

A. Donanım bileşenleri



Şekil 1. Donanım diyagramı

Şekil 1'de, POS cihazlarının otomatik sınanmasını gerçekleştiren robotik sistemin genel yapısı ve bileşenler arasındaki ilişkiler gösterilmektedir.

RAMPS 1.6 (RepRap Arduino Mega Pololu Shield), Pololu step motor sürücülerini ile uyumlu olarak tasarlanmış bir karttır ve Arduino Mega 2560 ile birlikte çalışır. 3D yazıcılarda step motor hareketlerini ve filament ekstrüzyonunu kontrol etmek için yaygın olarak kullanılır [7]. Ayrıca, ısıtıcılar, fanlar ve termistörler gibi çevre birimleri için genişletilebilirlik sunar. CNC makineleri, robotik sistemler ve otomatik sınam sistemleri gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir.

Arduino Mega 2560, ATmega2560 mikrodenetleyicisini temel alan bir kart olup geniş pin ve bağlantı seçenekleri sunar. 54 dijital giriş/çıkış pini (14 PWM) ve 16 analog giriş pini bulunmaktadır. Ayrıca, 4 donanım seri portu (UART) ile iletişim sağlayarak çeşitli cihazlarla kolay entegrasyon sunar. Bu kart, RAMPS 1.6 ile birlikte 3D yazıcılar ve otomasyon sistemlerinde genişletilmiş işlevsellik sağlar [8].

Stepper motorlar, dijital pulsaları mekanik dönüşü çeviren fırçasız, senkron motorlardır. Yüksek tork kapasitesine sahip olan NEMA 23 step motorlar projede kullanılmaktadır. Bu motorlar, 1.8 derece adım açısına ve 2.5A akıma sahiptir ve yaklaşık 19 kg-cm tutma torku sağlar. Bu özellikleriyle hassas hareket kontrolü gerektiren uygulamalarda idealdir [9].

B. Donanım entegrasyonu ve tasarımı

POS cihazlarının otomasyon testini fiziksel olarak gerçekleştirmek amacıyla tasarlanan robot, esnek ve uyarlanabilir bir yapıya sahiptir. Robotun ana bileşenleri arasında iki boyutta hareket edebilen bir basma başlığı, çeşitli step motorlar, RAMPS 1.6 kontrol kartı ve doğrulama kamerası bulunmaktadır.

Robotun basma başlığı, POS cihazlarının kullanıcı arayüzleriyle fiziksel olarak etkileşime geçebilmek için tasarlanmıştır. Bu başlık, X ve Y eksenlerinde hareket

edebilen iki step motor tarafından yönlendirilir. Bu motorlar, başlığın hassas ve doğru bir şekilde konumlandırılmasını sağlar. Basma işlemini gerçekleştirmek için ise başlığın içinde yer alan üçüncü bir step motor kullanılır. Bu motor, Z ekseninde hareket ederek ve gerekli kuvveti uygulayarak tuşlara basma işlemini yerine getirir.

Kart takma mekanizmasını kontrol eden dördüncü bir step motor da sistemin bir parçasıdır. Bu motor, test senaryolarında POS cihazlarına fiziksel olarak kart takma ve çıkarma işlemlerini otomatikleştirir. Tüm bu motorlar, RAMPS 1.6 kontrol kartı tarafından yönetilir. RAMPS 1.6, Arduino Mega 2560 ile entegre çalışarak motorların koordinasyonunu sağlar ve hassas hareket kontrolü sunar. Bu kart, step motor sürücülerine güç sağlar ve hareket komutlarını işleyerek robotun doğru ve etkili bir şekilde çalışmasını temin eder.

Robotun ekran üzerindeki değişiklikleri tespit etmek ve doğrulama işlemlerini gerçekleştirmek amacıyla bir adet kamera kullanılmıştır. Bu kamera, POS cihazının ekranını görecektir şekilde konumlandırılmıştır ve test süreci boyunca ekran üzerindeki yazıları ve simgeleri izler. Kamera tarafından elde edilen görüntüler, doğrulama işlemleri için işlenir ve analiz edilir. Bu sayede, test senaryolarının doğruluğu ve güvenilirliği artırılır.

Basma mekanizmasının altında, POS cihazının hareket etmeyecek şekilde sabitlenmesini sağlayan bir altlık bulunmaktadır. Bu altlık, cihazın test süreci boyunca stabil kalmasını ve doğru bir şekilde sınanmasını sağlar. Ayrıca, altlık mekanizması değiştirilebilir ve uyarlanabilir bir tasarıma sahiptir. Bu özellik, farklı boyut ve şekillerdeki cihazların da aynı robotik sistem ile sınanmasına olanak tanır. Altlık mekanizmasının kolayca değiştirilebilmesi, farklı cihazların hızlı ve verimli bir şekilde sınanmasını sağlar ve sistemin esnekliğini artırır. Bu sayede, tek bir robotik test sistemi ile çeşitli cihazların kabul testleri gerçekleştirilebilir ve test süreçlerinin standartlaştırılmasına olanak sağlar.

C. Yazılım bileşenleri

Bu projede kullanılan yazılım bileşenlerinin tamamı açık kaynak kodlu yazılımlardan oluşmaktadır. Açık kaynak kodlu yazılım kullanmanın avantajları arasında maliyetin düşük olması, geniş topluluk desteği, esneklik ve özelleştirme imkânı, güvenlik açıklarının daha hızlı tespit edilip giderilmesi ve sürekli güncellenen geliştirme süreçleri yer almaktadır. Projede, test çerçevesi olarak Davranış Odaklı Geliştirme (BDD) tabanlı bir yaklaşıma sahip Gauge çerçevesi tercih edilmiştir. BDD, test senaryolarının doğal dilde yazılmasına olanak tanıyarak, teknik olmayan kullanıcıların bile sınam süreçlerine katkıda bulunabilmesini sağlar [10].

1) Gauge framework

Gauge, Behavior Driven Development (BDD) yaklaşımını destekleyen açık kaynaklı bir test otomasyon çerçevesidir. Java dili ile entegre edilen Gauge, test senaryolarının yazılması ve yürütülmesi için kullanılır. Bu framework, insan tarafından okunabilir test vakalarının yazılmasına ve bu vakaların otomatik olarak yürütülmesine olanak tanır. Gauge, esnek yapısı sayesinde sınamaların kolayca yönetilmesini ve güncellenmesini sağlar.

2) Görüntü işlemeli doğrulama

Ekrandan optik özellikleri programatik olarak yorumlanabilir bir formata dönüştürmek için bilgisayarla görme kütüphanesi uygulanmıştır. Bilgisayarla görme kütüphanesinin ana görevi, ödeme terminalinin ekranında görüntülenen metni yorumlamaktır. Bilgisayarla görme kütüphanesi Python dilinde uygulanmış olup, optik karakter tanıma (OCR) işlemleri için EasyOCR motoru kullanılmıştır. Görüntü işleme sürecinde, kamera tarafından yakalanan görüntü gri tonlamalı hale getirilmiştir. Bu sayede, metin çıkarma işlemi daha verimli ve güvenilir hale getirilmiştir.

Görüntüden metin çıkarma işlemi sırasında belirli bir doğruluk değeri hesaplar. Bu süreçte, OCR motoru tarafından okunan metin, beklenen sonuç ile karşılaştırılır. Okunan metnin beklenen sonuç ile belirli bir oranda aynı olması gerekmektedir. Eşik değeri olarak belirlenen bu doğruluk oranı, yalnızca bu oranı geçen metinlerin doğru kabul edilmesini sağlar. Bu şekilde, OCR motoru tarafından tespit edilen metinlerin güvenilirliği artırılır ve hatalı tanımlar en aza indirilir. Tanınan metnin beklenen sonuçla yeterince uyumlu olduğu durumlarda, metin doğrulama işlemi başarılı kabul edilir. Bu yöntem, sınamaların güvenilirliğini ve doğruluğunu önemli ölçüde artırır.

D. Motor kontrolü ve iletişim

Projede step motorları kontrol etmek için Arduino ile birlikte AccelStepper kütüphanesi kullanılmıştır. AccelStepper, step motorların hız ve hızlanma kontrolünü kolayca yönetmeyi sağlar. Motorların düzgün ve hassas hareket etmesi, sınamaların doğruluğunu ve tekrarlanabilirliğini artırır.

Görüntü işleme ve Arduino ile Java arasındaki iletişim, farklı thread'ler üzerinde çalıştırılarak sağlanmıştır. Bu, işlemlerin paralel olarak yürütülmesini ve sistemin performansının artırılmasını sağlar. Java tarafında, seri iletişim ve threading kullanılarak Arduino'dan gelen veriler işlenir ve test senaryoları sırasında gerekli hareketler gerçekleştirilir.

III. BULGULAR

Bu çalışmada, 100 adet POS cihazı üzerinde yapılan sınamaların el yordamlı yöntemle ve Roboclick ile gerçekleştirilmiş sonuçları karşılaştırılmıştır. Test süresi ve hata oranlarına ilişkin bulgular aşağıdaki tablolarla desteklenmiştir.

A. Test süresi karşılaştırması

ÇİZELGE 1 EL YORDAMLIL TEST VE ROBCLICK TESTİNİN ORTALAMA TEST SÜRESİ, TOPLAM SÜRE VE SÜREDEKİ YÜZDE KAZANIM KARŞILAŞTIRMASI

Test Yöntemi	Ortalama Test Süresi (saniye)	Toplam Süre (dakika)	Süredeki Yüzde Kazanım (%)
El Yordamlı Test	35	58.33	-
Roboclick ile Test	18	30.00	48.57

Uçtan Uca Karmaşık Senaryoların Kapsamı	Kapsanmıyor	Kapsanıyor	Roboclick, karmaşık senaryoları kapsıyor
---	-------------	------------	--

Çizelge 1'de, Roboclick kullanılarak yapılan sınamalarda senaryo başına ortalama test süresi 18 saniye olarak ölçülmüştür. El yordamlı sınamalarda ise bu süre ortalama 35 saniye olarak belirlenmiştir. Toplam süre açısından, el yordamlı sınamalarda 100 sınamanın tamamlanma süresi yaklaşık 58.33 dakika iken, Roboclick ile yapılan sınamalarda bu süre 30 dakika olarak hesaplanmıştır. Roboclick, senaryo başına süreyi %48.57 oranında kısaltarak test süreçlerini önemli ölçüde hızlandırmıştır.

B. Test uygulayıcısından kaynaklı hata oranı karşılaştırması

ÇİZELGE 2 EL YORDAMLIL TEST VE ROBCLICK TESTİNİN ORTALAMA HATA ORANI KARŞILAŞTIRMASI

Test Yöntemi	Ortalama Hata Oranı (%)
El yordamlı Test	5
Roboclick ile Test	1

Çizelge 2'de, hata oranları açısından Roboclick kullanılarak yapılan sınamalarda hata oranı %1 olarak ölçülmüştür. El yordamlı sınamalarda ise bu oran %5 olarak belirlenmiştir. Roboclick, hata oranını %80 oranında azaltarak sınamaların doğruluğunu önemli ölçüde artırmıştır.

POS cihazları genellikle karmaşık uçtan uca ödeme senaryoları içerir ve bu senaryolar geleneksel test otomasyon araçları ile tamamen kapsamayabilir. Bu durum, uçtan uca senaryoların otomasyon dışında bırakılmasına ve dolayısıyla testlerin eksik kalmasına neden olabilir. Ancak, Roboclick, bu tür karmaşık senaryoları da kapsayacak şekilde tasarlanmış olup, uçtan uca test süreçlerini kapsamlı bir şekilde ele alabilmektedir. Bu sayede, geleneksel otomasyon araçlarının sınırlarını aşarak, daha geniş ve detaylı test senaryolarının da başarıyla otomatikleştirilmesini sağlamaktadır.

Bu bulgular, Roboclick'in el yordamlı test yöntemlerine kıyasla test süresini önemli ölçüde azalttığını ve sınamaların doğruluğunu artırdığını net bir şekilde ortaya koymaktadır. Ayrıca, karmaşık uçtan uca ödeme senaryolarının kapsamlı bir şekilde otomasyonunu sağlayarak, test süreçlerinde sağladığı verimlilik ve güvenilirlik artışı da açıkça görülmektedir.

C. DevOps

DevOps süreçlerinin etkin bir şekilde uygulanması, yazılım geliştirme süreçlerinde verimlilik ve hızın artırılması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Daha önce el yordamlı olarak yürütülen test süreçleri, DevOps döngüsünün tam olarak işletilmesine engel oluyordu, çünkü el yordamlı sınamalar zaman alıcı ve hataya açık süreçlerdir. Bu proje kapsamında geliştirilen robotik test otomasyon sistemi, DevOps sürecinin tam entegrasyonunu mümkün kılarak, yazılım geliştirme döngüsünde Sürekli Test (Continuous Testing), Sürekli Entegrasyon (Continuous Integration) ve

Sürekli Dağıtım (Continuous Deployment) uygulamalarını desteklemiştir. Bu sayede, POS cihazlarının test süreçleri yalnızca hızlanmakla kalmamış, aynı zamanda yazılım sürümlerinin daha güvenli ve sık bir şekilde dağıtılmasına olanak sağlanmıştır. Robotik otomasyonun entegrasyonu, DevOps süreçleri ile birlikte çalışarak, sınamaların daha sık ve güvenilir bir şekilde yürütülmesini ve olası hataların hızlıca tespit edilmesini mümkün kılmıştır. Sonuç olarak, bu proje DevOps kültürünü güçlendirerek, sürekli entegrasyon ve dağıtımın sağlıklı bir şekilde sürdürülmesine önemli bir katkı sunmuştur.

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada, POS cihazlarının test süreçlerinde Roboclick adlı robotik otomasyon sisteminin etkinliği kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Yapılan sınamalar, Roboclick'in el yordamlı sınama yöntemlerine kıyasla sağladığı avantajları ve bu süreçlerdeki iyileştirmeleri açıkça ortaya koymaktadır.

El yordamlı sınamalar ve Roboclick kullanılarak yapılan sınamalar arasındaki süre ve hata oranlarına ilişkin bulgular, Roboclick'in sınama süreçlerini hızlandırmada ve doğruluğunu artırmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Çizelge 1'de görüldüğü üzere, Roboclick kullanımı, test senaryolarının ortalama süresini %48,57 oranında azaltmıştır. Bu oran, yüzlerce işlemden oluşan senaryolar göz önüne alındığında, haftalarca sürebilecek işlemlerin otomasyonun 7/24 çalışabilmesi sayesinde günler ve saatler mertebesinde tamamlanmasını mümkün kılmaktadır. Bu da sınamaların daha hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini ve zaman açısından önemli bir kazanım sağlandığını göstermektedir. Ayrıca, Çizelge 2'deki veriler, Roboclick'in hata oranını %80 oranında düşürdüğünü ortaya koymaktadır. Bu azalma, sınamaların doğruluğunu ve güvenilirliğini önemli ölçüde artırarak, el yordamlı sınamaların sunduğu hata risklerini minimize etmektedir.

Roboclick'in ayrıca karmaşık uçtan uca senaryoları kapsayacak şekilde tasarlandığı, bu sayede geleneksel otomasyon araçlarının sınırlarını aşarak daha geniş ve detaylı test senaryolarının başarıyla otomatikleştirilmesini sağladığı vurgulanmıştır.

Sonuç olarak, Roboclick'in test süreçlerine entegre edilmesi, sınama süresinin önemli ölçüde kısaltılmasına ve hata oranlarının azaltılmasına olanak sağlamıştır. Bu bulgular, robotik otomasyon sistemlerinin, özellikle karmaşık ve fiziksel etkileşimlerin gerekli olduğu test senaryolarında ne denli etkili olabileceğini göstermektedir. Roboclick, POS cihazları gibi hassas ve karmaşık sistemlerin sınanmasında hem süre hem de doğruluk açısından sağladığı iyileştirmelerle, test otomasyonunda önemli bir adım atıldığını ortaya koymaktadır. Bu başarılar, gelecekte benzer sistemlerin geliştirilmesi ve uygulanması için güçlü bir temel oluşturmaktadır.

Gelecekte yapılacak çalışmalar, robotik otomasyonun daha karmaşık ve geniş ölçekli IoT sistemlerine nasıl entegre edilebileceği üzerine odaklanabilir. Özellikle, farklı IoT cihazlarının aynı test ortamında nasıl etkin bir şekilde yönetilebileceği araştırılabilir. Ek olarak, yapay zeka tabanlı algoritmaların entegrasyonu ile test süreçlerinin akıllı hale getirilmesi, test sırasında oluşan hataların öngörülmesi ve

otomatik çözüm önerileri geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapılabilir. Farklı endüstriyel alanlarda ve daha çeşitli IoT cihazları üzerinde robotik test otomasyonunun uygulanabilirliği üzerine yapılacak araştırmalar, bu alandaki yeniliklerin hızlanmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] M. Fewster and D. Graham, *Software Test Automation*, Reading: Addison-Wesley, 1999, pp. 211-219.
- [2] V. Grape, "Comparing Costs of Browser Automation Test Tools with Manual Testing," 2016, p. 8.
- [3] B. H. Malik, M. Khalid, M. Maryam, M. Nauman, S. Yousaf, M. Mehmood, and H. Saleem, "IoT Testing-as-a-Service: A new dimension of automation," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 10, no. 5, pp. 364-371, 2019, p. 1.
- [4] P. Laukkanen, "Data-driven and keyword-driven test automation frameworks," Master's thesis, Helsinki University of Technology, 2006.
- [5] T. Pajunen, T. Takala, and M. Katara, "Model-based testing with a general purpose keyword-driven test automation framework," in *2011 IEEE Fourth International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops*, 2011, pp. 242-251.
- [6] R. Mithe, S. Indalkar, and N. Divekar, "Optical character recognition," *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, vol. 2, no. 1, pp. 72-75, 2013, p. 1.
- [7] A. P. Kulkarni, A. A. Chakradeo, and M. S. Kulkarni, "Innovative design and manufacturing of 3D printing machine," Sept. 2016, p. 2.