



Research Article

# Üretimde Kullanılan Akıllı Olmayan El Cihazlarının Endüstri 4.0'a Uyumlu Hale Getirilmesi İçin Yeni Bir Sistem Tasarımı

Kader Nikbay Oylum<sup>1\*</sup>, Turgay Tugay Bilgin<sup>2</sup>, Kenan Selçuk<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mert Yazılım, Orcid ID: 0000-0002-5218-9218, [kaderoylum@trex.com.tr](mailto:kaderoylum@trex.com.tr)

<sup>2</sup> Bursa Teknik Üniversitesi, Orcid ID: 0000-0002-9245-5728, [turgay.bilgin@btu.edu.tr](mailto:turgay.bilgin@btu.edu.tr)

<sup>3</sup> Mert Yazılım, Orcid ID: 0000-0002-1559-8979, [kenanselcuk@trex.com.tr](mailto:kenanselcuk@trex.com.tr)

\* Sorumlu Yazar: [kaderoylum@trex.com.tr](mailto:kaderoylum@trex.com.tr); Tel.: 444 3 468

(First received October 14, 2022 and in final form December 26, 2022)

2<sup>nd</sup> International Conference on Design, Research and Development  
December 14 - 17, 2022

**Reference:** Oylum, K. N., Bilgin, T. T., Selçuk, K. Üretimde Kullanılan Akıllı Olmayan El Cihazlarının Endüstri 4.0'a Uyumlu Hale Getirilmesi İçin Yeni Bir Sistem Tasarımı. Orclever Proceedings of Research and Development,1(1), 152-159.

## Özet

Günümüzde endüstri 4.0 kavramının literatürde yerini almasıyla birlikte fabrikaların dijitalleşmesi süreci hız kazanmıştır. Dijital fabrika yaklaşımındaki sistemi oluşturan, makine ve teçhizatların birbiri ile konuşan akıllı sistem öğeleri haline getirilmesi yaklaşımın temel mantığını oluşturmaktadır. Akıllı teçhizatlar fikrinden yola çıkılarak; gerçekleştirilen bu çalışmada akıllı olmayan elektrikli vidalama cihazları elektronik kart ve yazılımsal bileşenler dâhil edilerek bahsi geçen el aletlerinin akıllandırılması, çeşitli IoT uygulamaları veya bulut uygulamalarıyla iletişim kurabilmesi ve bu sayede yapılan işlerde insan hata payının en aza indirilmesi hedeflenmektedir.

Proje kapsamında gerçekleştirilen sistemde dört ana öge bulunmaktadır. Bunlar Web/Bulut Sunucu, NGP Operatör panelleri, RF I/O kartı ve elektrikli vidalama RF kartıdır. Tüm bu öğeler arasında çift taraflı iletişim bulunmaktadır. Sistemin genel çalışma prensibi özetle şöyledir: Web/Bulut Sunucu üzerinde sistemin veri tabanı bulunmaktadır. Bu veri tabanında her bir montaj işi için tanımlanan montaj ID(CIS) numarasına bağlı iş parametreleri bulunmaktadır. Montaj ID(CIS) numarasına göre yapılacak farklı operasyonlar veritabanında ayrıntılı olarak



*tanımlanmıştır, örneğin elektrikli vidalama cihazları için sıkım sayısı bilgisi kural tabanlı olarak tanımlanmıştır. C# dilinde geliştirilen Web API ile web/bulut sunucu ile NGP operatör panelini yöneten linux bilgisayarı haberleşmektedir. Bir iş başlayacağı zaman eğer montaj ID numarası stok tanımıyla uyuyorsa bu durumda ilgili işlem verileri web sunucudan alınıp NGP operatör panel üzerinde gösterilir. NGP operatör panel üzerindeki ön yüz yazılımı Microsoft.NET kullanılarak geliştirilmiş ve Mono Framework kullanılarak Linux üzerinde çalışacak hale getirilmiştir. Bir iş başladığında montaj ID(CIS) numarasına göre belirtilen operasyonda kaç adet vida sıkılacağı bilgisi ve tabanca MAC (TMAC) adresi bilgisi NGP operatör panelden RF I/O Kartına RS232 seri port haberleşmesiyle iletilir. RF I/O Kartından, elektrikli vidalama cihazları üzerine takılan Tabanca RF kartına, geliştirilen özel bir protokol ile kaç adet vida sıkılacağı bilgisi ZigBee protokolü kanalı ile taşınır. Aynı protokol ile ilgili operatör her sıkım işlemini gerçekleştirdiğinde "Tamam" ya da "Tamam Değil" bilgisi NGP operatör panelin RF I/O kartına gönderilir. Çift yönlü olan RS232 seri port haberleşmesiyle de RF I/O kart üzerinden NGP operatör panele tamamlanan her bir operasyon için bilgi mesajı döndürülür. Montaj ID(CIS) numarasına bağlı tüm işlemler tamamlandığında ilgili veriler tekrar Web Server API üzerinden iletilerek veritabanına kayıt edilir. Böylece montaj yaşam döngüsü tamamlanır.*

*Bu çalışma ile geleneksel elektrikli vidalama cihazlarının, kapsamlı değişiklik gerektirmeden IoT özellikli bir akıllı üretim cihazına nasıl dönüştürülebileceği gösterilmiştir. Önerilen çözüm sayesinde, geleneksel cihazların dijital dönüşümü uygun fiyatlı ve birçok farklı üretim aletine uygulanabilir şekilde dönüşümü gerçekleştirilebilecektir.*

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı üretim araçları, Endüstri 4.0, Dijital Dönüşüm



# A New System Design for Making Non-Intelligent Handheld Devices Used in Production Compatible with Industry 4.0

## Abstract

*Nowadays, the concept of industry 4.0 frequently occur in the literature. The digitalization of manufacturing grows rapidly. The basic structure of the approach is to transform the hardware and equipment in the manufacturing into intelligent elements that communicate each other. In this study, based on the idea of intelligent equipment; we propose to transform traditional power screwdrivers into smart devices that communicate with various IoT applications or cloud applications by including electronic cards and software components. Our approach aims to minimize the percentage of human error in the manufacturing process.*

*There are four main elements in our system. These are Web/Cloud Server, NGP Operator panels, RF I/O card and power screwdriver RF card. All these elements communicate with each other. The overall working principle of the system is briefly as follows. There is a database on the Web/Cloud Server. In this database, there are job parameters related to the assembly ID(CIS) number which defined for each assembly job. Various operations to be performed according to the assembly ID(CIS) number are defined in detail in the database, for example, for power screwdrivers, the number of tightening information is defined on a rule-based basis. With the Web API developed in C# language, the web/cloud server communicates with the linux computer that executes the NGP operator panel. When an assembly job starts, if the assembly ID(CIS) number matches the stock definition, then the relevant transaction data is retrieved from the web server and displayed on the NGP operator panel. The front-end software on the NGP operator panel was developed using Microsoft.NET and compiled using Mono Framework to support Linux OS. As soon as an assembly job starts, the number of screws to be tightened determined according to the assembly ID(CIS) related rules. After that, the gun MAC (TMAC) address information is transmitted from the NGP operator panel to the RF I/O Card via RS232 serial port communication. The ZigBee protocol carries the information about how many screws will be tightened from the RF I/O Card to the Gun RF card mounted on power screwdriver. A special RF based protocol developed for that purpose. By means of our proposed protocol, "OK" or "Not OK" information is sent to the RF I/O card of the NGP operator panel every time the operator performs the tightening operation. With the bidirectional RS232 serial port communication, an information message is returned for each completed operation to the NGP operator panel via the RF I/O card. When all the operations related to the assembly ID(CIS) number are completed, the relevant data is transmitted over the Web Server API and recorded in the database, and the assembly life cycle is completed.*



*This study demonstrates how traditional power screwdrivers may be transformed into an IoT-enabled smart manufacturing device without extensive modification. Thanks to the proposed solution, the digital transformation of traditional devices will be affordable and applicable to many different manufacturing tools.*

**Keywords:** Intelligent Manufacturing Tools, Industry 4.0, Digital Transformation

## 1. Giriş

Günümüz bilişim teknolojilerinin hızlı gelişimiyle birlikte kullanılan makine, teçhizat ve ekipmanların akıllanması ve birbirleri ile konuşmaları fabrikalardaki süreçlerin hızlı bir şekilde dijitalleşmeye başlamasına yol açmıştır. Bahsi geçen bu dönüşümde fabrikalarda çok sayıda ve çeşitlilikte bulunan akıllı olmayan el aletlerinin dönüştürülerek akıllandırılması, dijitalleştirme sürecine dahil edilmesi amaçlanmaktadır.

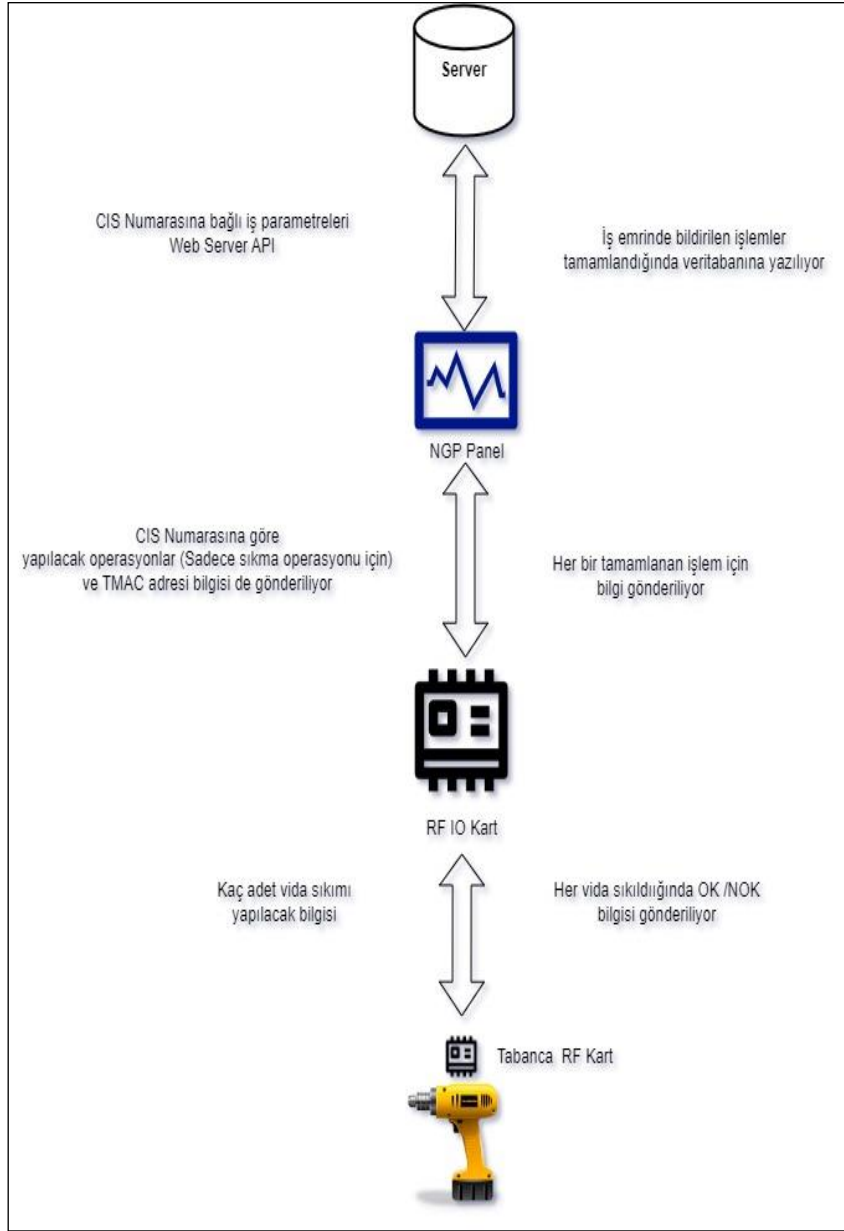
Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde; üretim ortamlarında insan davranışlarının izlenebilir hale getirilmesinin, verimlilik performans, hız ve kazaları önleme konularında faydalı olduğu görülmüş ve işgücü girdilerinin ölçülebilir bir yapıya kavuşması sağlanmıştır [1][2].

Çalışma faaliyetlerinin izlenebilirliği sadece fabrikalarda proje yönetimi konusuyla sınırlı kalmamış bunun yanında inşaat sektöründe şantiyelerin izlenebilmesine de olanak sağlamıştır. İnşaat şantiyelerinde yapılan işler, fabrika üretim ortamlarına oranla daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Yang ve arkadaşları 2019 ve 2020 yılında yayınladıkları çalışmalarında bu faaliyetleri izlemeyi ve takip etmeyi sağlayan düşük maliyetli, kullanıcı giriş kontrolüne sahip ve taşınabilir bir alet sistemi geliştirmişlerdir.[3][4].

Bu çalışmada, akıllı olmayan geleneksel vidalama cihazlarının akıllı hale getirilerek, IoT cihazlarına dönüştürülmesi ve dijitalleştirilme sürecine dahil edilmesi gerçekleştirilmiştir. Makalenin ikinci bölümünde metot ve yöntem, üçüncü bölümünde ulaşılan bulgular, dördüncü bölümünde ise elde edilen sonuçlardan bahsedilmiştir.

## 2. Metot ve Yöntem

Bu çalışma kapsamında geliştirilen yapı, dört ana bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler Şekil 1’de görüldüğü üzere; Web/Bulut Sunucu, NGP operatör panelleri, RF I/O kartı ve elektrikli vidalama RF kartıdır. Tüm bu öğeler arasında çift taraflı iletişim bulunmaktadır.



Şekil 1 Endüstriyel Akıllı El Cihazları sistemin genel yapısı

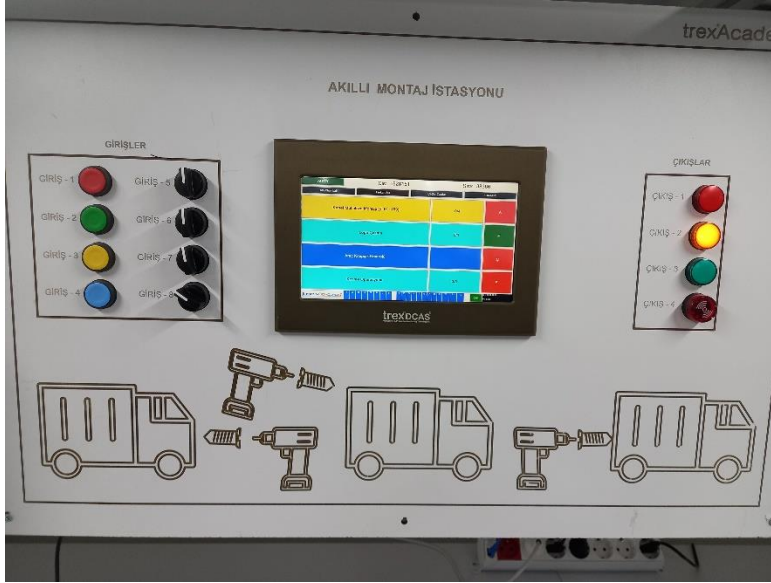
## 2.1. Web/Bulut Sunucu

Web/Bulut Sunucu üzerinde sistemin veri tabanı bulunmaktadır. Bu veri tabanında her bir montaj işi için tanımlanan montaj ID(CIS) numarasına bağlı iş parametreleri bulunmaktadır. Montaj ID(CIS) numarasına göre yapılacak farklı operasyonlar veritabanında ayrıntılı olarak belirtilmiştir, örneğin elektrikli vidalama cihazları için sıkım sayısı ve sıkım süresi kural tabanlı olarak tanımlanmıştır.



## 2.2. NGP Operatör Panelleri

Mert Yazılım tarafından geliştirilmiş dokunmatik operator paneli, kullanıcıyla etkileşim sağlayabilen, üzerindeki I/O portlar ve RF modülü sayesinde çeşitli cihazlar ile elektronik haberleşme imkanına sahip endüstriyel bilgisayardır (Şekil 2).



Şekil 2 NGP Operatör Paneli

C# dilinde geliştirilen Web API vasıtasıyla NGP operatör panelini yöneten Linux bilgisayar, web/bulut sunucu ile haberleşmektedir. Bir görev başlayacağı zaman eğer montaj ID(CIS) numarası stok tanımıyla uyuşuyorsa bu durumda ilgili işlem verileri web sunucudan alınıp NGP operatör panel üzerinde görüntülenir. NGP operatör panel üzerindeki ön yüz yazılımı Microsoft.NET platformunda geliştirilmiş ve Mono Framework [5] kullanılarak Linux üzerinde çalışacak hale getirilmiştir.

## 2.3. RF I/O kartı

Bu projede kullanılan RF I/O kartı da Mert yazılım tarafından geliştirilmiştir. Bir görev başladığında, göreve ait montaj ID(CIS) numarasına göre belirtilen operasyonda kaç adet vida sıkılacağı bilgisi ve tabanca MAC (TMAC) adres bilgisi NGP operatör panelden RF I/O Kartına RS232 seri port haberleşmesiyle iletilir.

## 2.4. Elektrikli Vidalama RF Kartı

NGP operatör paneldeki RF I/O kartından, elektrikli vidalama cihazları üzerine takılan Tabanca RF kartına ZigBee protokolü kanalı ile kaç adet vida sıkılacağı bilgisi taşınır. ZigBee protokolü haberleşme altyapısı olarak kullanılsa da proje kapsamında geliştirilen özel bir veri iletim protokolü ile amaca uygun veri aktarımı sağlanmaktadır. El aletine monte edilen kart üzerinde bulunan led, yeşil olduğu zaman sıkılacak olan vida bilgisinin karta sorunsuz olarak yüklendiği ve işin yapılmaya hazır olduğu bilgisi verilir (Şekil 3). Led kırmızı ise sıkılacak olan vida bilgisinin karta yüklenmediği ve cihazın hazır olmadığı bilgisi verilir. Led, mavi ise iş emrinin beklendiği ve sıkılacak olan vida bilgisinin manuel olarak gerçekleşmesine izin verildiği ifade edilir. Aynı protokol ile ilgili operatör her sıkım işlemini gerçekleştirdiğinde "Tamam" (OK) ya da "Tamam Değil" (Not OK) bilgisi NGP operatör panel üzerindeki RF I/O kartına gönderilir.



Şekil 3 Elektrikli Vidalama üzerine monte edilmiş RF Kartı

Çift yönlü RS232 seri port haberleşmesiyle de elektrikli vidalamadaki RF I/O kart üzerinden NGP operatör panele tamamlanan her bir operasyon için bilgi mesajı döndürülür. Montaj ID(CIS) numarasına bağlı tüm işlemler tamamlandığında ilgili veriler tekrar Web Server API üzerinden iletilerek veritabanına kaydedilir. Böylece montaj yaşam döngüsü tamamlanır.

## 3. Bulgular

Bu makalede önerilen sistem sayesinde üretim sürecinde yapılan tüm görevler kayıt altına alınmaktadır. Böylece, eksik/hatalı işlemler bulunan üretim hatlarının ilerlemesi engellenerek hatalı ürün üretimesinin önüne geçilebilmektedir. Ayrıca, üretim süreci



boyunca ilgili ürünlere hangi operasyonların yapılması gerektiği önceden belirleneceği için hatalı ya da eksik bir işlem yapılmasının önüne geçilmektedir.

Bir ürünün tüm süreç boyunca gördüğü işlemlerin parça numarası bilgisi ile birlikte raporlanarak hangi personelin, hangi lokasyonda, hangi tarihte, hangi işlemleri yaptığı izlenebilmektedir. Bu sayede sık oluşan üretim hatalarını analiz ederek sorunun kök nedeninin bulunması konusunda işletmelere fayda sağlanmaktadır. Son olarak, doğru personelin doğru operasyonu yütürebilmesini sağlayarak yetkisiz veya yetkinliği yetersiz personelin görevi olmayan operasyonlara müdahil olması engellenmektedir. Tüm bunlar üretim işletmeleri için çok değerli kazanımlardır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu makalede açıklanan proje, işletmeler için Endüstri 4.0'ın ana öğelerinden biri olan dijitalleşme seviyesini arttırmayı hedeflemektedir. İşletmelerde halen kullanılan akıllı olmayan mevcut cihazların, akıllı olan cihazlara göre daha az maliyetle akıllı hale getirilmesi ve işletmeler için dijitalleşme maliyetlerinin düşürülmesi imkanı sağlanmıştır.

İşletmeler zaman ve kaynak kayıplarını en alt seviyeye çekerek planladıkları üretim zamanlarında daha az kayıpla daha verimli üretim gerçekleştirebilecekler, böylece hem kendi ölçeklerinde hem de ulusal kalkınmaya destek anlamında daha verimli hale geleceklerdir.

Projenin ilerleyen aşamalarında, marka-model farketmeksizin, elektro-mekanik sisteme sahip olan tüm el aletlerinden çeşitli bilgiler toplanması ve yapay sinir ağları kullanılarak el aletlerinden alınan veriden tahminleme, sınıflandırma ve kestirim amaçlı çeşitli çıkarımlar yapılması amaçlanmıştır.

#### Referanslar

- [1] Navon, R., & Goldschmidt, E. (2003). Can labor inputs be measured and controlled automatically?. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(4), 437-445.
- [2] Li, P., Meziane, R., Otis, M. J. D., Ezzaidi, H., & Cardou, P. (2014, October). A Smart Safety Helmet using IMU and EEG sensors for worker fatigue detection. In 2014 IEEE International Symposium on Robotic and Sensors Environments (ROSE) Proceedings (pp. 55-60). IEEE.
- [3] Yang, X., Wang, F., Zhai, X., Li, H., Yu, Y., & Luo, X. (2019). A low-cost and smart IMU tool for tracking construction activities. In ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction (Vol. 36, pp. 35-41). IAARC Publications.
- [4] Yang, C., Lan, X., Zhang, H., & Zheng, N. (2020, May). Autonomous tool construction with gated graph neural network. In 2020 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA) (pp. 9708-9714). IEEE.
- [5] Mono Framework web sitesi, <https://www.mono-project.com/>, (Erişim Tarihi : Kasım 2022)