



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Araç Yakıt Tankı Montajı için Otomasyon Sistem Tasarımı ve Uygulaması

Murat AYZA^{a,*}, Koray ERHAN^b, Ahmet AKTAŞ^b, Engin ÖZDEMİR^b, Hüseyin SALİHOĞLU^c

^a Elektrik Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, TÜRKİYE

^b Enerji Müh. Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, TÜRKİYE

^c Marmara Teknik Makina Ltd. Şti., Kocaeli, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: korayerhan@gmail.com

ÖZET

Otomotiv, sürekli gelişen ve yeni teknolojilerin kullanıldığı, ülke ekonomisinde büyük paya sahip bir sektördür. Otomotiv üreticileri, rekabet güçlerini arttırmak için maliyet ve iş gücü gereksinimini mümkün olduğunca azaltmalıdırlar. Araç üretim bantlarında otomasyon sistemlerinin kullanımının artması ile hem operatör hata oranının düşürülmesi hem de üretimin sürekliliği sağlanmaktadır. Böylece günümüzde ortalama seksen saniyeden daha az sürelerde bir araç üretilmektedir. Otomotiv üretiminde zaman ve süreklilik vazgeçilmez temel gereksinimlerdir. Bu çalışmada araç yakıt tank montajı üzerine yeni bir sistem ele alınmaktadır. Çalışma kapsamında tasarlanan yakıt montaj sistemi gerek üretimin sürekliliğinin sağlanması gerekse de üretim zamanının kısaltılması açısından klasik yöntemlere göre üstünlük göstermektedir. Bu tür sistemlerin ayrıca iş ve işçi güvenliği açısından da ergonomik olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: PLC, Otomotiv, Araç Yakıt Tank Montajı, Üretim Sürekliliği, Endüstriyel Otomasyon

Design and Implementation of Automation System for Vehicle Fuel Tank Assembly

ABSTRACT

Automotive, constantly evolving and containing new technology, is a sector with a large share of the country's economy. Automotive manufacturers should reduce the cost and manpower requirements as much as possible to enhance their competitiveness. Increasing use of automation systems in vehicle production lines has provided many advantages to manufacturers such as uninterrupted production and reducing the errors caused by operators. Thus, today, a vehicle can be produced in less than eighty seconds. Uninterrupted production and time are indispensable basic needs for automotive sector. In this study, a new system on the vehicle fuel tank assembly is designed. The designed vehicle fuel tank assembly system has superiority over conventional assembly system in terms of interrupted production and time. Such systems are also expected to be ergonomic in terms of occupational safety and health.

Keywords: PLC, Vehicle Fuel Tank Assembly, Industrial Automation, Automotive

I. GİRİŞ

GELİŞEN teknoloji ile birlikte insanların tüketim hızları ve üretilen ürünlerin çeşitliliği her geçen gün artmaktadır. Bu talebi karşılayabilmek için fabrikaların üretim kapasitesinin artırılması ve üretilen her bir ürün için harcanan zamanın kısalması gerekmektedir. Bu durum beraberinde verimlilik ve otomasyon konusunu gündeme getirmektedir. Birkaç on yıl önce çok sayıda insan gücü gerektiren üretim hatlarında şimdilerde, makinelaşmanın ve otomasyonun etkisiyle çok daha az sayıda çalışanla aynı üretim sayıları yakalanabilmektedir.

Otomasyon sistemlerinin güvenilirliğinin yüksek olması, üretimde her geçen gün daha fazla yer almasının nedenini göstermektedir. Seri üretim söz konusu olduğunda üretilen iki ürün arasında fark olmaması istenmektedir. Üretimde makina ile insan faktörü kıyaslandığında, makinelerin insan becerisinin üzerinde bir kesinlikle iş yapabildiği görülmektedir. Bu nedenle kontrol kısmı insan gücü ile yapılsa da üretimin ana omurgasında otomasyon sistemleri ile kontrol edilen makineler tercih edilmektedir. Literatüre bakıldığında makinalaşmanın büyük öneme sahip olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmaların ortak noktası, üretim hızının artması [4], insan faktörünün minimize edilmesiyle güvenlik sağlanması [3,11,12], işteki hata oranlarının düşürülmesi [6,7], enerjinin verimli kullanılması [2,5], hassasiyetin artırılması [8,9], üretimdeki istenmeyen aksaklıkların, kesintilerin minimize edilmesi [10] olarak sayılabilir.

Zamanı daha verimli kullanabilmek adına, üretim hatlarının hızlandırılması üzerine yapılan sistem iyileştirme çalışmaları sürekli devam etmektedir. Literatüre bakıldığında zamanı verimli kullanmak adına çeşitli yöntemler izlenmiştir. Otomasyon robotlarının hızlarını artırmaya yönelik sistem modifikasyonları bu duruma örnek olarak verilebilir [1,2]. Gelişen teknoloji ile birlikte seri üretimin önemli donanımlarından biri olan endüstriyel robotların da hızlı bir gelişim gösterdiği görülmektedir. Geçmişle kıyaslandığında güç yoğunluğu yüksek, aynı işi daha kısa zamanda, daha yüksek kesinlikle, daha az enerji tüketerek yapabilen robotlar günümüzde kullanılmaktadır.

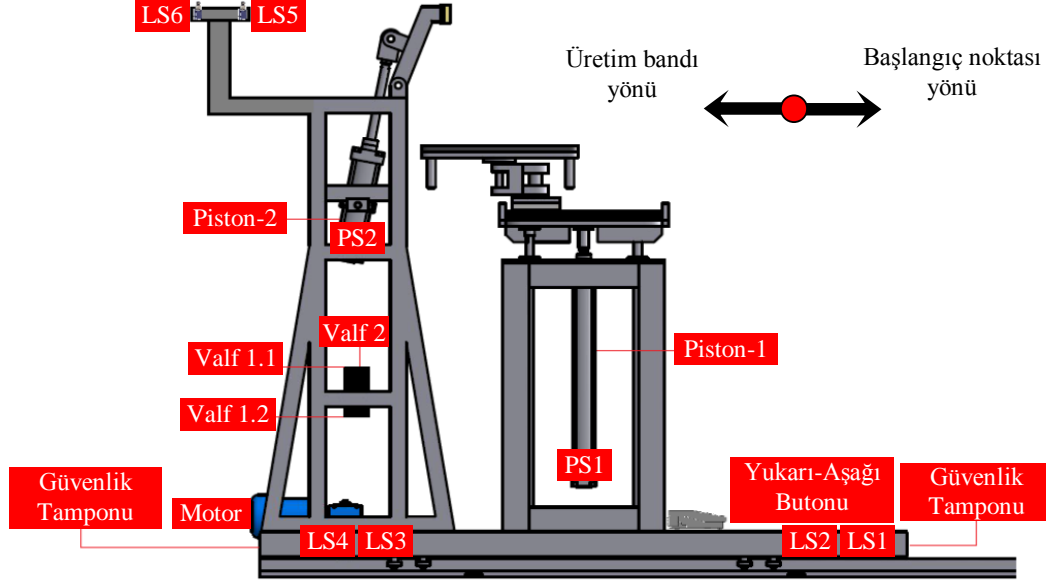
Bu çalışmada, otomotiv endüstrisi içerisinde yer alan bir üretim hattının hızını artırmaya yönelik yapılan bir revizyon incelenmiştir. Otomotiv fabrikalarındaki en büyük sorunlardan biri üretim hattının süreklilik arz etmesi yani ünitelerin bir hat halinde birbirine bağlı olmasıdır. Sistemde herhangi bir problem olduğunda bütün üretim hattının durması tehdi ile karşı karşıya kalınabilir. Bu nedenle her bir bölümün mümkün olan en kısa sürede ve hatasız biçimde işini tamamlayarak sıradaki araca geçmesi beklenir. Yapılan iyileştirme çalışmasında sistemin daha kısa sürede iş çıkartması hedeflenmiş, işi yapan operatörün en az yorulacağı ergonomik unsurlar dikkate alınmış ve güvenlik konusunda en ileri önlemler alınarak üretimin sürmesi amaçlanmıştır.

II. ARAÇ YAKIT TANKI MONTAJ SİSTEMİ TASARIMI

Otomotiv sektöründe araç üretim bantlarının kesintisiz ve hızlı işlemesi büyük önem arz etmektedir. Bu doğrultuda gerek otomotiv üreticileri gerekse de akademisyenler üretim bantlarının iyileşmesi üzerine ar-ge çalışmaları yapmaktadırlar. Yakıt tankı montajı da bu kapsamda araç montaj hattının bir parçasıdır. Yapılan çalışma kapsamında içerisinde bu parçanın montajı için gerek operatör gerekse üretim sürekliliği açısından ergonomik bir sistem tasarımı ele alınmaktadır. Şekil 1’de tasarımı yapılan araç yakıt tankı montaj sistemi yer almaktadır. Platform, üretim bandı yönü (ileri) ve başlangıç noktasına dönüş yönü (geri) olmak üzere tek eksende hareket kabiliyetine sahiptir. Araç üretim hattı ile yakıt

tankı montaj platformunun eş zamanlı hareket edebilmesi için, yakıt tankı montaj platformu ana üretim hattına bir piston yardımı ile mekanik olarak akuple edilmektedir. Başlangıç noktasına geri dönüş hareketi ise sistemde yer alan tahrik motoru ile gerçekleştirilmektedir.

Hareketli platform üzerinde operatörün yakıt tankını eli ile kaldırıp montajını gerçekleştirmesi hem ergonomi hem de güvenlik açısından uygun olmamaktadır. Bu kapsamda sisteme yakıt tankının sabitlenerek montaj yerine kadar kaldırılması bir mekanik yapı ile gerçekleştirilmektedir.



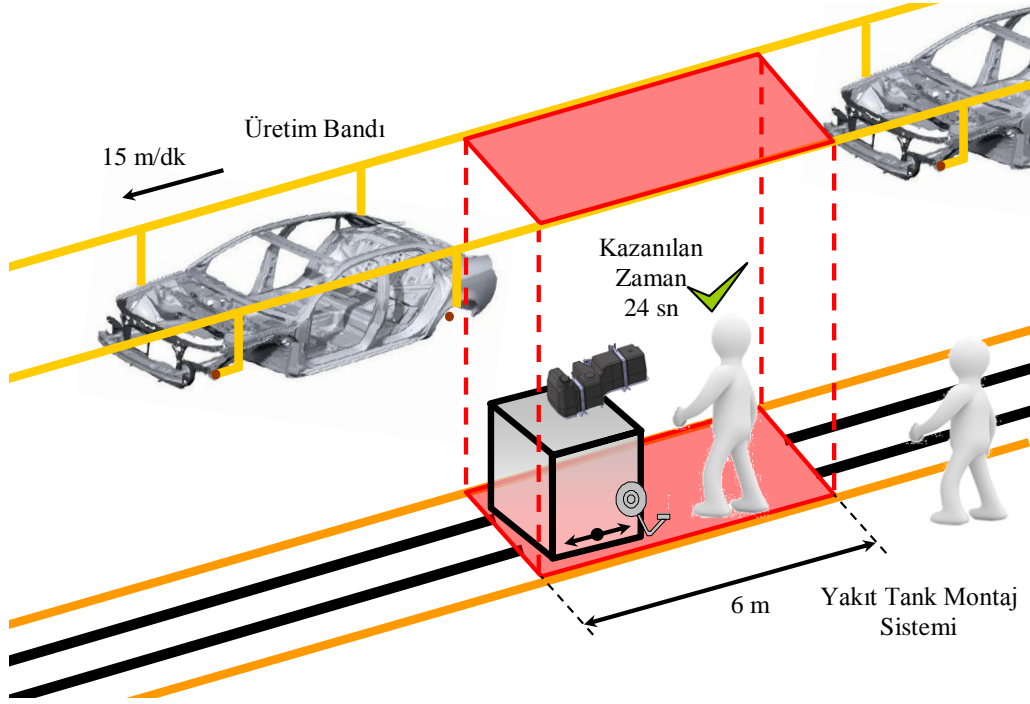
Şekil 1. Araç yakıt tank montaj sistemi.

Bu çalışmada yakıt tankı montaj platformunun sabit olması, montajın ana hat durdurularak yapılması, üretim bandının kesintiye uğraması, operatör gecikmelerinin üretimi aksatması gibi problemleri ortadan kaldırmak için, önceki sistemi revizyona sokarak hareketli platform uygulaması tercih edilmiştir. Şekil 2’de gösterildiği gibi sistemin hareketli hale getirilmesi ile her bir aracın üretim süresinin yaklaşık 24 saniye kadar azaltılması sağlanmaktadır. Bu zaman kazanımı araç üretim bantlarının hızına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu çalışma kapsamında ele alınan veriler ortalama değer olarak kabul edilmektedir.

Yakıt tankı montaj sistemi tasarlanırken dikkate alınan bazı kriterler bulunmaktadır. Platformun hareketli olması ve bu hareketin ileri yönde ana hat tarafından, geri yönde ise bir motor tarafından sağlanmasından dolayı tasarım kriterleri arasında sistemin ağırlığı büyük önem taşımaktadır. Hareketli platformun ağırlığını azaltmak için alüminyum malzemeler kullanılırken, sürtünme kuvveti de minimize edilmeye çalışılmıştır. Sürtünme kuvveti fazla olan bir sistemde hem aşınmalar çok olacak hem de sistem bileşenleri gereksiz yere zorlanacaktır. Bu durum uzun vadede arızalara sebep olabilmektedir. Bu nedenle hareketli platformun zeminle olan temasını sağlayan yataklamaların da hassas bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Tasarımdaki bir diğer önemli husus ise güvenlik konusudur. Sistemin sürekli olarak hareket ettiği ve bu sistemin üzerinde sürekli bir operatörün çalıştığı düşünülürse en küçük ihmalde ciddi yaralanmalara ve kazalara zemin hazırlanmış olur. Bunun için öncelikle hareketli platformun iki başına da boydan boya çarpma sensörleri konulmuştur. Bunun amacı hareketli platformun hareketi sırasında herhangi bir cisme çarpması durumunda sistemin anında durdurulmasını sağlamaktır. Bunun yanında platformun

zeminle olan yataklamalı bağlantısının belirli bir çalışma kursu olduğundan platformun yataklarından çıkmaması için platformun başlangıç ve bitiş noktalarına mekanik durdurucuların yanı sıra sınır anahtarları konulmalıdır.



Şekil 2. Araç yakıt tankı ve üretim bandı hız-zaman ilişkisi.

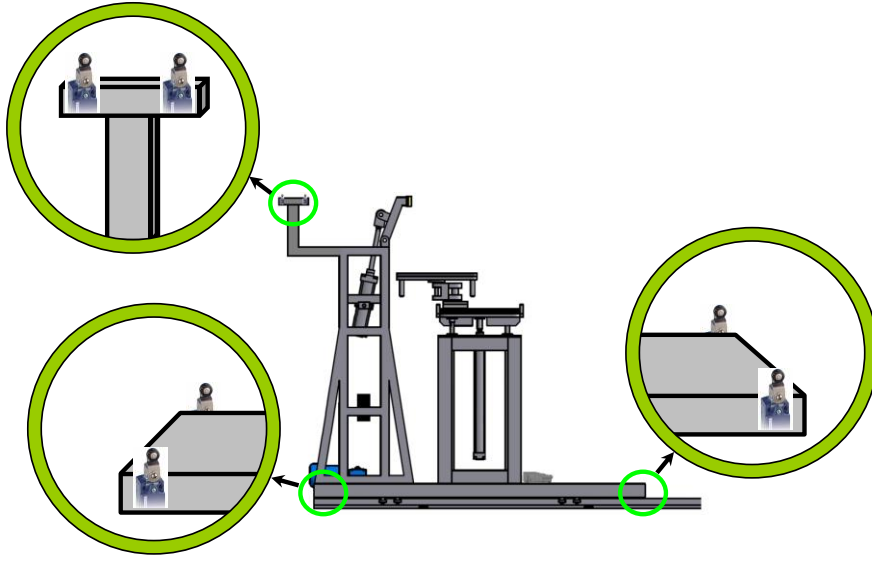
III. YAKIT TANK OTOMASYON ÇALIŞMA SİSTEMİ

Yakıt tankının araç altına montajı için geleneksel sistemlerde iki operatör bulundurulup, iş gücüyle montajı ve taşınması gerçekleştirilmektedir. Bu geleneksel sistem çalışması, operatör işçi sağlığı ve sistem ergonomisi üretim sürekliliği açısından uygun değildir. Tasarlanan sistemde yakıt tankı otomatik olarak sistem tarafından kaldırılıp, montaja hazır hale getirilmektedir. Bu işlem araç montaj bandı durdurulmadan, bu bantla hareket yeteneğine sahip hedeflenen sistemle gerçekleştirilmektedir. Böylece yukarıda bahsedilen dezavantajlar ortadan kaldırılabilir.

Şekil 3’de verilen araç yakıt tankı montaj sistem platformunun ileri ve geri hareketini sağlayacak tek yönlü manyetik kavramalı motor kullanılmıştır. Sistemde bulunun LS1, LS2, LS3, LS4 sınır anahtarları ile platformun ileri ve geri yönlerde sınır noktalarda durmasını sağlamaktadır. Ayrıca sistemde iki adet piston bulunmaktadır. Piston-1 araca montajı gerçekleştirilecek yakıt tankının yukarı ve aşağı hareket ettirmektedir. Bu piston operatör tarafından bir pedal aracılığıyla kontrol edilmektedir. Piston-2 ise yakıt tank montaj platformunun bantta ilerleyen araca kenetlenme işlemini gerçekleştirmektedir. LS5 ve LS6 sınır anahtarları platformun araca kenetlendiğini algılayarak valfler aracılığıyla Piston-2’nin kontrolünü gerçekleştirmektedir.

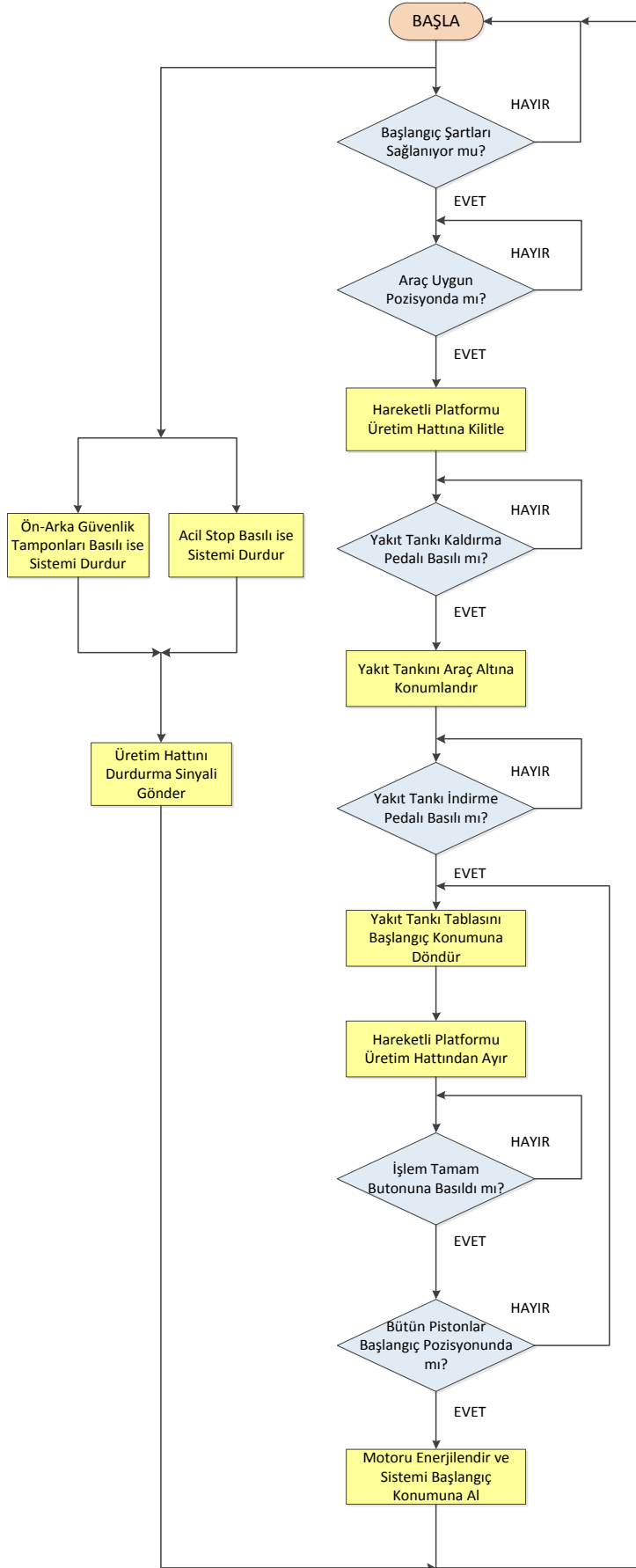
Yürüyen bir araç bandında, yakıt tank montaj sistemi aracın geldiğini sınır anahtarları ile algıladıktan sonra piston ile kenetleme işlemini gerçekleştirir. Platformun araca kenetlenmesinin ardından araçların

yürüdüğü bant ile birlikte ilerlemektedir ve böylece montaj esnasında üretim bandında bir duraklama yaşanmamaktadır. Daha sonra operatör montajı yapılacak yakıt tankını platform üzerinde belirlenen yere yerleştirerek pedal yardımı ile yakıt tankının yukarıya doğru hareket etmesini sağlar. Tankın yukarıya doğru hareketinden sonra montaj işlemi gerçekleştirilir. Son olarak operatör montaj işlemi tamamlandıktan sonra pedal yardımı ile yakıt tankını yerleştirildiği bölümü aşağıya indirerek montaj işlemini bitirmektedir. Bitti komutu ile platformda bulunan kenetlenme pistonu araç bandından ayrılarak platformun serbest kalmasını sağlamaktadır. Yeni bir tank montajı için sistem, tek yönlü manyetik kavramalı motor yardımı ile başlangıç konumuna yürütülmektedir. Eğer montaj esnasında bir aksilik olursa veya montaj işlemi tamamlanmazsa platform hala araç bant sisteminden ayrılmamış demektir ve platform bant ile birlikte hareket etmektedir. Bu durumda platform sınır anahtarlarına gelir ve araç bant sisteminin durdurulması için komut göndererek araç bant akışı durur.



Şekil 3. Araç yakıt tank sistemi sensör yerleşim detayı.

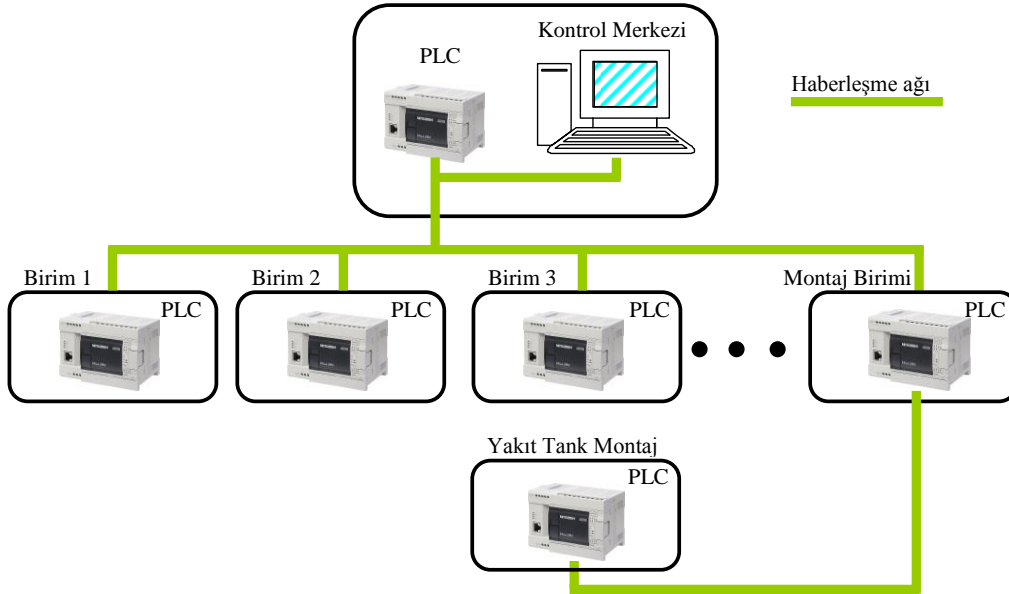
Şekil 4’de yakıt tank montaj sisteminin çalışma algoritması görülmektedir. Yazılan programda, sistem öncelikle başlangıç şartlarının sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmektedir. Montaj platformunun başlangıç konumunda olup olmadığı, sensör bilgilerinin kontrolü, acil bir durum olup olmadığı başlangıç şartlarındandır. Bu şartlar sağlandıktan sonra araç üretim hattının konumunun platform ile kenetlenme işlemi için uygun pozisyonda olup olmadığına bakılır. Hareketli platform ile üretim hattı uygun pozisyonda ise kenetleme işlemi gerçekleştirilir. Bu işlem sonucunda iki sistem senkronize bir şekilde hareket etmeye başlar. Sonraki adımda operatör araca montajı yapılacak olan yakıt tankını platform üzerindeki yerine koyar ve yakıt tankını arabanın altına kadar kaldıracak olan pedala basar. Pedala basıldıktan sonra pistonlar vasıtası ile yakıt tankı montajı yapılacak aracın altına doğru yükselir. Operatör yakıt tankını bağlantı noktalarından araca monte eder. Bu noktadan sonra iki farklı senaryo söz konusudur. Birinci durumda operatör yakıt tankı montajı için ayrılan süre içerisinde montaj işlemini bitirir ve algoritma sonraki basamaklara devam eder. İkinci durumda ise operatör yakıt tankı montajı için ayrılan sürede işlemi bitiremez. Bu durumda hareketli platformun yataklama kursu bir noktada biter ve ileri yönde sınır anahtarına çarpar. Platformun sınır anahtarına çarpması sonucunda ana üretim hattı ile sürekli haberleşen otomasyon sistemi ana hattı durdurarak doğabilecek iş kazalarını ve mekanik arızaları önler. İki senaryodan sonra da algoritma bir sonraki adımla çalışmasına devam eder.



Şekil 4. Yakıt tankı montaj sistemi kontrol algoritması.

Operatörün montaj işlemini tamamlamasının ardından, yakıt tankı ünitesinin ilk konumuna dönmesi için indirme pedalına basması gerekmektedir. Bu pedala basıldıktan sonra yakıt tankı kaldırma ünitesi aşağıya iner ve hareketli platform ile ana üretim hattı birbirinden ayrılır. Bu işlemden sonra operatörün işlemi tamamladığını teyit edebilmek için işlem tamam butonuna basması gerekmektedir. Operatörün işlem tamam butonuna basmasının ardından otomasyon sistemi (program) bütün pistonların başlangıç pozisyonunda olup olmadığını kontrol eder. Bu kontrol işlemi oluşabilecek herhangi bir iş kazasını önlemek açısından önemlidir. Kontrol işleminin olumlu sonuç vermesi sonucunda geri yönlü motor enerjilendirilir ve hareketli platform başlangıç konumuna getirilir. Böylelikle bir aracın yakıt tankının montajı için gerekli olan çevrim tamamlanmış olur. Bu işlemler ile eş zamanlı olarak program güvenlik şartlarını da sürekli olarak kontrol etmektedir. Örneğin acil durdurma butonuna basıldığında veya ön ve arka güvenlik taponlarına herhangi bir temas durumunda sistem ani bir şekilde durarak meydana gelebilecek yaralanmaların ve kazaların önüne geçilmiş olur.

Araç üretimi gibi birçok aşaması ve süreci bulunan endüstriyel sistemlerin kontrolü yalnızca tek PLC ile yapılması hem programlama karmaşıklığı hem de yapısal kablolanmanın maliyetleri noktalarında işlevsel olmayacaktır. Bu tür büyük uygulama sistemleri yapılacak çalışma ve alan göz önünde bulundurularak alt bölümlere ayrılmaktadır. Şekil 5’de bu tür tesislerde yer alan kontrol ve haberleşme ağı gösterilmektedir. Şekilde de gösterildiği gibi sistemin birçok alt birimlere ayrılması kontrol ve uygulama açısından kolaylık göstermektedir. Her bir birim için bağımsız PLC kullanımı, her bir birimin birbirinden bağımsız kontrol edilebilmesine ve daha sonra oluşabilecek durumlara göre sistemin genişletilebilmesine olanak sağlamaktadır. Başka bir ifade ile bir birimde oluşabilecek haberleşme arızası, diğer birimlerin iç döngüsel çalışmalarına engel teşkil etmeyecektir.

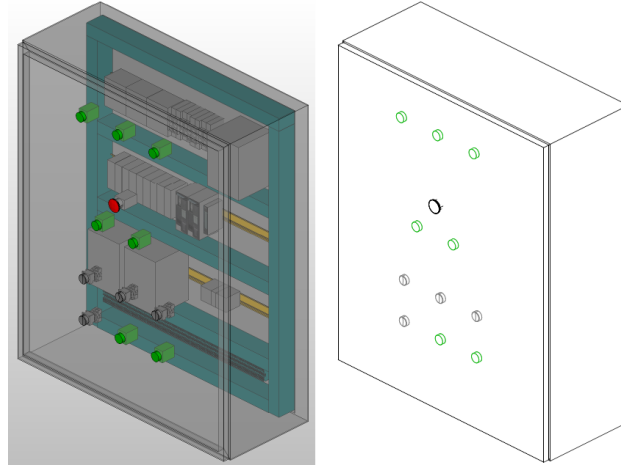


Şekil 5. Yakıt tankı montaj sistemi haberleşme ağı.

Önemli uygulamalarda veri aktarımındaki gecikme bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Zaman kullanımının önemli olduğu uygulamalarda haberleşme anında yaşanabilecek veri aktarımındaki muhtemel gecikmeler göz önünde bulundurulmalıdır [13,14]. Bu gecikmeler hattın uzunluğu ile orantılıdır. Tesisteki birimler arası mesafe, haberleşme sisteminin izin verdiği değer içerisinde olmalıdır. Bu doğrultuda sistemin haberleşmesi için uygun haberleşme protokolünün (profibus, profinet, modbus, vs.) ve bu haberleşme yapısına uygun ekipmanların seçilmesi gerekmektedir. Ayrıca, yapısal kablolanma esnasında haberleşme kabloları ile güç kabloları ayrı

kanallar içerisine yerleştirilmektedir. Her ne kadar haberleşme hatları ile güç dağıtım hatları birbirinden ayrılrsa da, özellikle uzun metrajlı haberleşme hatlarında parazit oluşumu söz konusudur. Bu tür parazitlerin giderilmesi ve haberleşmenin sağlıklı olabilmesi için haberleşme topraklamasının işletme topraklamasından ayrı yapılması tercih edilmektedir.

Şekil 6'da yakıt tank sisteminin elektriksel kontrol ekipmanlarının yer aldığı panel tasarımı gösterilmektedir. Bu uygulamada sistem kontrolü, veri toplama ve işleme kartları veya endüstriyel PLC'ler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu doğrultuda sistem kontrolü için FX serisi Mitsubishi marka PLC tercih edilmiştir. Ayrıca şekilde de gösterildiği gibi operatörün sistemi gerek bakım gerekse de arıza durumlarında el ile kontrol edebilmesi için buton ve uyarı sinyal lambaları yer almaktadır. Yakıt tankı montaj sistem fotoğrafı Şekil 7'de verilmektedir.



Şekil 6. Yakıt tankı montaj sistemi için tasarlanan elektriksel panel.



Şekil 7. Araç yakıt tankı montaj sistem fotoğrafı.

IV. SONUÇ

Ülkemiz, otomotiv üretim ve yan sanayi alanında dünyanın önemli merkezlerinden birisi olmuştur. Dünyanın önde gelen otomotiv üreticilerinin hemen hemen hepsinin ülkemizde fabrikaları bulunmaktadır. Bu fabrikalar, yaptıkları ihracat ve ciro göz önüne alındığında, ülke ekonomimizin lokomotifidir. Bu durum otomotiv sektörüne hizmet eden yan sanayi ve kuruluşlarının artmasına olanak sağlamaktadır. Otomotiv sektörünün, sürekli yenilik ve gelişim içerisinde olması bu kurum ve kuruluşların sürekli bir araştırma ve geliştirmenin içerisinde olmasını zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda, yan sanayi ve kuruluşların yalnızca tamir, bakım, montaj vs. işlemi yapmak değil sistem tasarlamak, geliştirmek ve üretmek gibi noktaları da ele almaları gerekmektedir. Yan sanayi ve kuruluşların bu kriterleri sağlamalarında üniversite-sanayi işbirliği büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma kapsamında tasarlanan yakıt tankı montaj sistemi üniversite-sanayi işbirliği doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan yakıt tankı montaj sistemi üretim bandı ile beraber hareket etme kabiliyetine sahiptir. Ayrıca her hareketli sistemde olduğu gibi, bu sistemde de operatör güvenliği ve ergonomisi ön planda tutulmaktadır. Sistem operatör kontrolünden mümkün olduğunca çıkartılarak üretim hatalarının azaltılması hedeflenmiştir. Tasarlanan sistemle, otomotiv sektöründe üretim sürekliliği, üretim zamanının kısaltılması ve dolayısıyla maliyet kazancı sağlanmaktadır.

TEŞEKKÜR: Yakıt tankı montaj sisteminin kurulmasını gerçekleştiren Marmara Teknik Makina San. Tic. Ltd. Şti. firmasına ve Ömer ZAMBA'ya katkılarından dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

V. KAYNAKLAR

- [1] B. Çengelci, H. Çimen *Endüstriyel Robotlar Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi* **2** (2005) 69-78.
- [2] İ. Uzay, Ş.Su, H. Sarıkaya *Endüstriyel Otomasyon ve Enerji Tasarrufu Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* **5(1-2)** (1989) 823-830.
- [3] M. Ayaz, K. Erhan, E. Taşdemirci, M. Karaçor *Bir Katı Atık Bertaraf Tesisi için Otomasyon Sistem Tasarımı ve Uygulaması Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* **2** (2014) 178–190.
- [4] Ö. Aydoğdu, M. G. Hasırcı, H. Akçay *Bir Entegre Et Tesisinde SCADA Tabanlı Endüstriyel Kontrol Uygulaması, ELECO'08, Bursa-Türkiye*, (2008) 1.
- [5] R. Bayındır, Ş. Demirbaş, A. Bektaş, İ. Çolak *Bir Endüstriyel İşletmede Elektrik Enerjisinin İzlenmesi Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* **24(1-2)** (2008) 154-164.
- [6] H. Toylan, H. Kuşçu *Kütle Duyarlı Elma Sınıflandırma Endüstriyel Otomasyon Tasarımı, Electronic Journal of Vocational Colleges*, Mayıs (2013) 210-216.
- [7] A. Büyükgüçlü, C. Özkök, H. Erdal, *İki Malzemeli Ağırlık Dozajlama Sistemi Otomasyonu İçin Scada Yazılımının Tasarlanması, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük-Türkiye*, (2009) 604.
- [8] Ş. Çavuş, F. Güney, *PLC ile iplik numune boyama makinesi otomasyonu, Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu, Düzce-Türkiye*, (2010) 1.
- [9] A. Büyükyıldız *PLC Kullanılarak Cam Temperleme Fırınının Otomasyonu Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* **13(2)** (2007) 247-256.
- [10] E. Irmak, A. Calpbinici, N. Güler, *Orta Ölçekli Bir İşletmenin Enerji İzleme Sisteminin Tasarlanması Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* **18(2)** (2012) 123-131.
- [11] N. Öztürk, C. Yılmaz, *Ağ Tabanlı Endüstriyel Otomasyonda Ağ Gecikmesinin İncelenmesi, 9. Dumlupınar Üniversitesi Akademik Bilişim Konferansı, Kütahya-Türkiye*, (2007) 155.

- [12] C. Yılmaz, İ. S. Üncü, Profibus-Dp Ağ Tabanlı Bina Otomasyonu Tasarımı, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi **12(2)** (2006) 161-166.
- [13] E. Irmak, A. Calpbinici, N. Güler *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* **18(2)** (2012) 123-131.
- [14] N. Öztürk, C. Yılmaz, *Ağ Tabanlı Endüstriyel Otomasyonda Ağ Gecikmesinin İncelenmesi, Akademik Bilişim Konferansı*, 2007.