

Codesys Tabanlı Hareket Kontrolcü ile Kol Profili Otomasyon Sisteminin Tasarlanması Mehmet Bahadır ÇETİNKAYA^{1*}, Erdi YILDIZ²

¹Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü

²Merkez Çelik A.Ş.

(Alınış / Received: 11.03.2017, Kabul / Accepted: 12.04.2017, Online Yayınlanma/ Published Online: 21.04.2017)

Anahtar Kelimeler

PLC
Hareket kontrolcüler,
Codesys,

Öz : Mobilya sektöründe üretimi en yoğun olan bileşenlerden birisi *Kol Profildir*. Kol profillerinin üretimi esnasında delik açma, somun çakma ve kaynak yapma gibi hassas işlemlerin hatasız şekilde gerçekleştirilmesi son derece önemlidir. Bu çalışmada, Yaskawa MP2310iec hareket kontrolcüsü ve Codesys programlama platformu kullanılarak kol profili üretimine yönelik bir otomasyon sisteminin tasarımı gerçekleştirilmiştir. *Besleme Bölümü, Ara Bölge ve Döner Adım Modülü* olmak üzere üç bölümden oluşan bu sistemde 13 adet servo motor, 1 adet HMI ve 3 adet AC asenkron motor kullanılmıştır. Bu sistem sayesinde günlük üretim adedi artırılmış ve iş sağlığı ve güvenliği açısından riskli durumlar ortadan kaldırılmıştır. Sisteme entegre edilen bir SCADA programıyla sistemin anlık durumları, günlük üretim adetleri, sistemde meydana gelen arızaların takibi ve ürün etüt süreleri kayıt altına alınmıştır.

Design of Arm Profile Automation System by using CODESYS based Motion Controller

Keywords

Codesys,
Motion Controller,
PLC

Abstract : One of the most intensive component of the furniture sector is the *Arm Profile*. Carrying out correctly of the sensitive operations such as drilling, adding nut and welding is very important. In this work, an automation system for arm profile production is designed by using Yaskawa MP2310iec motion controller and Codesys programming platform. The system consisting of three sections as Feeding Section, Intermediate Section and Rotary Step Module contains 13 servo motors, 1 HMI and 3 AC asynchronous motors. Due to the system designed, the daily production capacity has been increased and also risky situations in terms of the occupational health and safety has been decreased. In terms of a SCADA program integrated into the system, the instantaneous status of the system, the daily production capacity, the follow up of faults in the system and the product study times become recordable.

1. Giriş

Kol profili, mobilya ile kolunun bağlantısını sağlayan saplama vidalarının üzerine bağlandığı ve 3 somun deliği, 2 montaj deliği ile 1 montaj sacından oluşan 20x15 mm boyutlu bir kutu profildir. Kol profili üretiminde profil üzerinde deliklerin açılması, profil kenarlarının belirli bir açı ile bükülmesi, somunların ve montaj sacının kaynatılması gibi farklı süreçler uygulanmaktadır. Bu süreçlerin her birisi insan odaklı ve el ile yapıldığında bazı önemli dezavantajların ortaya çıktığı görülmüştür. İnsana dayalı üretimde her bir süreç farklı alanlarda yapılmakta ve her bir alanın ayrı ayrı takibi gerekmektedir. Ayrıca insana dayalı üretimde hatalı üretim oranının yüksek olduğu ve günlük üretim ortalamasının 650-700 adet gibi düşük seviyelerde kaldığı görülmüştür. İnsana dayalı olarak el ile üretilmiş örnek bir kol profili Şekil 1 ile verilmiştir.

İnsana dayalı üretimin düşük performanslı ve yüksek maliyetli olması gibi önemli dezavantajlarından dolayı bütün sürecin mekatronik sistemler tarafından gerçekleştirildiği otomasyon sistemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu makalede, bu amaca yönelik bir otomasyon sisteminin tasarımı ele alınmıştır.

Geliştirilen otomasyon sisteminde insana dayalı gerçekleştirilen hiçbir işlem bulunmamaktadır. Sistemi çalıştıran operatörün görevi ilgili makineyi beslemek ve makinede arıza meydana geldiğinde doğrudan veya dolaylı olarak müdahale etmektir.

Bu sayede iş sağlığı ve güvenliği açısından da güvenli bir sistem oluşturulmuştur. Geliştirilen otomasyon sisteminde, profil üzerinde yapılan tüm işlemler aynı makinede ve hassas bir şekilde yapılacağı için üretilen ürünlerde bir standart ve kalite yakalanmıştır.

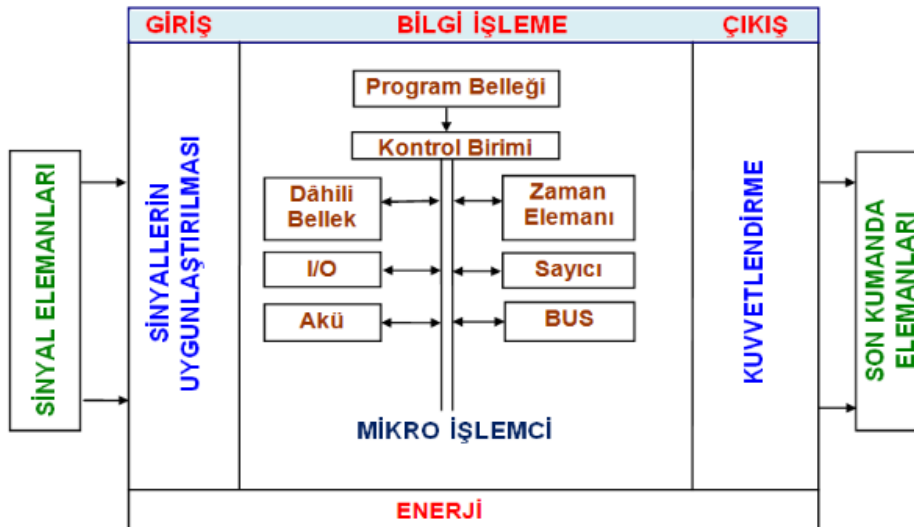
Bununla birlikte otomasyon sistemi insan odaklı üretime göre çok daha hızlı ve hassas olduğu için günlük üretim ortalama 3000 adetlere ulaşmıştır ve hatalı üretim adedi minimize edilebilmiştir.



Şekil 1. İnsana dayalı ve el ile üretilen bir kol profili

2. Programlanabilir Lojik Denetleyici, Hareket Kontrolcü ve CODESYS

Programlanabilir Lojik Denetleyici (Programmable Logic Controller, PLC) girişine bağlanan sensörlerden aldığı bilgiyi hafızasında kayıtlı programa göre işleyerek çıkışlarına bağlanan piston, lamba, motor gibi otomasyon elemanlarını kontrol eden elektronik bir cihazdır. Bir PLC, Şekil 2'de görüldüğü gibi Merkezi İşlem Birimi (Central Processing Unit, CPU), Giriş Bölümü ve Çıkış Bölümü olmak üzere 3 ana bölümden oluşur [1]. Görüldüğü gibi manyetik sensör, indüktif sensör, kapasitif sensör, analog sensör ve buton gibi sinyal elemanlarından alınan sensör bilgileri giriş bölümünden alınarak bir regülatör devresiyle CPU'nun çalışma voltajı olan DC 5V'a indirgenir. Sensörlerden alınan bu veriler daha sonra PLC'nin içerisindeki karar organı olan CPU'ya gönderilir. CPU, sensörlerden gelen bu verileri hafızasında kayıtlı programa göre mantıksal ve matematiksel işlemler yaparak işler ve çıkış bölümüne aktarılır. CPU'da yapılan işlemler sonucu elde edilen DC 0V ve DC 5V değerleri kuvvetlendirilerek sistemdeki çıkış elemanları kontrol edilir [2]. PLC, karmaşık bir otomasyon sistemini kontrol edebilecek nitelikte bir elektronik yapı olmasına karşın bu çalışmada PLC'lere göre bazı daha gelişmiş özelliklere sahip olan *Hareket Kontrolcüler (Motion Controller)* tercih edilmiştir.



Şekil 2. PLC'nin iç yapısı

Hareket kontrolcü, PLC'ler gibi sistemin kontrolünü sağlayan, yüksek RAM kapasitesi, düşük çevrim süresi, çoklu servo motor kontrolü gibi özellikleriyle PLC'lerden ayrılan elektronik bir donanımdır [3]. Geliştirilen otomasyon sisteminde Yaskawa MP2310iec hareket kontrolcü, Mechatrolink haberleşme protokolü ile haberleşen 13 adet servo sürücü, 2 adet uzak I/O modülü, TCP/IP haberleşme protokolü ile haberleşen 1 adet Operatör Paneli (Human Machine Interface, HMI) bulunmaktadır.

Kontrollü Geliştirme Sistemleri (Controlled Development System, CODESYS) programlama dili bütün PLC ve hareket kontrolcülerin programlanabilmesine yönelik geliştirilmiş ortak bir yazılım platformudur [4]. CODESYS programlama platformu günümüzde ABB, Scneider, Wago, Eaton, Mitsubishi, Festo, Beckoff ve Yaskawa gibi birçok üreticinin PLC ve hareket kontrolcülerini desteklemektedir [5]. CODESYS platformu ayrıca Yapısal Metin (Structured Text, ST), Komut Listesi (Instruction List, IL), Fonksiyon Blok Diyagramı (Function Block Diagram, FBD), Sürekli Fonksiyon Tablo Editörü (The Continuous Function Chart Editor, CFC), Merdiven (Ladder, LD) ve Ardışık Fonksiyon Tablosu (Sequential Function Chart, SFC) gibi farklı programlama yapılarına destek vermektedir. Geliştirilmiş olan otomasyon sisteminin hareket kontrolcüsünün büyük bir kısmı CODESYS platformu üzerinde SFC programlama dili kullanılarak programlanmıştır.

3. Kol Profili Otomasyon Sistemi

Kol profili otomasyon sistemi Besleme Bölümü, Ara Bölge ve Döner Adım Modülü olmak üzere 3 ana bölümü içermektedir.

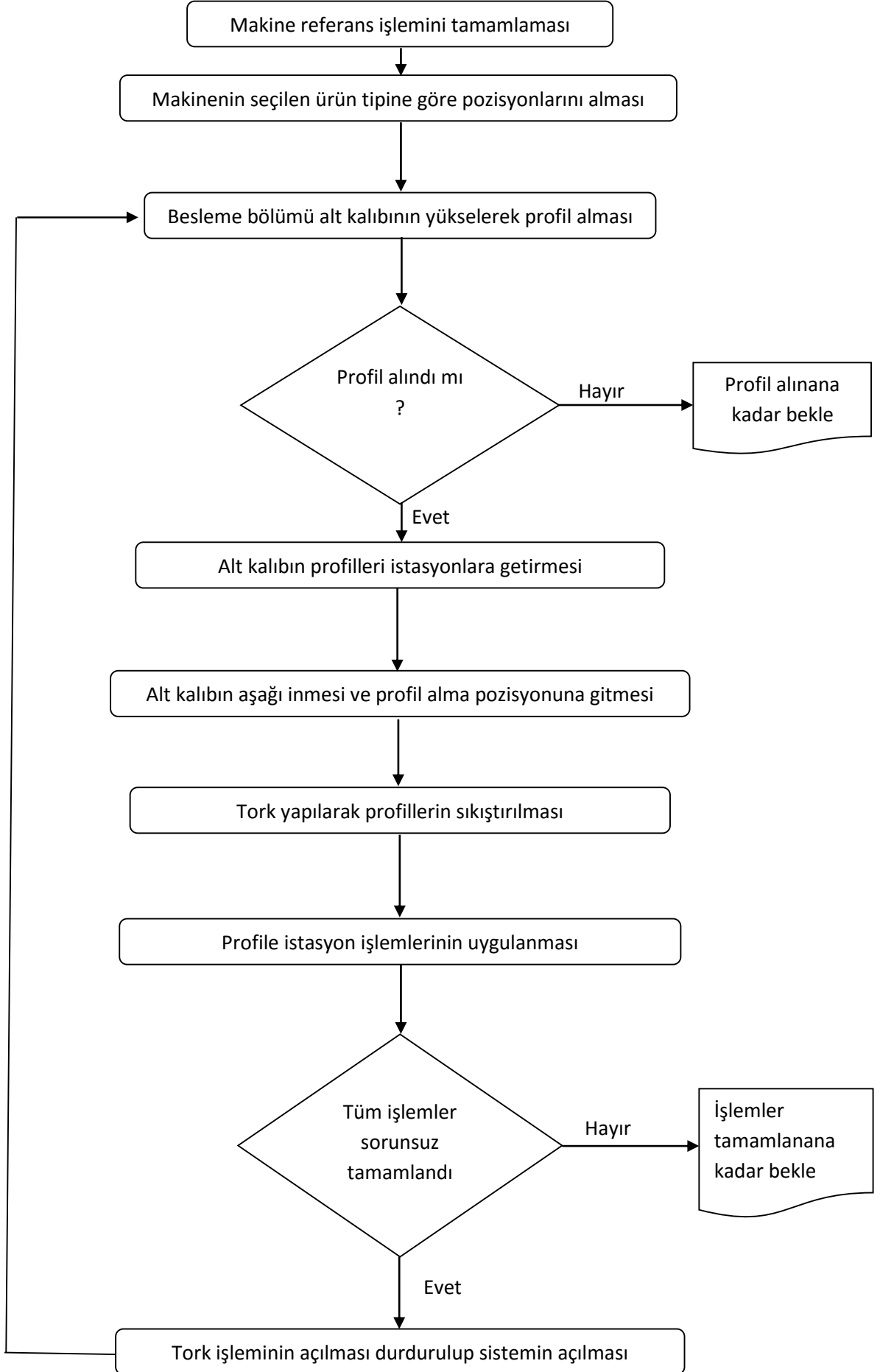
Besleme bölümü 5 istasyondan oluşmaktadır ve bu istasyonlarda yapılan işlemlerin tamamı eş zamanlı olarak, üzerinde 6 adet profil kanalı bulunan bir kalıp üzerinde gerçekleştirilmektedir. Besleme bölümünün birinci istasyonunda yazılım içerisinde tanımlanmış olan koordinatlara hidrolik pistonlar kullanılarak iki adet delik açılmaktadır. İkinci istasyonda açılan bu deliklere somunlar çakılmaktadır. Üçüncü istasyon ise çakılan bu somunların punta kaynağı ile kaynatıldığı istasyondur. Besleme bölümü dördüncü istasyonunda profil kenarları hidrolik pistonlar kullanılarak ezildikten sonra son istasyonda profil kenarları 90 derece bükülmektedir. Besleme bölümü sonunda Şekil 3 ile verilmiş olan ürün elde edilmektedir.



Şekil 3. Besleme Bölümü işlemleri sonucu üretilen profil

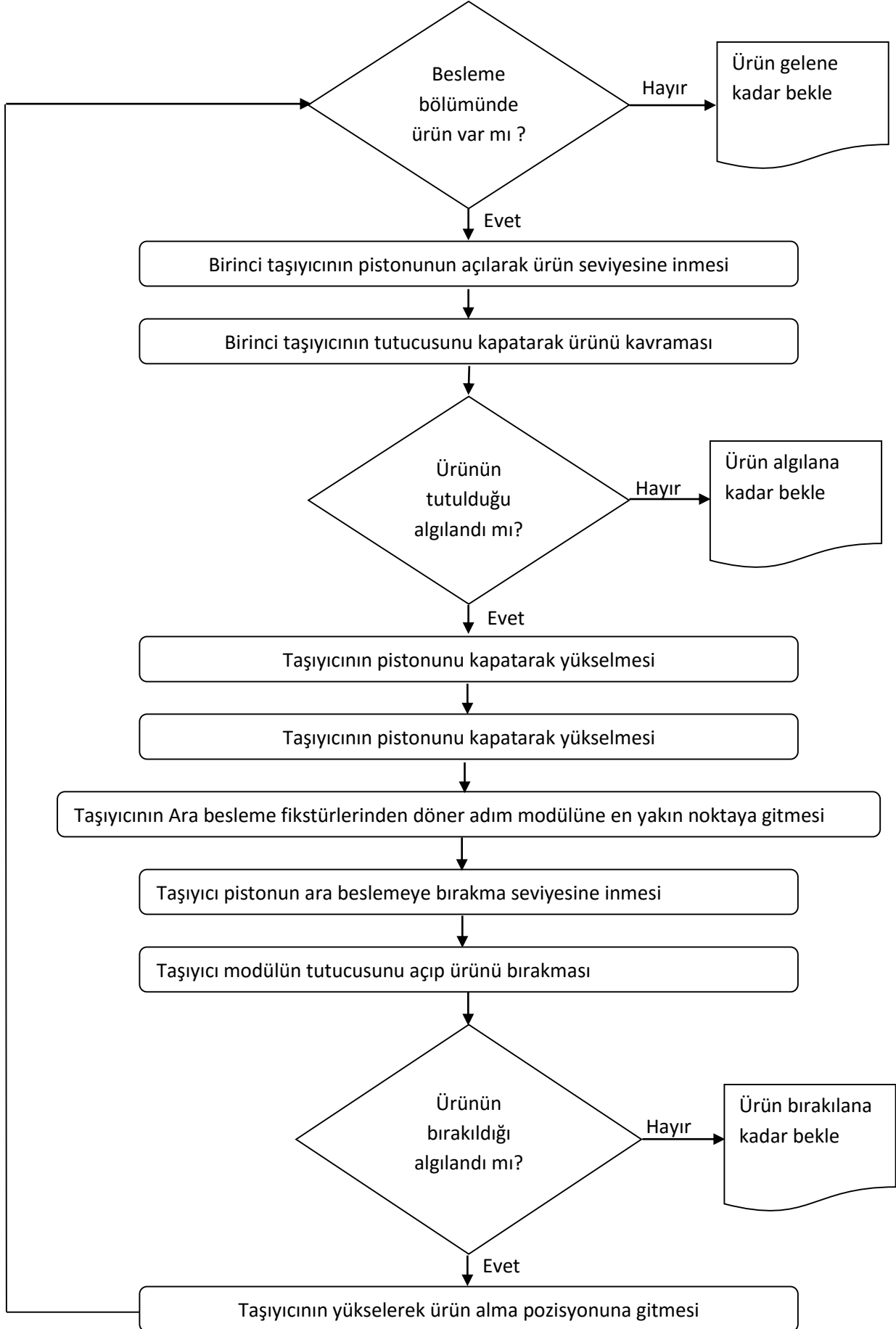
Besleme bölümü için yazılan programın akış diyagramı Şekil 4 ile verilmiştir. Verilen akış diyagramında öncelikle servo motorların referans olarak kabul edeceği noktaların belirlenmesi için makine referans tamamlama işlemini yapmaktadır. Sonrasında ise üretilecek ürünün önceden kaydedilmiş pozisyonlarına gelmesi sağlanmaktadır.

Kol profil otomasyonunun ikinci ana bölümü olan Ara Bölgesi, Besleme Bölümü ile Döner Adım Modülü arasında profillerin depolandığı birimdir. Bu bölgede bir modül üzerinde iki adet taşıyıcı sistem ve beş adet profilin depolanabileceği konum bulunmaktadır. Taşıyıcı sistemlerden ilki, besleme bölgesinden çıkan ürünleri ara bölgeye taşıırken, ikinci taşıyıcı sistem ara bölgede depolanan ürünleri döner adım modülüne taşımaktadır. Taşıyıcı sistemle Besleme Bölümünden alınan kol profili döner adım modülüne en yakın istasyona bırakılmaktadır. Döner adım modülüne ürün taşımak için kullanılan taşıyıcı sistem ise döner adım modülüne en yakın konumdan profili almaktadır. Ara bölge sayesinde besleme bölümü veya döner adım modülünde meydana gelebilecek arıza iki bölümün birbirinden etkilenmesinin önüne geçmektedir. Ara bölge Taşıyıcı 1 ve Taşıyıcı 2 programının akış diyagramı aşağıda Şekil 5 ve Şekil 6 ile verilmiştir.

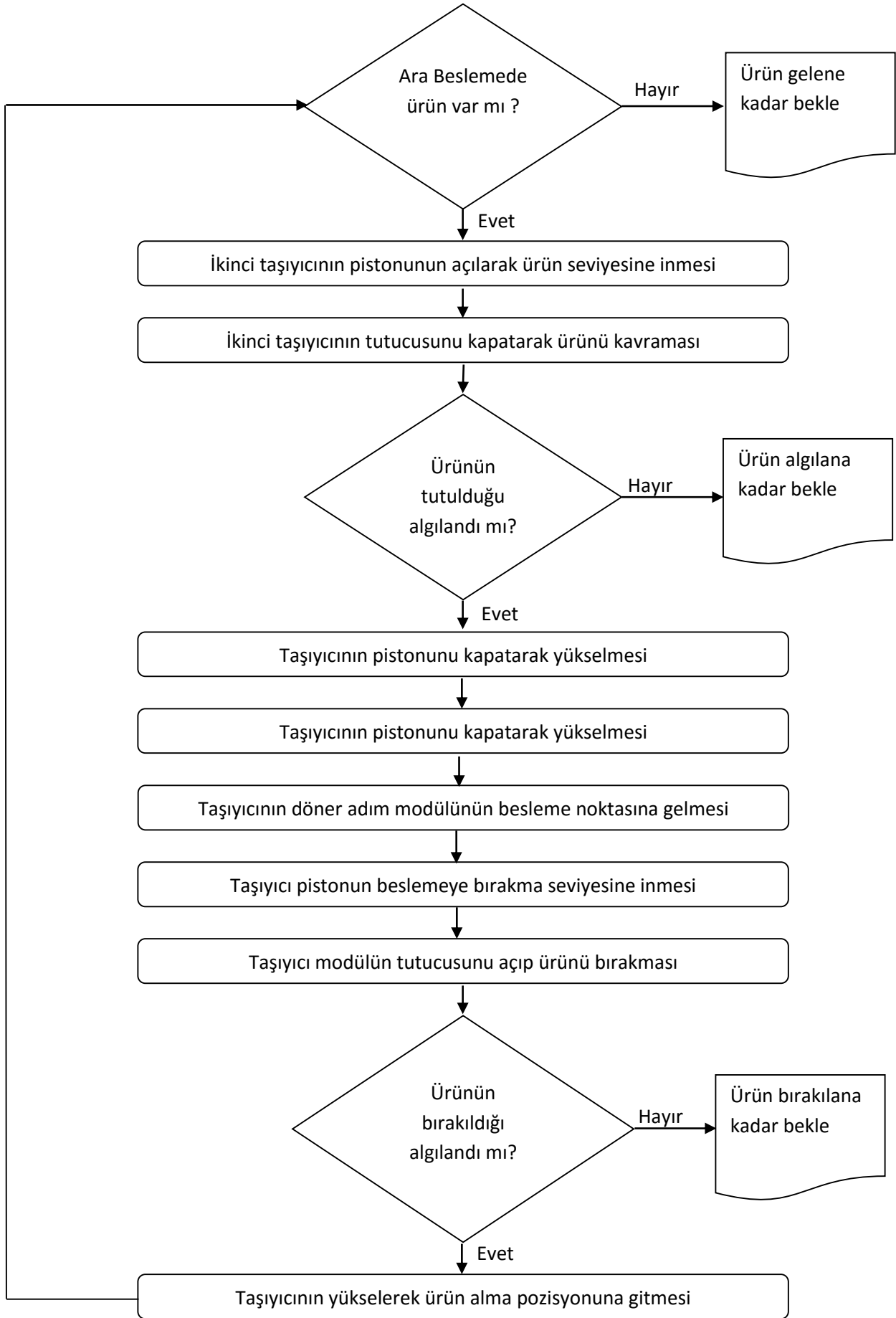
Besleme bölümü akış diyagramı

Şekil 4. Besleme bölümü akış diyagramı

Ara Besleme birinci taşıyıcı akış diyagramı

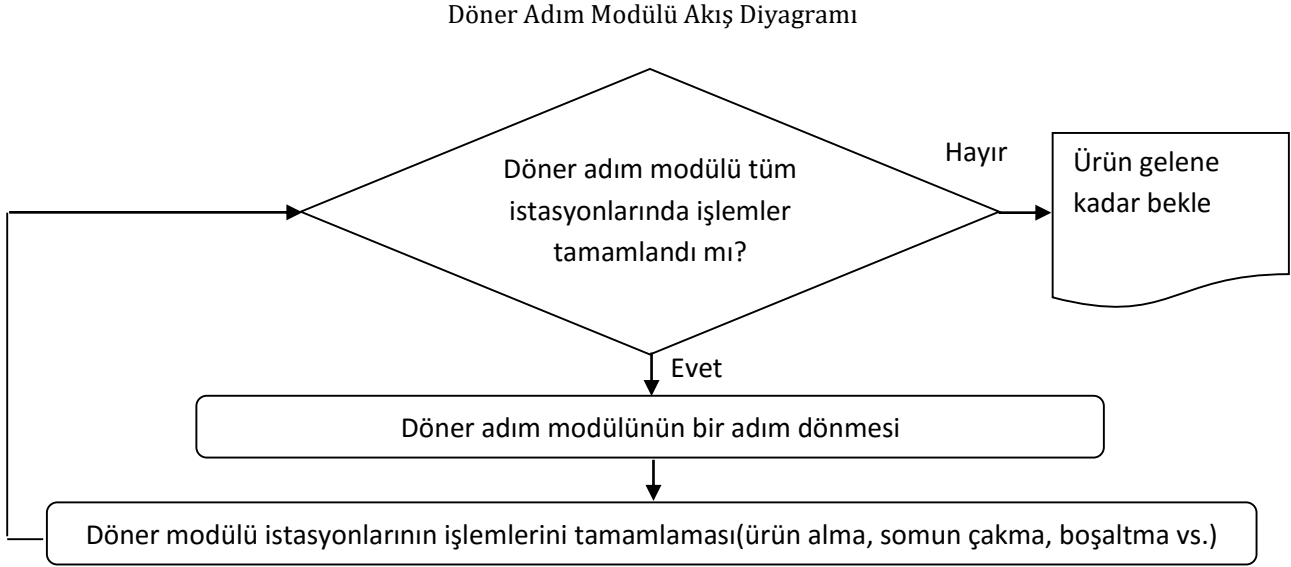


Şekil 5. Ara bölge Taşıyıcı 1 akış diyagramı

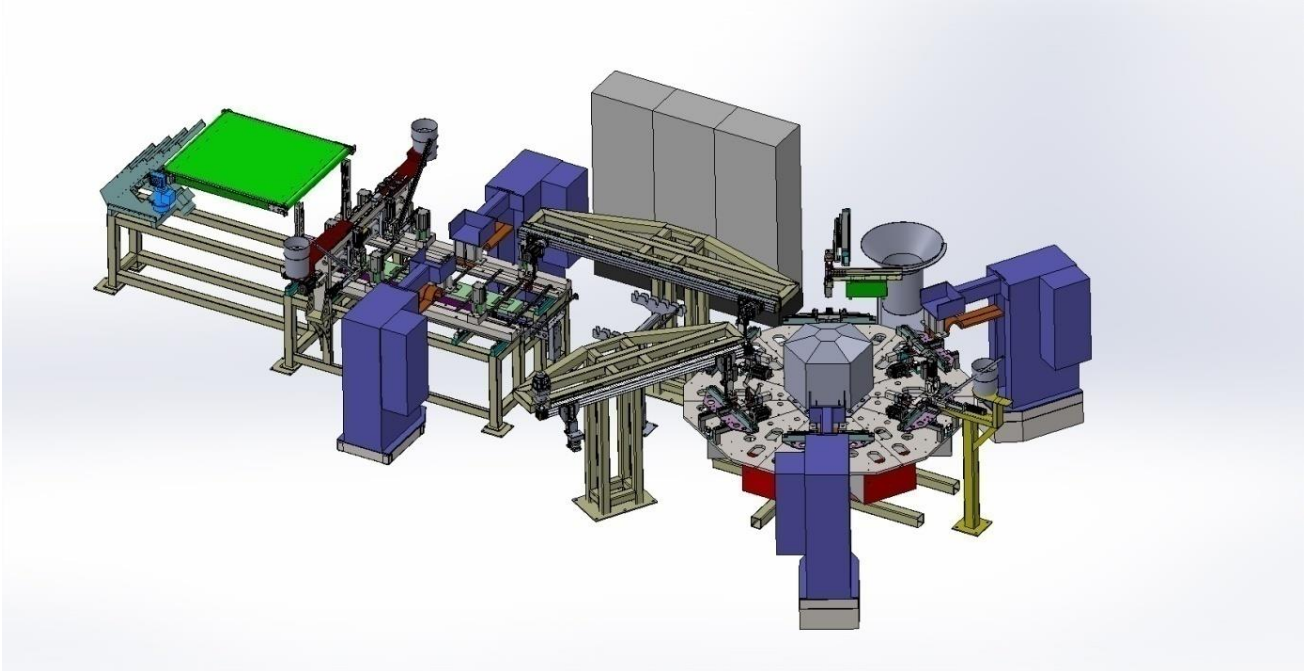


Şekil 6. Ara bölge Taşıyıcı 2 eksenli diyagramı

Döner adım modülü ise montaj sacı işlemleri için 6 istasyondan oluşmaktadır. Döner adım modülünün ilk istasyonu ara bölgeden alınan profilin hizalama işleminin gerçekleştirildiği istasyondur. Hizalama işlemi, iki pistonun profili kenarlarından sıkıştırmasıyla gerçekleştirilir. Döner adım modülü ikinci istasyonunda montaj sacı profil üzerine yerleştirilir. Üçüncü istasyonda ise profil üzerine yerleştirilen montaj sacı profili punta kaynağı ile kaynatılır. Döner adım modülünün dördüncü istasyonunda montaj sacına somun çakılır ve beşinci istasyonda çakılan bu somun punta kaynağı ile kaynatılır. Döner adım modülünün son istasyonunda ise nihai ürün otomasyon sisteminden dışarı atılır. Döner adım modülü akış diyagramı şekil 7 ile verilmiştir. Şekil 8 ile ise sistem genel tasarımı verilmektedir.



Şekil 7. Döner adım modülü akış diyagramı



Şekil 8. Kol profili otomasyonu genel tasarımı

Geliştirilen kol profili otomasyon sisteminde, sisteme entegre edilen SCADA programı sayesinde anlık olarak sistemin çalışıp çalışmadığı, günlük üretim adeti, her bir ürün üretilirken oluşan etüt süreleri, sistemde oluşan arızalar da takip edilmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma kapsamında daha önceden insan odaklı ve el ile üretilen kol profillerinin otomasyon sistemi ile üretilmesine yönelik bir otomasyon sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen kol profili otomasyon sistemi sayesinde günlük üretim adeti önemli oranda artmıştır. Kol profili otomasyon sistemi geliştirilmeden önce 650-700 adet/gün olarak üretilen kol profillerinin, üretim adeti 3000 adet/gün ve etüt süresi 10 s/adet olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca, operatör kaynaklı kalite hataları ve diğer üretim hataları ile iş sağlığı ve güvenliği riskleri büyük oranda azalmıştır. Her birisi farklı istasyonlarda ve farklı operatörler tarafından gerçekleştirilen işlemler tek bir sistem içerisinde birleştirilerek üretim sürecinin takibi ve lojistik anlamda önemli kazanımlar ortaya çıkmıştır. Yapılan detaylı literatür taramalarında ve piyasa araştırmalarında benzer bir otomasyon sistem tasarımının olmadığı görülmüştür. Bu nedenle, tasarlanmış olan sistem özgün bir ürün olarak ortaya çıkmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2016-6830 kodlu Yüksek Lisans Tez Projesi ile desteklenmiştir.

Kaynakça

- [1] Eminoğlu Y. 2010. PLC Programlama ve S7 1200. 2. Baskı, Birsen Yayınevi,300s
- [2] Demirci A. 2012. Laboratuvar ortamında Scada'nın PLC Tabanlı Deney Setlerinde Uygulanması. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 169s, İstanbul
- [3] Anonim, 2012. MP23... iec Hardware MAnnual, 124 s.,Amerika Birleşik Devletleri
- [4] 3s-Smart Software Solutions GmbH, 2003. User Manual For PLC Programming withCoDeSys2.3, 388s., Almanya
- [5] Arslan F. 2013. Codesys ile PLC Programlama. 2. Baskı, Birsen Yayınevi, 250s