

THERMOFORM PAKETLEME MAKİNALARINDA SERVO MOTORUN PLC VE CAN HABERLEŞME PROTOKOLÜ İLE KONTROLÜ

^{*1}Onur KALAYCI, ²Doç.Dr.İhsan PEHLİVAN, ³Mükremin AY

^{*1}Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Mühendisliği, Türkiye

² Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Türkiye

³ Sakarya Üniversitesi, Sakarya MYO, Mekatronik Programı, Türkiye

Özet

Paketleme makinalarının en gelişmiş örneklerinden biri olan thermoform paketleme makinalarında zincirin hareketi için günümüzde en çok servo motorlar tercih edilmektedir. Servo motorların kontrolü genellikle PLC'nin pulse çıkışlarından servo motor sürücüsüne gönderilen pozisyon ve hız referans bilgilerine göre yapılmaktadır. Bu çalışmada zincirin hareketini sağlayan pozisyon ve hız referans bilgilerini PLC'den servo motor sürücüsüne göndermek için, başlangıçta sadece otomotiv uygulamaları için tasarlanan fakat yüksek hız, düşük maliyet ve yüksek kararlılık gibi nitelikleri nedeniyle çok kısa zamanda bir çok endüstriyel uygulamada da kullanılmaya başlanan CAN haberleşme protokolü kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler : PLC, servo motor, Can – Bus, ,Thermoform

Abstract

Nowadays, for the chain movement in thermoform packing machines which are one of the most developed examples of packing machines servomotors have mostly been preferred. The control of servomotors is generally done according to the position and speed reference information sent from PLC's pulse exit to servomotor actuator. In this study, in order to send the position and speed reference information which provides chain movement from PLC to servomotor actuator, CAN communication protocol was used. This communication protocol was first designed only for automotive implementations but then because of the qualities such as high speed, low cost and high stability it was also started to be used in industrial implementation in a short period of time.

Keywords: PLC, Servo machine, Can- Bus, Thermoform

1.Giriş:

Thermoform sözlük anlamı olarak sıcak şekillendirme manasına gelmektedir. Türkiye’de vakum plastik, plastik vakum, termoform adlarıyla da anılmaktadır. Kısaca, ekstruderler’de üretilen plastik levhanın, rezistanslar aracılığıyla ısıtıldıktan sonra kalıpların üzerine vakumlanarak şekillendirilmesi yöntemidir. Vakum plastik yöntemiyle üretilen parçalar genelde büyük parçalar olmakla birlikte, üçüncü boyuttaki derin girinti ve çıkıntıları çok kapsamamaktadır. Özellikle gıda üreticileri tarafından çok tercih edilen bir yöntemdir.

Thermoform olmayan ambalaj makinelerinde kullanılan gıda kapları (tabak) farklı makinelerle ve farklı teknolojiler kullanılarak üretilmektedir. Üretilen bu tabaklar yine farklı makinelerle doldurulmakta, farklı makinelerle kapama işlemi yapılmakta, farklı makineler ile etiketleme ve barkodlaması yapılmakta ve farklı makineler de kutulama işlemleri yapılmaktadır. Paketleme aşamasında bu kadar çok ayak olması, kimi zaman üreticileri zor durumlara sokmaktadır.

Tam otomatik thermoform makineler işte bu sorunları en aza indirmek üzere tasarlanmıştır. Bu makinalarda operatör tarafından tabak ve kapatma film bobini iki ayrı yerden takıldıktan sonra diğer bütün işlemler otomatik olarak yapılmaktadır. İstenilen kalıba uygun tabak üretilir, ürün tartılır, doldurulur, kapaması yapılır, barkodu vurulur, etiketi yapıştırılır ve istenilen adette kutulara doldurulur.

Thermoform paketleme makinalarının çok tercih edilmesindeki en önemli etken, bir çok işlemi bir arada yapabilmesinin yanısıra kusursuz ve kararlı çalışmalarıdır. Bu durumu sağlayabilmek için makinanın otomasyon sistemi de kusursuz ve kararlı çalışmalıdır. Özellikle makinanın temelini oluşturan zincirin milimetrik hassasiyet ile çalışmasını sağlamak için günümüzde servo motorlar kullanılmaktadır.



Resim 1: Thermoform Paketleme Makinası

2.Yöntem ve Materyaller:

Bu çalışmada, thermoform paketleme makinasında kullanılan zincirin hareketi için CAN haberleşme özelliklerine sahip bir servo motor ve sürücüsü, makinanın tüm kontrollerini sağlayan bir PLC ve CAN haberleşme modülü ile kullanıcı ile makine arasındaki iletişimi sağlayan bir operatör panel kullanılmıştır. PLC, operatör panel ile RS-232, servo motor ile CAN seri haberleşme protokolü ile haberleşmektedir.

2.1. Servo Motorlar

Servo motorlar yapılarında daimi mıknatıs bulunduran elektrik motorlarıdır. DC servo motorlarda daimi mıknatıs statorda, AC servo motorlarda ise rotorda bulunmaktadır [1].

Servo sistem, aslında yardımcı eleman olarak görev yapan bir sistemdir. Bu sistemlere elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren elektrik motoru da denir. Servo motorlar pozisyon ve hız kontrolünün gerektiği uygulamalarda pozisyon ve hız bilgisi, geri besleme ile bir karar verme ünitesine göndererek sistemin davranışını kontrol edebileceklerdir. Servo motorun tercih edilmesinin en büyük nedenlerinden biri de geri bildirim olayıdır. Bu ise, geri besleme döngüsü ile gerçekleştirilmektedir [2].

Servo motorlar, bazen kontrol motorları olarak da adlandırılır. Elektrik motorları olarak özellikle kontrol sistemlerinde çıkış hareketini kontrol edilebilecek şekilde tasarlanır ve üretilirler. Servo motorlar, yüksek hız tepkisine sahiptirler. Bu özelliği ile servo motorların düşük rotor ataletine sahip olmaları gerekecektir. Servo motorların kullanım alanı çok geniştir. Servo motorlar; robotlar, radarlar, nümerik kontrollü makinelerde (CNC), otomatik kaynak makinelerinde, pres makinelerinde, paketlenme makinelerinde, sargı yarı iletken üretim ünitelerinde, yüksek hızlı çip yerleştiricilerinde, tıbbi cihazlarda, anten sürücülerinde, PC’lerde CD sürücü kontrolünde, VTR gibi teyp mekanizmalı ürünlerinde, kayıt beslemeli fotokopi mekanizmalarında ve teyp mekanizmalı dijital fotoğraf makineleri vb. yerlerde kullanılır.[3]

2.2. Kontrol Alan Ağı (CAN- BUS)

Kontrol Alan Ağı protokolü, Alman firması olan Robert Bosch tarafından, otomotiv uygulamalarında güçlü bir seri veri iletiminin oluşturulması amacıyla tasarlanmıştır [4]. 1993 yılında ISO tarafından uluslararası bir standart olarak kabul edilmiştir [5].

Kontrol Alan Ağı 2.0A protokolü, uzunluğu 88 ila 108 bit arasında değişen mesajların CSMA/CR (Carrier Sense Multiple Access with Collision Resolution) erişim metoduna uygun olarak iletilmesi prensibine dayanır. Her mesajın 11bit uzunluğunda niteliğini ve aynı zamanda sayısal değeri itibarıyla önceliğini belirleyen öntakısı (Identifier) vardır. Nitelik ile kastedilen, kullanıcı tarafından mesaja anlamlı bir sayısal değer verilmesidir. 11 bit ile 211 değişik nitelik ve öncelik tanımlaması yapılabilmektedir. Kontrol Alan Ağı, 2.0B sürümü için bu değer 229 dur. Sayısal olarak diğerlerinden düşük değeri olan mesajın yüksek önceliği vardır. İki mesajın aynı anda farklı kaynaklardan iletmeye çalışılması durumunda önceliği yüksek olan mesaj ortama erişme hakkına sahiptir [5].

Can Bus içerisinde en fazla 63 cihaz arasında haberleşme kurulabilir. Her cihazın adresi farklı olmalıdır. Kullanılabilecek en uzun kablo uzunluğu 1 km’dir ve bu uzunlukta haberleşme hızı 50 kBit/sec’dir. En yüksek haberleşme hızı ise 1000 kBit/sec’dir ve en uzun 25 m kablo üzerinde kullanılabilir. Bus uzunluğuna göre veri hızı tablo 1’de belirtilmiştir. Haberleşme erişim protokollerinden CSMA/CA’yı kullanarak verilerin haberleşme hattında çarpışmasını en aza indirir. Verilerde bir hata oluştuğunda, alıcı tarafından veriyi gönderen cihaza hata telegramı gönderilir, veriyi gönderen cihaz veriyi tekrar gönderir. Kullanılabilecek en uzun telegram 106 bit’ten oluşur [6].

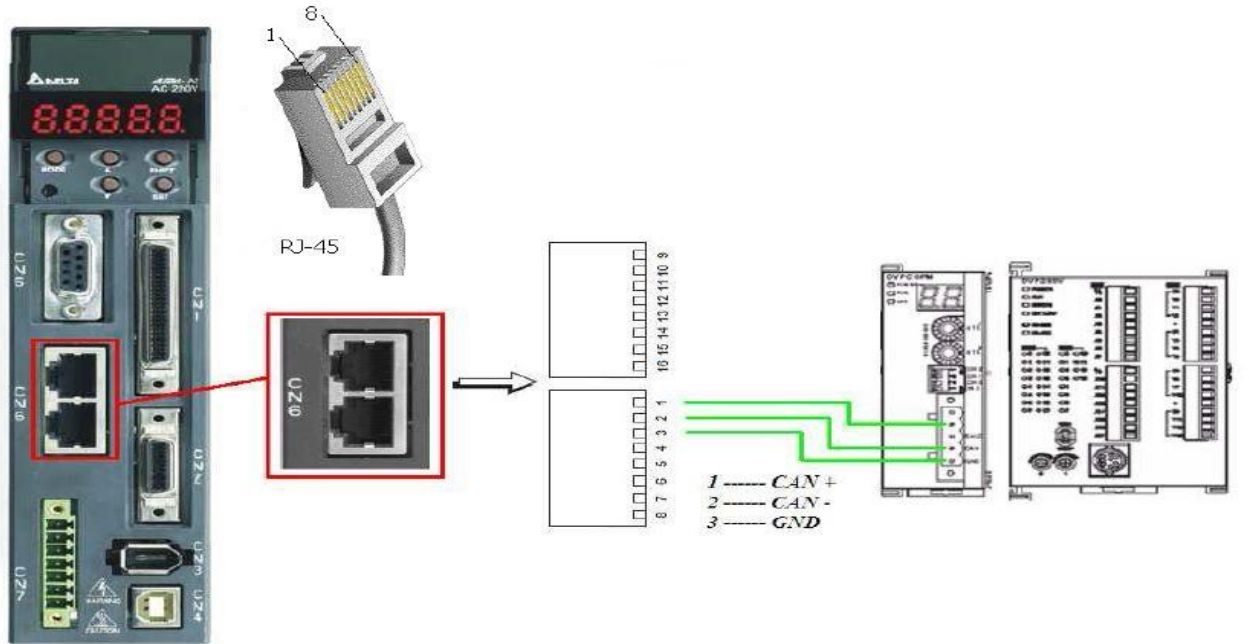
Bus Uzunluğu m	Veri Hızı kbit/s	Veri süresi μ s
25	1000	1
50	800	1.25
100	500	2
250	250	4
500	125	8
650	100	10
1000	50	20

Tablo 1: Bus uzunluğuna göre veri hızı[6]

CAN protokolünün özellikleri: Ağa bağlı bir düğümden tüm sistem kontrol edilebilir. Fonksiyonları kontrol eden komutlar seri olarak gönderildiği için kablo ve konnektör karışıklığı azalır. Sistemin çözülmesi veya toplanması daha kolay ve daha hızlıdır. Verimli hata bulma ve sinyalizasyon sağlar. Kullanıcıya uyarı ve durum bilgisi göndermek için daha yüksek kapasite sağlar. Ağa yeni kontrol birimlerinin kolayca eklenebilmesini sağlar. Ağa erişimde farklı erişim öncelikleri sağlar [7].

2.3 Sistem Bağlantıları:

PLC ve Operatör Panel 24 V D.C ile, servo motor sürücüsü ise 380 V A.C ile çalışmaktadır. Makinanın tüm motor, elektropnömatik valf ve arıza kontrolleri PLC tarafından yapılmaktadır. Servo motor, PLC CAN modülü aracılığıyla sürücüsüne bağlanarak kontrol edilmektedir. Servo motor dışındaki diğer motorlar, PLC çıkışlarından kontrol edilen kontaktörler ile , elektro-pnömatik valfler ise röleler ile kontrol edilmektedir. (Resim 2)

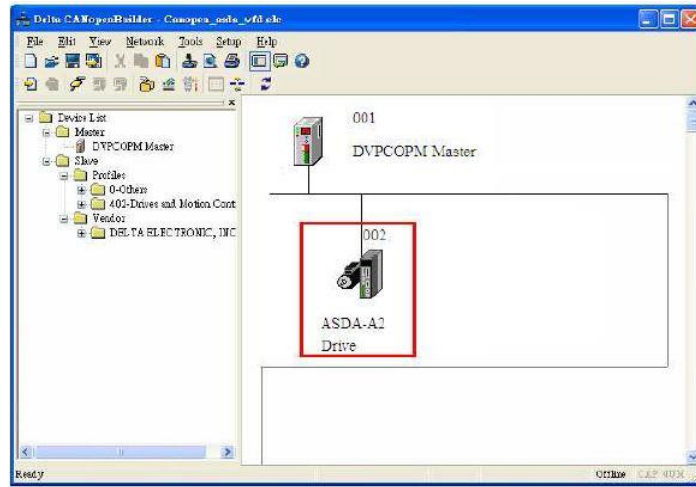


Resim 2: Sistem bağlantısı

2.4. Can-Bus haberleşme:

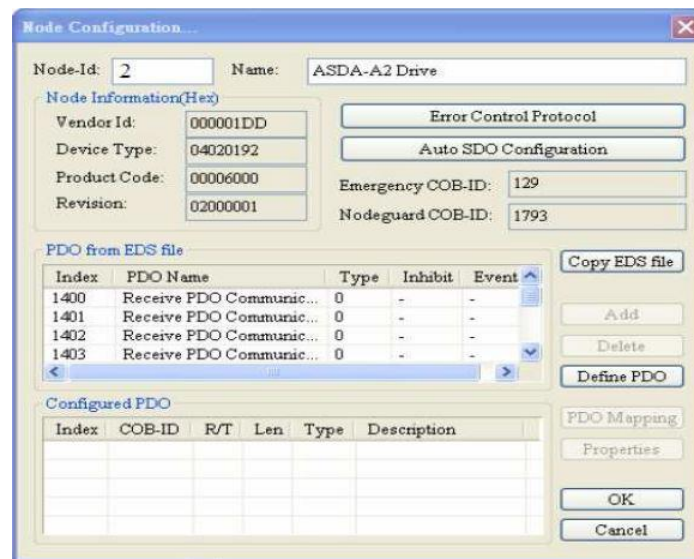
Haberleşme alt yapısını kurabilmek için ilk belirlenmesi gereken sistemde kaç cihaz olduğudur. Haberleşme hattındaki cihazlardan biri, haberleşmeyi başlatması için master seçilmelidir. Birden fazla master cihaz seçilebilir fakat bu haberleşme sisteminin yükünü artırır. Can Bus ile haberleşme kurulmadan önce cihazlar arasında haberleştirilecek sinyallerin belirlenmesi gerekmektedir. Can Bus haberleşme sisteminde üç adet PDO kanalı bulunmakta, her bir PDO kanalından 4 word gönderilebilmektedir. SDO kanalı ile gönderilecek verinin sınırı olmasa da, PDO kanalına göre veri iletim hızı çok düşüktür. Haberleşme kısıtlamalarında dolayı, haberleştirilecek cihazlar arasındaki veri trafiği düzenlenmelidir.[8]

Delta CAN Open Builder Programı ile Master PLC'ye bağlanılarak servo motor sürücüsü bulunur. (Resim 3)



Resim 3: Servo motorun ağda bulunması

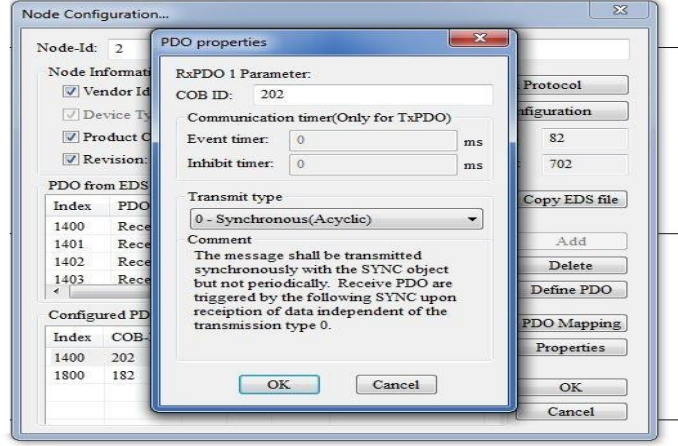
ASDA-A2 Servo sürücüsüne tıklayarak “Node Configuration” ekranı açılır. (Resim 4)



Resim 4: Node Configuration Ekranı

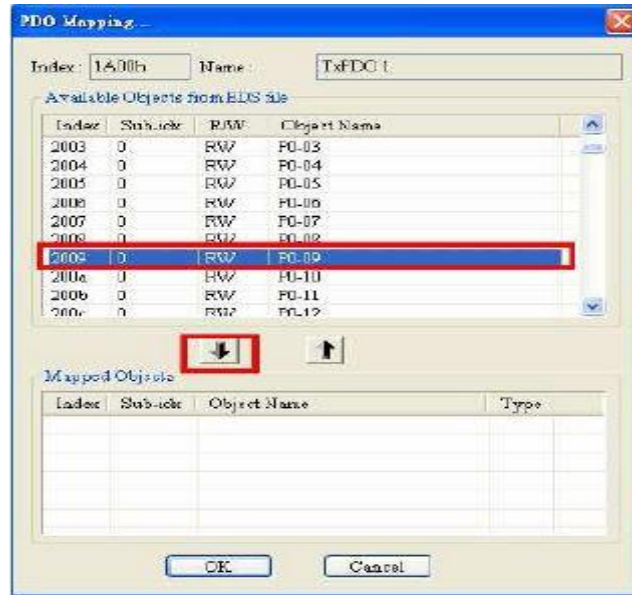
Açılan ekrandan “PDO from EDS file” menüsünden master ve slave modüller arasında yazılacak ve okunacak data adreslerinin olduğu dosyalar seçilerek ayarlanmak üzere “Configured PDO” menüsüne aktarılır.

Burada 1400 ile başlayan dosyalar PLC ve Servo Motor sürücüsüne yazılacak dataları, 1800 ile başlayan dosyalar ise okunacak dataların adresleri içermektedir. Aynı ekrandan her bir dosya ayrı ayrı seçilerek “Properties” butonu tıklanarak aşağıdaki ekran açılır ve buradan “Transmit Type” 0-Synchronous (Acyclic) yani senkron haberleşme tipi seçilir. (Resim 5)



Resim 5: PDO Properties Ekranı

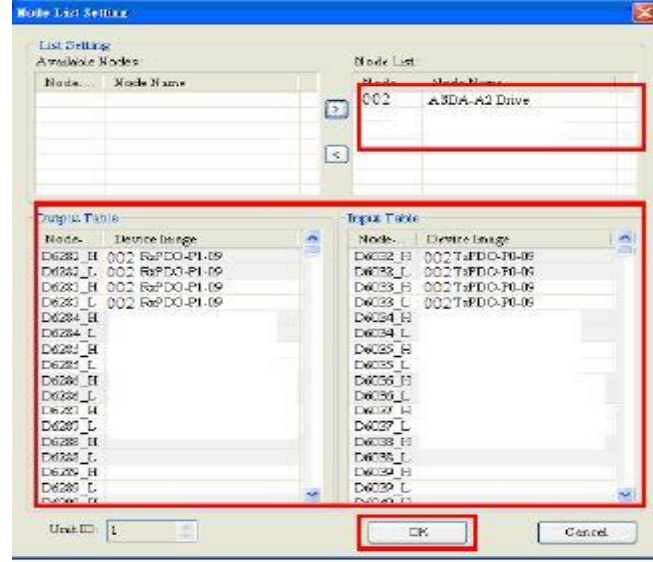
“Node Configuration” ekranından her bir dosya ayrı ayrı seçilerek “PDO Mapping” butonuna basılır ve aşağıdaki ekran açılır. Bu ekrandan okunacak ve yazılacak data adresleri ayrı seçilir. Bu aşamadan sonra servo motor sürücünün CAN-BUS haberleşme konfigürasyonu sağlanmıştır.(Resim 6)



Resim 6: PDO Mapping Ekranı

İkinci aşamada servo motor sürücü tarafında tanımlanan CAN-BUS haberleşme konfigrasyonunun master plc'ye tanıtılması gerekmektedir. Bunun için DVPCOPM Master sembolüne tıklanır ve aşağıdaki ekran açılır. Servo motor sürücü seçilerek “Node List” tarafına aktarılır. Bu ekranda birbiriyle karşılıklı haberleşecek olan adresler “output ve input table” sütunlarında görülmektedir. (Resim 7)

Örneğin: Master PLC’de D6282 adresine yazılan bir data servo motor sürücü tarafında D6032 adresinden okunabilmektedir. Aynı şekilde servo motor sürücüsü D6282 adresine yazılan bir data Master PLC tarafında D6032 adresinden karşılıklı olarak okunabilmektedir.



Resim 7: Node List Setting Ekranı

2.5. Operatör panel:

Termoform makinası operatör panel üzerinden kontrol edilmekte ve izlenmektedir.



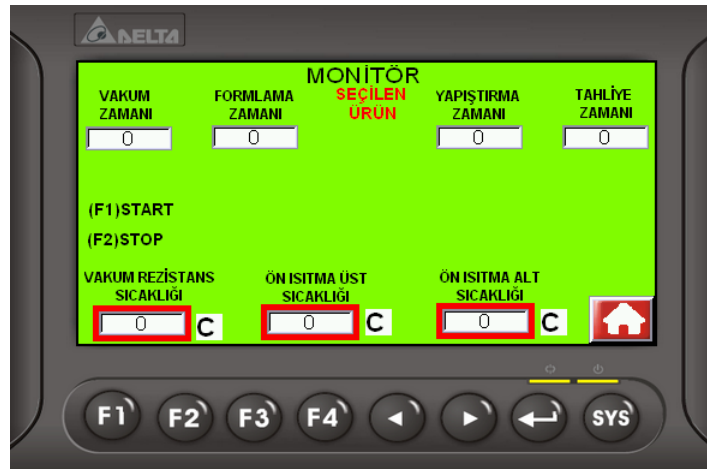
Resim 8: Ana Menü Ekranı

Ana Menü ekranından AYARLAR butonuna basılarak aşağıdaki ekranlar açılır ve makinanın zaman ayarları ile sıcaklık değerleri girilir. (Resim 9)



Resim 9: Ayarlar Ekranı

Aşağıdaki Ana Menü ekranından “MONITOR” butonuna basılarak sistem izleme konuma alınır. (Resim 10)



Resim 10: Monitör Ekranı

Otomatik durumda çalışan sistem istenirse manuel olarak da kontrol edilebilmektedir. Ana Menü ekranında MANUEL butonuna basılarak aşağıdaki ekran açılır ve her bir ünitenin kontrolü ayrı ayrı yapılabilir. Tekrar “Otomatik” butonuna basılarak sistem otomatik çalışma konumuna alınır. (Resim 11)



Resim 11: Manuel Kontrol Ekranı

Servo motor pozisyon ve hız referans ayarları aşağıdaki servo motor ayar ekranından yapılmaktadır. (Resim 12)



Resim 12: Servo Motor Ayar Ekranı

Makinanın tüm arıza durumları ise aşağıdaki alarm ekranından takip edilmektedir. (Resim 13)



Resim 13: Alarm Ekranı

3.Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Delta marka plc, servo motor, operatör panel ve can-bus haberleşme modülü tercih edilmiştir. Plc programlanması için WPL Soft, operatör panel programlanması için DOP Soft ve Can-bus modüllerinin programlanması için CAN open Builder ara yüz programları kullanılmıştır.

PLC ve Servo motor sürücüsü arasındaki CAN haberleşmesi sorunsuz bir şekilde sağlanmıştır. Servo motorun hareketi için gerekli olan pozisyon ve hız referans bilgileri CAN haberleşme protokolü ile servo motor sürücüsüne aktarılmıştır. Thermoform makinasının zincir hareketinin istenilen hız ve pozisyonda hatasız bir şekilde gerçekleştiği gözlemlenmiştir. PLC ve Servo motor sürücüsü arasında sadece tek bir kablo bağlantısı yapılarak, sürücü üzerindeki arıza sinyallerini PLC'ye iletebilmek için sürücü üzerindeki dijital çıkışlar, PLC üzerindeki dijital girişler ve cihazlar arasında sinyalleri taşıyacak kabloların kullanılmasına ihtiyaç kalmamıştır. Bu şekilde kablo maliyeti düşürüldüğü gibi montaj kolaylığı da sağlanmıştır.

KAYNAKLAR:

- [1] Sanyo Denki Handbook (2006) of AC Servo Systems. Product Catalog,
- [2] Yılmaz, F.H. (2008) AC ve DC servo sistem eğitim setinin gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, 1-138.
- [3] Çamlıca, A.S (2013) Servo sistemlerin deneysel olarak incelenmesi.Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
- [4] Kiencke U., “ Controller Area Network-from concept to reality”, ICC’94, proc.1. International CAN conference, 0-11 0-19. 1994.
- [5] Kutlu A., Turan C., “ Elektronik Deney Modüllerinin LabView ile Kontrolü ”, SDU International Journal of Technologic Sciences Vol. 2, No 3, September 2010 pp. 1-8.
- [6] KVASER AB Sweden, CAN
- [7] Kutlu A., “ Wireless Medium Access Control Protocols for Real-Time Industrial Applications ”, The University of Sussex School of Engineering, PhD Thesis, 124s. Brighton, England, 1997.
- [8] <http://www.can-cia.org/can/>