

# ESNEK OTOMASYON SİSTEMLİ VERİ TAKİP SİSTEMİNİN TASARIM VE UYGULAMASI

Bünyamin KAYA \*, Ahmet ALTINTAŞ, Ümit KÖK

## Özet

Bu çalışmada, endüstriyel otomasyon teknolojilerinde sıklıkla kullanılan ve görsel bir programlama dili olan LabVIEW, Türkiye'nin yerli üretimi olan GLC-386R PLC ve TCP/IP haberleşme protokolü kullanılarak, esnek otomasyon sistemli veri takip sisteminin tasarım ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama daha sonra 'Nursan Kablo Donanımları' fabrikasına entegre edilmiştir. Yapılan çalışmada, bir sunucu oluşturulmuş ve her bir konveyör hattına birer adet PC, PLC ve sensörler yerleştirilerek gerçek zamanlı bir veri toplama sistemi oluşturulmuştur. Sunucu bilgisayarda oluşturulan LabVIEW tabanlı arayüz kullanılarak, konveyör hatlarından toplanan verilere göre tesisin üretim analizi ve verimi anlık olarak izlenmiştir. Bu sistem sayesinde ayrıca, tesise ait tüm üretim parametreleri anlık olarak kaydedilebilmekte, kaydedilen parametreler ilgili mercilerle paylaşılabilen ve üretim problemi yaşanan konveyöre anında müdahale edilebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Otomasyon, Veri toplama, LabVIEW, TCP/IP, PLC

## DESIGN AND APPLICATION OF DATA MONITORING SYSTEM WITH FLEXIBLE AUTOMATION SYSTEM

### Abstract

At this work, TCP/IP based data monitoring system with flexible automation system was carried out by using LabVIEW, well-known graphical programming language, and GLC-386R PLC, domestically produced in Turkey. This application, then, was integrated in 'Nursan Wiring Harness' factory. At this study, by establishing a server computer, personal computers, PLCs and sensors on each conveyor line, real time data acquisition system was designed. By means of LabVIEW based server interface, plant production and productivity analysis was accomplished in real time by using the data collected from conveyor line. In addition, all of the plant's production parameters are saved in real time, and that saved information is shared with the other relevant personals; and it enables us to support promptly any conveyor experiencing difficulty.

**Keywords:** Automation, Data acquisition, LabVIEW, TCP/IP, PLC

### 1. Giriş

Endüstriyel otomasyon sistemlerindeki veri toplama sistemleri çok büyük önem taşımaktadır. Veri toplama sistemleri, gerçek zamanlı izleme araçları ile üretim, takip ve verimlilik analizleri için çok zengin raporlama araçları sunmaktadır; ayrıca, yüksek güvenilirlik ve performans ile hassas bir kontrol sağlar, izleme ve raporlama imkânı sunar. Veri toplama, gerçek zamanlı sistem izleme, duruş analiz raporları, üretim raporları, alarm yönetimi, varlık yönetimi, enerji izleme ve kapasite kullanımı veri toplama sistemleri ile gerçekleştirilmektedir [1]. Toplu taşımadan, endüstriyel üretim tesislerine kadar kullanılan veri toplama ve izleme sistemleri ile güvenli ve verimli üretim amaçlanmaktadır [2]. Endüstriyel araçlarda veri toplama sistemleri, mikroişlemci tabanlı kartlar, DAQ veri toplama kartları ve PLC gibi programlanabilir cihazlarla yapılabilmektedir. Her üretici firmanın ve her ürünün kendine göre bir haberleşme protokolü mevcuttur. Bu haberleşme protokolleri genel olarak RS232, RS485, USB, Modbus, TCP/IP gibi haberleşme protokolleridir. Yapılan bu çalışmada veri

\* Nursan Kablo Donanımlar Ar-Ge Merkezi, 43300, Tavşanlı/Kütahya  
E-posta: bkaya@nursankd.com

toplama işlemi, maliyeti düşürmek ve ergonomikliğini arttırmak için PLC kullanılarak TCP/IP haberleşme protokolü üzerinden gerçekleştirilmiştir. Veri toplama sistemlerinde izleme ve analiz işlemlerinin gerçekleştirildiği arayüz SCADA programları genellikle Visual Basic, Delphi, C#, Python gibi yazılım dilleri ile yapılmaktadır; bu programlama dilleri genel olarak grafiksel programlama dilleri olmayıp daha çok, programcı tarafından kaynak kodların yazılmasının zorunlu olduğu dillerdir; kaynak kod yazmak ise belirli seviyede bir uzmanlık bilgisi gerektirir. Bu çalışmada, veri toplama sistemi için tasarlanan arayüz, her geçen gün mühendislik çalışmalarında yaygınlaşan ve diğer dillerden farklı olarak grafik programlama diliyle tasarımcıya kolaylık sağlayan LabVIEW programı ile gerçekleştirilmiştir. Yazılım dili olarak LabVIEW programının tercih edilmesinin bir başka nedeni, tasarımın uygulandığı firmanın 2006 yılından itibaren lisanslı LabVIEW program kullanıcıları olması ve fabrika bünyesindeki birçok uygulamada LabVIEW yazılım-donanımının kullanılıyor olmasıdır; bu sayede yazılım için ayrıca bir harcama yapılmamıştır. LabVIEW programı veri toplama, izleme, analiz ve sonuçlandırmak için gerekli tüm araçlara sahiptir [3-4].

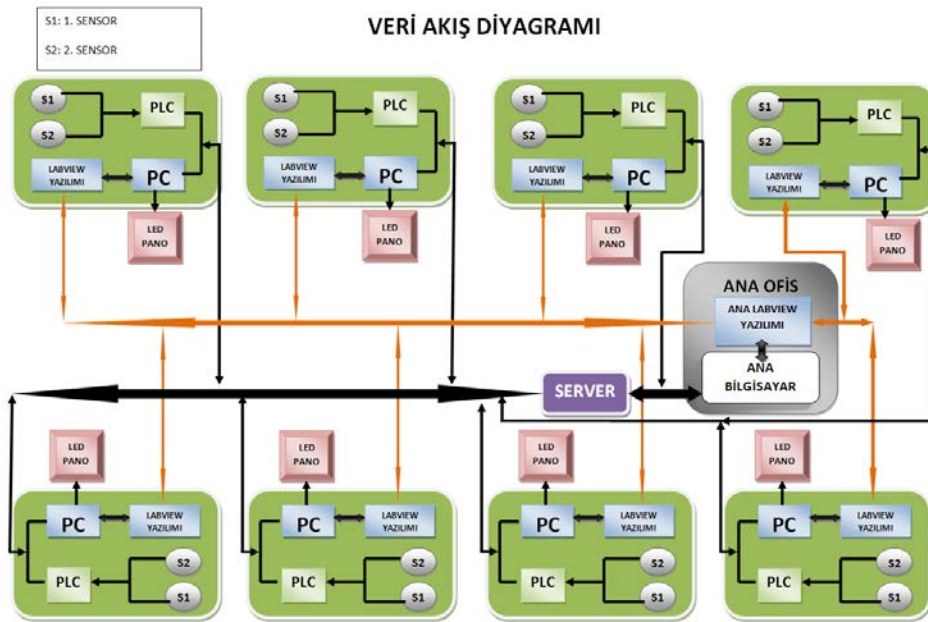
Günümüzde LabVIEW programı ve DAQ veri toplama kartları ile yapılan birçok çalışma mevcuttur. Bunlardan bazıları; güneş emme buzdolabının performansının katsayısını artırmak ve sistem performansını analiz etmek amacıyla kullanılmasıdır [5]; doküman atölyesi için istenilen çevre faktörlerinin sağlanması amacıyla hava sıcaklığı ve nem göre klima kontrollerinin yapılmasında kullanılmasıdır [6]; rüzgâr türbini jeneratörü sistemlerinin gürültü değerlendirilmesinde kullanılmasıdır [7]; tomografik ölçümlerde açığa çıkan radyasyon miktarının belirlenmesinde kullanılmasıdır [8]; LabVIEW tabanlı deney modülünde DC motor hız kontrolünün yapay sinir ağlarıyla gerçekleştirilmesi ve mikro işlemci altyapılı USB haberleşme protokolüyle veri toplama işleminin yapılmasıdır [9]; eğitim amaçlı geliştirilen elektronik deney modüllerinin LabVIEW ile kontrol edilmesidir [10].

TCP/IP haberleşme protokolünün uzun mesafeli noktalara uzaktan erişim imkânı sunması, endüstriyel otomasyon sistemlerinde en kullanışlı haberleşme protokolü haline getirmiştir. PLC kontrollü yüksek hızlı güç hattı için TCP ağ yapılı haberleşme sistemi sıkça kullanılmaktadır. Hızlı erişimle birlikte uzun mesafelerde veri toplama ve veri güvenliği önem kazanmış, üretim kontrol sistemlerindeki network ağlarında daha etkin veri akışını sağlamak için TCP/IP haberleşme protokolü örnekleri kullanılmıştır. Gömülü otomasyon sistemleri için de TCP/IP ağ protokollerinde yeni imkânlar sunulmuş, web tabanlı arayüzlerle tüm tesis üzerinden veri alışverişini ve PLC cihazlarıyla kontrol edebilmeye olanak sağlamıştır [11-13]. Bu çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak arayüz programı LabVIEW platformunda tasarlanmış, maliyeti çok yüksek olan veri toplama kartları yerine yerli üretim olan GLC-386R PLC ürünü kullanılarak TCP/IP haberleşme protokolüyle veri toplama işlemi gerçekleştirilmiş; tasarlanan sistem, ulusal ve uluslararası boyutta otomotiv kablosu üretimi yapan *Nursan Kablo Donanımları* fabrikasına entegre edilmiştir (Söz konusu firma, Kütahya ilimizin Tavşanlı ilçesinde Organize Sanayi Bölgesinde bulunmakta olup yerli ve yabancı araçların elektriksel kablolu sistemlerini üretmektedir). Bu sistem sayesinde, fabrika bünyesinde bulunan üretim bantlarındaki birçok parametre (hedeflenen üretim adedi, gerçekleştirilen üretim adedi, üretim yüzdesi, üretim zamanları, arıza durumları, vb.) gerek üretim şefleri tarafından gerekse fabrika çalışanları tarafından eş zamanlı olarak kontrol edilebilmekte ve üretim bandının herhangi bir noktasında oluşabilecek aksaklıklara hemen müdahale edilebilmektedir.

## 2. Materyal ve Metot

Tasarımı gerçekleştirilen bu uygulama, otomotiv sanayinde üretilen binek, hafif ticari, ticari (kamyon, otobüs) gibi araçlar için kablolu sistem üreten *Nursan Kablo Donanım* üretim tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Üretim tesisi 15 adet 22m ile 30m arasında değişen konveyör hatlarından meydana gelmektedir. Her bir konveyör hattı birbirinden bağımsız üretim yapabilmektedir. Konveyör hatlarında, sadece konveyörde tamamlanan ürün adedini sayan mekanik bir anahtar (switch) ve ürün adedini gösteren bir gösterge bulunmaktadır; bu yüzden, üretim hattının farklı zamanlardaki verimliliği, hat üzerinde oluşabilecek beklemler ve arıza nedenleri, uzman personelin arızalara müdahale süreci, çalışan personelin ve çevresel faktörlerin üretime etkisi vb. konularda analiz etme imkânı bulunmamaktadır. Söz konusu problemleri aşmak ve üretim hattını daha aktif denetlemek için yeni bir otomasyon sistemi tasarlanmıştır; düşük maliyetli, kolay kurulum ve kullanımlı olan bu otomasyon sistemi, LabVIEW ortamında hazırlanan scada ile gerçekleştirilmiştir.

Geliştirilen bu sistem sayesinde, her bir bağımsız konveyör hattına eklenen PC, PLC ve sensörler yardımıyla, konveyörlerden elde edilen ürün bilgileri sunucu (server) bilgisayara aktarılmış ve sunucu bilgisayardan geri bildirim yapılarak konveyör bandına eklenen büyük monitörlere iletilmiştir. Konveyör hatlarına ait veri akış diyagramı Şekil 1'de verilmiştir. Toplanan veriler analiz edilerek her konveyörün verimi hesaplanmış, verimi düşük olan konveyörlerdeki durağanlık bu sayede aşılmaya çalışılmıştır. Üretim hatlarından elde edilen tüm veriler sunucu bilgisayarda depolanmış, istenilen veriler yine sunucu bilgisayar üzerinden her bir konveyör hattı bilgisayarına e-posta (e-mail) yoluyla aktarılmıştır.



Şekil 1. Konveyör hatlarına ait veri akış diyagramı

## 2.1. Donanımsal Çalışmalar

Kablo donanım fabrikasında bulunan toplam 15 adet konveyör hattı, kablo donanımlarının bulunduğu montaj masası üzerinde hareket ederek, farklı üretim istasyonlarında üretimini tamamlamaktadır. Konveyör hatlarında 18 ile 24 adet arasında değişen montaj masası bulunmaktadır. Her montaj masasında farklı kablo donanımı üretilmektedir. Üretim, konveyör hattında bulunan montaj masalarının belirli hızlarla her istasyonda bulunan operatörlerin önüne gelecek şekilde dönmeleriyle sağlanmaktadır. Söz konusu firmanın üretimde kullanmış

olduğu konveyör hatları Şekil 2’de görülmektedir. Her bir konveyör hattında, tasarımı yapılmış programın çalıştırıldığı bir adet bilgisayar, verilerin sensörlerden toplanmasında kullanılan PLC (GLC-386R) ve konveyör hattında en son üretimin gerçekleştiği montaj masasının geçişini kontrol eden sensörler bulunmaktadır.



Şekil 2. Kablo donanım üretiminde kullanılan konveyör hatları (Fabrikadan genel bir görünüş)

### 2.1.1 Ana İzleme Ofisi

Fabrika bünyesinde bulunan üretim müdürlüğünde, konveyör hatlarında üretilen donanımların takibinin yapıldığı bir ana ofis izleme istasyonu oluşturulmuştur. Bu istasyona, konveyör hatlarından sorumlu olan mühendisler ve üretim sorumlularının sorumlu oldukları konveyör hatlarına ait bilgileri takip edebildikleri bir izleme ekranı (42" Led TV) monte edilmiştir. Ayrıca, tüm verilerin toplandığı ve değerlendirildiği, otomasyon sisteminin kontrol edildiği ve otomasyon sistemine harici veri girişlerinin yapıldığı yüksek özellikli sunucu bilgisayar bu ofise konumlandırılmıştır. Sunucu bilgisayar ve konveyör hatlarında bulunan istemci (client) bilgisayarların iletişimi, CAT6 kablolarıyla IpRouter cihazı üzerinden TCP/IP haberleşme protokolü ile sağlanmıştır. Üretim sahasının büyük olması ve konveyör sayısının fazla olması nedeniyle, RS232 ve RS485 standardı kullanılamamıştır. Her bir PLC ve bilgisayara özel bir IP adresi tanımlanmış ve veriler sağlıklı bir şekilde aktarılmıştır. Ana izleme ofisine ait bir fotoğraf Şekil 3'te verilmiştir.

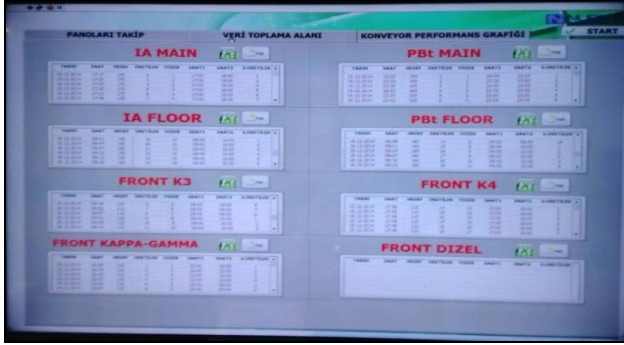


Şekil 3. Ana izleme ofisine ait bir görüntü

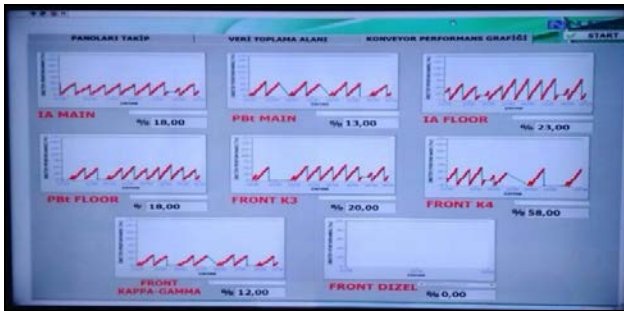
İzleme ekranı, 8 adet üretim bandından gelen verileri ve üretim geçmişini farklı türlerde sunma özelliğine sahiptir. Bunlar, üretim bantlarından gelen anlık verilerin sunulduğu ekran görüntüsü (Şekil 4.a), üretim geçmişinin tablo olarak sunulduğu ekran görüntüsü (Şekil 4.b), üretim geçmişinin grafiksel olarak sunulduğu ekran görüntüsü (Şekil 4.c) şeklindedir. İzleme ekranı, sunucu bilgisayar tarafından kontrol edilmekte ve sürekli güncellenmektedir; izleme ekranına gönderilen her türlü veri, gerektiğinde Excel dosya formatına dönüştürülebilmekte ve yazıcı çıktısı alınabilmektedir.



Şekil 4.a) Anlık üretim verilerinin sunulduğu ekran görüntüsü



Şekil 4.b) Üretim geçmişinin tablo olarak sunulduğu ekran görüntüsü



Şekil 4.c) Üretim geçmişinin grafiksel olarak sunulduğu ekran görüntüsü

### 2.1.2. Programlanabilir Mantıksal Denetleyici (PLC)

Tasarımı gerçekleştirilen otomasyon sisteminin tasarım maliyetini düşürmek amacıyla, PLC olarak Türkiye'nin yerli üretimi olan GLC-386R kullanılmıştır. GLC-386R PLC ünitesi, 8 adet dijital giriş, 6 adet röle çıkışı, 1 adet analog giriş ve 1 adet analog çıkış noktalarından oluşmaktadır. Giriş/Çıkış kapasitesi toplam 16 genişleme modülü bağlantısı ile beraber toplam 270 noktaya kadar artırılabilir. PLC üzerinde standart olarak ethernet portu bulunmakta aynı zamanda bu port programlama portu olarak kullanılmaktadır; ek olarak cihaz, MODBUS TCP protokolüne destek vermektedir [14]. Tasarımda kullanılan PLC üniteleri, sensörler üzerinden veri toplamak ve ana izleme ofisindeki sunucu'ya veri

göndermek için kullanılmıştır. Tasarımda kullanılan PLC'ye ait bir görüntü Şekil 5'de verilmiştir.

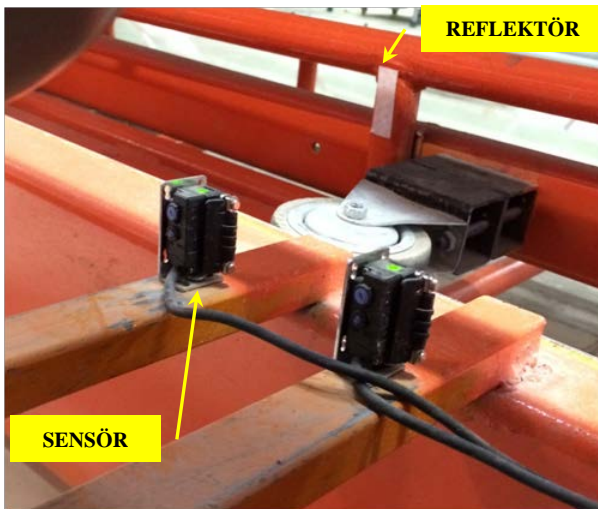


Şekil 5. Tasarımda kullanılan PLC'ye ait bir görüntü

### 2.1.3. Fotosel Sensörler

Konveyör hattındaki montaj masalarında üretilen kablolama donanımlarının sayımı için fotosel sensör kullanılmıştır; tasarımın ilk aşamasında bu amacı gerçekleştirmek için kapasitif sensörler kullanılmış olup, montaj masalarındaki mesafelerin farklı olması nedeniyle kararlı bir sonuç alınamamıştır. Fotosel sensör ve yansıtıcı (reflektör), montaj masalarındaki mesafe değişikliğinden etkilenmediği için iyi bir çözüm üretmiştir.

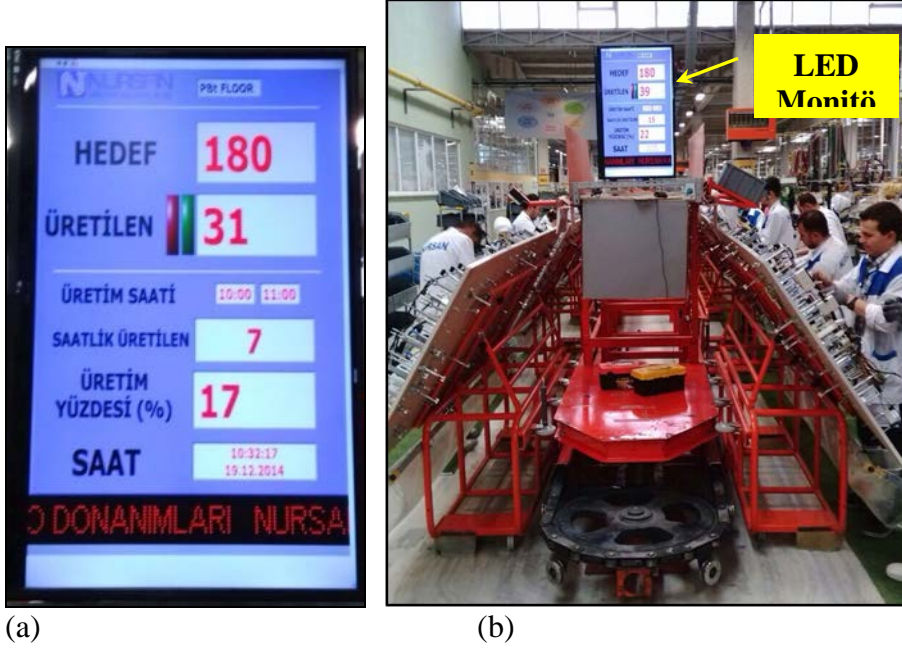
Konveyör hatlarında, üretim yönünde (ileri) ve bazı olumsuz durumlarda da üretim tersi yönünde (geri) dönme durumları oluşmaktadır. Bu şartlar altında, ürün sayımını doğru olarak gerçekleştirmek için, her bir konveyör hattında iki adet sensör yerleştirilmiştir. Ürün sayma mantığı şu şekilde gerçekleştirilmektedir: ürün, sırasıyla ilk sensör ve daha sonra ikinci sensör tarafından algılanmışsa, konveyörün ileri yönde dönmekte olduğuna karar verilmekte ve ürün adedi bir birim arttırılmaktadır; şayet ürün, ilk önce ikinci sensör ve daha sonra birinci sensör tarafından algılanmışsa, konveyörün geri yönde dönmekte olduğuna karar verilmekte ve ürün adedi bir birim azaltılmaktadır. Şekil 6'da konveyör hattına monte edilmiş sensörler görülmektedir.



Şekil 6. Konveyör hattına monte edilmiş sensörler

### 2.1.4. LED Monitörler

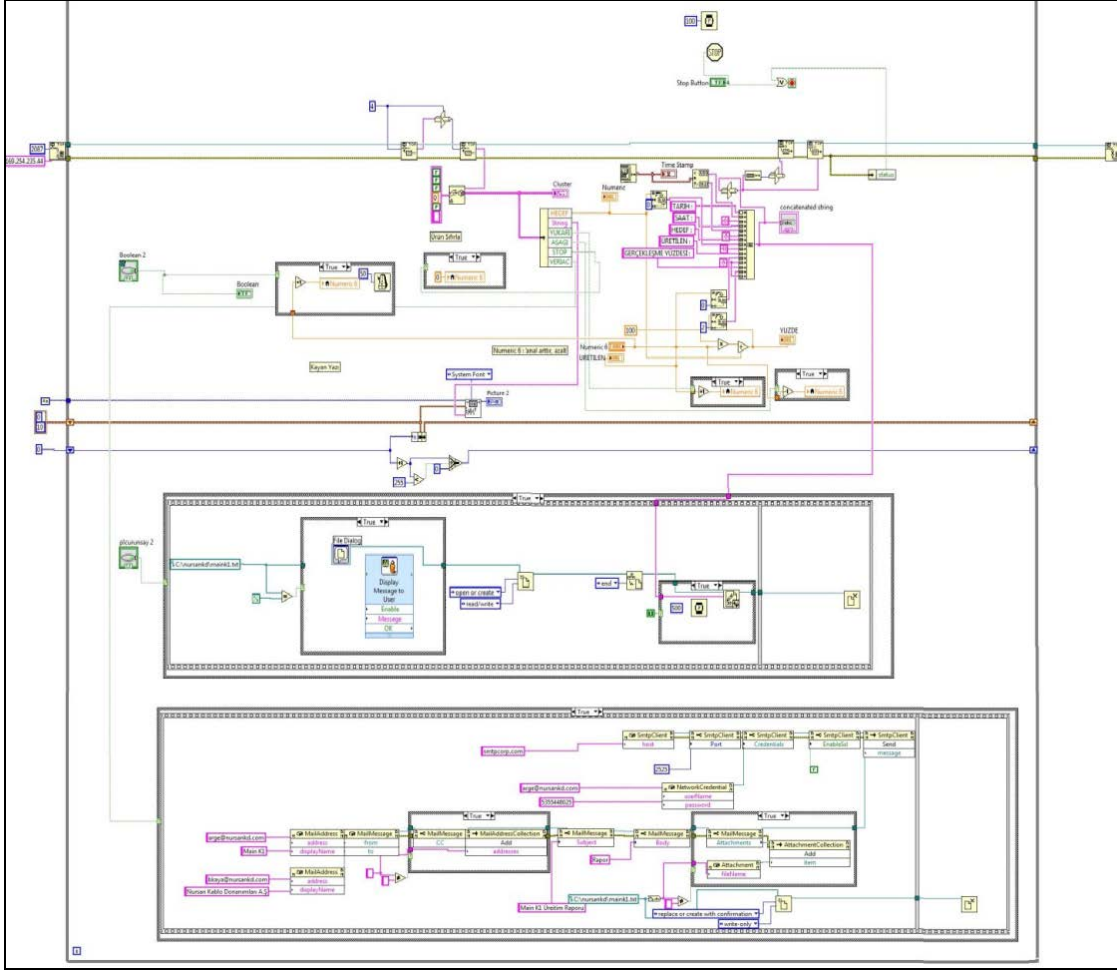
Üretim bantlarında çalışan personelin bilgilendirilmesi amacıyla, her bir konveyör hattına birer adet dijital monitör monte edilmiştir. Konveyör bant uzunluğu ve görme koşulları dikkate alındığında monitör olarak, enerji tasarruflu 32" LED monitör tercih edilmiş ve zeminden 4m yüksekliğe monte edilmiştir. Monitör üzerinde, üretimle ilgili veriler ve saat bilgisi bulunmaktadır. Üretim hattında kullanılan monitörü ve monitörün konumunu gösteren fotoğraflar Şekil 7.a,b'de verilmiştir.



Şekil 7.a) Üretim hatlarında kullanılan monitör, b) Monitörün konumu

### 2.2. Yazılımsal Çalışmalar

Tasarlanan otomasyon takip sistemine ait arayüz programı, LabVIEW ortamında oluşturulmuştur. Ölçme en enstrümantasyon odaklı olarak geliştirilen LabVIEW programı, grafiksel bir programlama dili olup, gerçek zamanlı birçok mühendislik uygulamalarında geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Özellikle kontrol ve otomasyon sistemlerinde, veri toplama ve izleme sistemlerinde, ölçme ve değerlendirme vb. uygulamalarda kullanıcıya büyük kolaylıklar sunmaktadır [15-17]. LabVIEW programı ön panel ve blok diyagram olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır; ön panel, kullanıcı arayüzü'dür ve uygulamayı kullanacak olan kişinin sisteme değerler veya komutlar girmesini ve çıkışları izlemesini sağlar; blok diyagram ise, oluşturulan program ikonlarının birbirleriyle bağlantısının oluşturulduğu ve komutların işletildiği yerdir. LabVIEW programındaki blok diyagram ait bir görüntü Şekil.8'de verilmiştir. Kablo üretimi yapana söz konusu firma, 2006 yılından itibaren LabVIEW yazılımının lisanslı kullanıcısı olup, halen güncellenmiş 2012 yılı sürümünü kullanmaktadır [18].



Şekil 8. LabVIEW programındaki blok diyagram ait bir görüntü

### 3. Sonuçlar

Bu çalışmanın sonucunda, National Instruments firmasının üretmiş olduğu LabVIEW programı kullanılarak, iki farklı bilgisayar için iki farklı arayüz programı tasarlanmış ve bu iki arayüz programı birbirleriyle CAT6 kablolarıyla mesafeden bağımsız olarak TCP/IP protokolü ile haberleştirilip veri akışı sağlanmıştır; birinci tip arayüz programını kullanan bilgisayarlar, fabrika bünyesinde bulunan konveyör hatlarına; ikinci tip arayüzü kullanan bilgisayar (sunucu) izleme ofisine konumlandırılmıştır. Bu sayede verilerin bir merkezde toplanması, izlenmesi ve değerlendirilmesi sağlanmıştır. Alınan veriler sayesinde, üretim ile ilgili tüm parametreler ve üretim verimi hesaplanmış, üretimi düşüren etkenler tespit edilmiş, üretim bandında oluşabilecek arızalara karşı acil müdahale süresi kısaltılmıştır. Ayrıca, Türkiye'nin yerli üretimi olan bir PLC kullanılarak otomasyon veri takip sisteminin tasarım maliyeti düşürülmüştür.

### Teşekkür

Bu çalışmanın yapılabilmesi için bütün imkânları sağlayan ve desteklerini esirgemeyen Nursan Kablo Donanımları San. ve Tic. A.Ş. firmasına teşekkür etmeyi borç biliriz.



## Kaynaklar

1. Enmos Simplicity Smart, “Veri toplama ve izleme”, <http://www.enmos.com.tr/veri-toplama-izleme.html> (20.12.2014).
2. Nicholson A., Webber S., Dyer S., Patel T., Janicke H., “SCADA Security in the Light of Cyber-Warfare”, Elsevier Computer&Security, 31, 418-436, 2012.
3. Basic TCP/IP Communication in LabVIEW.  
<http://www.ni.com/white-paper/2710/en/pdf>, (6.9.2006)
4. LabVIEW Uyumlu Veri Toplama ve Kontrol Kartları  
<http://www.pegem.net/dosyalar/dokuman/26092012440900LabVUEW%20baski.pdf>  
(21.12.2014).
5. Wang L., Tan Y., Cui X., “The Application of LabVIEW in Data Acquisition System of Solar Absorption Refrigerator”, Energy Procedia, vol.16, 1496-1502, 2012.
6. Song J., “Air-condition Control System of Weaving Workshop Based on LabVIEW”, Physics Procedia, 24, 541-545, 2012.
7. Lin B., Xiaofeng L., Xingxi H., “Measurement System for Wind Turbines Noises Assessment Based on LabVIEW”, Measurement, 44 (2011) 445–453
8. Giannone L., Eich T., Fuchs J.C., Ravindran M., Ruan Q., Wenzel L., Cerna M., Concezzi S., “Data acquisition and real-time bolometer tomography using LabVIEW RT”, Elsevier Fusion Engineering and Design, 86, 1129-1132, 2011.
9. Kök Ü., Hocoğlu F.O., Çınar M., “LabVIEW Based Speed Control System Design for a DC Motor”, 6th International Ege Energy Symposium&Exhibition, 297-297, 2012.
10. Kutlu A.,Turan C., “Elektronik Deney Modüllerinin LabVIEW ile Kontrolü”, SDÜ International Journal of Technologies Sciences, Vol. 2, No 3, 1-8, 2010.
11. Mizutani M., Miyoshi Y., Tsukamoto K., Tsuru M., Oie Y., “Network-supported TCP Rate Control for High-speed Power Line Communications Environments”, Elsevier Simulation Modelling Practice and Theory, 19, 69-83, 2011.
12. Cesar D. M., Carsten M. R., “TCP/IP Networking in Process Control Plants”, Elsevier Computing.Engng, 35, 611-114, 1998.
13. Özcan U., Peker A., “Karışık Modelli U-Tipi Montaj Hatlarında Hat Dengeleme ve Model Sıralama Problemleri için Yeni Bir Sezgisel Yaklaşım”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 22, No 2, 277-286, 2007.
14. GmtControl, “GLC-386R PLC”.  
<http://www.gmtcontrol.com/tr/urunler/plc/glc-386r.html> (21.12.2014).
15. Jeffrey T., Jim K., “LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun, Third Edition”, Prentice Hall, 2006.
16. National Instruments, “LabVIEW User Manual”, 2013.
17. Larsen R. W., “LabVIEW for Engineers”, Montana State University, Prentice Hall, 2011.
18. National Instruments, Software: LabVIEW 2012 Professional Development System.