



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/politeknik>



PLC destekli SCADA ile enerji yönetimi için örnek laboratuvar çalışması

Sample laboratory work for energy management with SCADA supported by PLC

Yazar(lar) (Author(s)): Furkan ÜSTÜNŞOY¹, H. Hüseyin SAYAN²

ORCID¹: 0000-0003-3087-895X

ORCID²: 0000-0002-0692-172X

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Üstünsoy F. ve Sayan H.H., "PLC destekli SCADA ile enerji yönetimi için örnek laboratuvar çalışması", *Politeknik Dergisi*, 21(4): 1007-1014, (2018).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.385922

PLC Destekli SCADA ile Enerji Yönetimi İçin Örnek Laboratuvar Çalışması

Araştırma Makalesi / Research Article

Furkan ÜSTÜNŞOY^{1*}, H. Hüseyin SAYAN²

¹Teknoloji Fakültesi, Elektrik Elektronik Müh. Bölümü, Ankara Gazi Üniversitesi, Türkiye

²Teknoloji Fakültesi, Elektrik Elektronik Müh. Bölümü, Ankara Gazi Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 11.10.2017 ; Kabul/Accepted : 07.12.2017)

ÖZ

Bu çalışmada tek merkezden SCADA ve PLC sistemi ile izleme-raporlama, enerji yönetimi ve enerji tasarrufu sağlanması amaçlanmaktadır. Günümüzde teknolojinin gelişmesine bağlı olarak elektrikli aletlerin kullanımının çok hızlı biçimde artması hem şebeke parametrelerini ciddi biçimde bozmakta hem de enerji tüketimini hızla artırmaktadır. Bu değişim enerji kalitesi ve enerji verimliliğinin önemini gittikçe artırmaktadır. Bundan dolayı enerji yazılımları da gün geçtikçe daha elzem hale gelmektedir. Özellikle sanayi bölgelerinde, sağlık merkezlerinde, büyük alışveriş merkezlerinde yaygın olarak kullanılmakta olan enerji yazılımları genel itibarıyla şebekedeki parametreleri takip etmek ve arşivlemek için kullanılmaktadır. Bu bağlamda, bir tesisin sadece elektrik enerji parametrelerini izleme ve raporlama değil aynı zamanda enerji yönetimi sağlamak, arıza tespiti, maliyet ve tüm sistemlerin verimli çalışması için önemlidir. Aynı zamanda tesislerdeki enerji tüketimini azaltmak için SCADA yazılımında rapor sayfaları oluşturarak tasarruf stratejileri oluşturmak maliyet ve şebeke kararlılığı açısından katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Enerji izleme, otomasyon, PLC, SCADA.

Sample Laboratory Work for Energy Management with SCADA Supported by PLC

ABSTRACT

In this study, it is aimed to provide monitoring and reporting, energy management and energy saving with SCADA system supported by PLC from a single center. Today, due to the development of technology, the rapid increase in the use of electrical appliances seriously disturbs the network parameters and increases the energy consumption rapidly. This change is increasing the importance of energy quality and energy efficiency. Therefore, energy software is becoming more and more essential. Energy softwares, which are widely used in industrial areas, health centers and large shopping malls, are generally used to track and archive the parameters in the network. In this context, it is important for a plant not only to monitor and report electrical energy parameters but also to provide energy management, fault detection, cost and efficient operation of all systems. At the same time, creating savings strategies by creating report pages in SCADA software to reduce energy consumption in the facility can contribute to cost and network stability.

Keywords: Energy monitoring, automation, PLC, SCADA.

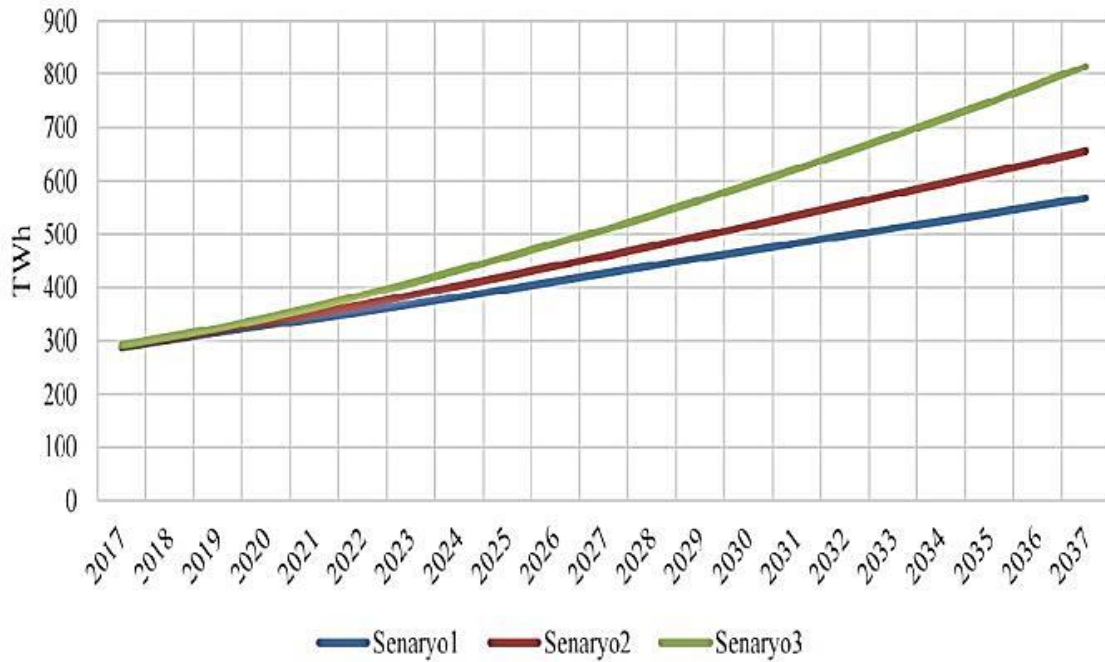
1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kesintisiz, kaliteli ve ucuz enerjinin temini, aynı zamanda enerjinin optimum şekilde kullanılarak tasarruf sağlanması gelişim ve kalkınmanın temellerini oluşturur. Verimi arttırmanın en etkin yolu tüketilen enerjiyi kontrol etmektir. Yaygın enerji kaynaklarının kısıtlı olmasına karşın tüketimin hızla artması verimli enerji tüketiminin önemini ortaya koymaktadır. Şekil 1, Türkiye'nin 2017-2037 yılları arasındaki talep projeksiyonu talebin her geçen gün hızla arttığını ve artacağını göstermektedir. Enerjinin kalitesi, enerji tasarrufunun yanında, üretimde verimi arttırmak ve arıza sıklığını azaltma yönünden de çok kritiktir. Burada şebekedeki reaktif güç varlığı, gerilim düşmesi/yükselmesi, transients (1 saykıldan daha kısa süre içinde ortaya çıkan çok hızlı değişimler), harmonik

bozulmalar, gürültü ve EMI gibi birçok enerji kalitesi problemi de karşımıza çıkmakta ve hem üreticiyi hem de tüketiciyi maddi/manevi zararlara uğratmaktadır. Tüm bu riskleri minimize etmek ve enerji verimliliği için enerjinin üretiminden tüketildiği son noktaya kadar izlenmesi ve en uygun senaryoya göre kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu da üretim, iletim ve dağıtım noktalarına kapsamlı enerji otomasyon sistemleri kurmakla mümkün olacaktır.

Güç kalitesi problemleri analizi ve bu analizlerin SCADA ile izlenmesi ve arşivlenmesi işletmenin enerji dağıtım sistemini izlemek amacıyla kurulmuş olan enerji otomasyonları ile gerçekleştirilmiştir. Örneğin, enerji izleme sistemi için işletme içi kritik noktadaki analizör ile ölçülen enerji parametrelerinin takibi, arşivlenmesi ve grafik ortama aktarılması [2], büyük ölçekli bir endüstriyel tesiste elektrik altyapısını güvenilir hale getirmek için örnek bir uygulama olarak tesis edilmiş decoupling ve yük atma sistemlerinin yapıları [3],

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : ustunsoy.furkan@gmail.com



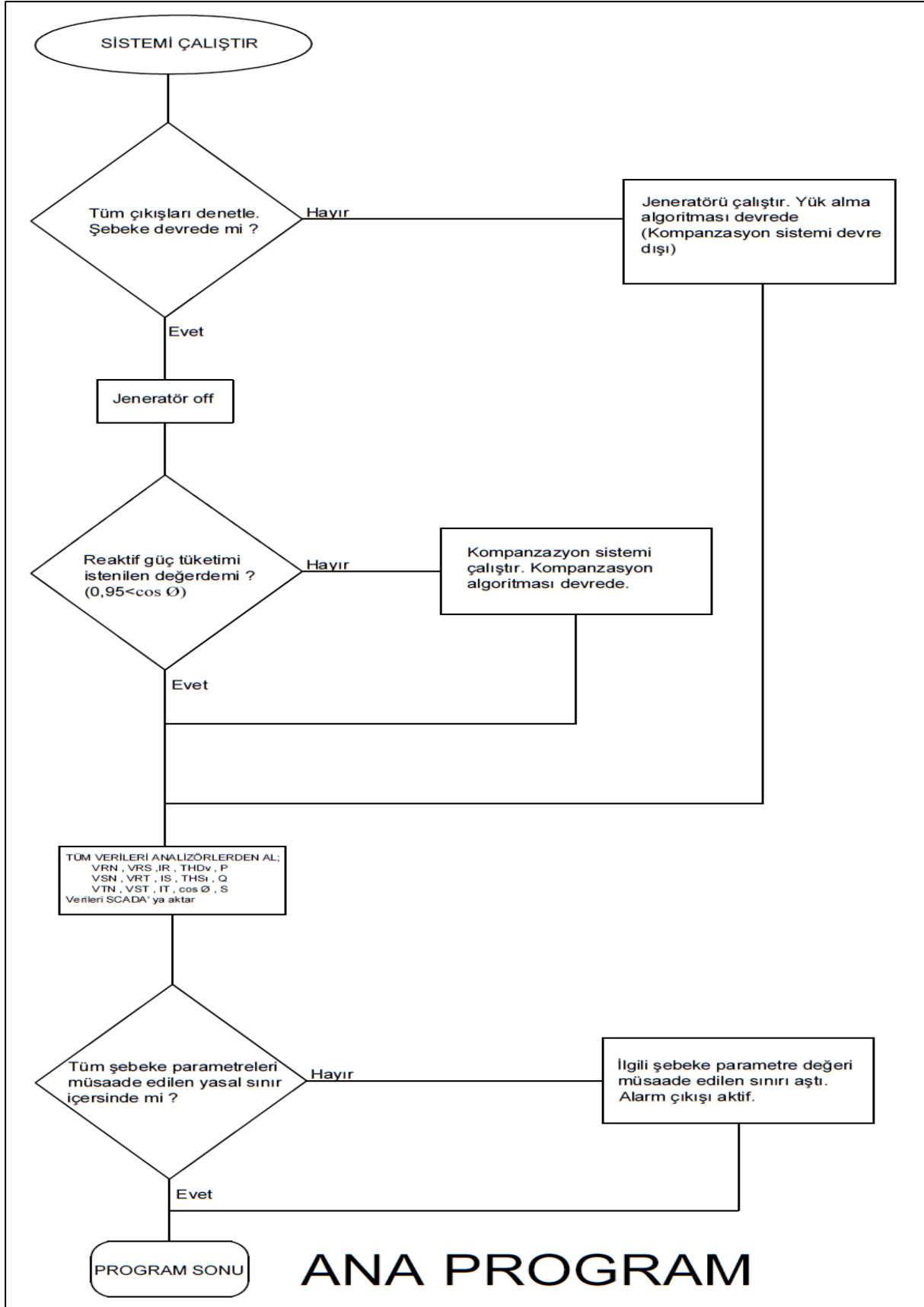
Şekil 1. Türkiye'nin Elektrik Talep Projeksiyonu [1] (Turkey's Electricity Demand Projections)

SCADA (Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama) sistemlerinin temel kavramlarını ve SCADA'nın güç sistemi alanında nasıl önemli bir rol oynadığı incelenmiştir [4]. Bir başka çalışmada, güç kalitesi problemlerinin belirlenebileceği, anlık akım ve gerilim değerlerinin ölçümünü yapan, harmonik analizlerini ve reaktif güç hesaplamalarını gerçekleştirebilen, gerektiğinde uzun dönemli raporlandırıcı, düşük maliyetli bir izleme sistemi tasarlanmıştır [5]. PLC kullanarak pik saatler boyunca endüstride yük kontrolünü sağlamak ve SCADA kullanarak bilgisayar üzerinden motorların tüm yük parametrelerini izlemek hedeflenmiştir [6], bir başka makalede de SCADA sistemlerinin genel yapısı iletişim protokolleri ele alınmış, enerji iletim ve dağıtım altyapılarında kullanılan SCADA sistemlerinin güvenli çalışması için alınması gereken önlemler vurgulanarak, Türkiye'deki durum irdelenmiştir [7]. Diğer bir çalışmada enerji izleme sistemi ile endüstrideki enerji kullanımını denetleyerek güç kesilmesi problemi üzerine basit ve etkili bir çözüm sunulmuş olup [8], bir diğerinde dağıtım şirketinde uygulaması yapılacak olan SCADA/DMS sistemi genel bir şekilde ele alınmıştır [9]. Transformatör güvenliğini sağlamak amacıyla yapılan çalışmada ise transformatör merkezinde meydana gelen olayların kontrol merkezine ve ilgili kişilere aktarılması için GSM temelli bir uzaktan kontrol sistemi geliştirilmiştir [10]. İzlenebilir enerji dağıtım sisteminin bilgi güvenliği için yapılan çalışmada kurulu enerji dağıtım sistemine ait elektriksel parametreleri görüntüleyen ve saklayan enerjisi izleme sisteminin güvenlik riskleri incelenmiştir [11]. Sayaçların uzaktan okunmasını sağlamak ve kullanıcılar için anlık fatura bilgisi sağlayabilmek için yapılan çalışmada GSM ile sayaç okuma sisteminin gelişimi sunulmuştur [12].

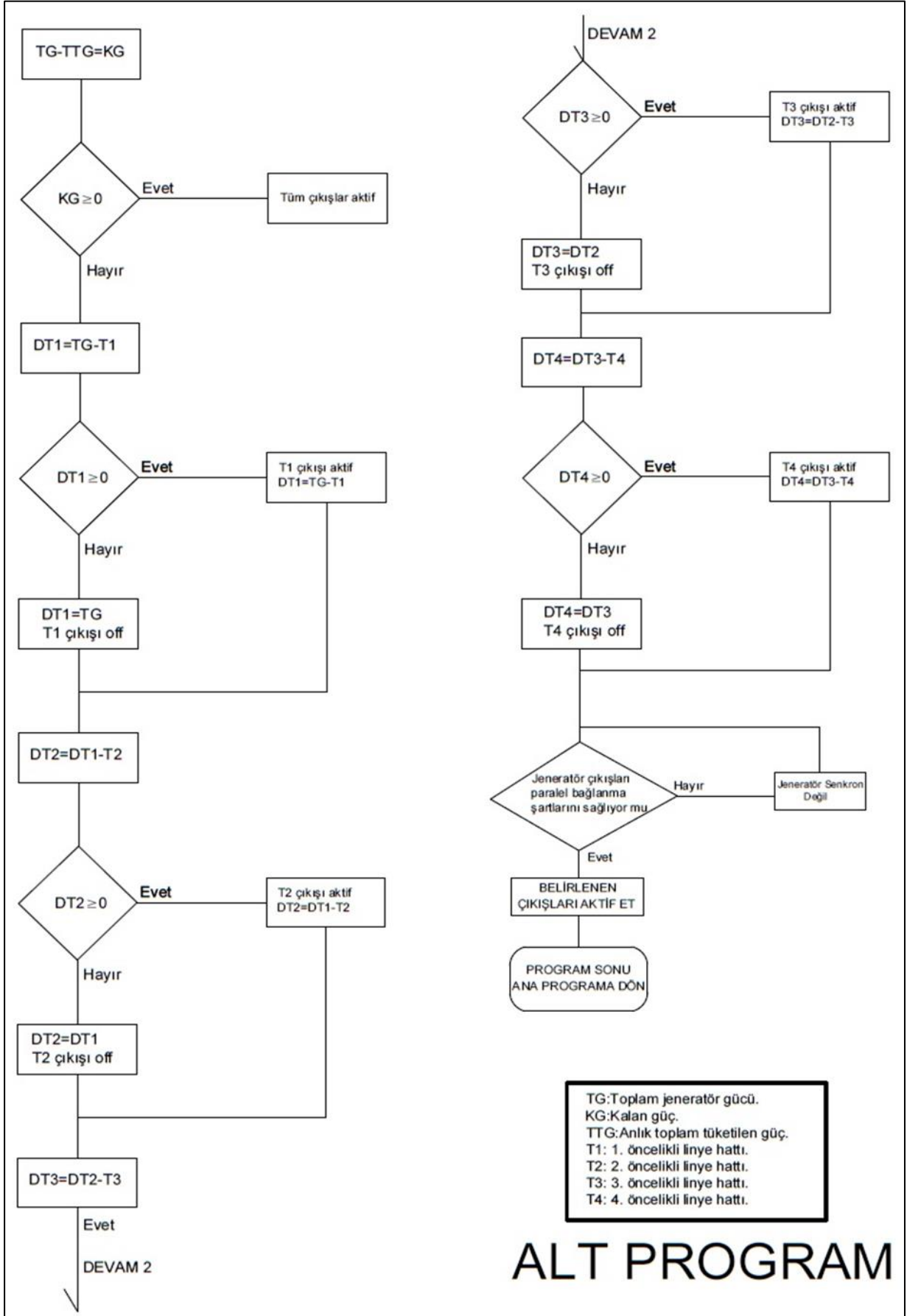
Literatür incelendiğinde çalışmaların çoğu elektrik enerji parametrelerini izleme ve arşivleme amaçlarına yönelmiştir. Bu çalışmada ise tüm bunlarla beraber kompanzasyon ve jeneratör gibi tüm sistemi denetleyerek ve kontrol ederek arızaları minimize etmek amaçlanmıştır. Bunu yaparken kompanzasyon sistemi kontrolünün PLC ile sağlanması hedeflenmiştir. Ayrıca enerji kesintisi yaşandığında öncelik durumuna göre bir yük alma algoritması devreye girerek yüke öncelik sırasına göre enerji verilmesi sağlanmıştır. SCADA sistemi ile ise tüm parametrelerin izlenmesi, cihazların ve sistemlerin durumunun takip edilebilmesi ayrıca SCADA ara yüzünde anlık enerji bedeli hesaplayarak tüketim maliyetinin anlık hesaplanması sağlanmıştır. Mevcut sisteme Modbus, Profibus, Ethernet TCP/IP gibi haberleşme protokollerinden birini desteklemesi durumunda UPS (Uninterruptible Power Supply) cihazı da PLC üzerinden izleme yazılımına entegre edilebilir.

2. SİSTEM MİMARİSİ VE UYGULAMA MATERYALLERİ (SYSTEM ARCHITECTURE AND APPLICATION MATERIALS)

Bu çalışma endüstriyel otomasyon laboratuvarında küçük güçlerde gerçekleştirilmiştir. Ancak tüm yazılım ve algoritmalar endüstriyel bir tesisin enerji izleme ve kontrolünü sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Sistem topolojisi ele alındığında, enerji dağıtım çıkışlarında konumlandırılmış şebeke analizörleriyle elde edilen veriler, PLC'ye aktarılarak hem kontrol hem de PLC'ye bağlı bilgisayarda parametrelerin takibi, arşivlenmesi ve grafik ortama aktarılması sağlanmıştır. PLC ile şebeke analizörü arasındaki bağlantı, ek modül kullanılmadan MODBUS RTU protokolü ile sağlanmıştır. Ek modül



Şekil 3. Ana Program Algoritması (Main Program Algorithm)

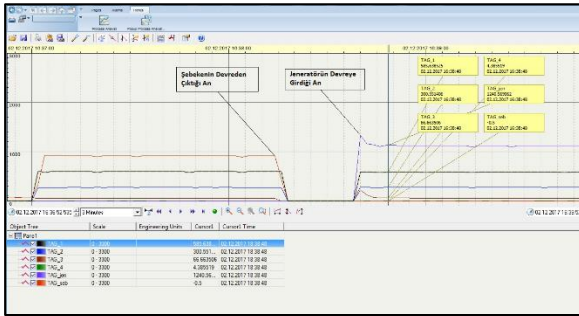


Şekil 4. Alt Program Algoritması (Subprogram Algorithm)

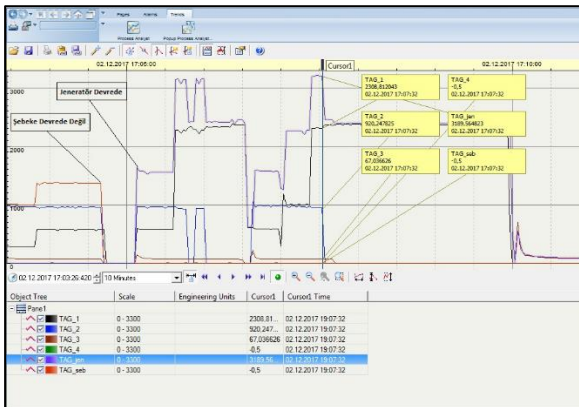
Enerji analizöründen PLC'ye aktarılan veriler izleme bilgisayarına aktarılmaktadır. Burada ölçüm hassasiyeti analizörün özelliğine bağlı olup IEC 61557-12 standardındadır. Analizörden alınan veriler gerçek zamanlı olarak SCADA arayüz ekranına anlık olarak yansıtılmakta ayrıca, 2 saniyelik zaman aralıklarıyla veri tabanına kaydedilmektedir. SCADA arayüz tasarımı için Vijeo Citect yazılımı kullanılmıştır. Grafik ekran tasarlanmadan önce I/O server, trend server, alarm server ve rapor server izleme bilgisayarına kurulmuştur. Tüm serverlar aynı bilgisayarda çalışacak şekilde tanımlanmış ve kullanılan Schneider marka TM241CE40T/U model PLC için ilgili sürücü kurulumu sağlanmıştır. PLC ve izleme bilgisayarı arasındaki haberleşme Ethernet TCP/IP protokolüyle sağlanmıştır. Sonraki süreçte ilgili variable tags, trend tags ve alarmlar tanımlanarak tüm grafik ekranların tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Şebekede enerji kesintisi yaşandığında tesiste aşırı motor yükü olması veya istenmeyen arızalar oluşması neticesinde aşırı yüklenmesi durumunda jeneratörün görevi reddetmemesi için yük alma algoritması devreye girmekte ve öncelik sırasına göre çıkışlara enerji verilmektedir.

Şekil 9' da tüm çıkışların jeneratörün ve şebekenin devreye girme-çıkma anları, Şekil 10' da jeneratör devreye girdikten sonra yük atma durumu görülmektedir.



Şekil 9. Jeneratörün Devreye Girme Durumu (Engaging the generators status)

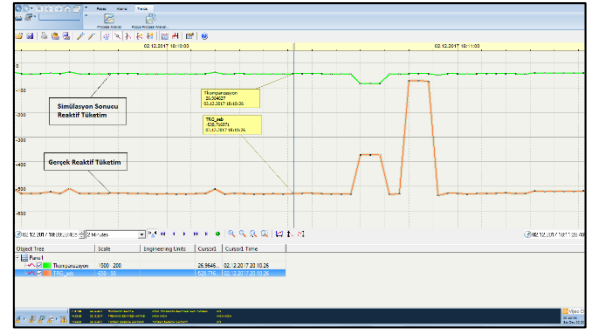


Şekil 10. Yük Atma Durumu (Loading Status)

Şekil 9' da şebekenin devreden çıkmasıyla otomatik olarak jeneratör çalıştır çıkışı aktif hale gelmiştir. Paralel bağlanma şartlarının yerine gelmesi için beklenen süre sonunda jeneratör devreye alınmıştır. Şekil 10' da ise

jeneratörün devreye girmesinden kısa süre sonra yük-1' in aktif güç tüketiminin yaklaşık iki katına çıktığı ve algoritma gereği hızlı bir şekilde yük-2 ve yük-3 için yük atma işleminin gerçekleştiği gözlenmiştir. Bu grafikler incelenirken trend sayfaları için örnekleme süresinin 2 saniye seçildiği göz önünde bulundurulmalıdır.

Uygulama yapılırken laboratuvar ortamında kompanzasyon sistemi kurulmamıştır. Fakat reaktif güç kompanzasyonunu sağlayacak PLC yazılımı tasarlanmış ve çıkışlar fiziksel olarak izlenmiştir. Burada PLC yazılımının içerisinde kompanzasyon sistemi simüle edilmiştir. Şekil 11' de şebeke için gerçek reaktif güç değeri ile simülasyon sonucu üretilen reaktif güç değeri karşılaştırılmıştır.



Şekil 11. Reaktif Güç Gerçek ve Simülasyon (Reactive Power Reality and Simulation)

SCADA sistemi için rapor sayfası da tasarlanmış olup ayrıca trend server için tanımlanan dosya altında da tüm trend taglarının geçmişe dönük bütün değerlerini rapor halinde görüntülemek mümkündür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (RESULTS AND RECOMMENDATIONS)

Gelecekteki akıllı şebekeler, belirsiz koşullar altında güvenilir ve verimli enerji iletimi için esnek, gözlemlenebilir ve kontrol edilebilir bir şebeke mimarisi gerektirir [13]. Bu durum enerji yönetim yazılımlarının önemini ortaya koymaktadır. Özellikle fosil kökenli yakıtların azlığı ve çevresel faktörlerden dolayı elektrikli araçlar günümüzde yaygınlaşmaya başlamakta ve bu konudaki çalışmalar her geçen gün gelişme göstermektedir. Elektrikli araçların içten yanmalı motorların yerini alabilmesi için ülkelerin enerji altyapıları da değişmelidir. Altyapı olarak birçok bölgede şarj istasyonları kurulmalıdır. Söz konusu şarj istasyonları, aracı şarj ederken aktarılan enerji ücretlendirilmeli ve kayıt altına alınmalıdır. Ayrıca dağıtım şirketleri güç elektroniği dönüştürücülerinden kaynaklı harmoniklerin şebekedeki varlığını kısıtlayıcı önlemler almalı hatta hükümetler konuyla ilgili mevzuatlar çıkarmalıdır. Bu durum enerji dağıtım merkezlerinde THD ve harmoniklerin izlenmesi, arşivlenmesi ve buna bağlı algoritmaların geliştirilmesini zorunlu kılacaktır. Ayrıca özellikle ülkemizde kaçak elektrik kullanımı hem maddi kayıplara sebep olmakta hem de enerji tüketimini gereksiz artırmaktadır. Nitekim

bu çalışma, kaçak kullanım sorununu çözmek amacıyla daha önce yapılmış arduino tipi mikrodenetleyici ve GSM modülleri ile kaçak elektrik kullanımının takibi için prototip çalışmasına [14] katkı sağlayabilir ve daha sonra yapılacak çalışmalarla uygulanabilir bir model ortaya konulabilir. Örneğin bu çalışmada geliştirilen enerji yazılımının bir bölgedeki dağıtım trafo merkezlerine kurulması ve kablolu veri akışı sağlanması ile hem tek merkezden kaçak kullanımlar tespit edilebilir hem de otomatik olarak kaçak kullanılan çıkışlar kapatılarak kontrol sağlanmış olur. Böylelikle kaçak elektrik kullanımının belli oranlarda önüne geçilebilir. Bu bağlamda yapılan çalışma kapsamlı elektrik enerji yazılımı ve kontrolünün gelecek projeksiyonda önemini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma Gazi Üniversitesi otomasyon laboratuvarında küçük güçlerde yapılmış olup sistem, endüstriyel uygulanabilirliği olacak şekilde tasarlanmıştır. Çalışmada bir tesisin enerji yönetimi ve akım, gerilim, güç faktörü, $\cos\phi$ (ana harmonik için güç faktörü), güç, frekans ve harmonikler gibi değerlerinin izlenmesi ve arşivlenmesi sağlanmıştır. Bu sayede çalışma, gerçek bir enerji sisteminde minimum arıza oluşumuna ve oluşan arızaların anında tespitine, enerji tasarrufu ile verimliliği arttırmaya, güç tüketiminin yoğun ve pahalı olduğu zaman aralıklarından ucuz olduğu aralıklara kaydırılarak maliyetin azaltılmasına, kritik yüklere kesintisiz ve kaliteli bir şekilde enerji aktarımına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. İnternet: EPDK, Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu, URL: www.enerji.gov.tr, Son Erişim Tarihi: 25.05.2017.
2. Bayındır R., Demirbaş Ş., Bektaş A. ve Çolak İ., "Bir Endüstriyel İşletmede Elektrik Enerjisinin İzlenmesi", *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(1-2): 154-164, (2008).
3. Sivrikaya E. ve Özderli E., "Decoupling ve Yük Atma Sistemleri Uygulama Örneği", *II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi Bildirileri*, İzmir, (2011).
4. Gajbhiye Y.Y., Pjagtap P. and Helonde J.B., "Lab View Study of Electrical Power Distribution System by Using Simatic S7-300 PLC System", *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(4): 143-150, (2014).
5. Topuz M. ve Vardar K., "Düşük Maliyetli Bir Gömülü Güç Kalitesi İzleme Sistemi Tasarımı", *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 36: (2016).
6. Kaur K. and Kaur R., "Energy Management System using PLC and SCADA", *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 3(11): 528-531, (2014).
7. Kara M. ve Çelikkol S., "Kritik Altyapılar: Elektrik Üretim ve Dağıtım Sistemleri SCADA Güvenliği", *IV. Ağ ve Bilgi Güvenliği Sempozyumu*, Ankara, (2011).
8. Thamarai P. and Amudhevali R., "Energy Monitoring System USING PLC & SCADAS", *International Journal of Advanced Research in Electrical*, 3(2): 7126-7133, (2014).
9. Yurdabak M. ve Şekkeli M., "Elektrik Dağıtım Şebekelerinde Scada/Dms Sistemlerinin İncelenmesi ve Uygulanması", *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2): 26-31, (2014).
10. Bekiroğlu E. ve Daldal N., "Transformatör Merkezlerinin Güvenlik Amaçlı Uzaktan İzlenmesi ve Otomasyonu", *e-Journal of New World Sciences Academy*, 4(4): 459-470, (2009).
11. Bayındır R., Sağiroğlu Ş., Çolak İ. ve Özbilen A., "İzlenebilir Elektrik Enerjisi Dağıtım Sisteminin Bilgi Güvenliği Açısından Endüstriyel Risklerinin Araştırılması ve Çözüm Önerileri", *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 24(4): 715-723, (2009).
12. Rodney H.G., Lee C.H. and Mok V.H., "Automatic Power Meter Reading System Using GSM Network", *The 8th International Power Engineering Conference*, Singapore, (2007).
13. Alagoz B.B., Kaygusuz A. and Karabiber A., "A user-mode distributed energy management architecture for smart grid applications", *Elsevier Energy Journal*, 44: 167-177, (2012).
14. Güngör O., "Kaçak Elektrik Kullanımının GSM Aracılığıyla Takibi" *Elektrik Mühendisleri Odası Bilimsel Dergi*, 4(8): 29-33, (2015)