



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 1, Article Number: 1A0065

ENGINEERING SCIENCES

Received: June 2009
Accepted: January 2010
Series : 1A
ISSN : 1308-7231
© 2010 www.newwsa.com

İlhan Garip
Sertaç Bayhan
İlhami Çolak
Gazi University
milhangarip@hotmail.com
sbayhan@gazi.edu.tr
icolak@gazi.edu.tr
Ankara-Turkey

**SENKRONOSKOP CİHAZININ MİKRODENETLEYİCİ TABANLI OLARAK
GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

ÖZET

Bu çalışmada alternatörlerin paralel bağlanması esnasında, frekans eşitliği, faz açısı eşitliği ve senkronizasyon anını gösteren senkronoskop cihazı mikrodnetleyici tabanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada şebeke ve alternatöre ait gerilim sinyalleri, tasarlanan bir ölçme devresi tarafından uygun düzeye dönüştürüldükten sonra sıfır geçiş algılama devresine uygulanarak kare dalgaya dönüştürülmektedir. Kare dalgaya dönüştürülen bu sinyaller, PIC16F877 mikrodnetleyicisi içerisinde C programlama dilinde yazılmış olan program tarafından değerlendirilerek sinyaller arasındaki açı değerine göre senkronoskopun ön panelindeki ilgili gösterge ledi yanmaktadır. Bu işlem senkronizm anına kadar sürmekte ve senkronizasyon sağlandığı anda ön panelde bulunan senkronizasyonu gösteren led sürekli yanmaya başlar. Senkronizasyon rölesi enerjilenir. Böylece gerçekleştirilen mikrodnetleyici tabanlı senkronoskop cihazı ile sadece senkronizm anı izlenmemiş aynı zamanda otomatik paralel bağlanmanın gerçekleştirildiği basit ve kullanışlı bir sistem de elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Senkronoskop, Paralel Bağlama, Faz Açısı, Frekans Eşitliği, Mikrodnetleyici

MICROCONTROLLER-BASED SYNCHRONOSCOPE IMPLEMENTED

ABSTRACT

In this study a Synchronoscope based on microcontroller has been developed to show phase equality, synchronization time and frequency equality while connecting an alternator and grid in parallel. Voltage signals belongs to alternator and grid are converted to certain levels using a measurement circuit developed and then transformed to square waveform by zero crossing detecting circuit. These signals are analyzed in PIC16F877 microcontroller using the program written in C language. Later on phase differences between signals are defined and related LED on the front panel turns on depending on phase difference. This process continuous till synchronizing time and then the related LED indicating the synchronization become on continuously. After that, synchronization relay is energized. So that, Synchronoscope equipment based on a microcontroller has been developed and a new automatic parallel connection system for alternators has been introduced.

Keywords: Synchronoscope, Parallel Connection, Phase Angle, Equality of Frequencies, Microcontroller

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Alternatörler birçok nedenden dolayı paralel çalışmak zorundadırlar. Büyük güçte ki tek alternatörün verimi aynı yükü besleyen iki yada daha fazla alternatöre göre daha düşüktür ve en küçük arıza durumunda sistem devre dışı kalacağından enerji sürekliliği ortadan kalkmaktadır. Oysaki paralel bağlı küçük güçlü birkaç alternatörle aynı yükün beslenmesi durumunda herhangi bir alternatörün arızalanması durumunda diğerleri güç vermeye devam edeceklerinden, sistemin enerji sürekliliği daha yüksektir. Yük değişimlerin de ise, verimi yüksek tutmak amacıyla harcanan güç kadar alternatör devreye alınarak sistemin verimi yükseltilebilir [1]. Alternatörler kendi aralarında ve şebeke ile paralel bağlandıkları zaman bazı şartların yerine getirilmesi gerekmektedir. Paralel bağlanmanın yerine getirilmesi için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekmektedir.

- Paralel bağlanacak alternatörlerin gerilimleri eşit olmalıdır.
- Gerilim dalga şekilleri aynı olmalıdır.
- Paralel bağlanacak alternatörlerin frekansları eşit olmalıdır.
- Paralel bağlanacak alternatörlerin döner alan yönleri (faz sıraları) aynı olmalıdır.
- Alternatörlerin faz açıları aynı olmalıdır. Paralel bağlanma işlemi senkronizasyon anında gerçekleştirilmelidir [2].

Alternatörlerin gerek kendi aralarında, gerekse şebeke ile paralel bağlantılarının gerçekleştirilmesinde gerilim, frekans, faz sırası ve faz açıları eşitlikleri klasik yöntem olarak lamba ve senkronoskop yardımı ile tespit edilmektedir. Günümüzde ise teknolojik gelişmelerle birlikte, paralel bağlanma işlemi mikrodenetleyici, mikroişlemci veya bilgisayar tabanlı sistemler yardımıyla gerçekleştirilmektedir [3,4,5]. Özellikle mikrodenetleyici tabanlı sistemler ulusal ve uluslararası alanda yapılan birçok çalışmada kullanılmışlardır. Mikrodenetleyici yardımıyla faz açısının ölçülmesi [6], şebeke güç katsayısının düzeltilmesi [7], mikrodenetleyici tabanlı multimetre uygulaması [8], mikrodenetleyici tabanlı motor sürme devreleri [9,10,11], güç elektroniği uygulamaları [12,13] gibi alanlarda başarılı çalışmalar bulunmaktadır.

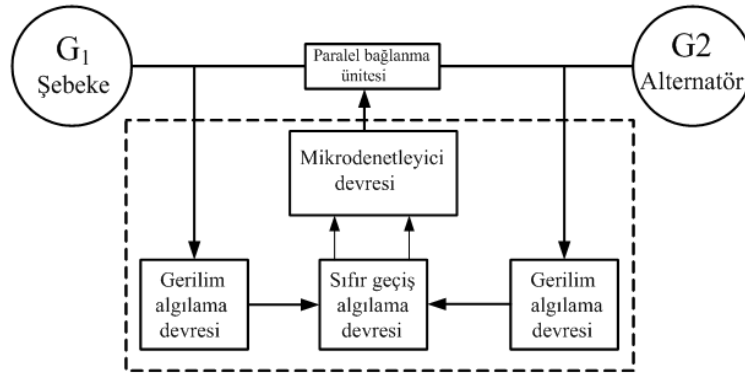
2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (SIGNIFICANCE OF RESEARCH)

Bu çalışmada, alternatörlerin paralel bağlanması sırasındaki senkronizasyon anını ölçmeye yarayan senkronoskop cihazı mikrodenetleyici tabanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Paralel bağlanan sistemlerden (alternatör-alternatör, alternatör-şebeke) alınan gerilim sinyalleri tasarlanan bir ölçüme devresi yardımıyla sıfır geçiş algılama devrelerinin girişlerine uygun düzeye dönüştürülmüştür. Sıfır geçiş algılama devrelerinin girişlerine uygulanan sinüsoidal gerilim sinyalleri kare dalgaya dönüştürülerek mikrodenetleyicinin sayısal giriş kanallarına uygulanmıştır. Mikrodenetleyicide C programlama dilinde hazırlanan yazılım yardımıyla paralel bağlanan sistemlere ait frekans ve faz açısı bilgileri hesaplanmakta ve mikrodenetleyiciye bağlı led grubu uygun sırada yakılarak kullanıcının senkronizasyon sürecini izlemesi sağlanmaktadır. Tasarlanan senkronoskop devresinde her biri 30 dereceye karşılık gelen 12 adet led kullanılmıştır. Senkronizasyon anında senkronizasyonu gösteren led sürekli yanarak senkronizasyon rölesi enerjilendirilmektedir. Böylece bu röleye bağlanan kontaktör enerjilenerek paralel bağlanma otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Gerçekleştirilen mikrodenetleyici tabanlı senkronoskop cihazının en büyük avantajı paralel bağlanmanın otomatik olarak gerçekleştirilmesidir. Geleneksel paralel bağlanmada, senkronoskopu izleyen teknik personelin senkronizm anında paralel

bağlanma kontaktörünü enerjilendirmesi gerekirken, bu çalışmada önerilen sistem kullanıldığında bu zorunluluk ortadan kalkmaktadır. Ayrıca gerçekleştirilen sistem mikrodeneleyici tabanlı hazırlandığı için kullanılan çevre birimler azaltılmış bunun sonucunda da maliyet düşürülmüştür. Sistemin benzeri çalışmalar ticari amaçlı olarak değişik firmalarca gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada endüstriyel bir ürün tasarlanmasının yanı sıra eğitim amacı da göz önüne alınmıştır. Eğitim çalışmalarında sistemin elektrik makineleri laboratuvarında otomatik veya geleneksel paralel bağlanma deneylerinde kullanılması düşünülmüştür. Literatürde eğitime yönelik bir çalışmaya rastlanılmamış olduğundan bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Benzerlerinin aksine maliyet oldukça düşürülmüştür.

3. GERÇEKLEŞTİRİLEN SİSTEM (SYSTEM IMPLEMENTED)

Bu çalışmada, mikrodeneleyici tabanlı bir senkronoskop cihazı gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen cihaza ait blok diyagram Şekil 1' de verilmiştir. Bu blok diyagram; gerilim sinyallerini uygun düzeye dönüştüren bir gerilim algılama devresi, sıfır geçiş algılama devresi ve mikrodeneleyici devresinden oluşmaktadır. Tasarlanarak, uygulamaları gerçekleştirilen bu devrelere ait bilgiler ve devre şekilleri aşağıdaki alt başlıklarda detaylı olarak verilmiştir.

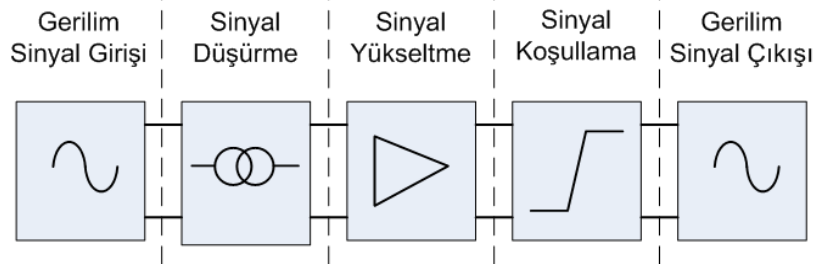


Şekil 1. Gerçekleştirilen sistemin blok diyagramı
(Figure 1. Block diagram of the system implemented)

3.1. Gerilim Algılama Devresi (Voltage Sensing Circuit)

Paralel bağlanacak sistemlerin (Şebeke-alternatör) gerilimlerini sıfır geçiş algılama devresinin girişine uygun seviyeye sinüs sinyali olarak dönüştürmek amacıyla gerilim algılama devresi tasarlanmıştır. Tasarlanan gerilim algılama devresine ait blok diyagram Şekil 2'de görülmektedir.

Tasarlanan bu devrede; ölçüm yapılacak sistemin gerilim sinyalleri, gerilim transformatörleri yardımıyla uygun seviyeye düşürülmektedir. Bu amaçla 250/13.5 Volt gerilim transformatörleri kullanılmıştır. Uygun seviyeye düşürülen gerilim sinyalleri yükseltme devrelerinin girişlerine uygulanarak gerekli kazançlar elde edildikten sonra girişte yaşanabilecek herhangi bir yükselmeyi sınırlamak için sinyal koşullama devrelerinin girişlerine uygulanmaktadır. Güç sistemlerinde yaşanabilecek ani salınımlara karşı giriş değerleri bu devre üzerinde sınırlanmaktadır. Bu devre sistemin kararlılığını sağladığı gibi kısa süreli ani değişimlere hızlı tepki vermesini engellemek amacıyla yönelik olarak ta kullanılmıştır.

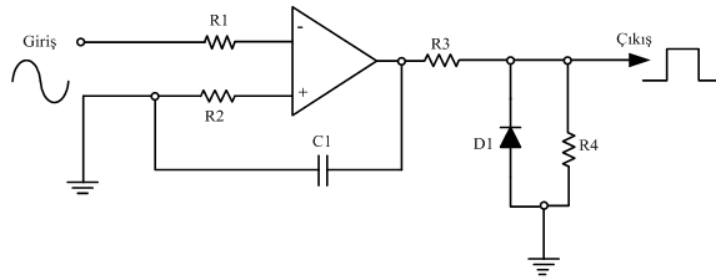


Şekil 2. Gerilim algılama devresinin blok diyagramı
(Figure 2. Block diagram of voltage sensing circuit)

Gerilim algılama devresinin çıkışından alınan sinüsoidal gerilim sinyalleri sıfır geçiş algılama devresine uygulanmaktadır [11].

3.2. Sıfır Geçiş Algılama Devresi (Zero Crossing Detection Circuits)

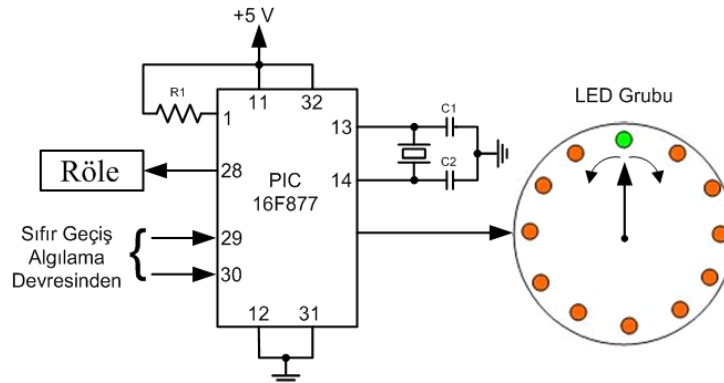
Gerilim algılama devresinden alınan sinüsoidal gerilim sinyallerinin sıfırdan geçtiği anları tespit edebilmek amacıyla bir sıfır geçiş algılama devresi tasarlanmıştır. Sıfır geçiş algılama devresinin görevi gerilim sinyallerinin sıfırdan geçtiği anda lojik 1 sinyali vermesidir. Şekil 3'te bir faz için sıfır geçiş algılama devresi görülmektedir. Bu devre çıkışından elde edilen sinyal mikrodenetleyicinin sayısal kanalına uygulanarak frekans ve faz açısı bilgileri elde edilmektedir [14].



Şekil 3. Sıfır geçiş algılama devresi
(Figure 3. Zero crossing detection circuits)

3.3. Mikrodenetleyici Devresi (Microcontroller Circuit)

Sıfır geçiş algılama devresinden gelen sayısal bilgileri kullanarak alternatör ve şebekeye ait frekans değerleri ile alternatör ile şebeke gerilim sinyalleri arasındaki faz açısını hesaplayan ve bu bilgileri kullanarak LED grubunda bulunan ilgili ledleri yakan ve kullanıcıya senkronizasyon anını görsel olarak gösteren devredir.



Şekil 4. Mikrodenetleyici devresi
(Figure 4. Microcontroller circuit)

Şekil 4'te şeması verilen mikrodenetleyici devresinde PIC 16F877 mikrodenetleyicisi, 12 adet LED ve bir röle kullanılmıştır. Her bir LED 30°'ye karşılık gelmektedir. Senkronizasyon anında senkronizasyonu gösteren led sürekli yanmakta ve 28 nolu pine bağlı olan röle devreye girerek paralel bağlanma ünitesi içerisinde bulunan kontaktörü enerjilemektedir.

4. SİSTEMİN ÇALIŞMASI (OPERATION OF THE SYSTEM)

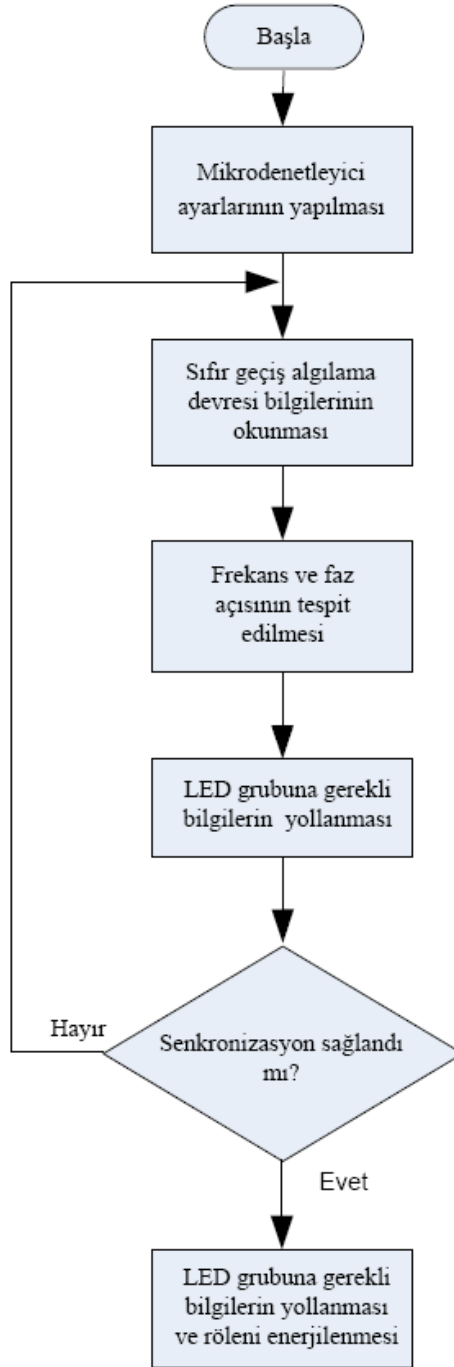
Bu çalışmada PIC 16F877 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır [15]. PIC 16F877 mikrodenetleyicisi 40 pinlidir. Bunlardan 33 pin giriş/çıkış, diğer 7 pin mikrodenetleyicinin çalıştırılması için kullanılmaktadır. PIC 16F877 üzerinde 368 byte'lık RAM ve 256 byte EEPROM veri belleği vardır. 3 adet zamanlayıcı/sayıcı, 2 adet algılama/karşılaştırma/DGM, 1 adet seri iletişim portu ve 8 adet 8/10 bitlik A/D konvertör modülüne sahiptir. Tasarlanan sistemde mikrodenetleyici kullanılmasıyla çevresel arabirimler, bir tümleşik aygıt içinde birleştirildiğinden sistem hızı ve güvenilirliği artmış, maliyet azalmıştır. Aynı zamanda kullanım kolaylığı sağlanmış ve karmaşık yapı ortadan kaldırılmıştır.

C programlama [16] dilinde hazırlanan mikrodenetleyici yazılımının akış diyagramı Şekil 5'te verilmiştir. Yazılımda başlangıç olarak; mikrodenetleyicinin kullanılacak pinleri, kullanılacak sayıcı, vs. tanımlamaları yapılmıştır. Bir sonraki aşamada sıfır geçiş algılama devresinden elde edilen sinyaller kullanılarak frekans ve faz açısı bilgilerinin elde edilmesi için gerekli işlemler gerçekleştirilmiştir.

Bu işlemler şu şekilde yapılmıştır: sıfır geçiş algılama devresinden alınan iki adet kare dalga sinyal mikrodenetleyicinin dijital girişine uygulanmıştır. Şebeke ve alternatör arasındaki faz açısını ve frekans değerlerini ölçmek için PIC 16F877 içerisinde bulunan TIMER1 zamanlayıcısı kullanılmıştır. TIMER1 zamanlayıcısı PIC 16F877 içerisinde bulunan 16 bitlik bir zamanlayıcıdır. Bu zamanlayıcı birimi kullanarak ölçme işlemi hassaslaştırılmıştır. Şebeke gerilim bilgisi lojik 1 olduğu anda TIMER1 zamanlayıcısı çalıştırılmaya başlanmıştır, alternatör gerilim bilgisi lojik 1 olduğunda ise TIMER1 zamanlayıcısı durdurulmuştur. TIMER1 zamanlayıcısının çalışmaya başladığı andan durduğu ana kadar geçen zaman faz açısı bilgisi olarak bir değişkende saklanmıştır.

Yine aynı işleme benzer bir işlem frekans bilgilerini elde etmek için tekrarlanmıştır. Bu defa şebeke/alternatör gerilim bilgisi lojik 1 olduğu anda TIMER1 zamanlayıcısı çalışmaya başlatılmıştır. Şebeke/alternatör gerilim bilgisi lojik 0 olduğunda ise TIMER1 zamanlayıcısı durdurulmuştur. TIMER1 zamanlayıcısının çalıştırılmaya başladığı andan durdurulduğu ana kadar geçen zaman şebeke/alternatör frekans bilgisi olarak başka değişkenlerde saklanmıştır. Daha sonra bu iki frekans değeri birbirinden çıkartılmıştır. Bu sayede, şebeke ve alternatör frekans değerleri arasındaki fark elde edilmiştir. Ölçülen bu faz açısı bilgisi ve frekans bilgisi kullanılarak LED grubu uygun yön ve hızda sıra ile enerjilenerek senkronizasyon hakkında kullanıcı görsel olarak bilgilendirilmiştir. Şebeke gerilimi, alternatör geriliminden önde ise LED grubu sağa doğru, alternatör gerilimi, şebeke geriliminden önde ise LED grubu sola doğru sırası ile yanmaktadır. Alternatör ve şebeke gerilim frekansları arasındaki fark ise bir ledten diğer lede geçme hızını belirlemektedir. Şebeke ile alternatör arasındaki frekans farkı küçüldükçe bu hız azalmaktadır, tersinde ise hız artmaktadır. Alternatör ve şebeke geriliminin senkronize olduğu anda LED grubunda bulunan YEŞİL renkli LED sürekli yanmakta ve paralel bağlanma rölesi enerjilenmektedir. Bu paralel bağlanma rölesi paralel bağlanma ünitesi içerisindeki kontaktörü

enerjileyerek şebeke ve alternatörün paralel bağlanmasını sağlamaktadır.

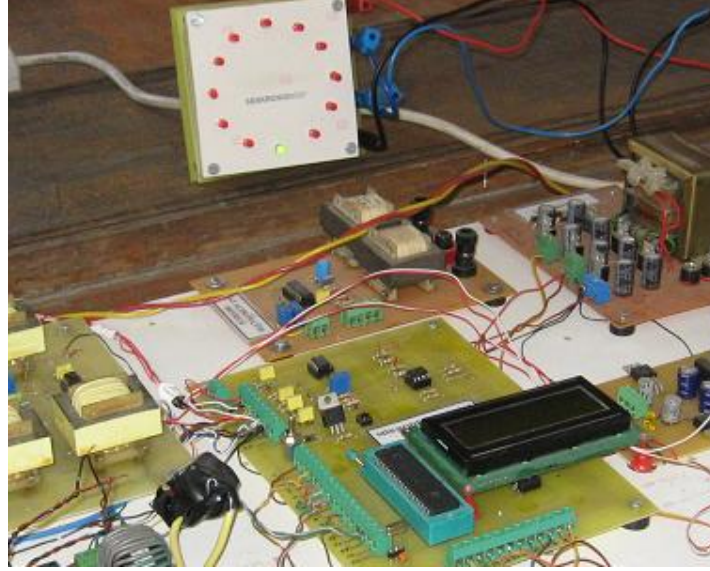


Şekil 5. Mikrodenetleyici yazılımının akış diyagramı
(Figure 5. Flow chart of microcontroller software)

5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR (EXPERIMENTAL STUDIES)

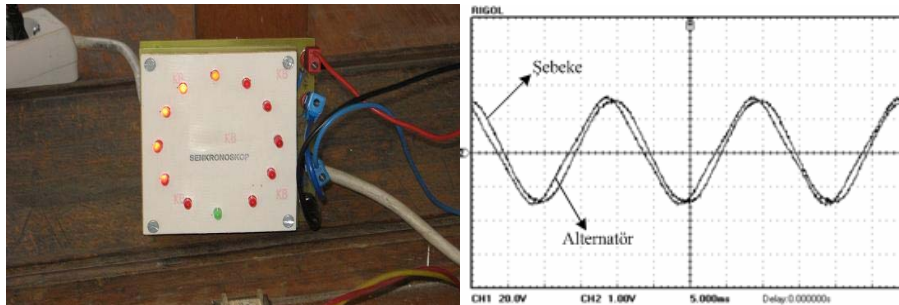
Gerçekleştirilen mikrodenetleyici tabanlı senkronoskop laboratuvar ortamında kurulan bir şebeke-alternatör paralel bağlanma ünitesi yardımıyla test edilmiştir. Alternatörün şebekeye paralel bağlanabilmesi için mikrodenetleyici tabanlı olarak geliştirilen bir otomatik paralel bağlanma ünitesinden faydalanılmıştır. Hazırlanan deney düzeneğine ait görünüm Şekil 6'da verilmiştir. Gerçekleştirilen

mikrodenetleyici tabanlı senkronoskop bu deney düzeneğine bağlanarak sistem çalıştırılmıştır. Alternatör ve şebekenin aynı adlı fazlarına ait sinyaller gerilim algılama devresinin girişlerine uygulanarak gerçekleştirilen sistemin tepkisi incelenmiş ve senkronoskopun ön panel görüntüleri ile birlikte osiloskop görüntüleri Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir.

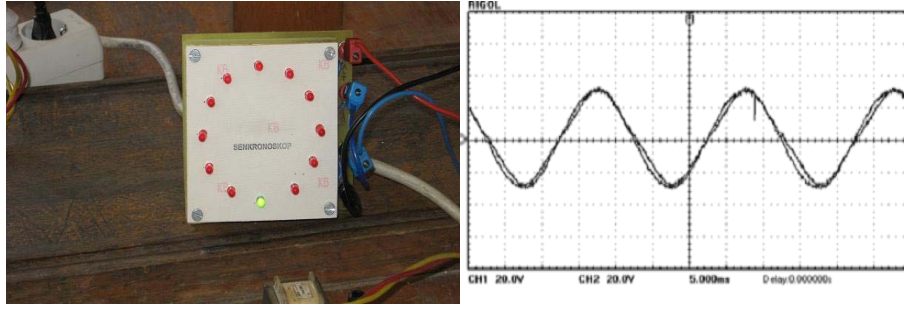


Şekil 6. Deney setine ait fotoğraf
(Figure 6. Photograph of experimental setup)

Şekil 7'de şebeke ve alternatör gerilim sinyallerinin senkronizasyon anı öncesi osiloskop görüntüleri ve gerçekleştirilen mikrodenetleyici tabanlı senkronoskop devresinin ön panel görüntüsü verilmiştir. Burada gerilim sinyalleri arasında senkronizasyon sağlanmadığı için LED grubu sürekli olarak bir yönde dönmektedir. Paralel bağlanma ünitesi yardımıyla şartlar yerine getirildiğinde ise Şekil 8'de görülen osiloskop görüntüsü ve ön panel görüntüsü elde edilmiştir. Bu anda şebeke ve alternatör gerilim sinyallerinin paralel bağlanması için gerekli olan tüm şartlar sağlamıştır ve senkronoskop üzerindeki SENKRONİZASYONU GÖSTEREN LED yanarak paralel bağlanma rölesi enerjilenmiştir. Paralel bağlanma rölesinin enerjilenmesi ile birlikte alternatör ve şebekenin bir birine paralel bağlanması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 7. Senkronizasyon öncesi osiloskop ve ön panel görüntüsü
(Figure 7. Screenshot of oscilloscope and front panel just before synchronization)



Şekil 8. Senkronizasyon anında osiloskop ve ön panel görüntüsü
(Figure 8. Screenshot of oscilloscope and front panel at synchronism time)

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME (RESULT AND CONCLUSION)

Bu çalışmada bir alternatörün şebekeye paralel bağlanması esnasında gerekli olan senkronizasyon anını tespit edilmesi mikrodenetleyici tabanlı olarak gerçekleştirilen senkronoskop cihazı ile sağlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, alternatör ve şebekeye ait gerilim sinyalleri sıfır geçiş algılama devresi yardımı ile kare dalgaya dönüştürülmüş ve aralarındaki fark sürekli ölçümlenerek senkronoskop cihazının ön panelindeki ledlerin açılma farklarına göre devreye girip çıkmaları sağlanmıştır. Senkronizasyon anında ise senkron durumunu gösteren senkronizasyonu gösteren led devreye alınmış ve senkronizasyon anında paralel bağlanmayı sağlayan kontaktörü kontrol eden röle yardımı ile paralel bağlanma sağlanmıştır. Bu işlemler C programlama dilinde hazırlanan yazılım ile yapılmıştır. Sistemin tasarımı ve uygulaması yapılmadan önce PROTEUS programı ile kullanılacak devrelerin simülasyon çalışmaları tamamlanmıştır. Simülasyonları gerçekleştirilen devreler daha sonra uygulamalı olarak yapılmış ve hazır bulunan bir deney seti üzerinde cihazın çalışması görülmüştür. Devrede kullanılan donanım yapısının kolay elde edilebilir olması nedeniyle, endüstriyel amaçlı benzer tekniklerin kullanıldığı sistemler için bir alternatif oluşturmuştur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Çolak, İ., (2003). Senkron Makineler, Seçkin Yayıncılık, Ankara
2. Sefa, İ., Demirtaş, M., Garip, İ. ve Çolak, İ., (2008) Alternatörlerin Paralel Bağlanma Deney Setinin Eğitim Amaçlı Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 23(3), 729-739.
3. Mozina, J.C., (2001). Interconnection Protection of IPP Generators at Commercial Industrial/Facilities. IEEE Transaction on Industry Applications, 37(3), 681-687.
4. Henderson, D.S., Lothian, K., and Priest, J., (1998) PC Based Monitoring and Fault Prediction for Small Hydroelectric Plants. Power Station Maintenance: Profitability Through Reliability, (2), 28-31.
5. Liu, W., Ding, R., and Wang, Z., (1993). Integrated Optimal Control of Speed, Excitation and Load Sharing of Paralel Operating Diesel Generator Sets. IEEE 2nd International Conference on Advances in Power System Control, 142-146.
6. Çolak, İ., Bayındır, R., (2003). Güç Katsayısının Bir Mikrodenetleyici Kullanarak Ölçümü. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(1-2), 50-58.
7. Çolak, İ., Bayındır, R., and Sefa, İ., (2004). Experimental Study on Reactive Power Compensation Using A Fuzzy Logic

- Controlled Synchronous Motor, Energy Conversion and Management, Vol. 45(15-16), 2371-2391.
8. Bayha, S. ve Demirbaş, Ş., (2009). Mikrodenetleyici Tabanlı Multimetre Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük-Türkiye
 9. Shao, J., Nolan, D., Teissier, M., and Swanson, D., (2003). A novel microcontroller-based sensorless brushless DC (BLDC) motor drive for automotive fuel pumps. IEEE Transactions on Industry Applications, 39(6), 1734-1740.
 10. Bekiroğlu, E., (2008). Microcontroller-based full control of ultrasonic motor with frequency and voltage adjusting., Sensors and Actuators, 141(1), 151-159.
 11. George, M., (2008). Speed Control of Separately Excited DC Motor. American Journal of Applied Sciences, 5(3), 227-233.
 12. Demirtaş, M., Sefa, İ., Irmak, E. ve Çolak, İ., (2008). Güneş Enerjili Sistemler için Mikrodenetleyici Tabanlı DA/DA Yükselten Dönüştürücü. Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, 23(3), 719-728.
 13. Nagaraj, R., Mayurappriyan, P.S., and Jerome, J., (2006). Microcontroller based fuzzy logic technique for dc-dc converter. India International Conference on Power Electronics, 355-359.
 14. Bayındır, R., Çolak, İ. Garip, İ., Bayhan, S., Alternatörler İçin Mikrodenetleyici Tabanlı Faz Sırası Doğruluğu ve Faz Kopukluğu Uyarı Sistemi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 24(1), 105-117.
 15. PIC16F87X Data Sheet, (2001). Microchip Technology Inc., <http://www.microchip.com>
 16. Çiçek, S., (2008). CCS C ile PIC Programlama, Altaş Yayıncılık, İstanbul.