

## A New Approach to Remote Intelligent Circuit Breakers Control Uzaktan Akıllı Kesici Kontrolü İçin Yeni Bir Yaklaşım

<sup>1</sup>Ali Öztürk ve <sup>\*2</sup>Malik Sağlam

<sup>1</sup>Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Düzce Üniversitesi, Türkiye

<sup>\*2</sup>Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi, Türkiye

### Özet

Bu çalışmada trafo merkezi ya da enerji dağıtım merkezlerinde bulunan devre kesicilerin telefon yardımıyla Global System for Mobile Communications (GSM) hattı üzerinden uzaktan kontrolü sağlanmıştır. Bu çalışmayı yapmaktaki amacımız enerji dağıtım sistemlerimizin tamamında Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) ile uzaktan kontrol sistemlerinin bulunmasıdır. Özellikle kırsal alanlarda kablolama ve sistem maliyetlerinden dolayı scada ve uzaktan kontrol sisteminin bulunmasını beklemek şu anda zor görünmektedir. Buna rağmen herhangi bir arızaya müdahale etmek veya bakım yapmak gerektiğinde hat başından enerjinin kesme işlemini uzaktan yapılabilmesi çok önemlidir. Biz de bu çalışmamızda scadanın ya da internet (3G,GPRS) bağlantılı kontrolün yapılamadığı yerlerde direk GSM hattı üzerinden cep telefonu üzerinden maliyeti düşük kullanımı pratik bir çözüm geliştirdik. GSM üzerinden kontrolü seçmekteki amacımız ise 3G ve GPRS bağlantısının normal GSM sinyalinin daha az kapsama alanına sahip olmasıdır. Yapılan çalışma neticesinde kesicilere uzaktan kontrol sistemi yerleştirmek sureti ile devreye alınıp devreden çıkarılması arızalara daha hızlı müdahale olanağı sağladığı görülmüştür. Ayrıca enerjinin sürekliliğinin sağlanması açısından da katkı sağladığı belirlenmiştir

### Abstract

In this study, the remote control of circuit breakers which are on transformer or power distribution substation was carried out via Global System for Mobile Communications (GSM) with mobile phones. We studied on this issue because there are not remote control systems via Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) in all of our power distribution systems. It seems almost impossible to have scada and remote control systems especially in rural areas due to the cabling and system costs. Nevertheless, it is of vital importance to cut the energy from the transformer or power line especially when we want to help for a problem or provide a maintenance service in a rural area. Thus, in this study, we developed a low-cost and practical solution only via GSM with mobile phones, which can be used in places where there is no scada and no possibility to control via the internet 3rd Generation (3G), General Packet Radio Service (GPRS). The reason why we have chosen "the control via GSM" is that 3G and GPRS connections have a smaller coverage area than an ordinary GSM signal does. As a result of examinations, it has been seen that a faster help over a problem can be provided by placing a remote control system on kesiciler. It has also been found that it helps provide an energy sustainability.

**Key words:** Circuit breaker, DTMF, remote control, power distribution

## 1. Giriş

Günümüzde *enerji sürekliliği* büyük önem arz etmektedir. Enerji sürekliliği açısından arızalara hızlı müdahale etmek ve bakımları en kısa sürede yapmamız gerekmektedir. Yani enerji kesintisini minimize etmek gerekmektedir. Henüz şehir merkezlerinde dahi scada, otomasyon vb. uzaktan ve otomatik kontrol sistemleri kurulumu tam anlamıyla sağlanmamışken kablolama ve sistem maliyetleri göz önünde bulundurulduğunda kırsal alanlardaki enerji dağıtım ve trafo merkezlerinde bu tip sistemlerin bulunmasını beklemek için henüz çok erken olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada özellikle kırsal alanlardaki enerji dağıtım ve trafo merkezlerinin GSM hattı üzerinden kontrol edilebilmesi amaçlanmıştır. Bu uzaktan kontrol işlemine en uygun şalt cihazı ise enerji dağıtım ve trafo merkezlerindeki devre kesicilerdir. Devre kesiciler, enerjiyi açmaya, kapamaya ve kısa devre gibi arıza durumlarında da kısa devreyi kesmeye yarayan şalt cihazlarıdır. Yük ayırıcıları da uzaktan kontrol etmek mümkündür fakat kullanım alanı kesicilere göre daha dar kapsamlı , kısa devre kesme kabiliyetleri ve yüksek akımlarda kullanılmayışları eksi yönleridir, bu yüzden bu çalışmada kesicinin kontrolü ele alınmıştır. Kontrolü GSM hattı üzerinden yapmaktaki amaç kablolama maliyetinden ve işçiliğinden kaçınarak avantaj elde etmektir. GPRS, 3G ve 4,5 G’inde her yerde kapsama alanında olmadığını düşünülürse en geniş kapsamlı kullanabilecek haberleşme yöntemi direk GSM hattının kendisidir. GSM hattı üzerinden haberleşme “Dual Tone Multi Frequency” (Çift Tonlu Çoklu Frekans Kodlama Sistemi) (DTMF) yardımıyla yapılmaktadır. Çıkışlarında devre kesicinin açma ve kapama bobinleri bağlı olan rölelerin bulunduğu bir elektronik devre tasarlanıp, bu devreye soket vasıtasıyla bir telefon bağlanmak suretiyle bu telefon aranarak tuşlara basma işlemiyle röleler çalıştırılarak kesici kontrolü sağlanmaktadır.

Özkar’a’nın çalışmasında bir enerji dağıtım sisteminin 380 V gerilim seviyesinde gerçekleştirilmesi yapılarak scada üzerinden izleme, kumanda ve raporlaması yapılmıştır [1].Kul’un çalışmasında *generatör ve yüksek gerilim kesicilerinden oluşan örnek bir sistemin otomasyonu incelenmiş olup bu otomasyon sistemi için örnek bir uzaktan izleme SCADA yazılımı geliştirilmiştir* [2].Çokrak’ın çalışmasında aşırı akım rölesi olan MC30 dan RS232/RS485 protokolüyle aldığı bilgileri dönüştürücü kullanarak GSM üzerinden kontrolünü sağlamıştır [3].Yücel’in çalışmasında paralel port üzerinden bir prototipin kontrolü sağlanmıştır. Radyo frekansıyla gönderilen veriler PT2272 uzaktan kumanda kod çözücüsünde çözülüp mikrodenetleyiciye göndererek mikrodenetleyici yardımıyla prototipin kontrolü sağlanmış. Bu çalışma bize mikrodenetleyiciyle bir röle çalıştırıp kesiciyi kontrol etme fikrini uyandırmıştır [4].Alagöz’ün çalışmasında İzmir’de mevcut bir trafo merkezinin kontrol panolarını PLC yardımıyla kontrol enerji hattı bilgileri görüntülenmiş gerekli hallerde kesicilerin kontrolü sağlanmıştır [5].Yılmaz’ın çalışmasında TC65 GSM/GPRS modülüne mobil telefonda SMS gönderilerek modülün çıkışındaki röleler çalıştırılmıştır[6].Kürün’ün çalışmasının ilk bölümlerinde devre kesiciler ayrıntısıyla incelenmiştir[7]Yeşilkaya’nın çalışmasında DTMF yardımıyla data bilgilerini mikrodenetleyiciye gönderip bununla da çıkışlarına bağladığı röleleri çalıştırarak su pompalarını kontrol etmiştir bu çalışmada bize kesicileri DTMF ile kontrol etmek konusunda yol gösterici çalışmalardan biri olmuştur[8].Altınbaşak ve Doğanın’ın çalışmalarında mikro işlemci programlama hakkında bilgiler verilmiştir [9-10].Natti ve Kezunovic’in çalışmasında kesicinin kontrol devresi dataları incelenerek performansı artırılmıştır. Kesici dataları alınarak bakım zamanı çalışma performansı gibi bilgiler değerlendirilek sureti ile kesicinin durumu izlenmiştir [11]. Meeuwsen ve Kling

çalışmasında kesicinin bakım sürekliliğini sağlayarak sistem güvenilirliğini arttırmaya çalışılmıştır. Kesicilerin bakım sıklığı gibi özellikleri incelenmiş ve güvenilirliği incelenmiştir. Bakım sürecindeki hatalar kesicinin ömrünü ve performansını etkilediği görülmüştür[12]. Bekiroğlu ve Daldal'ın çalışmasında ultrasonic motorların GSM telefonlar vasıtasıyla kontrolünü sağlayan sürücü tasarlanmıştır[13]. Shrivastava ve arkadaşlarının çalışmasında tarımsal alanlar için DTMF tabanlı bir çalışma yapılmıştır[14]. Bhavanam ve arkadaşlarının çalışmasında ise DTMF tonlarının belirlenmesi için Field-programmable gate array (FPGA) 'daki DTMF tonlarını fast fourier transform (FFT) kullanarak belirlenmiştir[15].

## 2.1 Devre Kesici



Şekil 1 Orta Gerilim Devre Kesici

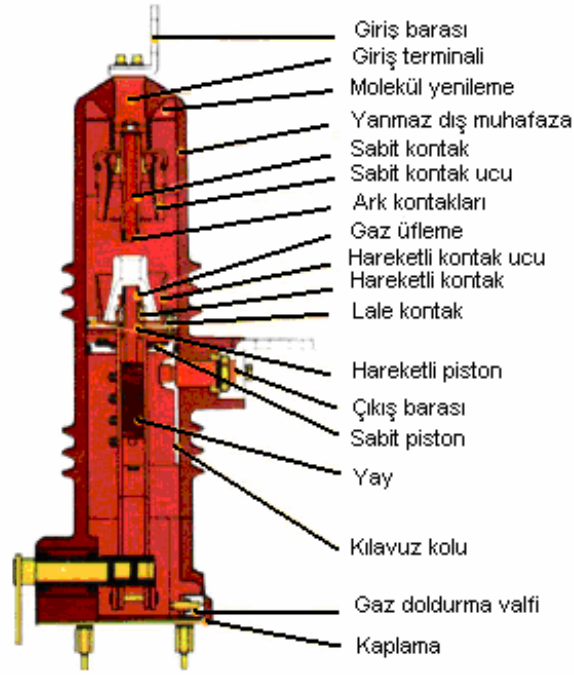
Şekil 1 'de Orta Gerilim Devre Kesici gösterilmiştir[7]. Kesici yani Devre Kesiciler, devreyi açıp-kapayan, yüksek akım seviyelerine kadar akım taşıma kapasitesi olan ve en önemli özelliği olarak da kısa devre arızalarını kesme kabiliyetine sahip cihazlardır. Mantık olarak depolanmış yay kuvvetinin boşalmasıyla açma kapama yapar. Kapama yayını motor kurar kapamaya hazır hale getirir kapama butonuna basıldığı andan en geç 50-60 ms gibi kısa bir süre içinde kapama yapar bu kapama esnasında açma yayı da kurulur yani kapama yayında depolanan enerjinin bir kısmı kapama işlemini yaparken bir kısmı da açma yayını kurmaktadır. Açma yayı kapama yayı gibi motorla değil, kapama esnasında kurulmaktadır. Bu da şu anlama gelir, kapalı her kesici açmaya hazır şekilde beklemektedir. Açma süreleri de 40-50 ms civarlarındadır. Orta gerilim kesici seçiminde gerilim kademeleri (12-24-36 KV), akım kademeleri (630-1250-2000-2500-3150A) ve kısa devre kesme gücü kademeleri (16-25 KA) göz önünde bulundurulur.

Kesiciler kontaklarının yalıtım şekillerine göre sınıflandırılır.

- 1- SF6 Gazlı Kesiciler
- 2- Vakumlu kesiciler

Az yağlı ve yağlı kesiciler günümüzde kullanılmamaktadır

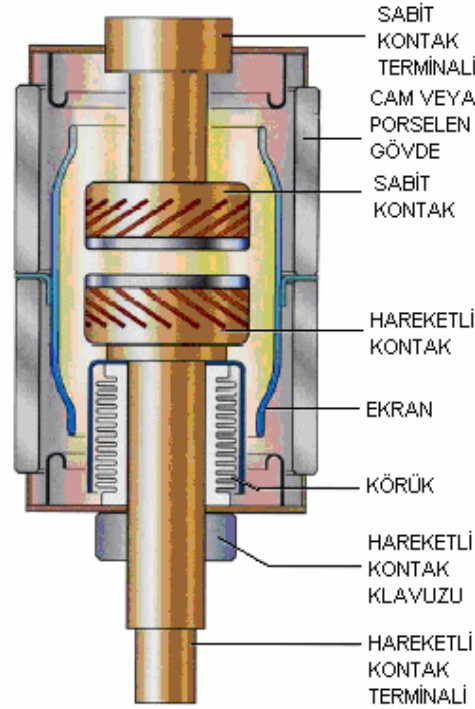
### 2.1.1 SF6 Gazlı Kesici



Şekil 2 SF6 Gazlı Kesici Kutup

Şekil 2 de SF6 gaz yalıtımlı kesicinin kutbunun iç yapısı görünmektedir[7].Kutup ise kesicinin her bir fazının açma kapama işleminin içinde yapıldığı, epoksiden imal edilen kapalı kısmına denmektedir. SF6 gazlı kesicilerde açma kapama esnasında oluşan ark yalıtkan olan SF6 gazının kontak uçlarına açma esnasında oluşan hareketle üflenerek söndürülür.

### 2.1.2 Vakumlu Kesici



Şekil 3 Vakumlu Kesici Kntak Yapısı

Şekil 3 de Vakumlu kesicinin kutbunun iç yapısı görülmektedir[7]. Vakumlu kesicilerde kontaklar vakum şişelerinin içinde çalışmaktadır. Vakumlu şişeler sayesinde ark oluşmadan kesici açma kapanma işlemini gerçekleştirebilmektedir.

### 2.2 DTMF ile Haberleşme

Birçok kontrol devresine uzaktan kontrol ve cep telefonu ilave edildiği zaman devre farklı bir boyut kazanmaktadır. Uzaktan kontrol, ulaşımın zor olduğu ve kablo maliyetinin fazla olduğu yerlerde büyük avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmada devre kesici cep telefonu yardımı ile uzak mesafelerden kontrol edilerek açma kapama yapılmıştır. Telefonlar tuş bilgisini DTMF sistemi kullanarak üretir. DTMF sinyali iki sinüzoid frekansın toplamıdır. DTMF, “Çift Tonlu Çoklu Frekans Kodlama Sistemi” anlamına gelmektedir. DTMF esas olarak Amerikan ordusu için Bell telefon laboratuvarlarında geliştirilmiş bir kodlama sistemidir. Telsiz cihazlarının hemen

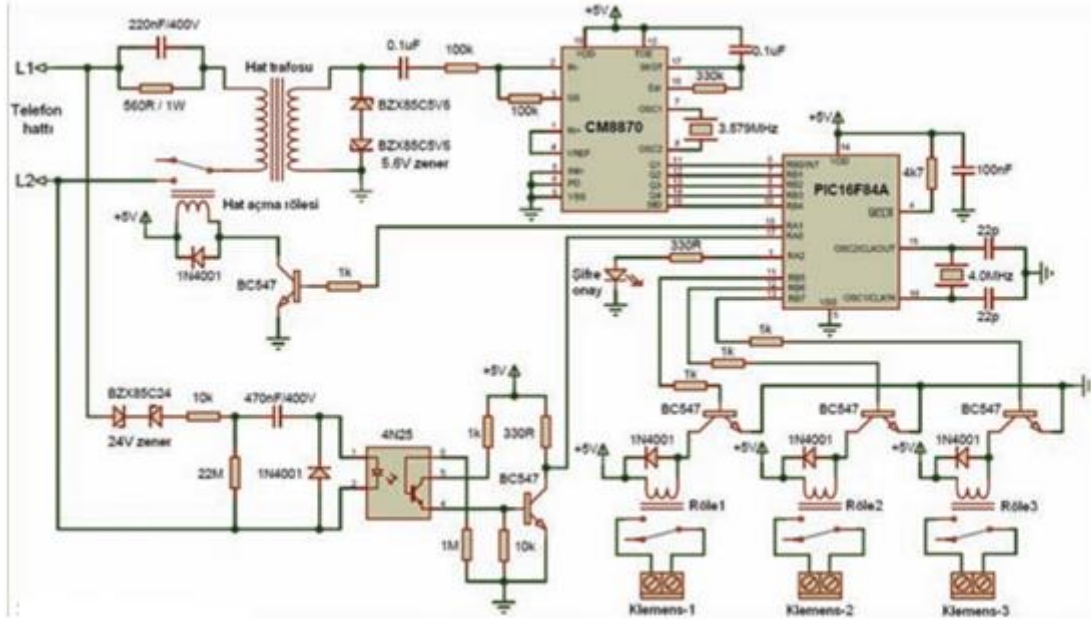
hepsinde, DTMF sinyallerini yollamaya ve almaya yarayan modüller ile tuş takımı bulunmaktadır. Bunun sayesinde telsiz yardımıyla DTMF kodlu mesajlar, çağrı kodları yollamak; uzaktan kumanda amaçlı rölelerin kontrolü gibi işler gerçekleştirilmektedir. Sayısal haberleşmede gereken işaret, analog işaretlerden sayısal işaretlere dönüştürülmüş işarettir. Sayısal haberleşme sistemlerinde sisteme uygulanan bilgiler kesinlikle sayısal olmalıdır. Telefonlarda üretilen darbeler çevrilen rakamlara göre belirlenir ve sayısal santrale uygulanmadan önce sayısal işarete dönüştürülür[8].

Tablo 1.’deki DTMF tuş kombinasyon tablosundan görüleceği gibi ilk dört satır ve ilk üç sütun frekans bölmeleridir. Tablonun ortasındaki tuş kombinasyonlarını gösteren rakam ve semboller satır ve sütunundaki frekans çiftleriyle ifade edilirler. Örneğin ; 1 rakamı 697 Hz ve 1209 Hz’lik ton çiftiyle ifade edilir. Bu ton çiftleri 16 adet ton kombinasyonuna imkân verir. Bu tonlardan satır içinde olanlar 1 kHz ,in altında, sütun içindekiler ise 1 kHz ile 2 kHz arasındadır. Telefon ve telsiz gibi sistemlerde 300 Hz – 3000 Hz arasındaki konuşma aralığı frekanslarını geçiren band geçiren filtreler kullanıldığından dolayı bu frekanslar, bu sınır değerleri içerisinde olmak zorundadır. DTMF ton sinyallerin çözülmesi için oldukça kritik ve karmaşık bir sayısal sinyal işleme tekniği, geçerli bir ton çifti ve zamanlama aralığı gerekir.

**Tablo 1** DTMF tuş kombinasyon tablosu[8]

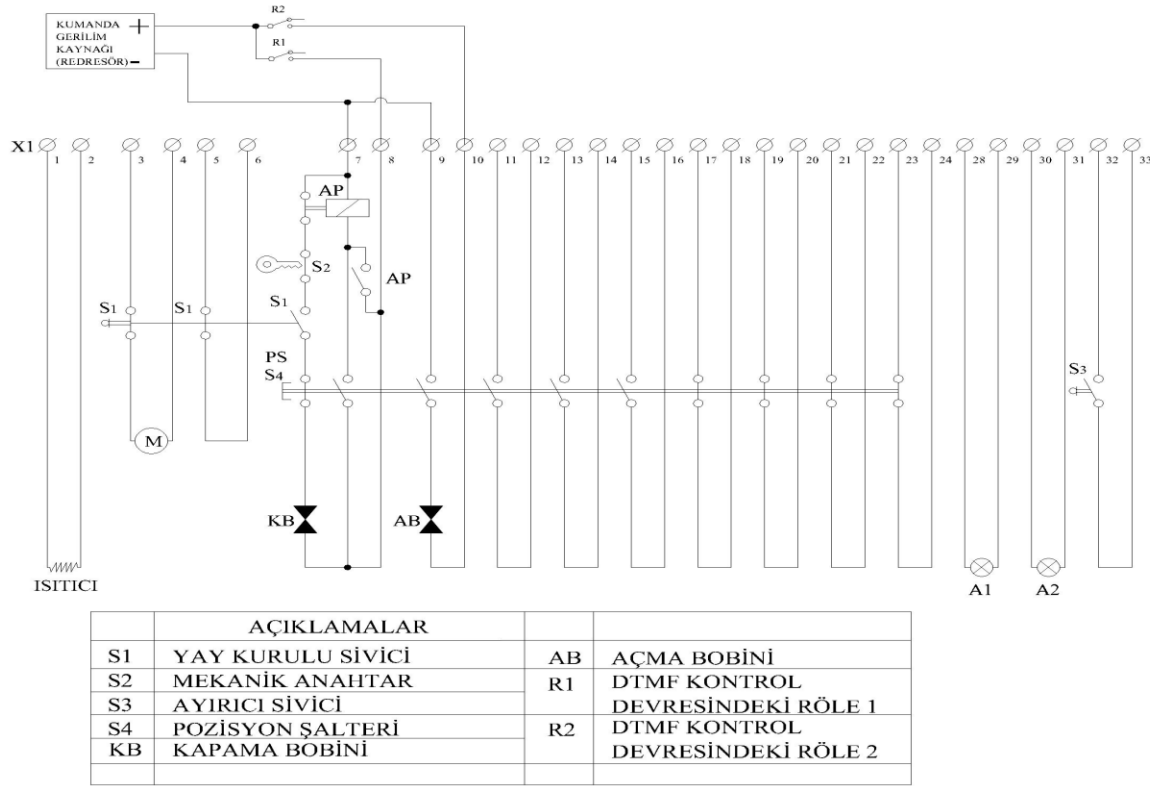
	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz
697 Hz	1	2	3
770 Hz	4	5	6
852 Hz	7	8	9
941 Hz	*	0	#

### 2.2.1 DTMF ve Kesici Kontrol Devreleri



Şekil 4 DTMF Kontrol Devresi

DTMF kontrol devresine bakıldığında çıkışlarında 3 adet röle görülmektedir. Rölelere bağlı olan klemenslerin COM yani ortak uçlarına kumanda gerilimini bağlayıp NO (normalde açık) ucundanda çıkış olarak kesicinin açma ve kapama uçlarına bağlayarak kesicinin bu şekilde kontrol edilmesini sağlayabiliriz. CM8870 den gelen frekans bilgilerine göre röle bobinlerinin enerjileyerek açıp kapama işlemini yapacak olan PIC 16F84A mikro denetleyinin kodlaması CCS C dilinde yapılmıştır. Kontrol devresine bağlanan telefon aranıp aranan telefon otomatik yanıt verdikten sonra 1 tuşuna bastığımızda 1. röle çalışır ve normalde açık olan ucu kapalı duruma geçer tekrar 1 tuşuna bastığımızda ise tekrar eski durumuna döner. Bu durum diğer 2 röle içinde aynıdır 2 ve 3 tuşlarıyla kontrol edilirler.



Şekil 5 Kesici Kontrol Devresi

Şekil 5 te kesicinin kontrol devresi bulunmaktadır. Yapılan çalışmada kesicinin kontrol devresinde görülen kapama butonu (KB) ve açma butonu (AB) DTMF devresindeki rölelere bağlanarak cep telefonu yardımıyla DTMF devresindeki Röle 1 ve Röle 2 uzaktan kontrol edilerek kesici açma kapama işlemi gerçekleştirilmiştir.

### 2.3 DTMF ile Kesici Kontrolünün Kazanımları

- Enerji nakil hatları düşük maliyet ve pratik kullanım şekline sahip olarak uzaktan kolayca kontrol edilebilecek .
- Merkeze uzak özellikle kırsal alanlardaki trafo merkezi ve dağıtım merkezlerinin uzaktan kontrol yapılmak istenildiğinde kolayca yapılabilecek.
- Kontrol edilmek istenen merkezler kurulumu zor scada sistemleri kurmak yerine sadece açma ve kapama bobbin uçları DTMF devresindeki rölelere kolayca bağlanarak kontrol edilebilecek.
- DTMF ile control devresini elektriksel açma kapama butonuna sahip sigortalı trafo koruma hücrelerinde de uygulanabilir.



### 3. Sonuç

Enerji sürekliliğinin sağlanması çok önemlidir. Enerji sürekliliği ve enerji kalitesini geliştirmeye yönelik çalışmalar günümüzde hız kazanmıştır. Her ne kadar scada ve diğer uzaktan kontrol yöntemleriyle bu sağlanmaya çalışılsa da bu çalışmalar tüm şebekeyi değil doğal olarak daha çok şehir merkezleri, sanayi bölgeleri vb. enerji tüketiminin yoğun olduğu bölgeleri kapsamaktadır. Bu çalışmada daha pratik maliyeti düşük bir yöntem geliştirerek sadece GSM hattının çektiği herhangi bir data hattına kablolamaya ihtiyaç duymadan cep telefonu yardımıyla kesici kontrolünü sağlayarak arızalara müdahalede, şebeke bakımlarında enerjiyi cep telefonu yardımıyla uzaktan kontrol ederek enerji kesinti sürelerini minimum seviyeye indirmek amaçlanmıştır. Kırsal alanlarda hat başıyla son kullanıcı arasındaki mesafe uzundur son kullanıcıya yakın bir yerde arıza oluştuğunda önce hat başından enerji kesilcek sonra arıza giderilip tekrar hat başına gidip enerji verilecek ve tekrar kontrol için arıza bölgesine gelinecektir. Bu çalışmada önerilen yöntem sayesinde arıza oluştuğunda hat başından enerji kesilip hattın kesici bobinlerini kontrol devresini rölelerine bağlayıp arıza bölgesine gelebiliriz. Böylece arızayı giderip cep telefonumuzdan hatbaşındaki kontrol devresine bağlı olan telefonu arayarak kesiciye açma kapama yaptırarak arızanın kontrolünü yapılabilir. Sonuçta tek seferde sorun giderilmiş olur. Bu durumda ciddi bir zaman kazancı sağlandığı gibi enerji kesintisini minimum indirerek enerji sürekliliğine ve enerji kalitesine katkıda bulunulması söz konusudur. Neticede yapılan çalışma maliyeti düşük kullanımı ve kurulumu pratik enerji sürekliliği ve enerji kalitesine katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir.

### Referanslar

- [1] Özkara A., Bir orta gerilim dağıtım sistemi modelinin scada ile izlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ekim 2009.
- [2] Kul N., 1500 KVA Gücünde 6.3 KV çıkış gerilimli generatör grubu ve yüksek gerilim kesicilerinin PLC-SCADA ile uzaktan izlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2009.
- [3] Çokrak Ü., Transformatör merkezlerindeki kesicilerin uzaktan kumandası, Fırat Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2008.
- [4] Yücel R., Uzaktan kontrollü mikrodenetleyicili prototip, Sakarya Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2007.
- [5] Alagöz M., Trafo merkezlerinin PLC üzerinden uzaktan kontrolü, Ege Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Nisan 2008.
- [6] Yılmaz S., TC65 GSM/GPRS Modülü kullanarak uzaktan kontrol sistemi gerçekleştirilmesi, Selçuk Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ekim 2009.
- [7] Yeşilkaya A., Su Deposu uzaktan kontrol sistemi, Tunceli Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şubat 2015.

- [8] Kürün E.,Dinamik ark modelleri ve kesicilerin bilgisayar simülasyonu , İnönü Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü,Yüksek Lisans Tezi, Ekim 2006.
- [9]Altınbaşak O., Mikro denetleyiciler ve PIC programlama, Altaş Yayınevi 2004.
- [10]Doğan İ.,C ile mikrokontrolör programlama, Bileşim Yayınevi 2001.
- [11]Natti S,Kezunovic M.,Assessing circuit breaker performance using condition-based data and Bayesian approach, Power Systems Research 81 2011: 1796-1804
- [12]Meeuwsen JJ, Kling WL., Effects of preventive maintenance on circuit breakers and protection systems upon substation reliability, Power Systems Research 40 1997: 181-188
- [13]Bekiroğlu E., Daldal N., Remote control of an ultrasonic motor by using a GSM mobile phone, Sensors and Actuators A120 2005 : 536-542
- [14]Shrivastava P.,Singh A,Singh K.P.,Srivastava, Mobile Controlled Agricultural Device for Enhanced Execution of Farming Techniques, Procedia Computer Science 49 2015 : 306-312
- [15]Bhavanam S.N.,Siddaiah P,Reddy R., Area and Power Optimized DTMF Detection By using different FPGA's, Procedia Computer Science 85 2016 : 331-344