

## ELEKTRİK ENERJİSİ TEMEL KOMPANZASYON ANALİZİ İÇİN ARAYÜZ TASARIMI

Öğr. Gör. Hakan Aydoğan  
Uşak Üniversitesi, Uşak  
[hakan.aydogan@usak.edu.tr](mailto:hakan.aydogan@usak.edu.tr)

Öğr. Gör. Mehmet Feyzi Özsoy  
Uşak Üniversitesi, Uşak  
[mehmetfeyzi.ozsoy@usak.edu.tr](mailto:mehmetfeyzi.ozsoy@usak.edu.tr)

Prof. Dr. Faruk Aras  
Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli  
[faruk.aras@kocaeli.edu.tr](mailto:faruk.aras@kocaeli.edu.tr)

### Özet

Elektrik enerji sistemlerinde kullanılan alternatif akım devrelerinde endüktif özellik gösteren motorlar veya kapasitif özellik gösteren kondansatörler, sistemden reaktif enerji çekmektedirler. Bu reaktif enerjiyi azaltabilmek için kompanzasyon sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Meslek Yüksekokulların elektrik programlarında okutulan özel tesisat dersi içerisinde, yukarıdaki hususlardan ayrıntılı olarak bahsedilmekte ve kompanzasyon için gerekli hesaplamalar verilmektedir. Bu çalışmada elektrik enerjisi temel kompanzasyon hesabı için eğitimsel bir arayüz tasarımı geliştirilmekte ve böylece ilgili öğrencilerin hangi tüketici veya hangi kondansatör değerlerinde nasıl bir kompanzasyon olduğunu giriş ve çıkış değişkenleriyle birlikte kolaylıkla görebilmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Kompanzasyon, arayüz, elektrik enerjisi, eğitim.

## DESIGN OF AN INTERFACE FOR BASIC COMPENSATION ANALYSIS IN ELECTRICAL ENERGY

### Abstract

Motors featured inductive property and capacitors featured capacitive property consume reactive energy in alternating current circuits in electrical energy systems. A compensation system is needed to reduce the reactive energy. A course named "Special Installations" involves the compensation and its details and calculations in Electricity Programme in Technical Vocational Colleges. In this study, an educational interface on a basic compensation calculation in electrical energy systems has been designed so that related students can easily observe the compensation calculation by its variables.

**Keywords:** Compensation, interface, electrical energy, education.

### GİRİŞ

Alternatif akım elektrik enerji sistemlerinde devreye bağlı motor gibi bobin özelliği gösteren ekipmanlar veya kapasitif özellik gösteren kondansatörler, sistemden reaktif enerji çekmektedirler. Bobin etkisindeki devrede endüktif reaktif enerji, kondansatör etkisindeki devrede ise kapasitif reaktif enerji de çekilmektedir. Her iki durumda da gerek son tüketiciler, gerekse enerji dağıtımından sorumlu

kurumlar için bir takım olumsuzluklar oluşmaktadır. Bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için kompanzasyon sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Bayındır, Demirbaş, & Sesveren, 2014; MEB, 2012). Yapılan bir çalışmada reaktif güç kompanzasyonu ile enerji verimliliği ve kamu kurumlarında reaktif güç kompanzasyonu hakkında detaylı bilgiler aktarılmıştır (Vardar, Çam, & Yalçın, 2010). Yapılan bir yüksek lisans tezinde elektrik dağıtım sistemlerinde kompanzasyon ve enerji kalitesi sorunları üzerinde durulmuştur (Engin, 2008). Şekkeli ve Adak tarafından yapılan bir çalışmada yeni bir yaklaşımla reaktif güç kontrol rölesi tasarımı ve uygulaması çalışması yapılmıştır (Şekkeli & Adak, 2006). Yapılan bir çalışmada, sinüsoidal olmayan ve dengesiz şartlarda kompanzasyon hesabı ve kondansatör seçimi için bir yöntem tasarlanmıştır (Balcı & Hocoğlu, 2009). Yapılan diğer bir çalışmada statik reaktif güç kompanzasyonu üzerine uygulama ve simülasyon yapılmıştır Pekparlak & Arifoğlu, 2004). Başçıftçi ve Hatay tarafından yapılan bir çalışmada, elektrik kompanzasyonunun konutlarda kullanımı ve bir tasarruf devresi tasarımı üzerine durulmuştur (Başçıftçi & Hatay, 2011). Yapılan bir çalışmada elektrik enerji sistemlerinde oluşan harmoniklerin filtrelenmesinde pasif filtre ve filtreli kompanzasyonun kullanımı ve simülasyon örnekleri incelenmiştir (Tunçalp & Sucu, 2006). Rüstemli ve Ateş tarafından yapılan bir çalışmada, PIC mikrodenetleyicisi kullanılarak güç katsayısı ölçüm devresi tasarımı ve simülasyonu yapılmıştır (Rüstemli, & Ateş, 2009).

Meslek Yüksekokulların elektrik programlarında okutulan özel tesisat dersi içerisinde kompanzasyon için gerekli hesaplamalar verilmektedir. Bu çalışmada elektrik enerjisi temel kompanzasyon hesabı için eğitimsel bir arayüz tasarımı geliştirilmekte ve böylece söz konusu öğrencilerin hangi tüketici veya hangi kondansatör değerlerinde nasıl bir kompanzasyon olduğunu giriş ve çıkış değişkenleriyle birlikte kolaylıkla görebilmektedir.

## YÖNTEM

Elektrik enerjisi temel kompanzasyon hesabı için sayısal bir arayüz tasarımı için öncelikle (MEB, 2012) içerisinde yer alan matematiksel ifadelerden denklem (1-2)'den yararlanılmıştır.

$$P = UI \cos \varphi \quad (1)$$

$$Q = UI \sin \varphi \quad (2)$$

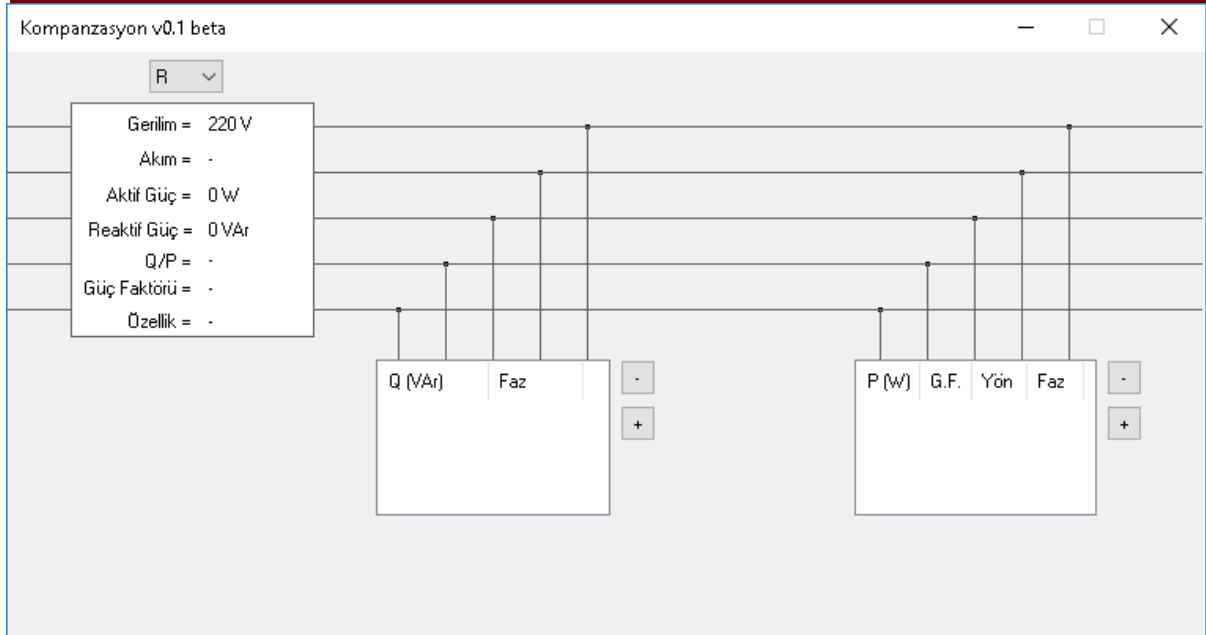
Burada P, aktif gücü; Q, reaktif gücü; U, gerilimi; I, akımı ve  $\varphi$  açısı sinüzoidal gerilim ve akım arasındaki açıyı ifade etmektedir. Üç fazlı sistemlerde ise denklem (3-4)'den aktif güç ve reaktif güçler hesaplanabilmektedir. Üç fazlı sistemlerde gerilim ifadesi, fazlararası gerilim olmaktadır.

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi \quad (3)$$

$$Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi \quad (4)$$

Devreye bağlanan yükün türüne göre devreden aktif enerji, endüktif reaktif enerji ve kapasitif reaktif enerji çekilebilmektedir. Bobin özelliği gösteren yükler endüktif reaktif enerji, kondansatör özelliği gösteren yükler ise kapasitif reaktif enerji çekmektedirler. Bu iki reaktif enerji vektörel olarak birbirine zıt yöndedir. Yani bobin özelliği gösteren bir motor devreye girdiğinde bir kondansatör devreye girerek çekilen toplam reaktif enerji azaltılabilmektedir. Bu durumda  $\varphi$  açısı azaltılabilmektedir.

Bu çalışmada elektrik enerjisi temel kompanzasyon hesabı için eğitimsel bir arayüz tasarımı Visual Studio Community 2017 paket programı kullanılarak ve C# dili ile geliştirilmiştir. Bu arayüz için elektriksel devrenin ve yüklerin ideal sinüzoidal ve dengeli olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca enerjiyi taşıyan hatların ideal kayıpsız olduğu kabul edilmiştir. Tasarlanan program disk üzerinde 28 KB yer kaplamaktadır. Şekil 1'de tasarlanan arayüz programı görülmektedir.



Şekil 1: Tasarlanan arayüz programı

Arayüzün sağ tarafında görülen + butonu kullanılarak devreye aktif gücü, güç faktörü, yönü ve hangi fazda olacağı seçilen yükler eklenebilmektedir. Faz seçeneği olarak R seçilirse yük devrenin R hattına, S seçilirse yük devrenin S hattına ve T seçilirse yük devrenin T hattına ve eklenmektedir. Eğer RST seçilirse bu yükün üç fazlı bir yük olduğu kabul edilmektedir. Arayüzün sağ tarafında görülen - butonu kullanılarak seçilen yük silinebilmektedir.

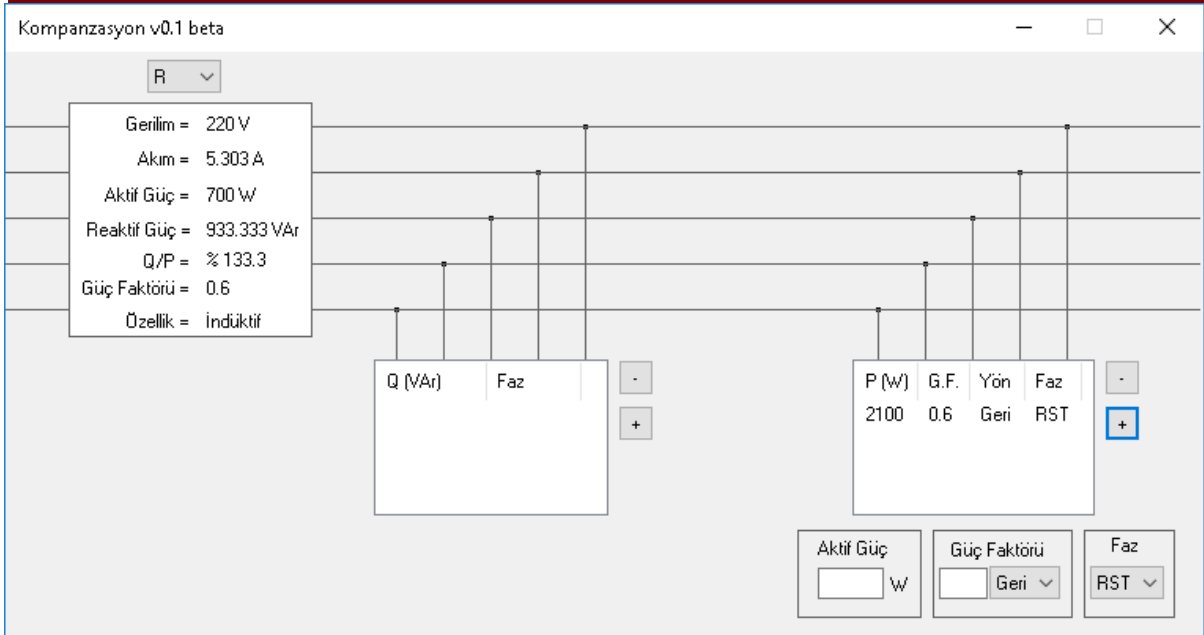
Arayüzün orta kısmında görülen + butonu kullanılarak devreye kapasitif güç eklenebilmekte ve bu gücün hangi fazda olacağı seçilebilmektedir. Arayüzün orta kısmında görülen - butonu kullanılarak seçilen kapasitif güç silinebilmektedir.

Arayüzün sol tarafında görülen bölüm ise ölçüm sistemini göstermektedir. Yukarıdaki seçenek değiştirilerek ölçüm sisteminin hangi faza bağlanılacağı seçilmektedir. R, S ve T fazları için gerilim, akım, aktif güç, reaktif güç, reaktif gücün aktif güce oranı, güç faktörü ve devrenin kapasitif veya endüktif özelliği görülebilmektedir. Tek faz için gerilimin etkin değeri 220 V olarak girilmiştir.

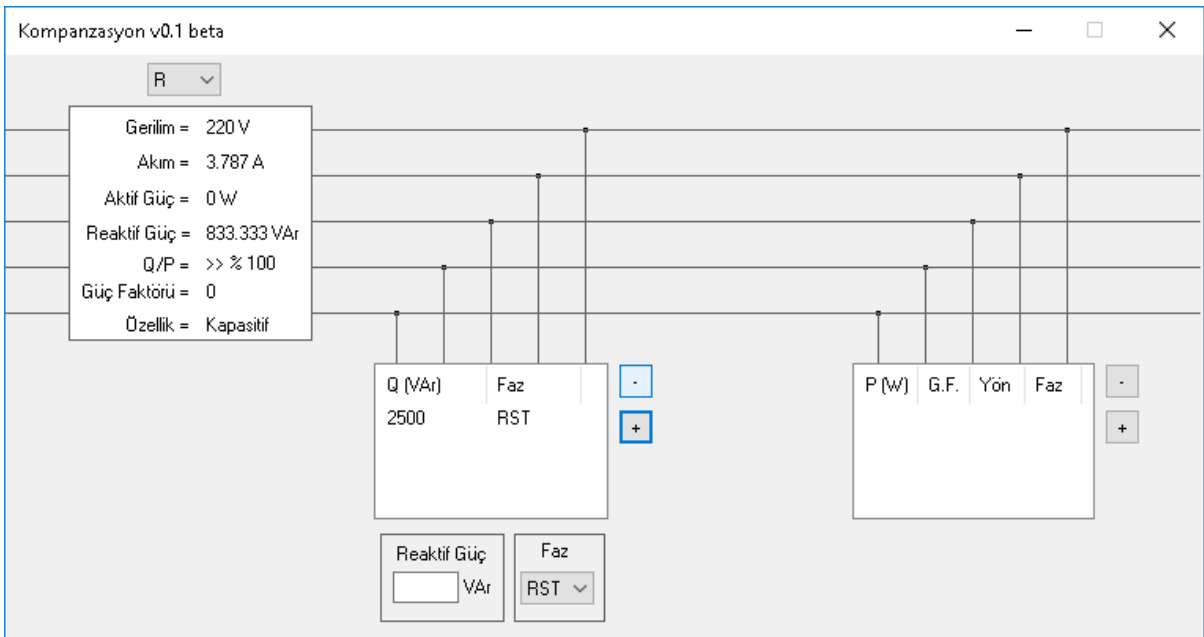
## BULGULAR

Tasarlanan arayüz programı kullanılarak üç adet senaryo oluşturulmuştur. Birinci senaryoda devreye bir adet üç fazlı yük bağlanmıştır. İkinci senaryoda devreye sadece bir adet üç fazlı kondansatör bağlanmıştır. Üçüncü senaryoda ise ilk iki senaryo birleştirilmiştir. Bu senaryolar neticesinde R fazından ölçüm alınmış ve değerler incelenmiştir.

Şekil 2'de görülen arayüzün birinci senaryosunda devreye 2100 W aktif güce sahip ve güç faktörü 0.6 geri olan üç fazlı bir yük bağlanmıştır. R fazından ölçüm değerlerine bakıldığında 5.303 A çekilmektedir. Bu faz üzerinde 933.333 VAR indüktif özellik gösteren reaktif güç görülmektedir. Q/P oranı %133.3 olarak hesaplanmıştır.

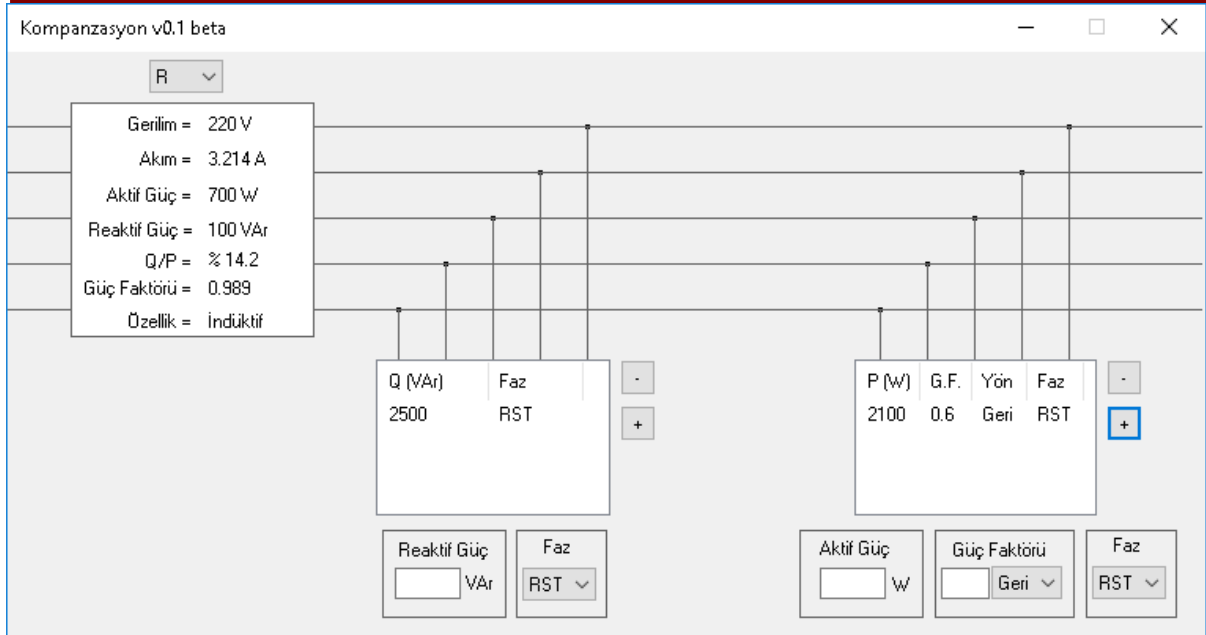


Şekil 2: Arayüzün birinci senaryo sonucu



Şekil 3: Arayüzün ikinci senaryo sonucu

Şekil 3'de görülen arayüzün ikinci senaryosunda devreye 2500 Var değerinde üç fazlı bir kondansatör bağlanmıştır. R fazından ölçüm değerlerine bakıldığında 3.787 A çekilmektedir. Bu faz üzerinde 833.333 VAr kapasitif özellik gösteren reaktif güç görülmektedir. Q/P oranı devrede aktif güç olmadığı için %100'den çok yüksek olduğu bilgisi verilmiştir. Devrede aktif güç olmadığı için güç faktörü de 0 olarak hesaplanmıştır. Gerçekte bu değer sıfıra çok yakın bir değer olmaktadır. Bunun nedeni de Q/P oranının sonsuz olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4: Arayüzün üçüncü senaryo sonucu

Şekil 4'de birinci ve ikinci senaryo birleştirilmiştir. Bu durumda devrede 2100 W aktif güce ve 0.6 geri güç faktörüne sahip bir üç fazlı yük ile 2500 VAR'lık bir üç fazlı kondansatör aynı anda devreye alınmıştır. Bu durumda endüktif reaktif güç ve kapasitif reaktif güçler zıt yönde olduklarından devrenin net reaktif gücü azalmıştır. Bunun sonucu olarak birinci senaryoya göre akım değeri ve Q/P oranı azalmaktadır.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada elektrik enerjisi temel kompanzasyon hesabı için eğitimsel bir arayüz tasarımı geliştirilmekte ve böylece söz konusu öğrencilerin hangi tüketici veya hangi kondansatör değerlerinde nasıl bir kompanzasyon olduğunu giriş ve çıkış değişkenleriyle birlikte kolaylıkla görebilmektedir.

**Not:** Bu çalışma 10- 12 Mayıs 2018 tarihlerinde Antalya'da düzenlenen 9'uncu Uluslararası Eğitimde Yeni Yönelimler Kongresi'nde bildiri olarak da değerlendirilmiştir.

## KAYNAKÇA

Balcı, M. E., & Hocoğlu, M. H. (2009). Reaktif Güç Rölelerine Uygulanmak Üzere Kompanzasyon Kondansatörü Gücünün Hesabı için Yeni Bir Yöntem. *Elektrik-Elektronik-Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği 13. Ulusal Kongresi ve Fuarı*, 23-26 Aralık 2009, Ankara.

Başçiftçi, F., & Hatay, Ö.F. (2011). Elektrik Kompanzasyonunun Konutlarda Kullanımı ve Tasarruf Devresi Tasarlanması. *IV. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, 12-13 MAYIS 2011, Kocaeli.

Bayındır, R., Demirbaş, Ş., & Sesveren, Ö. (2014). Reaktif Güç Kompanzasyonu İçin Zeki Bir Simülatör Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (3), . Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/gazimmfd/issue/6677/89258>.

Engin, B. (2008). *Elektrik Dağıtım Sistemlerinde Kompanzasyon ve Enerji Kalitesi Sorunları*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü,

MEB. (2012). *Kompanzasyon Sistemi (523EO0079) MEGEP Modülü*. Milli Eğitim Bakanlığı. 13.05.2018 tarihinde [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Kompanzasyon%20Sistemi.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kompanzasyon%20Sistemi.pdf) adresinden alınmıştır.

Pekparlak, Ü., Arifoğlu, U. (2004). Statik Reaktif Güç Kompanzasyonu Uygulaması Ve Matlab Simülasyonu. *Sakarya University Journal of Science*, 8 (1), 131-138. Retrieved from <http://www.saujs.sakarya.edu.tr/issue/20694/220792>

Rüstemli, S., Ateş, M.R.A. (2009). PIC Kullanarak Güç Katsayısı Ölçüm Devresi Tasarımı ve Simülasyon. *III. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, 21-22 MAYIS 2009, Kocaeli.

Şekkeli, M., & Adak, S. (2006). Yeni Bir Yaklaşımla Reaktif Güç Kontrol Rölesi Dizaynı ve Uygulaması. *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(1).

Tunçalp, K., & Sucu, M. (2006). Elektrik Enerji Sistemlerinde Oluşan Harmoniklerin Filtrelenmesinde Pasif Filtre ve Filtreli Kompanzasyonun Kullanımı ve Simülasyon Örnekleri. *Politeknik Dergisi*, 9 (4), 263-271. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/politeknik/issue/33023/367124>.

Vardar, T., Çam, E., & Yalçın, E. (2010). Reaktif Güç Kompanzasyonu ile Enerji Verimliliği ve Kamu Kurumlarında Reaktif Güç Kompanzasyonu. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 2 (2), 20-24. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/umagd/issue/31720/345719>.