

Reaktif Güç Kompanzasyonu ile Enerji Verimliliği ve Kamu Kurumlarında Reaktif Güç Kompanzasyonu

Tevfik VARDAR, Ertuğrul ÇAM, Enes YALÇIN

Ankara Büyükşehir Belediyesi, Destek Hizmetleri Dairesi Başkanlığı, Ankara, 06253 Türkiye³
 Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale, 71450 Türkiye²
 Makina ve Kimya Endüstrisi Kurumu, ARGE ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı, Ankara, 06330, Türkiye¹
 Tel: +90 (312) 5072522; Fax: +90 (318) 3572459, t.wardar@gmail.com, cam@kku.edu.tr, enes.yalcin@mkek.gov.tr

Özet - Toplumlarda ekonomik ve sosyal kalkınmanın önemli girdilerden biri enerjidir. Bu yönüyle enerji bir toplumun yaşam standardının yükseltilmesinde önemli rol oynar. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması da yine enerjiyle mümkündür. Milli bazda düşünülecek olunursa bizim için enerji verimliliğini zorunlu kılan 3 ana unsur vardır. Bunları;

- enerji kaynaklarının en önemlisini oluşturan petrol, doğalgaz, kömür gibi fosil yakıtların hızla tükenmekte oluşu,
- bizim bu kaynakları yüksek oranda ve artan yüksek talepler doğrultusunda ciddi maliyetlerle ithal etmemiz,
- bu kaynakların yol açtığı çevresel sorunlar olarak sıralayabiliriz.

1 Ocak 2008 tarihinde uygulamaya giren reaktif güç oranları, işletmelerde reaktif güç kompanzasyonun önemini ve uygulamada en etkin tekniklerin kullanımını gerekli kılmıştır. Bu çalışmada, genel olarak enerji verimliliğinin ne olduğu ve elektrik enerjisinde verimliliğin hangi alanlara uygulandığı anlatıldıktan sonra enerji verimliliği çalışma alanlarında önemli bir yere sahip olan reaktif güç katsayısının düzenlenmesinin kısa bir açıklaması ile bu alanla ilgili basit çalışmalar sonucu yüksek kazançlar elde edilebileceği üzerine kamudan örnekler verilecektir.

Anahtar Kelimeler – Enerji Verimliliği, Kompanzasyon, Enerjide Tasarruf, Reaktif Güç, Enerji Verimliliği Uygulama Alanları, Kompanzasyonun Gerekliği.

Abstract - Energy is one of the important parameters of economical & social development for the society. From this aspect energy plays an important role in improving the life standards of a society. Sustainable development is again possible with energy. If considered nationwide there are 3 main aspects that make energy efficiency. We can list them as;

- rapid exhaustion of petroleum, natural gas, coal and similar fossile based fuels,
- the fact that we are mostly importing these resources and we are paying relatively high cost because of increasing demand,
- the environmental issues caused by these resources.

The reactive power ratio implementation that became effective after January, 1st 2008 made the businesses understand the importance of reactive power compensation and encouraged them to apply the most effective techniques. In this study after starting with what energy efficiency is in general and what fields of electrical energy efficiency is applied to, we'll continue with a brief description of reactive power coefficient compensation

which is important for energy efficiency field of study and also we'll provide with examples from the public sector that highlights the fact that with basic efforts huge gains are possible.

Key Words - Energy Efficiency, Compensation, Energy Saving, Reactive Power, Application Fields Of Energy Efficiency, Compensation Requirement.

I. GİRİŞ

Enerji, kaynaklarının hızla tükeniyor ve yenilenemiyor olması ve maliyetinin çok yüksek olması sebebi ile günümüzde en önemli sorunlardan biri haline gelmiştir. Bu sebeplerle, tüm dünyada enerji tasarruf politikaları izlenmeye başlanmıştır.

Son kırk yıl boyunca, dünyada genel enerji tüketiminin dört katına çıkmasına karşın elektrik tüketimi on katına yükselmiştir. Türkiye’de ise bu dönemde, genelde enerji tüketiminde artış 7 kat, elektrikte 57 kat olmuştur.

Bu nedenlerden dolayı günümüzde tüm endüstri kollarında en önemli unsurlardan biri enerji tüketimi ve tasarrufu konuları olmuştur. Enerji verimliliği öneminin farkına varılıp tüm tüketiciler artan enerji maliyetleri ve gün geçtikçe azalmakta olan doğal enerji kaynaklarından dolayı maksimum enerji tasarrufu yoluna gitmelidir. Yeni enerji üreticilerinin tesis edilmesinin çok maliyetli oluşu da enerji verimliliğine yönelişi kaçınılmaz hale getirmiştir.

Bu kapsamda, enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketiminde verimliliği artırıcı uygulamalar için genel bir çerçeve çizen Enerji Verimliliği Kanunu (EVK), 2 Mayıs 2007’de Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (EİE, 2007). Kanunda belirtilen sanayi, bina ve ulaşım sektörlerine yönelik uygulamaları detaylı olarak tanımlayan; enerjinin ve enerji kaynaklarının kullanımında verimliliğin artırılması (En-Ver), binalarda enerji performansı (BEP), merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su giderlerinin paylaşılması (ısı paydaşları) ve ulaşımında enerji verimliliğinin artırılmasına ilişkin yönetmelikler de hazırlanmış ve yürürlüğe girmiştir [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Reaktif güç kompanzasyonu ile ilgili, Enerji Piyasası ve Düzenleme kurulunun, “Elektrik İletim Sistemi Arz Güvenilirliği ve Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” resmi gazetede 9 Ocak 2007

tarihinde yayınlanmıştır. Bu yönetmelik, 1 Ocak 2008 tarihinden itibaren” sistemden çekilen endüktif reaktif enerjinin sistemden çekilen aktif enerjiye oranı %20’yi, sisteme verilen kapasitif reaktif enerjinin sistemden çekilen aktif enerjiye oranı ise %15’i geçemez” şartını getirmiştir. Bu nedenle, yönetmeliğin yayınlandığı tarihten itibaren reaktif güç kontrolü ile ilgili çalışmalarda ciddi bir artış olmuştur.

Bu düzenlemeye sebep olan ana unsurları şöyle sıralayabiliriz;

- Enerji üretim birimlerinin işletme maliyetlerinin yüksek olması,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının verimliliğinin artırılması çalışmalarının gelişme sürecinde olması,
- İletim, dağıtım sistemindeki kayıp ve kaçakların büyük olması,
- Devletin kayıpları azaltmak için yeterli kaynağa sahip olmaması.[9]

II. ENERJİ VERİMLİLİĞİ TANIMI

Enerji verimliliğini güzel ve yalın bir dille anlatmak gerekirse “Enerji verimliliği, enerji tüketimini asgari seviyeye indirmektir ve bunu yaparken hayat standardını, üretim kalitesini, işletme karlılığını düşürmeden yapmaktır.”

Enerji verimliliği harcanan her bir birim enerjinin daha çok hizmet ve ürüne dönüşmesidir. Enerji kaynaklarının en yüksek etkinlikte değerlendirilmesini ifade eden bir kavram olan “enerji verimliliği”, enerji kayıplarının azaltılması, her çeşit atığın ya da kaybın değerlendirilmesi veya geri kazanılması, yeni teknolojiler kullanılarak üretimde kalite ve performansı düşürmeden, sosyal refahı engellemeden enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Bu tanımlar ışığında, “enerji verimliliği” tüm enerji politikaları içinde yer alan bir çalışma haline gelmektedir. Ülkemizde bugüne kadar yapılan çalışmalar, sanayide %20’nin, bina ve hizmet sektöründe %30’un, ulaşımda %15’in üzerinde olmak üzere toplam olarak yıllık 4 milyar TL üzerinde bir tasarruf potansiyelinin olduğunu göstermektedir. Toplam nihai enerji tüketimi en yüksek tüketim payına ve enerji tasarruf potansiyeline sahip olmalarından dolayı sanayi, bina ve hizmet sektörleri enerji verimliliği çalışmalarında öncelikli sektörlerdir [10].

Enerji verimliliğinde en önemli faktör enerji tasarrufudur. Enerji tasarrufu, iyileştirme yöntemlerini uygulayarak veya yeni teknolojiler kullanarak, üretimi ve kaliteyi düşürmeden enerjiyi daha etkin kullanmak demektir. Enerji verimliliğinin artırılması, ek yeni enerji kaynaklarının devreye sokulması için yapılacak yatırımlardan daha ekonomiktir. Günümüzde elektrik enerjisinin kullanımının ve enerji talebinin artması ve önümüzdeki yıllarda Türkiye’de bir enerji açığının olabileceği sinyallerinin verilmesi, enerji tasarrufunu zorunlu hale getirmiştir. Enerjinin etkin kullanımının ülke ekonomisine sağlayacağı olumlu katkılar büyük boyutlara ulaşabilmektedir.

Enerji tasarrufunda amaç, ekonomik ve sosyal gelişmeye zarar vermeden sınırlı olan enerji kaynaklarını ve enerjiyi daha rasyonel şekilde, israf edilmeden verimli, yerinde ve yeterince, akıllıca kullanmak olmalıdır.

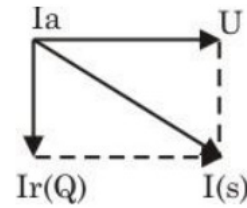
III. ELEKTRİK ENERJİSİ ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMA ALANLARI

Elektrik enerjisinde meydana gelen yüksek tüketim artışı, farklı kaynak arayışları ve tasarrufu zorunlu hale getirmiştir. Elektrikte enerji verimliliği uygulama alanlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Kompanzasyon / Harmonik Uygulamaları
- Motorlar ve Kontrol Yöntemleri
- Otomasyon Sisteminde Optimizasyon
- Aydınlatma Uygulamaları
- Trafolar, Enerji İletim-Dağıtım ve MCC Sistemleri

IV. REAKTİF GÜÇ KATSAYISI VE KOMPANZASYON

Gerilimle (V), “I” akımı arasında kalan açının kosinüsüne GÜÇ FAKTÖRÜ (REAKTİF GÜÇ KATSAYISI) ($\cos \phi$) adı verilir.



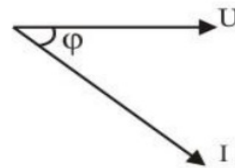
Şek. 1. AKIM – GERİLİM ARASINDAKİ AÇI ($\cos \phi$)

TABLO I
BAZI AÇILARIN SİNÜS VE KOSİNÜS DEĞERLERİ

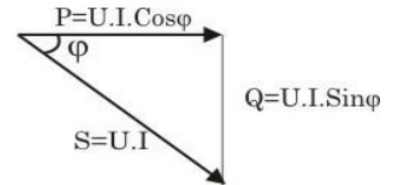
Açı değeri	Kosinüsü	Sinüsü
$\phi=90^\circ$	$\cos\phi=0$	$\sin\phi=1$
$\phi=60^\circ$	$\cos\phi=0,5$	$\sin\phi=0,866$
$\phi=45^\circ$	$\cos\phi=0,707$	$\sin\phi=0,707$
$\phi=0^\circ$	$\cos\phi=1$	$\sin\phi=0$

Görüleceği gibi açı büyüdükçe $\cos \phi$ değeri küçülür, açı küçüldükçe $\cos \phi$ değeri büyür.

Endüktif bir devrenin uçlarına bir gerilim uygulandığında devrenin akımı devrenin geriliminden geri fazda olur.

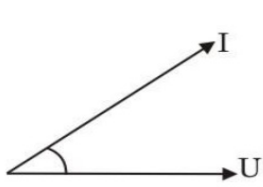


ŞEK. 2. AKIM-GERİLİM İLİŞKİSİ

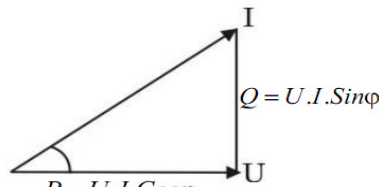


ŞEK. 3. ENDÜKTİF DEVREDE GÜÇ BAĞINTISI

Kapasitif bir devrede ise devre uçlarına bir gerilim uygulandığında devreakımı devre geriliminden ileri fazda olur.



ŞEK. 4. AKIM-GERİLİM İLİŞKİSİ



ŞEK. 5. KAPASİTİF DEVREDE GÜÇ BAĞINTISI

Endüktif ve kapasitif etki neticesinde oluşan voltaj ve akım sinyali arasındaki faz kaymasını düzelterek, ideale yakın (0 derecede) sabit tutmaya yarayan işleme KOMPANZASYON denmektedir.

V. REAKTİF GÜÇ TÜKETİCİLERİ

Manyetik veya statik alanla çalışan bütün elektrikli araçlar şebekeden aktif gücün yanında reaktif güç çekerler. Bazı koşullar altında reaktif güç de verirler. Bu tür reaktif güç tüketicilerine örnek olarak;

- Düşük ikazlı senkron makineler
- Asenkron motorlar
- Senkron motorlar
- Bobinler
- Transformatörler
- Redresörler
- Endüksiyon fırınları, ark fırınları
- Kaynak makineleri
- Hava hatları
- Flüoresan lamba balastları
- Sodyum ve cıva buharlı lamba balastları
- Neon lamba balastları verebiliriz.

VI. KOMPANZASYONUN TÜKETİCİLER AÇISINDAN GEREKLİLİĞİ

Yönetmelik gereği mesken abonelerine, tek fazla beslenen abonelere, bağlantı gücü 15 kVA (dahil) ya kadar olan abonelere, elektrik enerjisi satış tarifesinde reaktif enerji bedeli belirtilmemiş abonelere reaktif enerji tarifesi uygulanmamaktadır.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunca 09.01.2007 tarihli ve 26398 Sayılı yayımlanarak yürürlüğe giren ve 01.01.2008 tarihinde uygulanmaya başlanan yönetmelik uyarınca;

- Bağlantı gücü 50 kVA' nın altında olan aboneler, çektikleri aktif enerji miktarının yüzde otuzüçünü (%33) aşan şekilde endüktif reaktif enerji tüketmeleri veya aktif enerji miktarının yüzde yirmisini (%20) aşan şekilde kapasitif reaktif enerji tüketmeleri halinde; reaktif enerji bedeli tahakkuk ettirilir.
- Bağlantı gücü 50 kVA ve üstünde olan aboneler, çektikleri aktif enerji miktarının yüzde yirmisini (%20) aşan şekilde endüktif reaktif enerji tüketmeleri veya aktif enerji miktarının yüzde onbeşini (%15) aşan

şekilde kapasitif reaktif enerji tüketmeleri halinde; reaktif enerji bedeli tahakkuk ettirilir.

İbareleri bulunmaktadır.

İlgili yönetmelik gereği, endüktif reaktif ve kapasitif reaktif sınır değerlerinin her ikisini birden aşan abonelere hangi tüketim yüksekse o yansıtılır.

Yine ilgili yönetmelik gereği 15 kVA üstü abone gücü olan tesislerde endüktif ve kapasitif reaktif sayaç kullanmak zorunludur. Yapılmadığı durumda aktifin %90' ı oranında reaktif kullandığı varsayılarak elektrik fatura bedeline ilave edilir.

Bu oranlar dikkate alınarak 15 kVA üzerinde abone güçleri bulunan tesislere kompanzasyon panosu kurmak zorunlu hale gelmiştir.

VII. BİR ÖRNEK

Reaktif güç kompanzasyonunda kamu ile özel sektörü kıyaslayacak olursak özel sektörde bu konuya çok daha fazla önem verildiği görülecektir. Bunun çeşitli nedenleri bulunmakla beraber en önemli sebepleri kamuda bu alanla ilgili çalışma yapabilecek teknik eleman yetersizliği, kurulan sistemlerin hatalı olması, kompanzasyon panosu kurulduktan sonra sistemin takip edilmemesi sonucu tekrardan cezalı duruma gelinmesi ve reaktif güç kompanzasyonu konusunun dikkate alınmaması gelmektedir.

Reaktif güç kompanzasyonunda, sistemi kontrol eden reaktif güç röleleri eskiden tek faz üzerinden kontrol yapmakta idi. R-S-T fazları ölçüldüğünde fazlar arası dengesizlik varsa yani çektikleri akımlar arasında çok fark varsa kullanılan tek fazlı reaktif güç rölesinden dolayı ölçülen fazdan çekilen akım fazla ise aşırı kompanzasyon, az ise düşük kompanzasyon meydana gelmekteydi. Örneğin Keçiören Belediyesi Hizmet Binasında kullanılan reaktif güç kontrol rölesinin tek faz olması ve mevcut faz dağılımının R:158A, S:352A, T:402A olduğundan ölçümün de R fazından yapılmasından dolayı faturaya endüktif reaktif ceza yansımakta olduğu belirlenmiştir.



Resim 1. TEK FAZ KONTROLLÜ REAKTİF GÜÇ KONTROL RÖLESİ

Daha sonra üç faz kontrollü reaktif güç rölelerinin geliştirilmesi ile bu sorun ortadan kaldırılmıştır. Nitekim kontroller esnasında bir çok kurumda tek faz reaktif güç kontrol rölesi kullanılmasına devam edilmesinden dolayı

faturalarına ya endüktif yada kapasitif tüketimin yansıtıldığı tespit edilmiştir.



Resim 2. ÜÇ FAZ KONTROLLÜ REAKTİF GÜÇ KONTROL RÖLESİ

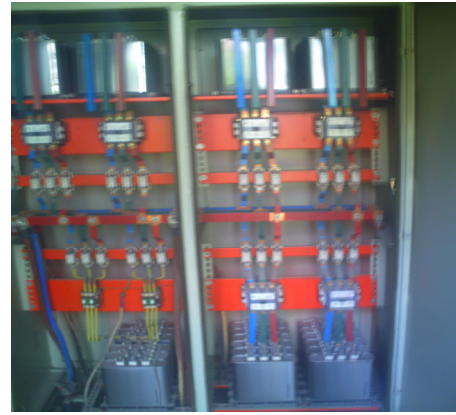
Kondansatörlerin zamanla boşalması yada atıl kalması, şalt malzemelerinde meydana gelen problemler (kontaktör kontağının yapışı kalması gibi), tek faz kontrollü reaktif güç rölesi kullanımı sonucu faturalara reaktif bedel yansımaktadır. Gerek bu rölelerde revize edilmesi gerekse tüm reaktif güç kompanzasyonu elemanlarının bakım-onarımlarının yapılarak revize edilmesine zaman geçirilmeden bir an önce başlanmalıdır.



Resim 3. KALABA ŞELELE ABONELİĞİNE AIT KOMPAZASYON PANOSUNUN REVİZE EDİLMEYEN ÖNCEKİ HALİ



Resim 4. KALABA ŞELELE ABONELİĞİNE AIT KOMPAZASYON PANOSUNUN REVİZE EDİLDİKTEN SONRAKİ HALİ



Resim 5. HİZMET BİNASI ABONELİĞİNE AIT KOMPAZASYON PANOSUNUN REVİZE EDİLMEYEN ÖNCEKİ HALİ



Resim 6. YAPILAN ÖLÇÜMLERDE KONDANSATÖRLERİN BOŞALDIĞI VE RÖLENİN DEĞİŞMESİ GEREKTİĞİ TESPİT EDİLDİ



Resim 7. HİZMET BİNASI ABONELİĞİNE AIT KOMPAZASYON PANOSUNDA REAKTİF GÜÇ RÖLESİ VE KONDANSATÖR DEĞİŞİMİ YAPILIYOR

Bu konunun ne kadar önem arz ettiğini şu örneğimizle anlayabiliriz. Ankara ili Keçiören Belediyesi Kalaba Şelale ve Hizmet Binası aboneliklerini ele alalım. İlgili aboneliklerin kompanzasyon sistemi kurulmuş ancak zamanla takip edilmediği için atıl kalmış durumda iken Keçiören Belediye Başkan Yardımcısı Celal SEMİZ' in duyarlılığı ile çalışmaya başlanmıştır. İlgili abonelikler tam yük devreye alınarak gerekli ölçümler yapılmış ve bu ölçümler sonucu Büyük Şelale aboneliğine 500 kVAR, Hizmet Binası aboneliğine ise 300 kVAR kompanzasyon tesisi kurulmasına karar verilmiştir. Her iki abonelik için de kompanzasyon sistemi mevcut olduğu için sadece boşalan kondansatörler ile reaktif güç kontrol rölesi değişimi ve eksik olan şalt malzemelerinin tamamlanması işlemleri yapılmıştır. Kompanzasyon

tesislerinin tamamlanması için gerekli miktarın 8.000,00 TL + KDV olduğu görülmüştür. Kompanzasyon sistemi tamamlanmadan önce Kalaba Mahallesi Büyük Şelale aboneliğine aylık yaklaşık 18.000,00 TL + KDV [11], Hizmet Binasına ise 4.500,00 TL + KDV [12] reaktif bedel ödenmekte idi. Her iki aboneliğe aylık ortalama 22.500,00 TL + KDV reaktif bedel ödeniyordu. Kurulan kompanzasyon sistemi sonrasında faturaya yansıyan reaktif bedellerin sıfırlanmasıyla [13,14] kendini 6 günde amorti etmiştir.

VIII. SONUÇ

Örnekten de anlaşılacağı gibi çok düşük harcamalarla yüksek kazançlar elde etmek mümkündür. Özellikle kamu sektöründe bu alanla ilgili ciddi sıkıntılar ve yapılacak çok iş bulunmaktadır. Bu nedenle kamuda reaktif güç kompanzasyonu alanında yapılacak çalışmalar ve daha sonra sistem takibi sonucunda hem ilgili kamu kurumunda hem de ülkemiz genelinde yüksek miktarda tasarruf sağlamak elimizdedir. Ayrıca bu çalışmalarımız ülkemize yeni elektrik üretim ve dağıtım tesisleri kurmak yerine mevcut tesislerin yeterli olması gibi önemli bir ekonomik katkıda bulunacaktır. Bunun için de kamu kurumlarında bir an önce ilgili teknik elemanlar belirlenip bu elemanlara reaktif güç kompanzasyonu ile ilgili eğitim verilerek bu sorunun ortadan kaldırılması gerekmektedir.

IX. KAYNAKLAR

- [1]Endüstriyel Bir Tesiste Dinamik Kompanzasyon Uygulaması Özgür GENÇER, Semra ÖZTÜRK, Tarık ERFİDAN; Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, San-el Mühendislik Elektrik Taahüt Ltd. Şti. ogencer@san-el.com, semra@kocaeli.edu.tr, terfidan@kocaeli.edu.tr
- [2]BİNA SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ İLE İLGİLİ YASAL DÜZENLEMELER: BİNALARIMIZI NELER BEKLİYOR? Ebru Acuner, Emre Erkin, Sermin Onaygil, acuner@itu.edu.tr, erkinem@itu.edu.tr, onaygil@itu.edu.tr
- [3]İTÜ Enerji Enstitüsü, Enerji Planlaması ve Yönetimi Anabilim Dalı, 34469, Maslak İstanbul
- [4]Cakmanus, I., (2007), "Renovation of existing office buildings in regard to energy economy: An example from Ankara, Turkey", Building and Environment 42, p. 1348–1357.
- [5]EİE, (2008), "Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanılmasında Verimliliğin Artırılması"na dair Yönetmelik, www.eie.gov.tr/duyurular/EV/EV_kanunu/EV_yonetmelik/EV_yonetmelik.html.
- [6] BİB, (2008a), "Binalarda Enerji Performansı" Yönetmeliği, www.binailetimi.com/2008/12/binalarda-enerji-performansi-yonetmeligi.
- [7] BİB, (2008b), "Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıcak Su Giderlerinin Paylaşılması"na ilişkin Yönetmelik, www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/27881.html.
- [8] UB, (2008), "Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılması"na ilişkin Yönetmelik, www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/27876.html.
- [9]Endüstriyel Bir Tesiste Dinamik Kompanzasyon Uygulaması Özgür GENÇER, Semra ÖZTÜRK, Tarık ERFİDAN; Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, San-el Mühendislik Elektrik Taahüt Ltd. Şti. ogencer@san-el.com, semra@kocaeli.edu.tr, terfidan@kocaeli.edu.tr

- [10] 3e Electrotech Dergisi sayı 165 Enerji Verimliliği ve Kanunu Erdal Çalikoğlu
- [11] Keçiören Belediye Başkanlığı Kalaba Şelale Fatih Caddesi Belediye Karşısı Aboneliğine Ait 01.06.2009 Tarihli Elektrik Faturası
- [12] Keçiören Belediyesi Hizmet Binası Fatih Caddesi Aboneliğine Ait 22.05.2009 Tarihli Elektrik Faturası
- [13] Keçiören Belediye Başkanlığı Kalaba Şelale Fatih Caddesi Belediye Karşısı Aboneliğine Ait 30.07.2009 Tarihli Elektrik Faturası
- [14] Keçiören Belediyesi Hizmet Binası Fatih Caddesi Aboneliğine Ait 21.07.2009 Tarihli Elektrik Faturası