Endüstriyel Isı Santrallerinde Enerji Kalitesi Ölçümü ve Değerlendirilmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Örneği

Ö. Fatih KEÇECİOĞLU[1,*], Mustafa TEKİN, Ahmet GANİ, Muhammet SARI, Mustafa ŞEKKELİ
[1] Sorumlu yazar, fkececioglu@ksu.edu.tr
* Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik Elektronik Müh. Böl. Kahramanmaraş

Özet

Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte güç elektroniği elemanlarının kullanımının artması güç kalitesi problemlerini artırmaktadır. Buna bağlı olarak değişik enerji kalitesi parametreleri üzerine birçok çalışma yapılmaktadır. Bu enerji kalite parametrelerinin en önemlilerinden iki tanesi harmonikler ve kırpışmadır (fliker). Bu çalışmada Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi merkezi ısı santralinin enerji kalitesi ölçülmüş ve analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda ısı santralindeki yüklerin şebeke üzerinde çok fazla harmonik oluşturduğu ve akım dalga şeklini bozduğu gözlenmiştir. Oluşan harmonikler için ise pasif filtre kullanılmasının meydana gelen enerji kalite sorunlarının çözümünde yeterli olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Güç Kalitesi, Isı Santrali, Harmonik Ölçümü

1. Giriş

Son yıllarda, güç elektroniği esaslı elemanların, hem konutlardaki ev eşyaları, klimalar, floresan lambalar vb. hem de endüstri alanında kullanılan hız kontrol cihazları, kesintisiz güç kaynakları vs. gibi cihazlarda kullanımının artması güç kalitesi parametrelerinin daha fazla gündeme gelmesine sebep olmaktadır. Bu parametreler içinde fliker ve harmonikler önemli bir yere sahiptir. Harmonikler dalga şekillerini bozmakla kalmayıp, transformatör, motor ve iletkenlerin aşırı ısınmalarına yol açmaktadır. Bunun yanı sıra kablo ve kondansatör gibi di-elektrik malzemelerde bozulma, ağır hasarlar, verimlilik azalması, yüksek kayıplar ve ekonomik kullanım sürelerinin azalması gibi problemlere de sebep olabilmektedirler. Bununla birlikte, enerji hatlarındaki kayıpların artması, elektronik tabanlı kontrol sistemlerinin hatalı çalışması, enerji hatlarının yakınından geçen haberleşme sistemlerinin olumsuz yönde etkilenmesi, elektrik makinelerinde aşırı ısınma, gürültülü çalışma ve mekanik salınımlara yol açabilmektedirler [1]. Yukarıda anlatılan sebeplerden dolayı, güç kalitesi problemi hem elektrik güç sistemleri hem de ulusal ekonomi için bir tehdit oluşturmaktadır [2]. Oluşan bu tehditleri tespit etmek ve gerekli önlemleri almak için hem AG hem de OG gerilim seviyesindeki güç kalitesi incelemeleri ve araştırmaları ile alakalı son yıllarda birçok makale yayınlanmıştır.

Güç kalitesi parametreleri yönetmeliklerle de kontrol altına alınmaktadır. Özellikle dağıtım şirketlerinin özelleştirilmesi ve 2008 yılında son hali çıkarılan "Elektrik Piyasasında Dağıtım Sisteminde Sunulan Elektrik Enerjisinin Tedarik Sürekliliği, Ticari ve Teknik Kalitesi Hakkında Yönetmelik" [3] öncelikle sanayi müşterileri olmak üzere tüm elektrik enerjisi tüketicilerinin haklarının bir nevi korunmasına yönelik çabaların yoğunlaşmasına yol açmıştır. Çoğu durumda güç kalite parametreleri gerilimle ilişkilendirilirken, harmoniklerde akım da ön plana çıktığından bu çalışmada akımla alakalı ölçümler de yapılmıştır [4].

Bu çalışmada kullanılmak üzere Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsünde merkezi ısı santrali binasında 22.12.2014 - 26.12.2014 tarihleri arasında ölçümler yapılmış ve ölçüm kayıtları alınmıştır. Bu kayıtlar vasıtasıyla harmonik, gerilim ve akım değerleri düzenli olarak ölçülmüş ve ölçüm esnasında bazı noktalarda meydana gelen kırpışmalar da kayıt altına alınmıştır. Materyal ve Yöntem başlığı altında, elde edilen ölçümlerle alakalı teknik bilgiler verilmiş ve kaydedilen bazı örnek durumlar gösterilmiştir. Bu örnek durumlarla alakalı değerlendirmeler aynı bölümde yapılmıştır. Bulgular kısmında ise güç kalite olgusunu oluşturan parametrelerden iki (harmonik ve fliker) tanesine ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. Sonuç bölümünde değerlendirmeye alınan ölçümler için genel bir durum değerlendirmesi yapılmış ve meydana gelen olumsuzlukları gidermek için gerekli önerilerde bulunulmuştur.

2. Güç Kalitesi Yönetmelikleri ve Ölçme Standartları

Orta ve Alçak gerilim dağıtım şebekeleri için güç kalitesi limitlerinin belirlendiği en önemli standart, EN50160 olarak adlandırılan standart olup, pek çok ülkede çevirileri yapılarak kullanılmakta ve ulusal yönetmeliklere temel teşkil etmektedir.[4] EN50160 ile [5] dağıtım şirketleri tarafından sağlanan elektrik enerjisinin gerilim kalitesi tanımlanmakta ve bu şirketlerin müşterilerine karşı sorumluluklarını ortaya koymaktadır. EN50160

ülkemizde kullanılan ve 2008 de son hali çıkarılan "Elektrik Piyasasında Dağıtım Sisteminde Sunulan Elektrik Enerjisinin Tedarik Sürekliliği, Ticari ve Teknik Kalitesi Hakkında Yönetmelik" adlı yönetmeliğe esas teşkil etmektedir. EN50160, müşteri ile tüketici arasındaki durumu kontrol altına alarak sınırları belirlemektedir. Bu yönetmelik, güç kalitesi olaylarının en çok rastlanan türü olan harmoniği, doğrusal olmayan yükler veya gerilim dalga şekli ideal olmayan jeneratörlerden dolayı bozulmaya uğramış bir alternatif akım veya gerilimde ana bileşen frekansının tam katları frekanslarda oluşan sinüzoidal bileşenlerin her biri olarak tanımlamıştır. 1000 Volt'u aşmayan faz-faz etkin gerilim alçak gerilim (AG), 1kV-35kV arasındaki etkin faz-faz gerilim değeri ise orta gerilim (OG) olarak kabul edilmiştir [5]. EN50160 yönetmeliği, normal işletme koşulları altında çalışan orta ve alçak gerilim elektrik dağıtım sistemlerinde, müşteriler için ortak bağlantı noktalarındaki (point of common coupling) asıl gerilim parametrelerini ve bunların izin verilebilir değişiklik aralıklarını vermektedir [4].

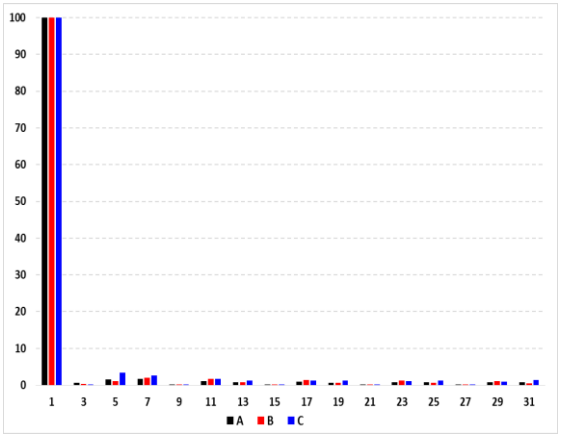
Kırpışma, yükteki dalgalanmalar nedeniyle ortaya çıkan ve aydınlatma armatürlerinde kırpışmaya yol açan 50 Hz altındaki gerilim salınımları olarak adlandırılmaktadır [3]. Kırpışma için kısa ve uzun dönemli olmak üzere iki adet indeks vardır.

3. Materyal ve Yöntem
3.1. Ölçüm Cihazı

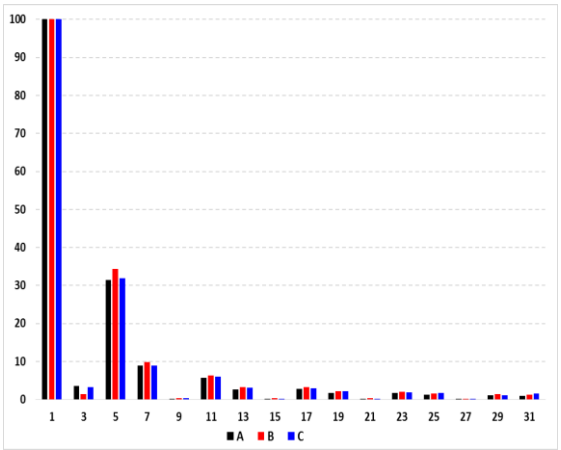
Ölçümler esnasında HTITALIA PQA824 güç analizörü kullanılmıştır. Bu analizör aynı anda 251 ölçüme kadar kayıt yapma imkânı sağlamaktadır. Bu çalışmada analizler için akım analizi, gerilim analizi, dalga formu analizi, harmonik analizi, gerilim dalgalanmalarının kaydı, kırpışma kayıtları kullanılmıştır. Ölçümler 22.12.2014 - 26.12.2014 tarihleri arasında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi merkezi ısı santralindeki pompaları besleyen ana dağıtım panosundan alınmıştır. Üniversitede bulunan ısı santralinin yerleşim planı ve pano tek hat şeması ekte verilmiştir. Merkezi ısı santrali ana dağıtım panosunun kurulu gücü 600 kVA' dır. Tek hat şemasında görüleceği üzere 8 adet 45 kW'lık sirkülasyon pompası, 4 adet 22 kW'lık brülör pompası ve 10 kW'lık iç ihtiyaç gücü mevcuttur. Sirkülasyon pompaları kuzey-güney hattı olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu hatlar 3 asıl, 1 yedek pompa olarak iki grup şeklinde ihtiyaca göre çalışmaktadır. Alınan bu verilerden 23.12.2014 tarihindeki bir günlük veriler değerlendirmeye alınmıştır. AG tarafı için TT tipi şebeke yapısı mevcuttur.

3.2. Ölçümler
3.2.1. Harmonik Ölçümleri

Bu çalışmada ele alınan güç kalitesi parametrelerinden ilki harmoniklerdir. Yapılan ölçümlerden elde edilen grafikler incelendiğinde en belirgin harmoniğin 5. harmonik (250 Hz) olduğu görülmektedir. Yapılan harmonik ölçümlerinde akım ve gerilim için Toplam Harmonik Bozunum (THB) grafikleri, üç faz akım ve gerilime ait bar grafikler, akım ve gerilime ait 5 ile 7. harmoniğe ait akım ve gerilim değerleri Amper ve Volt cinsinden verilmektedir. 5 ve 7. harmonikler diğer harmoniklere göre daha baskın olduğundan sadece bu iki harmonik değerleri incelemeye alınmıştır.



Şekil 1. Gerilim dalga şekline ait harmonik analizi

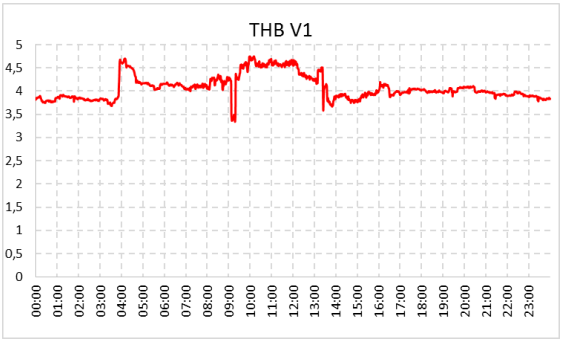


Şekil 2. Akım dalga şekline ait harmonik analizi

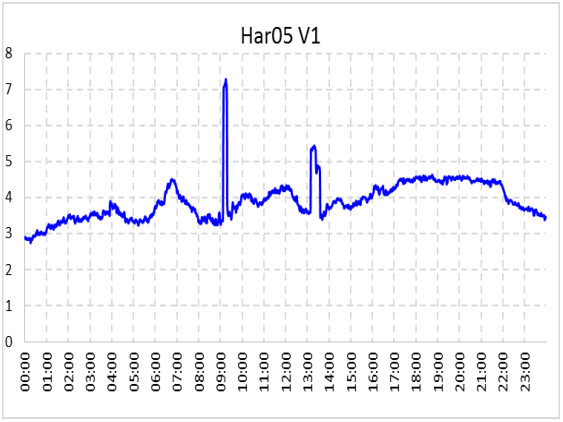
Şekil 1'deki üç faz gerilimlerine ait harmonik grafikleri incelendiğinde; 5 ve 7. harmoniğin diğer harmoniklere göre daha baskın olduğu görülmektedir. Bunların yanı sıra 11, 13, 17 ve 19. harmoniklerde de belirginleşme mevcuttur. Gerilimdeki harmonik bozulmaların C fazında A ve B fazına göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Şekil 2'deki faz akımlarına ait yüzdelik harmonik akımları incelendiğinde; gerilimde olduğu gibi akımda da 5 ve 7. harmoniklerin baskın olduğu,

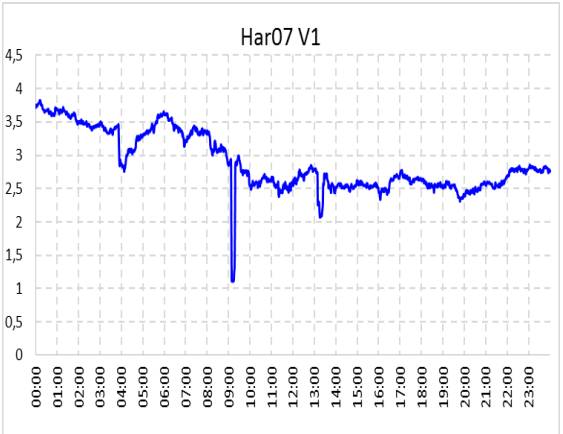
bunları da 11, 13, 17 ve 19. harmoniklerin takip ettiği görülmektedir. Fazlar açısından akım harmonikleri değerlendirildiğinde ise; özellikle B fazındaki 5. harmoniğin A ve C fazlarına göre daha fazla değere sahip olduğu anlaşılmaktadır.



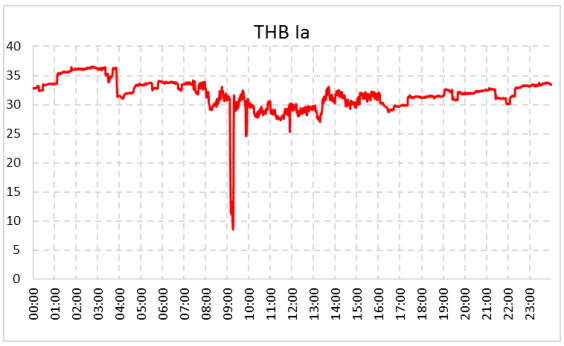
Şekil 3. Birinci faz gerilimi THB değişimi (%)



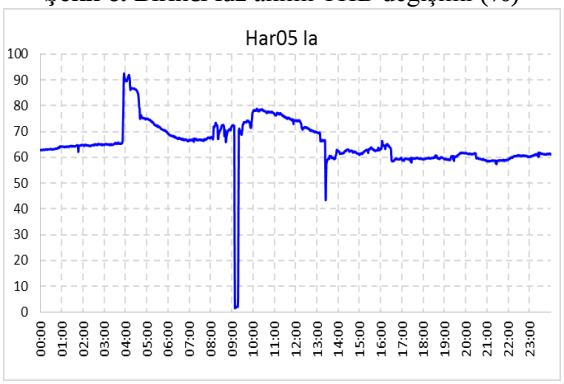
Şekil 4. Beşinci harmonik değişimi (V_1,Volt)



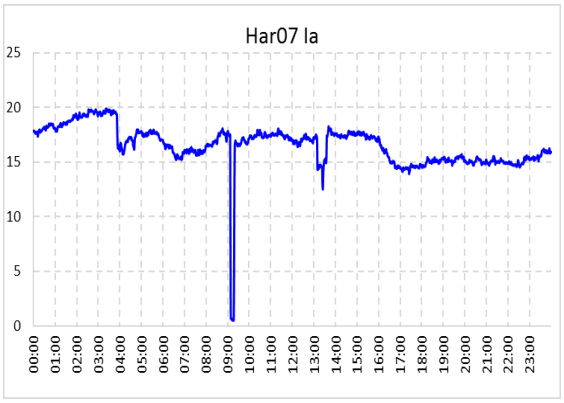
Şekil 5. Yedinci harmonik değişimi (V_1,Volt)



Şekil 6. Birinci faz akımı THB değişimi (%)



Şekil 7. Beşinci harmonik değişimi (I_1,Amper)

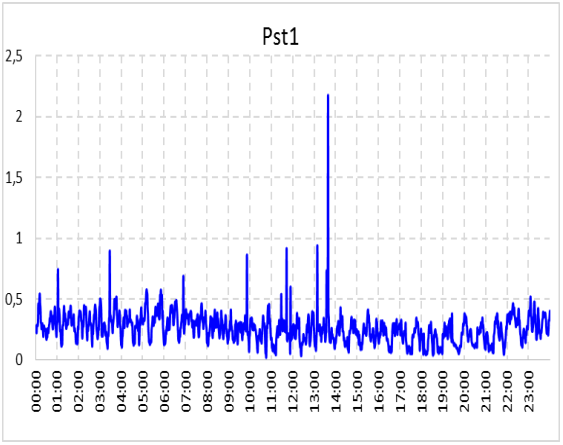


Şekil 8. Yedinci harmonik değişimi (I_1,Amper)

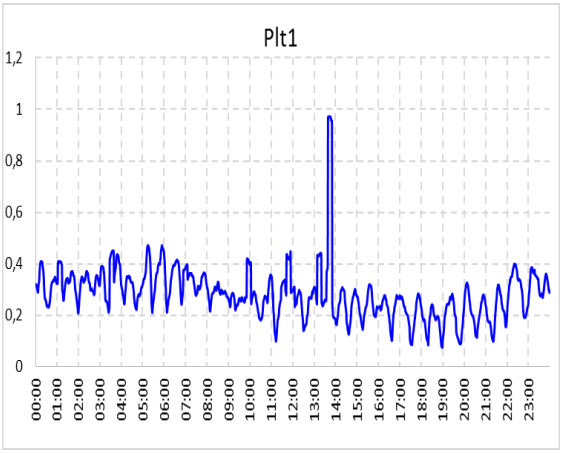
Şekil (3-8)'de verilen grafikler Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsündeki ısı merkezini besleyen elektrik panosunun AG tarafından alınan A fazına ait 24 saatlik akım ve gerilim verilerini göstermektedir. Gerilimdeki THB %3,5-%5 (Şekil-3) gibi standartlara uygun değerlerde seyretmektedir. Akıma ait THB değeri ise %25-%40 (Şekil-6) arasında değişmektedir. Akımdaki bu bozulmaya sistemde var olan, bir güç elektroniği elemanı olan inverterlerin sebep olduğu düşünülmektedir. Şekil-7 incelendiğinde özellikle akımdaki 5. harmoniğin 100 Amper gibi yüksek değerlere yaklaştığı görülmektedir. Şekil (3-8)'deki grafiklere bakıldığı zaman saat 09:00 civarında programlı bir elektrik kesintisi yapılmıştır.

3.2.2. Kırpışma (Fliker) Ölçümleri

Fliker ölçümleri için kısa dönem (10 dakikalık aralıklarla ölçülen kırpışma şiddeti) ve uzun dönem (120 dakikalık aralıklarla yapılan kırpışma şiddeti ölçümleri) olmak üzere iki çeşit ölçüm yapılmıştır. Uzun dönem fliker ölçümleri, 12 tane ardışık kısa dönem fliker ölçümleri kullanılarak hesaplanmaktadır. İncelenen kırpışma indeksleri Şekil 9 ve Şekil 10'da 24 saatlik grafikler üzerinde gösterilmiştir. P_{st} ve P_{lt} değerleri aynı zamanda günün hangi saatlerinde yoğun güç talebinin olduğunu da anlatmaktadır.



Şekil 9. Kısa dönem kırpışma şiddeti endeksi



Şekil 10. Uzun dönem kırpışma şiddeti endeksi

Kırpışma ölçümlerine ait grafikler incelendiğinde, saat 13:00 ile 14:00 arasında fliker şiddetlerinin standartlarda olan seviyenin üzerine çıkışına ani bir yük değişiminin neden olabileceği, günün diğer kalan saatlerinde ise kırpışma seviyesinin standartlarda verilen sınır değerlerin içinde kaldığı görülmüştür.

4. Bulgular ve Sonuçlar

Yapılan bu çalışma ile Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü merkezi ısı santrali binasındaki pompaları besleyen ana dağıtım panosundan 23.12.2014 tarihinde bir günlük alınan akım ve gerilime ait harmonik ve fliker değerleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda; 5 ve 7. harmoniğin hem akım hem de gerilim için baskın olduğu görülmüştür. Aynı zamanda akım harmoniklerinde 11 ve 13. harmoniklerin de belirginleştiği görülmüştür. Gerilime ait THB değerinin standartlara uygun olduğu, akıma ait THB değerinin ise standartlardaki değerleri aştığı görülmüştür. Elde edilen fliker değerlerine bakıldığı zaman genel olarak standartlardaki değerlere uygun olduğu görülmüştür. Bu değerlendirmeler ve çıkarımlar sonucunda, sisteme 5 ve 7. harmonikler için pasif filtreleme yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Tekin M., "Güç Sistem Harmoniklerinin Ayrık Hartley Dönüşümü ile Analizi", Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2013.

[2] Tang Q, Wang Y, Guo S., "Design of Power System Harmonic Measurement System Based on LabVIEW", Fourth International Conference on Natural Computation, IEEE, Vol. 5, Sayfa: 489 – 493, 2008.

[3] Elektrik Piyasasında Dağıtım Sisteminde Sunulan Elektrik Enerjisi Tedarik Sürekliliği, Ticari ve Teknik Kalitesi Hakkındaki Yönetmelik, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), 2008.

[4] Keçecioğlu, Ö.F., Tekin, M., Özalp, A., Şekkeli, M., Yılmaz, A.S., "Medikal Yoğunluklu Dağıtım Şebekelerinde Güç Kalitesi İncelemesi", Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK), Kocaeli, 2013.

[5] EN 50160, Voltage characteristic of electricitiy supplied by public distribution systems, 1999.

[6] Tekin, M., Yılmaz, A.S., "Güç Sistem Harmoniklerinin Ayrık Hartley Dönüşümü İle İncelenmesi", Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK), Kocaeli, 2013.

[7] Kocatepe, C., Onar, Ö.Ç., Arıkan O., Uzunoğlu, M., "Nonlineer Yükleri İçeren Enerji Sistemleri İçin Filtreli Reaktif Güç Kompanzasyonu ve Sistemin MATLAB & Simulink Modeli ile Simülasyonu", Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK), 2005.

[8] Şahin, M., Oğuz, Y., Tuğcu, H.Z., "Güç Sistemlerinde Enerji Kalitesini Etkileyen Harmoniklerin İncelenmesi", EÜFBED - Fen

Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt-Sayı: 7-2 Yıl: 2014 199-218.

[9] Sucu, M., "Elektrik Enerji Sistemlerinde Oluşan Harmoniklerin Filtrelenmesinin Bilgisayar Destekli Modellenmesi ve Simülasyonu", Yüksek Lisans Tezi, 2003.

[10] Petrean, L.E., Peter, D.C., Horgos, M., Buchman, A., Petrean, L., "Elektrik Enerji Sistemlerinde Oluşan Harmoniklerin Filtrelenmesinin Bilgisayar Destekli Modellenmesi ve Simülasyonu", Vol.53, Number 4, 2012.

[11] Kakilli, A., Tunçalp, K., Sucu, M., "Harmoniklerin Reaktif Güç Kompanzasyon Sistemlerine Etkilerinin İncelenmesi Ve Simülasyonu", Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 20 (1), 109-115, 2008.

[12] Ertay, M.M., Alboyacı, B., Duru, H.T., Yeğin E.M., "Endüstriyel Güç Sistemlerinde Oluşan Harmoniklerin Pasif Filtrelerle Yok Edilmesi", 4. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, 58-63, 2011, Kocaeli.

[13] HTITALIA PQA824 Kullanma Kılavuzu.

EKLER

EK1

Merkezi Isı Santrali Yerleşim Planı ve Pano Tek Hat Şeması

