

Medikal Yoğunluklu Dağıtım Şebekelerinde Güç Kalitesi İncelemesi

Ö.Fatih KEÇEÇİOĞLU^{1*}, Mustafa TEKİN^{*}, Ahmet ÖZALP^{**}, Mustafa ŞEKKELİ^{*}, A.Serdar YILMAZ^{*}

¹ Sorumlu yazar, o.fatihkececioglu@gmail.com

* Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik Elektronik Müh. Böl. Kahramanmaraş

** Türk Telekom İl Müdürlüğü, Kahramanmaraş

Özet

Gelişen teknoloji ile birlikte medikal alanda birçok tıbbi cihaz kullanılmaktadır. Kullanılan bu tıbbi cihazlar farklı yapıları ve çalışma temellerinden dolayı dağıtım şebekesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu etkiler güç kalite parametrelerini, dağıtım şebekesi için belirlenen standartlar dışına çıkartmaktadır. Buda güç kalitesini ve verimini etkilemektedir. Bu çalışma ile belirlenen medikal yoğunluklu bir şebekede çeşitli güç kalitesi parametreleri için gerekli ölçümler yapılarak analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda medikal yüklerin dağıtım şebekesi üzerinde çok fazla harmonik oluşturduğu ve akım dalga şeklini bozduğu gözlenmiştir. Ölçüm yapılan dağıtım şebekesinin yapısı TT şebeke tipidir. Medikal yüklerin olduğu yoğunluklu şebekelerde IT tipi şebeke yapısının kullanılmasını ve şebekede oluşan harmonikler için ise pasif filtre kullanılmasının meydana gelen güç kalite sorunlarının çözümünü düşünülmemektedir.

Anahtar Sözcükler: Güç Kalitesi, Medikal Yükler, Harmonik Ölçümü

1. Giriş

Günümüzde başta Dağıtım Sistemleri olmak üzere, her çeşit gerilim seviyesindeki güç kalitesi incelemeleri ve araştırmaları önem kazanmaktadır. Özellikle dağıtım şirketlerinin özelleştirilmesi ve 2006 yılında çıkarılan ancak uygulaması geciken “Elektrik Piyasasında Dağıtım Sisteminde Sunulan Elektrik Enerjisinin Tedarik Sürekliliği, Ticari ve Teknik Kalitesi Hakkında Yönetmelik” [1] öncelikle sanayi müşterileri olmak üzere tüm elektrik enerjisi tüketicilerinin haklarının bir nevi korunmasına yönelik çabaların yoğunlaşmasına yol açmıştır. Güç kalitesi kavramı pek çok parametreyi ilgilendirmektedir. Çoğu kez güç kalitesi olayları sadece gerilim ile ilişkilendirilmektedir. Gerçekten de büyük oranda gerilim ile ilgili olaylar güç kalitesini ilgilendirmektedir. Örneğin gerilim kırışması, dengesizlikler, gerilim genliğindeki azalma ve yükselmeler ile çeşitli dalgalanmalar güç kalitesi olaylarının çoğunu kapsamaktadır. Harmonik olaylarında sadece gerilim değil akımdaki harmoniklerin de önemli olması nedeniyle akım ölçümleri de dikkate alınmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Kahramanmaraş kent merkezindeki Tıp Fakültesi trafo binasında 03.04.2010 tarihinde bir günlük ölçümler yapılmış ve ölçüm kayıtları alınmıştır. Kayıtlar sonucunda harmonik ve gerilim değerleri düzenli olarak ölçülüp kayıt altına alınırken, ölçüm sırasında bazı noktalarda oluşan kırışmalar da kaydedilmiştir. Materyal ve Yöntem başlığı altında yapılan ölçümler ile ilgili teknik bilgiler verilmiş ve kaydedilmiş bazı örnekler gösterilmiştir. Bu örneklere ilişkin yorumlamalar yine aynı bölümde sunulmuştur. Bulgular bölümünde ise teknik kalite kavramını oluşturan parametrelerden iki (harmonik

ve flicker) tanesine yönelik değerlendirmeler ve hesaplamalar yapılmıştır. Sonuç kısmında ise tüm ölçümler için genel bir çıkarım yapılmış ve gerekli öneriler yapılmıştır.

2. Güç Kalitesi Yönetmelikleri ve Ölçme Standartları

Orta ve Alçak gerilim dağıtım şebekeleri için gerilim karakteristiği ve güç kalitesi limitlerinin belirlendiği en önemli standart, EN50160 olarak adlandırılan standart olup, pek çok ülkede çevirileri yapılarak kullanılmakta ve ulusal yönetmeliklere temel teşkil etmektedir. EN50160 ile [2] dağıtım şirketleri tarafından sağlanan elektrik enerjisinin gerilim kalitesi tanımlanmakta ve bu şirketlerin müşterilerine karşı sorumluluklarını ortaya koymaktadır. Bu yönetmelik pek çok ulusal yönetmeliğe temel oluşturmuştur. Ülkemizde de 2006 da çıkarılan “Elektrik Piyasasında Dağıtım Sisteminde Sunulan Elektrik Enerjisinin Tedarik Sürekliliği, Ticari ve Teknik Kalitesi Hakkında Yönetmelik” esasını EN50160’a dayandırmıştır. EN50160 yönetmeliği sadece genel limitleri vermektedir. Dağıtım sisteminde dağıtım şirketi açısından teknik ve ekonomik olarak mümkün olabilecek limitleri vermektedir. İlgili yönetmelik, güç kalitesi olaylarının en çok rastlanan türü olan harmonik olayını ise, 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. EN50160, 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. Bu bağlamda, orta ve alçak gerilimi tanımlamak gerekecektir. 1000 Voltu aşmayan faz-faz etkin gerilim alçak gerilim (AG), 1kV-35kV arasındaki etkin faz-faz gerilim değeri ise orta gerilim (OG) olarak kabul edilmiştir.

Fliker (Flicker) olarak bilinen ve pek çok kaynaktan gerilim kırışması olarak adlandırılan olay, yükteki dalgalanmalar nedeniyle ortaya çıkan ve aydınlatma armatürlerinde kırışmaya yol açan 50 Hz altındaki gerilim salınımları olarak adlandırılmaktadır. Kırışma için kısa ve uzun dönemli olmak üzere iki adet indeks vardır. Kırışma ölçümleri için ölçüm cihazının flikermetre özelliğine sahip olması gerekmektedir. Fliker (Flicker) ve harmonik olaylarına ait parametrelerin sembolleri tanımları ve açıklamaları Ek 1'de sunulan Tablo 2'de özetlenmiştir.

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Ölçüm Cihazı

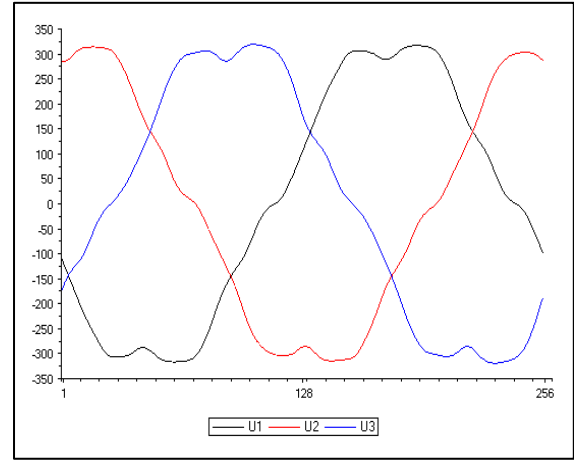
Ölçümler esnasında HTITALIA PQA824 güç analizörü kullanılmıştır. Aynı anda 251 ölçüme kadar kayıt yapma imkânı sağlanmaktadır. Bu çalışmada analizler için akım analizi, gerilim analizi, dalga formu analizi, harmonik analizi, gerilim dalgalanmalarının kaydı, aktif-reaktif ve görünür güç kayıtları, aktif ve reaktif enerji kaydı, kırışma kayıtları kullanılmıştır. Ölçümler, 2010 yılı Nisan ayında gerçekleştirilmiştir. Toplamda üç haftaya yakın ölçüm alınmıştır ancak bu çalışmada 03.04.2010 tarihine ait 24 saatlik veri kullanılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı transformatörün etiket bilgileri Ek-2'de verilmektedir. Söz konusu trafo medikal yük olarak K.S.Ü Tıp Fakültesi, Hanefi Öksüz Kalp Hastanesi ve Özel Maremar Umud Tıp Merkezi'ne enerji vermektedir. Bununla birlikte civardaki konutlarında enerji ihtiyacı bu trafodan karşılanmaktadır. Trafo özel olarak sadece medikal yüklere göre tasarlanmamıştır. Normal olarak şehir şebekesinde kullanılan dağıtım trafolarından farksızdır. AG tarafı için TT tipi şebeke yapısı mevcuttur.

3.2. Ölçümler

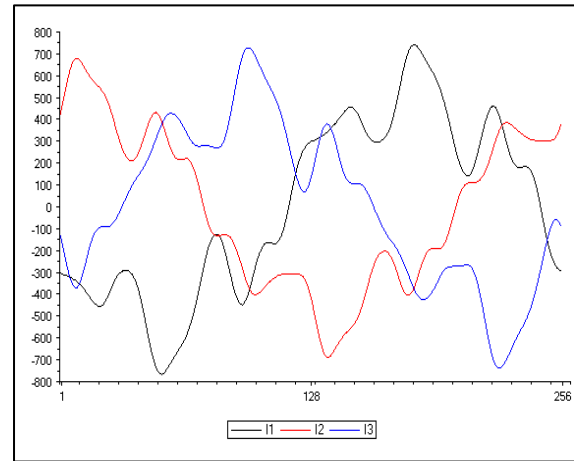
3.2.1. Harmonik Ölçümleri

Ölçüm bölgesindeki en önemli güç kalitesi sorunlarından biride harmonik bozulmalarıdır. Harmoniklerin önemli bir bölümü beşinci harmonikte (250 Hz) meydana gelmektedir. Diğer harmoniklerde değişen oranlarda bozulmaya etki etmektedir. Harmonikler gerilim ve akım harmonikleri olarak incelenmiştir. Puant saatlerde yani yüklenmenin arttığı saatlerde hem akım hem de gerilim harmoniklerinin genliklerinde artış olduğu gözlemlenmiş ve böylece yük artışlarının sebep olduğu enerji kalitesi bozunumları

incelenmiştir. Şekil 1 ve 2'de kayıt öncesinde alınan anlık görüntüler görülmektedir. Gerilim ve özellikle akım dalga şeklindeki bozulma açık biçimde fark edilmektedir.



Şekil 1. Anlık Gerilim Dalga Şekilleri

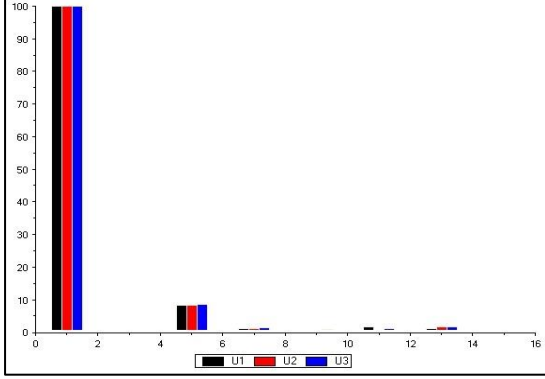


Şekil 2. Anlık Akım Dalga Şekilleri

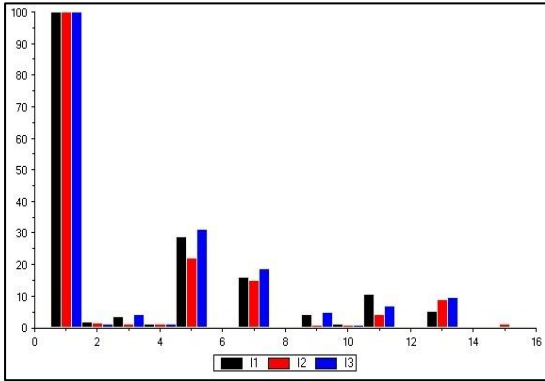
Tıp fakültesi yoğun medikal cihazlar içeren ve günün hemen hemen büyük bir kısmında aynı karakterde yüklerin devrede olduğu bir tüketici türüdür. Gerilim ve akım dalga şekillerindeki bozulma bunu göstermektedir. Harmonikler açısından ölçülen trafonun durumu aşağıdaki grafiklerde verilmektedir.

Ölçümlerde 63. Harmoniğe kadar ölçüm alınmıştır. Bu çalışmada 5 ve 7. Harmoniğin en belirgin biçimde fazla olduğu gözlemlendiğinden sadece bu iki harmonik bileşeninin değişimi grafiklerle gösterilmiştir. Şekil 3 ve 4'de alınan anlık dalga şekline ait (Şekil 1 ve 2'deki) harmonik bileşenlerinin yüzde olarak genlikleri görülmektedir. Genel olarak bu harmonikler tüm ölçümlerde mevcuttur. 11 ve 13. Harmoniklerin de belirgin bir genliğe sahip olduğu buradan anlaşılmaktadır.

Aşağıdaki şekillerde (Şekil 5-10) birinci fazda akım ve gerilimde toplam harmonik bozulmalarının ortalaması yüzde olarak, beşinci ve yedinci harmonik bileşenleri ise amper ve volt cinsinden 24 saatlik değişimi verilmektedir.

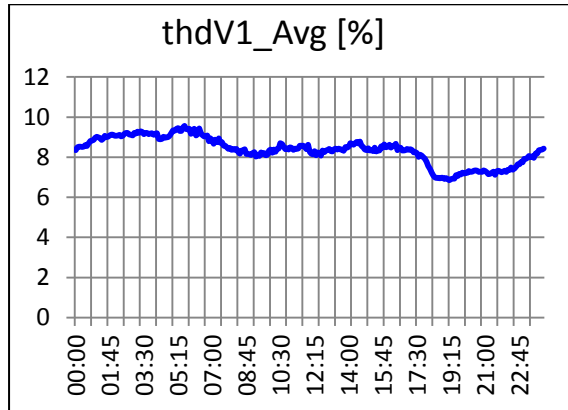


Şekil 3. Gerilim dalga şekline ait harmonik analizi

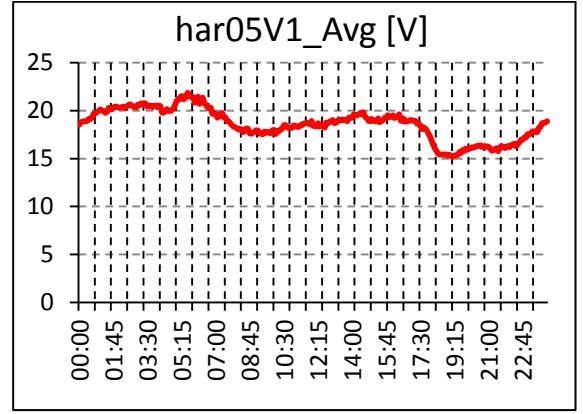


Şekil 4. Akım dalga şekline ait harmonik analizi

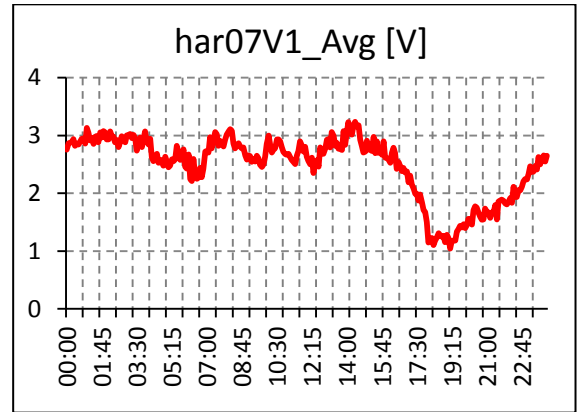
Görüldüğü gibi gerilimde sadece 5. harmonik, akımda ise 5. ve 7. Harmonik diğerlerine göre baskındır. Ayrıca akımda 11 ve 13 nolu harmoniklerinde olduğu görülmektedir.



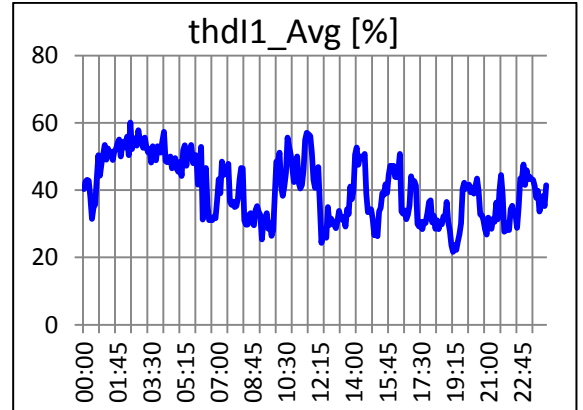
Şekil 5. Birinci faz gerilimi THB değişimi (%)



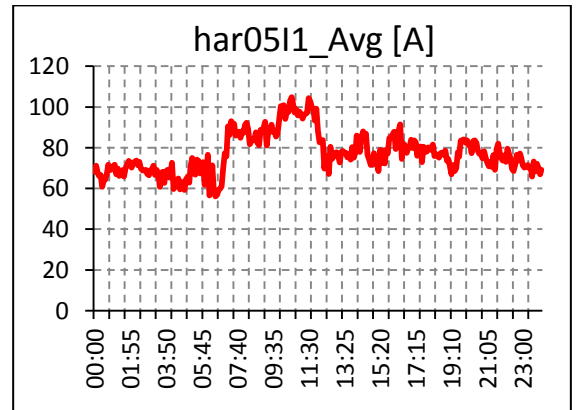
Şekil 6. Beşinci harmonik değişimi (V₁, Volt)



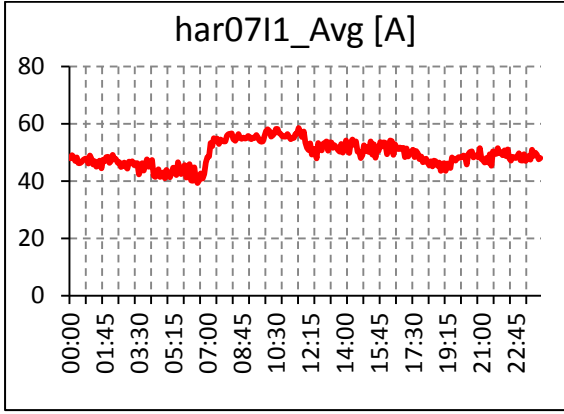
Şekil 7. Yedinci harmonik değişimi (V₁, Volt)



Şekil 8. Birinci faz akımı THB değişimi (%)



Şekil 9. Beşinci harmonik değişimi (I₁, Amper)

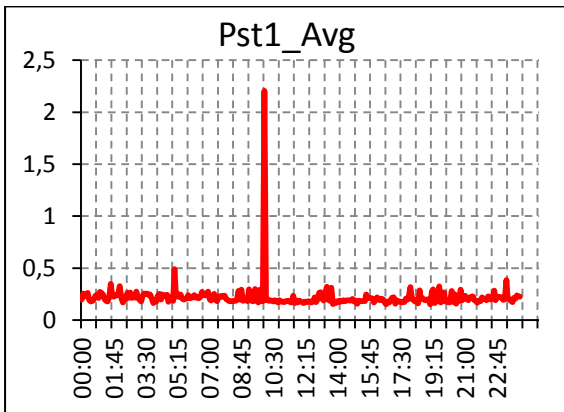


Şekil 10. Yedinci harmonik değişimi (I_1 ,Amper)

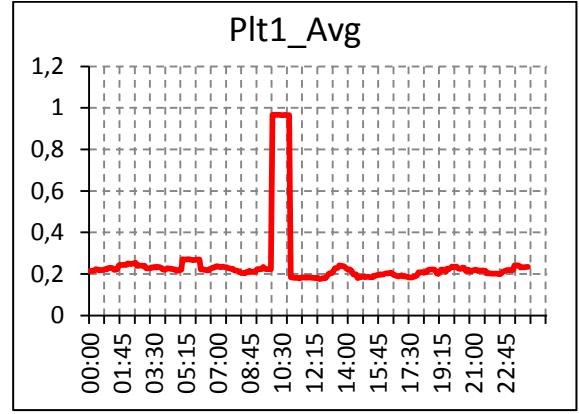
Yukarıdaki şekillerde 24 saatlik THB ve öne çıkan bazı harmoniklerin değişimi verilmiştir. Gerilimde %5-10 aralığında değişen harmonik bozunumu, akımda ise %30-60 aralığı gibi oldukça yüksek bir seviyede seyretmektedir. Ölçümler Tıp Fakültesini besleyen fiderde yapılmıştır. Sadece medikal yüklerin beslendiği bu fiderde akım harmoniği yüksektir. Gerilimdeki düşük THB'nin nedeni ise söz konusu trafonun medikal yüklerin yanında iki mahalleyi de beslemesidir. Konutların beslendiği fiderdeki akım harmoniği normal değerlerin altında kaldığından ölçümlerde dikkate alınmamıştır.

3.2.2. Kırpışma (Fliker) Ölçümleri

Yapılan ölçümler kısa dönem (10 dakikalık periyotlarla ölçülen fliker şiddeti) ve uzun dönem (120 dakika boyunca ardışıl olarak ölçülen ve 12 Pst değerine göre hesaplanan fliker şiddeti) olmak üzere iki tür kırpışma şiddeti endeksi üzerinden ayrı ayrı incelenmiştir. Bu ölçüm endekslerine ilişkin detaylar EK 1, Tablo 2'de verilmiştir. İncelenen kırpışma endeksleri Şekil 11 ve Şekil 12'de bir günlük grafikler üzerinde gösterilmiştir. Aynı zamanda bu grafikler ölçüm noktasından hangi zamanlarda yüksek enerji talebi olduğunu ve bu talebin etkisi hakkında da bilgi vermektedir.



Şekil 11. Kısa dönem kırpışma şiddeti endeksi



Şekil 12. Uzun dönem kırpışma şiddeti endeksi

Kırpışma ölçümlerine ait grafikler incelendiğinde, saat 9:30 ile 10:30 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 medikal yük yoğunluklu bir dağıtım şebekesini çeşitli güç kalite parametreleri açısından incelenmek için ölçümler yapılmıştır. Bu ölçüm sonuçları incelendiğinde, medikal yük yoğunluğunun bulunduğu bu dağıtım şebekesinde gerilim dalga şekline ait Şekil 3'te verilen harmonik sonuçlarında 5. harmoniğin baskın olduğu görülmüştür. Aynı şekilde akım dalga şeklinin Şekil 4'te verilen harmonik sonuçlarına bakıldığında ise 5., 7., 11. ve 13. harmoniklerin baskın olduğu gözlemlenmiştir. Toplam harmonik bozunumu sonuçları incelendiğinde ise gerilim harmonik bozunumunun yönetmeliklerde verilen sınırlara uygun olduğu, akım harmonik bozunumunun değerinin ise özellikle medikal yüklerden dolayı daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışma kapsamında bir başka teknik kalite parametresi olarak ölçümlenen kırpışma değerlerinin ise genel olarak standartlara uygun olduğu görülmüştür.

Çalışma sonuçları incelendiğinde, Tıp Fakültesi ve diğer medikal tüketicilerin beslendiği AG şebeke tipinin IT olması önerilmektedir. Mevcut şebekede TT tipi ve konutlarında beslendiği bir trafodan medikal yüklerinde beslendiği görülmektedir. Lokal pasif filtreleme veya medikal yüklerle özel olarak yalıtılmış yıldız noktalı trafo kullanılması güvenilirlik açısından önerilebilir. Mevcut durum için 5 ve 7. Akım harmonikleri için pasif filtre uygulamasının çözüm getireceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Elektrik Piyasasında Dağıtım Sisteminde Sunulan Elektrik Enerjisi Tedarik Sürekliliği, Ticari ve Teknik Kalitesi Hakkındaki Yönetmelik, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), 2006.
- [2] EN 50160, Voltage characteristic of electricity supplied by public distribution systems, 1999.
- [3] IEEE Recommended Practices and Requirements for harmonics Control in Electrical Power Systems, IEEE 512, 1992.
- [4] IEEE Recommended Practices for Measurement and Limits of Voltage Fluctuations and Associated Light Flicker an AC Power Systems, IEEE 1453, 2004.
- [5] Reid, W.E., "Power quality issues – standards and guidelines", IEEE Trans. on industry applications Vol.32, No.3, 1996.
- [6] Davis, E.J., Emanuel, A.E., Pileggi, D.J., "Harmonic pollution metering: theoretical considerations", IEEE Trans. on power delivery, Vol.15, No.1, 2000.
- [7] HTITALIA PQA824 Kullanma Kılavuzu

EKLER

EK -1

Tablo 1. Tıp Fakültesi KÖK Binası Trafosuna ait değerler

Tıp Fakültesi KÖK Binası Trafosu	
TRAFO ADI	DM16-33
TİPİ	BİNA
MÜLKİYETİ	AKEDAŞ
GÜCÜ	1250 KVA
MARKASI	ABB
SERİ NO	DT-0208-98
KADEME SAYISI	5
BAĞLANTI GRUBU	DYN-11
UK	6.18
SOĞUTMA	ONAN
MAHALLİ ADI	TIP FAKÜLTESİ KÖK
MAHALLESİ	YÖRÜKSELİM MAH.
GERİLİM	31.5 kV
ESKİ KOD	11C4
X KORDİNAT	581733.773935161
Y KORDİNAT	4162917.1220585

Tablo 2. Fliker ve Harmonik Olaylarına Ait Parametreler

Enerji Kalitesi Olayı	Sembol	Tanım	Açıklama
FLİKER ÖLÇÜMÜ (Kısa Dönem İndeksi)	Pst		10 Dakikalık periyotlarla ölçülen flicker şiddeti endeksi
FLİKER ÖLÇÜMÜ (Uzun Dönem İndeksi)	Plt	$\sqrt[3]{\frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} Pst_j^3}$	2 Saat (120 Dk) boyunca ardışıl olarak ölçülen 12 Pst değerine göre hesaplanan flicker şiddeti endeksi
HARMONİKLER	THBv (THDv)	$\frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} (U_h)^2}}{U_1} \times 100$	Toplam gerilim harmonikleri bozulması (Total Harmonic Distortion) : Gerilim harmonik bileşenlerinin etkin değerlerinin karelerinin toplamının karekökünün, ana bileşen etkin değerine oranı olan ve dalga şeklindeki bozulmayı ifade eden değer.
HARMONİKLER	TTB TDD	$\frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} (I_h)^2}}{I_L} \times 100$	Toplam Talep Bozulumu: Akım harmonik bileşenlerinin etkin değerlerinin kareleri toplamının karekökünün, maksimum yük akımına (I_L) oranı olan ve dalga şeklindeki bozulmayı ifade eden değer.