

## Kent Merkezlerinde Güç Kalitesi İçin Saha Çalışması: Kahramanmaraş Örneği

\*<sup>1</sup>A.Serdar YILMAZ, <sup>1</sup>Ö.Fatih KEÇECİOĞLU\*, <sup>1</sup>Mustafa TEKİN, <sup>2</sup>Ahmet ÖZALP, <sup>1</sup>Mustafa ŞEKKELİ  
 \* Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik Elektronik Müh. Böl. Kahramanmaraş  
<sup>2</sup>Türk Telekom İl Müdürlüğü, Kahramanmaraş

### Özet

Gelişen teknoloji ile birlikte insanların günlük ve iş hayatlarında yeni elektronik cihazların kullanımı da artmaktadır. Kullanılan bu cihazlar farklı yapıları ve çalışma temellerinden dolayı dağıtım şebekesini olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle güç elektroniği esaslı elemanlar şebekeler üzerinde olumsuz yönde etki yapmaktadırlar. Bu etkiler güç kalite parametrelerini, dağıtım şebekesi için belirlenen standartlar dışına çıkartmaktadır. Bu da güç kalitesini ve verimini etkilemektedir. Bu çalışma ile belirlenen medikal, ofis ve konut yoğunluklu şebekelerde çeşitli güç kalitesi parametreleri için gerekli ölçümler yapılarak analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda medikal, ofis ve konut ağırlıklı yüklerin dağıtım şebekesi üzerinde çok fazla harmonik oluşturduğu ve akım dalga şeklini bozduğu gözlenmiştir. Ölçüm yapılan dağıtım şebekelerinin yapısı TT şebeke tipidir. Şebekede oluşan harmonikler için ise pasif filtre kullanılmasının meydana gelen güç kalite sorunlarının çözümünü düşünülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Güç Kalitesi; Medikal, Ofis ve Konut Yoğunluklu Yükler; Harmonik Ölçümü

## A Fieldwork for Power Quality in City Centers : A case study of Kahramanmaraş City

\*<sup>1</sup>A.Serdar YILMAZ, <sup>1</sup>Ö.Fatih KEÇECİOĞLU\*, <sup>1</sup>Mustafa TEKİN, <sup>2</sup>Ahmet ÖZALP, <sup>1</sup>Mustafa ŞEKKELİ  
 \* Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Electrical Electronic Engineering, Kahramanmaraş  
<sup>2</sup>Türk Telekom Provincence Management, Kahramanmaraş

### Abstract

Because of developing technology, the usage of new electronic devices is rising at the people's casual and working life. The distribution network is affected negatively due to the used devices' different structure and working basis. Paticularly, power electronics equipment impres the distribution network negatively. Owing to these effects, power quality parameters are exceeded determined standards for distribution networks. This situation affects the power quality and efficiency. In this study, necessary measurement and analyses are made for power quality parameter at the medical, office and residential-density network. At the conclusion of analyses; it is observed that the loads which are medical, office and residential-density form harmonics excessively and damage the current wave shape over the distribution network. The network type which is received measurement is TT type. With the passive filter usage for harmonics that is formed at the network, is predicted to solution of power quality problems.

**Keywords:** Power Quality; Medical, Office And Residential-Density Loads; Measurement of Harmonics

### 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

\*Sorumlu yazar: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik Elektronik Müh. Böl., Kahramanmaraş, Türkiye E-mail: asyilmaz@ksu.edu.tr, Tel: +903442801632 Fax: +90 344 280 1602

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 binası, ofislerin yoğun olduğu bir bölgedeki trafo binası ve konutların ağırlıkta olduğu diğer bir trafo binasından 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 örneklerle ilişkin yorumlamalar yine aynı bölümde sunulmuştur. Bulgular bölümünde ise teknik kalite kavramını oluşturan parametrelerden iki (harmonik ve fliker) 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 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.

Fliker (Kırışma) 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 ve harmonik olaylarına ait parametrelerin sembolleri tanımları ve açıklamaları Ek 1’de sunulan Tablo 2’de özetlenmiştir.

## 3. Malzeme ve Yöntem

### 3.1. Ölçüm cihazı

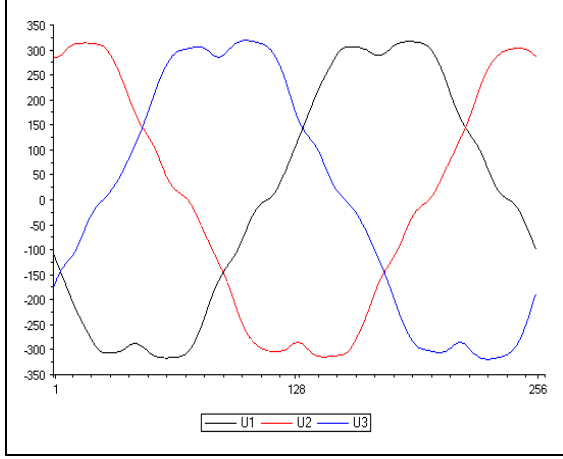
Ölçümler esnasında HTITALIA PQA824 güç analizörü kullanılmıştır. Aynı anda 251 ölçüme kadar kayıt yapma imkânı sağlanmaktadır. Bu çalışmada analizler için akım analizi, gerilim analizi, dalga formu analizi, harmonik analizi, gerilim dalgalanmalarının kaydı, aktif-reaktif ve görünür güç kayıtları, aktif ve reaktif enerji kaydı, kırışma kayıtları kullanılmıştır. Ölçümler, 2010 yılında gerçekleştirilmiştir. Toplamda üç haftaya yakın ölçümler alınmıştır ancak bu çalışmada 24 saatlik veriler kullanılmıştır. Ölçüm yapılan trafo binalarından birincisi hastanelerin yoğunlukta olduğu bir bölgede ikincisi konutların yoğunlukta olduğu bir bölgede üçüncüsü ise küçük çaplı iş yerlerinin (ofis) yoğunlukta olduğu bir bölgede bulunmaktadır.

### 3.2. Ölçümler

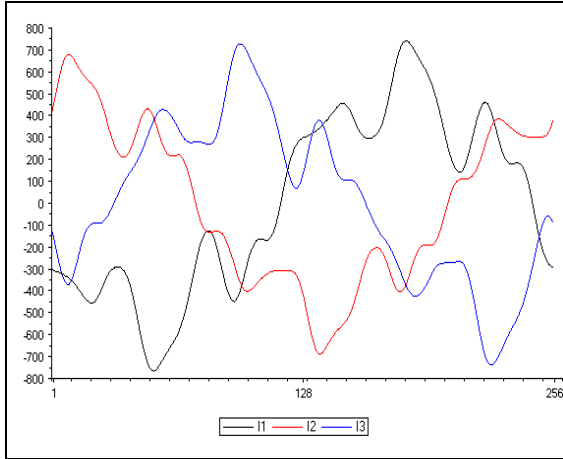
#### 3.2.1. Medikal yoğunluklu yüklerde harmonik ölçümleri

Ölçüm bölgesindeki en önemli güç kalitesi sorunlarından biri de harmonik bozulmalardır. 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.



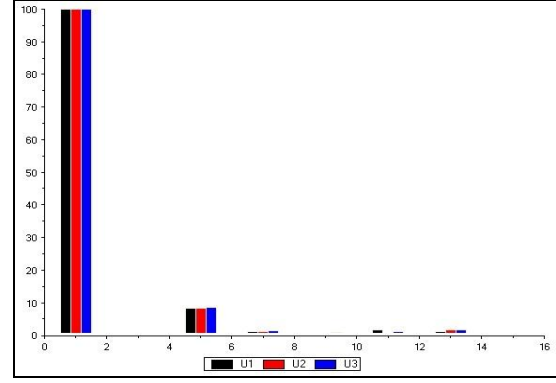
Şekil 1. Anlık Gerilim Dalga Şekilleri



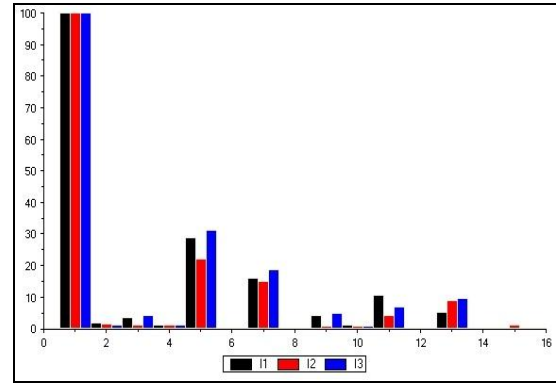
Şekil 2. Anlık Akım Dalga Şekilleri

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 belirgin biçimde yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 3 ve 4’te 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.

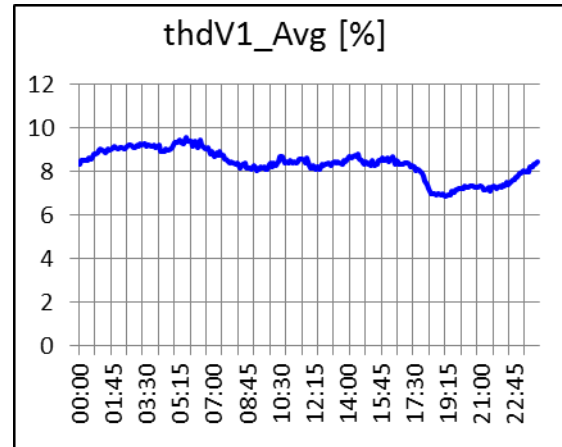


Şekil 3. Gerilim dalga şekline ait harmonik analizi

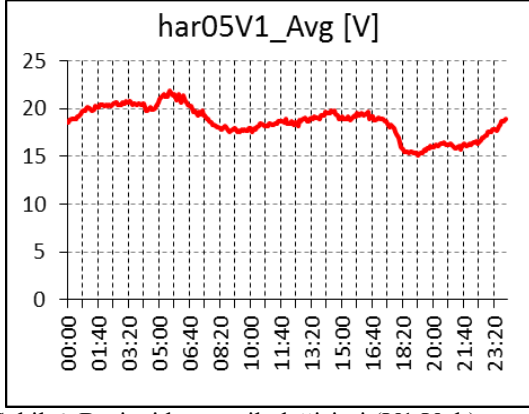


Şekil 4. Akım dalga şekline ait harmonik analizi

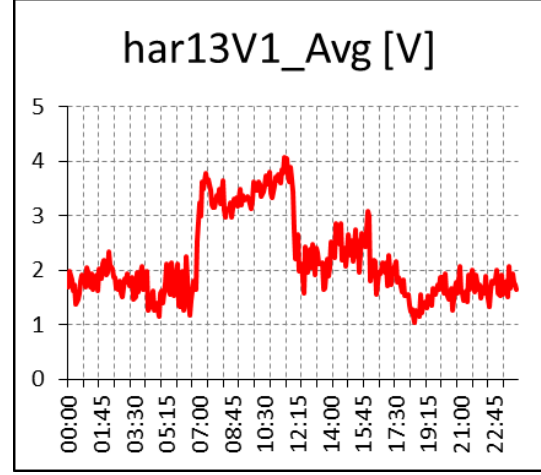
Görüldüğü gibi gerilimde sadece 5. harmonik, akımda ise 5. ve 7. harmonik değerlerine göre baskındır. Ayrıca akımda 11 ve 13 nolu harmoniklerin de olduğu görülmektedir.



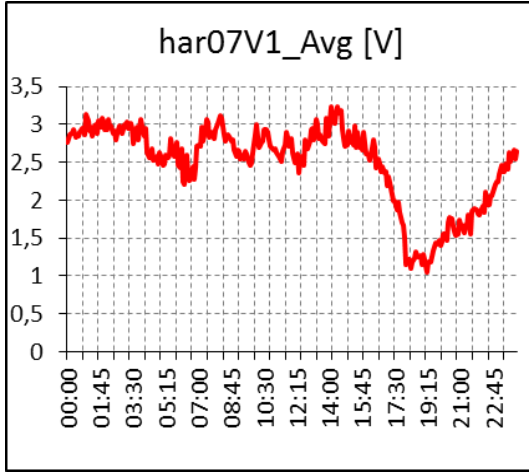
Şekil 5. Birinci faz gerilimi THB değişimi (%)



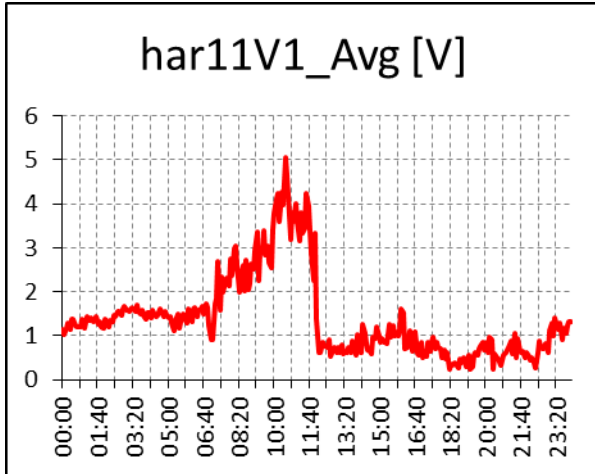
Şekil 6. Beşinci harmonik değişimi (V1,Volt)



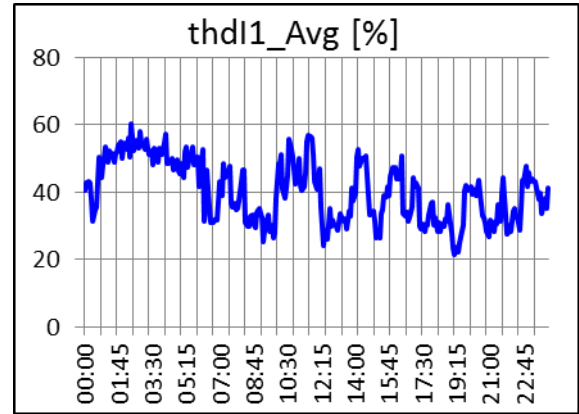
Şekil 9. Onüçüncü harmonik değişimi (V1,Volt)



Şekil 7. Yedinci harmonik değişimi (V1,Volt)



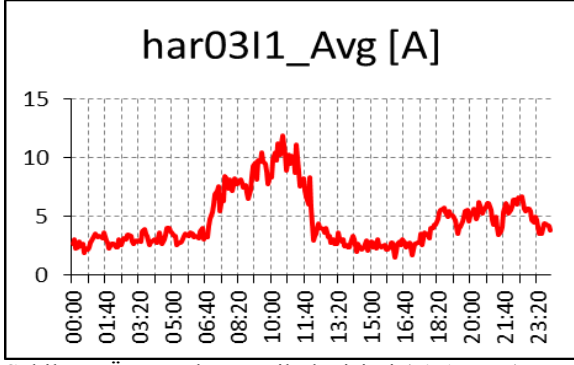
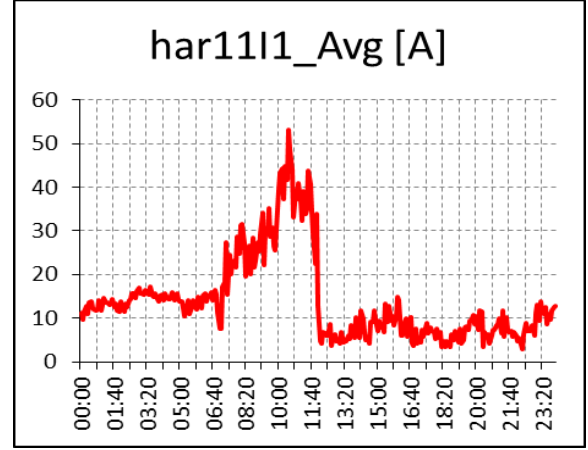
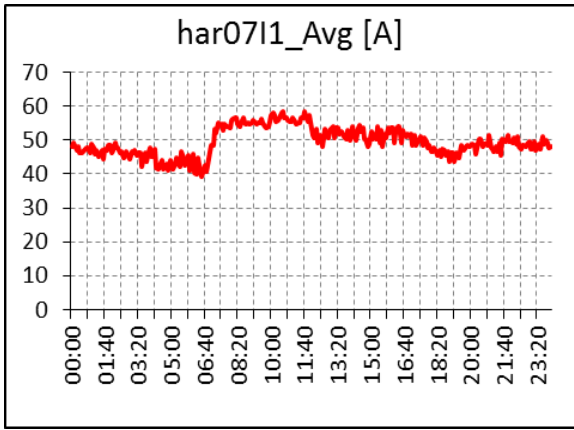
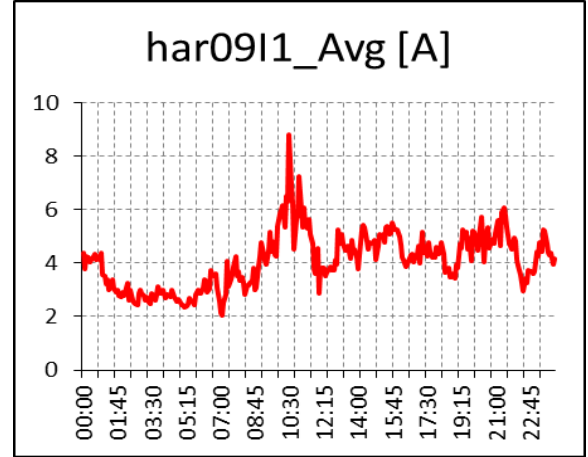
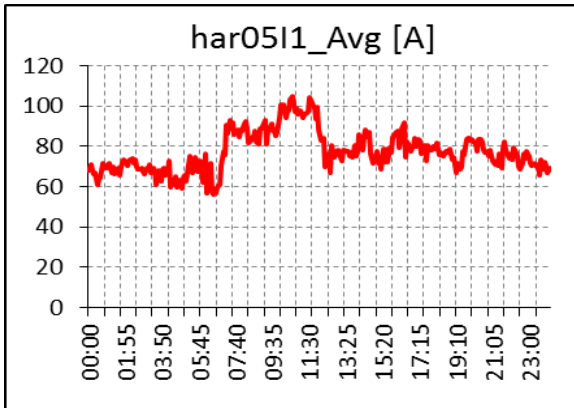
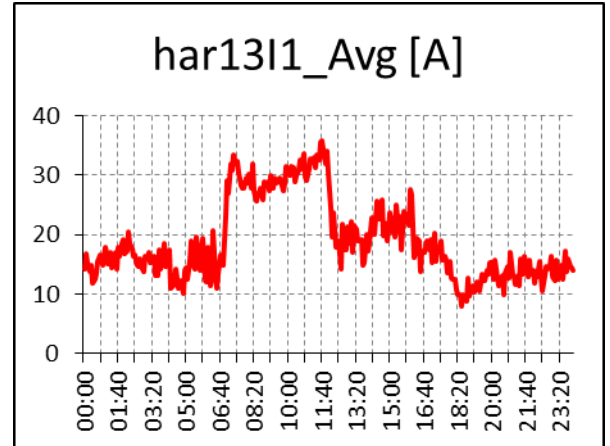
Şekil 8. Onbirinci harmonik değişimi (V1,Volt)



Şekil 10. Birinci faz akımı THB değişimi (%)

Şekil 5'te görüldüğü gibi birinci faza ait gerilimdeki THB'nin %9 ile %7 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Şekil 6 incelendiğinde 5. harmoniğin 22-15 V arasında değiştiği gözlenmektedir. Şekil 7'de görüldüğü gibi 7. harmoniğin 07:00 ile 16:30 saatleri arasında (hastanenin çalışma saatleri) 3 V seviyelerinde olduğu 16:30'dan sonra ise 7. harmoniğin 1 V'a kadar düştüğü görülmektedir.

Şekil 8'den de 11. harmoniğin saat 10:00 ile 12:00 arasında 5 V'lar seviyesine çıktığı, diğer saatlerde ise 1 V'lar seviyesine indiği gözlemlenmektedir. Şekil 9 incelendiğinde; saat 07:00 ile 12:00 arasında 13. harmoniğin 4 V seviyesini takip ettiği diğer saatlerde ise 1.5 V seviyelerini takip ettiği görülebilir.

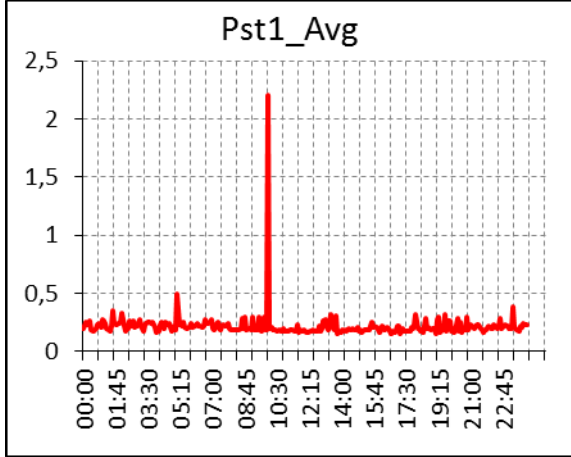
Şekil 11. Üçüncü harmonik değişimi (I<sub>1</sub>,Amper)Şekil 15. Onbirinci harmonik değişimi (I<sub>1</sub>,Amper)Şekil 13. Yedinci harmonik değişimi (I<sub>1</sub>,Amper)Şekil 14. Dokuncu harmonik değişimi (I<sub>1</sub>,Amper)Şekil 12. Beşinci harmonik değişimi (I<sub>1</sub>,Amper)Şekil 16. Onüçüncü harmonik değişimi (I<sub>1</sub>,Amper)

Şekil 10'dan birinci fazın akımına ait THB değeri %20 ile %60 arasında değiştiği görülmektedir. Şekil (1-16) bakıldığında akım için 3, 5, 7, 9, 11 ve 13. harmoniklerin genel olarak saat 07:00 ile 12:00 arasında maksimum değerlerde seyrettiği

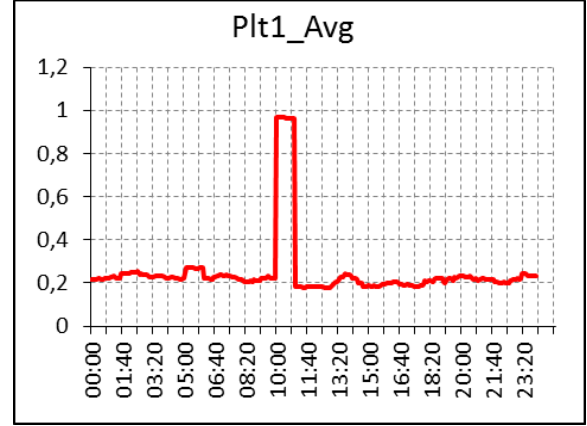
görülmektedir. 5 ve 7. harmoniklerin baskın olduğu göze çarpmaktadır. Harmoniklerin özellikle 07:00 - 12:00 arasında maksimum değerlerde olması; bu saatler arasında tıbbi cihazların yoğun bir şekilde çalıştırıldığına göstergesidir.

### 3.2.2. Kırpışma (Fliker) ölçümleri

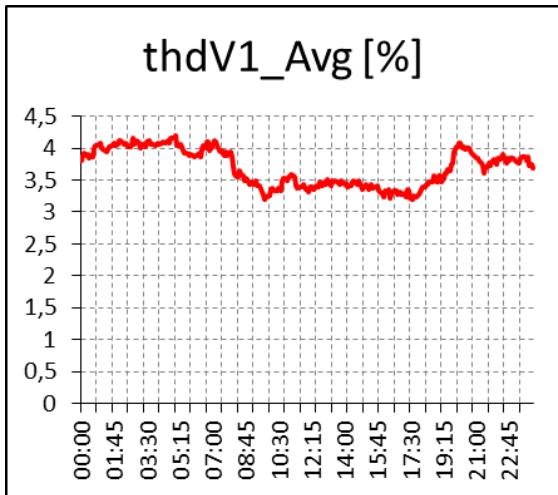
Yapılan ölçümler kısa dönem (10 dakikalık periyotlarla ölçülen fliker şiddeti) ve uzun dönem (120 dakika boyunca ardışıl olarak ölçülen ve 12 Pst değerine göre hesaplanan fliker şiddeti) olmak üzere iki tür kırışma şiddeti endeksi üzerinden ayrı ayrı incelenmiştir.



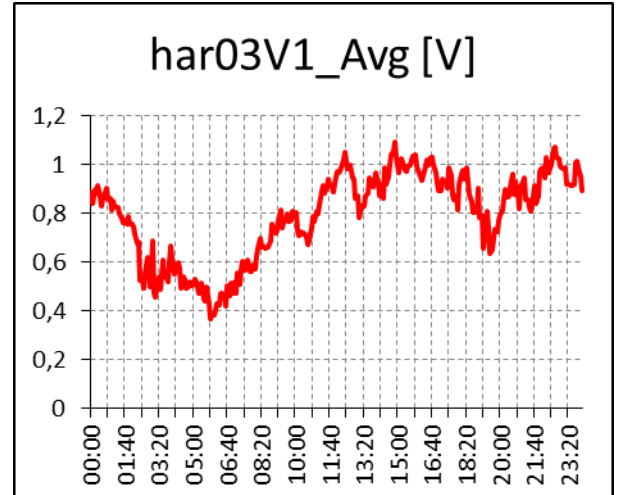
Şekil 17. Kısa dönem kırışma şiddeti endeksi



Şekil 18. Uzun dönem kırışma şiddeti endeksi



Şekil 19. Birinci faz gerilimi THB değişimi (%)



Şekil 20. Üçüncü harmonik değişimi (V1, Volt)

Kırışma 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 kırışma seviyesinin standartlarda verilen sınır değerlerin içinde kaldığı görülmüştür.

### 3.2.3. Ofis yoğunluklu yüklerde harmonik ölçümleri

Çalışmanın bu bölümünde Kahramanmaraş'ın merkezinde ofislerin yoğunlukta olduğu bir

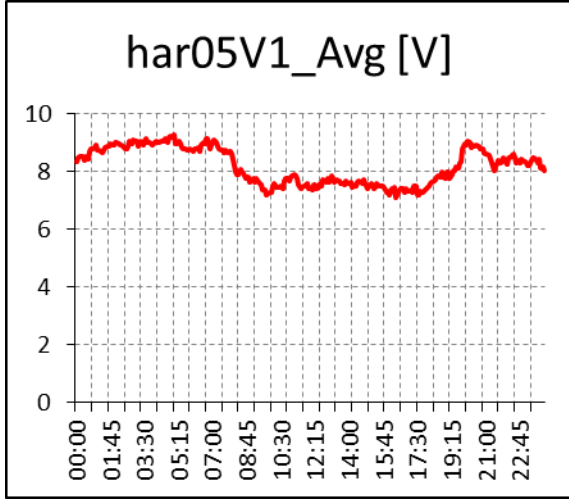
Bu ölçüm endekslerine ilişkin detaylar EK 1, Tablo 2'de verilmiştir. İncelenen kırışma endeksleri Şekil 17 ve Şekil 18'de bir günlük grafikler üzerinde gösterilmiştir. Aynı zamanda bu grafikler ölçüm noktasından hangi zamanlarda yüksek enerji talebi olduğunu ve bu talebin etkisi hakkında da bilgi vermektedir.

trafodan alınan değerler üzerine yapılan analizler bulunmaktadır. Harmoniklerin önemli bir bölümü beşinci harmonikte (250 Hz) meydana gelmektedir. Diğer harmoniklerde değişen oranlarda bozulmaya etki etmektedir. Harmonikler gerilim ve akım harmonikleri olarak incelenmiştir.

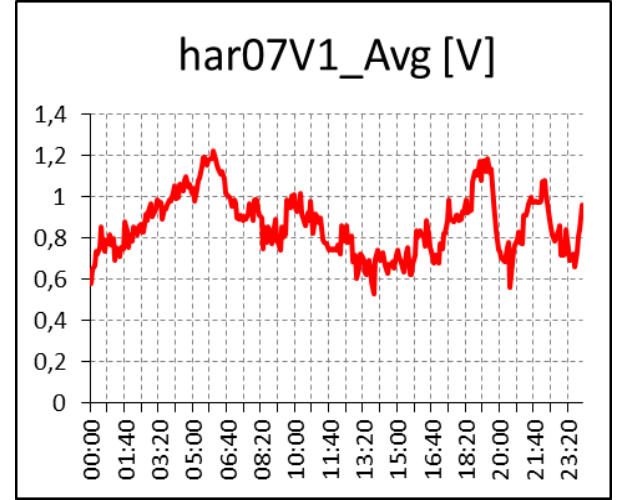
Puant saatlerde yani yüklenmenin arttığı saatlerde hem akım hem de gerilim harmoniklerinin genliklerinde artış olduğu gözlemlenmiş ve böylece yük artışlarının sebep olduğu enerji kalitesi bozunumları incelenmiştir.

Şekil 19'da birinci faza ait gerilimdeki THB (%) olarak görülmektedir. Gerilimdeki THB değerinin % 3- % 4.5 arasında değişim gösterdiği

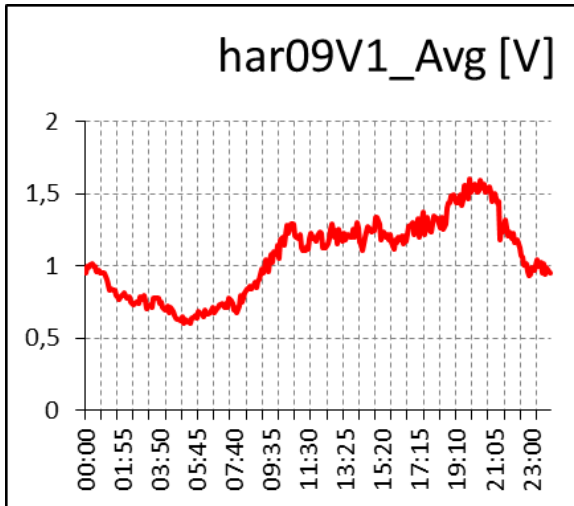
görülmektedir. Şekil 20 – 24 arasındaki grafikler incelendiğinde beşinci harmoniğin baskın olduğu görülmektedir.



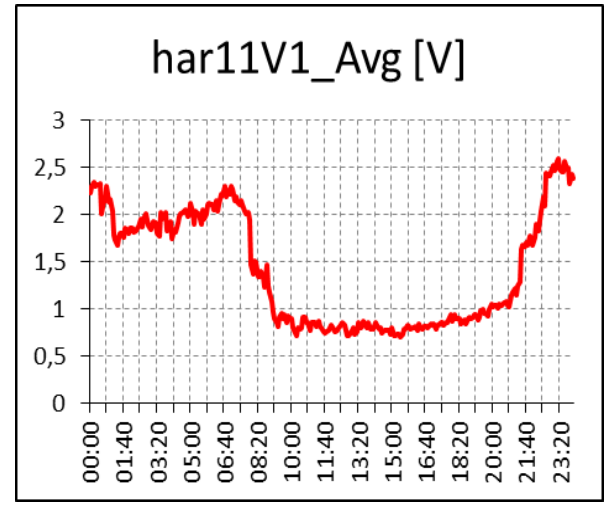
Şekil 21. Beşinci harmonik değişimi (V1,Volt)



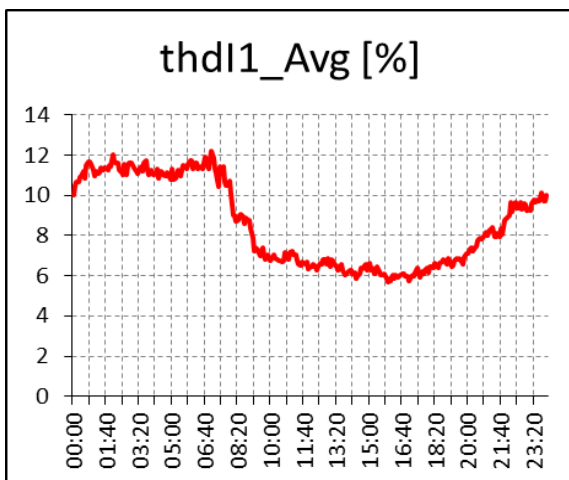
Şekil 22. Yedinci harmonik değişimi (V1,Volt)



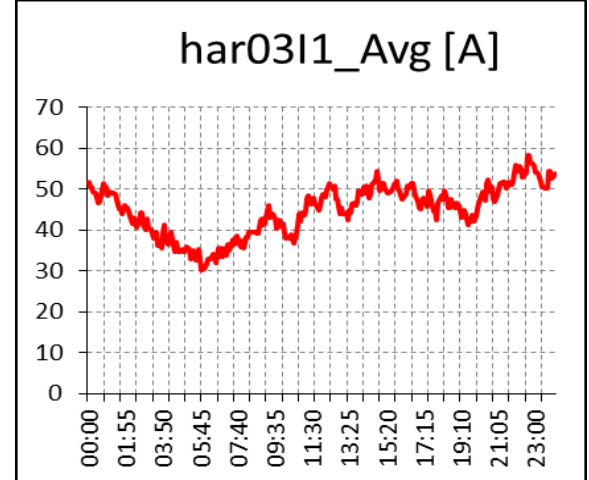
Şekil 23. Dokuzuncu harmonik değişimi (V1,Volt)



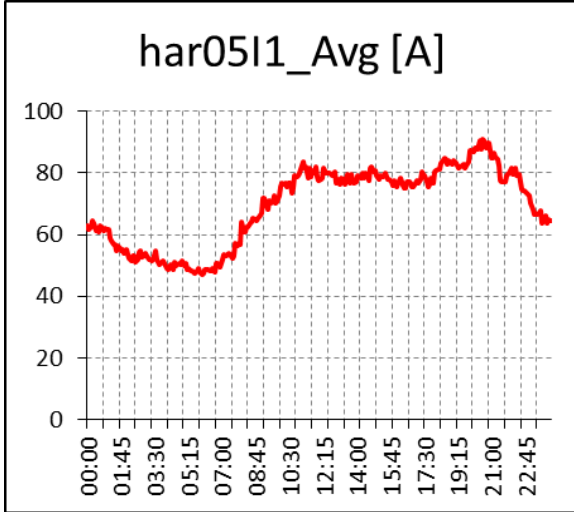
Şekil 24. Onbirinci harmonik değişimi (V1,Volt)



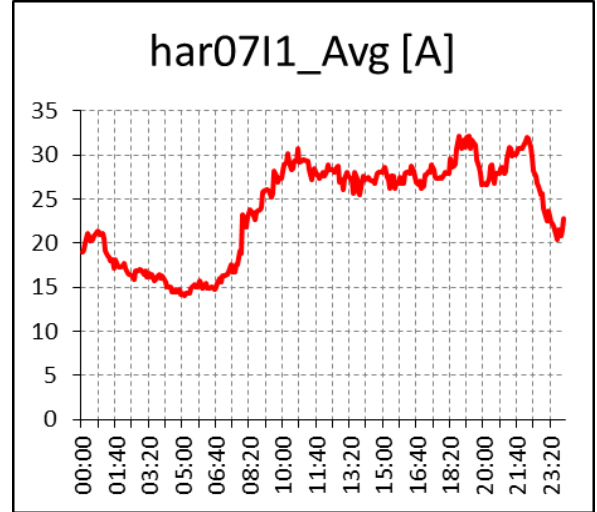
Şekil 25. Birinci faz akımı THB değişimi (%)



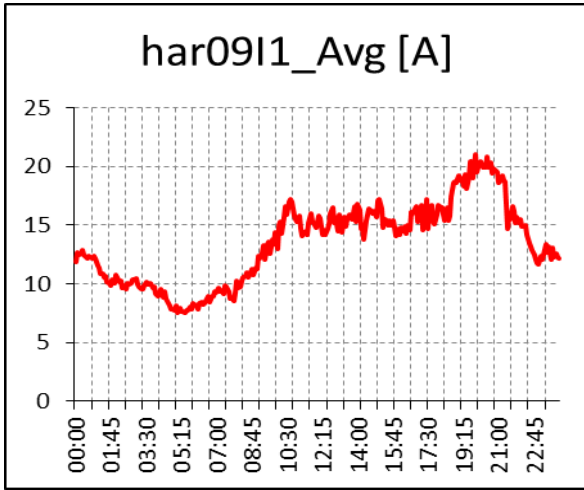
Şekil 26. Üçüncü harmonik değişimi (I1,Amper)



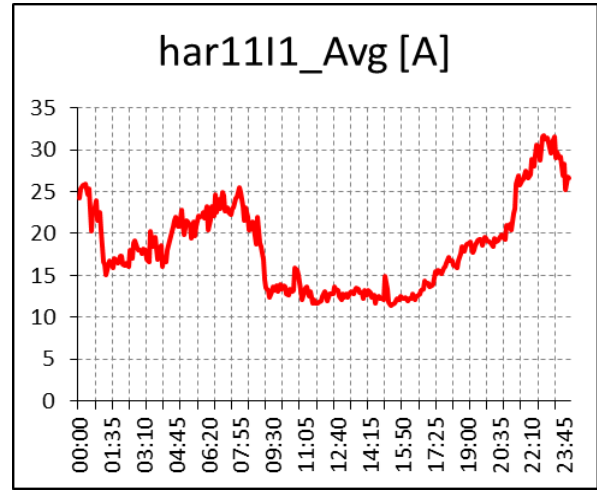
Şekil 27. Beşinci harmonik değişimi (I1,Amper)



Şekil 28. Yedinci harmonik değişimi (I1,Amper)



Şekil 29. Dokuzuncu harmonik değişimi (I1,Amper)

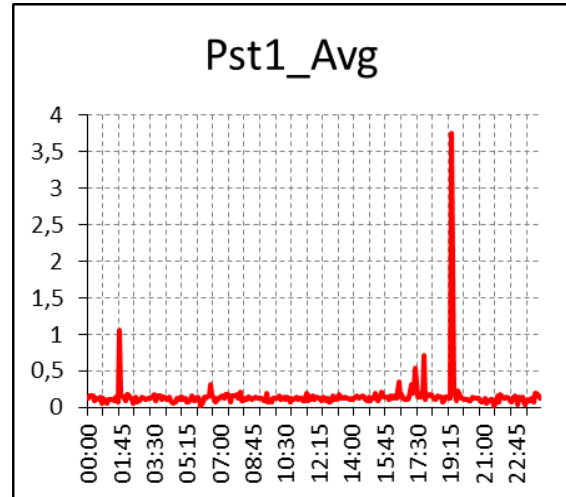


Şekil 30. Onbirinci harmonik değişimi (I1,Amper)

Şekil 25'deki birinci faza ait akım harmoniği incelendiğinde; akıma ait THB değerinin % 6 - % 12 arasında değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Şekil 26 – 30 arasındaki grafikler incelendiğinde; 3, 5 ve 7. harmoniklerin baskın olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle 10:00 ile 23:00 saatleri arasında 3, 5 ve 7. harmoniklerin maksimum seviyelerde izlediği görülmektedir. Bu saatlerde bu harmoniklerin maksimum seviyelere çıkmasının sebebi; 10:00 ile 23:00 arasında ofislerin faaliyet gösteriyor olması olarak yorumlanabilir.

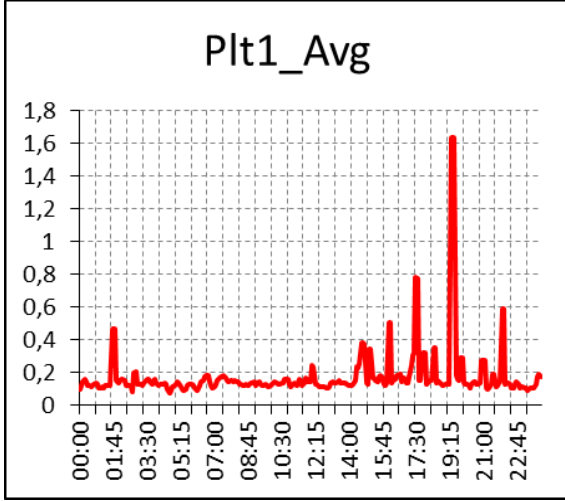
### 3.2.4. Kırpışma (Fliker) ölçümleri

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.

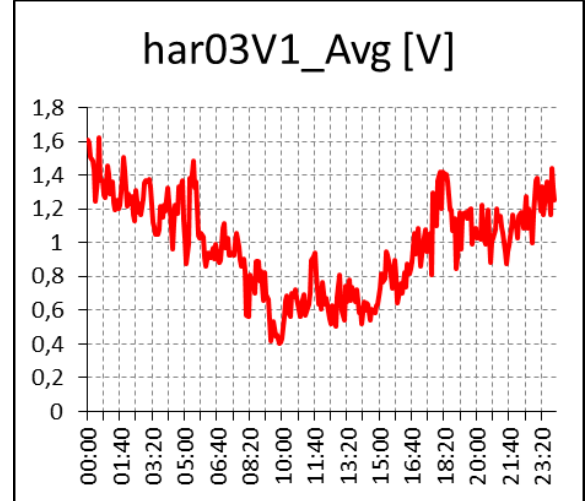


Şekil 31. Kısa dönem kırpışma şiddeti endeksi





Şekil 32. Uzun dönem kırpışma şiddeti endeksi

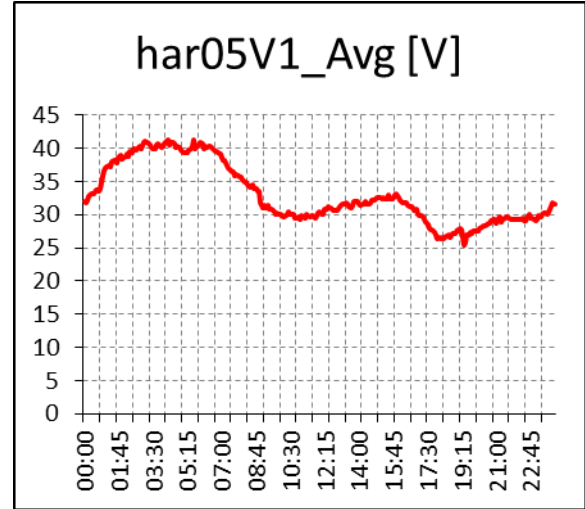


Şekil 34. Üçüncü harmonik değişimi (V1,Volt)

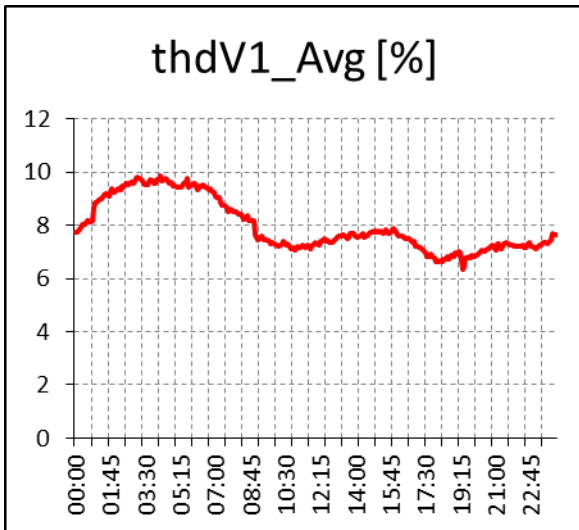
Şekil 2.31 ve Şekil 2.32 incelendiğinde; Pst için özellikle saat 18:00 – 20:00 arasında standartlardaki sınır değerlerin aşıldığı görülmüş ve Plt için ise saat 19:15'de yine sınır değerlerin aşıldığı gözlemlenmiştir. Bu sınır değerlerin aşılmasına bahsedilen saatlerdeki ani yük değişimlerinin sebep olabileceği düşünülmektedir.

### 3.2.5. Konut yoğunluklu yüklerde harmonik ölçümleri

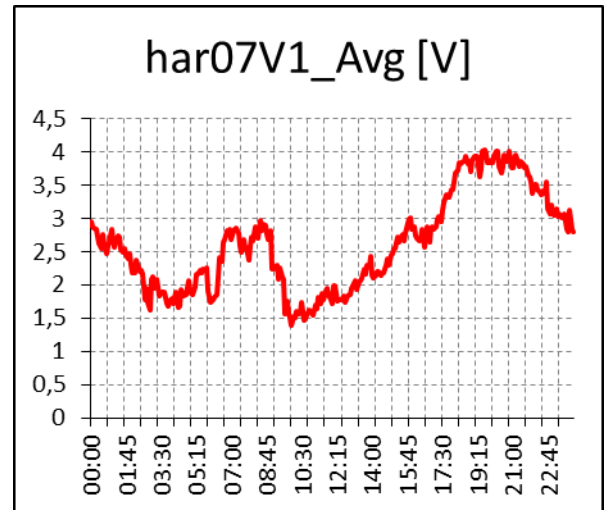
Harmoniklerin önemli bir bölümü, diğer yük gruplarında olduğu gibi, beşinci harmonikte (250 Hz) meydana gelmektedir. Diğer harmoniklerde değişen oranlarda bozulmaya etki etmektedir. Harmonikler gerilim ve akım harmonikleri olarak incelenmiştir. Puant saatlerde yani yüklenmenin arttığı saatlerde hem akım hem de gerilim harmoniklerinin genliklerinde artış olduğu gözlemlenmiş ve böylece yük artışlarının sebep olduğu enerji kalitesi bozunumları incelenmiştir.



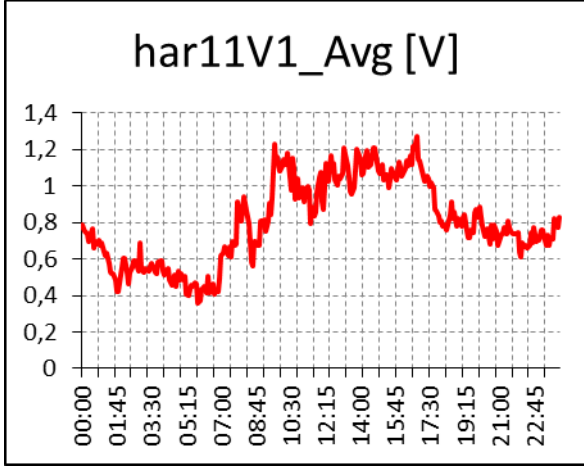
Şekil 35. Beşinci harmonik değişimi (V1,Volt)



Şekil 33. Birinci faz gerilimi THB değişimi (%)

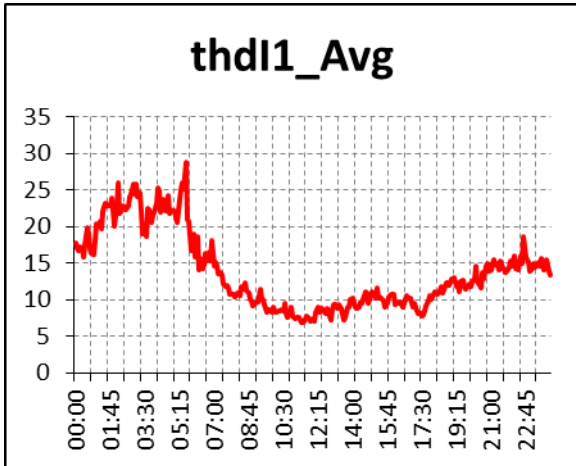


Şekil 36. Yedinci harmonik değişimi (V1,Volt)

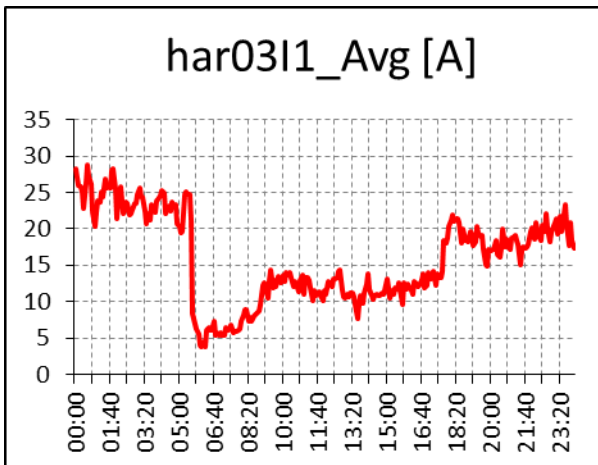


Şekil 37. Onbirinci harmonik değişimi (VI,Volt)

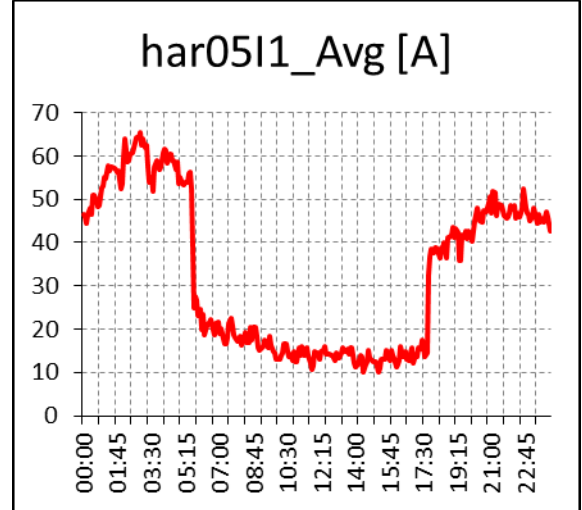
Şekil 33'e bakıldığında birinci faza ait gerilimdeki THB % 6 ile %10 arasında bir değişim göstermektedir. Bu değerlerin standartlara uygun olduğu görülmektedir. Şekil 34 ile şekil 37 arasındaki grafiklere bakıldığında; beşinci harmoniğin baskın olduğu gözlemlenmektedir. 3, 7 ve 11. harmoniklerin ise harmonik bozunumuna etkisinin az olduğu anlaşılmaktadır.



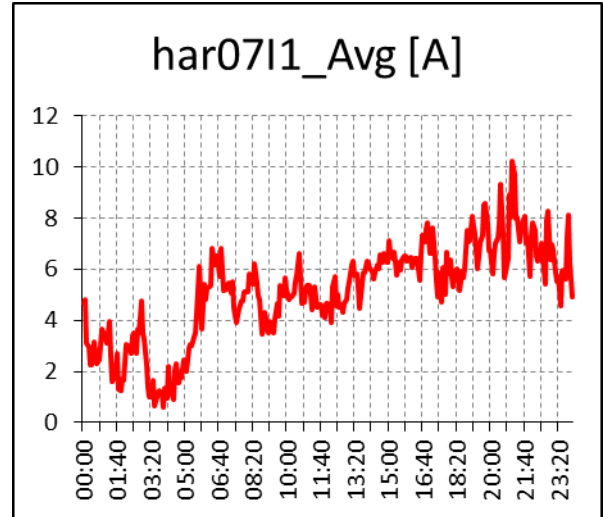
Şekil 38. Üçüncü harmonik değişimi (II,Amper)



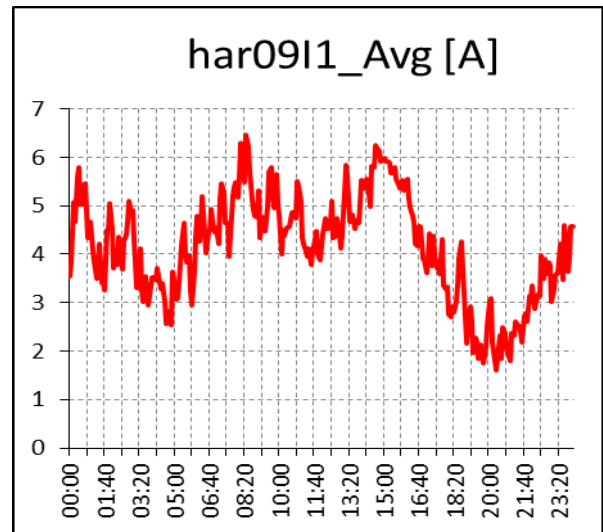
Şekil 39. Üçüncü harmonik değişimi (II,Amper)



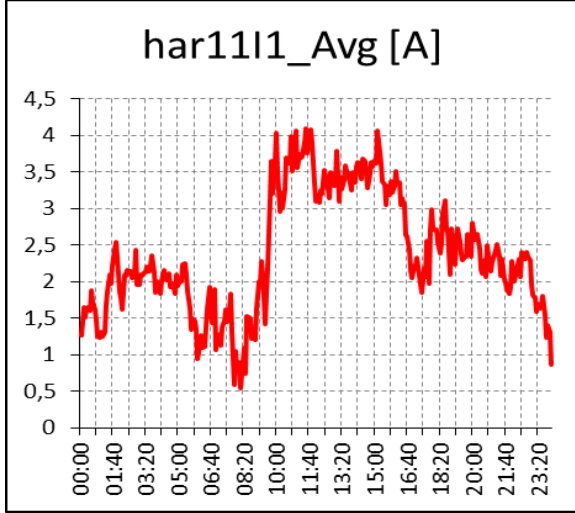
Şekil 40. Beşinci harmonik değişimi (II,Amper)



Şekil 41. Yedinci harmonik değişimi (II,Amper)



Şekil 42. Dokuzuncu harmonik değişimi (II,Amper)

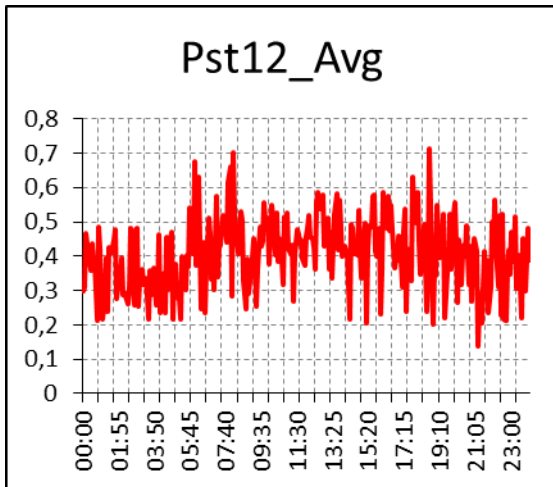


Şekil 43. Onbirinci harmonik değişimi (I1,Amper)

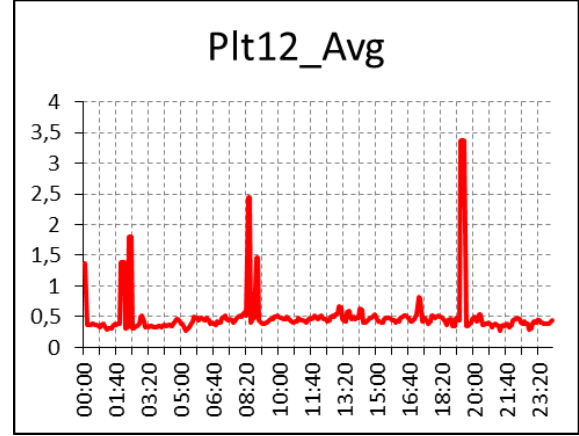
Şekil 38 incelendiğinde; birinci faza ait akımın THB değerinin %5 ile %30 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Şekil 40 ile şekil 3.11 arasındaki grafiklere bakıldığında 5. harmoniğin baskın olduğu görülmektedir. 5. harmoniğin özellikle saat 17:30 ile saat 07:00 arasında yüksek değerlerde seyrettiği görülmektedir. Yukarıda bahsedilen saatler, konutlarda yüklenmenin arttığı saatler olduğu için beşinci harmoniğin bu saatlerde yüksek değerler gösterdiği düşünülmektedir. 3, 5, 7 ve 11. harmoniklerin ise harmonik bozunuma düşük oranda etki ettiği görülmektedir.

### 3.2.6. 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.



Şekil 44. Kısa dönem kırpışma şiddeti endeksi



Şekil 45. Uzun dönem kırpışma şiddeti endeksi

Şekil 44 ve Şekil 45 incelendiğinde; Pst'nin standart değerlere uygun olduğu, Plt'nin ise belli saatlerde standartların üstünde değerler gösterdiği görülmektedir. Plt saat 19:15'te 3.5'e kadar yükselmiştir. Bunun nedeninin konutlarda bu saatlerdeki ani yük artışının olduğu söylenebilir.

## 4. Değerlendirme ve Sonuç

Yapılan bu çalışma ile medikal, ofis ve konut yük yoğunluklu bir dağıtım şebekesini çeşitli güç kalite parametreleri açısından incelenmek için ölçümler yapılmıştır. Bu ölçüm sonuçları incelendiğinde; medikal yük yoğunluğunun bulunduğu dağıtım şebekesinde birinci fazdaki incelemeler sonucunda; gerilimde 5. harmoniğin akımda ise 3, 5, 7, 13. harmoniklerin baskın olduğu ve bu harmoniklerin özellikle saat 07:00 ile 12:00 (tıbbi cihazların yoğun şekilde kullanıldığı saatler) arasında maksimum değerlerde olduğu görülmüştür. Ofislerin yoğunlukta olduğu yükler için birinci faz incelendiğinde; gerilim için 5. harmoniğin diğer harmoniklere göre baskın olduğu; akımda ise 3, 5, 7, 9 ve 11. harmoniklerin baskın olduğu ve bu harmoniklerin özellikle saat 10:30 ile 23:00 (ofislerin çalışma saatleri) arasında maksimum değerlerinde olduğu gözlemlenmiştir. Konutların yoğunlukta olduğu yükler için birinci faza ait değerler incelendiğinde; gerilimde 5. harmoniğin baskın olduğu görülürken, akımda 3 ve 5. harmoniklerin baskın olduğu ve bu harmoniklerin saat 17:30 ile 07:00 (konutlar için puant saatler) maksimum değerlerine ulaştığı anlaşılmaktadır. Her üç yük durumunda Plt ve Pst değerlerinin belli saatler dışında standartlara uygun olduğu anlaşılmıştır.

Yapılan bu çalışmayla elde edilen tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında; çalışmada bahsedilen üç yük durumu için de pasif filtreleme yapılarak güç kalitesinin artırılması önerilmektedir.

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