

T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HARİCİ AYDINLATMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN
AYDINLATMA ELEMANLARININ ÜRETTİĞİ
HARMONİKLERİN ANALİZİ

Şefik ÖZER

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ŞAHİN

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

ERZİNCAN

2019

Her Hakkı Saklıdır.

Kabul ve Onay Sayfası

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ŞAHİN danışmanlığında, Şefik ÖZER tarafından hazırlanan bu çalışma 05/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Yüksel OĞUZ

İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ŞAHİN

İmza:

Üye : Doç. Dr. Naim Süleyman TİNÇ

İmza:

Üye :

İmza:

Üye :

İmza:

Yukarıdaki sonuç Enstitü Yönetim Kurulunun 06 / 09 / 2019. tarih ve 36./5..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, şekil ve tabloların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Bilimsel Etiğe Uygunluk Sayfası

“Harici Aydınlatma Sistemlerinde Kullanılan Aydınlatma Elemanlarının Ürettiği Harmoniklerin Analizi” isimli “Yüksek Lisans” tezimin tarafımda intihal tespit programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim. 05/08/2019


Şefik ÖZER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HARİCİ AYDINLATMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN AYDINLATMA ELEMANLARININ ÜRETTİĞİ HARMONİKLERİN ANALİZİ

Şefik ÖZER

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ŞAHİN

Bu çalışmada harici aydınlatma sistemlerinde kullanılan cıva buharlı, sodyum buharlı, LED ve benzeri aydınlatma elemanlarının ürettikleri harmoniklerin enerji kalitesi üzerindeki olumsuz etkileri incelenmiştir. Bu çalışma enerji dağıtım şebekelerinin genel aydınlatma sisteminde yapılmıştır. Ayrıca bir enerji analizörü yardımı ile aydınlatma elemanlarının şebekeden çektiği akım ve dalga karakteristikleri incelenmiştir.

Yapılan bu ölçümler ve deneysel çalışmalar neticesinde enerji kalitesini etkileyen harmonikler tespit edilmiş ve enerji kalitesini iyileştirmek için gerekli önerilere yer verilmiştir.

2019, Sayfa84

Anahtar Kelimeler: Enerji Kalitesi, Harici Aydınlatma sistemleri, Harmonikler

ABSTRACT

Master Thesis

ANALYSIS OF HARMONICS PRODUCED BY LIGHTING ELEMENTS USED IN EXTERNAL LIGHTING SYSTEMS

Şefik ÖZER

Erzincan Binali Yıldırım University
Institute of Natural and Applied Sciences
Department of Electrical and Electronics Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN

In this study, the negative effects of harmonics produced by mercury vapor, sodium vapor, LED and similar lighting elements used in external lighting systems on energy quality were investigated. This work was done in the general lighting system of the energy distribution networks..Also, with the help of an energy analyzer, the current and wave characteristics of the lighting elements taken from the network were examined.

As a result of these measurements and experimental studies, harmonics that affect the energy quality have been determined and suggestions for improving the energy quality have been included.

2019, Page84

Keywords: Energy Quality, External Lighting systems, Harmonics

TEŐEKKÖR

Bu çalışmanın planlanmasında, uygulanmasında ve tamamlanmasında tüm emeği geçenlere, özellikle bu tez çalıőmasının baőlamasına vesile olan ve tez süresi boyunca değerli zamanını esirgemeyen, görüş ve fikirleriyle çalıőmama yön veren, tezin oluşmasında önemli katkılarda bulunan tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ŞAHİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalıőmayı; anlayışı ile sürekli destekçim olan hayat arkadaşım, değerli eşim Serap ve oğullarıma armağan ediyorum.

Şefik ÖZER
Ağustos, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
SİMGELER ve KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Aydınlatma.....	3
2.2. Aydınlatmada Temel Büyüklükler.....	3
2.2.1. Işık akısı	3
2.2.2. Işık miktarı	3
2.2.3. Işık şiddeti	4
2.2.4. Aydınlık düzeyi.....	4
2.3. Aydınlatma Elemanları	5
2.3.1. Led lamba.....	5
2.3.2. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba	6
2.3.3. Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba	7
2.3.4. Halojen lamba	8
2.3.5. Metal halide lamba	9
2.3.6. Floresan lamba	9
2.3.7. Akkor (enkandesan) lamba	10
2.4. Aydınlatma Ortamları	13
2.4.1. Dış Mekan aydınlatmaları	13
2.4.2. Yol aydınlatmaları.....	13
2.4.3. Spor ve saha aydınlatmaları	14
3. KURAMSAL TEMELLER	15
3.1. TEDAŞ'ın Işık Kaynakları İle İlgili Uygulamaları	15
3.2. TEDAŞ'ın Armatürler İle İlgili Uygulamaları	17

3.3. Türkiye'nin Genel Aydınlatma Tüketimi	19
3.4. Harmonikle Bozulmanın Ölçütü	19
3.5. Harmonik Standartları	20
3.5.1. Türkiye'de gerilim harmonikleri ile ilgili sınırlandırmalar	22
3.5.2. Türkiye'de akım harmonikleri ile ilgili sınırlandırmaları	23
3.6. Harmonikle İlgili Tanımlar ve Kavramlar	24
3.6.1. Harmonik bileşenlerinin ani değerleri	24
3.6.2. Harmonikli gerilim ve akımın efektif değeri	25
3.6.3. Harmonik bileşenlerin bulunduğu sistemlerde aktif, reaktif ve görünür güç	26
3.6.4. Toplan harmonik distorsiyonu (THD)	29
3.6.5. Tekil harmonik distorsiyonu (HD)	31
3.6.6. Harmonikli durumda güç faktörü	32
3.7. Harmonik Kaynakları	32
3.7.1. Generatör	33
3.7.2. Transformatör	33
3.7.3. Doğrultucular	34
3.7.4. Gaz deşarjı prensibi ile çalışan aydınlatma elemanları ve elektronik balastlar	35
3.7.5. Güç kaynakları	35
3.7.6. Ark fırınları	37
3.7.7. Doymalı cihazlar	37
3.8. Harmonik Filtreleri	39
3.8.1. Filtrelerin işlevleri	40
3.8.2. Filtrelerin çeşitleri	40
3.8.2.1. Pasif filtreler	40
3.8.2.2. Serif filtreler	41
3.8.2.3. Şönt filtreler	42
3.8.3. Aktif filtreler	42
3.8.4. Hibrit filtreler	44
4. MATERYAL ve YÖNTEM	46
4.1. Materyal	46
4.2. Yöntem	46
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	49

5.1. Cıva Buharlı Aydınlatma Armatürleri için Ölçümler	49
5.2. Sodyum Buharlı Aydınlatma Armatürleri için Ölçümler	55
5.3. LED Aydınlatma Armatürleri için Ölçümler	60
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	66
KAYNAKLAR	68
EKLER.....	73
Ek-1. Şirket Bazında Tüketim İcmali	73
ÖZGEÇMİŞ	85



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Aydınlik düzeyinin tanımı	4
Şekil 2.2. LED'in sadeleştirilmiş temel prensip şeması.....	5
Şekil 2.3. LED lamba	6
Şekil 2.4. Sodyum buharlı lambalar	7
Şekil 2.5. Yüksek basınç lırcıva buharlı lambalar	8
Şekil 2.6. Halojen lamba	8
Şekil 2.7. Halide lamba	9
Şekil 2.8. Floresan lamba ve bağlantı şeması	10
Şekil 2.9. Akkor flamanlı lamba	10
Şekil 2.10.Örnek dış mekan aydınlatması.....	13
Şekil 2.11. Örnek yol aydınlatması	14
Şekil 3.1. Sinusiodal akım ve gerilim fonksiyonlarının zamana göre değışimi.....	27
Şekil 3.2. Görünür gücün bileşenleri arasındaki ilişki	28
Şekil 3.3. Harmoniklerin sisteme etkisi, sinüsoidal bozukluk (harmonik Bozulmasında bir akım dalgası), temel 50 hz. sinüsoidal akım, 3.,5. harmonik ve toplam harmonikli dalga	30
Şekil 3.4. Anahtarlmalı güç kaynağı tipik şeması	36
Şekil 3.5.(a)Akım dalga şekli.....	36
Şekil 3.5.(b) Harmonik spektrumu	36
Şekil 3.6. Transformator mıknatıslanma karakteristiğı	37
Şekil 3.7.(a)Transformator mıknatıslanma akımı ve harmonik spektrum	38
Şekil 3.7.(b) Harmonik spektrum.....	38
Şekil 3.8. HVDC hattı	39
Şekil 3.9. HVDC Sistemi harmonik akım spektrumu	39
Şekil 3.10. Tek ayarlı filtre devresi	41
Şekil 3.11. İkinci derece sönümlü filtre devresi.....	41
Şekil 3.12. Devrede seri filtrenin kullanımı	41
Şekil 3.13. Devrede şönt filtrenin kullanımı	42
Şekil 3.14. Aktif filtre ile harmoniklerin giderilmesi.....	43
Şekil 3.15. Aktif filtrenin şematik gösterimi.....	43

Şekil 3.16. Hibrit filtre	44
Şekil 3.17. Akagi'nin hibrit filtresi	45
Şekil 3.18. Devan'ın hibrit filtresi	45
Şekil 3.19. Akagi ve devan'ın tasarımlarından oluşan kombine hibrit filtre.....	45
Şekil 5.1. Ölçüm cihazı ve sistemi	49
Şekil 5.2. Cıva buharlı 3faz akım ve gerilimleri değişimi	50
Şekil 5.3. Cıva buharlı 3faz akım ve gerilimleri değişimi grafiği.....	51
Şekil 5.4. Cıva buharlı ortalama akım ve gerilim besleme frekansındaki değişim.....	52
Şekil 5.5. Cıva buharlı faz diyagramı.....	53
Şekil 5.6. Cıva buharlı faz akımları harmonik değerleri ve THD.....	54
Şekil 5.7. Sodyum buharlı armatür 3 faz akım ve gerilimleri değişimi	55
Şekil 5.8. Sodyum buharlı armatür 3 faz akım ve gerilimleri değişimi grafiği	56
Şekil 5.9. Sodyum buharlı armatür ortalama akım ve gerilim besleme frekansındaki değişim	57
Şekil 5.10. Sodyum buharlı armatür faz diyagramı	58
Şekil 5.11. Sodyum buharlı armatür faz akımları harmonik değerleri ve THD.....	60
Şekil 5.12. LED armatür 3faz akım ve gerilimleri değişimi	60
Şekil 5.13. LED armatür 3faz akım ve gerilimleri değişimi grafiği	61
Şekil 5.14. LED armatür akım ve gerilim besleme frekansındaki değişim	62
Şekil 5.15. LED armatür faz diyagramı	63
Şekil 5.16. LED armatür faz akımları harmonik değerleri ve THD.....	64

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Işık kaynaklarının karşılaştırmalı tablosu	12
Tablo 3.1. TEDAŞ yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar standartları.....	15
Tablo 3.2. TEDAS-MYD/94-001.C no'lu teknik şartnameye göre lamba tipleri.....	16
Tablo 3.3. TEDAS-MYD/94-001.C no'lu teknik şartnameye göre lamba ışık akısı.....	16
Tablo 3.4. TEDAS-MLZ/2006-054.A no'lu kırsal kesim dış aydınlatma armatürleri teknik şartnamesi standartları.....	17
Tablo 3.5. TEDAS-MLZ/2010-057.C no'lu LED ışık kaynaklı yol aydınlatma armatürleri teknik şartnamesi standartları	18
Tablo 3.6. Konutlarla ilgili alçak gerilim şebekelerinde ıec 61000-2-2 gerilim harmonik distorsiyon limitleri.....	21
Tablo 3.7. Konutlarla ilgili alçak gerilim şebekeleri için EN 50160 harmonik distorsiyon limitleri	21
Tablo 3.8. Konutlarla ilgili orta gerilim şebekeleri için EN 50160 harmonik distorsiyon limitleri	22
Tablo 3.9. EPDK Şebeke yönetmeliği kabul edilebilir gerilim harmonik seviyeleri.....	22
Tablo 3.10. EPDK elektrik iletim sistemleri arz güvenilirliği ve kalite yönetmeliğine göre akım sınır harmonik seviyeleri.....	23
Tablo 3.11. Dağıtım transformatörü harmonik akım bileşenleri.....	33
Tablo 3.12. Magnetik balastlı bir floresant lamba akımının harmonik spektrumu	35
Tablo 3.13. Aktif filtre ile pasif filtrenin karşılaştırılması	44
Tablo 5.1. Civa, sodyum ve LED armatürlerin ölçüm sonuçları	65

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
Φ	Işık akısı
Q	Işık miktarı
I	Işık Şiddeti
E	Aydınlık düzeyi
°C	Santigrat Derece
°K	Kelvin
V	Volt
I	Akım
f	Frekans

Kısaltmalar

AC	Alternatif Akım
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komi
EMK	Elektro Motor Kuvvet
EN	Avrupa Standartları
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
HD	Tekil Harmonik Distorsiyonu
HVDC	High Voltage Direct Current
IEC	Uluslar Arası Elektroteknik Komisyonu
IEEE	Institute Of Electrical And Electronics Engineers
LED	Light Emitting Diode
RMS	Root Mean Square
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
THD	Toplam Harmonik Distorsiyonu
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TTD	Toplam Talep Distorsiyonu
YTÜ	Yıldız Teknik Üniversitesi

1. GİRİŞ

Türkiye de ve dünyada enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Günümüzde hızla gelişen teknolojiye paralel olarak diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de genel enerji tüketimi içinde elektrik enerjisinin payı sürekli olarak artış göstermektedir. Elektrik enerjisine karşı oluşan bu talebin karşılanabilmesi için yeni yatırımların yapılması gerekmektedir. Yeni yatırımların yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarına ve enerji tasarrufuna önem verilerek enerji verimliliğinin artırılması sağlanmalıdır. Bu sayede ülkemizdeki enerji kaynakları daha verimli bir şekilde kullanılacaktır. Günümüzde elektrik enerjisi vazgeçilmez bir enerji türü olduğu herkes tarafından bilinmekte olup tüketicilerin başlıca beklentileri; kesintisiz, ekonomik ve kaliteli bir elektrik enerjisi hizmeti almaktır. Bu beklentilerinin karşılanabilmesi için enerjideki kayıpların azaltılması ve enerjinin verimli kullanılması büyük önem arz etmektedir. Elektrik enerjisi meskenlerde, endüstride, işyerlerinde, tarımda, vb. alanlarda mekanik enerjiye, ısı enerjisine veya ışık enerjisine dönüştürülerek kullanılmaktadır. Bu dönüşüm işleminin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi enerji verimliliğine katkı sağlayacaktır.

Verimlilik enerji kaynaklarının üretimden tüketime tüm safhalarda en yüksek etkinlikle değerlendirilmesi, enerji kayıplarının azaltılması, üretimde yeni teknolojiler kullanılarak kalite ve performansı artırılması olarak tanımlanabilir(Özkaya, 1998). Dünyada bugün kullanılan enerjinin yaklaşık olarak %40,6 kömür, %4,3 petrol, %10,6 nükleer, %21,6 doğal gaz, %22,9 yenilenebilir ve %0,1 diğer enerji kaynaklardan elde edilmektedir(SGB, 2017). Türkiye’de elektrik Üretim Kaynak /Yakıt Bazında Dağılımı 2017 yılı sonu itibariyle Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre, %37 'si doğal gazdan, %33'ü kömürden, %20'si hidrolik enerjiden, %6'sı rüzgârdan, %2'si jeotermal enerjiden ve %2'si diğer kaynaklardan karşılamaktadır.

Aydınlatma, tüm dünyada elektrik tüketiminin yaklaşık % 20'sini oluşturmaktadır. Enerji tasarrufunu teşvik etmek için, dünyadaki birçok hükümet verimsiz aydınlatma elemanlarını yasaklamak için çalışmalar yapmaktadır (Dilouie, 2005). Türkiye de elektrik enerjisi kullanan alıcılardan biriside aydınlatma elemanlarıdır ve ülkemizde kullanılan elektrik enerjisinin yüzde 20'sinin aydınlatma sistemlerde kullanıldığı belirtilmektedir (Onaygil, 2013).TEDAŞ'ın 2016 elektrik dağıtım ve tüketim

istatistiklerine göre sokak aydınlatması 4.228.797 Mwh ile toplam tüketimin %1,8'ne tekabül etmektedir.

Bu çalışmada; aydınlatmada kullanılan armatür ve aydınlatma elemanları genel olarak tanıtılmış, harici aydınlatma hakkında genel bilgi verilmiştir. Armatürlerin dağıtım sistemi üzerinde oluşturduğu harmonikler, akım ve gerilim eğrileri, tablo ve grafiklerle gösterilmiştir. Dağıtım sektöründeki sokak aydınlatmasında, enerji tasarrufu ve enerji verimliliğinin önemi üzerinde durularak, aydınlatmada yapılacak enerji tasarrufunun ülkemize sağlayacağı katkılar anlatılmıştır. Doğru ve verimli bir aydınlatma için yapılması gerekenler ve aydınlatmada enerji tasarrufu yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar belirtilmiştir.

Bu doğrultuda çalışmanın ikinci bölümünde Tez konusuna ait literatür taraması yapılarak kaynak özetleri çıkarılmış ve aydınlatmada kullanılan tanımlar ve aydınlatma ortamlarının konuları başlıklar halinde incelenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde kuramsal temellere yer verilmiştir. Bu bölümünde çalışmada araştırılan harmonik konusuna ilişkin kuramsal çerçevenin ele alınıp araştırmanın dayandığı kuram veya modeller ve araştırmada harmoniklerde kullanılan terim ve kavramların tanımına yer verilmektedir.

Dördüncü bölümde materyal ve yöntemler ele alınmıştır. Bu bölümde kullanılan Materyal/Malzemenin özellikleri, kullanılma şekli gibi bilgiler “Materyal” alt başlığı altında verilmektedir. Aynı şekilde Tez çalışmasında kullanılan yöntemler açık ve anlaşılır bir şekilde aynı bölüm içerisinde “Yöntem” alt başlığı altında verilmektedir.

Beşinci bölümü Araştırma ve Bulgular oluşturmaktadır. Tez çalışmasından elde edilen bulgular ve öngörülen yaygın etkilerin neler olabileceği bu bölümde verilmektedir.

Altıncı ve son bölüm olan Sonuçlar Bölümünde tez çalışmasından elde edilen sonuçlar yer almaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çalışmanın bu bölümünde, tez konusuna ait literatür özeti, ilgili alanlarındaki literatür taraması ve değerlendirilmesi yapılarak aydınlatmada kullanılan tanımlar ve aydınlatma ortamlarının konuları başlıklar halinde incelenmiştir.

2.1. Aydınlatma

Aydınlatma, bir işin veya işlevin yapılabilmesi için gerekli aydınlık seviyesinin sağlanması olarak tanımlanabilir (Şahin, 2014). Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından aydınlatma “çevrenin ve nesnelere gereği gibi görülmesini sağlamak amacıyla ışık uygulamak” şeklinde tanımlanmıştır (CIE Uluslararası Aydınlatma Komisyonu, 2002)

2.2. Aydınlatmada Temel Büyüklükler

Genel olarak aydınlatma tekniği konularını anlaşılabilirliği için aşağıdaki temel büyüklüklerin bilinmesi gerekmektedir.

2.2.1 Işık akısı

Işık akısının birimi Lümen'dir ve Φ sembolü ile gösterilir. Işık akısı, bir ışık kaynağının birin zamanda her doğrultuya verdiği toplam ışık miktarı enerji akısına denir.(Çoban. 2010).

$$\Phi = K_0 \cdot F \cdot V_\lambda \quad (2.1)$$

Enerji akısını F , fotometrik değerini K_0 ve gözün spektral duyarlılığı veya radyasyonların görülebilme faktörü V_λ ile gösterir.

2.2.2 Işık miktarı

Işık miktarı Q sembolü ile gösterilir ve birimi lümen saniye veya lümen saattir. Bir ışık kaynağının ışık miktarı; ışık akısı ve bunun etki süresi ile orantılıdır.

$$Q = \int \Phi \cdot dt \quad (2.2)$$

Eğer Φ ışık akısı zamana bağlı değil ise,

$$Q = \Phi \cdot t \quad (2.3)$$

Olur. (Özkan, 1985)

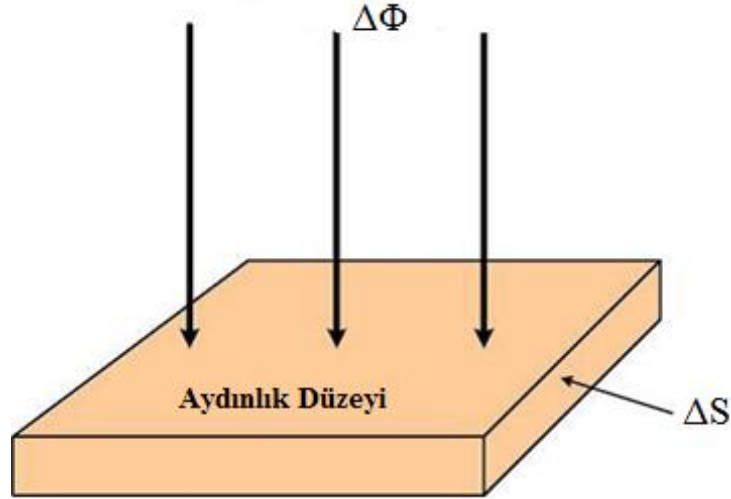
2.2.3 Işık şiddeti

Işık şiddetinin birimi Candela olup I harfi ile gösterilir. Platinin katılma sıcaklığında (2042 ° K) bulunan siyah cismin 1 cm² lik delik yüzeyine dik güzergahta doğurduğu ışık şiddetinin 60 da birine ışık şiddeti denir. (Özkaya, 1998).

2.2.4 Aydınlık düzeyi

Aydınlık düzeyinin birimi lux olup “E” harfi ile gösterilir. Aydınlık düzeyi, bir yüzeyin birim alanına düşen ışık veya ışık akısı miktarıdır.

Bir yüzeyin bir M noktasındaki ortalama aydınlık düzeyi bu noktayı içine alan bir ΔS yüzeyine düşen $\Delta \phi$ ışık akısının ΔS yüzeyine bölümüne eşittir. ΔS yüzeyi sıfıra yaklaşırsa $\Delta S / \Delta \phi$ oranının limiti bu noktadaki aydınlık düzeyinin verir (Ongun, 2007)



Şekil 2.1. Aydınlık düzeyinin tanımı (Çoban, 2010)

Işık akısı (Lümen) $\Delta \phi$ ve alan (m^2) ΔS ile gösterilir.

$$E = \phi / S \text{ dir} \quad (2.4)$$

ϕ lümen ve S metrekare cinsinden alınırsa E lüks cinsinden bulunur.

$\phi = 1\text{lm}$ ve $S = 1\text{m}^2$ için $E = 1\text{lx}$ olur. Yani

$$1\text{lx} = 1\text{lm} / 1\text{m}^2$$

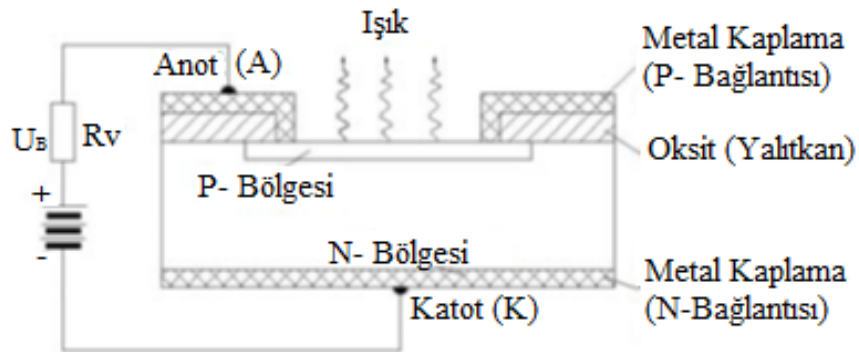
olur.

2.3. Aydınlatma Elemanları

Gelişen teknolojiye paralel olarak aydınlatma elemanları teknolojisi de gelişme göstermektedir. Harici aydınlatmada en çok kullanılan aydınlatma elemanlarını Sodyum buharlı, Civa buharlı, LED vs.'ler oluşturmaktadır. Bu armatürlerin çalışma şekilleri ve çalışma ortamları da farklılıklar göstermektedir. Aşağıda aydınlatma elemanlarının çalışma prensipleri ve özellikleri incelenmiştir.

2.3.1 Led lamba

Elektronik devrelerde genel olarak doğrultucu ve kırpma işlemlerinde kullanılan diyotlar son yıllardaki teknolojik ilerlemeler sonucu aydınlatma amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır. LED İngilizce'de "Light Emitting Diode" kavramının baş harflerinin kullanımıyla oluşmuştur. Bu terim Türkçe'de "Işık Yayan Diyot" veya "Işıklı Diyot" şeklinde çevrilmiştir. Fakat ülkemizde LED terimi daha çok kullanılmaktadır(Koç, 2009).



Şekil 2.2 LED'in sadeleştirilmiş temel prensip şeması(Schreiber, 1985).

LED'ler çeşitli renklerde üretilmektedir. Bu renkler genellikle Beyaz, Sarı, Yeşil, Mavi ve Kırmızıdır fakat harici aydınlatmada beyaz renkli LED tercih edilmektedir. Isı üretmediklerinden her türlü ortamda güvenlikle kullanılabilirlerdir. LED lambalar

akkor flamanlı lambalara oranla 16 kat daha az enerji harcarlar ve 25 kat daha fazla ömre sahiptirler



Şekil 2.3 LED armatür (Pelsan, 2018)

LED lambalar çevre ve dış mekan aydınlatmalarında, reklam panolarında, mağaza aydınlatmalarında, sahne dekorasyonu vb. bir çok yerde kullanılırlar. Günümüzde yaygın olarak trafik sinyalizasyonunda ve yeni model araçlarda kullanılmaktadır. Düşük elektrik tüketimi nedeni ile güneş panelleriyle birlikte elektrik olmayan yerlerde rahatlıkla kullanılabilirler. Standart lamba duylarıyla üretildiklerinden ek eleman kullanılmadan akkor flamanlı lambaların yerine kullanılabilirler. Ayrıca LED'lerde, toplam enerjinin yaklaşık %70-85'i ısıya dönüştür ve % 15-30'u ışık enerjisi olarak kullanılır.

2.3.2 Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar, isminden de anlaşıldığı gibi temel olarak sodyum gazı kullanılır ve ateşleme işlemini yapabilmek içinde cıva veya asal gazlar kullanılır. Deşarj arki nedeniyle oluşacak ısıyı sınırlamak için deşarj tüpü duvarının bulunduğu kısımda xenon gaz bileşeni kullanılmıştır. Bu lambada deşarj daha yüksek sıcaklıklarda ($700 C^0$) meydana gelir. Yükselen bu sıcaklıktan dolayı oluşan sodyum buharının kimyasal etkinliğine dayanabilmesi için deşarj tüpü sinterlenmiş alüminyum oksitten üretilmişlerdir. Sodyum buharlı lambaların deşarj tüpleri armut şeklinde havası boşaltılmış sert cam veya havası boşaltılmış tüp içerisine konurlar (Praveen vd.,2019).



Şekil 2.4Sodyum buharlı lambalar(Pelsan, 2018)

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların renk çeşitliliği yönünden alçak basınçlı sodyum buharlı lambalara göre seçenekleri vardır. Etkinlik faktörü yönünden incelenecek olursa alçak sodyum buharlı lambalara nazaran daha düşüktürler. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların çalışabilmesi için yardımcı eleman olarak ateşleyici (ignitron) ve balasta ihtiyacı vardır. Tüp şeklinde imal edilen lambaların dış tüpleri saydamdır. Tüp şeklindeki lambalar yüksek basınçlı cıva buharlı lambalara kıyasla %25 fazla ışık akısı üretirken aynı zamanda%15 az enerji tüketirler. 1960'lı yılların sonlarına doğru yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar piyasaya girmişlerdir. Renk çeşidi ve yukarıda da bahsedildiği gibi yüksek verim nedeni ile hızlı bir şekilde kullanım alanı bularak bütün büyük şehirlerin sokak aydınlatma sistemlerinde kullanılmıştır. 125watt, 250 watt ve 400 wattlık güçlerde üretilmektedir (Özkaya, 1994).

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların genel olarak dış aydınlatmada kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak yol aydınlatmaları, araç parkları, şehir parkları, platform, sanayi alanları ve binaların dış aydınlatmalarında kullanılmaktadır.

2.3.3 Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba

Bu lâmbalar kuvars camından yapılmış olan, içerisinde deşarjın gerçekleştiği bir deşarj tüpü ve bunun dışında bulunan bir dış muhafaza camından oluşmaktadır. Deşarj tüpü içerisinde, bir miktar cıva ile lâmbanın ilk tutuşma ve yanması esnasında işlev gören bir miktar alçak basınçlı argon gazı bulunur. Tüpün iki ucunda birer ana elektrotla, ayrıca

küçük tiplerde bir, büyük tiplerde de iki adet yardımcı elektrot vardır. Lâmbaya akım verildiği zaman şebeke gerilimi ana ve yardımcı elektrotlar arasına uygulanmış olur. Bu elektrotlar arasındaki mesafe atlama meydana gelecek derecede küçüktür. Bu şekilde oluşan deşarj, elektron ve iyon meydana getirir ve bunlar ana elektrotlar arasındaki gaz ve buhar kitlesini iyi iletken bir hale getirerek ana deşarjın tutuşmasını sağlar(Çoban, 2010).



Şekil 2.5Yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar(YTÜ, 2014)

Yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar veriminin yüksek olması, gün ışığına yakın ışık vermesi ve çalışma ömrünün uzun olması sebebiyle yaygın kullanım alanı vardır.

2.3.4 Halojen lamba



Şekil 2.6Halojen lamba (YTÜ, 2014)

Adından da anlaşıldığı gibi halojen gazlar kullanılarak üretilen lambalardır. Lambaya enerji verildiğinde içerisindeki gaz ısınır ve ışımaya gerçekleşir. Halojen lamba tungsten ve kuvars halojen olarak piyasada bilinirler. Enkandesan lambanın gelişmiş bir şeklidir.

Halojen lamba enkandesan lambaya benzer bir şekle sahiptir. Enkandesan lambada olduğu gibi içerisinde tungsten flaman vardır. Fakat aynı güçteki enkandesan lambaya oranla daha küçüktür ve içerisinde halojen gaz bulunmaktadır. Halojen lambanın cam ampülü yüksek silikatlı cam, sigortalı kuvars veya alüminosilikattan üretilir. Yüksek basınca dayanabilmesi için standart camlara göre daha dayanıklı olması gerekmektedir. Halojen lambalarda sıcaklık hızlı bir şekilde artar. Halojenler genel olarak düşük sıcaklıklarda gaz haline geçer. Halojen lambalar, yüksek ışık lümenine ve küçük boyutlara sahiptirler.

2.3.5 Metal halide lamba



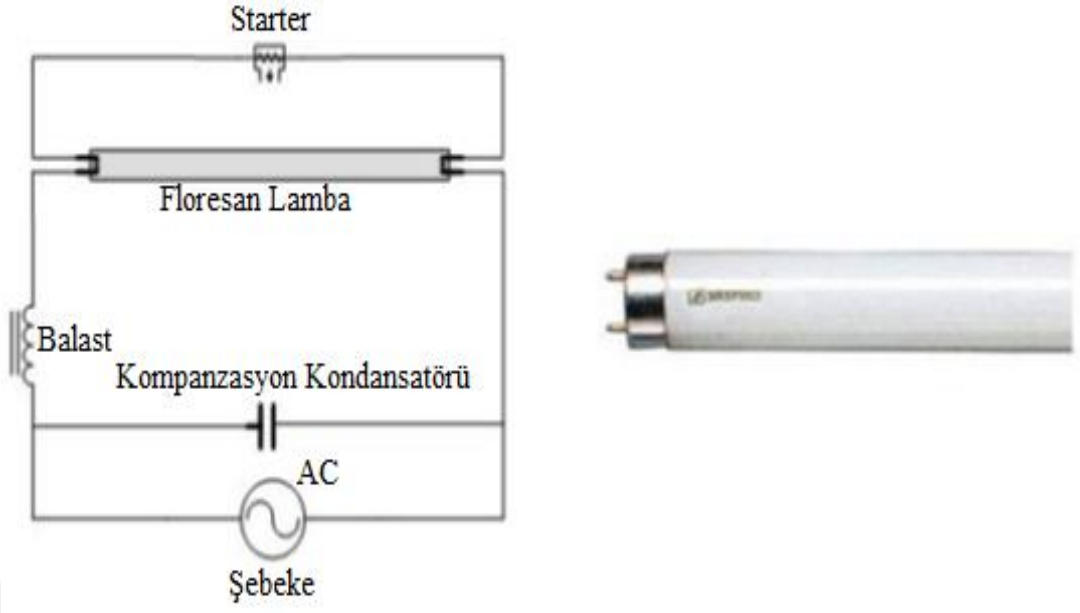
Şekil 2.7 Halidelamba (YTÜ, 2014)

Metal halide lambalar cıva buharlı lambaların içerisine bazı tuzlar eklenmesiyle ve camlarının kırmızı fosforla kaplanmasıyla yapılan lambalardır. Metal halide lambalar renksel ve ışıksal verimleri yapılan bu eklemelerle artırılmıştır (Meyer ve Nienhuis, 1988)

2.3.6 Floresan lamba

Flüoresan lambanın çalışması; lambanın yapısı starter devresi ve ana akım devresi olmak üzere iki kısımdan oluşur. Flüoresanın çalışması için lamba uçlarına enerji uyguladığımızda tüpün içerisindeki gazın yüksek direncinden dolayı deşarj olayı gerçekleşmez ancak akım devresini filamanlar ve starter üzerinden tamamlar. Flamanlar ısınarak tüp içerisindeki gazı ısıtırlar. Starter devreden bir anda çıkar bu esmada balastta biriken enerji ters elektro motor kuvvet (EMK) oluşturur ve şebeke gerilimi ile ateşleme gerilimi oluşması sağlanır ($>300\text{ V}$).

Deşarj başlayınca negatif direnç özelliğine sahip tüpün direnci hızla düşer. Direnci düşen deşarj tüpü bu durumda şebekeden çok fazla akım çekmek ister, ancak balast akımı sınırlayarak yüksek değerlere çıkmasına izin vermez (YTÜ, 2014).



Şekil 2.8Floresan lamba ve bağlantı şeması(YTÜ, 2014)

Floresan lambaların ömürleri yaklaşık olarak 5000 ile 16000 saat arasında olduğu bilinmektedir. Yukarıda bahsettiğimiz ateşleme olayı nedeni ile açma kapama işlemi flüoresan lambalar üzerinde olumsuz bir etki yaratmaktadır. İç aydınlatmada en çok tercih edilen aydınlatma elemanıdır.

2.3.7 Akkor (Enkandesan) flamanlı lamba



Şekil 2.9Akkor flamanlı lamba(YTÜ, 2014)

Akkor Flamanlı lamba 1879'da Thomas Edison tarafından ipliklerin kömürleştirilmesi ile üretilen filamanlarla yaptığı deneyler sonucunda, karbon flamanlı lambayı icat eden ilk kişi olmuştur. Günümüzde kullanılan akkor flamanlı lambalarda ışık kaynağı olarak kullanılan tel tungsten olup, elektrik akımıyla 2600°C'ye kadar ısındığında ışık vermektedir.

Akkor Flamanlı lambaların en çok kullanıldığı yerler açma kapamanın devamlı yapıldığı yerler olan apartman girişlerinde ve merdivenlerdir. Özellikle kısa süreli aydınlatmaya ihtiyaç olan yerlerin (wc, hol vb.) aydınlatılmasında kullanılırlar. Akkor Flamanlı lambaların avantajları öncelikle ekonomik olmaları, açma-kapama ömürlerini uzun olması, diğer aydınlatma elemanları gibi ateşleyici (ignitron) ve balasta v.b. yardımcı malzemelere gerek duymazlar ve çok kolay bir şekilde ışık şiddeti ayarlanabilir. Olumsuz yönleri ise ömürlerinin kısa olmasıdır, yaklaşık 1000 saat kullanım ömürleri vardır. Şebekede gerçekleşen voltaj değişimlerinden etkilenirler, flicker etkisi görülür, yüksek voltajlarda çabuk arızalanırlar ve elektrik enerjisinin büyük bir kısmı ısı olarak kaybolur.

Tablo 2.1. Işık kaynaklarının karşılaştırmalı tablosu(YTÜ, 2014)

	ENKAND ESAN (AKKOR TELLİ) LAMBAL AR	HALOJE N LAMBAL AR	FLORES AN LAMBAL AR	METAL HALİDE LAMBAL AR	Y. B. CIVA BUHARL I LAMBAL AR	Y.B. SODYUM BUHARL I LAMBAL AR	A.B. SODYUM BUHARL I LAMBAL AR	LED
Renksel Geriverim İndeksi	Çok iyi	Çok iyi	İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü	İyi
Ortalama Ömür	1000 Saat	1000- 4000 Saat	5000- 16000 Saat	6000- 12000 Saat	15000- 25000 Saat	16000- 32000 Saat	16000 Saat	25000- 50000 Saat
Etkinlik Faktörü	6-16 lm/W	12-25 lm/W	60-104 lm/W	72-110 lm/W	40-59 lm/W	88-130 lm/W	100-192 lm/W	80-130 lm/W
Avantajla rı	Kurulum u ucuz, Küçük boyutlar, Açma- kapama ömrü yok	Kurulum u ucuz, Küçük boyutlar, Açma- kapama ömrü yok	Çok iyi ışıklal verim	Çok iyi ışıklal verim	Uzun ömür	Çok iyi ışıklal verim, Uzun Ömür	Çok çok iyi ışıklal verim, Uzun Ömür	Çok iyi ışıklal verim, uzun ömür, küçük boyut, açma kapama ömrü yok
Dezavant	Enerji tüketimi fazla, Ömrü çok kısa	Enerji tüketimi fazla, Ömrü kısa	Açma kapaman ın ömür üzerine olumsuz etkisi var	Düşük Ateşlem e Frekans	Düşük renksel geriveri m	Düşük renksel geriveri m	Büyük Lamba ebadı, Çok kötü renksel geriveri m	Isınma, yüksek maliyet
Kullanım Alanları	Apartma n boşluklar ı, Holler, WC, Geçiş Yerleri	Müzeler de obje, tablo aydınlata maları ve akkor lamba uygulama ları	Ofis, Ev, Endüstri yel Tesisler	Bina cephe aydınlata ması, Mağaza içi ve Vitrin Aydınlat ması	Yüksek Tavanlı depolar	Yol, Tünel ve Meydan Aydınlat ması	Tünel, fabrika dış mekan aydınlata ması	Dekorati f aydınlata ma, dış mekan aydınlata ma, otomoti v
Strobosk obik Etki	Yok	Yok	Var*	Var*	Var*	Var*	Var*	Yok

* : Elektronik balast kullanılması halinde bu etki görülmez.

2.4. Aydınlatma Ortamları

Aydınlatma, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından da belirtilen tanımıyla, “Çevrenin ve nesnelerin gereği gibi görülebilmesini sağlamak amacıyla ışık uygulamaktır.” Aydınlatma sadece ortamı ışıklandırmak değil önemli olan doğru ışığın doğru oranda ve yerinde kullanılmasını sağlamaktır. Yapılan araştırmalara göre insanlar üzerinde ışığın olumlu ve olumsuz etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. İnsanlar kendilerini rahat hissettiklerinde motivasyonları artar ve bu sayede daha verimli olurlar. Özellikle işverenler çalışanlarından daha fazla verim alabilmek için çalışma alanlarını gün ışığına en yakın şekilde aydınlatma yoluna gitmektedirler.

2.4.1 Dış mekan aydınlatmaları

Dış mekanda aydınlatmanın ilk adımları Avrupa’da 17.yy’da yolların güvenlik gerekçesi ile aydınlatılmasıyla başlamıştır. Ülkemizde ilk aydınlatma 1914’de dış mekan aydınlatma uygulamalarına akkor lambalarla İstanbul’da başlanmıştır. Kapalı mekanların dışında yapılan aydınlatmaların tümü dış mekan aydınlatmasıdır. Özellikle yollar, köprüler, binaların dış cephesi, park ve bahçeler gibi birçok yerin aydınlatılması ile kentin gece de güvenli yaşanmasını sağlar.

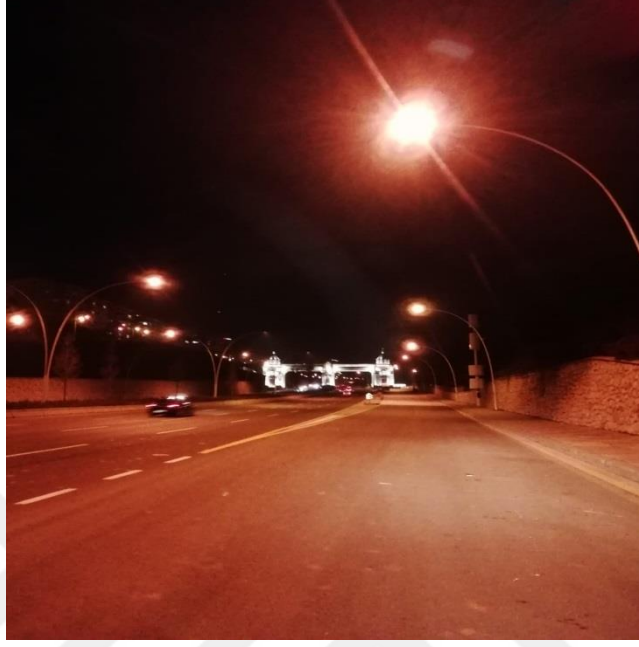


Şekil 2.10Örnek dış mekan aydınlatması

2.4.2 Yol aydınlatmaları

İyi bir yol aydınlatmasından beklenen, emniyetli ve uygun görüş olanaklarını oluşturması, yolların ve alanların geceleri de daha rahat kullanılabilir olmasını sağlamaktır. Standartlara uymayan bir yol aydınlatması, sürücülerde hareket

yanılgılarına, aşırı yorgunluklara ve sonuç olarak da tehlikeli kazalara yol açabilir. Bu nedenle yol aydınlatması yapılırken şartnameler ve yönetmelikler dikkate alınarak düzenlemeler yapılması gerekmektedir.



Şekil 2.11 Örnek yol aydınlatması

2.4.3 Spor ve saha aydınlatmaları

Genelde her çeşit spor sahaları için sahalar standardize edilmiş, optimal aydınlatma seviyeleri ve ışığın dağılım modelleri belirlenmiştir. Spor sahalarının aydınlatılmasında amaç ışığın etraftaki alanlara dağılmadan tam ihtiyaç duyulan yere uygun ve eşit bir ışık düzeyi sağlamasıdır. Bu nedenle spor ve saha aydınlatmalarında armatürlerin yeterli sayıda kullanılması ve uygun yükseklik ve açıda yerleştirilmesi gereklidir.

3. KURAMSAL TEMELLER

3.1. TEDAŞ 'ın Işık Kaynakları ile İlgili Uygulamaları

TEDAŞ Malzeme Yönetimi ve Satın alma Dairesi Başkanlığı tarafından 2010 yılında revize edilen Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lambalar Teknik Şartnamesine uygun olarak 21 dağıtım şirketi lamba alımları yaparak yol ve harici aydınlatmalarında TEDAŞ'ın gözetiminde yatırımlar yapılmaktadır. Bu şartname lambaların özelliklerini, çalışma koşullarını, yapılması gereken deneyleri, ambalajlanması ve garantisine kadar uyulması gereken standartları belirlemektedir. Bu şartnamede tüm donanımlar Avrupa Standartları ile uyumlu hale getirilmiş Türk Standartları ile denetlenmektedir.

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar dıştan ıgnitörlü TS 8511 – EN 60662, içten ıgnitörlü TS 895 EN 60188, lamba duyları TS289 – EN 60238, yardımcı donanımlar ve performansları TS EN 60923 ve lamba başlıkları TS EN 60061-1 numaralı standartlar uyarınca imal edilmektedir(TEDAŞ, 2010).

Tablo 3.1. TEDAŞ Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar standartları(TEDAŞ, 2010).

STANDART NO	STANDART ADI
TS 8511 EN 60662	Lambalar- Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı
TS 895 EN 60188	Lambalar - Yüksek Basınçlı Cıva Buharlı - Performans Kuralları
TS EN 62035	Lambalar- Boşalmalı (Fluoresan Lambalar Dışında)- Güvenlik Kuralları
TS 289 EN 60238	Lamba Duyları – Edison Vidalı
TS EN 60923	Lambalarla ilgili yardımcı donanımlar- Balastlar - Boşalmalı lambalar için (tüp biçimli flüoresan lambalar dışında)- Performans özellikleri
TS EN 60061-1	Lamba Başlıkları ve Duylar –Değiştirilebilirliğin ve Güvenliğin Kontrolü için Masterlar ile Birlikte-Bölüm:1 Lamba Başlıkları

Yukarıda belirtilen standartlara göre lambaların sahip olması gereken özellikler aşağıda Tablo 3.2 ve Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo3.2. TEDAS-MYD/94-001.C no’lu teknik şartnameye göre lamba tipleri(TEDAŞ, 2010).

Lamba Tipi	Lamba Anma (Beyan) Gücü (Watt)	Lamba Başlığı	Lamba Camı, Biçimi
Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Dıştan Ateşleyicili (Dıştan İgnitörlü) Lambalar (YBSBDAL)	50	E-27	Şeffaf, tüp
	70	E-27	Şeffaf, tüp
	100	E-40	Şeffaf, tüp
	150	E-40	Şeffaf, tüp
	250	E-40	Şeffaf, tüp
	400	E-40	Şeffaf, tüp
Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Dıştan Ateşleyicili (İçten İgnitörlü) Lambalar (YBSBİAL)	110	E-27	Opal, elips
	210-215-220	E-40	Opal, elips
	340-350-360	E-40	Opal, elips

Tablo3.3. TEDAS-MYD/94-001.C no’lu teknik şartnameye göre lamba ışık akısı(TEDAŞ, 2010).

Lamba Tipi	Lamba Anma (Beyan) Gücü (Watt)	Başlangıç Işık Akısı (Lümen)
Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Dıştan Ateşleyicili (Dıştan İgnitörlü) Lambalar	50	4000
	70	6500
	100	10000
	150	17000
	250	33000
	400	55000
Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Dıştan Ateşleyicili (İçten İgnitörlü) Lambalar	110	8000
	210-215-220	34000
	340-350-360	34000

Ayrıca yine standartlar uyarınca lambaların ekonomik ömrünün, yüksek basınçlı sodyum buharlı dıştan ateşleyicili lambalar için en az 20000 saat, içten ateşleyicili lambalar için ise en az 9000 saat olması gerekmektedir.

3.2. TEDAŞ'ın Armatürler İle İlgili Uygulamaları

TEDAŞ Malzeme Yönetimi ve Satın alma Dairesi Başkanlığı tarafından 2006 yılında hazırlanan Kırsal Kesim Dış Aydınlatma Armatürleri Teknik Şartnamesi ve TEDAŞ Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı tarafından 2018 yılında revize edilen LED Işık Kaynaklı Yol Aydınlatma Armatürleri Teknik Şartnamesi yayınlanmıştır. Bu şartnamelere uygun olarak 21 dağıtım şirketi armatür alımları yaparak yol ve harici aydınlatmalarında TEDAŞ'ın gözetiminde yatırımlar yapmaktadır. Bu şartname Armatürlerin özelliklerini, çalışma koşullarını, yapılması gereken deneyleri, ambalajlanması ve garantisine kadar uyulması gereken standartları belirlemektedir.

Bu şartnamelerde yol ve kırsal kesim aydınlatmalarında kullanılacak olan tüm ekipmanlar Avrupa Standartları ile uyumlu hale getirilmiş Türk Standartları ile denetlenmektedir. Aydınlatma armatürleri aşağıdaki Tablo3.4 ve Tablo 3.5'deki standartlara uygun imal ve test edilmektedirler.

Tablo3.4. TEDAS-MLZ/2006-054.A no'lu kırsal kesim dış aydınlatma armatürleri teknik şartnamesi standartları (TEDAŞ, 2006).

STANDART NO	STANDART ADI
TS8697 EN 60598-1	Aydınlatma Armatürleri Bölüm 1: Genel Kurallar ve Deneyler
TS 8700 EN 60598-2-3	Aydınlatma Armatürleri Bölüm 2-3: Belirlenen özellikler - Yol ve cadde aydınlatması için
TS 3033 EN 60529	Aydınlatma Armatürleri Bölüm 2-3: Belirlenen özellikler - Yol ve cadde aydınlatması için
TS 4313 EN ISO 2409	Aydınlatma Armatürleri Bölüm 2-3: Belirlenen özellikler - Yol ve cadde aydınlatması için
TS EN 60068-2-9	Çevre Şartlarına Dayanıklılık Deneyleri- Bölüm 2-9: Deneyler Güneş Işınması Deneyi İçin Kılavuz
TS EN 60068-2-5	Çevre Şartlarına Dayanıklılık Deneyleri- Bölüm 2-5: Deneyler Deneysel Sa: yeryüzündeki Seviyesine Benzeştirilen Güneş Işınması

Tablo3.5. TEDAS-MLZ/2010-057.C no'lu LED ışık kaynaklı yol aydınlatma armatürleri teknik şartnamesi standartları (TEDAŞ, 2010)

Standart No	Standart Adı
TS EN 60598-1	Aydınlatma Armatürleri – Bölüm I: Genel Kurallar ve Deneyler
TS 8700 EN 60598-2-3	Aydınlatma Armatürleri – Bölüm 2-3: Belirli Özellikler -Yol ve Cadde Aydınlatması İçin
TS EN ISO 2409	Boyalar ve Vernikler - Çapraz kesme deneyi
TS EN 13201-3	Yol Aydınlatması Bölüm 3: Performansın hesaplanması
TS EN 62031	Genel Aydınlatma için LED modülleri - Güvenlik özellikleri
TS EN 61347-1	Lamba kontrol düzeni-Bölüm 1:Genel ve Güvenlik özellikleri
TS EN 61347-2- 13	Lamba kontrol düzeni - Bölüm 2-13: LED modülleri için kullanılan d.a. veya a.a. beslemeli elektronik kontrol düzeni için özel kurallar
TS EN 62442-3	Lâmba kontrol düzeninin enerji performansı – Bölüm 3: Halojen lambalar ve LED modülleri için kontrol düzeni – Kontrol düzeninin verimliliğini belirlemek için ölçme yöntemi
TS EN 62384	Işık yayan diyot (LED) modülleri için doğru akım (d.a.) veya alternatif akım (a.a.) beslemeli elektronik kontrol düzeni- Performans özellikleri
TS EN 55015	Elektrikli aydınlatma ve benzer cihazların radyo bozulma karakteristiklerinin sınır değerleri ve ölçme metotları
TS EN 61000-3- 2	Elektromanyetik uyumluluk (EMU) - Bölüm 3-2: Sınır değerler - Harmonik akım yayınımları için sınır değerler (faz başına cihaz giriş akımı ≤ 16 A)
TS EN 61000-3- 3	Elektromanyetik uyumluluk (EMU) - Bölüm 3-3: Sınır değerler - Beyan akımı faz başına 16 A'ya kadar (dâhil) olan ve şartlı bağlantıya tabi olmayan cihazlar için alçak gerilim besleme sistemlerindeki gerilim değişiklikleri, gerilim dalgalanmaları ve kırışma sınırları
TS EN 61547	Genel aydınlatma amacıyla kullanılan cihazlar - EMU bağışıklık kuralları
IES LM-79-08	Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products
IES LM 80-08	Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources
IES TM-21-11	Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Light Sources
TS EN 62262	Dış mekanik darbelere karşı elektrikli donanımın mahfazası ile sağlanan koruma dereceleri
TS EN 62471	Lambaların foto biyolojik güvenliği ve lamba sistemleri
IEC TR 62778	Işık Kaynakları Ve Armatürlerin Mavi Işık Tehlike Değerlendirmesi İçin IEC 62471 Uygulaması
TS EN 62321-1	Elektroteknik ürünlerdeki belirli maddelerin tayini - Bölüm 1: Giriş ve genel bakış
TS EN ISO 4892-1	Plastikler-Laboratuvar ışık kaynaklarına maruz bırakma metotları Bölüm 1:Genel kılavuz
TS EN 61643-11	Alçak gerilim darbe koruma düzenleri - Bölüm 11: Alçak gerilim güç sistemlerine bağlanan darbe koruma düzenleri - Kurallar ve deney yöntemleri

3.3. Türkiye'nin Genel Aydınlatma Tüketimi

Ülkemizde aydınlatma faaliyetleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 20 Nisan 2018 tarihinde resmi gazetede yayınlanan Aydınlatma Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik çerçevesinde genel aydınlatma faaliyetleri düzenlenmiştir. Yönetmelikte dağıtım şirketlerinin aydınlatma faaliyeti tanımlanırken “Dağıtım şirketi; dağıtım bölgesindeki yerleşim yerlerinde bulunan, otoyollar ve özelleştirilmiş erişme kontrollü karayolları hariç, kamunun genel kullanımına yönelik bulvar, cadde, sokak, köprü, meydan, kavşak, yürüyüş yolu ve yaya geçidi aydınlatmasından ve bunlara ait gerekli aydınlatma ve ölçüm sistemlerinin tesis edilmesi ve işletilmesinden sorumludur. Bu sorumluluk, imar planlarında bulvar, cadde veya çıkmaz sokaklar dâhil, sokak olarak belirlenen meskûn yerlerin tamamını kapsar.” denilmektedir.

Aynı yönetmelikte yanmayan armatürlerin hakkında “TEDAŞ, şirketler bünyesinde yanmayan armatürlerin kontrolü amaçlı denetimler yapar. Denetimlerde tespit edilen yanmayan, yerinde olmayan armatür ve/veya önceden mevcut olan direklere ilişkin eksiklikler, TEDAŞ tarafından belirlenerek söz konusu eksikliklerin giderilmesi için ilgili dağıtım şirketine bildirilir.” denilmektedir. Ayrıca Aydınlatma yatırımları için ise “Genel aydınlatma tesislerinin tasarımı ve projelendirilmesi, yapım ve montajı, test ve kontrolü, kabulü, işletmeye alınması ve işletilmesi, bakım ve onarımı, tesislerde asgari emniyetin sağlanması ve kullanılacak malzemeler ile ilgili olarak TEDAŞ şartname, tip proje, usul ve esas ve bunun gibi düzenlemelerine uyulması gereklidir.” (ETKB, 2018)

Yukarıda yönetmelik tarafından genel aydınlatma bölgelerinin nereler olduğu ve dağıtım şirketlerinin aydınlatma sorumluluk alanlarının hangi bölgeler olduğu belirlenmiştir. TEDAŞ 21 dağıtım şirketinin yapmış olduğu aydınlatma yatırımlarının projelendirilmeden kabulüne kadar denetim ve kabul işlemlerini gerçekleştirmektedir. Ayrıca genel aydınlatma bedelinin hazineden karşılanması nedeni ile aydınlatma tesislerinin enerji tüketimi ve fatura bedellerinin kontrolü TEDAŞ ve EPDK tarafından yapılmaktadır. Son 1 yılın 21 dağıtım bölgesi aydınlatma tüketimleri ayrıntılı olarak EK-1’de verilmiştir.

3.4. Harmonikle Bozulmanın Ölçütü

Literatürde harmonik bozulma için en çok kullanılan terimler: Toplam harmonik distorsiyonu (THD), toplam talep distorsiyonu (TTD) ve tekil harmonik distorsiyonu (HD)'dur. THD, tüm harmoniklerinin toplam efektif değerlerinin, temel bileşen efektif değerine oranıdır. HD sadece bir harmonik bileşenin temel bileşene oranla büyüklüğünü gösterir. TDD ise akım için tanımlanmış olup, tüm harmonik akımlarının toplam efektif değerlerinin “en yüksek değerli” temel bileşen akımına oranla büyüklüğünü ifade eder. IEEE Standard 519'da akım harmonikleri TDD büyüklüğüne göre sınırlandırılmıştır. (TMMOB, 2006).

Elektrik devreleri harmonik içerdiğinde akım ve gerilim efektif değerleri için harmonik distorsiyonu etkisine bağlı olarak akım ve gerilim değerleri aşağıda gösterilmiştir:

$$V = V_1 \sqrt{1 + \left(\frac{THD_V}{100}\right)^2} \quad (3.1)$$

$$I = I_1 \sqrt{1 + \left(\frac{THD_I}{100}\right)^2} \quad (3.2)$$

3.5. Harmonik Standartları

Harmoniklerin şebeke elemanları ve sistemdeki diğer yükler üzerindeki olumsuz etkilerini asgari düzeye indirerek harmonik değerlerinin sisteme zarar vermeyecek seviyelerde tutulması sağlanmalıdır. Bu sayede tüketicilerin daha az zarar görmesi ve kaliteli enerji almaları mümkün olacaktır. Bunu sağlayabilmek için nonlineer yüklerin oluşturduğu harmonik değerleri sınırlandırarak harmonik standartları oluşturulmuştur. Ülkemizde ise Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından bu konu hakkında çalışmalar yapılmaktadır.

IEEE'nin 1992 senesinde alınan karar doğrultusunda getirilen IEEE 519-1992 nolu standart ve IEC'nin 1995 senesinde IEC 1000-3-2 gibi standartlar, elektrik dağıtım şirketleri için bara gerilim distorsiyonu ve aboneler için nonlineer yükler tarafından üretilen akım harmonik sınırlamaları üzerinde durulmuştur. Uluslar Arası Elektroteknik Komisyonu (IEC) harmonik sınırlamasını çeşitli yükler için sınıflandırmış ve bunlara ait tablolarda sınır değerleri vermiştir. IEC 61000-2-2 konutlarla ilgili alçak gerilim şebekelerine ait gerilim harmonik sınırlamalarını içermektedir (TMMOB, 2006).

Tablo 3.6 Konutlarla ilgili alçak gerilim şebekelerinde IEC 61000-2-2 gerilim harmonik distorsiyon limitleri

Tek Harmonikler			Çift Harmonikler			3 ve 3'ün katı Harmonikler	
n	%	V_n	n	%	V_n	n	% V_n
5	6		2	2		3	5
7	5		4	1		9	1,5
11	3,5		6	0,5		15	0,3
13	3		8	0,5		≥ 21	0,2
17	2		10	0,5			
19	1,5		≥ 12	0,2			
23	1,5						
25	1,5						
≥ 29	k						

Avrupa standartları EN 50160 da alçak gerilim ve orta gerilime ait gerilim harmoniklerinin sınır değerleri IEC Standartlarına benzer şekilde Tablo 3.7. ve Tablo 3.8 de verilmiştir.

Tablo 3.7 Konutlarla ilgili alçak gerilim şebekeleri için en 50160 harmonik distorsiyon limitleri

Alçak Gerilim Şebelesi ($\leq 1kV$)					
Tek Harmonikler		Çift Harmonikler		3 ve 3'ün katı Harmonikler	
n	% V_n	n	% V_n	n	% V_n
5	6	2	2	3	5
7	5	4	1	9	1,5
11	3,5	6.....24	0,5	15	0,5
13	3			21	0,5
17	2				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

Tablo 3.8 Konutlarla ilgili orta gerilim şebekeleri için en 50160 harmonik distorsiyon limitleri

Orta Gerilim Şebesi ($\leq 1\text{kV}$)					
Tek Harmonikler		Çift Harmonikler		3 ve 3'ün katı Harmonikler	
n	% V_n	n	% V_n	n	% V_n
5	6	2	2	3	5
7	5	4	1	9	1,5
11	3,5	6.....24	0,5	1	0,5
13	3			5	
17	2			2	0,5
19	1,5			1	
23	1,5				
25	1,5				

3.5.1 Türkiye’de gerilim harmonikleri ile ilgili sınırlandırmalar

Ülkemizde Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından hazırlanan şebeke yönetmeliği göre iletim sistemlerinde kabul edilebilir gerilim harmonikleri sınır değerleri Tablo 3.9 da verilmiştir.

Tablo 3.9 EPDK şebeke yönetmeliği kabul edilebilir gerilim harmonik seviyeleri

HarmonikNo. “h”	Harmonik Gerilim (%)	Tek Harmonikler (3'ün katı olan)		Çift Harmonikler	
		Harmonik No. “h”	Harmonik Gerilim (%)	Harmonik No. “h”	Harmonik Gerilim (%)
5	2	3	2	2	1
7	2	9	1	4	0,8
11	1,5	15	0,3	6	0,5
13	1,5	21	0,2	8	0,4
17	1	>21	0,2	10	0,4
19	1			12	0,2
23	0,7			>12	0,2
25	0,7				
>25	0,2+0,5 (25/h)				

THB_v:% 3

3.5.2 Türkiye’de akım harmonikleri ile ilgili sınırlandırmalar

Ülkemizde Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından hazırlanan elektrik iletim sistemleri arz güvenilirliği ve kalite yönetmeliğine göre akım sınır değerleri Tablo 3.10 da verilmiştir.

Tablo 3.10 EPDK elektrik iletim sistemleri arz güvenilirliği ve kalite yönetmeliğine göre akım sınır harmonik seviyeleri

Harmonik Sıra		1kV<V≤34.5kV					34.5kV<V≤154kV					V>154kV				
		Ik/I1					Ik/I1					Ik/I1				
Grup	No	<2	20-	50-	100-	>1000	<20	20-	50-	100-	>1000	<20	20-	50-	100-	>1000
		0	50	100	1000			50	100	1000			50	100	1000	
TEK HARMONİKLER	h<11	4	7	10	12	15	2	3,5	5	6	7,5	1	1,8	2,5	3	3,8
	11<h<17	2	3,5	4,5	5,5	7	1	1,8	2,3	2,8	3,5	0,5	0,9	1,2	1,4	1,8
	17≤h<23	1,5	2,5	4	5	6	0,8	1,3	2	2,5	3	0,4	0,6	1	1,3	1,6
	23≤h<35	0,6	1	1,5	2	2,5	0,3	0,5	0,8	1	1,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
	h≥35	0,3	0,5	0,7	1	1,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,1	0,2	0,3	0,4
	Çift harmonikler kendinden önceki tek harmoniğin 0,25katı ile sınırlıdır.															
TTB		5	8	12	15	20	2,5	4	6	7,5	10	1,3	2	3	3,8	5
Bu değerler 3 saniye çözünürlüklerle ölçülen 10'ar dakikalık ortalamalardır.																

Ik: Ortak bağlantı noktasındaki maksimum kısa devre akımı

IL: Ortak bağlantı noktasındaki maksimum yük akımının ana bileşeni

3.6. Harmonikle İlgili Tanımlar ve Kavramlar

3.6.1 Harmonik bileşenlerinin ani değerleri

Güç kalitesini tanımlayacak olursak, şebeke frekansının alıcılara belirlenen frekans değerinde sabit sinüsoidal biçimde gerilimin sunulmasıdır. Güç kalitesini daha detaylı anlatacak olursak, sistemde belirlenen gerilim ve frekansın sabit olması, kesintisiz sürekli enerjinin sağlanması, güç faktörünün (Cos Q) 1'e yakın olması, üç faz geriliminin dengeli olması ve standartlarda belirlenmiş olan akım ve gerilim harmonik değerlerinin aşılmaması gibi ifade edebiliriz(Dugan, 2004).

Normal şartlarda kaynakta üretilen enerji neredeyse tam bir sinüs dalgası şeklindedir. Bu sisteme bağlanan alıcıların oluşturduğu sorunlar nedeni ile enerji kalitesi bozulmakta ve her zaman kaliteli bir enerji sağlanamamaktadır. Şebekeye bağlanan cihazların içlerindeki yarı iletken elemanlar ve nonlineer yüklerle sahip cihazlar güç kalitesinin bozulmasında önemli bir paya sahiptirler. Bu cihazlar, enerji kalitesinin düşmesine v eyeni nesil elektronik cihazların hassas olması nedeni ile düzgün çalışmamalarına veya bozulmalarına sebep olmaktadırlar. Kısacası doğrusal olmayan (nonlineer) yükler şebekede harmoniklere sebep olarak enerji kalitesini düşürürler (Güntürkün, 2003).

Akım ve gerilim dalga şekilleri; yukarıda bahsettiğimiz gibi hem sanayide kullanılan bazı doğrusal olmayan (nonlineer) yüklerden hem de yarı iletkenlerin etkisiyle, periyodik olmakla birlikte, temel sinüsoidal dalga ile frekans ve genliği farklı diğer dalgaların (harmoniklerin) toplamından meydana gelmektedir (Adak,2003).

Harmonik kısaca kaynakta üretilen temel frekans dışında oluşan dalgalara harmonik adı verilir. Bu dalgayı incelerken fourier analizi kullanılarak temel frekans ve diğer frekanslarda ki bileşenler şeklinde tanımlanabilir. Şekilleri sinüsoidal şekle sahip olmayan dalgalar fourier analizi yardımıyla, frekansları farklı sinüsoidal dalgaların toplamı şeklinde matematiksel olarak yazılabilir. Bu matematiksel ifadeler bize harmoniklerin daha kolay analiz edilmesini sağlar.(Kakillivd.,2008). Sonsuz serideki herhangi bir trigonometrik terimin periyodu, temel periyodunun bir tamsayı katı veya harmoniğidir (denklem 3.3)

$$f(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega_0 t) + B_n \sin(n\omega_0 t) \quad (3.3)$$

Burada A_0 , A_n , B_n Fourier katsayısıdır ve $f(t)$ den hesaplanabilir. Periyodik bir fonksiyon olan $f(t)$ 'nin temel frekansı ω_0 'dır . $2\omega_0$, $3\omega_0$, $4\omega_0$, , $n\omega_0$ $f(t)$ fonksiyonun harmonik frekanslarıdır. $2\omega_0$ $f(t)$ sinyalinin yada fonksiyonunun ikinci harmoniği, $3\omega_0$ $f(t)$ sinyalinin üçüncü harmoniği, $4\omega_0$ $f(t)$ sinyalinin dördüncü harmoniği ve $n\omega_0$ $f(t)$ sinyalinin n'inci harmoniği olarak ifade edilir (Nilsson ve Riedel, 1998). Belirlenen harmonik standartlarına uyulup uyulmadığının tespiti harmonik ölçümü yapan cihazlar ile harmonik ölçümü yapılır ve ölçüm sonuçları standart değerleri ile karşılaştırılarak uygunluğu kontrol edilebilir (Şenyurt, 2006).

3.6.2 Harmonikli gerilim ve akımın efektif değeri

Bir sinüs sinyalinin bir periyot içerisinde aldığı en büyük değer alternatif gerilimin (AC) en büyük değeri veya genliği olarak ifade edilir. Ülkemizde bu değer yaklaşık 311 volt'tur. Şebeke geriliminin değerini bulabilmek için en büyük genlik olan 311 volt'un 0,707 ile çarpımı ya da $\sqrt{2}$ ye bölümü ile buluruz. Ülkemizdeki bu değer $311 \times 0,707 = 220$ volt'tur. Hesaplamış olduğumuz genlik değeri anma değeri olarak yaygın olarak kullanılmaz. Bunu yerine etkin değeri (rms) kullanılır. Bu değer alternatif gerilimin doğru gerilim eş değeri olarak kabul edilir. Denklem 3.4'de bir sinüsoidal sinyalinin etkinin değeri verilmiştir.

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2(t) dt} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot V_{max} \quad (3.4)$$

Denklem 3.5'dede bir sinüs sinyalinin akım için rms değeri verilmiştir. Ölçüm hassasiyetinin artması için örnekleme sıklığının da artırılması gerekmektedir.

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot I_{max} \quad (3.5)$$

Harmonikler; yukarıda da ifade ettiğimiz gibi elektrik şebekesinde enerji ve güç kalitesinin bozulmasıdır. Bunun sebebi de akım ve gerilimin bozulmalara uğraması neticesinde şebeke sinüsoidal sistemin bozulmasıdır. Belirlenen standart değerlerin üzerine çıkan harmonik bozulmalar sebebi ile Tedaş ve elektrik dağıtım şirketleri harmonik ısı kayıplarını tüketicilerden tahsil etmektedir. Oluşan ısı kayıpları yaklaşık olarak $NHkWh \approx 860 \text{ kCal} = 1 \text{ kWh}$ tanımlanır.

Harmoniklerin yüksek frekanslı olmalarından ötürü harmonik bileşenlerine literatürde skin-effect (deri etkisi) ismi verilen sonucu oluştururlar. Deri etkisi nedeni ile elektrik iletim hatlarındaki kayıplar artar. Deri etkisinin olumsuz diğer bir sonucu da iletkenlerin ısınması olarak gözlemlenmiştir.

Elektrik kalitesini arttırmak için diğer bir işlemde CosQ 'nin 1'e yaklaştırılması yani kompanzasyon işlemidir. Kompanzasyon işlemlerinde harmoniklerde göz önüne alınarak projelendirme işlemleri yapılması gerekmektedir. Harmonikler dikkate alınmadan yapılan kompanzasyonlar sonucu elektrik kayıpları oluşmaktadır.

Harmonikler 3., 5., 7., 11. gibi tek bileşenlerden oluşmaktadır. Bunun sebebi elektrik güç sistemlerinin sinüzoidal dalganın simetrisinden dolayıdır. Çift mertebeden harmonik bileşenler oluşmaz.

3.6.3 Harmonik bileşenlerin bulunduğu sistemlerde aktif, reaktif ve görünür güç

Sinusoidal sistemde t zamanı içerisinde elektriksel büyüklüklerin denklemleri sırasıyla;

$$V(t) = V\sin(\omega t) \quad (3.6)$$

$$I(t) = I \sin(\omega t \pm \phi) \quad (3.7)$$

$$S(t) = v(t).i(t) \text{ şeklindedir.} \quad (3.8)$$

$$\omega = 2\pi f \text{ açısal hız,} \quad (3.9)$$

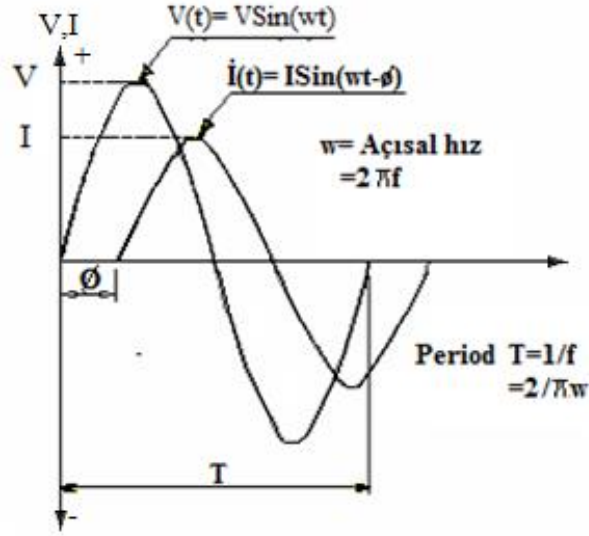
V= Gerilimin tepe değerini,

I = Akımın tepe değerini,

f = Temel frekansı,

ϕ = akım ve gerilim arasındaki faz açısı farkını ifade eder.

Şekil 3.1'de akım ve gerilimin zamana göre değişimi gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Sinüsoidal akım ve gerilim fonksiyonlarının zamana göre değişimi (İnan, 1999).

Reaktif güç ; $q(t) = v(t) \cdot i(t) \cdot \sin\phi$

Aktif güç ; $p(t) = v(t) \cdot i(t) \cdot \cos\phi$

Görünür gücün tanımı aşağıda verilmiştir.

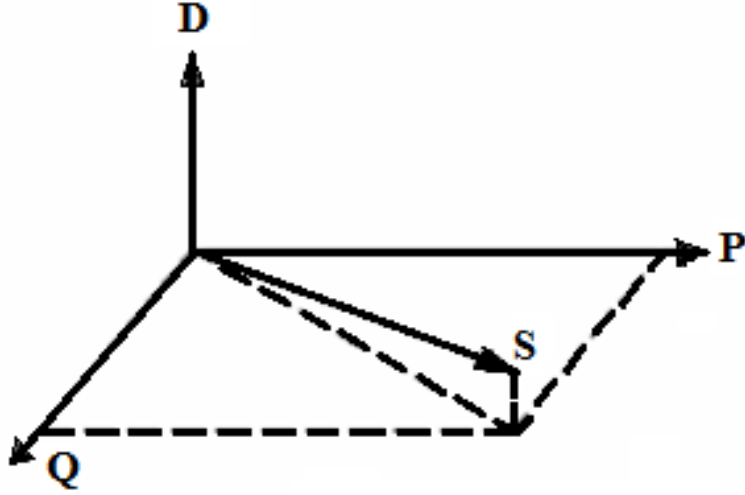
$$S_2 = P_2 + Q_2 + D_2 \quad (3.10)$$

Burada D-distorsiyon gücü olup

$$D = (S_2 - P_2 - Q_2)^{1/2} \quad (3.11)$$

Eşitliği ile gösterilir ve sinüsoidal işaretli doğrusal devrelerde sıfırdır.

Araştırmacılar ve bilim adamları arasında distorsiyon gücü ve reaktif gücün tanım ve fiziksel büyüklükleri arasında hala fikir birliği yoktur. Şekil 3.2 görünür gücü oluşturan büyüklükler arasındaki ilişkiyi göstermektedir.



Şekil 3.2 Görünür gücün bileşenleri arasındaki ilişki (İnan, 1999).

Güç faktörü alternatif akım sisteminde yükün sistemden çekmiş olduğu akımın ne kadar verimli kullanıldığını belirlemek için kullanılmaktadır. Güç faktörü aşağıdaki gibi,

$$Gf = \cos \phi = P/S \text{ tanımlanır.}$$

İletim sistemlerinde güç faktörü iki başlıkta incelenir. Birinci akım bileşenlerinin oluşturduğu ek ($I^2 \times R$) kayıplarıdır. Bu kayıplar:

$$P_{kEK} = \sum_{n=2}^{\infty} I_n^2 R_n \quad (3.12)$$

Şeklinde verilebilir. Deri etkisi ihmal edilirse $R_n \rightarrow R$ (hattın omik direnci) yazılabilir. Diğer taraftan harmonik akımların hat boyunca çeşitli devre elemanları üzerinde oluşturduğu gerilim düşümleri de ayrı bir etkidir. n. akım harmoniğinin oluşturduğu gerilim düşümü $(\Delta V)_n = I_n \cdot Z_n$ olarak yazılabilir.

Kablolu iletim durumunda harmonik gerilimler, tepe gerilim değeriyle orantılı olarak dielektrik zorlanmayı artırır. Bu da kablunun kullanım ömrünü kısaltır. Aynı zamanda arıza sayısını ve bu nedenle de onarım masraflarını artırır. Aşırı gerilimler nedeniyle yalıtkan kablolarda delinme meydana gelebilir (İnan, 1999).

Harmoniklerin korona başlangıç ve sönme seviyeleri üzerindeki etkileri gerilimin tepeden tepeye değerinin bir fonksiyonudur. Tepe gerilimi, temel ve harmonik gerilim arasındaki faz ilişkisine bağlıdır (Ortmeyer, vd.1985).

3.6.4 Toplam harmonik distorsiyonu (THD)

Toplam harmonik distorsiyonu (THD) değerini hesaplayabilmek için oluşan efektif (rms) harmonikli bileşenlerin değerlerinin, temel efektif (rms) kaynak bileşenine oranlanmasıyla bulunur ve yüzde olarak ifade edilir. Hesaplanan toplam harmonik distorsiyonu ve temel sinüs bileşeninin harmonik bileşenler ile toplanması sonucunda temel sinüsoidal bileşeninin ne kadar değişime uğrayacağını hesaplayabiliriz. Temel sinüsoidal dalga da harmonik bileşenler olmadığından dolayı toplam harmonik distorsiyonu (THD) sıfırdır. Denklem 3.7’de görüldüğü gibi herhangi bir harmonik bileşeninin olmadığı sistemlerde toplam harmonik distorsiyon değeri herhangi bir sonuca ulaşmaz (Kocatepe vd., 2003). Denklem 3.8’de gerilimde oluşan toplam harmonik distorsiyonu verilmiştir.

$$THD_V = U_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2}}{V_1} \quad (3.13)$$

Burada;

THDV (THBV): Toplam harmonik distorsiyonunu gerilimin için (bozunumu),

V_n : Sisteme uygulanan gerilimin n’inci mertebedeki harmoniğinin etkin değerini,

V_1 : Sisteme uygulanan gerilimin temel frekanstaki etkin değerini,

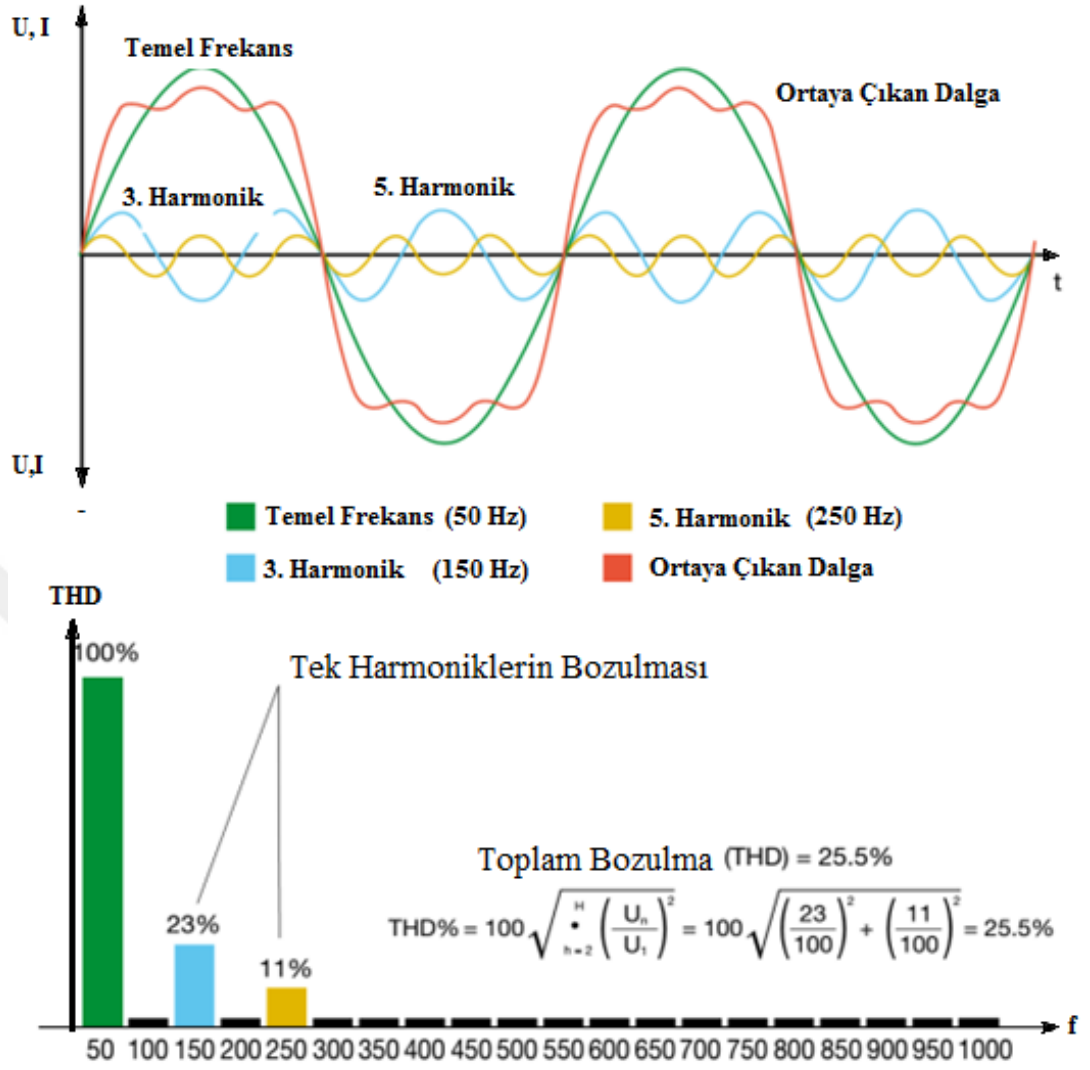
$$THD_I = I_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}}{I_1} \quad (3.14)$$

Burada;

THDI (THBI): Toplam harmonik distorsiyonunu akımın için (bozunumu),

I_n : Sisteme geçen akımın n’inci mertebedeki harmoniğinin etkin değerini,

I_1 : Sisteme geçen akımın temel frekanstaki etkin değerini ifade etmektedir, Şekil 3.3’de harmonikli ve temel dalgalar ile bu iki dalganın bileşkesi olan toplam dalgalar ile ilgili örnek dalgalar şekilleri gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Harmoniklerin sisteme etkisi, sinüsoidal bozulma (harmonik bozulmasında bir akım dalgası), temel 50 hz. sinüsoidal akım, 3.,5. harmonik ve toplam harmonikli dalga(ABB,2010).

Ülkemizde ideal frekans Avrupa ülkelerinde olduğu gibi 50 Hz. sinüsoidal dalga şeklindedir. Ancak sistemdeki bazı alıcılar yapılarından dolayı çeşitli frekans seviyelerinde gerilim ve akım harmonikleri oluştururlar. Bu şekildeki sistemlerde akım ve gerilim değerlerinin dengeli olması gerekmektedir. Akım ve gerilimdeki harmonik standartlarında belirtilen değerlerde kalması gerekmektedir. Harmonikleri önlemek istiyorsak bunu iki şekilde yapabiliriz. Bunlardan birincisi tasarım aşamasında harmonik üretmeyecek devreler tasarlamak, ikincisi ise filtre devreleri kullanmaktır (Filiz, 2006).

Uluslararası (IEC 519-1992)'ye göre harmonik bozulma sınır değerleri akım için $ITHD < 5\%$ ve gerilim için $UTHD < 3\%$ verilmiştir. Elektrik şebekesinde akım toplam

harmonik distorsiyonu $ITHD < \%15-20$ ve gerilim toplam harmonik distorsiyonu $UTHD < \%3-5$ olmalıdır. Bu sınır değerlerinin üzerinde çıkan harmonikler elektrik devre veya sistemleri için tehlikeli ve büyük zararlar oluşturabilecektir (EPDK,2013)

09.10.2013 tarihli resmi gazetede yayınlanan hizmet kalitesi yönetmeliğine göre elektrik dağıtım ve perakende satışına ilişkin “Harmonik bozulmaya neden olan kullanıcıya, dağıtım şirketi tarafından durumun düzeltilmesi için AG kullanıcısı olması durumunda en fazla 60 iş günü, OG kullanıcısı olması durumunda ise en fazla 120 iş günü süre tanınır. Kullanıcıya yapılan bildirimde, verilen sürenin sonunda durumun düzeltilmemiş olmasının tespiti halinde bağlantısının kesileceği bildirilir. Verilen sürenin sonunda, kullanıcı tarafından kusurlu durumun giderilmemesi halinde, kullanıcının bağlantısı kesilir.” İbaresini yer alır (EPDK,2013)

3.6.5 Tekil harmonik distorsiyonu (HD)

Harmonik standartlarında genellikle her bir harmonik bileşenin temel bileşene göre büyüklükleride sınırlandırılmaktadır. Bu amaçla akım ve gerilim HD ile gösterilen tekil harmonik distorsiyonları tanımlanmıştır. n. harmonik mertebesinde ki gerilim ve akım için tekil harmonik distorsiyonları sırasıyla;

$HD_v = V_n / V_1$ ve $HD_i = I_n / I_1$ olarak ifade edilir.(TMMOB, 2011).

Örnek: Harmonikli akım çeken bir nonlineer yükün akımı harmonik analizörü ile ölçülmüştür. Temel bileşen akımı I_1 ile 3., 5. ve 7. Harmonik akımlarının efektif değerleri sırasıyla;

$I_1 = 80A$, $I_3 = 68A$, $I_5 = 42A$ ve $I_7 = 26A$ olarak ölçülmüştür.

Yük akımının efektif değerinin (I) ve yük akımına ait toplam harmonik distorsiyonu (THDi) değerini hesaplayınız.

Çözüm:

Nonlineer yük akımının büyüklük değeri,

$$I = \sqrt{(I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + I_7^2)} = \sqrt{(80^2 + 68^2 + 42^2 + 26^2)} = 116A$$

V nonlineer yük akımının toplam harmonik distorsiyonu değeri

$$THD_1 = \sqrt{(I_3 \cdot I_3) + (I_5 \cdot I_5) + (I_7 \cdot I_7)} / I_1 = \sqrt{(68 \cdot 68) + (42 \cdot 42) + (26 \cdot 26)} / 80 = \%105$$

Olarak hesaplanır (TMMOB, 2011).

3.6.6 Harmonikli durumda güç faktörü

Güç faktörü ($\cos \phi$) enerji çekilen bir sistemde gereksiz yüklenmelere sebep olmakta ve sistemden çekilen enerji miktarının artmasına neden olmaktadır. Burada sisteme giren harmonik yüklerde güç faktörünün değişmesine ve sistemin gereksiz yüklenmesine sebep olmaktadır. Örneğin güç faktörü 0.88'ler de olan bir sisteme harmonik oluşturan bir yük bağlandığında güç faktörü 0.70' lere düştüğü gözlemlenmiştir.

Yukarıdaki örnekten de anlaşıldığı gibi güç faktörünün yükseltilmesi harmonik alıcılar var ise harmonik filtre devrelerinin kullanılması gerekmektedir (İnan ve Attar, 1997)

3.7. Harmonik Kaynakları

Günümüz şartlarında aboneler kullanmış oldukları cihazların arızalanmaması ve enerji veriminin artması için elektrik enerjisinin iyi kalitede olmasını isterler. Bu nedenle elektrik tedarigini sağlayan firmalar enerji kalitesine dikkat etmek zorundadırlar. Lakin bazı yükler ne kadar istesek de yaptıkları materyaller gereği akım ve gerilimin bozulmasına sebep olarak harmonik oluştururlar. Bunun en büyük sebebi şebeke uç gerilimi ve akımı arasındaki lineer olmayan yüklerdir. Bu yüklere örnek olarak ark ocakları, gaz deşarjlı aydınlatma elemanları, demir nüveli sargılı elektrik makinaları ve yarı iletkenli elektronik cihazlar vb. cihazları örnek olarak verebiliriz. Teknolojinin gelişmesi birçok yarar sağlamanın yanı sıra olumsuz etkisi olarak da harmoniklerin artmasına sebep olmaktadır. Yarı iletkenli elektronik elemanlar sinüs biçimli akımı anahtarlama yaparak harmonikler oluştururlar (İnan, 1999).

Yukarıda değindiğimiz bazı harmonik kaynaklar aşağıda incelenecektir.

3.7.1 Generatör

Generatörde akım harmonikleri generatörün hızına ve endüvideki oluk sayısı ile orantılı olarak oluşur. Generatörlerde oluşan harmonikler 1., 3., 5., 7., 9., vb gibi tekil harmonik bileşenleri vardır ve harmonik mertebesi arttıkça genliğinde küçülmektedir. Harmonik frekansı ise atmaktadır. Harmonik gerilimi;

$$U_h = 4,44 \times h \times f_1 \times N_s \times k_n \times Q_n \quad (3.15)$$

Şeklinde ifade edilir. Generatörün sargısı yıldız bağlanmış ise üç ve üçün katı frekanslı harmonikler sadece faz-nötr gerilimlerinde oluşur. Generatör sargıları üçgen bağlanır ise, sargılarda üçün katı frekanslı bir sirkülasyon akımı geçer. (Wiley,2001).

3.7.2 Transformatör

Transformatör v.b. demir nüve üzerine bobin yerleştirerek oluşturulan elektrik makinalarının nüveleri demir çekirdekten yapılmaları nedeniyle doyma özelliğine sahip mıknatıslanma karakteristiğinden dolayı transformatörler harmonik üretirler. (Yumurtacı,2000)

Transformatörlerin mıknatıslanma akımının oluşturduğu dalga şekli sinüs şeklinden uzaktır. Bunun sonucu olarak transformatörler harmonik akımı oluştururlar.(McPherson, ve Laramone, 1990) Transformatörler ark fırınları ve güç konverteri ile kıyaslandığında büyük harmonik kaynakları olarak görülmeyebilirler. Bunun nedeni ark fırınları ve güç konverterinin nominal akımlarının yaklaşık %20 si kadar harmonik üretmesidir.(Duganvd., 1996)Tablo 3.11 de elektrik dağıtım transformatörünün harmonik bileşenleri yüzdesi olarak verilmiştir (McGranaghanvd., 1984.). Burada I_μ mıknatıslanma akımı, I_n ise n. harmonik akımını ifade eder.

Tablo 3.11 Dağıtım transformatörü harmonik akım bileşenleri

Harmonik Derecesi (n)	(%) I_n/I_μ
3	50
5	20
7	5
9	02.Haz

Tablo 3.11'den anlaşıldığı gibi transformatör boşa çalıştığı zamanlarda gerilim yükselmesi nedeni ile 3. Harmonik mertebesi %50 seviyelerine ulaştığı için harmonik değerinin yüksek olduğu görülmektedir.

Bilindiği gibi nonlineer yükler sonucunda transformatörlerde akın harmonik bileşenleri oluşmaktadır. Transformatörlerin lineer olmayan yük akımını besleyebilme kapasitesi “K-Faktörü” olarak tanımlanmıştır. Burada K-Faktörü imalatı gerçekleştiren firma tarafından belirlenir. K-Faktörü,

$$K - \text{Faktörü} = \sum_{n=1}^{\infty} I_n^2 n^2 \quad (3.16)$$

olarak tanımlanır. (Linden, 1996)

Transformatörün yıldız noktası topraklı ise dengeli yüklerde nötr akımı sıfır olur. Transformatörün sekonder sargısı üçgen bağlandığında üçgen bağlantının düğüm noktalarında toplam akım sıfır olur. Bu nedenle 3 ve 3 ün katı harmoniklerden etkilenmemesi için transformatörün yıldız/üçgen bağlanması önerilir.(Dugan vd., 1996).Transformatörün yükü dengesiz ise transformatör bağlantısı ne olursa olsun 3 ve 3 ün katı harmonik akımları şebekeye geçer (Wiley,2001).

3.7.3 Doğrultucular

Günümüzde harmonik kaynaklarının artmasının temel sebeplerinden biride yarı iletkenli elektronik cihazlarının kullanımının artmasıdır. Yarı iletkenli malzemeler besleme gerilimi DC doğru akımdır bu nedenle doğrultucuların kullanımı da artmaktadır. Harmonik kaynaklardan olan doğrultucular şebeke denetimli dönüştürücülerdir. DA iletim sistemleri, akü ve fotovoltaik sistemler üzerinden beslenirler. p darbeli bir dönüştürücünün oluşturacağı akım harmoniklerinin mertebesi,

$$h = k.p \pm 1 \quad (3.17)$$

k=1,2,3,...olmaktadır. Çeviricilerde darbe sayısı p= 6,12,18 veya 36 olabilir. Harmonik akımı,

$$I_h = I_1.(U_h/h) \quad (3.18)$$

olup $U_h=1$,, den küçük bir katsayıdır. (Dugan vd.,1996)

3.7.4 Gaz deşarjı prensibi ile çalışan aydınlatma elemanları ve elektronik balastlar

Bir cam tüp içerisine konulan gazın deşarj olma prensibine göre tasarlanan aydınlatma elemanları(fl oresant, civa buharlı, sodyum buharlı vb. lambalar) nonlinear gerilime ve akım karakteristiğine sahip olması nedeni ile harmonik üretirler. (Dugan vd.,1996) Bu tip aydınlatma elemanları negatif direnç karakteristiği sergilerler. Genel olarak binalarda kullanılan fl orasant lambalar tek harmonik seviyesini önemli oranda arttırırlar.(Arrillaga vd., 1985).

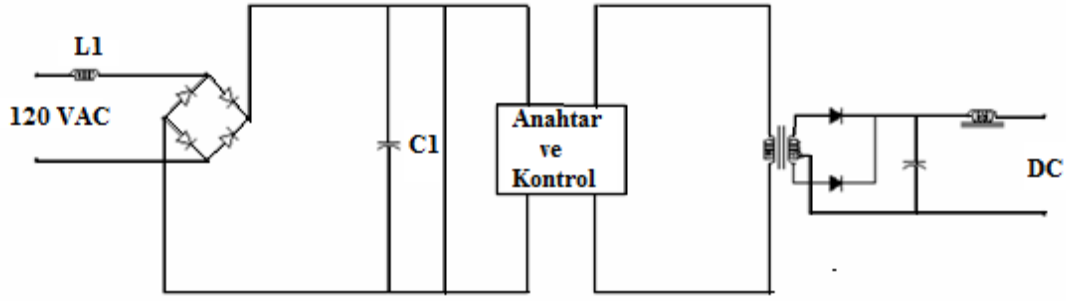
Bunun yanı sıra gaz deşarjlı ve fluoresant lambalara bağlanan balastlarında demir çekirdekli nüve ve sargılı olması nedeni ile magnetik devreli olması sonucunda harmonik üretirler. Son yıllarda elektronik balastlar kullanılmaya başlamış olup oluşturdukları harmonikleri bertaraf etmek için balastlara filitre devreleri monte edilmiştir. Tablo 3.12’de magnetik balastlı bir fluoresant lambanın harmonik spektrumu verilmiştir (Dugan vd.,1996).

Tablo 3.12Magnetik balastlı bir fluoresant lambaakımının harmonik spektrum

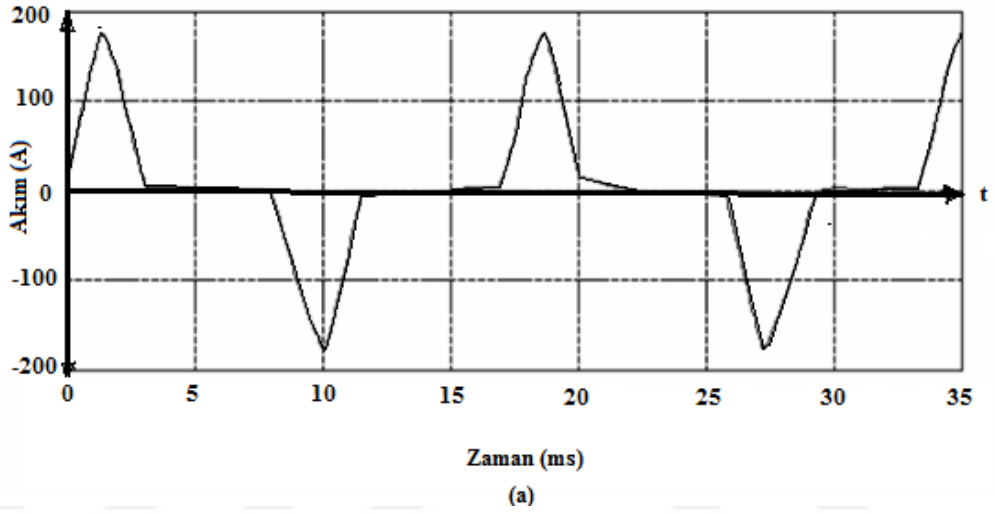
	Harmonik (n)										
	1	2	5	7	9	11	13	15	17	19	21
(%)In/I ₁	100	19.Eyl	07.Nis	03.şub	02.Nis	01.Ağu	0.8	0.4	0.1	0.2	0.1

3.7.5 G c kaynakları

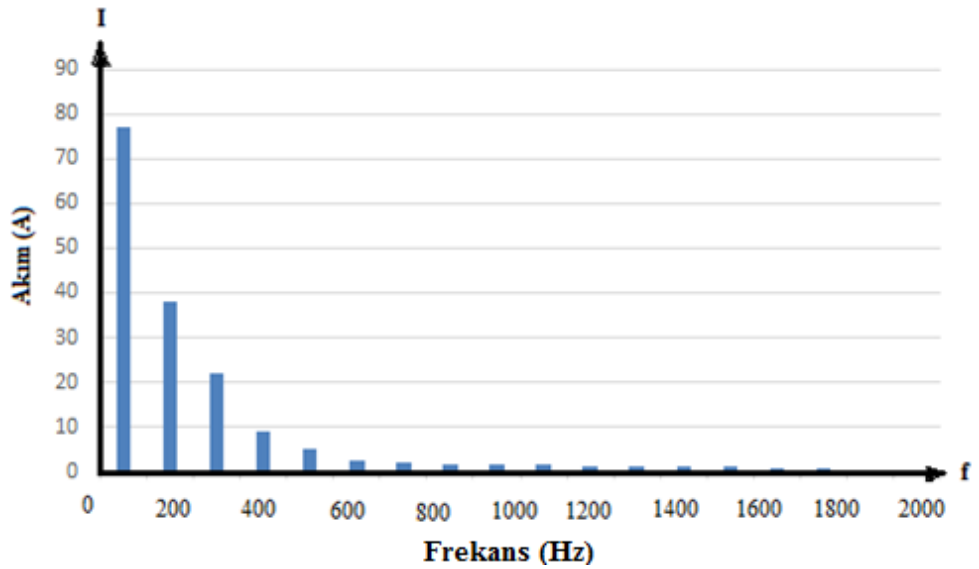
Günümüzde ticari amaçlı kullanılan fotokopi, bilgisayar, yazıcı, tek fazlı elektronik cihazların transformatörden bağımsız çalışmaları nedeni ile kendi içerisinde anahtarlamalı g c kaynakları kullanılmaktadır. Bu cihazların en büyük dezavantajı üçüncü harmonik akım ve gerilimleri oluşturmalarıdır. Üç fazlı sistemlerde bu harmoniklerin nötr noktasında birleşmesi sonucu nötr hattında aşırı yüklenmeler oluşur. Diğer dir dezavantajı ise transformatörlerin ısınmasına sebep olmaktadır.şekil3.4’detemek anahtarlamalı g c kaynağı şeması, şekil 3.5(a)’da akım harmonik şekli veşekil 3.5(b)’deHarmonik spektrumu verilmiştir (Dugan ve others, 2002).



Şekil 3.4 Anahtarlamalı güç kaynağı tipik şeması



Şekil 3.5(a) Akım dalga şekli



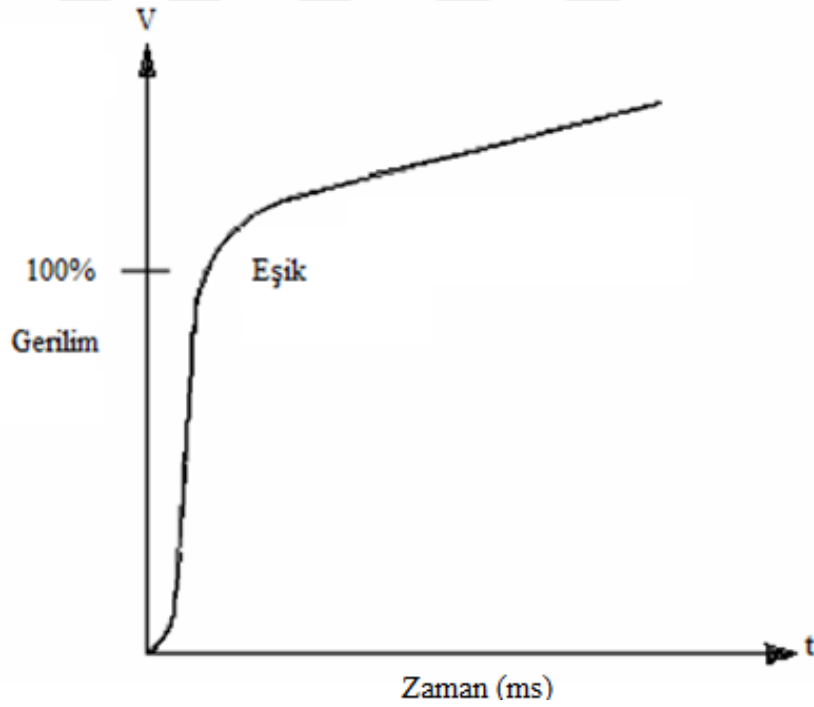
Şekil 3.5(b) Harmonik spektrumu

3.7.6 Ark fırınları

Ark fırınları elektrik dağıtım sistemlerinde büyük miktarda harmonik üreten cihazlar olarak bilinmektedir. Ark fırınlarının çalışması esnasında anlık yüksek miktarda akım çekmesi ve bu nedenle de akım ve gerilim karakteristiğinin lineer olmaması sonucunda ark fırınları yüksek miktarda harmonik üretirler.(Dugan, McGranaghan, and Beaty, 1996) Ark fırınlarının modellenmesi oldukça zordur. Bunun nedeni ark fırınlarının empedans değerinin sabit olmaması ve zamana göre geliş güzel değişmesidir.(Arrillaga vd., 1985)

3.7.7 Doymalı cihazlar

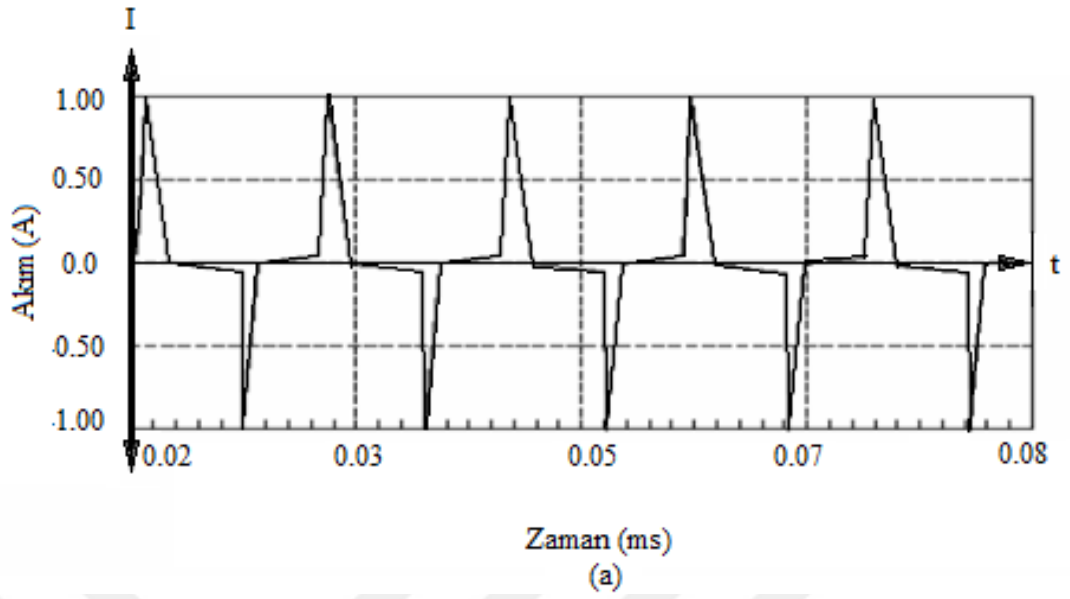
Doymalı cihazlar sınıfına generatörler, transformatörler ve demir çekirdekli diğer elektrik makinaları girmektedir.



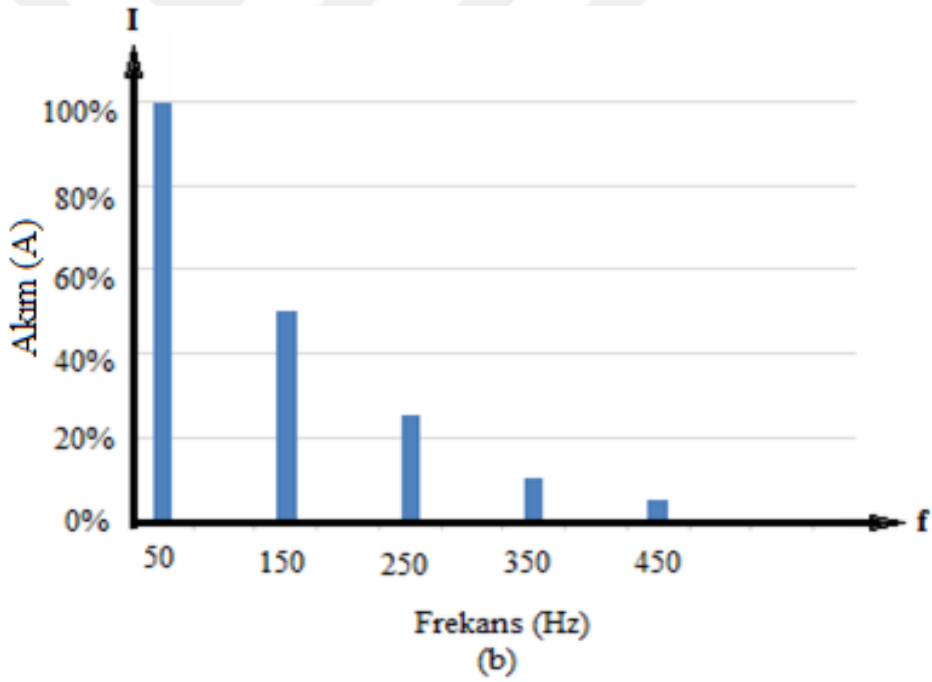
Şekil 3.6 Transformatör mıknatıslanma karakteristiği

Şekil 3.6'deki eğriden de anlaşılacağı gibi, harmonikler demirin doğrusal olmayan mıknatıslanma karakteristiğinden dolayı ortaya çıkar.

Genel olarak elektrik dağıtım şirketleri transformatörlerin yüksüz durumdaki kayıplarını ve yük altındaki kayıplarını en aza indirmek için transformatör üreticilerinin gerekli teknik şartnamelere uymalarını istemektedirler.



Şekil 3.7 (a) Transformör mıknatıslanma akımı ve harmonik spektrum

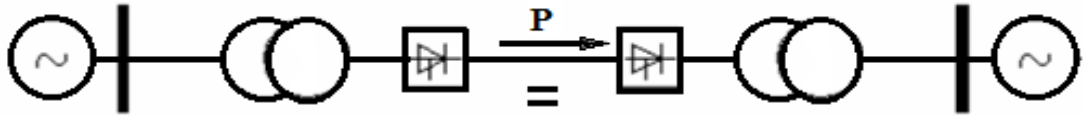


Şekil 3.7 (b) Harmonik spektrum

Transformörlerde daha önce bahsettiğimiz elektronik güç çeviricileri ve ark fırınları yaklaşık % 20 civarında harmonik üretmektedirler. Bu cihazlarla kıyaslama yaptığımız zaman transformörlerin üretmiş oldukları harmonik değerleri çok küçüktür. Ancak elektrik dağıtım sistemlerinde çok sayıda transformör olduğundan üretmiş oldukları toplam harmoniklerde yüksek seviyelere ulaşabilirler. Özellikle yüksüz durumlarda 3. harmonik seviyesi yüksek değerlere ulaşabilir.

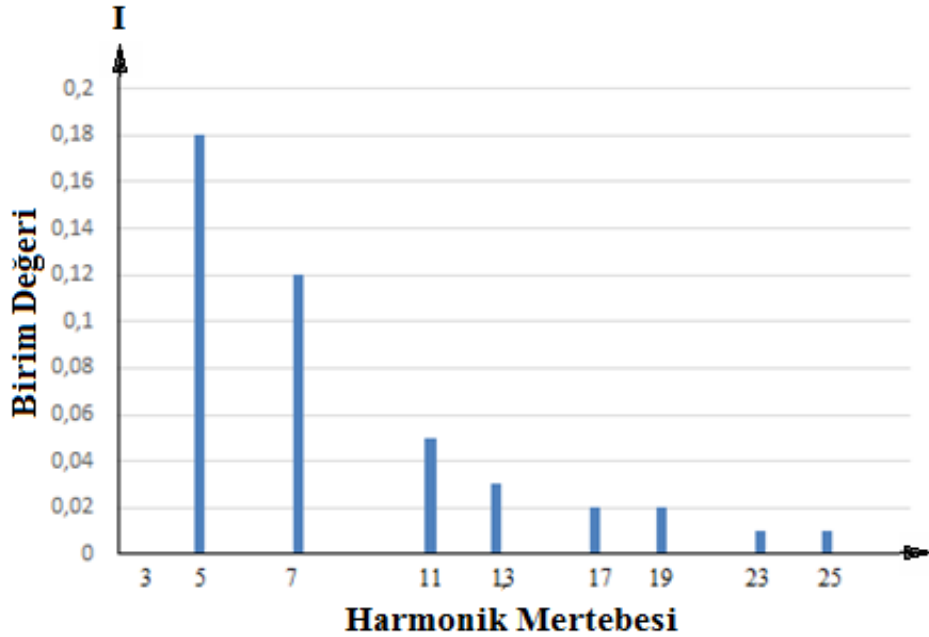
Şekil 3.7’deki dalga ekli tek fazlı ya da yıldız noktası topraklı üç fazlı bir transformatöre aittir. Şekilden de anlaşıldığı gibi akım değeri ciddi mertebede 3. harmonikler içermektedir.

HVDC(High Voltage Direct Current) olarak adlandırılan doru akımla yüksek gerilim iletimi uygulamaları, ekonomik ve teknik olarak avantaj sağlamaktadırlar. Şekil 3.8’de tipik bir HVDC şebekesinin tek hat şeması şekildeki gibidir.



Şekil 3.8 HVDC hatt

Transformatör çıkışında dc gerilimi elde etmek için 6 darbeli tristörlü doğrultucu kullanılması durumunda birim değerlere indirgenmiş harmonik akımları Şekil3.9’deki gibi olmaktadır (Sankaran,2002).



Şekil 3.9 HVDC sistemi harmonik akım spektrumu

3.8. Harmonik Filtreleri

Bilindiği gibi harmoniklerin enerji kalitesi ve enerji verimi açısından olumsuz etkileri vardır. Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırılması iki şekilde olabilir. Bunlardan birincisi cihazların üretim aşamasında tasarımlarının harmonik üretmeyecek şekilde yapılması,

ikincisi ise tasarımda ortadan kaldırılamayan harmoniklerin şebekeye ulaşmadan süzülmesi işlemidir. Bu işleme “Harmonik filtreleme” denilmektedir.

3.8.1 Filtrelerin işlevleri

Harmonik filtrelerinin temel amacı akım ve gerilimde oluşan harmonikleri yok etmek ya da yok edilemiyor ise sınır değerlerinin altında tutmaktır.

Harmonik filtreleme işlevinin amaçları,

- Harmonikler nedeni ile şebeke geriliminde oluşan dalgalanmayı düzeltmek.
- Alternatif akımlı sistemlere istenmeyerek giren harmonik bileşenleri ortadan kaldırmak.
- Radyo frekans girişimlerini yok etmek.

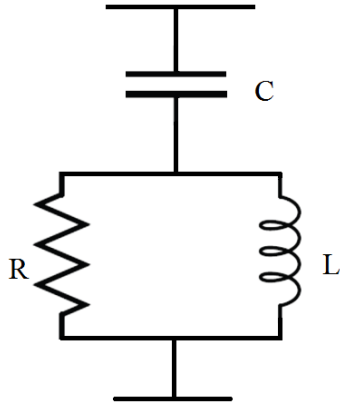
3.8.2 Filtrelerin çeşitleri

Filtre çeşitlerini incelediğimizde üçe ayrıldığını görmekteyiz. Bunlar;

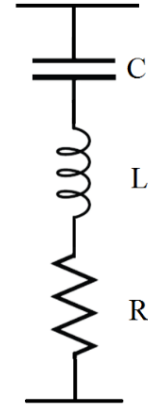
- 1)Filtreyi oluşturan elemanların kondansatör, direnç ve endüktans gibi elemanların oluşturulduğu “pasif filtreler”.
- 2)Filtreleme işleminde sistem gerilimi veya akım kaynağının kontrollü olduğu “aktif filtreler”.
- 3) Pasif ve aktif filtrelerin karışımından oluşan “hibrit filtreler” dir. Bağlantı tipine göre de seri ve paralel olmak üzere iki şekilde sınıflandırılır (Kocatepe,2003).

3.8.2.1 Pasif filtreler

Basit olarak pasif filtreyi tanımlayacak olursak temel frekans dışındaki bileşenleri yok etmek için alıcı ile kaynak arasına bağlanan seri bağlı endüktans (L) ve kondansatörden oluşan filtre sistemidir. Bazı pasif filtre devrelerine dirençte bağlanabilir. Örnek olarak yüksek ve düşük Q tipi filtre temel şemaları şekil 3.10 ve şekil 3.11’de gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Tek ayarlı filtre devresi



Şekil 3.11 İkinci derece sönümlü filtre devresi

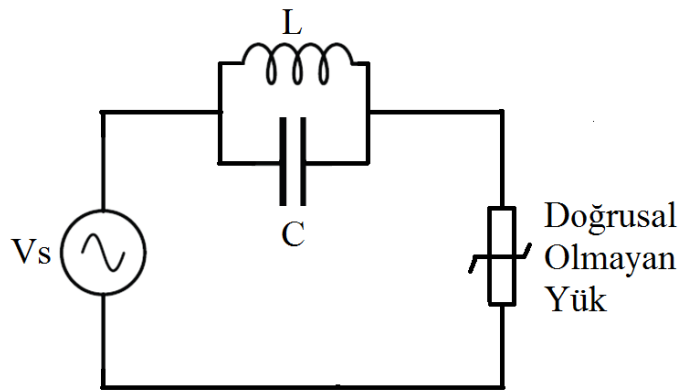
Burada Q kalite faktörü olarak tanımlanır,

$Q = X_r / R$ ile ifade edilir(Kocatepe,2003), (Arrilaga ve Watson,2003).

3.8.2.2 Seri filtreler

Seri filtreleme sisteminde, sisteme yüksek bir seri empedans bağlayarak istenmeyen harmonik akımı bileşenlerini engelleme prensibine göre seri filtreleme sistemleri çalışır. Seri filtreler sadece istenmeyen özel bir frekanstaki harmonik bileşenlerini güç sistemine ya da güç sistemi elemanlarına ulaşmasını önlemek için kullanılır.

Şekil 3.10’da görüldüğü gibi seri filtre kaynak ile şebeke arasına seri bir şekilde bağlanır. Bu sayede harmonik akışına karşı yüksek bir empedans gösterir. Bu yüzden ayarlanmış olduğu frekansta seri filtreler yüksek empedans oluşturur. Genel olarak 3. Harmoniğin fazla olduğu 1 fazlı sistemlerde kullanılırlar(Kocatepe,2003).

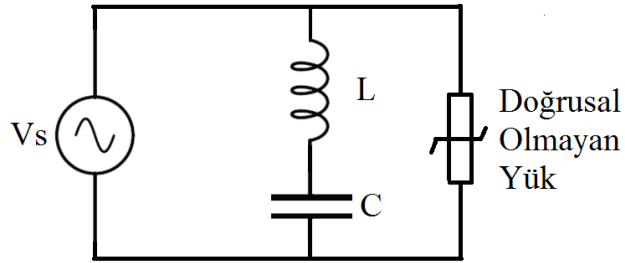


Şekil 3.12 Devrede seri filtrenin kullanımı

3.8.2.3 Şönt filtreler

İstenmeyen akım bileşenleri düşük empedanslı şönt (paralel) bir yol yardımı ile toprak devresiyle birleştirilerek istenilmeyen harmonik akımları toprağa iletilir. Seri filtrelere göre maliyeti daha düşük olması şönt filtrelerin daha çok kullanılmasını sağlar. En çok kullanılan şönt (paralel) filtre tipi yüksek geçirgenli ve tek ayarlı filtrelerdir.

Şönt filtreler şebeke ile harmonik kaynak arasına paralel olarak bağlanır. Şönt filtrenin yaratabileceği en büyük sorun güç sistemi ile rezonansa girme olasılığıdır. Şekil 3.13'de şönt (paralel) filtrenin temel eşdeğer devresi verilmiştir (Kocatepe,2003).



Şekil 3.13 Devrede şönt filtrenin kullanımı

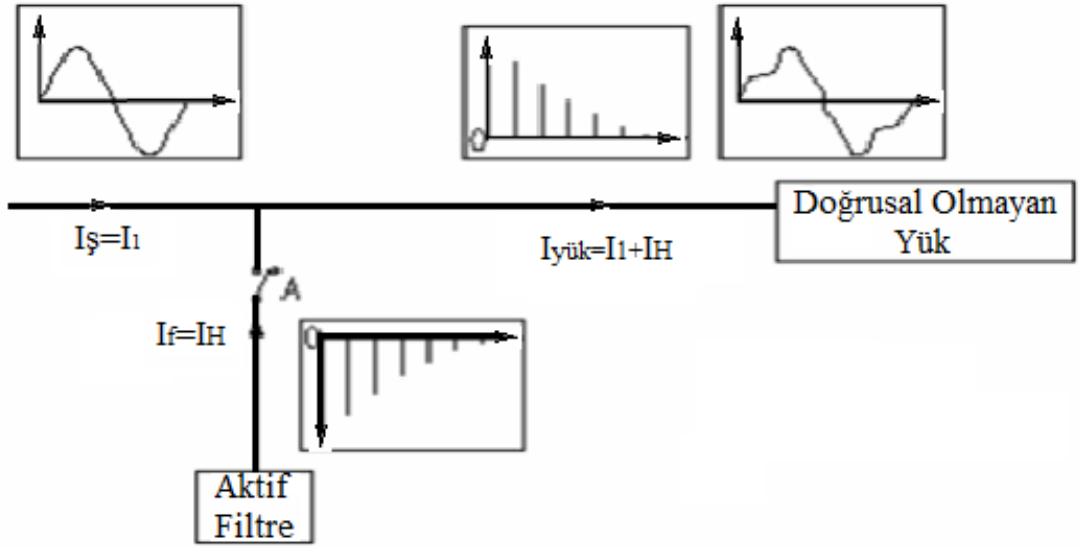
Şönt filtrelere örnek olarak aşağıdaki filtreler verilebilir.

3.8.3 Aktif filtreler

Aktif filtrenin temel amacı, harmonik akımlarının ortadan kaldırılması için geliştirilmiş elemanlardır. Aktif filtre düşüncesinin temellerini 1969 yılında Bird vd. tarafından atılmış ve Ametani tarafından 1972 yılında geliştirilmiştir. Yaygın olarak 1980'li yılların başların da güç elektroniğinin gelişmesi sonucu endüstriyel alanlarda kullanılmaya başlanmıştır.

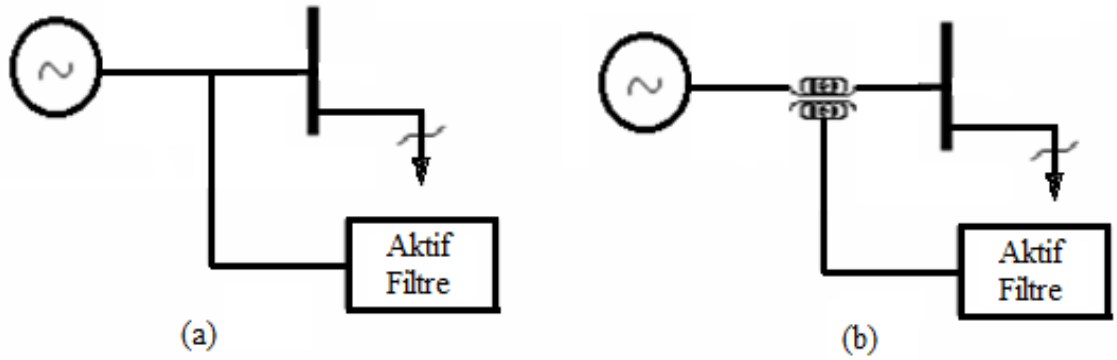
$$I_s = I_1 + \sum_{n=2}^N I_n = I_1 + I_H \quad (3.17)$$

Aktif filtreler doğrusal olmayan yükün çektiği harmonik akımları sağlarlar. Aktif filtre akımı I_f için, $I_f = I_H$ yazılabilir. Böylece şebeke akımı sinüsoidal bir akım olur. Şekil 3.14'de aktif filtre bağlı devre verilmiştir(Kocatepe,2003).



Şekil 3.14 Aktif filtre ile harmoniklerin giderilmesi(Kocatepe,2003).

Sonuç olarak, aktif filtreler sisteme iki şekilde bağlanarak harmoniklerin filtre edilmesi sağlanır. Bunlar şekil 3.15 a'daki gibi şönt ve şekil 3.15 b'deki gibi sisteme seri olarak bağlanırlar. Yukarıda da bahsettiğimiz gibi şönt tipi aktif filtreler kullanılmaktadır (Kocatepe,2003).



Şekil 3.15 Aktif filtrenin şematik gösterimi a)Şöntb)Seri

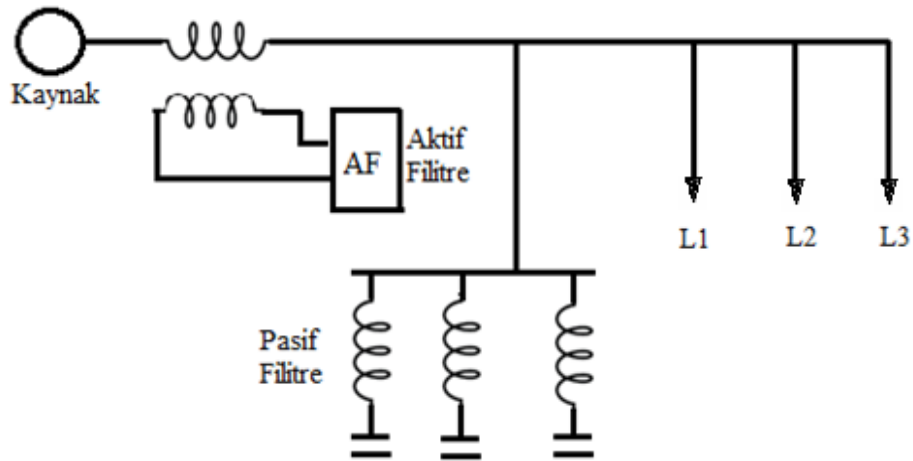
Aktif filtre ile pasif filtrenin çeşitli değişimlerdeki davranışı Tablo 3.13’de verilmiştir.

Tablo 3.13 Aktif Filtre İle Pasif Filtrenin Karşılaştırılması

Konu	Pasif Filtre	Aktif Filtre
Filtrenin ayarlandığı frekans değeri	Bir veya iki frekansa ayarlıdır	Birden fazla frekansa ayarlanabilir
Harmonik değerlerinde değişme	Yeni filtre gerektirir	Problem Çıkarmaz
Empedans etkisi	Rezonans meydana gelebilir	Etkilenmez
Temel frekans değişimi	Etkinliği azalır	Etkilenmez
Akım artışı	Problem çıkarabilir	Aşırı yükselme yaşanmaz
Harmonik sırasının kontrolü	Oldukça zor	Ayarla mümkün
Maliyet	Düşük	Yüksek

3.8.4 Hibrit filtreler

Yukarıda anlattığımız pasif ve aktif filtrenin karışımından oluşan filtre sistemine “hibrit filtreler” denilmektedir. Bu iki filtre sisteminin birleşimi ile oluşan hibrit filtreleme sistemi sayesinde harmonik akımlarının bir kısmı aktif filtre ve geriye kalan kısmı ise pasif filtre sistemi ile filtre edilir. Bu sayede daha ucuz ve daha küçük boyutta hibritleştirilmiş bir filtre sistemi oluşturularak harmonikler azaltılır. (Hifofumi,1994), (Hideaki ve Hifofumi 1998). Hibrit filtrenin tek hat elektriksel devresi şekil 3.16’da verilmiştir.



Şekil 3.16 Hibritfiltre

4. MATERYAL ve YÖNTEM

4.1. Materyal

Bu çalışmada amaç harici aydınlatma elemanlarının, özellikle dağıtım şirketlerinin yol, meydan vb. alanlarda aydınlatma amacı ile kullandıkları armatürlerin dağıtım sisteminde oluşturdukları harmonik bozulmaları, enerji analizörü yardımı ile ölçmek ve analizini yapmaktır. Tezin uygulama kısmını kapsayan bu bölüm; harmoniklerin ölçümü ile ilgili standartların araştırılması, standartlara uygun enerji analizörünün belirlenmesi, gerekli ölçümlerin yapılması ve son olarak ölçüm sonuçlarının yorumlanması olarak üç adımda gerçekleştirilmiştir.

İlk adımda, harmonik ölçümleri uygun standartlara sahip olması için TS EN 61000, IEEE 1459, EN 50160, IEEE 519 gibi yerel ve uluslararası standartlarda araştırma yapılarak en uygun enerji analizörü belirlenerek temini yapılmıştır.

İkinci adımda, temin edilen analizör yardımı ile cıva buharlı, sodyum buharlı ve LED aydınlatma elemanlarının laboratuvar ortamında ayrı ayrı ölçümleri yapılarak gerilim ve akım harmonikleri tespit edilmiştir. Karma aydınlatma sisteminin harmonik ölçümü için dağıtım şirketine ait dağıtım transformatörünün sokak aydınlatma bölümünden tek faz ve üç faz gerilim ve akım harmonikleri ölçümü yapılmıştır.

Üçüncü yani son adımda kayıt altına alınan ölçüm değerleri Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından hazırlanan şebeke yönetmeliğine göre iletim sistemlerinde kabul edilebilir gerilim harmonik sınır değerleri kriter alınarak uygunluğu değerlendirilmiş ve dağıtım şebekesi için en uygun aydınlatma elemanı belirlenmeye çalışılmıştır.

4.2. Yöntem

IEEE 1100 standardına göre enerji kalitesi, kullanılan ekipmanlara uygun olarak hassas cihazların topraklanması ve enerjilendirilmesi kavramı olarak tarif edilmektedir. Bu koşulları sağlayan güncel laboratuvar ortamında ve sahada enerji kalitesini uygun ölçüm cihazların yardımıyla ölçülmesi ve ölçümler sonucunda bulunan değerlerin

yorumlanması. Bulunan bu değerler sonucunda harmoniklerin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için teorik ve pratik uygulamaların yapılması.

Ülkemizde alternatif gerilimin frekansı değeri 50 Hz'dir ve sinüs dalgalı alternatif gerilimdir. Sinüs dalgalarında oluşan harmoniklerin ölçümünde osilaskop yardımıyla akım ve gerilimin ölçümü ile harmonikler ölçülebilir. Ama bu ölçümün zor olması nedeni ile enerji analizörü kullanılmıştır. Harmonik ölçümler yapılırken aynı noktada kısa aralıklarda çok sayıda akım ve gerilim değerlerinin ölçülmesi gerekmektedir. Enerji analizörü üç fazı eş zamanlı akım, gerilim ve güç değerleri ölçülerek kayıt altına almakta ve bu kayıtlar grafiklere dökülerek görsel doküman oluşturulmaktadır. Enerji analizör cihazları genellikle 1000 V a kadar şebekeye direkt olarak bağlanabilme özelliğine sahiptirler. Akımın ölçümlerinde akım klemp, yani akım transformatörü yardımıyla ölçüm yapılmaktadır. Bu şekilde bütün fazların akım ve gerilim değerleri ölçülmektedir.

Öncelikle yaptığımız araştırmalar sonucunda harmonik ölçümleri uygun standartlara sahip olması için cihazımızın TS EN 61000, IEEE 1459, EN 50160, IEEE 519 gibi yerel ve uluslararası standartlara uygun enerji analizörü araştırması yapılarak Metrel MI 2892 Power Master cihazı temin edilmiştir. Cihaz IEC / EN 61000-4-15; , IEC / EN 61000-4-30, IEC / EN 61000-4-7, IEEE 1459, IEEE 1448, IEEE 519, EN 50160; standartlarına uygun üretilmiştir. Cihazın diğer özelliklerine bakacak olursak;

- Geniş ölçüm aralığına sahip 4 voltajlı kanallar: 0 ..1000 Vrms (CAT III / 1000 V);
- Otomatik kelepçe tanıma ve “cihazda” aralık seçimi için destekli 4 akım kanalı;
- Otomatik Akıllı Kelepçe algılama ve Akıllı Kelepçe aralığı seçimi;
- 49 kSamples / sn kaydeden geçici olaylarda örnekleme frekansı;
- Güç kalite standardı IEC 61000-4-30 Sınıf A'ya uygunluk;
- EN 50160'a göre sinyal ve interharmonikler dahil komple güç kalitesi analizi;
- Uygulama bölgenize uygun renk kodlu giriş terminalleri ve terminal etiketleri;
- Sezgisel ana menü ve cihazın gezinmesini ve yapılandırılmasını çok kolaylaştıran büyük simgeler;

- Güncel kelepçe otomatik aralık seçimi;
- Güçlü PC SW PowerView3, kaydedilmiş verilerin indirilmesini, görüntülenmesini, analiz edilmesini ve profesyonel rapor oluşturmayı sağlar;
- Euro kelepçesinde esnek kelepçeler (ek güç kaynağı olmadan) bulunur;
- Ethernet üzerinden uzaktan iletişim (GPS saat senkronizasyonu - isteğe bağlı).

Uygulama için LED, sodyum buharlı ve civa buharlı aydınlatma armatürü ile aydınlatılan dağıtım şirketlerine ait farklı aydınlatma panoları seçilmiştir. Çalışma kapsamında belirlenen trafo panolarında akım-gerilim karakteristikler ve diğer elektriksel büyüklüklerinin ölçülmesinde Metrel MI 2892 Power Master cihazı kullanılmıştır. Ölçü aleti seri haberleşme ve Micro SD hafıza kartı ile bilgisayara bağlanabilmekte, bütün ölçüm verileri ve ekran görüntüleri gerekli yazılım aracılığıyla bilgisayara aktarılabilmektedir.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Uygulama için Cıva Buharlı, Sodyum Buharlı ve LED Aydınlatma Armatürü ile aydınlatılan farklı aydınlatma şebekesi seçilmiştir. Cıva Buharlı Aydınlatma için Fatih Mahallesi TR6, Sodyum Buharlı Aydınlatma için Demirkent Mahallesi TR43 ve LED aydınlatma için ise TEDAŞ Lojmanları sokak aydınlatma panolarından ölçüm yapılmıştır. Çalışmada belirlenen trafo panolarında akım-gerilim karakteristikler ve diğer elektriksel büyüklüklerinin ölçümünde Metrel MI 2892 Power Master cihazı kullanılmıştır. Yapılan ölçüm değerleri ve görüntüler gerekli yazılımlar kullanılarak bilgisayara aktarılmıştır.



Şekil 5.1 Ölçüm cihazı ve sistemi

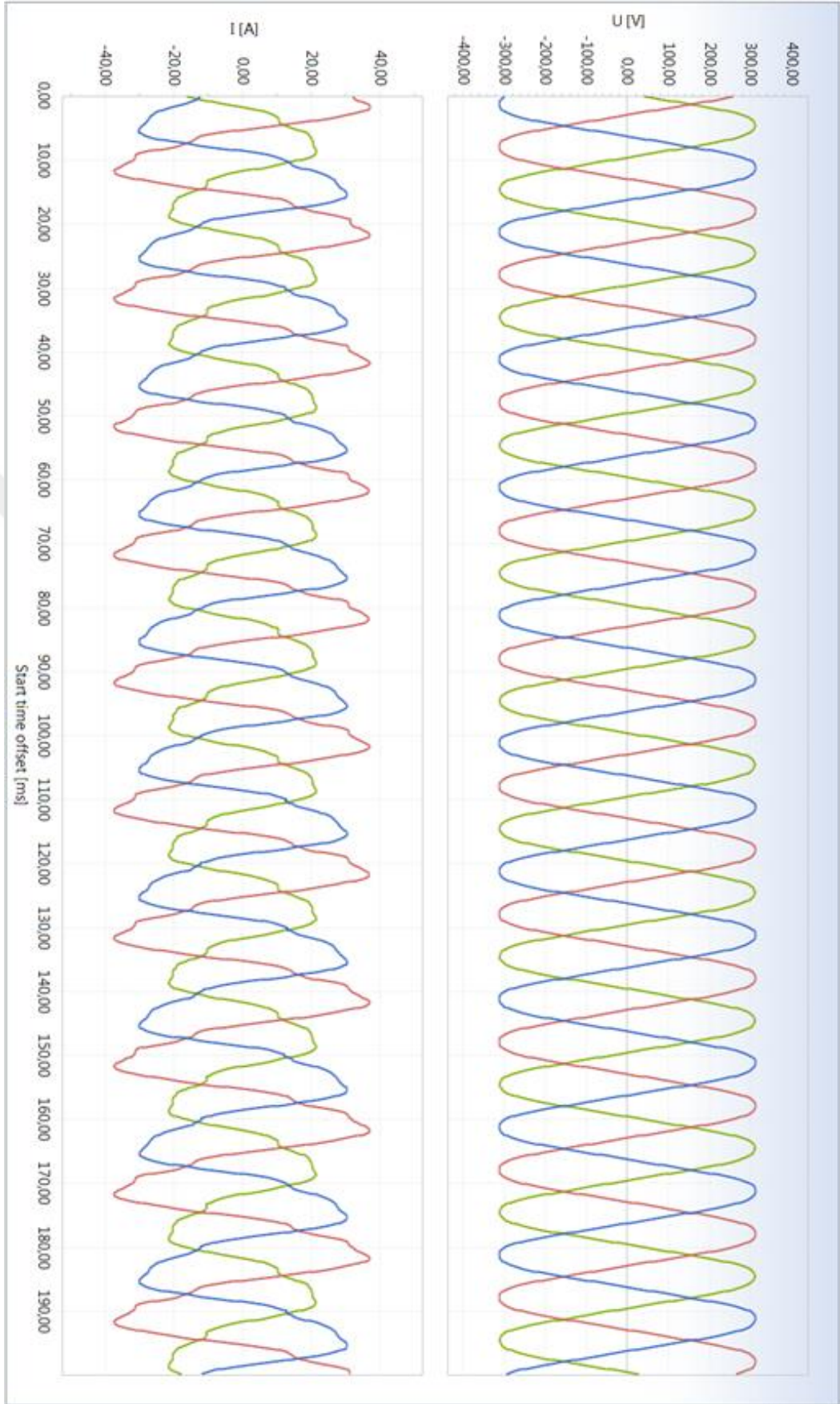
5.1. Cıva Buharlı Aydınlatma Armatürleri için Ölçümler

Ölçümler Elektrik Dağıtım Şirketine ait Fatih Mahallesi TR 6'da yapılmıştır. Caddedeki Aydınlatmada kullanılan direkler beton ve galvaniz aydınlatma direklerinden oluşmaktadır. TR6 bölgesinde galvaniz 12 metrelik refüj aydınlatması ve 9,30 m alçak gerilim direkleri bulunmaktadır. Armatürlerin büyük çoğunluğu 125W ve 250W lık Cıva buharlı armatürlerden oluşmaktadır. Ölçümler sonucunda aydınlatma sisteminin çektiği aktif güç 9,91 kW ve sistemden çektiği reaktif güç ise 8,86 kvar'dır. Sokak aydınlatma iletken kesiti 4x16 mm² NYY'dır. Ölçüm yaklaşık 10 dakika sürmüştür. Ölçüm sıklığı 1 saniye olarak seçilmiştir. Cihazın örnekleme zamanı düşük seçilerek veriler

hesaplanmıştır. Şekil5.2’de aydınlatma besleme barası 3 faz gerilim ve akım için alınan ölçüm değerleri ile Şekil5.3’te faz akım ve gerilim grafikleri görülmektedir. Gerilim değerleri 223-225 Volt aralığında değişmektedir.

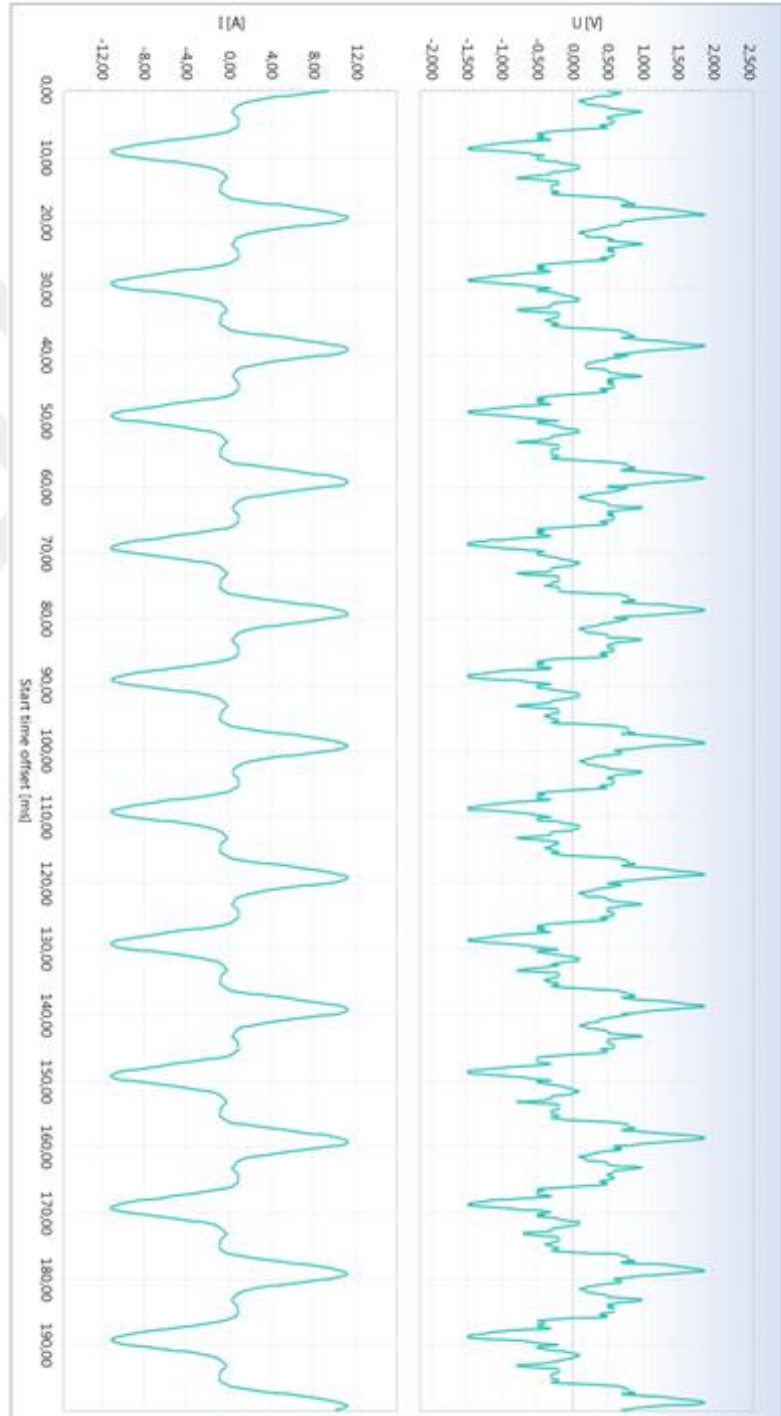
	Voltage			Current		
	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]
30.12.2018 17:15:31,404651	-299,18	256,44	41,13	-12,81	31,90	-16,21
30.12.2018 17:15:31,404794	-301,78	247,23	55,10	-12,45	32,17	-14,89
30.12.2018 17:15:31,404937	-304,68	237,13	67,52	-12,75	32,32	-13,84
30.12.2018 17:15:31,405081	-307,68	226,64	80,52	-13,14	32,71	-12,72
30.12.2018 17:15:31,405224	-309,38	215,27	93,81	-13,84	33,29	-11,25
30.12.2018 17:15:31,405367	-310,78	203,21	106,42	-14,65	33,92	-9,96
30.12.2018 17:15:31,405511	-311,48	190,96	119,03	-14,80	34,55	-8,81
30.12.2018 17:15:31,405654	-311,88	178,51	131,64	-15,52	35,28	-7,55
30.12.2018 17:15:31,405797	-311,98	165,67	144,45	-16,27	36,00	-6,17
30.12.2018 17:15:31,405941	-311,78	152,14	157,44	-17,48	36,57	-4,63
30.12.2018 17:15:31,406084	-311,38	138,51	170,64	-18,59	36,90	-2,95
30.12.2018 17:15:31,406227	-310,68	124,69	183,83	-19,82	37,06	-1,17
30.12.2018 17:15:31,406371	-309,68	110,87	196,73	-20,81	37,03	0,51
30.12.2018 17:15:31,406514	-308,38	97,24	209,15	-21,84	36,87	2,02
30.12.2018 17:15:31,406658	-306,48	83,52	220,89	-22,62	36,60	3,34
30.12.2018 17:15:31,406801	-303,78	70,09	232,43	-23,31	36,15	4,57
30.12.2018 17:15:31,406944	-300,58	56,56	243,10	-24,03	35,49	5,65
30.12.2018 17:15:31,407088	-296,88	42,84	252,80	-24,63	34,58	6,56
30.12.2018 17:15:31,407231	-292,37	29,21	262,02	-25,18	33,47	7,34
30.12.2018 17:15:31,407374	-287,07	15,78	270,46	-25,69	32,17	8,06
30.12.2018 17:15:31,407518	-280,77	2,55	278,22	-25,96	30,75	8,69
30.12.2018 17:15:31,407661	-274,07	-10,10	285,20	-26,41	29,40	9,29
30.12.2018 17:15:31,407804	-266,67	-23,23	291,32	-26,71	28,10	9,90
30.12.2018 17:15:31,407948	-258,57	-36,86	296,07	-26,98	26,68	10,35
30.12.2018 17:15:31,408091	-249,96	-50,39	299,95	-27,19	25,09	10,47
30.12.2018 17:15:31,408235	-240,76	-63,33	303,15	-27,46	23,43	10,44
30.12.2018 17:15:31,408378	-230,36	-76,17	305,67	-27,64	21,83	10,47

Şekil 5.2Cıva buharlıharmatür 3faz akım ve gerilimleri değişimi

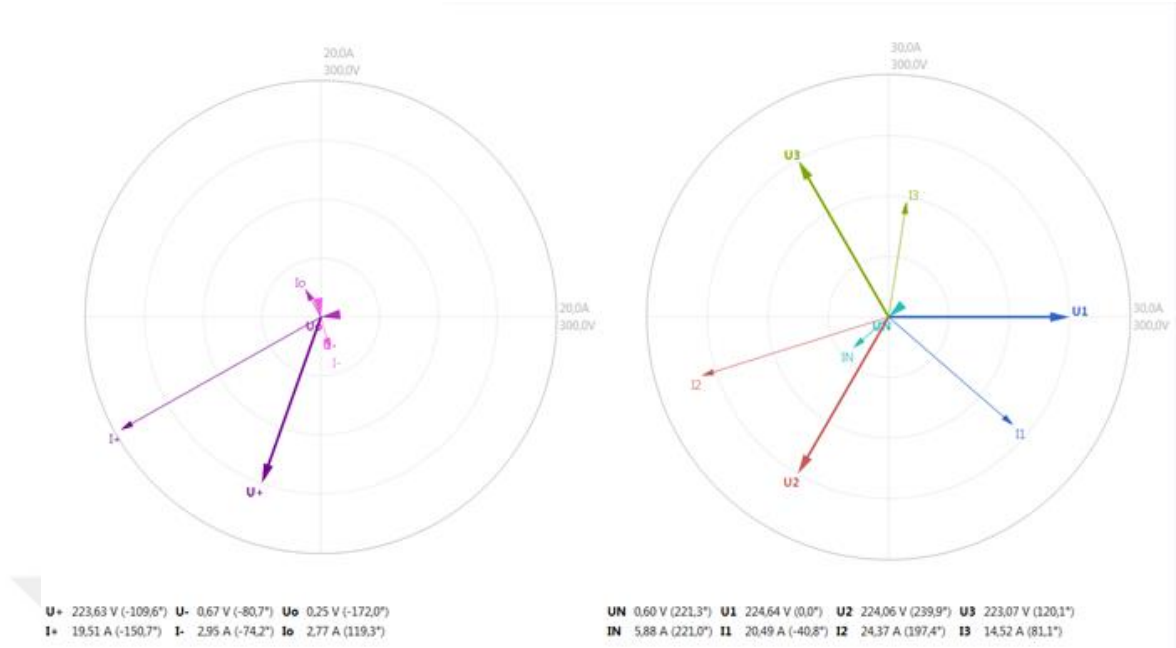


Şekil 5.3 Cıva buharlı armatür 3 faz akım ve gerilimleri değişim grafiği

Sistemin çalışma anındaki geçici durumdan etkilenmemesi için ölçüm cihazı armatürler devreye alındıktan sonra ölçüme başlanmıştır. Şekil 5.4’de ise Ortalama Akım ve gerilim besleme frekansındaki değişim verilmiştir. Ölçüm sonuçlarında görüldüğü gibi frekans 50.008 ile 50.01 Hz aralığında değişmektedir. Bu değişim çok az olduğu için sabit kabul edilebilir. Şekil 5.5’de 3 faz için akım ve gerilim faz diyagramı görülmektedir.



Şekil 5.4 Cıva buharlı armatür ortalama akım ve gerilim besleme frekansındaki değişim



Şekil 5.5 Cıva buharlı armatürfaz diyagramı

Şekil 5.6'de 3 fazın akım ve gerilim harmonik değişimleri ve toplam harmonik distorsiyonu (THD) değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.6'de sırası ile her fazın 1. Harmonikten 50. Harmoniğe kadar akım ve gerilimin zamana göre değişimi görülmektedir.

Şekil 5.6'da görüldüğü gibi harmonik akımlarının da faz akımları gibi kararlı duruma geçerek azaldığı 3.harmonik değeri %15 iken 5.harmonik değeri %7'ye ve 7.harmonik değeri ise %4'e düştüğü gözlemlenmiştir. 7.harmonikten sonra sistemin kararlı duruma ulaşıldığı görülmektedir.

Toplam Harmonik Distorsiyonu (THD) ise sistemin en önemli göstergesidir. 1. Fazın THD değeri % 11,66, 2. Fazın için THD değeri % 10,82 ve 3. Fazın THD değeri % 12,36 olarak gözlemlenmiştir.



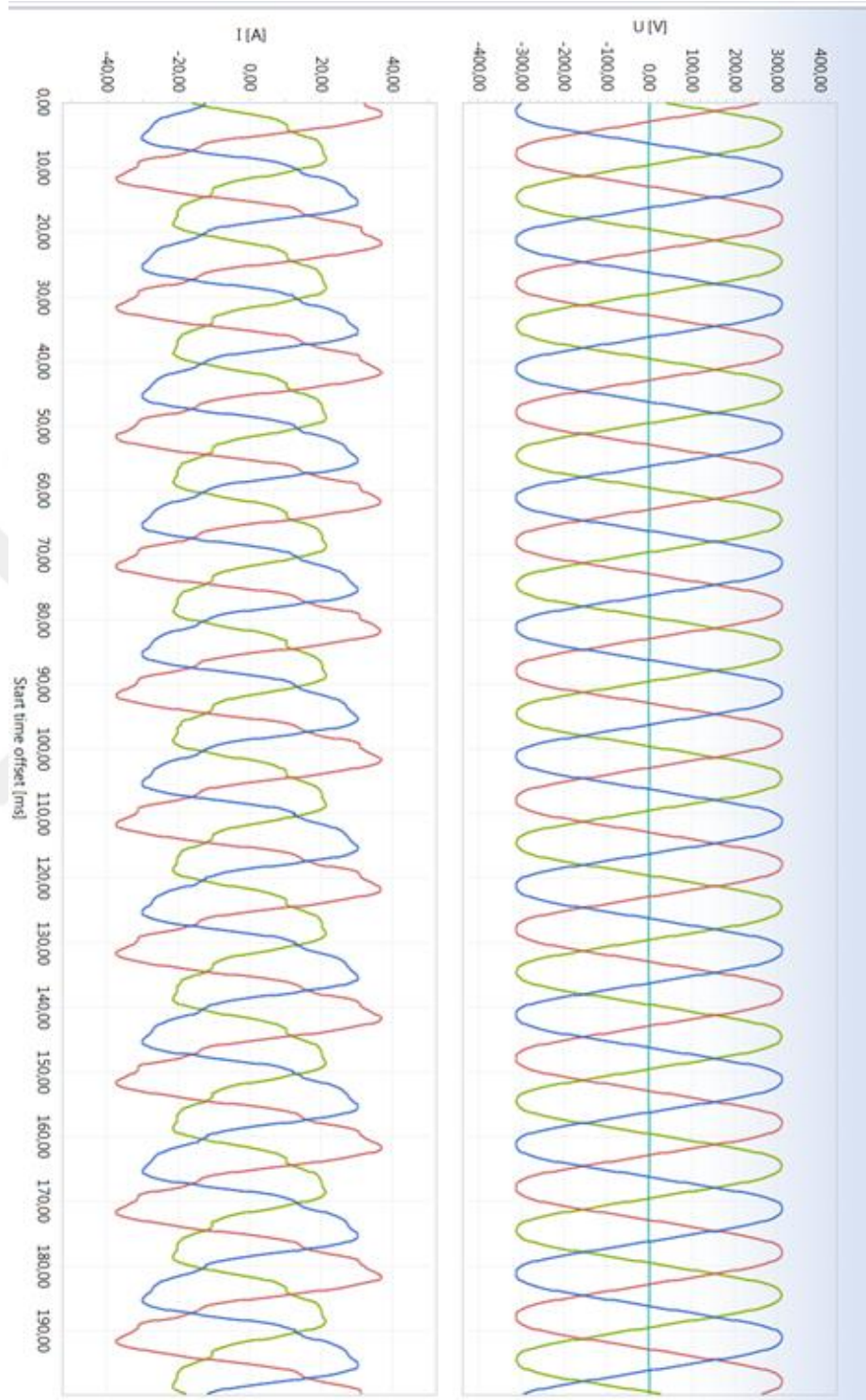
Şekil 5.6Cıva buharlıarmatür faz akımları harmonik değerleri ve THD

5.2. Sodyum Buharlı Aydınlatma Armatürleri için Ölçümler

Ölçümler Elektrik Dağıtım Şirketine ait Demirkent Mahallesi TR43’de yapılmıştır. Sokak aydınlatmasında galvaniz aydınlatma direklerinden oluşmaktadır. TR43 bölgesinde galvaniz 12 metrelik refüj aydınlatması ve 7 metrelik sokak aydınlatma direkleri bulunmaktadır. TR43 bölgesindeki dağıtım yeraltı şebekesi olması nedeni ile beton direkler bulunmamaktadır. Armatürler 125W lık sodyum buharlı armatürlerden oluşmaktadır. Ölçümler sonucunda aydınlatma sisteminin çektiği aktif güç 9,25kW ve sistemden çektiği reaktif güç ise 10,5 kvar’dır. Sokak aydınlatma iletken kesiti 4x25 mm² NYY’dır. Ölçüm yaklaşık 15 dakika sürmüştür. Ölçüm sıklığı 1 saniye olarak seçilmiştir. Cihazın örnekleme zamanı düşük seçilerek veriler hesaplanmıştır. Şekil 5.7’de aydınlatma besleme barası 3 faz gerilim ve akım için alınan ölçüm değerleri görülmektedir. Gerilim değerleri 223-226 Volt aralığında değişmektedir.

	Voltage			Current		
	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]
30.12.2018 17:15:31,404651	-299,18	256,44	41,13	-12,81	31,90	-16,21
30.12.2018 17:15:31,404794	-301,78	247,23	55,10	-12,45	32,17	-14,89
30.12.2018 17:15:31,404937	-304,68	237,13	67,52	-12,75	32,32	-13,84
30.12.2018 17:15:31,405081	-307,68	226,64	80,52	-13,14	32,71	-12,72
30.12.2018 17:15:31,405224	-309,38	215,27	93,81	-13,84	33,29	-11,25
30.12.2018 17:15:31,405367	-310,78	203,21	106,42	-14,65	33,92	-9,96
30.12.2018 17:15:31,405511	-311,48	190,96	119,03	-14,80	34,55	-8,81
30.12.2018 17:15:31,405654	-311,88	178,51	131,64	-15,52	35,28	-7,55
30.12.2018 17:15:31,405797	-311,98	165,67	144,45	-16,27	36,00	-6,17
30.12.2018 17:15:31,405941	-311,78	152,14	157,44	-17,48	36,57	-4,63
30.12.2018 17:15:31,406084	-311,38	138,51	170,64	-18,59	36,90	-2,95
30.12.2018 17:15:31,406227	-310,68	124,69	183,83	-19,82	37,06	-1,17
30.12.2018 17:15:31,406371	-309,68	110,87	196,73	-20,81	37,03	0,51
30.12.2018 17:15:31,406514	-308,38	97,24	209,15	-21,84	36,87	2,02
30.12.2018 17:15:31,406658	-306,48	83,52	220,89	-22,62	36,60	3,34
30.12.2018 17:15:31,406801	-303,78	70,09	232,43	-23,31	36,15	4,57
30.12.2018 17:15:31,406944	-300,58	56,56	243,10	-24,03	35,49	5,65
30.12.2018 17:15:31,407088	-296,88	42,84	252,80	-24,63	34,58	6,56
30.12.2018 17:15:31,407231	-292,37	29,21	262,02	-25,18	33,47	7,34
30.12.2018 17:15:31,407374	-287,07	15,78	270,46	-25,69	32,17	8,06
30.12.2018 17:15:31,407518	-280,77	2,55	278,22	-25,96	30,75	8,69
30.12.2018 17:15:31,407661	-274,07	-10,10	285,20	-26,41	29,40	9,29
30.12.2018 17:15:31,407804	-266,67	-23,23	291,32	-26,71	28,10	9,90
30.12.2018 17:15:31,407948	-258,57	-36,86	296,07	-26,98	26,68	10,35
30.12.2018 17:15:31,408091	-249,96	-50,39	299,95	-27,19	25,09	10,47
30.12.2018 17:15:31,408235	-240,76	-63,33	303,15	-27,46	23,43	10,44
30.12.2018 17:15:31,408378	-230,36	-76,17	305,67	-27,64	21,83	10,47
30.12.2018 17:15:31,408521	-219,06	-89,11	307,42	-27,70	20,08	10,47
30.12.2018 17:15:31,408665	-207,15	-101,....	308,58	-27,82	18,21	10,50
30.12.2018 17:15:31,408808	-194,75	-114,....	309,55	-28,00	16,22	10,74
30.12.2018 17:15:31,408951	-181,85	-127,....	310,23	-28,33	14,08	11,19
30.12.2018 17:15:31,409095	-168,74	-140,....	310,52	-28,73	11,88	11,73

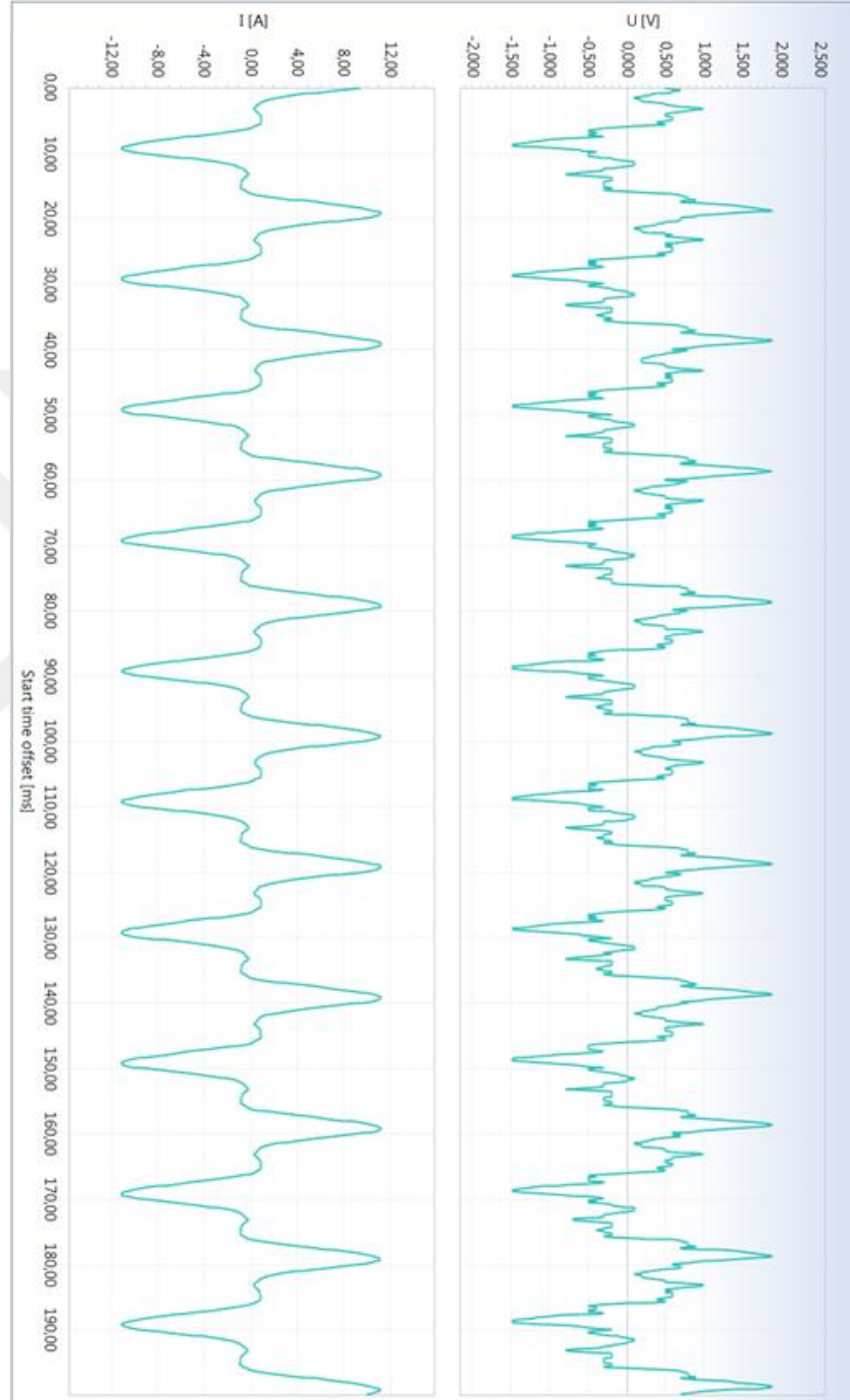
Şekil 5.7 Sodyum buharlı armatür 3 faz akım ve gerilimleri değişimi



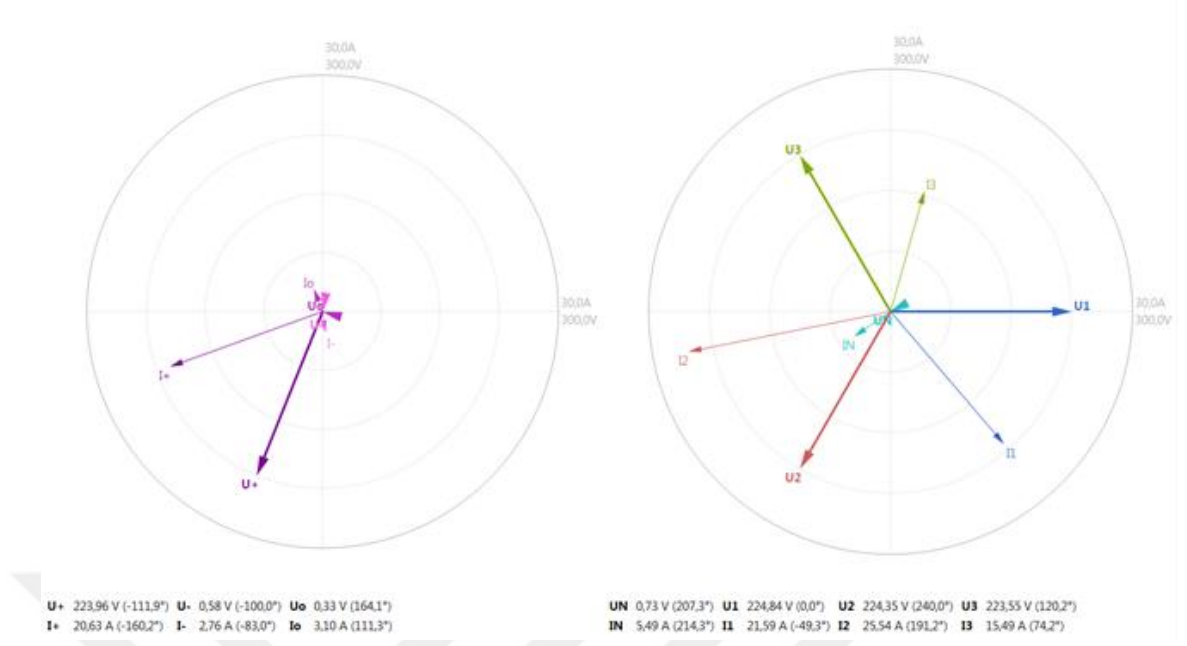
Şekil 5.8Sodyum buharlı armatür 3 faz akım ve gerilimleri değişimi grafiği

Cıva buharlı armatürlerde olduğu gibi sistemin çalışma anındaki geçici durumdan etkilenmemesi için ölçüm cihazı armatürler devreye alındıktan sonra ölçüme başlanmıştır. Şekil 5.9’de ise Ortalama Akım ve gerilim besleme frekansındaki değişim

verilmiştir. Ölçüm sonuçlarında görüldüğü gibi frekans 50.001 ile 50.01 Hz aralığında değişmektedir. Bu değişim çok az olduğu için sabit kabul edilebilir. Şekil 5.10'de 3 faz için akım ve gerilim faz diyagramı görülmektedir.



Şekil 5.9Sodyum buharlı armatür ortalama akım ve gerilim besleme frekansındaki değişim

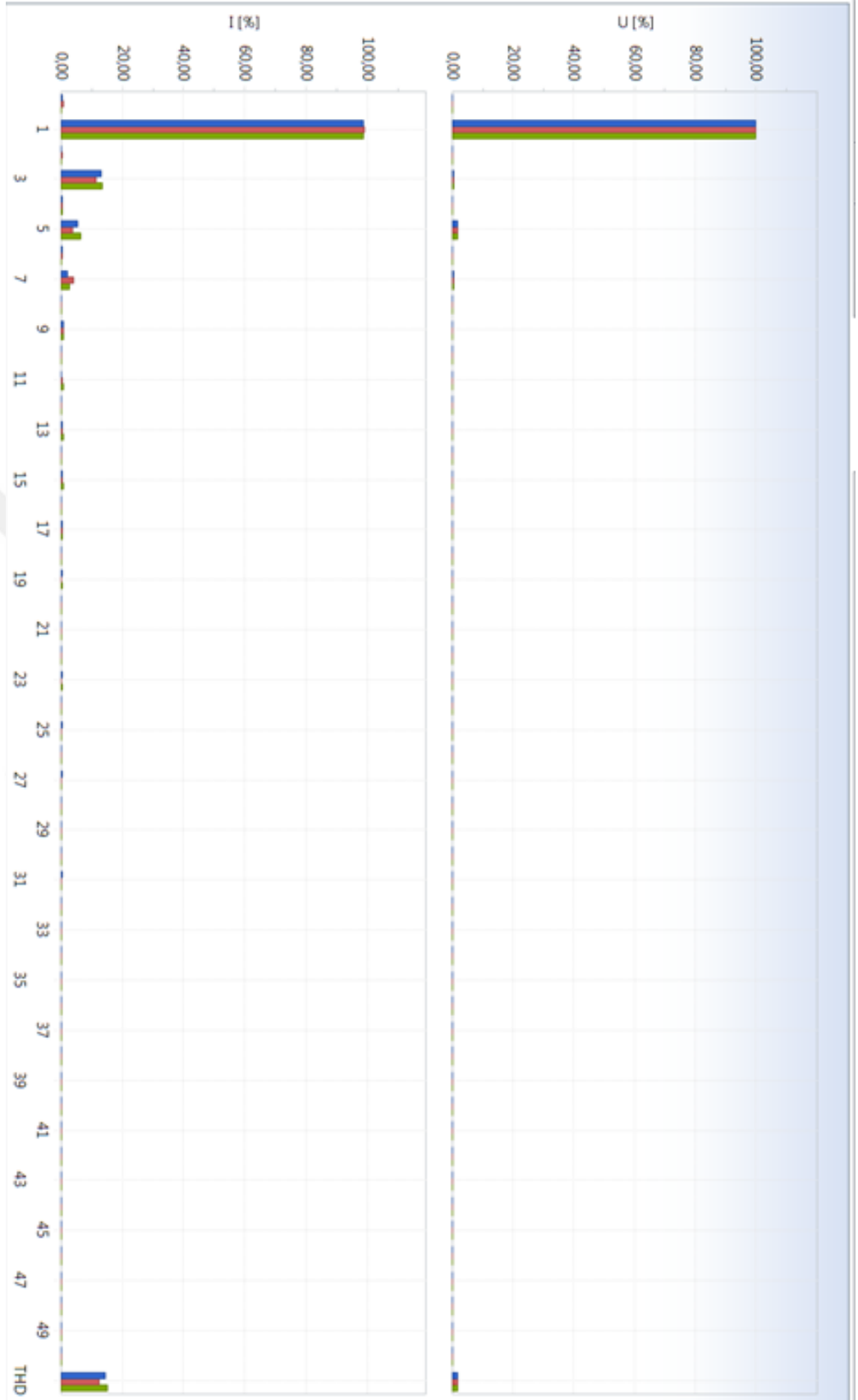


Şekil 5.10Sodyum buharlı armatürafaz diyagramı

Şekil 5.11’de 3 fazın akım ve gerilim harmonik değişimleri ve toplam harmonik distorsiyonu (THD) değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.11’de sırası ile her fazın 1. Harmonikten 50. Harmoniğe kadar akım ve gerilimin zamana göre değişimi görülmektedir.

Şekil 5.11’de sodyum buharlı armatürlere ait harmonik değerleri cıva buharlı armatürlerin harmonik değerlerine paralellik göstermektedir. Ölçüm sonuçlarından da görüldüğü gibi harmonik akımlarının da faz akımları gibi kararlı duruma geçerek azaldığı 3.harmonik değeri % 14 iken 5.harmonik değeri % 5’ye ve 7.harmonik değeri ise % 3’e düştüğü gözlemlenmiştir. 7.harmonikten sonra sistemin kararlı duruma ulaştığı görülmektedir.

Toplam Harmonik Distorsiyonu (THD) ise sistemin en önemli göstergesidir. 1. Fazın THD değeri % 10,49, 2. Fazın için THD değeri % 8,55 ve 3. Fazın THD değeri % 11,21 olarak gözlemlenmiştir.



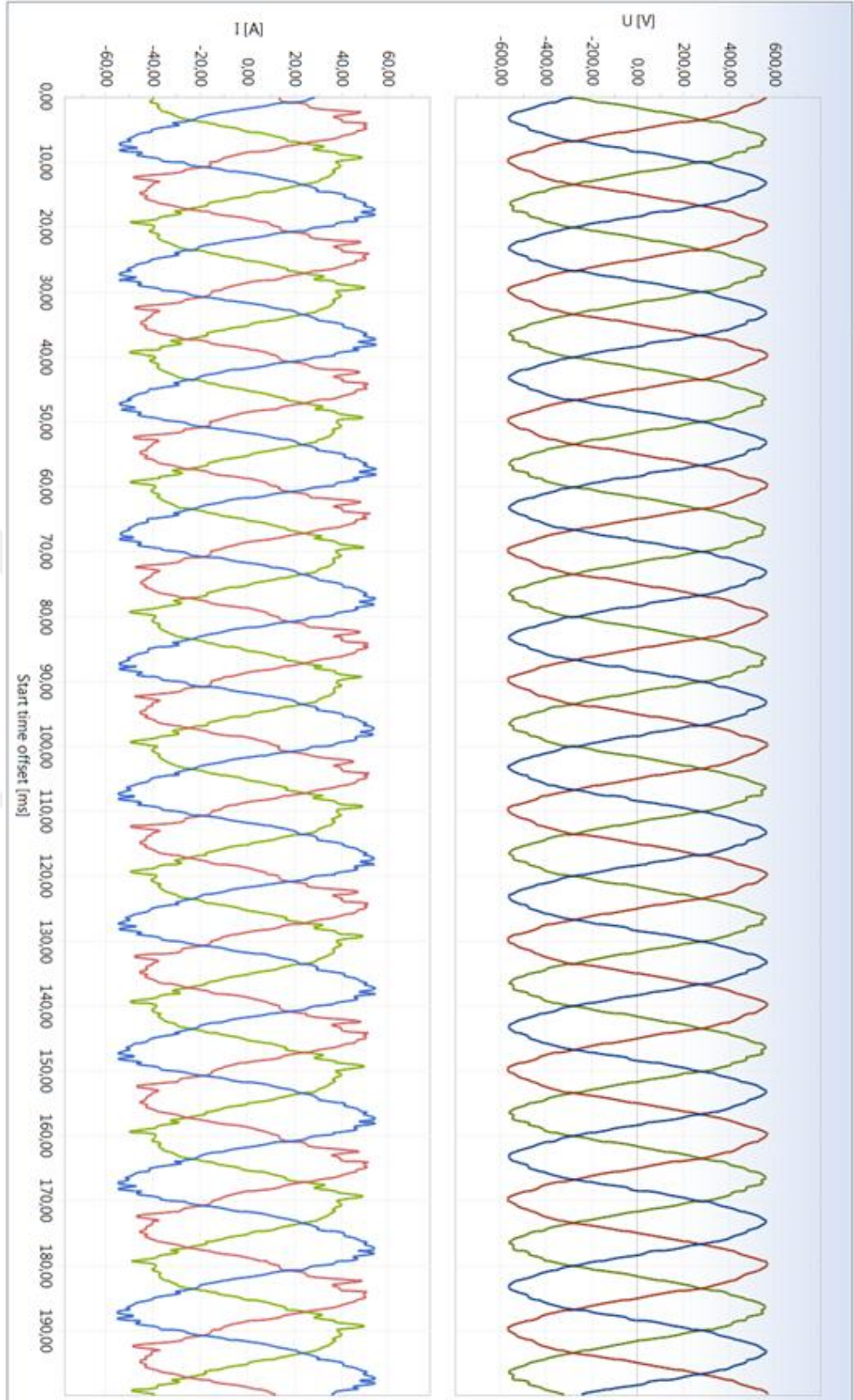
Şekil 5.11 Sodyum buharlı armatür faz akımları harmonik değerleri ve THD

5.3. LED Aydınlatma Armatürleri için Ölçümler

Ölçümler TEDAŞ Lojmanları Sokak aydınlatma panolarından yapılmıştır. Sokak aydınlatmasında galvaniz 7 metrelik aydınlatma direklerinden oluşmaktadır. LED Armatürler 100W'lık LED armatürlerden oluşmaktadır. Ölçümler sonucunda aydınlatma sisteminin çektiği aktif güç 6,5kW ve sistemden çektiği kapasitif güç ise 1,45 kvar'dır. Sokak aydınlatma iletken kesiti 4x10mm² NYY'dır. Ölçüm yaklaşık 10 dakika sürmüştür. Ölçüm sıklığı 1 saniye olarak seçilmiştir. Cihazın örnekleme zamanı düşük seçilerek veriler hesaplanmıştır. Şekil5.12'de aydınlatma besleme barası 3 faz gerilim ve akım için alınan ölçüm değerleri görülmektedir. Gerilim değerleri 222-226 Volt aralığında değişmektedir.

	Voltage			Current		
	U12 [V]	U23 [V]	U31 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]
01.01.2000 00:38:40,600361	-282,19	562,40	-280,17	28,96	13,92	-39,60
01.01.2000 00:38:40,600505	-309,88	557,57	-247,73	27,03	13,53	-39,87
01.01.2000 00:38:40,600648	-328,44	549,77	-221,33	26,19	13,89	-39,96
01.01.2000 00:38:40,600791	-338,85	541,19	-202,40	25,56	14,29	-40,78
01.01.2000 00:38:40,600935	-347,78	534,09	-186,23	23,12	15,34	-41,44
01.01.2000 00:38:40,601078	-362,02	528,96	-167,00	19,36	17,99	-41,41
01.01.2000 00:38:40,601222	-382,05	522,64	-140,60	15,49	20,84	-39,96
01.01.2000 00:38:40,601365	-402,67	510,41	-107,65	12,12	24,18	-38,39
01.01.2000 00:38:40,601508	-418,87	492,84	-73,88	10,31	25,74	-37,18
01.01.2000 00:38:40,601652	-430,95	476,37	-45,33	8,69	25,62	-37,42
01.01.2000 00:38:40,601795	-441,75	465,12	-23,33	5,92	26,05	-38,33
01.01.2000 00:38:40,601938	-453,44	457,22	-3,79	2,92	26,95	-37,99
01.01.2000 00:38:40,602082	-467,87	449,82	18,01	-0,42	29,77	-37,06
01.01.2000 00:38:40,602225	-484,76	442,42	42,26	-3,85	34,62	-36,57
01.01.2000 00:38:40,602368	-501,84	435,42	66,41	-6,59	40,60	-36,42
01.01.2000 00:38:40,602512	-516,08	427,33	88,72	-8,48	45,74	-35,76
01.01.2000 00:38:40,602655	-526,59	416,18	110,41	-10,01	48,27	-34,30
01.01.2000 00:38:40,602799	-534,64	401,18	133,43	-11,94	47,79	-32,82
01.01.2000 00:38:40,602942	-542,79	384,80	157,99	-14,46	45,29	-31,91
01.01.2000 00:38:40,603085	-551,04	368,13	182,86	-16,81	41,50	-31,19
01.01.2000 00:38:40,603229	-557,32	351,75	205,57	-18,34	37,77	-30,16
01.01.2000 00:38:40,603372	-560,66	334,88	225,83	-19,97	36,51	-29,25
01.01.2000 00:38:40,603515	-561,84	318,40	243,54	-21,11	38,14	-28,22
01.01.2000 00:38:40,603659	-561,25	300,44	260,83	-21,65	39,85	-26,08
01.01.2000 00:38:40,603802	-558,10	276,86	281,29	-22,94	40,51	-23,62
01.01.2000 00:38:40,603945	-552,12	245,88	306,26	-25,26	40,12	-21,05
01.01.2000 00:38:40,604089	-546,22	213,61	332,56	-27,48	40,66	-18,51
01.01.2000 00:38:40,604232	-539,35	182,53	356,81	-29,14	42,11	-17,09
01.01.2000 00:38:40,604376	-530,71	153,82	376,87	-31,69	50,53	-16,46
01.01.2000 00:38:40,604519	-519,71	128,66	391,09	-29,44	50,95	-12,95
01.01.2000 00:38:40,604662	-502,14	104,98	397,13	-28,78	49,99	-12,80
01.01.2000 00:38:40,604806	-486,03	81,40	404,70	-31,66	49,29	-10,16

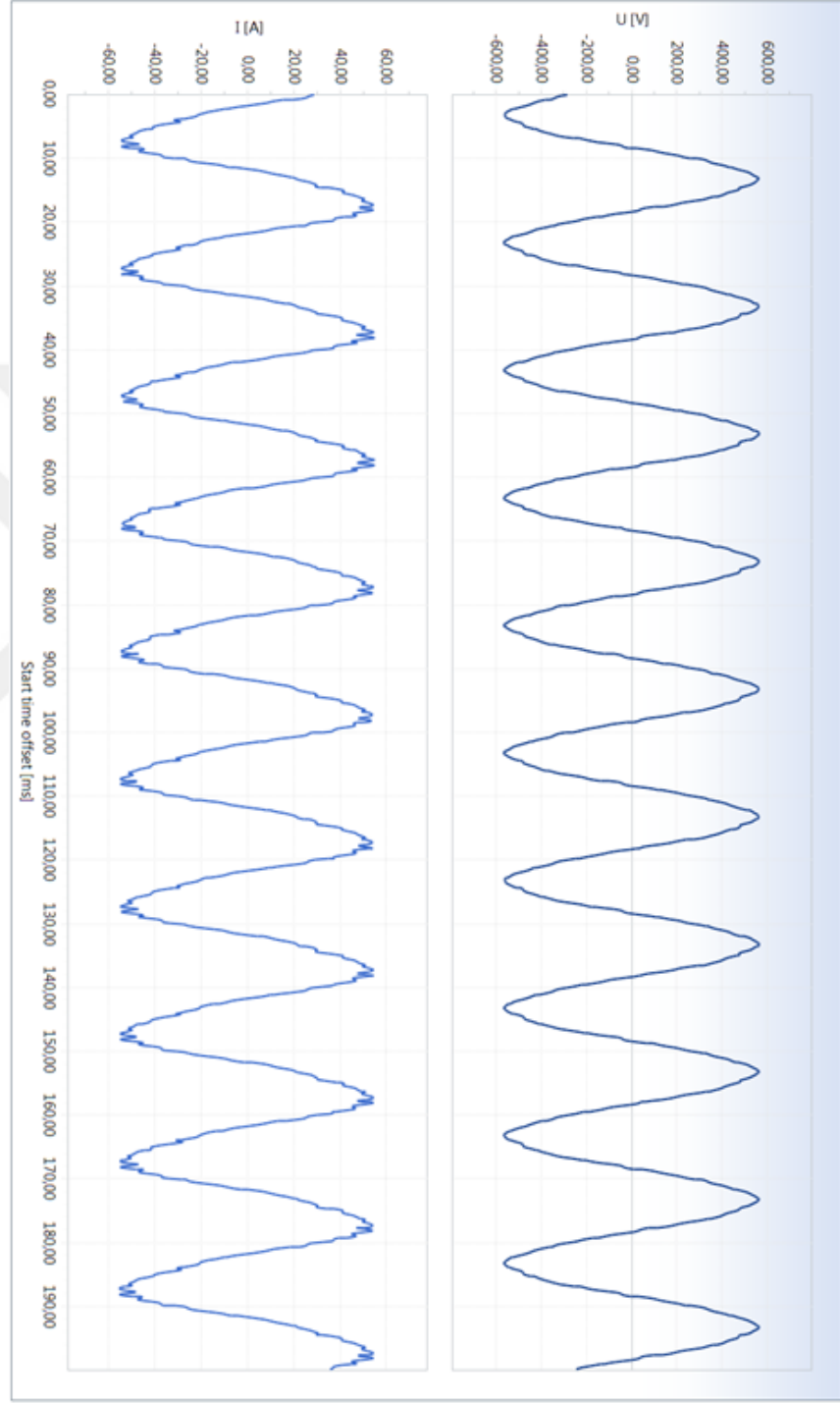
Şekil 5.12 LED armatür3faz akım ve gerilimleri değişimi



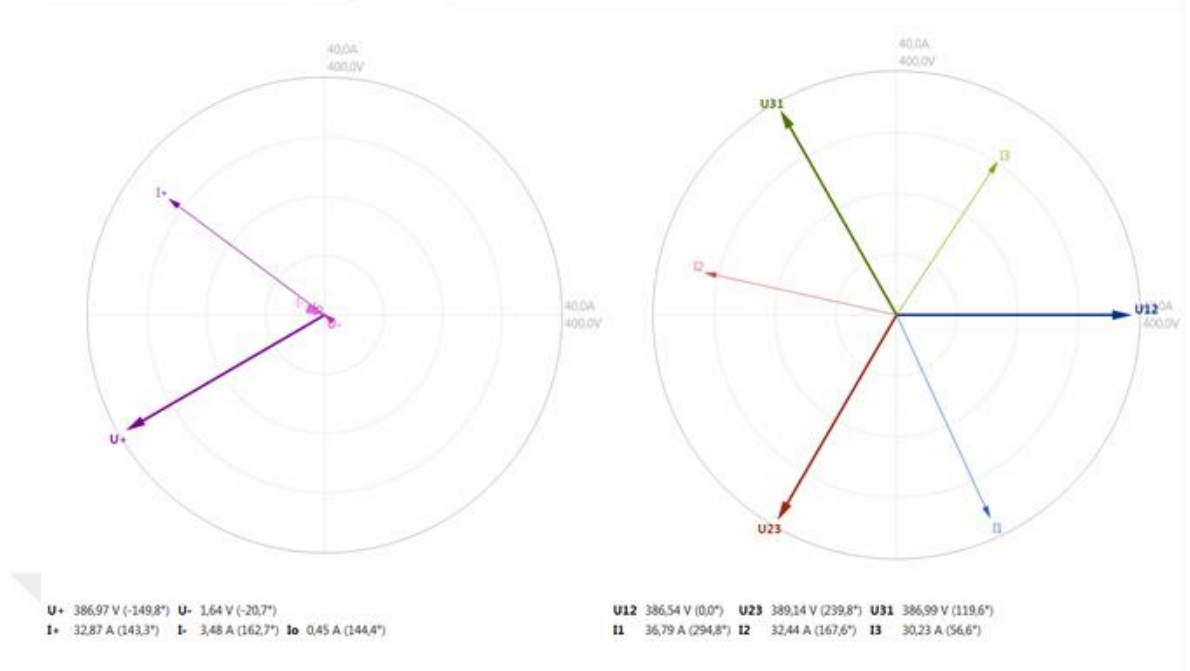
Şekil 5.13 LED armatür 3faz akım ve gerilimleri değişim grafiği

LED armatürler sistemin çalışma anındaki geçici durumdan etkilenmemesi için ölçüm cihazı armatürler devreye alındıktan sonra ölçüme başlanmıştır. Şekil 5.14'de ise Akım

ve gerilim frekansındaki değişim verilmiştir. Ölçüm sonuçlarında görüldüğü gibi frekans 49.98 ile 50.01 Hz aralığında değişmektedir. Bu değişim çok az olduğu için sabit kabul edilebilir. Şekil 5.15’de 3 faz için akım ve gerilim faz diyagramı görülmektedir.



Şekil 5.14 LED Armatür akım ve gerilim besleme frekansındaki değişim

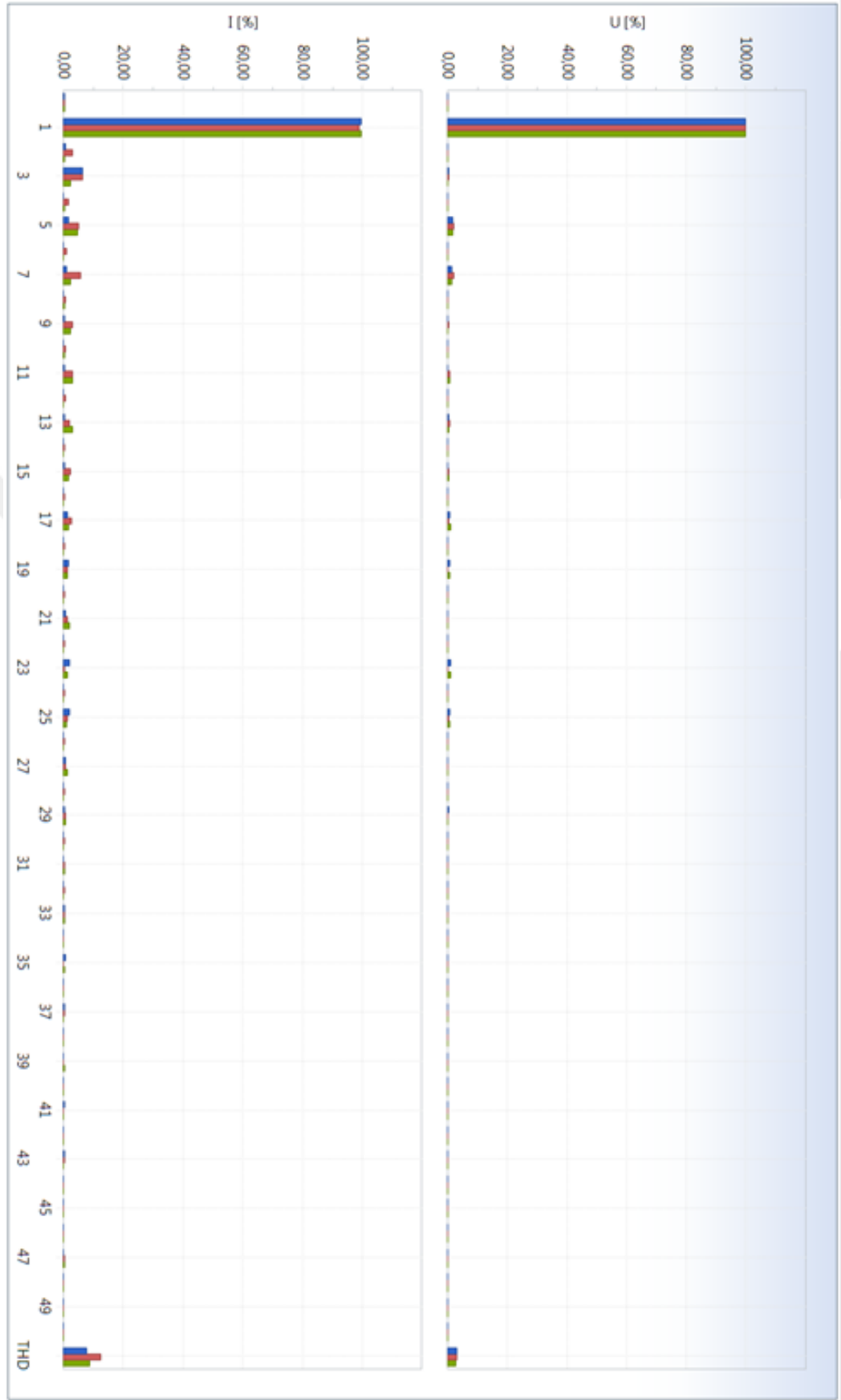


Şekil 5.15 LED armatürafaz diyagramı

Şekil 5.16’de 3 fazın akım ve gerilim harmonik değişimleri ve toplam harmonik distorsiyonu (THD) değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.16’desırası ile her fazın1. Harmonikten 50. Harmoniğe kadar akım ve gerilimin zamana göre değişimi görülmektedir.

Sodyum ve Cıva buharlı armatürlerde harmonik akımlarınının faz akımları gibi kararlı duruma geçerek azaldığı gözlemlenmiştir. LED armatür ise Şekil 5.13’de görüldüğü gibi harmonik akımlarınının her seviyede harmonikler ürettiği ölçüm sonuçlarından görülmektedir

Toplam Harmonik Distorsiyonu (THD) ise sistemin en önemli göstergesidir. 1. Fazın THD değeri % 11,89, 2. Fazın için THD değeri % 13,52 ve 3. Fazın THD değeri % 12,65 olarak gözlemlenmiştir



Şekil 5.16 LED armatürafaz akımları harmonik değerleri ve THD

Bilindiği gibi LED’lerin kendilerinin harmonik üretmediği bilinmekte olup ölçümlerdeki harmonikleri LED sürücü devresindeki yarı iletken elemanlardan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle LED armatürlerin üretim sürecinde LED sürücülerinin harmonikler dikkate alınmalıdır.

Tablo 5.1Civa, Sodyum ve LED armatürlerin ölçüm sonuçları

Armatür Tipi	Sistemde Parametreleri					% Harmonik					
	Aktif (kW)	Reaktif (kvar)	Kapasitif (kvar)	Gerilim (V)	Frekans (Hz)	3.	5.	7.	TDH 1. Faz	TDH 2. Faz	TDH 3. Faz
Civa Buharlı	9,91	8,86	-	223- 225	50,001- 50,01	15	7	4	11,66	10,82	12,36
Sodyum Buharlı	9,25	10,5	-	223- 226	50,001- 50,02	14	5	3	10,49	8,55	11,21
LED	6,5	-	1,45	222- 226	49,98- 50,01	7	6	4	11,89	13,52	12,65

Not: Şekil 5.16’de görüldüğü gibi LED armatürlerde 49. Seviyeye kadar harmonik üretmektedir. Tabloya 5.1’de 7. Harmonik seviyesine kadar değer girilmiştir.

Tablo 5.1’de Civa buharlı, sodyum buharlı ve LED aydınlatma armatürlerinin harmonik ölçüm değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde toplam harmonik bozulma (TDH) bakımından 1. Faz THD değeri % 11,89, 2. Faz için THD değeri % 13,52 ve 3. Faz THD değeri % 12,65 ölçülen LED armatürlerin civa ve sodyum buharlı armatürlere göre daha çok harmonik ürettikleri tespit edilmiştir.

Çoban (2010) yılında yapmış olduğu Aydınlatma Elemanlarının Verimliliği ve Enerji Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi konu başlıklı tezinde aydınlatmada kullanılan lambaların incelenmesi sonucunda en fazla harmonik üreten 72,4 TDH ile floresan lamba olarak ölçülmüştür. Tez konumuzdaki aydınlatma armatürleri arasında ise 22,5 TDH ile LED armatürlerin en çok harmonik ürettiğini tespit etmiştir. Tezimizdeki ölçüm değerleri ile Çoban (2010) yapmış olduğu tezdeki ölçüm sonuçları paralellik göstermektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Elektrik enerjisinin gelişen teknolojiye ve insan hayatını kolaylaştıran vazgeçilmez bir unsur olduğu kabul edilmektedir. Tüketicilerin elektrik enerjisiyle ilgili başlıca beklentileri; kesintisiz, ekonomik ve kaliteli olmasıdır. Elektrik enerjisinin depolanamaması ve enerji maliyetlerinin artması nedeni ile enerji verimliliği önem kazanmıştır. Harmoniklerin enerji verimi üzerinde olumsuz etkileri bilinmektedir. Bu çalışmada harici aydınlatma elemanlarının harmonikler üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Yapılan ölçümler neticesinde cıva buharlı, sodyum buharlı ve LED armatürlerin ürettikleri harmonikler incelenmiştir. En çok harmonik üreten armatür LED armatür olduğu görülmüş ve normal şartlarda harmonikler cıva buharlı ve sodyum buharlı gaz desarjlı lambaların olumsuz özellikleri olarak bilinmektedir. Ancak yapılan ölçümler sonucunda LED armatürlerin daha da fazla harmonik ürettiği tespit edilmiştir. Bunun temel sebebi LED armatürlerin sürücü devresinde kullanılan yarı iletken malzemelerden kaynaklanmaktadır.

TEDAŞ'ın verilerine göre 1 yılda yaklaşık olarak 5.000.000 Mwh elektrik enerjisi sokak aydınlatmasında kullanılmaktadır. Sokak aydınlatmasında kullanılan bu tüketim göz önüne alınarak enerji verimliliği, armatür maliyeti, armatür ömrü ve harmonikler açısından armatür seçimi yeniden değerlendirilmelidir. Elektrik Dağıtım şirketleri sokak aydınlatmasında cıva buharlı armatürleri artık kullanmamaktadır. Cıva buharlı armatürler yerine sodyum buharlı aydınlatma elemanlarına geçilmiştir fakat son yıllarda dağıtım şirketlerinin yapmış olduğu sokak aydınlatma yatırımlarının çoğu LED armatürlü sistemlerdir. LED armatürlerin seçilmesinin en büyük nedeni verimlerinin yüksek olmasıdır. LED armatürlerin seçiminde gözden kaçırılmaması gereken önemli nokta seçilen armatürlerin ürettiği harmonik değerleri dikkate alınarak LED armatür seçimi yapılmalıdır. Burada LED armatürün dezavantajı gibi görünen harmoniklerin sebebi sürücü devresindeki yarı iletken malzemelerdir. LED sürücüler tasarlanırken yüksek verimli, harmonik seviyesi düşük sürücü devreleri tasarlanmalı veya harmonik seviyesini düşürmek için filtre devreler kullanılması gerekmektedir.

Tablo 5.1'deki armatürlerin ölçüm sonuçlarının incelenmesi sonucunda harmoniklerin yanı sıra LED armatürlerde Cıva ve Sodyum buharlı armatürlerin aksine sistemden kapasitif güç çektiği tespit edilmiştir. Bu nedenle sürücü tasarımında harmonik filitre ile

birlikte güç faktörü düzeltme özelliğine de dikkat edilmelidir. Avrupa Birliği ülkelerinde kullanılan LED'li aydınlatma ürünlerinin tasarımında harmonik ve kapasitif tüketimi azaltmak amacıyla IEC standartları doğrultusunda aktif güç faktörü devreleri PFC'li sürücülerin kullanımı gereklidir.

Yapmış olduğumuz ölçümler neticesinde LED armatürlerin harmonik ve kapasitif oluşturduğu tespit edilmiştir. Önümüzdeki yıllarda elektrik dağıtım şirketlerinin mevcut aydınlatma tesislerini enerji verimliliği nedeni ile kademeli olarak LED armatürlere dönüştürmesi beklenmektedir. TEDAŞ LED ışık kaynaklı yol aydınlatma armatürleri teknik şartnamesine uygun harmonik ve kapasitif etkilerini azaltan sürücü devreli LED armatürler seçilerek kullanılmalıdır. Bu sayede enerji kalitesinde bir düşüş olmayacak ve büyük bir enerji tasarrufu sağlanacaktır. Enerjide dışa bağlı olan ülkemiz açısından LED Armatüre geçtiğimizde en az %50 oranında elektrik enerjisi tasarrufu yapılabilir. Kaba bir hesaba yıllık 5.000.000 Mwh olan sokak aydınlatma tüketimini 2.500.000 Mwh düşürülmüş olacaktır. Bu enerjide dışa bağımlı durumda bulunan ülkemiz için ciddi oranda tasarruf anlamına gelmektedir.

KAYNAKLAR

- Özkaya, M.(1998), “Aydınlatma Tekniği”, *Birsen Yayınevi, Yedinci baskı*, 27-39
- Dilouie,C.(2005),Advanced Lighting Controls: Energy Savings Productivity Technology and Applications 1st ed. Lilburn GA: *The Fainnont Press*.
- Onaygil, S. (2013), 5. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, LED’li Yol Aydınlatması ve Enerji Verimliliği Başlıklı Sunumu
- Şahin, M. (2014)“Karma ve Yarı Endirekt Aydınlatma Türlerinin Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması”*BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Dergisi Cilt* 16(2) 26-38
- CIE (2002), The Correlation of Models of Vision and Visual Performance(2002), Commission Internationale de L’Eclairage, CIE Publication, Vienna, Avustria
- Dr. Mustafa GÖZEN (2011), “Düzenleme Perspektifinden Ülkemiz Elektrik Piyasası: Geline Aşama ve Hedefler”, ICCI, İstanbul.
- Çağlar, M.(2007), “Dünya ve Türkiye’de Enerji Verimliliği ’ne Bakışımız”, *İTÜ Enerji Çalıştayı*, İstanbul 34-37
- Çoban, (2010), ‘Aydınlatma Elemanlarının Verimliliği Ve Enerji Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi’, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- SGB, (2017),(TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı),’*Dünya Ve Türkiye Enerji Ve Tabii Kaynaklar Görünümü Dergisi, Ocak 2017, Sayı 15* Ankara, 8
- Özkaya, M.(1985), “Aydınlatma Tekniği”, *İ.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi Ofset Atölyesi*, 14-29
- Özcan K.O. (2010), ‘Aydınlatma Elemanlarının Verimliliği Ve Enerji Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi’, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- Ongun, (2007), ‘Yol Aydınlatma Tesisatlarının Tasarımlarında Optimum Çözüm Kriterlerinin Analizi’, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- Koç (2009) ” LED Aydınlatma Teknolojisi ve Tarımda Kullanımı”, **25. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi**, Isparta
- Schreiber, H.(1985), LED’ler ile 50 Pratik Devre (Çeviri: S., İkizoğlu). *Yüce Yayınları*, İstanbul.
- Pelsan “2018 LEDli Yol ve Cadde Armatürleri Kataloğu”,

<http://www.pelsan.com.tr/Uploads/Document/08bf03b5-5be5-4274-a4ae-e06a30cc07d1.pdf?v-636547455208047805>

Son erişim tarihi: 17.12.20118

Pelsan “2018 Sodyum Buharlı lambalarKatalogu” ,

<http://www.pelsan.com.tr/Uploads/Document/08bf03b5-5be5-4274-a4ae-e06a30cc07d1.pdf?v-636547455208047805>

Son erişim tarihi: 17.12.20118

Praveen, A. S., Chaithanya, K. S., Jithin, R., & Kumar, K. N. (2019). Experimental Investigation on the Thermal Performance of the Light-Emitting Diode (LED) Heat Sinks. In Innovative Design, Analysis and Development Practices in Aerospace and Automotive Engineering (I-DAD 2018) (pp. 357-362). Springer, Singapore.

ÖZKAYA, M.(1994), “Aydınlatma Tekniği”, *Birsen Yayınevi*, İstanbul, 291

Çoban, (2010), ‘Aydınlatma Elemanlarının Verimliliği Ve Enerji Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi’, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara

Meyer,C. and Nienhuis, H.(1988), *Discharge Lamps*, Kluwer Technische BoekenB.V, 22-29

YTÜ (2014), Elektrik Mühendisliği Bölümü Aydınlatma ve İç Tesisat Lab. Çalışma Notu 6-13

TEDAŞ (2010), "Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lambalar Teknik Şartnamesi", *TEDAŞ – MYD / 94-001.C*, Ankara, 2-8

TEDAŞ (2006), "Kırsal Kesim Dış Aydınlatma Armatürleri Teknik Şartnamesi ", *TEDAS-MLZ/2006-054.A*, Ankara, 3

TEDAŞ (2010), "LED Işık Kaynaklı Yol Aydınlatma Armatürleri Teknik Şartnamesi", *TEDAS-MLZ/2010-057.C*, Ankara, 1-2

ETKB (2018),"Genel Aydınlatma Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik"*20 Nisan 2018 Tarih ve 30397 sayılı Yönetmelik*

TMMOB (2006),"Enerji Kalitesi ve Harmonikler "*Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) Yayın* No: EG/2006/1, Ankara, 89-93

Dugan, R.C., Mcgranaghan, M.F., BEATY H.W., Santoso S., 2004. Electrical Power Systems Quality 2nd Edition. McGraw-Hill, 521s, New York.

- Güntürkün, R., (2003). İleri Beslemeli ve Elman Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağlarını Kullanarak Harmoniklerin Kompanzasyonu, Doktora Tezi, *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 156s.
- Adak, S., (2003). Enerji Sistemlerinde Harmonik Distorsiyonunun Azaltılması, Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 130s
- Kakilli, A., Tunçalp, K., ve Sucu, M., (2008). Harmoniklerin Reaktif Güç Kompanzasyon Sistemine Etkilerinin İncelenmesi, *Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20,1: 109-115.
- Nilsson, J.W. and Riedel, S., A., (1998). Electric Circuits. Prentice Hall, 794s, New Jersey.
- Şenyurt, Ö., (2006). Elektrik Tesislerinde Hızlı Fourier Dönüşümü ile Harmonik Analizinin Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 116s.
- İnan, A., (1999). Lineer Olmayan Yükleri İçeren Enerji Sistemlerinde Harmonik Kayıpların Yapay Sinir Ağları ile Analizi ve Filtre Maliyetlerinin Kestirimi. Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi*, İstanbul.
- Ortmeyer, T.H., Chakravarthi, K.R., and Mahmoud, A.A., (1985). The Effects of Power Systems Harmonics on Power System Equipments and Loads, IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, PAS- 104(9), 2555-2563.
- Kocatepe, C., Uzunoğlu, M., Yumurtacı, R., Karakaş, A., Arıkan, O., (2003). Elektrik Tesislerinde Harmonikler. *Birsen Yayınevi*, 330s, İstanbul.
- ABB, (2010) *Technical Application Papers* No.8, 64s
- Filiz, C., (2006). Güç Sistemlerine Harmonikler ve Filtrelerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırıkkale, 146s.
- EPDK, (2013) Elektrik Dağıtım ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği.
- TMMOB, (2011) Elektrik Mühendisleri Odası Enerji Kalitesi Ve Harmonikler 66-74s
- İnan, A. ve Attar, F., (1997). Harmonik İçeren Devrelerde Kompanzasyon Hesabı, Bursa *IV. Elektromekanik Sempozyumu*, Bursa, 17-21 Aralık
- İnan, A. (1999). Lineer Olmayan Yükleri İçeren Enerji Sistemlerinde Harmonik Kayıpların Yapay Sinir Ağları ile Analizi ve Filtre Maliyetlerinin Kestirimi. *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi*, İstanbul
- Wiley, J. (2001). Power System Harmonics, John Wiley & Sons, New York
- Yumurtacı, R. (2000) Lineer Olmayan Dengesiz Yükler İçeren Enerji Sistemlerinde Üç Fazlı Harmonik Yük Akış Analizi ve Simulasyonu, *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi*, İstanbul.

- McPherson, G., and Laramone, R.D., (1990). An Introduction to Electrical Machines and Transformers, John Wiley & Sons, Singapore.
- Dugan, R.C., McGranaghan, M.F. and Beaty, H.W., (1996). *Elektrical Power System Quality*, McGraw-Hill
- McGranaghan, M.F., Dugan, R.C., King, J.A., and Jewell, W.T., (1984). Distributions Feeder Harmonic Study Methology, IEEE Trans. *On Power Apparatus and Systems*, PAS 103 (12), 3363-3666
- Linden, W.P.,(1996). Transformer Design and Application considerations for Nonsinusoidal Load Currents, IEEE Transactions on *Industry Applications*, 12, 633-645
- Arrillaga, J., Bradley, D.A. and Bodger, P.S.,(1985). Power System Harmonics, John Wiley & Sons, New York
- Dugan R.C. and others,(2002). Electrical Power System Quality, Mc-Graw Hill, Second Edition.
- Sankaran, C.,(2002). Power Quality, *CRC Press* LLC, USA
- Kocatepe C. ve diyerleri, (2003). Elektrik Tesislerinde Harmonikler, *Birsen Yayınevi*, İstanbul
- Arrilaga, J. and Watson, N. R, (2003). Power System Harmonics, John Wiley & Sons, Ltd West Sussex ,England.
- Gyugyi L. and Strycula E. C. “Active AC Power Filter” IAS 76 *ANNUAL* sayfa 529-535
- Akagi Hifofumi “Trends in Active Power Line Conditioners” IEEE Transaction *on Power Electronics*, Vol. 9, No 3, May 1994
- Fujita Hideaki and Akagi Hifofumi, “ The Unified Power Quality Conditioner: The Integration of Series and Shunt Active Filters”, IEEE Trans. On *Power Electronics*, Vol. 13, No 2, March (Mart)1998, sayfa 315-322
- Akagi Hifofumi and Fujita Hideaki, “A New Power Line Conditioner for Harmonic Compensation in Power System”, IEEE Trnas. *On Power Delivery*, Vol. 10, No 3,1994, sayfa 1570-1575
- Fujita Hideaki and Akagi Hifofumi “Combined System of Series Active Filter and Shunt Passive Filter – An Optimum Design of Shunt Passive Filter” *Electrical Engineering in Japan*, Vol. 113, No 2, Feb 1993, sayfa 127-135
- Srianthumrong S. and Akagi Hifofumi, “A Medium-Voltage Transformless AC/DC Power Conversion System Consisting of a Diode Rectifier and a Shunt Hybrid Filter”, IEEE Trnas. *On Industry Application*, Vol. 39, No 3, May/June (Mayıs/Haziran) 2003 sayfa 874-882

Cheng Po-Tai, Bhattacharya S., and Divan M. Deepak, "Hybrid Solutions for Improving Passive Filter Performance In High Power Applications", IEEE Trnas. ***On Industry Applications***, Vol. 33, No 3, May/June (Mays/Haziran) 1997 sayfa 732-947

Fujita H., Yamasaki T, and Akagi Hifofumi,"A Hybrit Active Filter for Damping of Harmonic Resonant in Industrial Power System", IEEE Trans. ***On Power Electronics***, Vol. 15, No 2, March (Mart) 2000, sayfa 215-222

Cheng Po-Tai, Bhattacharya S., and Divan M. Deepak, "Control of SquareWave Inverters in High Hybrit Active Filter System", ***IEEE*** 1996, sayfa 1106-1113

Cheng Po-Tai, Bhattacharya S., and Divan M. Deepak, "Line Harmonics Reduction in High Power Systems Using Square-Wave InvertersBased Dominant Harmonic Active Filter", IEEE Trans. ***On Power Electronics***, Vol. 14, No 2, March (Mart) 1999, sayfa 265-272



EKLER

Ek-1.

Şirket Bazında Tüketim İcmali														
2017/9 DÖNEMİ														
Şirket Adı	Dönem	Carli Dönem Toplam Tüketim kWh	Carli Dönem Fatura TL	Carli Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödenmiş E-Kirien Hata TL	Ödenmiş Esas Toplam TL	Bakımlık	Ödeme Dağılımı				Bir Sonraki Döneme Aktarılan Yuvarama*	Geçmiş Dönemden Gelen Yuvarama**
									Büyükşehir Belediyesi	Büyükşehir Belediyesi Altı Belediyeler	Diğer Belediyeler	İl Özel İdare		
ADM	2017/9	17.349,471,0	6.658,096,08	7.257,94	0,0	1.328,69	6.652,106,83	5.321,687,78	350,759,14	979,664,11	0,0	0,0	80,07	84,27
AKDE NİZ	2017/9	15.902,179,361	6.214,120,6	58,414,5	0,0	1.552,283,3	6.310,974,4	5.164,102,91	274,415,9	653,436,84	115,302,12	103,716,63	0,0	0,0
AKEDAŞ	2017/9	7.173,407,775	2.862,187,49	170,861,88	5.155,0	38,183,77	2.724,354,38	2.248,413,84	55,954,56	287,645,91	68,931,66	63,405,29	40,02	36,9
ARAS	2017/9	11.573,760,0	4.362,307,15	28,642,08	34,487,83	4,180,77	4.303,368,01	3.614,081,12	41,989,58	274,230,98	171,394,9	201,681,39	63,52	63,48
AYEDAŞ	2017/9	12.484,346,855	4.956,319,96	120,148,25	7,132,88	55,477,74	4.884,516,57	3.907,611,99	137,746,43	839,155,67	0,0	0,0	38,16	35,68
BAŞKENT	2017/9	30.589,449,908	12.934,032,73	1,088,853,81	47,679,58	145,191,06	11,942,690,4	9,865,965,74	728,396,36	484,185,21	311,171,95	552,970,92	139,01	139,79
BOĞAZIÇI	2017/9	19.040,453,984	8,973,879,7	1,613,230,9	625,6	37,091,9	7,397,115,1	5,917,682,08	217,431,78	1,261,991,24	0,0	0,0	0,0	0,0
ÇAMURBEL	2017/9	10,128,843,384	4,039,582,47	58,914,96	0,0	0,0	3,980,667,51	3,420,631,17	0,0	0,0	236,098,39	323,934,18	49,87	46,1
ÇORUH	2017/9	16,088,723,0	6,302,756,56	184,096,97	4,740,32	44,490,95	6,158,410,22	5,103,573,33	25,407,44	454,667,86	176,844,2	397,919,4	65,9	67,91
DİCLE	2017/9	13,381,334,0	5,900,142,7	767,735,99	0,0	1,008,254,73	6,140,861,44	5,033,820,8	144,126,7	740,256,66	120,997,08	101,750,57	95,84	85,21
FRAT	2017/9	6,455,913,0	2,864,993,05	386,084,73	24,384,48	28,515,45	2,483,029,29	2,085,340,35	7,690,48	178,603,78	98,916,61	112,479,6	46,01	47,54
GİZ	2017/9	18,727,520,0	7,351,647,89	127,036,04	188,020,7	80,679,84	7,117,270,99	5,683,819,54	84,789,29	1,338,687,94	0,0	0,0	90,89	96,67
KAYSERİ	2017/9	7,498,389,327	3,136,828,8	261,942,67	0,0	56,182,26	2,931,068,39	2,346,456,07	28,866,92	551,595,25	1,601,06	2,550,07	33,56	34,54
MERAM	2017/9	20,278,849,0	7,773,908,39	12,501,6	3,608,35	102,839,44	7,860,637,88	6,533,876,37	101,332,56	737,632,22	245,366,08	242,428,23	89,67	87,25
OSMANGAZI	2017/9	14,062,114,989	5,466,820,7	4,707,97	19,833,69	96,498,9	5,538,777,94	4,700,683,58	23,866,38	252,263,77	269,670,6	292,281,56	62,2	60,15
SAKARYA	2017/9	14,475,940,709	5,685,031,29	59,921,25	0,0	9,063,07	5,634,173,11	4,596,996,9	135,186,44	712,668,64	89,258,06	100,462,58	72,75	72,26
TOROSLAR	2017/9	27,839,440,398	11,127,999,35	376,109,25	307,027,68	283,846,3	10,728,708,72	8,661,612,05	454,789,28	1,497,121,22	68,645,51	56,541,87	138,64	139,85
TRAVYA	2017/9	6,547,223,99	2,733,701,8	213,612,8	963,5	38,321,4	2,557,446,9	2,127,344,63	117,656,34	127,703,42	81,387,06	103,355,52	0,02	0,09
ULUDAĞ	2017/9	24,295,000,788	9,399,981,0	73,961,0	391,0	272,619,0	9,589,248,0	7,814,008,9	61,848,4	1,455,992,2	135,410,5	130,988,0	0,0	0,0
VANGÖLU	2017/9	7,492,454,0	3,017,938,36	162,739,17	5,667,52	163,012,52	3,012,544,19	2,518,953,73	34,429,06	258,303,55	108,919,78	91,935,2	46,04	43,17
YEŞİLIRMAK	2017/9	19,413,558,019	7,520,556,86	149,879,62	368,44	1,853,25	7,472,162,05	6,121,732,54	257,543,07	689,864,19	144,002,11	259,022,42	101,64	103,92
Genel Toplam		320.598.379.487	129.382.772.93	5.926.653.38	650.096.57	2.522.899.34	125.428.922.32	102.787.716.42	3.284.186.11	13.775.669.66	2.443.917.67	3.137.423.43	1.253.81	1.244.78

(*) Fatura tutarlarının hesaplanmasında ki kurus yuvarlaması sonucu oluşan bu tutarlar, bir sonraki dönemde talep edilecek tutarlara ilave edilecektir.
(**) Kurus yuvarlaması sonucu önceki dönemden bu döneme aktarılan tutar.

Şirket Bazında Tüketim İcmali

2017/10 DÖNEMİ

Şirket Adı	Dönemi	Carli Dönem Toplam Tüketim kWh	Carli Dönem Fatura TL	Carli Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödemeye Ekleme Hata TL	Ödemeye Esas Toplam TL	Bakanlık	Büyükşehir Belediyesi	Büyükşehir Belediyesi Ait Belediyeler	Ödeme Dağılımı			Bir Sonraki Döneme Aktarılan Yuvarama*	Geçmiş Dönemden Gelen Yuvarama**
											Diğer Belediyeler	İl Özel İdare			
ADM	2017/10	19.884.856,0	7.765.235,21	158.233,75	0,0	369,13	7.607.370,59	6.085.895,84	385.202,56	1.136.270,7	0,0	0,0	81,52	80,03	
AKDEMİZ	2017/10	15.595.080,629	6.130.301,7	189.104,1	20.106,9	35.776,8	5.956.867,5	4.876.845,87	289.280,04	578.094,52	1.113.381,7	101.328,9	0,0	0,0	
AME DAŞ	2017/10	7.477.568,848	3.002.037,64	186.228,56	406,96	51.228,4	2.866.630,52	2.352.481,24	67.189,72	326.117,78	59.176,7	61.665,68	39,43	40,03	
ARAS	2017/10	12.758.227,0	5.207.840,81	200.400,39	16.640,79	20.783,38	5.011.583,01	4.209.646,91	50.902,78	320.160,8	200.380,35	230.491,35	64,27	63,45	
AYE DAŞ	2017/10	13.344.772,037	5.252.265,8	69.578,22	113.536,02	117.089,45	5.186.241,01	4.148.994,13	120.944,36	916.305,37	0,0	0,0	35,32	38,17	
BAŞKENT	2017/10	32.644.836,064	13.784.517,7	1.204.349,78	112.206,32	304.228,59	12.772.190,19	10.547.987,48	761.763,01	521.740,01	330.236,72	610.460,64	141,34	139,01	
BOGAZCI	2017/10	21.463.961,665	10.534.813,5	2.262.784,6	191,8	43.141,9	8.314.979,0	6.651.983,21	247.124,72	1.415.871,08	0,0	0,0	0,01	0,02	
ÇAMLIBEL	2017/10	10.897.147,488	4.300.894,05	57.633,34	0,0	0,0	4.243.260,71	3.639.458,28	0,0	0,0	244.850,09	358.952,89	49,266	49,816	
ÇORLUH	2017/10	18.077.677,0	6.936.757,28	29.570,04	5.089,59	176.705,03	7.078.802,68	5.866.259,53	27.166,48	519.989,81	203.218,63	462.166,62	67,58	65,97	
DİCLE	2017/10	14.742.557,0	6.510.541,4	852.472,23	0,0	0,0	5.658.069,17	4.643.826,0	157.188,64	646.851,97	117.366,68	92.844,12	87,6	95,84	
FRAT	2017/10	7.362.417,0	3.237.887,42	411.728,07	14.767,13	194.885,16	3.006.277,38	2.521.310,21	11.479,61	222.273,11	116.288,34	134.924,79	47,36	46,04	
GÖZ	2017/10	22.960.232,0	9.014.426,26	200.255,56	1.030,07	9.238,45	8.822.379,08	7.057.899,94	107.365,36	1.657.107,27	0,0	0,0	97,38	90,87	
KAYSERİ	2017/10	8.659.787,386	3.529.706,33	207.885,42	0,0	194.165,23	3.515.986,14	2.814.919,18	32.567,01	663.544,44	2.130,9	2.822,66	35,54	33,59	
MERAM	2017/10	23.458.955,0	9.004.383,18	4.340,43	619,4	48.705,05	9.048.128,4	7.523.630,56	114.028,52	842.905,92	285.128,0	282.435,68	89,35	89,63	
OSMANGAZI	2017/10	15.013.317,322	5.970.083,55	23.003,29	0,0	7.397,2	5.954.477,46	5.042.187,85	23.102,47	297.650,6	278.605,27	312.931,47	62,01	62,21	
SAKARYA	2017/10	17.058.106,274	6.601.315,27	60.573,68	0,0	55.939,23	6.596.680,82	5.380.558,79	159.373,26	831.435,65	103.214,51	122.097,77	73,63	72,79	
TOROSLAR	2017/10	28.826.908,853	11.763.409,46	589.747,46	62.769,98	361.314,94	11.472.206,96	9.257.455,79	483.511,78	1.591.825,05	79.690,7	59.721,19	141,12	138,67	
TRAKYA	2017/10	6.617.477,61	3.109.551,9	399.216,7	1.375,9	7.326,0	2.716.285,3	2.264.644,34	111.089,6	114.310,0	91.616,1	134.625,32	0,49	0,55	
ULUDAĞ	2017/10	25.271.608,841	9.879.475,0	67.617,0	5.074,0	67.275,0	9.874.059,0	8.039.577,8	63.692,0	1.493.143,8	140.330,6	137.314,8	0,24	0,24	
VAINGÖLÜ	2017/10	7.461.837,0	3.000.432,31	136.319,99	13.643,72	94.164,85	2.944.633,45	2.470.196,05	11.163,9	241.283,42	114.489,17	107.501,79	45,2	46,08	
YEŞİLIRMAK	2017/10	20.308.005,176	7.845.086,1	42.653,3	0,0	62.243,41	7.864.766,21	6.453.574,04	261.672,73	758.965,19	161.761,82	238.789,52	104,57	101,66	
Genel Toplam		349.885.336,193	142.380.961,87	7.353.605,91	367.489,58	1.851.977,2	136.511.874,58	111.849.333,04	3.475.789,55	15.095.846,49	2.639.822,75	3.451.075,19	1.263,226	1.264,686	

(*) Fatura tutarlarının hesaplanmasında ki kurus yuvarlaması sonucu oluşan bu tutarlar, bir sonraki dönemde talep edilecek tutarlara ilave edilecektir.

(**) Kurus yuvarlaması sonucu önceki dönemden bu döneme aktarılan tutar.

Şirket Bazında Tüketim İcmali

2017/11 DÖNEMİ

Şirket Adı	Dönemi	Carli Dönem Toplam Tüketim KİVH	Carli Dönem Fatura TL	Carli Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödemeye Eklenen Hata TL	Ödemeye Esas Toplam TL	Ödeme Dağılımı						
								Bakanlık	Büyükşehir Belediyesi	Büyükşehir Diğer Belediyeler	İl Özel İdare	Bir Sonraki Döneme Aktarılan Yıvartıları	Geçmiş Dönemden Gelen Yıvartıları	
ADM	2017/11	23.265.303,0	8.971.563,0	5.187,42	4,51	0,0	8.919.664,29	7.135.744,91	446.368,05	1.337.566,77	0,0	0,0	85,66	81,1
AKDEMİZ	2017/11	21.409.632,773	8.531.610,1	278.471,3	0,0	157.486,7	8.410.625,5	6.884.476,34	376.280,26	852.586,7	155.975,94	141.306,26	0,0	0,0
AME DAŞ	2017/11	8.465.451,34	4.026.280,49	821.814,0	251,66	106.593,37	3.310.808,2	2.733.958,25	85.771,34	326.725,46	86.311,56	79.040,41	40,32	39,14
ARAS	2017/11	14.632.780,0	5.795.033,22	69.660,66	199.701,42	73.835,2	5.599.506,34	4.699.470,35	52.820,62	382.916,02	219.866,82	244.430,88	66,14	63,49
AYE DAŞ	2017/11	15.191.266,334	6.004.244,97	118.101,06	65.946,74	69.578,22	5.889.775,39	4.711.818,37	148.490,5	1.029.463,21	0,0	0,0	38,52	35,21
BAŞKENT	2017/11	37.526.224,862	15.958.692,5	1.502.413,64	175.372,17	323.026,78	14.603.933,47	12.072.013,93	850.598,09	591.317,19	388.866,99	701.137,56	140,01	140,3
BOGAZCI	2017/11	22.629.904,573	11.509.856,0	2.754.700,4	20.786,3	62.632,8	8.797.002,1	7.037.601,68	250.824,48	1.508.575,94	0,0	0,0	0,0	0,0
ÇAMLIBEL	2017/11	13.596.118,591	5.390.917,78	48.528,45	0,0	0,0	5.342.389,33	4.602.464,53	0,0	0,0	328.553,58	411.366,55	53,05	48,38
ÇORLUH	2017/11	19.226.571,0	7.457.708,58	121.691,57	18.677,94	14.479,55	7.331.818,62	6.082.908,27	29.839,07	516.720,1	217.451,97	484.901,1	64,91	66,8
DİCLE	2017/11	15.330.539,0	6.342.283,43	458.461,16	0,0	1.558.442,93	7.442.265,2	6.100.982,6	178.443,98	885.747,21	147.182,55	129.879,93	115,8	86,87
FRAT	2017/11	7.890.524,0	3.435.678,33	404.949,47	35.008,75	201.277,89	3.196.698,0	2.681.051,36	9.105,79	239.388,91	123.453,38	143.997,75	47,67	46,86
GÖZ	2017/11	23.595.299,0	9.177.404,34	115.582,87	319,92	71.289,74	9.132.791,29	7.306.232,82	104.253,0	1.722.304,43	0,0	0,0	98,03	96,99
KAVSERİ	2017/11	9.455.118,209	3.865.048,19	237.671,8	0,0	143.542,16	3.770.918,55	3.018.371,54	48.194,87	699.654,38	1.636,31	3.061,9	34,94	35,39
MERAM	2017/11	24.706.442,0	9.556.980,99	52.648,54	720,74	4.340,43	9.507.952,14	7.906.550,98	117.998,59	883.277,34	300.190,02	299.933,34	90,05	88,18
OSMANGAZI	2017/11	15.201.016,006	5.913.243,23	52.376,06	0,0	13.111,8	5.873.978,97	5.003.393,43	16.289,42	196.738,7	304.211,0	353.346,83	60,31	60,72
SAKARYA	2017/11	17.945.515,894	6.903.375,35	18.148,0	0,0	41.804,81	6.927.032,16	5.648.838,44	163.800,71	882.197,87	107.213,1	124.980,84	74,41	73,21
TOROSLAR	2017/11	32.297.247,046	13.513.991,39	717.668,69	44.423,23	461.051,3	13.212.960,77	10.662.175,56	559.822,01	1.832.201,54	91.815,92	66.932,7	143,5	140,46
TRAKYA	2017/11	6.750.943,811	3.367.481,1	693.364,6	1.714,3	104.079,5	2.776.481,7	2.308.713,86	134.097,84	122.432,08	87.528,5	123.709,42	0,0	0,0
ULUDAĞ	2017/11	27.367.534,001	10.633.591,0	73.973,0	1.331,0	41.662,0	10.599.949,0	8.632.150,4	69.153,6	1.596.526,6	152.191,2	149.927,2	0,0	0,0
VAINGÖLÜ	2017/11	7.372.329,0	3.028.783,27	196.100,39	9.915,65	141.206,53	2.963.973,76	2.488.258,81	19.166,91	242.214,92	117.079,08	97.254,68	44,03	44,67
YEŞİLIRMAK	2017/11	21.954.975,562	8.821.119,15	152.309,17	0,0	47.960,83	8.716.770,81	7.128.189,88	314.699,25	832.232,93	154.772,97	286.877,36	102,41	103,99
Genel Toplam		385.810.736,022	158.204.886,41	8.940.509,03	574.174,33	3.637.402,54	152.327.605,59	124.845.366,31	3.976.018,38	16.680.788,3	2.983.299,89	3.842.084,71	1.299,76	1.251,76

(*) Fatura tutarlarının hesaplanmasında ki kurus yuvarlaması sonucu oluşan bu tutarlar, bir sonraki dönemde talep edilecek tutarlara ilave edilecektir.
(**) Kurus yuvarlaması sonucu önceki dönemden bu döneme aktarılan tutar.

Şirket Bazında Tüketim İcmali

2017/12 DÖNEMİ

Şirket Adı	Dönem	Carif Dönem Toplam Tüketim kWh	Carif Dönem Fatura TL	Carif Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödeme Etkilenen Hata TL	Ödeme Evas Toplam TL	Ödeme Dağılımı							Bir Sonraki Döneme Aktarılan Yuvanama*	Geçmiş Dönem Gelen Yuvanama*
								Bakanlık	Büyükşehir Belediyesi	Büyükşehir Belediye Ait Belediyeler	Diger Belediyeler	İl Özel İdare				
ADM	2017/12	22.457.463,0	8.618.038,41	11.596,9	0,0	12.177,42	8.618.618,93	6.894.938,78	444.175,79	1.279.590,95	0,0	0,0	83,83	170,42		
AKDENİZ	2017/12	8.607.367,527	3.648.130,44	350.198,35	0,0	0,0	3.297.932,09	2.656.989,37	364.189,7	258.060,04	18.659,7	0,0	33,28	0,0		
AKEDAŞ	2017/12	8.387.483,572	3.933.279,9	776.594,6	15.762,1	27.055,06	3.167.978,26	2.606.123,12	70.102,81	346.609,5	71.725,33	73.456,87	40,69	80,06		
ARAS	2017/12	13.691.937,0	5.434.143,81	118.583,89	30.330,76	14.615,85	5.299.645,01	4.453.560,95	55.071,6	349.529,34	213.658,05	228.098,49	57,28	130,7		
AYEDAŞ	2017/12	15.710.696,676	6.254.151,17	151.844,57	5.209,28	100.108,41	6.197.205,73	4.957.784,14	173.636,05	1.065.823,3	0,0	0,0	39,02	76,78		
BAŞKENT	2017/12	39.046.337,72	16.768.279,79	1.705.568,88	95.388,08	463.449,63	15.430.772,46	12.758.891,08	896.867,4	633.999,77	414.218,7	726.932,21	141,28	277,98		
BOĞAZIÇI	2017/12	24.560.662,446	12.773.701,4	3.293.471,6	1.444,6	61.067,4	9.539.852,6	7.631.882,08	261.737,92	1.646.232,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
ÇAMLIBEL	2017/12	12.655.048,413	4.661.001,58	67.654,09	0,0	0,0	4.893.347,49	4.201.269,71	0,0	0,0	286.578,35	405.562,84	50,89	104,3		
ÇORLUH	2017/12	21.110.250,0	8.183.853,74	105.518,75	21.672,23	90.313,84	8.146.976,6	6.760.098,77	33.545,6	569.130,9	242.494,7	541.769,32	65,59	128,28		
DİCLE	2017/12	15.515.942,0	6.470.912,32	516.987,04	0,0	30.663,26	5.984.608,54	4.910.190,56	166.028,19	691.245,48	122.448,64	94.829,53	96,36	230,22		
FIRAT	2017/12	8.426.537,0	3.567.400,75	333.639,08	0,0	197.764,04	3.431.515,71	2.881.568,35	9.356,1	252.946,02	136.338,16	151.363,49	47,91	94,32		
GÖZ	2017/12	24.714.533,0	9.507.148,05	8.140,47	4.067,28	48.910,2	9.543.850,5	7.635.128,62	121.325,18	1.787.493,2	0,0	0,0	98,9	195,4		
KAYSERİ	2017/12	10.133.721.258	4.165.045,42	266.799,25	0,0	155.883,36	4.044.129,53	3.238.224,17	36.991,66	762.713,29	2.903,36	3.332,36	34,22	69,52		
MERAM	2017/12	26.397.472,0	10.150.169,0	33.940,41	0,0	0,0	10.116.228,59	8.410.428,72	128.171,8	940.429,29	317.413,68	3.19.874,48	88,34	177,72		
OSMANGAZI	2017/12	15.893.054,552	6.293.180,17	11.787,02	3.675,0	57.891,91	6.335.610,06	5.370.967,21	25.313,28	292.295,19	302.463,11	344.627,92	61,71	118,36		
SAKARYA	2017/12	19.304.472.779	7.614.414,95	82.929,66	1.603,47	49.605,46	7.579.487,28	6.182.841,11	181.251,41	960.481,6	119.221,37	135.763,99	75,64	147,84		
TOROSLAR	2017/12	32.549.481.792	13.550.689,35	737.742,96	25.050,79	667.394,24	13.455.289,84	10.852.581,18	566.936,67	1.876.824,99	88.384,15	70.602,8	145,83	285,78		
TRAKYA	2017/12	5.021.039.903	2.485.684,0	295.880,2	3.288,4	237.031,2	2.423.546,6	2.022.046,83	109.995,04	115.134,6	83.209,55	93.160,58	0,0	0,0		
ULUDAĞ	2017/12	31.286.464.139	12.201.210,0	169.975,0	355,0	64.797,0	12.095.677,0	9.849.641,9	75.804,0	1.826.521,8	173.100,3	170.609,0	0,0	0,0		
VAANGÖLÜ	2017/12	8.543.122,0	3.470.198,3	189.177,32	11.038,52	155.193,9	3.425.176,36	2.870.730,16	12.801,82	285.725,58	130.574,18	125.385,73	45,91	87,02		
YEŞİLIRMAK	2017/12	23.071.975,237	9.211.580,34	146.551,56	0,0	95.433,96	9.160.462,74	7.518.410,55	301.489,52	840.833,68	189.996,45	309.833,42	102,74	203,62		
Genel Toplam		387.085.062,014	159.252.212,89	9.374.581,6	218.885,51	2.529.366,14	152.188.111,92	124.664.397,56	4.034.911,53	16.761.621,12	2.913.387,78	3.795.183,03	1.309,42	2.578,32		

(*) Fatura tutarlarının hesaplanmasında ki kurus yuvarlaması sonucu oluşan bu tutarlar, bir sonraki dönemde talep edilecek tutarlara ilave edilecektir.

(**) Kurus yuvarlaması sonucu önceki dönemden bu döneme aktarılan tutar.

Şirket Bazında Tüketim İcmali

2018/1 DÖNEMİ

Şirket Adı	Dönemi	Cari Dönem Toplam Tüketim kWh	Cari Dönem Fatura TL	Cari Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödeme E Kişen Hata TL	Ödeme E Saas Toplam TL	Ödeme Dağılımı						Bir Sonraki Döneme Aktılan Yuvataama	Geçmiş Dönemden Gelen Yuvataama
								Bakım	Büyükşehir Belediyesi	Büyükşehir Belediyesi	Diger Belediyesi	İl Özel İdare			
ADM	2018/1	23.174.703,0	9.607.582,81	8.736,89	0,0	7.972,83	9.606.818,75	7.685.454,97	480.273,66	1.441.090,14	0,0	0,0	83,39	83,41	
AKDENİZ	2018/1	30.292.973,065	13.028.504,94	767.365,62	0,0	205.913,34	12.467.052,66	10.251.711,48	341.642,27	1.320.318,2	276.106,12	275.178,49	129,38	33,26	
AKEDAŞ	2018/1	8.831.107,525	3.724.406,97	191.937,95	0,0	152.779,44	3.685.248,46	3.038.225,56	83.418,87	389.583,38	90.026,16	83.994,73	40,18	40,42	
ARAS	2018/1	15.485.217,0	6.863.139,51	355.546,76	65.310,72	65.688,14	6.507.970,17	5.469.384,01	56.928,49	416.970,36	263.010,22	301.669,38	64,34	56,63	
AYEDAŞ	2018/1	16.781.103,053	7.070.679,45	198.857,46	9.904,72	139.437,15	7.001.354,42	5.601.083,72	186.286,6	1.213.984,51	0,0	0,0	38,5	38,91	
BAŞKENT	2018/1	41.388.922,307	19.266.970,97	2.205.501,94	132.539,77	405.854,76	17.334.794,02	14.334.966,82	984.985,4	709.716,3	467.139,8	837.974,45	141,59	140,34	
BOGAZCI	2018/1	24.280.012,09	14.251.049,3	4.103.241,0	3.354,9	47.797,9	10.192.251,3	8.153.801,04	287.620,0	1.750.830,26	0,0	0,0	0,0	0,0	
ÇAMLIBEL	2018/1	12.604.445,779	5.210.319,76	39.486,58	0,0	27.381,47	5.198.214,65	4.482.664,81	0,0	0,0	304.092,83	431.456,14	50,38	50,11	
ÇORLUH	2018/1	20.488.231,0	8.689.858,24	168.210,49	43.466,19	76.057,08	8.554.218,64	7.094.779,98	39.878,07	609.224,9	251.405,3	558.929,41	65,85	64,87	
DIÇLE	2018/1	14.456.474,0	6.570.248,84	544.315,46	0,0	0,0	6.025.933,38	4.938.979,43	170.766,16	702.782,77	118.231,21	95.176,92	92,6	95,71	
FIRAT	2018/1	6.488.248,0	2.935.955,72	228.104,86	0,0	100.917,03	2.808.768,69	2.384.576,73	8.897,77	125.355,95	137.559,04	152.384,27	42,44	47,51	
GÖZ	2018/1	25.271.872,0	10.708.878,05	202.453,61	0,0	1.412,59	10.507.837,03	8.406.269,0	141.023,41	1.960.544,5	0,0	0,0	98,65	98,53	
KAYSERİ	2018/1	10.268.696,209	4.347.683,95	74.406,0	0,0	373.405,57	4.646.683,52	3.719.830,77	56.689,4	864.165,52	2.484,97	3.510,41	36,49	34,04	
MERAM	2018/1	24.125.511,0	10.956.740,01	880.918,23	737,98	64.962,99	10.140.046,79	8.425.906,63	123.388,57	965.227,96	313.869,27	311.658,6	83,07	87,31	
OSMANGAZI	2018/1	19.868.595,35	8.364.502,33	34.427,8	0,0	12.570,64	8.342.645,17	7.081.979,82	26.433,41	360.030,72	407.863,16	466.336,7	62,08	60,72	
SAKARYA	2018/1	18.948.238,7	7.905.972,71	45.051,85	0,0	18.961,67	7.879.882,53	6.429.173,39	181.757,67	1.000.987,55	125.265,73	142.700,31	73,12	75,24	
TOROSLAR	2018/1	31.594.164,316	16.102.052,62	3.112.590,68	54.628,13	549.210,11	13.484.043,92	10.889.491,17	561.302,61	1.899.691,46	82.250,34	71.321,51	132,03	145,2	
TRAKYA	2018/1	10.955.953,161	5.129.055,3	574.457,8	18.838,8	79.008,1	4.614.766,8	3.858.662,68	181.754,22	184.312,9	166.849,24	223.187,76	0,0	0,0	
ULUDAĞ	2018/1	26.391.721,932	11.008.219,0	18.557,0	0,0	167.195,0	11.156.857,0	9.084.633,5	70.828,6	1.685.738,8	159.147,9	156.510,2	0,0	0,0	
VANGÖLÜ	2018/1	8.538.331,0	3.783.430,8	223.123,54	38.858,78	196.774,37	3.708.222,85	3.111.619,25	18.000,22	307.260,77	145.041,07	128.301,52	45,39	45,37	
YEŞİLIRMAK	2018/1	24.179.500,135	10.311.580,22	159.183,64	11.124,39	40.416,59	10.181.688,78	8.342.614,21	360.642,15	962.599,7	197.264,75	318.565,42	104,66	102,11	
Genel Toplam		414.414.020,622	185.836.831,5	14.146.474,36	378.704,38	2.733.716,77	174.045.289,53	142.745.608,97	4.362.515,55	18.870.416,65	3.509.607,11	4.556.836,22	1.384,74	1.299,77	

Şirket Bazında Tüketim İcmali

2018/2 DÖNEMİ

Şirket Adı	Dönemi	Cari Dönem Toplam Tüketim KİMi	Cari Dönem Fatura TL	Cari Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödenen Etkilenen Hata TL	Ödemeye Esas Toplam TL	Ödeme Dağılımı						
								Bakanlık	Büyükşehir Belediyesi	Büyükşehir Alt Belediyeler	Diğer Belediyeler	İl Özel İdare	Bir Sonraki Döneme Aktarılan Yuvarlama	**Geçmiş Dönemden Gelen Yuvarlama
ADM	2018/2	19.181.272,0	8.016.906,75	24.708,59	0,0	2.650,12	7.994.848,28	6.395.877,77	398.260,47	1.200.708,29	0,0	0,0	84,71	82,96
AKDENİZ	2018/2	17.016.822,352	7.699.534,68	549.675,95	0,0	95.305,3	7.245.164,03	5.926.708,58	337.841,2	725.576,67	130.559,56	124.525,06	82,13	129,17
AKEDAŞ	2018/2	7.544.954,772	3.209.376,38	164.881,17	0,0	91.879,71	3.136.374,92	2.580.005,98	83.356,64	330.628,28	70.906,34	71.476,61	40,71	39,64
ARAS	2018/2	12.486.764,0	5.395.988,38	190.049,31	1.426.222,15	24.577,21	3.804.294,13	3.180.446,55	381.34,15	224.472,82	147.010,72	204.232,25	61,2	63,56
AYEDAŞ	2018/2	15.184.218,358	6.633.550,09	239.085,75	88.988,79	163.047,5	6.468.523,05	5.174.818,2	168.824,03	1.124.880,34	0,0	0,0	38,86	36,38
BAŞKENT	2018/2	37.627.728,492	17.775.847,34	1.964.184,7	132.704,65	609.593,74	16.288.551,73	13.478.339,07	919.257,83	659.999,98	447.498,59	763.453,97	142,81	140,52
BOĞAZIÇI	2018/2	20.238.540,672	13.482.823,0	4.967.521,3	10.483,6	92.133,7	8.596.951,8	6.877.561,44	240.901,88	1.478.488,48	0,0	0,0	0,0	0,0
ÇAMLIBEL	2018/2	11.919.574,878	4.948.003,48	1.647,06	0,0	37.673,55	4.984.029,97	4.281.767,36	0,0	0,0	294.542,86	407.721,42	48,46	50,13
ÇORLUH	2018/2	17.670.551,0	7.477.269,21	154.623,79	48.801,07	100.394,33	7.374.238,68	6.120.741,12	32.036,33	505.832,49	221.350,38	494.277,63	65,8	65,07
DİCLE	2018/2	11.702.310,0	6.113.497,61	1.229.179,35	0,0	0,0	4.884.318,26	4.005.525,61	134.984,7	558.016,59	98.069,46	87.725,57	88,21	91,88
FIRAT	2018/2	6.507.860,0	3.182.163,76	462.443,72	2,2	103.730,56	2.823.448,42	2.377.966,29	47.140,5	140.018,01	119.227,91	139.073,08	44,56	41,93
GÖZ	2018/2	22.643.668,0	10.024.621,44	528.149,1	19.653,37	74.488,02	9.551.306,99	7.641.045,47	147.839,02	1.762.421,92	0,0	0,0	98,79	98,21
KAYSERİ	2018/2	8.655.260,364	3.711.193,99	99.197,07	0,0	262.557,6	3.874.554,52	3.101.715,21	39.498,13	728.233,7	2.071,69	3.036,27	35,85	36,33
MERAM	2018/2	19.843.601,0	8.365.620,8	100.749,56	0,0	14.937,43	8.279.808,67	6.875.715,08	113.661,27	790.967,91	251.867,25	247.598,11	80,92	81,87
OSMANGAZI	2018/2	17.628.105,546	7.813.903,37	9.441,94	0,0	25.581,59	7.830.043,02	6.640.260,06	31.313,74	347.525,24	376.226,06	434.717,75	61,14	60,97
SAKARYA	2018/2	16.159.775,16	6.823.078,43	120.286,98	0,0	8.705,35	6.710.996,8	5.473.064,66	158.080,69	856.132,9	104.267,49	119.450,73	72,78	72,65
TOROSLAR	2018/2	28.383.233,329	15.232.991,45	3.246.344,01	151.962,3	490.988,63	12.325.673,77	9.935.337,62	506.661,75	1.743.395,97	74.798,95	65.478,37	132,49	131,38
TRAKYA	2018/2	7.680.774,257	3.998.923,5	627.726,2	1.481,5	316.119,8	3.685.835,6	3.058.168,07	170.249,16	1.71.939,5	109.499,59	175.979,28	0,0	0,0
ULUDAĞ	2018/2	25.611.796,227	10.831.009,0	154.958,0	10,0	13.677,0	10.689.918,0	8.703.611,3	66.729,8	1.619.296,8	151.676,9	148.603,2	0,0	0,0
VANGÖLÜ	2018/2	7.036.465,0	3.190.828,1	256.226,01	5.149,63	155.848,16	3.065.300,62	2.582.612,57	12.613,49	283.174,04	114.370,49	92.533,84	41,09	44,9
YEŞİLIRMAK	2018/2	22.584.240,882	9.616.490,62	217.678,22	0,0	33.401,34	9.432.013,74	7.732.702,57	317.874,8	875.161,47	187.091,65	319.162,92	103,92	103,59
Genel Toplam		353.307.516,269	163.543.621,4	15.309.457,78	1.885.459,26	2.717.490,64	149.066.195,0	122.154.010,78	3.965.259,78	16.126.871,4	2.901.035,89	3.919.066,06	1.324,43	1.373,34

(*) Fatura tutarlarının hesaplanmasında ki kurus yuvarlama sonucu oluşan bu tutarlar, bir sonraki dönemde talep edilecek tutarlara ilave edilecektir.
(**) Kurus yuvarlama sonucu önceki dönemden bu döneme aktarılan tutar.

Şirket Bazında Tüketim İcmali

2018/3 DÖNEMİ

Şirket Adı	Dönemi	Carli Dönem Toplam Tüketim KWh	Carli Dönem Fatura TL	Carli Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödemeye Etkilenen Hata TL	Ödemeye E sas Toplam TL	Ödeme Dağılımı							
								Bakanlık	Buyukşehir Belediyesi	Buyukşehir Belediyesi Altı Belediyeler	Diger Belediyeler	İl Özel İdare	Bir Sonraki Döneme Aktarılan Yuvatanları	Geçmiş Dönemden Gelen Yuvatanları*	
ADM	2018/3	18.981,575,0	7.930.362,17	22.568,85	0,0	6.453,99	7.914.257,31	6.331.406,13	398.279,2	1.184.573,29	0,0	0,0	0,0	82,95	84,26
AKDEMİZ	2018/3	16.671,157,257	7.410.177,83	4.32.566,5	0,0	181.736,4	7.159.347,73	5.857.963,7	331.612,66	721.578,96	130.490,36	117.695,54	82,16	41,49	81,65
AME DAŞ	2018/3	7.412.221,661	3.347.862,27	362.360,9	497,77	20.680,75	3.005.684,35	2.472.245,53	70.194,44	325.211,54	67.698,2	70.333,56	41,49	40,41	40,41
ARAS	2018/3	11.798.793,0	5.744.714,01	780.417,44	1.718.997,66	151.567,1	3.396.866,01	2.859.352,89	36.331,24	200.173,85	14.1860,07	159.150,69	57,66	60,39	60,39
AYE DAŞ	2018/3	12.071.394,056	5.708.839,09	595.415,26	632.814,42	209.905,14	4.690.514,55	3.752.414,13	138.440,63	799.664,26	0,0	0,0	34,27	38,74	38,74
BAŞKENT	2018/3	31.980.343,224	15.470.107,23	1.856.156,66	1.931.975,8	587.179,15	12.269.153,92	10.182.480,79	547.180,86	506.249,74	367.151,58	666.104,26	128,44	141,75	141,75
BOGAZCI	2018/3	20.463.680,257	14.145.860,4	5.506.207,8	3.621,1	177.059,8	8.813.091,3	7.050.473,04	261.879,94	1.500.738,32	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ÇAMLIBEL	2018/3	8.852.812,569	3.728.520,91	29.161,59	1.695,1	0,0	3.697.664,22	3.180.194,65	0,0	0,0	222.061,48	295.412,69	42,94	47,54	47,54
ÇORLUH	2018/3	16.940,775,0	7.214.857,42	191.900,09	20.185,97	80.556,75	7.083.328,11	5.875.680,51	29.405,66	488.870,92	209.018,1	480.352,75	65,25	65,08	65,08
DİCLE	2018/3	11.910,359,0	6.919.337,85	1.948.064,4	0,0	0,0	4.971.273,45	4.078.585,46	138.016,06	564.257,48	101.567,56	88.845,55	87,86	87,52	87,52
FRAT	2018/3	6.207,926,0	2.907,703,63	316.133,76	0,0	190.247,9	2.781.817,77	2.347.895,24	49.471,18	113.891,08	122.442,2	148.117,13	44,04	44,1	44,1
GÖZ	2018/3	21.521,731,0	9.092.397,57	96.973,22	7.116,75	407.202,19	9.395.509,79	7.516.406,33	124.877,79	1.754.223,66	0,0	0,0	100,4	98,39	98,39
KAYSERİ	2018/3	8.717,503,239	3.716,199,81	77.100,67	0,0	89.345,0	3.728.444,14	2.984.863,04	34.477,57	703.869,53	2.107,48	3.127,31	34,9	35,69	35,69
MERAM	2018/3	20.183,639,0	8.696,546,13	282.485,0	0,0	4.749,2	8.418.810,33	6.991.686,24	111.205,87	804.510,34	256.636,48	254.772,28	78,92	79,8	79,8
OSMANGAZI	2018/3	15.289,075,283	6.600,668,17	30.600,2	0,0	24.702,35	6.594.770,32	5.593.784,28	22.065,54	275.486,33	317.967,81	385.466,21	60,14	59,99	59,99
SAKARYA	2018/3	16.113,786,08	6.727,705,39	58.689,24	14.877,29	87.365,44	6.741.504,3	5.497.824,23	159.524,12	857.092,13	104.621,87	122.439,98	74,28	72,31	72,31
TOROSLAR	2018/3	24.969,202,129	13.167,945,84	2.557,230,3	111.696,17	896.888,11	11.395.907,48	9.186.562,35	450.309,79	1.631.116,62	69.838,42	58.076,37	135,8	131,87	131,87
TRAKYA	2018/3	7.071,452,548	3.438,630,6	315.377,9	5.458,8	314.875,9	3.432.669,8	2.862.514,79	166.255,74	142.716,64	116.378,95	144.803,68	0,0	0,0	0,0
ULUDAĞ	2018/3	24.292,349,82	10.192,923,0	29.788,0	434,0	154.420,0	10.317,121,0	8.395.858,2	63.995,2	1.577.765,4	142.161,4	137.340,8	0,0	0,0	0,0
VAINGÖLÜ	2018/3	7.187,777,0	3.233,902,73	229.739,79	22.667,17	261.699,48	3.243,205,25	2.721,480,01	13.736,43	279.551,81	126.915,92	101.519,01	42,6	40,53	40,53
YEŞİLIRMAK	2018/3	19.235,235,485	8.338,306,08	292.488,61	3.622,79	53.159,89	8.095,354,57	6.636,001,21	287.473,28	754.198,53	159.716,46	257.865,14	103,12	103,17	103,17
Genel Toplam		327.872.788,608	153.733.562,13	16.011.426,18	4.475.650,79	3.899.804,54	137.146.289,7	112.375.674,75	3.434.733,2	15.185.740,43	2.658.694,34	3.491.522,95	1.297,22	1.313,19	

(*) Fatura tutarlarının hesaplanmasında ki kurus yuvarlaması sonucu oluşan bu tutarlar, bir sonraki dönemde talep edilecek tutarlara ilave edilecektir.

(**) Kurus yuvarlaması sonucu önceki dönemden bu döneme aktarılan tutar.

Şirket Bazında Tüketim İcmali

2018/4 DÖNEMİ

Şirket Adı	Dönemi	Cari Dönem Toplam Tüketim kWh	Cari Dönem Fatura TL	Cari Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödemeye E Kiemen Hata TL	Ödemeye Esas Toplam TL	Ödeme Dağılımı							Bir Sornaki Aktarılan Dönem Akılan Yuvanlama*	Geçmiş Dönemden Gelen Yuvanlama**
								Bakamlik	Büyükşehir Belediyesi	Büyükşehir Belediyesi Ait Belediyeler	Diger Belediyeler	İl Özel İdare				
ADM	2018/4	16.413.888,0	7.011.338,21	13.078,84	0,0	1,51	6.998.260,88	5.598.607,93	338.419,78	1.061.230,87	0,0	0,0	84,82	82,52		
AKDEMİZ	2018/4	16.739.056,338	7.669.647,41	516.087,82	0,0	876,66	7.154.436,25	5.852.414,79	330.197,44	717.341,82	128.864,79	125.618,77	80,28	81,64		
AKEDAŞ	2018/4	7.176.449,374	3.162.664,5	197.892,55	0,0	200.664,99	3.165.436,94	2.597.884,9	83.978,36	365.728,22	65.535,04	62.310,72	40,89	41,19		
ARAS	2018/4	9.977.822,0	5.321.040,88	1.063.426,13	1.187.236,19	71.929,92	3.142.308,48	2.648.306,36	23.838,74	141.078,26	134.459,91	194.623,22	58,85	56,86		
AYEDAŞ	2018/4	12.157.325,874	5.741.259,45	543.646,56	364.236,9	96.359,6	4.929.735,59	3.943.786,41	147.384,92	838.560,22	0,0	0,0	38,2	34,16		
BAŞKENT	2018/4	32.144.750,139	15.289.814,18	1.560.149,52	124.326,43	670.841,03	14.276.179,26	11.800.574,82	847.881,49	587.490,24	379.639,92	660.575,07	145,14	127,42		
BOGAZİÇİ	2018/4	17.672.737,422	13.580.363,1	5.893.804,3	787,2	109.360,2	7.795.131,8	6.236.105,44	232.728,94	1.326.297,42	0,0	0,0	0,0	0,0		
ÇAMLIBEL	2018/4	9.035.049,747	4.015.365,42	160.970,47	0,0	0,0	3.854.394,95	3.306.016,42	0,0	0,0	222.502,95	325.868,33	49,31	42,06		
ÇORLUH	2018/4	14.117.915,0	7.446.927,45	1.450.096,16	102.069,52	33.812,68	5.928.574,45	4.921.743,98	23.289,33	385.271,87	178.883,51	419.387,42	62,83	64,48		
DİCLE	2018/4	10.877.734,0	5.747.184,41	1.106.109,28	0,0	1.445.301,43	6.086.376,56	4.994.822,4	161.147,45	669.655,01	125.728,62	135.006,0	104,21	87,13		
FIRAT	2018/4	5.306.315,0	2.629.091,93	357.673,38	2.180,23	91.096,81	2.360.335,13	1.992.389,12	49.554,29	97.866,22	104.121,1	116.405,06	42,88	43,54		
GÖZ	2018/4	19.268.538,0	8.289.000,77	75.098,68	621,99	15.847,76	8.229.127,86	6.583.302,6	122.319,08	1.523.506,86	0,0	0,0	99,35	100,03		
KAYSERİ	2018/4	7.759.326,658	3.433.715,9	121.315,06	0,0	56.900,97	3.369.301,81	2.697.315,91	33.736,78	633.710,63	1.874,26	2.664,46	34,51	34,74		
MERAM	2018/4	19.017.919,0	10.278.657,99	2.199.064,9	0,0	26.593,88	8.106.186,97	6.736.359,59	106.537,81	766.644,03	251.410,66	245.232,6	80,06	77,78		
OSMANGAZI	2018/4	14.764.100,719	6.556.289,63	79.548,55	0,0	30.600,2	6.507.341,28	5.514.478,53	23.888,31	297.982,26	308.605,98	362.684,44	60,74	58,98		
SAKARYA	2018/4	14.336.749,8	6.050.799,4	15.498,27	0,0	50.659,0	6.085.960,13	4.960.541,02	148.353,72	776.957,29	91.872,42	108.135,85	73,83	73,8		
TOROSLAR	2018/4	25.492.300,541	13.379.176,74	2.446.012,09	40.698,27	530.955,88	11.423.422,26	9.205.138,75	459.064,9	1.635.350,38	66.401,5	57.465,41	136,49	135,17		
TRAKYA	2018/4	6.356.870,125	3.380.666,4	324.267,4	30.482,7	126.886,5	3.152.802,8	2.626.897,3	136.193,14	125.173,14	104.655,06	159.884,16	0,0	0,0		
ULUDAĞ	2018/4	22.122.240,679	9.432.478,0	25.408,0	273,0	23.023,0	9.429.820,0	7.674.529,6	60.963,2	1.436.603,8	130.673,6	127.049,8	0,0	0,0		
VANGÖLU	2018/4	6.084.403,0	2.810.999,34	207.066,37	4.375,82	214.830,23	2.814.388,38	2.363.721,1	11.521,38	255.975,08	112.208,67	70.965,24	38,88	42,07		
YEŞİLIRMAK	2018/4	18.779.822,413	8.409.169,95	360.374,48	6.654,21	11.126,15	8.053.267,41	6.597.358,54	289.024,77	743.563,8	154.747,08	268.570,54	105,17	102,48		
Genel Toplam		305.601.313,829	149.635.661,06	18.716.587,81	1.863.942,46	3.807.668,4	132.862.789,19	108.852.395,51	3.629.723,83	14.375.987,42	2.562.185,07	3.442.447,09	1.336,34	1.286,07		

(*) Fatura tutarlarının hesaplanmasında ki kurus yuvarlaması sonucu oluşan bu tutarlar, bir sonraki dönemde talep edilecek tutarlara ilave edilecektir.

(**) Kurus yuvarlaması sonucu önceki dönemden bu döneme aktarılan tutar.

Şirket Bazında Tüketim İcmali

2018/5 DÖNEMİ

Şirket Adı	Dönemi	Cari Dönem Toplamı Tüketim KİH	Cari Dönem Fatura TL	Cari Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödenen Eklene Hata TL	Ödenen Esas Toplam TL	Ödeme Dağılımı						
								Bakanlık	Büyükşehir Belediyesi	Büyükşehir Ait Belediyeler	Diger Belediyeler	İl Özel İdare	Bir Sonraki Döneme Aktarılan Yuvanlar*	Geçmiş Döneme Gelen Yuvanlar*
ADMI	2018/5	15.107.871,0	6.456.654,52	4.236,54	2.038,71	11.104,25	6.460.483,52	5.168.389,08	332.960,93	969.138,37	0,0	0,0	79,51	84,37
AKDENİZ	2018/5	14.278.203,156	6.507.792,14	376.023,5	0,0	116.102,11	6.248.870,75	5.110.243,14	290.481,7	630.623,91	111.146,57	106.374,06	81,12	79,75
AKEDAŞ	2018/5	5.462.772,538	3.104.537,85	780.347,0	79,39	63.440,3	2.387.551,76	1.963.251,55	57.472,59	261.733,17	53.209,12	51.888,88	37,02	40,57
ARAS	2018/5	9.357.226,0	4.273.765,02	286.729,86	553.867,38	129.617,72	3.562.785,5	2.991.680,0	35.549,17	197.415,42	141.451,84	196.687,44	59,7	58,07
AYEDAŞ	2018/5	10.519.683,29	5.154.409,2	617.696,5	207.658,57	97.094,63	4.426.148,76	3.540.919,28	130.446,65	754.783,09	0,0	0,0	37,82	38,08
BAŞKENT	2018/5	28.039.498,292	13.630.887,78	1.339.388,63	370.295,65	305.078,25	12.226.281,75	10.118.241,99	731.879,65	488.327,73	337.214,64	560.618,28	143,54	144,08
BOĞAZIÇI	2018/5	16.464.939,796	13.665.766,2	6.484.371,0	4.384,2	71.503,3	7.238.514,3	5.790.811,44	232.303,06	1.215.399,8	0,0	0,0	0,0	0,0
ÇAMLIBEL	2018/5	8.434.314,02	3.638.956,83	51.157,02	0,0	2.596,07	3.590.395,88	3.085.532,21	0,0	0,0	213.215,05	291.649,15	47,89	48,42
ÇORLUH	2018/5	15.688.582,0	8.038.420,83	1.401.455,81	403.869,47	1.154.925,78	7.388.021,33	6.106.610,01	80.418,02	578.366,29	196.194,36	426.428,8	65,89	62,04
DİCLE	2018/5	10.138.020,0	5.598.918,44	1.269.411,89	0,0	0,0	4.329.506,55	3.556.005,13	114.792,4	489.779,7	92.392,29	76.553,51	87,0	103,48
FIRAT	2018/5	4.881.049,0	2.404.624,83	311.415,65	647,0	132.159,36	2.224.721,54	1.874.847,75	48.269,05	92.969,37	95.070,92	113.562,95	43,92	42,42
GÖZ	2018/5	17.582.849,0	7.726.047,36	197.435,35	4.261,43	45.562,54	7.569.913,12	6.055.930,27	105.933,18	1.408.048,44	0,0	0,0	100,18	98,95
KAYSERİ	2018/5	7.025.392,018	3.086.635,48	85.988,86	0,0	196.627,05	3.197.273,67	2.559.565,22	29.396,01	604.067,53	1.746,85	2.496,97	35,44	34,35
MERAM	2018/5	18.122.307,0	8.270.563,61	541.379,16	0,0	340.410,13	8.069.594,58	6.704.266,15	107.288,16	752.191,84	248.581,81	257.272,2	83,35	78,93
OSMANGAZI	2018/5	12.803.771,186	5.677.102,05	60.289,63	0,0	33.119,77	5.649.932,19	4.797.372,14	17.258,09	232.481,9	277.426,65	325.391,66	61,33	59,58
SAKARYA	2018/5	13.221.993,91	5.614.871,36	27.595,86	0,0	15.488,12	5.602.763,62	4.571.290,48	137.560,24	704.807,61	89.080,46	100.023,56	74,48	73,21
TOROSLAR	2018/5	22.696.017,24	12.109.019,16	2.260.675,19	147.409,41	403.295,18	10.104.229,74	8.143.630,45	394.903,25	1.451.711,28	60.246,18	53.739,78	134,66	135,88
TRAKYA	2018/5	6.549.362,796	3.571.983,0	584.154,3	266,3	155.490,6	3.143.003,0	2.608.603,0	162.637,98	153.302,2	94.200,6	124.259,22	0,0	0,0
ULUDAĞ	2018/5	20.001.981,032	8.543.043,0	27.364,0	1.719,0	15.204,0	8.529.164,0	6.943.105,3	57.618,6	1.294.045,6	119.774,1	114.620,4	0,0	0,0
VANGÖLÜ	2018/5	6.499.372,0	3.142.595,4	364.691,44	1.889,85	196.657,51	2.972.671,62	2.485.951,68	15.464,14	254.787,84	107.817,3	108.664,79	44,32	38,45
YEŞİLIRMAK	2018/5	16.708.602,265	7.349.776,53	226.525,91	5.042,98	224.133,37	7.342.343,01	6.016.799,07	264.750,44	674.490,54	142.926,03	243.372,59	108,9	104,56
Genel Toplam		279.583.807,529	137.555.320,59	17.297.333,1	1.703.429,34	3.709.612,04	122.264.170,19	100.193.035,34	3.347.373,31	13.138.471,63	2.381.694,77	3.143.564,24	1.326,07	1.325,17

(*) Fatura tutarlarının hesaplanmasında ki kurus yuvarlaması sonucu oluşan bu tutarlar, bir sonraki dönemde talep edilecek tutarlara ilave edilecektir.

(**) Kurus yuvarlaması sonucu önceki dönemden bu döneme aktarılan tutar.

Şirket Bazında Tüketim İcmali

2018/6 DÖNEMİ

Şirket Adı	Dönemi	Carri Dönem Toplam Tüketim KVVH	Carri Dönem Fatura TL	Carri Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödemeye Eklenen Hata TL	Ödemeye Esas Toplam TL	Ödeme Dağılımı							Bir Sonraki Döneme Aktarılan Yıvartama	Geçmiş Döneme Gelen Yıvartama
								Bakanlık	Büyükşehir Belediyesi	Büyükşehir Belediye Alt Belediyeler	Düğer Belediyeler	İl Özel İdare				
ADIM	2018/6	15.735.000,0	6.720.838,36	8.335,92	0,0	0,63	6.712.503,07	5.370.007,57	325.307,33	1.017.197,48	0,0	0,0	80,77	80,03		
AKDEHİZ	2018/6	14.124.934,881	6.578.198,98	514.757,63	0,0	36.357,76	6.099.799,11	4.884.885,21	296.410,64	613.282,84	105.015,57	100.266,5	78,95	80,6		
AKEDAŞ	2018/6	6.673.449,296	2.867.888,57	114.871,78	0,0	80,05	2.753.093,84	2.261.439,41	61.997,37	309.749,28	58.964,03	60.943,13	42,82	42,2		
ARAS	2018/6	8.505.394,0	4.354.977,21	756.040,78	618.221,08	182.087,58	3.162.802,93	2.657.008,44	27.925,67	183.564,31	126.766,07	167.539,12	58,16	58,84		
AYEDAŞ	2018/6	10.189.369,038	5.005.842,61	619.665,63	34.827,43	133.933,74	4.485.283,29	3.588.226,42	157.383,62	739.673,47	0,0	0,0	37,46	37,68		
BAŞKENT	2018/6	28.507.318,229	12.400.856,65	986.144,19	104.032,93	251.635,73	11.562.315,26	9.557.307,49	693.176,1	469.679,64	307.456,93	534.690,38	147,16	142,44		
BOĞAZIÇI	2018/6	15.557.423,001	13.797.121,8	7.109.659,5	0,0	112.883,4	6.800.345,7	5.440.276,56	237.453,08	1.122.616,06	0,0	0,0	0,0	0,0		
ÇAMLIBEL	2018/6	7.119.086,516	3.040.603,15	8.958,0	0,0	4.259,08	3.035.904,23	2.616.821,52	0,0	0,0	188.095,81	230.991,23	42,68	47,01		
ÇORLUH	2018/6	13.414.531,0	6.289.853,09	575.010,94	46.321,42	704.810,82	6.373.331,55	5.272.323,69	95.911,51	440.578,02	173.660,03	390.853,41	70,03	65,14		
DİCLE	2018/6	9.312.186,0	5.251.167,7	1.271.300,79	0,0	297.392,0	4.277.258,91	3.503.453,42	138.368,36	482.832,43	81.647,5	70.954,49	88,98	86,27		
FIRAT	2018/6	4.556.185,0	2.332.964,27	384.238,1	0,0	131.376,53	2.080.102,7	1.753.304,2	41.773,39	86.286,09	89.222,88	109.514,95	101,39	99,76		
GÖZ	2018/6	16.455.967,0	7.142.128,22	72.921,88	2.376,46	9.067,07	7.075.896,95	5.660.716,64	97.238,99	1.317.939,69	0,0	0,0	34,91	35,29		
KAYSERİ	2018/6	6.344.132,67	2.766.852,99	51.784,59	0,0	75.632,67	2.790.701,07	2.234.092,23	28.106,76	524.804,08	1.531,34	2.167,04	84,9	82,19		
MERAM	2018/6	17.110.949,0	7.986.162,63	696.319,07	0,0	40.209,39	7.330.052,95	6.102.823,5	106.654,07	649.280,95	238.781,61	232.510,11	61,68	60,22		
OSMANGAZI	2018/6	12.397.944,112	5.411.804,57	1.939,17	0,0	76.899,54	5.486.764,94	4.663.093,24	18.535,84	236.421,93	273.681,18	295.031,29	73,35	74,03		
SAKARYA	2018/6	11.822.682,94	5.050.533,14	11.611,28	2.861,95	20.562,97	5.056.622,88	4.124.365,48	129.946,69	635.608,01	79.066,79	87.636,59	135,58	134,05		
TOROSLAR	2018/6	20.807.554,474	11.290.612,84	2.163.648,28	329.675,49	296.860,33	9.094.149,4	7.329.435,49	347.640,44	1.315.379,28	54.116,22	47.576,44	135,58	134,05		
TRAKYA	2018/6	5.439.981,219	2.777.562,6	264.002,2	0,0	294.258,5	2.807.818,9	2.344.744,4	129.633,82	105.313,74	98.489,28	129.637,66	0,0	0,0		
ULUDAĞ	2018/6	19.287.469,55	8.237.244,0	33.989,0	27,0	28.350,0	8.231.578,0	6.701.347,5	56.412,2	1.249.184,6	116.085,1	108.548,6	0,0	0,0		
VAĞGÖLÜ	2018/6	5.555.600,0	2.689.393,06	310.748,91	4.528,24	202.630,56	2.576.746,47	2.158.671,74	10.795,66	235.091,77	97.272,54	74.918,61	39,5	43,35		
YEŞİLIRMAK	2018/6	15.095.057,693	6.813.394,7	372.561,92	0,0	41.579,57	6.482.412,35	5.313.768,05	236.531,48	598.973,06	127.836,29	205.306,64	105,11	108,28		
Genel Toplam		261.992.195,619	128.806.998,14	16.328.509,56	1.142.872,0	2.940.867,92	114.276.484,5	93.638.082,2	3.237.203,02	12.333.426,73	2.217.689,17	2.849.086,19	1.328,09	1.330,9		

(*) Fatura tutarlarının hesaplanmasında ki kuruş yuvarlaması sonucu oluşan bu tutarlar, bir sonraki dönemde talep edilecek tutarlara ilave edilecektir.

(**) Kuruş yuvarlaması sonucu önceki dönemden bu döneme aktarılan tutar.

Şirket Bazında Tüketim İcmali

2018/7 DÖNEMİ

Şirket Adı	Dönemi	Cari Dönem Toplamı Tüketim KİTİ	Cari Dönem Fatura TL	Cari Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödenen Eklene Hata TL	Ödenen Esas Toplam TL	Ödeme Dağılımı						
								Bakanlık	Büyükşehir Belediyesi	Büyükşehir Belediye Alt Belediyeler	Diger Belediyeler	İl Özelidare	Bir Sonraki Dönem Aktarılan Yuvardama*	Geçmiş Dönem Gelen Yuvardama*
ADM	2018/7	15.510.515,0	6.631.655,75	16.049,78	40,27	5.389,74	6.620.955,44	5.296.763,66	345.201,12	978.989,51	0,0	0,0	81,51	80,36
AKDEMİZ	2018/7	15.269.572,509	7.030.997,34	462.444,28	0,0	1.177.998,7	6.866.551,76	5.464.716,93	330.974,58	665.948,05	115.478,11	109.427,92	84,6	78,43
AKEDAŞ	2018/7	6.238.058,407	2.605.535,97	8.847,68	1.501,95	102.730,45	2.697.916,79	2.215.359,5	73.977,24	294.991,09	57.021,95	56.575,18	42,58	50,75
ARAS	2018/7	8.483.228,0	3.780.398,83	160.319,06	1.082.209,68	194.446,0	2.732.316,09	2.300.140,32	38.176,54	128.897,37	114.285,58	150.820,98	52,71	57,41
AYEDAŞ	2018/7	13.088.830,776	6.537.981,66	552.594,04	223.488,3	148.763,66	5.910.662,98	4.728.527,67	181.626,85	1.000.502,59	0,0	0,0	43,19	37,32
BAŞKENT	2018/7	31.995.628,988	34.143.551,72	20.555.055,98	7.094.420,45	66.937,34	6.561.012,63	5.539.319,6	0,0	221.605,60	290.491,88	509.621,72	120,02	146,19
BOĞAZIÇI	2018/7	16.449.278,392	14.722.578,2	7.716.149,7	33.845,1	180.254,5	7.152.837,9	5.722.270,32	233.570,08	1.196.997,5	0,0	0,0	0,0	0,0
ÇAMLIBEL	2018/7	6.797.566,32	2.974.231,38	101.323,23	15.895,66	4.381,05	2.861.393,54	2.467.548,0	0,0	0,0	178.432,98	215.413,46	40,89	41,79
ÇORLUH	2018/7	13.705.556,0	6.985.728,97	1.166.957,92	125.980,9	258.092,68	5.960.883,01	4.941.478,25	62.415,79	389.428,79	172.772,85	394.787,04	70,24	69,95
DİCLE	2018/7	10.080.299,0	5.734.798,51	1.428.879,02	0,0	0,0	4.304.919,49	3.528.870,19	117.401,23	495.087,5	84.934,07	78.628,23	87,28	89,01
FIRAT	2018/7	4.724.903,0	2.318.741,92	291.674,44	0,0	67.336,72	2.094.404,2	1.768.526,78	42.874,07	80.524,49	93.003,78	109.474,35	45,43	44,7
GÖZ	2018/7	17.710.897,0	7.724.393,16	115.428,09	0,0	14.173,5	7.623.138,57	6.098.511,86	120.203,8	1.404.424,23	0,0	0,0	100,09	101,41
KAYSERİ	2018/7	7.120.776,382	3.185.857,29	137.581,68	0,0	41.025,65	3.089.301,26	2.473.076,85	38.248,61	574.223,68	1.636,66	2.113,8	36,55	34,89
MERAM	2018/7	17.784.224,0	11.216.710,76	3.642.927,28	679.198,74	8.806,28	6.903.391,02	5.738.517,26	89.077,38	658.144,64	213.802,92	205.853,79	79,97	84,94
OSMANGAZI	2018/7	13.255.358,587	5.784.550,87	4.420,51	0,0	28.852,25	5.808.982,61	4.950.188,06	16.492,76	230.707,36	303.001,8	308.592,26	62,02	61,65
SAKARYA	2018/7	12.383.943,78	5.279.307,82	16.522,31	603,3	11.268,13	5.273.450,34	4.303.102,56	134.778,48	661.580,8	84.341,83	89.646,84	73,14	73,31
TOROSLAR	2018/7	34.088.131,284	22.089.284,16	1.493.401,68	1.591.964,18	280.765,94	19.294.684,24	15.618.419,93	804.837,16	2.584.986,24	182.688,19	103.708,24	170,11	135,63
TRAKYA	2018/7	4.921.149,521	2.431.342,0	255.682,8	8.659,8	57.743,6	2.224.743,0	1.853.571,93	93.927,98	97.609,4	73.777,53	105.856,16	0,0	0,0
ULUDAĞ	2018/7	18.310.078,396	7.860.079,0	49.622,0	0,0	30.318,0	7.840.775,0	6.383.830,5	54.692,0	1.187.199,6	111.210,5	103.842,4	0,0	0,0
VANGÖLÜ	2018/7	6.197.766,0	2.949.438,13	298.784,95	36.836,78	301.110,48	2.914.928,88	2.439.503,65	10.908,91	277.076,24	107.563,68	79.871,7	42,22	39,52
YEŞİLIRMAK	2018/7	15.053.337,01	6.843.713,37	403.668,29	755,6	13.178,96	6.452.468,44	5.290.857,85	228.963,09	591.666,97	128.882,83	212.097,18	105,56	105,04
Genel Toplam		289.149.098,352	168.840.876,81	38.879.334,72	10.895.400,71	1.943.573,81	121.009.715,19	99.121.101,67	3.018.347,67	13.720.601,646	2.313.327,14	2.836.331,25	1.338,11	1.332,3

(*) Fatura tutarlarının hesaplanmasında ki kurruş yuvarlaması sonucu oluşan bu tutarlar, bir sonraki dönemde talep edilecek tutarlara ilave edilecektir.

(**) Kurruş yuvarlaması sonucu önceki dönemden bu döneme aktarılan tutar.

Şirket Bazında Tüketim İcmali

2018/8 DÖNEMİ

Şirket Adı	Dönemi	Cari Dönem Toplam Tüketim Kibit	Cari Dönem Fatura TL	Cari Dönem Hata TL	Geçmiş Dönem Hata TL	Ödeme Etkilenen Hata TL	Ödeme Esas Toplam TL	Ödeme Dağılımı							
								Bakanlık	Büyükşehir Belediyesi	Büyükşehir Belediye Alt Belediyeler	Diğer Belediyeler	İl Özel İdare	Bir Sonaki Döneme Aktarılan Yuvartırması*	Geçmiş Dönemden Gelen Yuvartırması**	
ADIM	2018/8	18.074.838,0	8.686.429,64	2.103,152	4.429,31	1,16	8.660.969,97	6.928.773,33	432.932,54	1.299.259,1	0,0	0,0	0,0	0,0	84,09
AKOENİZ	2018/8	16.764.651,732	8.816.591,61	715.552,59	0,0	180.436,7	8.281.475,72	6.768.445,74	395.969,57	835.540,33	143.264,93	138.255,94	83,3	84,09	
AKEDAŞ	2018/8	7.136.103,748	3.787.988,09	428.932,31	412,09	3.591,95	3.362.235,64	2.759.872,22	83.999,35	377.850,47	70.083,9	70.429,39	42,58	42,27	
AKEDAŞ	2018/8	10.335.252,0	5.274.784,9	297.551,42	1.972.203,41	51.121,13	3.056.151,2	2.575.734,14	22.215,32	174.075,5	130.813,37	153.310,66	54,12	51,91	
ARAS	2018/8	9.821.394,669	5.160.774,18	546.772,72	23.653,44	66.702,5	4.657.050,52	3.725.643,19	144.620,12	786.792,4	0,0	0,0	37,87	43,06	
BAŞKENT	2018/8	25.617.246,123	12.861.034,94	953.355,56	659.865,94	20.202.589,18	31.450.402,62	26.475.473,45	3.320.840,5	1.792.026,14	315.178,29	546.828,08	159,24	103,08	
BOĞAZIÇI	2018/8	17.703.299,464	17.120.509,0	8.464.941,5	245,2	170.520,7	8.825.843,0	7.060.674,4	274.588,92	1.490.579,68	0,0	0,0	0,0	0,0	
ÇAMLIBEL	2018/8	11.984.184,472	5.826.964,09	115.339,23	0,0	3.742,33	5.715.367,19	4.884.700,02	0,0	0,0	312.409,63	518.245,93	51,58	39,97	
ÇORLUH	2018/8	17.350.302,0	8.920.917,81	662.305,42	21.944,36	986.358,45	9.223.025,48	7.638.705,23	124.509,3	647.479,97	260.310,61	551.947,84	73,53	0,0	
DİCLE	2018/8	10.704.216,0	7.387.016,03	2.199.840,58	0,0	0,0	5.187.175,45	4.282.120,7	147.256,04	589.920,84	102.413,69	95.381,09	83,09	0,0	
FIRAT	2018/8	5.284.115,0	2.946.202,47	370.855,95	2.577,54	127.013,6	2.699.782,58	2.276.882,84	53.373,82	114.780,01	117.072,48	137.629,38	44,05	0,0	
GÖZ	2018/8	18.673.673,0	9.066.746,36	26.389,18	3.614,49	89.806,18	9.126.548,87	7.301.189,7	114.894,38	1.710.365,36	0,0	0,0	99,43	0,0	
KAVSERİ	2018/8	7.435.010,45	3.681.911,96	76.373,32	0,0	110.401,77	3.715.940,41	2.974.743,96	39.765,87	696.709,3	2.009,76	2.675,05	36,47	0,0	
MERAM	2018/8	17.467.696,0	8.574.045,08	89.612,88	0,0	70.945,26	8.556.377,46	7.107.540,59	111.780,73	823.170,27	263.266,46	249.538,16	81,25	0,0	
OSMANGAZI	2018/8	11.463.522,437	5.437.026,7	3.161,4	0,0	820,55	5.434.685,85	4.607.782,27	21.439,48	244.013,62	260.051,18	301.339,23	60,07	0,0	
SAKARYA	2018/8	13.860.804,75	6.860.438,21	13.814,72	2.340,62	2.038,99	6.846.321,86	5.581.571,7	17.479,6	867.810,52	104.545,49	120.841,44	73,11	0,0	
TOROSLAR	2018/8	20.727.320,699	11.670.391,22	1.922.168,83	90.974,79	248.104,16	9.905.351,76	7.984.132,14	402.173,84	1.405.413,95	59.915,27	53.579,93	136,63	0,0	
TBAKKA	2018/8	7.067.142,021	4.035.230,7	447.368,5	0,0	69.897,8	3.657.760,0	3.032.216,77	171.874,76	204.464,18	106.008,77	143.195,52	0,0	0,0	
ULUDAĞ	2018/8	21.354.946,89	10.385.339,0	21.098,0	375,0	49.649,0	10.413.515,0	8.478.379,3	69.509,0	1.576.390,0	147.567,3	141.669,4	0,0	0,0	
VANGÖLU	2018/8	7.525.510,0	3.987.864,75	374.907,59	5.407,17	277.517,62	3.885.067,61	3.249.483,23	15.473,71	342.896,83	141.445,2	135.724,48	44,16	0,0	
YEŞİLIRMAK	2018/8	16.489.558,008	8.173.826,59	416.799,84	0,0	190.743,71	7.947.774,46	6.521.945,59	284.907,6	733.409,58	163.772,69	243.629,99	106,01	0,0	
Genel Toplam		292.840.787,463	158.662.033,33	18.168.172,06	2.788.043,36	22.902.002,74	160.607.820,65	131.186.010,51	6.403.604,45	16.712.948,05	2.700.129,02	3.604.221,51	1.332,59	445,48	

(*) Fatura tutarlarının hesaplanmasında ki kurus yuvarlaması sonucu oluşan bu tutarlar, bir sonraki dönemde talep edilecek tutarlara ilave edilecektir.

(**) Kurus yuvarlaması sonucu önceki dönemden bu döneme aktarılan tutar.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Kırıkkale'nin Keskin İlçesinde doğdu. Lise eğitimini Keskin Endüstri Meslek Lisesinde tamamladı. 2001 yılında TEDAŞ Çanakkale İl Müdürlüğünde ETİB Teknisyeni olarak göreve başladı. Fırat Üniversitesi Elektrik bölümünden 2004 yılında mezun oldu. İkinci üniversite Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümünden 2016 yılında mezun oldu. 2014 yılında A sınıfı İş güvenliği uzmanı olmaya hak kazandı. 2017 yılında Erzincan Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Yüksek Lisans programına başladı. Eğitimi halen devam etmektedir. Şuan TEDAŞ Genel Müdürlüğü Eğitim Daire Başkanlığı bünyesinde Mesleki Sınav ve Belgelendirme Müdürü olarak görev yapmaktadır.