

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAMPÜS TİPİ YERLEŞİM BİRİMLERİNDE  
KOMPANZASYON VE HARMONİK AÇISINDAN  
GÜÇ ANALİZLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Elk.-Elektronik Müh. Umut AYDIN**

**Enstitü Anabilim Dalı : ELK.-ELEKTRONİK MÜH.**

**Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRİK**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. M.Ali YALÇIN**

**Haziran 2007**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAMPÜS TİPİ YERLEŞİM BİRİMLERİNDE  
KOMPANZASYON VE HARMONİK AÇISINDAN  
GÜÇ ANALİZLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Elk.-Elektronik Müh. Umut AYDIN**

**Enstitü Anabilim Dalı : ELK.-ELEKTRONİK MÜH.**

**Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRİK**

**Bu tez 08 / 06 /2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Prof. Dr.  
M. Ali YALÇIN  
Jüri Başkanı**

**Prof. Dr.  
Ertan YANIKOĞLU  
Üye**

**Yrd. Doç. Dr.  
Mustafa DENKTAŞ  
Üye**

## **TEŐEKKÖR**

Tezin hazırlanması aŐamasında bana her tÖrlÖ desteği veren danıŐman hocam sayın Prof. Dr. M. Ali Yalçın'a, desteğini esirgemeyen sevgili eŐime ve aileme, her tÖrlÖ teknik desteği veren Debsan, Federal Elektrik ve Circutor firmalarına, MÖhendislik FakÖltesi Elektrik Elektronik MÖhendislięi bÖlÖmÖndeki tÖm asistan arkadaŐlarımaya ve saygıdeğer hocalarıma teŐekkÖrÖ borç bilirim.

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU.....	4
2.1. Giriş.....	4
2.2. Kompanzasyon.....	5
2.2.1. Düşük güç katsayısının sakıncaları.....	8
2.2.2. Kompanzasyonun yararları.....	10
2.2.3. Güç sistemleri için gerekli olan temel çalışmalar.....	14
2.2.3.1. Yük akışı.....	14
2.2.3.2. Arızalı durum .....	15
2.2.3.3. Koruma .....	15
2.2.3.4. Topraklama.....	15
2.2.3.5. Kararlılık.....	15
2.2.3.6. Geçici rejimler.....	16
2.2.3.7. Aşırı gerilimler.....	16
2.2.3.8. İzolasyon koordinasyon.....	16

2.2.3.9. Ekonomik yük dağılımı.....	16
2.2.3.10. Güç kalitesi .....	17
2.2.3.11. Elektromanyetik uyumluluk.....	17
2.2.3.12. Yük tahmini.....	17
2.2.4. İşletme sınıflarına göre reaktif güç kontrol rölesi seçimi.....	17
2.2.4.1. Trifaze yüklü ve dengeli işletmeler.....	18
2.2.4.2. Trifaze ve monofaze yüklere sahip dengeli işletmeler..	18
2.2.4.3. Çoğunlukla monofaze yüklere sahip işletmeler.....	18
2.3. Harmonik problemi .....	20
2.3.1.Harmoniklerin yol açtığı problemler.....	23

### BÖLÜM 3.

#### SAKARYA ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS ALANI ENERJİ DAĞITIMINA

GENEL BAKIŞ.....	24
3.1. Giriş.....	24
3.2. Kampus alanındaki trafoların beslemekte olduğu hizmet binaları	25
3.2.1. Rektörlük 1000 kVA trafo.....	25
3.2.2. Kafeterya 1000 kVA trafo.....	26
3.2.3. Ariston 1000 kVA trafo.....	26
3.2.4. Yurtlar bölgesi 1000 kVA trafo.....	27
3.2.5. Mühendislik 1000 kVA trafo.....	27
3.2.6. Spor salonu 630 kVA trafo.....	27
3.3. Güç tanımları.....	28
3.3.1. Kurulu güç.....	28
3.3.2. İstek gücü .....	28

### BÖLÜM 4.

#### KAMPÜS İÇİ 1000 kVA TRAFÖ MERKEZLERİNDE YAPILAN DETAYLI

ÖLÇÜMLER.....	30
4.1 Giriş.....	30
4.2 Ölçümler ve grafikler.....	31
4.2.1. Rektörlük trafosu.....	31

4.2.2. Yemekhane trafosu.....	39
4.2.3. Ariston trafosu.....	46
4.2.4. Mühendislik trafosu.....	52
4.2.5. Yurtlar trafosu.....	59
BÖLÜM 5.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR.....	69
EKLER.....	71
ÖZGEÇMİŞ.....	81

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

E.P.D.K.	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EMU	: Elektromanyetik Uyumluluk
SA.Ü.	: Sakarya Üniversitesi
S	: Görünen Güç
U <sub>f</sub>	: Faz Gerilimi
I	: Hat Akımı
I <sub>p</sub>	: Aktif Akım
P	: Aktif Güç
I <sub>q</sub>	: Reaktif Akım
Q	: Reaktif Güç
$\varphi$	: Faz Açısı
Cos $\varphi$	: Güç kat sayısı
V	: Gerilim
C	: Kapasitör
X	: Hattın endüktif empedansı
kVARL	: Endüktif Reaktif Güç
kVARC	: Kapasitif Reaktif Güç
kVAR	: Kompanzasyon Gücü
U <sub>h</sub>	: Hat gerilimi

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Tesis Elemanlarının Çektikleri Akım ve Güç Bileşenleri.....	6
Şekil 2.2. Güç Faktörünün Düzeltilmesi ile Sistem Kapasitesindeki Artış.....	10
Şekil 2.3. İletim Hattının Tek Kutuplu Gösterilişi.....	12
Şekil 2.4. Doğrusal Bir Yükte Akım Dalga Şekli .....	20
Şekil 2.5. Doğrusal Olmayan Yükte Akım Dalga Şekli.....	21
Şekil 2.6. Doğrusal olmayan yük eşdeğer devresi.....	22
Şekil 4.1. Rektörlük trafosu gerilim grafiği.....	32
Şekil 4.2. Rektörlük trafosu akım grafiği.....	32
Şekil 4.3. Rektörlük trafosu 3 faz akım - zaman grafiği.....	33
Şekil 4.4. Rektörlük trafosu güç - zaman grafiği.....	33
Şekil 4.5. Rektörlük trafosu 3 faz aktif güç - zaman grafiği.....	34
Şekil 4.6. Rektörlük trafosu kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) grafik...	34
Şekil 4.7. Rektörlük trafosu 3 faz Kompanzasyon İhtiyacına İlişkin (kVArL)- zaman grafiği.....	35
Şekil 4.8. Rektörlük trafosu güç faktörü - zaman grafiği.....	35
Şekil 4.9. Rektörlük trafosu frekans - zaman grafiği.....	36
Şekil 4.10. Rektörlük trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) - zaman grafiği.....	36
Şekil 4.11. Rektörlük trafosu toplam harmonik distorsiyon dalga formu grafiği.....	37
Şekil 4.12. Rektörlük trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) detay grafiği.....	37
Şekil 4.13. Yemekhane trafosu gerilim grafiği.....	39
Şekil 4.14. Yemekhane trafosu akım grafiği.....	40
Şekil 4.15. Yemekhane trafosu 3 faz akım - zaman grafiği.....	40
Şekil 4.16. Yemekhane trafosu güç grafiği.....	41



Şekil 4.17. Yemekhane trafosu 3 faz aktif güç - zaman grafiği.....	41
Şekil 4.18. Yemekhane trafosu kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) grafiği.....	42
Şekil 4.19. Yemekhane trafosu 3 faz kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) zaman grafiği.....	42
Şekil 4.20. Yemekhane trafosu güç faktörü grafiği.....	43
Şekil 4.21. Yemekhane trafosu frekans ölçüm grafiği.....	43
Şekil 4.22. Yemekhane trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) grafiği.....	44
Şekil 4.23. Yemekhane trafosu toplam harmonik distorsiyon dalga formu grafiği.....	44
Şekil 4.24. Yemekhane trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) detay grafiği.....	45
Şekil 4.25. Ariston trafosu gerilim grafiği.....	46
Şekil 4.26. Ariston trafosu akım grafiği.....	47
Şekil 4.27. Ariston trafosu 3 faz akım - zaman grafiği.....	47
Şekil 4.28. Ariston trafosu güç grafiği.....	48
Şekil 4.29. Ariston trafosu 3 faz aktif güç - zaman grafiği.....	48
Şekil 4.30. Ariston trafosu kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) grafik....	49
Şekil 4.31. Ariston trafosu 3 faz kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) – zaman grafiği.....	49
Şekil 4.32. Ariston trafosu güç faktörü grafiği.....	50
Şekil 4.33. Ariston trafosu frekans ölçüm grafiği.....	50
Şekil 4.34. Ariston trafosu toplam harmonik distorsiyon dalga formu grafiği...	51
Şekil 4.35. Ariston trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) detay grafiği...	51
Şekil 4.36. Mühendislik trafosu gerilim grafiği.....	53
Şekil 4.38. Mühendislik trafosu 3 faz akım - zaman grafiği.....	54
Şekil 4.39. Mühendislik trafosu güç grafiği.....	55
Şekil 4.40. Mühendislik trafosu 3 faz aktif güç - zaman grafiği.....	55
Şekil 4.41. Mühendislik trafosu kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) grafiği.....	56
Şekil 4.42. Mühendislik trafosu 3 faz kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (KVarL)-zaman grafiği.....	56
Şekil 4.43. Mühendislik trafosu güç faktörü grafiği.....	57

Şekil 4.44. Mühendislik trafosu frekans ölçüm grafiği.....	57
Şekil 4.45. Mühendislik trafosu toplam harmonik distorsiyon dalga formu grafiği.....	58
Şekil 4.46. Mühendislik trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) detay grafiği.....	58
Şekil 4.47. Yurtlar trafosu gerilim grafiği.....	60
Şekil 4.48. Yurtlar trafosu akım grafiği.....	60
Şekil 4.49. Yurtlar trafosu 3 faz akım - zaman grafiği.....	61
Şekil 4.50. Yurtlar trafosu güç grafiği.....	61
Şekil 4.51. Yurtlar trafosu 3 faz aktif güç - zaman grafiği.....	62
Şekil 4.52. Yurtlar trafosu kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) grafik.....	62
Şekil 4.53. Yurtlar trafosu 3 faz kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) – zaman-grafiği.....	63
Şekil 4.54. Yurtlar trafosu güç faktörü grafiği.....	63
Şekil 4.55. Yurtlar trafosu frekans ölçüm grafiği.....	64
Şekil 4.56. Yurtlar trafosu toplam harmonik distorsiyon dalga formu grafiği....	64
Şekil 4.57. Yurtlar trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) detay grafiği...	65

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Rektörlük trafosu ölçüm sonucuna göre elektriksel büyüklüklerin minimum ve maksimum değerler.....	31
Tablo 4.2. Yemekhane trafosu ölçüm sonucuna göre elektriksel büyüklüklerin minimum ve maksimum değer.....	39
Tablo 4.3. Ariston trafosu ölçüm sonucuna göre elektriksel büyüklüklerin minimum ve maksimum değer.....	46
Tablo 4.4. Mühendislik trafosu ölçüm sonucuna göre elektriksel büyüklüklerin minimum ve maksimum değer.....	53
Tablo 4.5. Yurtlar trafosu ölçüm sonucuna göre elektriksel büyüklüklerin minimum ve maksimum değer.....	59

## ÖZET

Anahtar Kelimeler: Enerji Analizörü, Endüktif Reaktif, Kapasitif Reaktif, Reaktif Güç Kontrol Rölesi

Enerji Sektöründeki gelişmeler ve yenilikler ile birlikte geniş alanlar üzerinde kurulu ve kontrolü güç yerleşim birimlerinde modernizasyona ve trafo merkezlerinin uzaktan izlenebilirliğine ihtiyaç duyulduğu bir gerçektir.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun 2008 yılı ve sonrasına yönelik yürürlüğe sokmayı planladığı endüktif reaktif ve kapasitif reaktif güç yüzdelerinin aktif güce olan oranının düşürülmesine ilişkin yönetmelik, birçok elektrik abonesini cezai ödemeye maruz bırakacaktır.

Bu tez çalışmasında, örnek bölge olarak Sakarya Üniversitesi yerleşkesi seçilmiş olup beş ayrı transformator merkezinde ölçüm yapılmış, sistemin gereksinimleri, yeni yönetmelikle birlikte karşı karşıya kalınacak problemler göz önüne serilmiş, bu transformator merkezlerinden birine kompanzasyon ve enerji analizörü görevi yapan reaktif güç kontrol rölesi yerleştirilmiş, uzaktan izleme ve anında veri alabilmek amacıyla cihaz yerel alan ağı üzerinden görüntülenebilir hale getirilmiştir.

Sakarya Üniversitesi ve bağlı birimlerine ait 2006 yılının tüm elektrik faturaları incelenmiş, 2008 yılı ve sonrasına yönelik, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'na yürürlüğe alınması planlanan yönetmelik gereği cezai uygulamaya maruz kalması muhtemel trafo merkezleri belirlenmiştir. Sakarya Üniversitesi'nin yakın gelecekteki enerji politikası değerlendirilmiştir.

# **POWER ANALYSIS USING COMPENSATION AND HARMONICS ASPECTS IN ALLOCATION UNITS AS A CAMPUS**

## **SUMMARY**

Key Words: Energy analyzer, inductive reactive, capacitive reactive, power factor, power control, power control relay

Modernization of electric energy installations and remote control of transformer stations became necessary in allocation units, which are established on large areas and difficult to monitor widely, throughout the developments in electrical energy sector.

There is a new regulation of Energy Market Regulatory Authority, which is going to be promulgated in 2008. According to this regulation, the percentages of inductive and capacitive reactive powers' rate to the active power percentage shall be reduced. Because of this regulation so many electricity subscribers are going to pay fines.

In this thesis study Sakarya University Campus is selected as the sample location. Measurements held in five different transformer stations. The requirements of the electrical installations and possible problems determined.

A reactive power control relay is used for remote control and simultaneous data recording in one of these transformer stations. This relay also connected to the University LAN network for monitoring.

Every single electric bill of Sakarya University belongs to year 2006 is examined. Possible problematic conditions and the energy policy of Sakarya University are discussed.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

En çok kullanılan enerji kaynaklarından biri olan elektrik enerjisi, üretilirken tüketilmesi gereken tek üründür. Bu sebeple elektrik enerjisi talep edildiği anda üretilmesi ve tüketim noktasına ulaştırılması gerekmektedir. Elektrik enerji maliyeti ise, ekonomi sektöründe doğrudan rol oynamaktadır. Bu gerçekten hareketle elektrik enerjisinin akılcı bir şekilde kullanımına yönelik atılımlar ekonominin tümü üzerinde de olumlu sonuçlar doğuracaktır[1].

Birçok tüketim biriminin beslendiği basit şebeke modelinde, ulusal elektrik dizgesinden ayrılan, iletim hattından beslenen ana transformatör, bu ana transformatörden ayrılan orta gerilim dağıtım hatlarından beslenen dağıtım transformatörleri ve her bir dağıtım transformatöründen ayrılan alçak gerilim hatlarından beslenen birçok küçük yük bulunur.

Güç kalitesi ve kalite standartları ile ilgili bir analiz yapılmadan önce ideal bir şebeke tanımlaması yapılmalıdır. Bu ideal model iç empedansı olmayan, birbirlerine 120° faz farkı ile tamamen eşit 3 adet tam sinüzoidal alternatif gerilim şeklinde özetlenebilir. Bu modelden sapmalar frekans, genlik ve trifaze sistemin simetrisini etkiler. Ana iletim hatları, bunlara bağlı olan, fakat ideal şebeke kalite seviyesine uygun olmayan elektriksel aletlerin bindirdikleri yükler ile sürekli bozulmaktadır. Ana iletim hatlarının kalite seviyelerinin, hatlara bağlı olan ve günden güne daha karmaşık hale gelen elektronik ekipmanlar ile uyumlu olmaları için yükseltilmeleri gerekmektedir. Değişen ve gelişen mevcut müşteri ihtiyaçlarını hızlı, temiz, ekonomik bir şekilde karşılaması gereği olarak bu sistemler detaylı değerlendirilmeli ve izlenmelidir.

İşletme sınıfları, o işletme için imalatı planlanan elektrik tesisatının verimliliği açısından büyük önem arz etmektedir. Elektrik tüketimlerindeki çeşitliliğe göre

işletmeleri sınıflandırırsak, monofaze yüklere sahip küçük güçlü tesisler evsel sistemlerdir. Trifaze yüklü ve dengeli işletmeleri endüstriyel tesisler olarak düşünebiliriz. Sistem dengeli olduğu ve yerleşim alanı küçük tesisler olduğu için kontrolü kolay tesislerdir. Trifaze ve monofaze yüklü dengeli tesislere ise küçük sanayi işletmelerini örnek verebiliriz, bu tesisler monofaze yükler devreye girme ve çıkma zamanları iyi planlandığında, sistemin belirli zamanlarda sürekli bu yükü isteyeceğinden dolayı iyi bir kompanzasyon planlamasıyla kontrol edilebilir tesislerdir. Çoğunlukla monofaze yüklere sahip ve büyük güçlü tesislere ise en iyi örnekler; benzinlikler, bankalar, marketler, otel veya pansiyonlar, okullar, şov salonları, atölyeler, dikimhaneler vs. dir. Bu tür işletmelerde çok sayıda ve düzensiz olarak çalışan monofaze ve trifaze yükler vardır. Tesisatta düzenleme yapılması mümkün değildir. Yapılsa da hiçbir anlamı yoktur. Elektrik tüketim birimlerinden kontrolü güç, geniş alana yayılmış ve değişken yükler içeren kampüs tipi yerleşim birimleri öğrenci sayılarıyla paralel artan hizmet binası sayılarının, bu hizmet binalarının birbirlerine olan uzaklıklarının ve altyapılarının iyi planlanması, yatırım maliyetlerinin ise bu kriterlere göre tasarlanması zorunlu olan tesislerdir. Elektrik enerjisinin akılcı bir şekilde kullanımına yönelik bir atılım olarak, kampüs tipi yerleşim birimlerinde uzaklıklar ve yükler göz önüne alınarak kampüs içi enerji dağıtımı detaylı olarak planlanmalıdır.

Bir güç sisteminin sağlıklı, kesintisiz, temiz olarak kurulması ve işletilmesi bazı çalışmaların önceden yapılmasını zorunlu kılar, sistemin çalışma şartlarının belirlenmesi için sistemin durumunun anlaşılması ve sistemin olası uzun dönemli değişikliklere dayanıklı olup olmadığı, öngörülen yük artışlarına göre yapılacak yük akışı çalışmalarının yapılması ile belirlenir. Bu çalışmalar, üretilen enerjinin tüketim merkezlerine en ekonomik yollardan iletilmesi ve dağıtılması olarak özetlenebilir[5].

Ancak iyi bir enerji dağıtımı yapılması kompanzasyon ihtiyacını ortadan kaldırmayacaktır. Bilindiği üzere kompanzasyon, sistem kapasitesinin artırılmasında etkilidir. Reaktif güç kompanzasyonu yapıldığında; reaktif akım, kompanseör tarafından karşılanacağından, sistemden daha düşük değerde bir akım çekilecektir. Bu ise transformatörler ve besleme kablolarının daha düşük seviyede yüklenmelerini sağlayacaktır. Dolayısıyla kompanseörler, mevcut sistemlerdeki aşırı yüklenmeleri

önleyeceklerdir. Bu durum yoksa ilâve sistem kapasitesi yaratılması gerekecektir[10].

Ayrıca reaktif güç kompanzasyonu, ilişkin yönetmelikler gereği zorunludur. Belirli dönemlerde ihtiyaç olundukça yönetmeliklerde yapılan değişiklikler tasarımı tamamlanmış kompanzasyon sistemlerinde dahi modernizasyona gidilmesini zorunlu hale getirebilmektedir.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (E.P.D.K.) tarafından hazırlanan ve 2008 yılında yürürlüğe girmesi planlanan yönetmelik (Ek-1) gereği düşürülecek olan reaktif gücün aktif güce olan oranı birçok kompanzasyon tesisini, ilk etapta faturalandırmada cezai uygulamaya maruz bırakacaktır.

Bu çalışmada örnek alınan T.C. Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü'ne ait 2006 yılı elektrik faturaları incelenmiş, üniversite yerleşkesindeki 1000kVA'lık trafoların güçlerinin anlık değerleri ölçülmüş ve buradan hareketle mevcut trafo tesislerinde karşılaşılan sorunlar da değerlendirilerek, çıkacak yönetmelik gereği alınması gereken tedbirler anlatılmıştır.

Bu çalışma sürecinde örnek alınan Sakarya Üniversitesi yerleşkesindeki bir transformatör merkezine, yakın takip amacı ile kompanzasyon rölesi ve enerji analizörünü bir arada bulunduran reaktif güç kontrol rölesi bağlanmıştır. Cihaz Utp Cat-6 tipi kablo ile trafo merkezine en yakın sunucuya bağlanmış ve bir IP numarası tanımlanarak, cihazı üreten firmanın kurduğu yazılım yardımı ile de yerel alan ağı üzerinden izlenebilir ve kontrol edilebilir hale getirilmiştir. Yakın gelecekte, uzaktan izlenebilirlik, anında veri alınması ve olabilecek arızalara erken müdahale amacıyla bu sistemin Sakarya Üniversitesi'nin tüm birimlerine kurulması modernizasyon çalışmalarının bir parçası olmalıdır.



## **BÖLÜM 2. REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU**

### **2.1. Giriş**

Elektrik tesislerinin işletme araçları olan transformatörler, motorlar, kaynak makineleri, endüksiyon ve ark fırınları, flüoresan lambalar, deşarj lambaları, cıva ve sodyum buharlı lambalar çektikleri aktif güç yanında önemli miktarda reaktif güç çekerler. Çekilen reaktif güç kontrolsüz ve başıboş bırakıldığında, güç katsayısı o kadar düşer ki bu da dağıtım tesislerimizi, aktif güç bakımından normal kapasitenin altında çalışmak zorunda bırakabilir. Bu suretle ekonomik olmayan bir işletme meydana geldiği gibi, enerji sıkıntısı da kendini gösterir[10].

Bu kötü ekonomik şartlara son vermek için elektrik işletmeleri, abonelerine güç katsayılarını belirli bir değerin altına düşürmeleri için tarifelerle zorlayıcı yaptırımlar getirmişlerdir[10].

Elektrik şebekelerinde kullanılan kondansatörlerin konulduğu yerin, ihtiyacına göre reaktif güç üretirler. Teorik olarak aktif ve reaktif güç talebini jeneratör ile karşılamak mümkündür. Ancak, sistemin işletilmesi sırasında doğuracağı teknik sorunlar ve jeneratör tesis edilmesi ve işletmesinin ekonomik olarak uygun olmamasından dolayı jeneratör ile aktif ve reaktif gücün karşılanması hususu mümkün olmamaktadır. Bu nedenle şebekelerde şönt kompanzasyon uygulaması en uygun çözüm olarak görülmüştür.

Dağıtım sistemlerinde, yerleştirilecek bir veya birkaç şönt kapasitör ile güç faktörünün düzeltilmesinin yanısıra; aktif güç üretim, iletim ve dağıtım kapasitelerinin artırılması, gerilim düzenlemelerinin sağlanması, sistemdeki güç kayıplarının azaltılması ve iletim sistemlerinde geçici durumlardaki kararlılığın artırılması sağlanmış olur.

## 2.2. Kompanzasyon

Tüketicilerin şebekeden çektikleri alternatif akım, aktif akım ve reaktif akım olmak üzere iki bileşenden oluşur. Aktif akımın meydana getirdiği aktif güç, tüketici tarafından faydalı hale getirilir; örneğin motorlarda mekanik güce, ısı tüketicilerinde termik güce ve aydınlatma tüketicilerinde aydınlatma gücüne dönüşür. Reaktif akımın meydana getirdiği reaktif güç ise faydalı güce çevrilemez. Reaktif güç, yalnız alternatif akıma bağlı bir özellik olup, elektrik tesislerine istenmeyen bir şekilde tesir eder; jeneratörleri, transformatörleri, besleme hatlarını, bobinleri füzuli olarak işgal ederler, ayrıca bunların üzerinde ilave ısı kayıplarına ve gerilim düşümlerine yol açarlar. Aktif güç enerjisi normal sayaçlarla tespit edildiği halde, reaktif enerji böyle bir sayaç ile kontrol ve tespit edilemez. Bunu kaydetmek için ayrı bir reaktif güç sayacına ihtiyaç vardır.

Her ne kadar reaktif güç faydalı güce çevrilemez ise de bundan tamamen vazgeçilemez. Zira elektrodinamik prensibine göre çalışan jeneratör, transformatör, bobin ve motor gibi bütün işletme araçlarının normal çalışmaları için gerekli olan manyetik alan reaktif akım tarafından meydana getirilir. Bilindiği gibi, endüksiyon prensibine göre çalışan bütün makineler ve cihazlar, manyetik alanın meydana getirilmesi için bir mıknatıslanma akımı çekerler; işte bu mıknatıslanma akımı, reaktif akımdır. Onun için faydalı reaktif gücün yanında mutlaka reaktif güce de ihtiyaç vardır. Bu sebeple bütün alternatif akım tesisleri, aktif gücün yanında reaktif gücün de çekileceğini göz önünde bulundurularak boyutlandırılırlar[10].

Mıknatıslanma akımı aşağıda açıklanacağı gibi, endüktif karakterli bir akım olup, manyetik alanın teşkili esnasında şebekeden çekilir ve alan ortadan kalkarken bu akım tekrar şebekeye geri verilir. Bu sebeple reaktif güç, üretici ile tüketici arasında sürekli olarak şebeke frekansının iki katı bir frekansla salınır. Bir üreticinin şebekeden çektiği görünen güç;

$$S = 3U_f.I = \sqrt{3} U_h .I \quad (2.1)$$

Burada  $U_f$  faz gerilimi,  $U_h$  hat gerilimi, yani iki faz arası gerilimdir ve  $I$  hat akımıdır.

Aktif güçle aktif akım, gerilim ile aynı fazda oldukları halde, çekilen gücün endüktif olması halinde S zahiri gücü ve I hat akımı, gerilimden  $\varphi$  açısı kadar geride kalırlar.

Buna göre;

$$\text{Aktif akım;} \quad I_p = I \cdot \cos \varphi \quad (2.2)$$

$$\text{Aktif güç ;} \quad P = S \cdot \cos \varphi \quad (2.3)$$

$$\text{Reaktif akım;} \quad I_q = I \cdot \sin \varphi \quad (2.4)$$

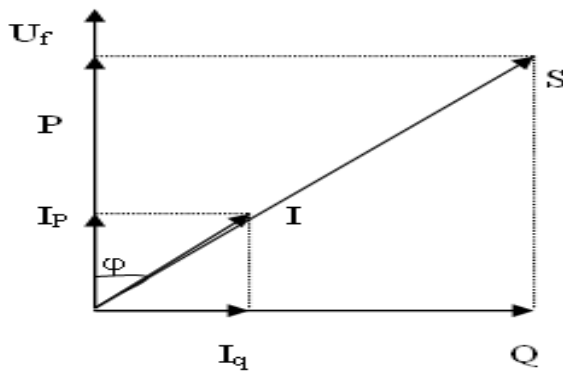
$$\text{Reaktif güç;} \quad Q = S \cdot \sin \varphi \quad (2.5)$$

olup, ayrıca hat akımı ve görünür güç ile bunların bileşenleri arasında şu bağıntı vardır;

$$I = \sqrt{I_p^2 + I_q^2} \quad (2.6)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (2.7)$$

Şekil 2.1.'de yukarıda sözü geçen akım ve güç fazörlerinin birbirine göre durumları gösterilmiştir. Burada reaktif akımın ve reaktif gücün saf endüktif karakterde olduğu kabul edilmiştir ve gerilime göre  $90^\circ$  geri fazda çizilmiştir.



Şekil 2.1. Tesis Elemanlarının Çektikleri Akım ve Güç Bileşenleri

Faz gerilimi doğrultusundaki  $I_p$  akımı veya  $P$  aktif gücü ile  $I$  hat akımı veya  $S$  görünen gücü arasındaki  $\phi$  açısına faz açısı ve bunun kosinüsüne güç katsayısı denir. Yukarıda verilen ifadelerden ve şekil 2.1.'den anlaşılacağı üzere  $\phi$  veya  $\cos \phi$ , çekilen reaktif güç için bir kriterdir[11].

Reaktif güç sarfiyatı bakımından tüketicileri iki ana gruba ayırmak mümkündür. Bunlardan birincisi, elektrik enerjisinden yararlanarak saf ısı enerjisi üreten tüketiciler ile akkor flamanlı lambalar, elektroliz ve galvanoplasti tesisleridir. Bunlar sadece aktif güç tüketirler, reaktif güç çekmezler. İkinci gruba ise, elektrik tesislerinde kullanılan ve manyetik veya statik alan ile çalışan bütün işletme araçları girerler; bunlar aktif güç yanında reaktif güç de çekerler. En önemlileri şunlardır:

- Düşük uyarmalı senkron makineler,
- Transformatörler,
- Bobinler,
- Havai hatlar,
- Senkron motorlar,
- Redresörler,
- Endüstri fırınları, ark fırınları,
- Kaynak makineleri,
- Floresant lamba, sodyum ve cıva buharlı lamba balastları ile neon lamba transformatörleri.

Her ne kadar aydınlatma cihazları aktif güç çekerlerse de, bunlara ait balast ve transformatörler reaktif güç çektiklerinden, bu tip aydınlatma düzenleri yukarıda izah edilen ikinci sınıfa girerler[7].

Yukarıdaki tüketicilerde söz konusu olan reaktif akım, endüktif karakterde olup, gerilime göre  $90^\circ$  geridedir. Bazı özel hallerde, işletme araçları bir kondansatör gibi tesir ederler ve kapasitif reaktif güç çekerler.

Yukarıda açıklandığı gibi, elektrik tesislerinin en önemli işletme araçları olan jeneratörler, transformatörler, besleme hatları, sanayi işletmelerindeki her nevi motorlar, fırınlar ve kaynak makineleri, bir balast yardımı ile çalışan floresant

lambalar, cıva ve sodyum buharlı lambalar ve deşarj lambaları çektikleri aktif güçlerin yanında oldukça önemli miktarda reaktif güç de çekerler. Reaktif güç üretiminin santralde, ham enerji maddesi sarfiyatına bağlı olmadığı gerekçesinden hareket edilerek reaktif güç sarfiyatı kontrolsüz ve başıboş bırakılır ise, güç katsayısı o kadar düşebilir ki, nihayet bütün üretici, iletili ve dağıtıcı tesisler, aktif güç bakımından normal kapasitelerinin çok daha altında çalışmak zorunda kalırlar.

Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (T.E.D.A.Ş.) aşırı miktarda tüketilen reaktif enerjiyi müşterilerin kendi olanakları ile karşılamlarını zorunlu kılmak için enerji tarifesine ayrıca bir reaktif enerji bedeli koymuştur. Buna göre  $\cos \phi$  'nin 0,9 ve 1 arasındaki değerler için müşterilerden reaktif enerji bedeli alınmamaktadır. Bu değer düştüğünde ise çeşitli oranlarda fiyatlandırma yapılmaktadır.

Tüketicilerin, normal olarak şebekeden çektikleri endüktif gücün, kapasitif yük çekmek suretiyle özel bir reaktif güç üreticisi tarafından dengelenmesine kompanzasyon denir. Böylece tüketicinin şebekeden çektiği güç belli oranda azalır[10].

### 2.2.1. Düşük güç katsayısının sakıncaları

Düşük güç katsayılı olarak çalışan alternatör ve transformatörlerin, güçleri ve verimleri düşer. 22kVA'lık ve 220V'luk bir fazlı alternatörü ele alalım. Alternatörün akımı;

$$I = 22000/220 = 100 \text{ A}$$

olur. Değişik güç katsayılı yükler bağlayarak alternatörden çekilen aktif güçleri hesaplayalım.

Güç katsayısı 1 olan omik bir yük bağlandığında alternatör en büyük aktif gücünü verecektir[6].

$$P = U \cdot I \cdot \cos \phi = 220 \cdot 100 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 22 \text{ kW}$$

Güç katsayısı 0,80 olan bir motor bağlandığında alternatörden çekilen aktif güç,

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 220 \cdot 100 \cdot 0,8 = 17,6 \text{ kW olacaktır.}$$

Görüldüğü üzere, düşük güç katsayılı bir yük bağlandığı zaman, alternatör normal akımını (100 A) verdiği halde, normal gücünü verememektedir. Dolayısıyla, düşük güçte çalıştığı için verimi de düşecektir[6].

Güç katsayısının düşmesi oranında, şebekeyi besleyen alternatör ve transformatörlerin görünür güçlerinin (zahiri güçlerinin) büyümesi gerekir. Örneğin, bir fabrikadaki motorların toplam gücü 160 kW ve güç katsayısı 0,8 olsun. Bu motorları besleyecek olan trafonun görünür gücü,

$$S_1 = P / \cos \varphi = 160 / 0,80 = 200 \text{ kVA olmalıdır.}$$

Güç katsayısı 0,6 ya düşerse, aynı 160 kW'ı besleyecek olan trafonun görünür gücü,

$$S_2 = 160 / 0,60 = 266,6 \text{ kVA olmalıdır.}$$

Şu halde, güç katsayısı düştükçe, aynı aktif gücü görünür gücü (zahiri gücü) daha büyük olan bir trafo ile beslemek gerekecektir.

Düşük güç katsayısında, besleme hatlarındaki güç kayıpları ve gerilim düşümleri artar. Örneğin, gücü 10 kW ve gerilimi 220 V olan bir fazlı alternatöre güç katsayısı 0,90 olan bir yük bağlanırsa çekilen akım,

$$I_1 = P / (U \cdot \cos \varphi) = 10000 / (220 \cdot 0,9) = 50,5 \text{ A olur}$$

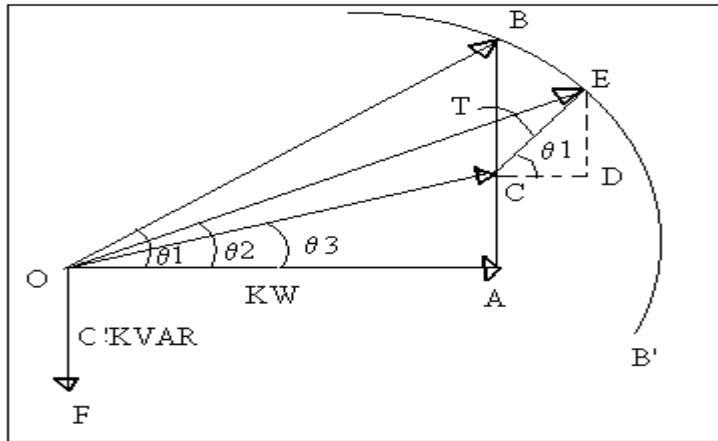
Aynı alternatöre güç katsayısı 0,60 olan tam yük (10 kW'lık yük) bağlandığında çekilen akım,

$$I_2 = P / (U \cdot \cos \varphi) = 10000 / (220 \cdot 0,60) = 75,75 \text{ A. olur}$$

Görülüyor ki, her iki durumda da gerilim ve harcanan güç (çekilen güç) aynı olduğu halde, güç katsayısının küçülmesi nedeniyle çekilen akım artmaktadır. Dolayısıyla, yükü besleyen hattaki  $(R.I^2)$  ısı kaybı daha büyük olacak ve hattaki gerilim düşümü de artacaktır. Besleme hatlarında düşen gerilimi ve güç kaybını azaltmak için daha büyük kesitli iletken kullanmak gerekecektir. Bu durum maliyeti kademeli olarak artıracaktır[6].

### 2.2.2. Kompanzasyonun yararları

Kompanzasyon, sistem kapasitesinin artırılmasında etkilidir. Reaktif güç kompanzasyonu yapıldığında, reaktif akım kompanse edilince, sistemden daha düşük değerde bir akım çekilecektir. Bu ise transformatörlerin ile ana ve tali fiderlerin daha düşük seviyede yüklenmelerini sağlayacaktır. Dolayısıyla kompanzasyon, mevcut sistemlerdeki aşırı yüklenmeleri önleyecek veya bu durum yoksa ilâve sistem kapasitesi yaratılmasını sağlayacaktır. Termik sınırına dayanmış bir elemanda güç faktörünün düzeltilmesi ile ortaya çıkan sistem kapasitesi Şekil 2.2. yardımı ile bulunabilir[9].



Şekil 2.2. Güç Faktörünün Düzeltilmesi ile Sistem Kapasitesindeki Artış

Bu şeklin çiziminde ilâve yük kapasitesinin (T) kompanzasyon yapılmadan önceki güç faktöründe kullanılacağı varsayılmıştır. Burada,

$\cos \phi_1 =$  Orijinal güç faktörü,

$\cos \phi_2 =$  Orijinal yükün BC = OF kapasitif reaktif güç ilâvesi ile düzeltilmiş yük faktörü,

$\cos \phi_3 =$  Kompanzasyon sonrası toplam yükün güç faktörüdür.

Toplam kVA yük başlangıçtaki OB yükünü geçemeyeceğinden, BB' dairesi sınırı belirlemektedir. Bunu sağlamak için;

$$OB = OB$$

$$OC \cdot T = OE = OB$$

Bu durumda sistem kapasitesindeki artış (T) sistemin termik sınırı kVA ve ilâve edilen kVAR reaktif güç ckVAR'ın bir fonksiyonu olarak ifade edildiğinde:

$$T_{kva} = kva \left[ \frac{ck \text{ var} \cdot \sin \phi_1}{kva} - 1 + \sqrt{1 - (\cos \phi_1)^2 \cdot \left( \frac{ck \text{ var}}{kva} \right)^2} \right] \quad (2.8)$$

olarak bulunmaktadır.

Eğer güç faktöründe fazla bir değişiklik yok ve  $\cos \phi_1 \cong \cos \phi_2$  ise, bu durumda yukarıdaki denklem aşağıda görüldüğü şekilde sadeleşir:

$$T \text{ (kVA)} = ckvar \times \sin \phi_1 \quad (2.9)$$

olmaktadır.

Kompanzasyon, sistem kayıplarının azaltılmasında da önemli rol oynar. Her ne kadar sistem enerji kayıplarının azaltılması kompensatör tesisi kurmak için yeterli bir neden değilse de, kompanzasyon sistemi kurulmasının sonuçlarından biridir[8].

Genellikle endüstriyel ve domestik dağıtım sistemlerinde,  $I^2R_1$  enerji kayıpları puant ve minimum yük saatlerine, iletken kesitlerine ve uzunluklara bağımlı olarak toplam

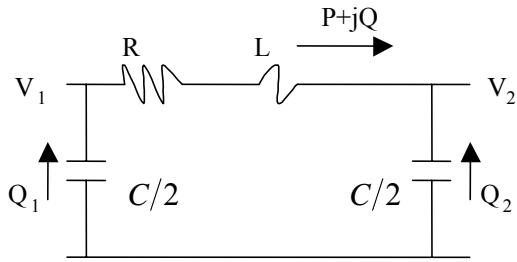


kullanılan enerjinin %2.5-%7.5'u arasında bir değeri oluşturmaktadır. Kayıplar akımın karesine, akım da güç faktöründeki düzeltmeye doğrudan bağımlı olduğundan, kayıplar güç faktörünün karesinin tersi ile orantılıdır.

$$\text{kW kayıplar} \propto \left( \frac{\text{orjinal.güç.faktörü}}{\text{düzeltilmiş.güç.faktörü}} \right)^4 \quad (2.10)$$

$$(\text{Kayıplardaki azalma oranı}) = 1 - \left( \frac{\text{orjinal.güç.faktörü}}{\text{düzeltilmiş.güç.faktörü}} \right)^2 \quad (2.11)$$

Eğer güç faktörü düzeltilerek sistem kapasitesinde artış yapılmışsa, kVA değeri her iki durumda da aynı kalacağından sistemdeki kayıplarda bir değişiklik olmayacak, fakat kilowatt yükün büyümesi ile % kayıplar azalacaktır[8].



Şekil 2.3. İletim Hattının Tek Kutuplu Gösterilişi

Gerilim düzenlemelerinin sağlanması için işletmelere kompanzasyon sistemlerinin kurulması gereklidir. Şekil 2.3'de T eşdeğer devresi verilen, üzerinden aktif güç (P) ve reaktif güç (Q) iletilen devrede, direnç ihmal edildiğinde ve yollayıcı uçtaki gerilim 1.0 pu kabul edildiğinde, alıcı uçtaki gerilim;

$$V_2 = \sqrt{(0.5 - (Q - Q_2)X + \sqrt{0.25 - (Q - Q_2)X - P^2 X^2})} \quad (2.12)$$

olarak bulunur.

Bu denklem incelendiğinde,  $V_2$  geriliminin tayininde en büyük etkenin reaktif güç farkı  $(Q-Q_2)$  olduğu, taşınan aktif gücün ise ikinci derecede önemli olduğu görülmektedir. Güç kompanzasyonu yapılmadığı takdirde, P ve Q' deki değişimler güç sistemi işletmesinde büyük boyutlara ulaşabilen gerilim değişikliklerine neden olabilmektedir.  $(Q-Q_2)$  ifadesi eksi olduğu durumlarda sistemde gerilim yükselmekte, aksi takdirde gerilim düşmektedir.

Denklem aynı zamanda gerilim kontrolü için kullanılabilir iki yöntemi de belirlemektedir. Bunlardan biri şönt kompanzasyon, diğeri ise seri kompanzasyondur.

Şönt kompanzasyon, kompansatörce sistemden reaktif güç emilmesi veya reaktif güç basılması, dolayısı ile  $(Q-Q_2)$  faktörünün en düşük değere indirgenmesi ilkesine dayanır.

Seri kompanzasyon ise, hatta seri kompansatörler ilâve edilerek X değerinin küçültülmesi ilkesine dayanır[8].

Bu gerilim kontrol yöntemlerinde genellikle şönt kompanzasyon tercih edilmekte, seri kompanzasyon geçici durumlarda kararlılığın artırılması için kullanılmaktadır.

Orta ve alçak gerilim dağıtım sistemlerinde gerek hatların büyük bir kısmının doğal güçten fazla yüklendiklerinden, gerekse kapasitif üretimden dolayı meydana gelen aşırı gerilimlerin düşük olması nedenleriyle, yalnız kapasitif şönt kompanzasyon yapılmaktadır. Endüktif şönt kompanzasyon ülkemizde 154 kV ve 380 kV'luk sistemlerde kullanılmaktadır[1].

Burada bir ana noktanın gözden kaçırılmaması gerekmektedir. Bu da güç sistemlerinde gerilim kontrolünün ilk etapta jeneratörler ve transformatör kademeleri ile yapılması gerektiğidir. Bunlar yeterli olmadığı takdirde güç faktörü kompanzasyonuna gidilmelidir[1].

Kompanzasyonun sistem için en önemli faydalarından biri de, geçici durumlarda kararlılığın artırılmasına yardımcı olmasıdır.

Yollayıcı ve alıcı uçlardaki gerilimlerin  $V_1$ ,  $V_2$  ve bunların arasındaki faz açısı  $\theta$  olan bir iletim hattından çekilen aktif güç, yaklaşık olarak aşağıdaki ifade ile verilir.

$$P = \frac{V_2 V_1}{X} \sin \theta \quad (2.13)$$

Yukarıdaki denklemde kullanılan  $X$ , hattın endüktif empedansı olup kapasitif empedans ve direnç ihmal edilmişlerdir.

Görüldüğü gibi,  $V_1$  ve  $V_2$  gerilimleri genellikle sabit olduğundan, aktif güç  $P$ 'deki artış ya  $\theta$ 'nın büyümesi ile ya da  $X$ 'in azalması ile sağlanabilecektir. Genelde sistemin büyük yük darbelerinde tekrar kararlı rejime dönebilmesi için  $\theta$  değerinin mümkün olduğu kadar küçük değerlerde, örneğin  $30^\circ$  civarında tutulması gerekmektedir. Dolayısı ile daha fazla aktif güç taşıyabilmek için sınır  $O$  değerine ulaşılmış durumlarda tek alternatif seri kapasitörlerle  $X$  değerinin azaltılmasıdır.

Arızalardan dolayı meydana gelen darbelerde gerilimin de düşeceği göz önüne alınırsa, çok hızlı devreye girip çıkan (tristör kontrollü) şönt reaktif kompanzasyonu da bu durumlarda faydalı olacaktır[2].

### 2.2.3. Güç sistemleri için gerekli olan temel çalışmalar

Bir güç sisteminin sağlıklı, kesintisiz, temiz olarak kurulması ve işletilmesi için bir seri çalışmanın yapılması gereklidir. Bu çalışmalar planlama sırasında yapılması gerektiği gibi işletim esnasında da sistemin değişen durumlara karşı olan direncini anlamak için gerçekleştirilmelidir. Bu çalışmalar şu şekilde sıralanabilir[4]:

#### 2.2.3.1. Yük akışı

Normal şartlar altında güç sistemleri sabit durumda çalışırlar. Yük akış hesaplamaları çalışma şartlarının belirlenmesi ve sistemin durumunun anlaşılması için gerçekleştirilir. Sistemin olası uzun dönemli değişikliklere mukavim olup olmadığı öngörülen yük artışlarına göre yapılacak yeni yük akışı hesaplamalarıyla belirlenir ve

bu sonuçlara göre geleceğe matuf stratejiler tespit edilir. Yük akış hesapları olası problemleri, meselâ hat kaybı gibi durumlar için alternatif yollar bulmak için de kullanılmaktadır[4].

#### **2.2.3.2. Arızalı durum**

Herhangi bir arıza durumunda, sistemin bu arızaya göstereceği tepkinin ne olacağı sorusuna cevap bulmak için bu hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Arıza esnasında oluşabilecek ısı, manyetik, elektriksel ve hatta mekanik gerilimlere sistemin tamamının veya unsurlarının dayanımının belirlenebilmesi, bu hesaplamaların temel dayanağıdır. Bu hesaplamaların sonucuna göre devre koruma elemanlarının seçimi, ayarı, düzenlenmesi gerçekleştirilir[4].

#### **2.2.3.3. Koruma**

Güç sistemlerinin iki temel probleme karşı korunması gerekmektedir. Bunlar aşırı gerilimler ve akımlardır. Devre koruma elemanları bu arızalara karşı sistem elemanlarını korumak ve arızalı kısmı hızlı bir biçimde sistemden ayırmak veya arıza sebebini ortadan kaldırmak için geliştirilmişlerdir. Bu elemanların sistemi en az etkileyecek ve tasarruflu bir tarzda yerleştirilmesi ve ayarlanması bu çalışmalarla gerçekleştirilir[4].

#### **2.2.3.4. Topraklama**

Bir topraklama şebekesi sistemde herhangi bir elektriksel ve ısı stres meydana getirmeden arıza akımına yol sağlamalıdır. Bu esnada toprak şebekesi çevresinde oluşabilecek tehlikeli adım ve dokunma gerilimleri de belirlenmiş sınırların üstüne çıkmamalıdır. Topraklama şebekesinin düzenlenmesi ve performansı yapılacak hesaplamalar veya ölçmelerle belirlenir[4].

#### **2.2.3.5. Kararlılık**

Yük açısı ve gerilim kararlılığı olarak iki ayrı kararlılık çalışması güç sisteminin sağlıklı bir şekilde idame ettirilmesi için gereklidir. Bunun için sistemin kararlılık

sınırları her bir durum için belirlenmeli ve sistemin optimum noktada çalışması sağlanmalıdır. Pazar ekonomisinin oluşturduğu rekabetçi koşulların maliyeti optimize etme yolunda oluşturduğu baskılar ve çevreci gurupların yeni sistem inşasına karşı aktif direnişleri mevcut sistemlerin kararlılık sınırlarında işlemlerini gündeme getirmiştir. Bu nedenle kararlılık çalışmaları, hem geçici durum kararlılığı hem de sabit durum kararlılığı güç sistemlerinin sağlığı için uygun stratejiler geliştirilmesi yolunda gittikçe artan bir öneme sahiptir[4].

#### **2.2.3.6. Geçici rejimler**

Bir güç sisteminde meydana gelen arızaların büyük bir çoğunluğu geçici karakterdedir. Dolayısıyla sabit hal için geliştirilmiş yaklaşımlar ve çözüm metotları bu durumlarda yetersiz kalmaktadır. Özellikle kararlılık analizleri için yeni kriterler ve hesaplama teknikleri incelenecektir[4].

#### **2.2.3.7. Aşırı gerilimler**

Bir güç sisteminde gerek tabiat olayları sebebiyle (yıldırım düşmesi) gerekse çeşitli operasyonlar (açma-kapama) neticesinde aşırı gerilimler meydana gelebilmektedir. Bu gerilimlerin kestirilmesi ve bunlara karşı geliştirilecek stratejilerin tespiti için gerekli olan çalışmalardır[4].

#### **2.2.3.8. İzolasyon koordinasyon**

Bir güç sistemi için önemli problemlerden biride bir bütün olarak sistemin ve tek tek unsurlarının (transformatör, hatlar, yeraltı kabloları vs) sistemdeki daimi veya geçici gerilimler sebebiyle oluşabilecek strese dayanıp dayanamayacağını tespiti ve bu dayanımın ucuz, emniyetli ve sağlıklı bir yöntemle teminidir. Bu işlevin sağlanması izolasyon koordinasyon çalışmaları ile yapılır[4].

#### **2.2.3.9. Ekonomik yük dağılımı**

Bu çalışmalar üretilen enerjinin tüketim merkezlerine en ekonomik yollardan iletilmesi, enerjinin ucuz üretim merkezlerinden temini şeklinde özetlenebilir.

Özelleştirmenin getirdiği pazar ekonomisinin sonucu olan rekabetçi ortam bu tip çalışmaları daha da önemli kılmıştır.

#### **2.2.3.10. Güç kalitesi**

Tüketiciye ulaşan gücün kesintisiz, öngörölmüş belirli limitler dahilinde sabit frekans ve gerilim genliğinde, harmoniklerden arındırılmış düzgün bir sinüs dalgası şekline sahip olarak iletilmesi gerekmektedir. Müşteriler satın aldıkları gücün bu sayılan vasıflara sahip olmasının getireceği avantajların bilincindedir. Bu konuda yapılması gereken çalışmalar yukarıda sayılanlara ilave olarak özellikle harmoniklerin bastırılmasında odaklanmaktadır. Harmonik kaynaklı bozulmalara karşı geliştirilecek stratejiler bu çalışmaların temelini oluşturmaktadır[4].

#### **2.2.3.11. Elektromanyetik uyumluluk**

Herhangi bir elektrikli cihaz bir başkasını ve çevresinde olabilecek canlıları gerek yayını gerekse iletim yoluyla önceden belirlenmiş belirli limitler dahilinde etkilemeyecek şekilde çalışmalıdır. Güç sisteminin ve onu oluşturan unsurların bu ilkeye uygun olarak düzenlenmesi ve uygunluğu değişen ve dinamik sistem koşulları altında sürekli kontrol altında tutulması gerekmektedir. EMU çalışmaları bu doğrultuda yapılacak çalışmalarıdır[4].

#### **2.2.3.12. Yük tahmini**

Düzgün ve gerçekçi bir planlama yapabilmek ve sistemi artan talebe cevap verebilecek şekilde geliştirebilmek için güç sistemlerinde oluşabilecek talebin önceden kestirilebilmesi için yapılan çalışmaların bütünüdür. Gerçekçi bir kestirim yapabilmek için çeşitli klasik yöntemler kullanılabildiği gibi yapay zeka teknikleri de bu amaçla kullanılabilmektedir[4].

#### **2.2.4. İşletme sınıflarına göre reaktif güç kontrol rölesi seçimi**

İşletme sınıfları reaktif güç kontrol rölelerinin seçiminde mutlak göz önüne alınmalıdır.

Aşağıda bu sınıflandırma ve duruma uygun görülen reaktif güç kontrol rölelerinin bulundurma gereken özellikler anlatılmıştır[13].

#### **2.2.4.1. Trifaze yüklü ve dengeli işletmeler**

Bu işletmelerde yükler genel olarak trifaze yüklerden oluşmaktadır. Monofaze yükler varsa da sistemin bütününde çok fazla dengesizlik yaratmaz. Bu türdeki işletmelerde tek faz gerilim ve akım kontrollü reaktif güç rölesi kullanılması yeterli olacaktır. Burada en önemli husus, cihazın ihtiyaç duyulan reaktif gücü tespit edip uygun kondansatörü bulup direkt olarak devreye almasıdır. Yani devreye alma mantığı sıralı çalışma mantığı olmamalıdır. Aksi takdirde kompanzasyon gecikebilir[13].

#### **2.2.4.2. Trifaze ve monofaze yüklere sahip dengeli işletmeler**

Bu tür işletmelerde sistem genel olarak dengededir. Fakat bazı zamanlar monofaze yüklenmelerden dolayı dengesizlikler meydana gelir. Burada dengesiz durum olarak bahsedilen, tesisattaki değişiklikler ile giderilebilecek dengesizlikler değildir. Konu edilen ne zaman çalışacağı belli olmayan yüklerdir. Bu tür işletmelerde üç faz ve üç akım kontrollü reaktif güç kontrol rölesi kullanılması yeterli olacaktır. Burada en önemli husus, cihazın ihtiyaç duyulan reaktif gücü tespit edip uygun kondansatörü bulup direkt olarak devreye almasıdır. Yani devreye alma mantığı sıralı çalışma mantığı olmamalıdır. Aksi takdirde kompanzasyon gecikebilir[13].

#### **2.2.4.3. Çoğunlukla monofaze yüklere sahip işletmeler**

Kompanzasyonu en zor işletme türüdür. Bu tür işletmelerde çok sayıda ve düzensiz olarak çalışan monofaze ve trifaze yükler vardır. Tesisatta düzenleme yapılması mümkün değildir. Yapılsa da hiçbir anlamı yoktur. Bu işletmelere en iyi örnekler; benzinlikler, bankalar, marketler, otel veya pansiyonlar, okullar, şov salonları, atölyeler, dikimhaneler vs. dir. Bu tür işletmelerde üç faz ve üç akım kontrollü reaktif güç kontrol rölesi kullanılması yeterli olmayabilir. Bu sebeple elektronik sayaçlar gibi her fazı ayrı değerlendiren bir reaktif güç kontrol rölesi kullanılması uygun olacaktır. Bu tür işletmelerde az sayıda olsa da trifaze yükler mevcuttur. Bu yükleri monofaze kondansatörler ile kompanze etmek Nötr hattına aşırı yüklenilmesine ve bunun

sonucu olarak harmonik kirlenmelere yol açabilecektir. Dolayısıyla seçilen rölenin ihtiyaca göre hem monofaze kondansatörler hem de trifaze kondansatörler ile çalışabilme özelliği olmalıdır[13].

Bu işletmelerde kompanzasyonu gerçeklemek için izlenmesi gereken yöntem aşağıda anlatılmaktadır:

İlk olarak kompanzasyonu yapılacak olan işletmedeki yüklerin reaktif güçlerinin tesbit edilmesi gerekir.

R fazına bağlı, monofaze yüklere ait reaktif güç= ?

S fazına bağlı, monofaze yüklere ait reaktif güç= ?

T fazına bağlı, monofaze yüklere ait reaktif güç= ?

Trifaze bağlı yüklere ait reaktif güç= ?

Bu reaktif güçleri tespit edebilmek için reaktif güçleri faz-faz ölçüp ayrı gösteren bir çok amaçlı ölçüm cihazı kullanmak uygun olacaktır. Öncelikle işletmedeki sadece monofaze yükleri açıp her fazın ihtiyacı olan reaktif güçleri ölçülür. Daha sonra monofaze yükler kapatılıp, trifaze yükleri açıp toplam trifaze reaktif güç ölçülür[13].

İkinci önemli işlem olarak kompanzasyonu yapılacak olan işletmedeki reaktif yükler için gerekli olan kondansatör güçlerini belirlemek gerekir.

Monofaze reaktif yükler için her faza konulması gereken kondansatör güçleri belirlenir. Trifaze reaktif yükler için kondansatör güçleri belirlenir.

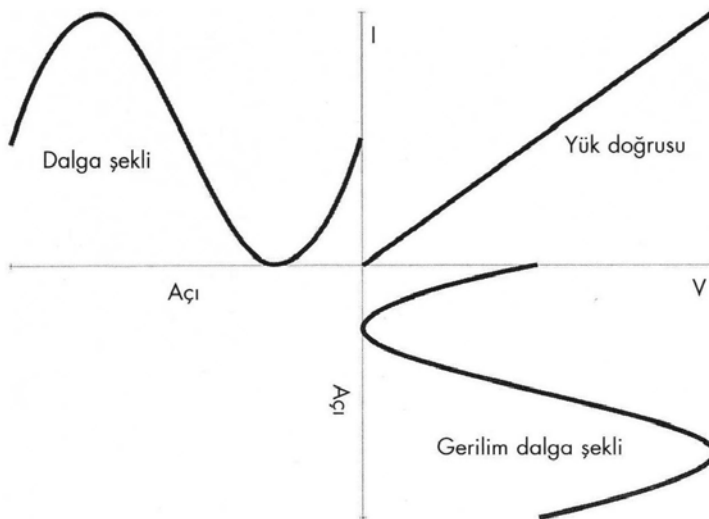
Kademelere bağlanacak kondansatörlerin, cihazın ara değer bulması ve kompanzasyonu daha hızlı yapabilmesi için küçükten büyüğe doğru birbirlerini tamamlayacak değerlere sahip olacak şekilde seçilmesi uygun olacaktır. Seçilen kondansatörler ilgili kademelere bağlanır ve cihaz devreye alınır[13].



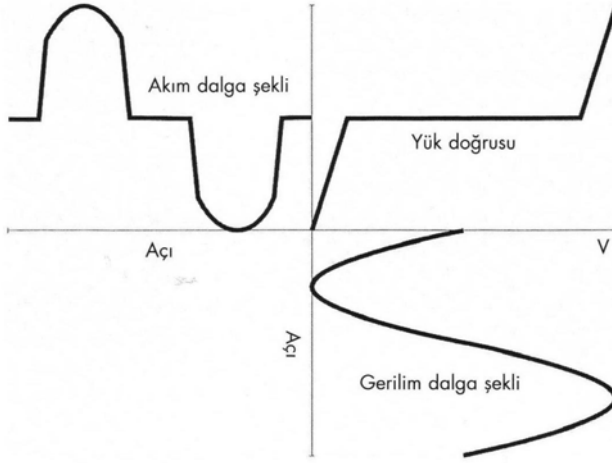
Bütün bunlara ilave olarak güç sistemleri teknolojisinde son yıllarda yeni teknikler geliştirilmiştir. Mesela yüksek gerilimli doğru akım bağlantıları (HVDC) veya cihazlar, seri kompanzasyon, statik anahtarlamalı kompensatörler, faz kaydırıcı transformatörler, hızlı geri kapama gibi gittikçe artan bir sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Bu yeni cihaz ve teknikler mevcut sistemin performansını etkilemekte ve yeni çalışmalara yol açmaktadır[13].

### 2.3. Harmonik Problemi

İdeal temiz bir sistemde akım ve gerilim dalgaları sinüs eğrisi şeklindedir. Uygulamada, tatbik edilen gerilim ile devredeki akım ilişkisi doğrusal olmadığı zaman sinüs eğrisi şekline uymayan akımlar oluşur. Sadece doğrusal devre elemanlarının yer aldığı basit bir devreden geçen akım ile tatbik edilen gerilim (belirli bir frekansta) arasında belli bir oran vardır. Dolayısıyla, tatbik edilen gerilim sinüs eğrisi şeklinde ise, Şekil 2.4'te gösterildiği gibi, devreden sinüs eğrisi şeklinde bir akım geçecektir. Tatbik edilen gerilim ile meydana gelen akım arasındaki ilişki yük-doğrusu şeklindedir ve Şekil 2.4'te doğrusal yük olarak görülmektedir. Görülebileceği gibi reaktif eleman içeren bir devrede gerilim ve akım dalga şekilleri arasında bir faz kayması olur, güç faktörü düşer, fakat devre doğrusal olarak kalır[7].



Şekil 2.4. Doğrusal Bir Yükte Akım Dalga Şekli



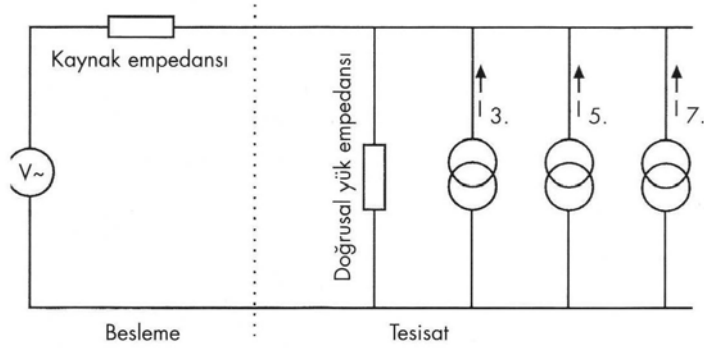
Şekil 2.5. Doğrusal Olmayan Yükte Akım Dalga Şekli

Şekil 2.5'te, tipik bir anahtarlanabilir güç kaynağının giriş aşamasına benzer şekilde, yükün basit bir tam dalga redresör ve kapasitör olduğu durum görülmektedir.

Bu durumda; sadece tatbik edilen gerilim, kapasite bataryasındaki gerilimin üzerine çıktığı zaman devreden akım geçer, diğer bir ifade ile şekilde görüldüğü gibi gerilim, sinüs eğrisinin tepe noktasına yakın olduğunda akım geçmeye başlayacaktır.

Uygulamada yük doğrusu (ve bu durumda akım dalga şekli) örnekte gösterilenden çok daha karmaşıktır; simetrisizlik, histerezis ve yüke bağlı olarak kırılma noktalarında ve eğimlerde değişiklikler olabilir.

Herhangi bir periyodik dalga şekli, harmonik frekanslarda bir miktar sinüs eğrileri ile birlikte temel harmonik sinüs eğrisi şekline dönüştürülebilir. Böylece; şekil 10'da görülen bozulmuş akım dalga şekli, temel harmonik yanında belli oranda ikinci harmonik artı belli oranda üçüncü harmonik (otuzuncu harmoniğe kadar) ile birlikte gösterilebilir. Pozitif ve negatif yarı periyotlarda aynı şekil ve büyüklükte olan simetrik dalga şekillerinde tüm çift sayılı harmonikler sıfırdır. Yarım dalgalı redresörlerin yaygın olarak kullanıldığı dönemlerde sık karşılaşılan çift harmoniklere günümüzde oldukça ender rastlanılmaktadır.



Şekil 2.6. Doğrusal olmayan yük eşdeğer devresi

Doğrusal olmayan yüke ait eşdeğer bir devre şekil 11’de gösterilmektedir. Her bir harmonik frekans için bir akım kaynağı olacak şekilde çok sayıda akım kaynakları ile yük paralel bağlanarak lineer bir yük devresi modeli oluşturulabilir.

Yükten kaynaklanan harmonik akımların daha doğru bir ifade ile yük tarafından şebeke akımından harmonik akıma dönüştürülen akımların kaynak empedansı ve tüm paralel bağlantılardan geçerek devrenin her tarafında dolaşmaları gerekir. Neticede, besleme empedansında ve tesisatın her tarafında harmonik gerilimler ortaya çıkar. Harmonik kaynakları zaman zaman gerilim kaynakları olarak gösterilmektedir; şayet bu doğru olsaydı kaynak empedansının kaynaktaki harmonik gerilim şiddeti üzerinde hiçbir etkisinin olmaması gerekirdi. Gerçekte, harmonik gerilim şiddeti ile kaynak empedansı arasında (belli sınırlar dahilinde) oransal bir ilişki mevcuttur ve kaynak, bir akım kaynağı niteliğindedir[6].

Kaynak empedansları çok düşük olduğu için harmonik akımın yol açtığı harmonik gerilim bozulması da az olur ve ender durumlarda tesisdeki değerin üzerine çıkar. Ancak, bu açıklama, yüksek harmonik akımların gerçekten mevcut olmasına rağmen harmonik problemi yokmuş gibi bir yanlış algılamaya yol açmamalıdır. Bu durum, toprağa geçen akımın bir voltmetre ile aranmasına benzer. Harmonik ihtimalinin söz konusu olması veya olmadığının doğrulanması gerektiğinde akımın ölçülmesi şarttır[7].

### 2.3.1. Harmoniklerin yol açtığı problemler

Harmonik akımlar hem besleme sisteminde ve hem de tesisatta problemler yaratır. Etkiler ve çözümler farklı olup ayrı ayrı ele alınması gerekir; harmoniklerin tesisat içindeki etkilerinin kontrol altına alınmasına dönük önlemler, besleme sistemindeki bozukluklara karşı etkin olmayabilir ve bunun tersi de doğrudur[7].

Tesisat içindeki harmonik problemler aşağıdaki gibidir.

Harmonik akımların neden olduğu problemler;

- nötrlerin aşırı yüklenmesi
- transformatörlerin aşırı ısınması
- devre kesicilerde istenilmeyen açılma
- güç faktörü düzeltme kapasitörlerinde aşırı gerilim
- deri olayı

Harmonik gerilimlerin neden olduğu problemler;

- gerilim bozulması
- asenkron motorlar
- sıfır-kesme gürültüsü

## **BÖLÜM 3. SAKARYA ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS ALANI ENERJİ DAĞITIMINA GENEL BAKIŞ**

### **3.1. Giriş**

Sakarya Üniversitesi Kampüsü'nde bulunan transformatör tesislerinin üniversite yerleşkesindeki yerleri Ek-2'de verilen vaziyet planı yardımı ile incelendiğinde açıkça görülmektedir ki, bu alanda bulunan beş adet 1000 kVA ve bir adet 630 kVA trafo tesisi kampüs alanına homojen olarak dağılmıştır, ancak Sakarya Üniversitesi hizmet binalarının imalatları henüz tamamlanmamış olduğundan bu trafolardan bazıları tam kapasitede çalışmamaktadır, bu trafolar gelebilecek ilave yükleri de kaldırabilecek kapasitededirler. Üniversite yerleşkesinde bulunan trafo merkezlerinin besledikleri hizmet binaları aşağıda listelendirilmiştir.

2008 yılında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nca (E.P.D.K.) uygulamaya konulması muhtemel yönetmelik, endüktif reaktif gücün aktif güce %33 olan oranı ve kapasitif reaktif gücün aktif güce olan %20 oranını daha da düşürerek endüktif reaktif gücün, aktif güce oranını %20 ve kapasitif reaktif gücün aktif güce oranını ise %15'e indirecektir. Bu duruma ilişkin yönetmelik Ek-1'de verilmiştir.

2006 yılı itibariyle Sakarya Üniversitesi'nin Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi'ne ödediği elektrik faturaları incelendiğinde, Sakarya Üniversitesi Kampüs alanında bulunan trafo merkezleri ve Üniversite'ye bağlı hizmet birimleri, 2008 yılında E.P.D.K. tarafından uygulamaya konulacak ve reaktif gücün aktif güce oranını düzenleyecek yeni yönetmeliğe hazırlıklı değildir. Sakarya Üniversitesi ve bağlı birimleri 2008 yılına kadar bu hususta, Ek-3 de görülen ve cezai uygulamaya 2006 yılında maruz kalmış, 2008 yılında yeni uygulamayla birlikte cezai uygulamaya maruz kalması muhtemel birimlerinden başlayarak çalışma başlatmalıdır.

Ek-3'te verilen 2006 yılı Sakarya Üniversitesi ve bağlı birimlerinin ödediği elektrik faturalarına ilişkin değerlendirmede bulunacak olursak, açıkça görülmektedir ki 78 adet fatura incelenmiş ve henüz yeni yönetmelik uygulamasına başlanmadan bu faturaların 15'i 2006 yılında cezai uygulamaya maruz kalmış ve dolayısıyla kompanzasyonun da sorun yaşamıştır. Sakarya Üniversitesi bu durumdan maddi olarak ve elektriksel yüklerin tesiste yarattığı sorunlara maruz kalarak zarar görmüştür.

Bahsi geçen faturalara yeni yönetmelik gereği uygulamaya konulacak yüzdeler uygulanır ise açıkça görülmektedir ki incelenen 78 faturadan 31'i cezai uygulamaya maruz kalacaktır. Bu durumdan çıkaracağımız sonuç ise çok nettir. Sakarya Üniversitesi ve bağlı birimleri bu yönetmeliğe hazırlıklı değildir. Mutlak suretle modernizasyon çalışması yapılmalı ve neredeyse her 2 faturadan 1'ine ceza ödemek durumunda kalınmamalıdır. Bu duruma ekonomik açıdan bakarsak, modernizasyon çalışmalarıyla cezai uygulamayı mukayese etmek dahi söz konusu değildir. Yapılacak olan çalışmalar ile her tüketici gibi Sakarya Üniversitesi de yeni yönetmeliğe hazırlanmalıdır.

### **3.2. Kampus Alanındaki Trafoların Beslemekte Olduğu Hizmet Binaları**

Ek-2 deki vaziyet planında kampüs yerleşkesindeki yerleri gösterilmiş olan trafo merkezlerinin besledikleri hizmet binaları aşağıda verildiği gibidir.

#### **3.2.1. Rektörlük 1000 KVA trafo**

Rektörlük binasının hemen yanında olan bu trafonun beslediği hizmet binaları;

- 1) Rektörlük Binası
- 2) İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
- 3) Kütüphane, Öğrenci İşleri Binası ve Süleyman Demirel Konferans Salonu
- 4) Fen Bilimleri ve Sosyal Bilimler Enstitüsü
- 5) Teknik Eğitim Fakültesi A-1 Blok
- 6) Teknik Eğitim Fakültesi A-2 Blok

- 7) Teknik Eğitim Fakültesi Atölyeler Bloğu
- 8) Ucuz İnşaat Şantiyesi
- 9) Gelişim İnşaat Şantiyesi

### **3.2.2. Kafeterya 1000 KVA trafo**

Fen Edebiyat Fakültelerinin hemen arkasında olan bu traфонun beslediği hizmet binaları;

- 1) Fen Edebiyat Fakültesi Blok 7
- 2) Fen Edebiyat Fakültesi Blok 1
- 3) SAÜSEM Sürekli Eğitim Merkezi
- 4) Kampus Otel
- 5) Yemekhane ve Kafeterya Binası
- 6) Cep Telefonu Verici İstasyonları

### **3.2.3. Ariston 1000 KVA trafo**

Ariston lojmanlarına inen yol ile atölyelerin arasında kalan bölgede olan bu traфонun beslediği hizmet binaları;

- 1) Ariston Lojmanları
- 2) İnşaat Laboratuvarı
- 3) Yüzey Kaplama Laboratuvarı
- 4) Makine Laboratuvarı
- 5) Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı Atölyesi
- 6) Rektörlük Prefabrik Lojmanları
- 7) 2. Nizamiye Girişi
- 8) ABB Laboratuvarı
- 9) Teknik Eğitim Fakültesi Metal Laboratuvarı
- 10) Plazma Laboratuvarı

### 3.2.4. Yurtlar Bölgesi 1000 KVA trafo

Yurtlar Bölgesinin girişinde olan bu trafonun beslediği hizmet binaları;

- 1) Tüm Yurt Blokları
- 2) ROSEM
- 3) Devlet Konservatuarı
- 4) Kampus İçi Sulama Pompaları
- 5) Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı

### 3.2.5. Mühendislik 1000 KVA trafo

Kampus çevre yolu üzeri ve Mühendislik Bloklarının alt tarafında olan bu trafonun beslediği hizmet binaları;

- 1) Mühendislik Fakültesi D-1 Blok
- 2) Mühendislik Fakültesi D-4 Blok
- 3) Mühendislik Fakültesi D-6 Blok
- 4) Mühendislik Fakültesi D-8 Blok
- 5) Mühendislik Fakültesi Dekanlık Binası
- 6) Mühendislik Fakültesi A-1 Blok
- 7) Piknik Alanı ve Sera tesisleri
- 8) Minibüs Durakları ve Kafeteryaları
- 9) Banka Şubeleri ve Bankamatikleri
- 10) SAÜSEM Sürekli Eğitim Merkezi Server Odaları
- 11) Halı Saha ve Tenis Kortu
- 12) Hektaş İnşaat Şantiyesi

### 3.2.6. Spor Salonu 630 KVA trafo

Kapalı spor tesisleri ve futbol sahası arasındaki alanda olan bu trafonun beslediği hizmet binaları;

- 1) Kapalı Spor Salonu



- 2) Yüzme Havuzu
- 3) Açık Spor Tesisleri Soyunma Bloğu
- 4) Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Bloğu
- 5) Mediko Sosyal Merkezi
- 6) Sağlık Meslek Yüksekokulu
- 7) Fitness Salonu
- 8) Beden Eğitimi Kantini

### **3.3. Güç Tanımları**

Güç gereksiniminin her geçen gün artması, ileriye yönelik güç tahminlerinde bulunulmasını da gerektirir. Dağıtım gücünün gerekenin üstünde tahmin edilmesi, gereksiz yatırımlara, altında tahmin edilmesi ise, iletken kesitlerinin yetersiz kalmasına neden olur. Bu yüzden dağıtım gücünün doğruya en yakın tahmin edilmesi büyük önem taşır[12].

#### **3.3.1. Kurulu güç**

Bir tüketim biriminde kurulu ve çalışır durumda bulunan motor, ısıtıcı, aydınlatıcı vb. tüm elektrik aygıtlarının etiket güçlerinin toplamına kurulu güç denir.

Kurulu gücün saptanmasında motor, aydınlatma, ısıtma güçleri vb. güçler için ayrı ayrı güç tablolarının düzenlenmesi önerilir.

Kurulu güç, istek gücünün saptanmasından başka. Uygulamaya dönük anlamı olmayan çoğunluğu durağan güçtür. Transformator gücünün saptanmasında bu güç alınmaz, istek gücü alınır[12].

#### **3.3.2. İstek gücü**

Bir tüketim biriminde kurulu gücü oluşturan tüm elektrik aygıtlarının aynı anda devrede bulunduğu ve devrede bulunanların ise tam yükte çalıştığı durumla ender olarak karşılaşılr.

Tüketim birimlerinin çalışma çevrimi içindeki yük eğrileri çok değişkenlik gösterir. Örneğin. Şehir şebekelerinin günlük yük eğrilerinde tepe güçler gece çekilen güçlerin iki katı; yıllık güç eğrilerinde ise, mevsimlere göre çekilen tepe güçler en küçük güçlerin üç katı olabilmektedir[12].

Yük eğrisinde belirlenen bir zaman aralığında tüketilen enerjinin ortalamasını gösteren dikdörtgenin yüksekliği istek gücün tanımı için temel alınır.

Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi istek gücün hesaplanmasında zaman aralığının 15 dakika alınmasını istemektedir.

Bir tüketim biriminde, belirlenen çalışma çevrimi içinde (1 ay) ve belirlenen zaman aralığında (15 dakika ) çekilen en büyük ortalama güce istek gücü denir.

İstek gücü olarak belirli bir zaman aralığındaki ortalama güç alındığından, çok kısa süre sıçrama yapan az sayıdaki tepe güçler istek gücün hesaplanmasında fazla etkili olmaz[12].

Bu bilgiler ışığında Sakarya Üniversitesi yerleşkesinde bulunan trafo merkezlerine ait 2006 yılı elektrik faturaları incelenmiş ve trafoların istek güçleri dönemsel olarak Ek-4'te verilmiştir.

Hesaplama kriterleri şu şekildedir:

$$\text{İstek Güç} = \text{Fatura üzerindeki aylık güç} / 30 (\text{gün}) / 24 (\text{saat}) / 15 (\text{dakika}) / 60 (\text{dakika})$$

Sakarya Üniversitesi'nin 2006 yılı sürecinde toplam aktif istek gücü 14 MVA'ya yakındır. Bunun yanında toplam endüktif reaktif gücün 2 MVA ve kapasitif reaktif istek gücün ise 1 MVA'ya yakın olduğu hesaplanmıştır.

## **BÖLÜM 4. KAMPÜS İÇİ 1000 kVA TRAFO MERKEZLERİNDE YAPILAN DETAYLI ÖLÇÜMLER**

### **4.1. Giriş**

Sakarya Üniversitesi kampus alanı içerisindeki rektörlük trafosu, yemekhane trafosu, ariston trafosu, mühendislik trafosu ve yurtlar trafosu'nda, bu trafolara ilişkin elektriksel verilerin elde edilmesi amacı ile anlık ölçümler yapılmıştır.

Ölçümün kriterleri bu trafolara ait yük değişimlerinin beş saniye aralıklarla izlenmesidir. Bu süre zarfında kompanzasyon sisteminin devrede olduğu ve olmadığı durumlar değerlendirmeye alınmıştır.

Yapılan ölçümlerde değerlendirmeye alınan büyüklükler aşağıdadır;

- 1) Aktif Güç
- 2) Reaktif Güç
- 3) Kapasitif Güç
- 4) Akım
- 5) Gerilim
- 6) Güç Faktörü
- 7) Frekans
- 8) Kompanzasyon ihtiyacı
- 9) Harmonikler

Ölçüm Aracı ve ekipmanları aşağıdaki gibidir.

- 1) AR.5 Portatif Enerji Analizörü (CIRCUTOR),
- 2) Kit 5 : AR5 1 Mb Memory
- 3) CP-2000/200 Clamp (3 x 2000/200 A)

- 4) CPR-1000 Nötr Clamp
- 5) CP-5 Clamp (3 x 5 A)
- 6) AR5 Vision Software Enerji Programı
- 7) Harmonik Programı
- 8) Network Quality Programı.

## 4.2. Ölçümler ve Grafikler

Kampus alanı içerisindeki beş ayrı trafoda yapılan ölçümler, bu ölçümler sonucunda elde edilen grafikler aşağıda zaman aralıkları da belirtilerek değerlendirilmiş ve bu trafolarla ilişkin elektriksel veriler detaylandırılmıştır. Her trafoya ilişkin görülen sorunlar açıklanmış ve çözüm yöntemleri sunulmuştur.

### 4.2.1. Rektörlük trafosu

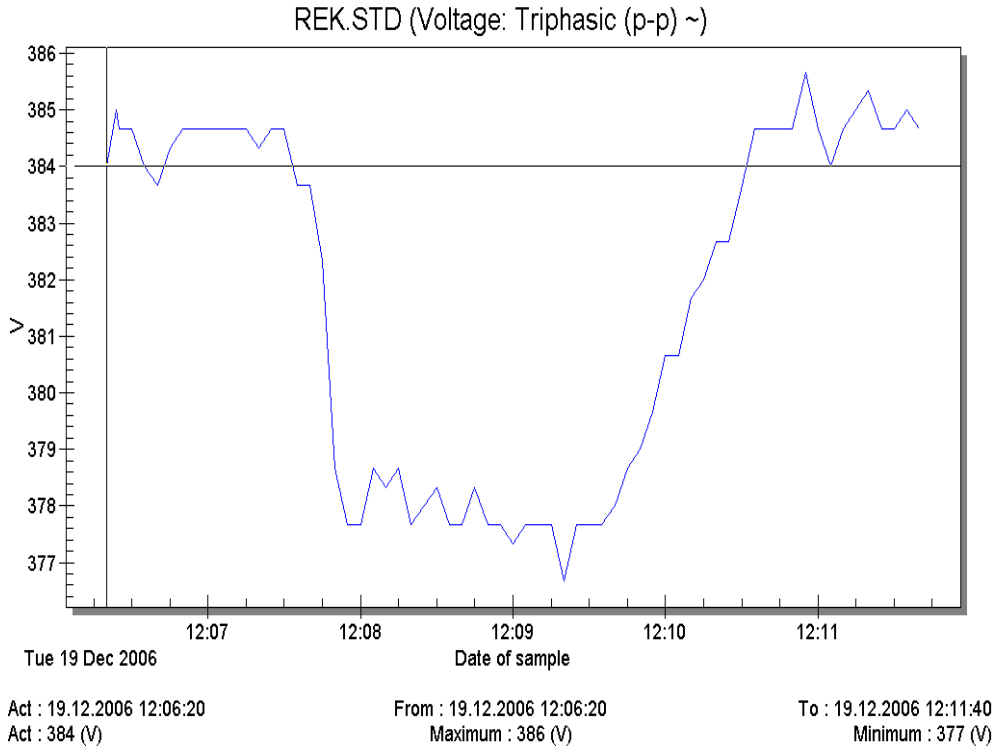
Trafo Gücü : 1000 kVA

Kompanzasyon Gücü : 355 kVAr

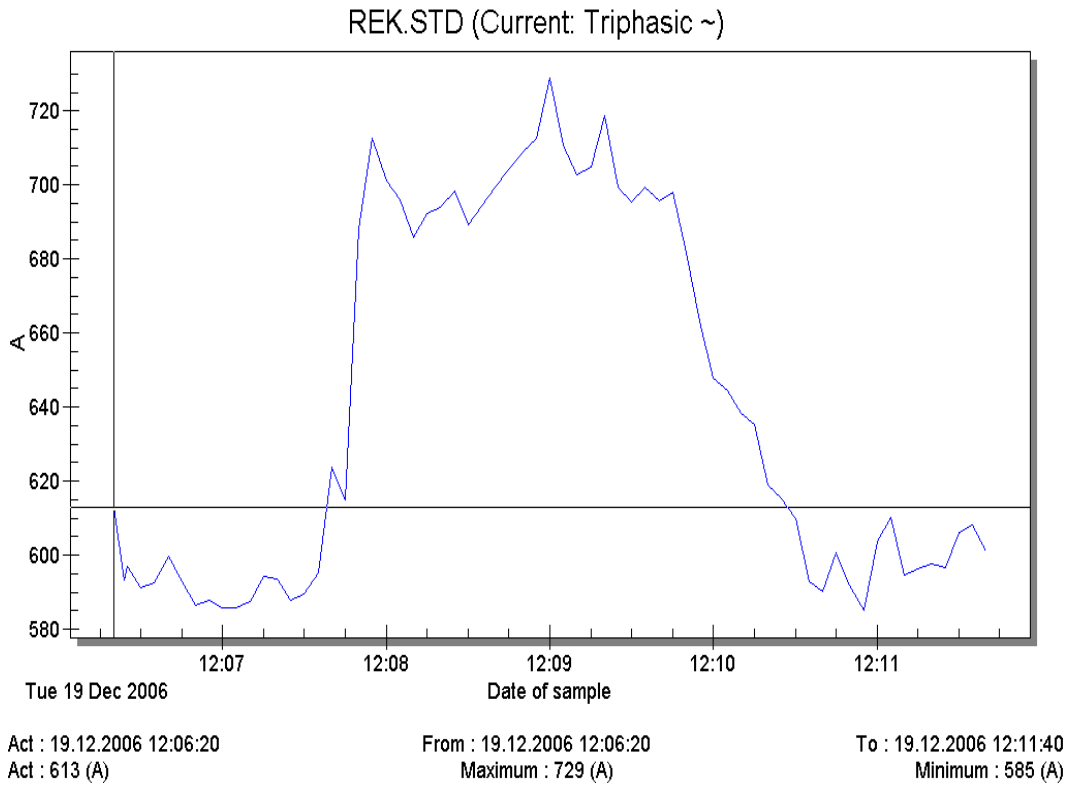
Ölçüm Tarihi ve Saati : 19.12.2006 / 11.06 – 11.12

Tablo 4.1. Rektörlük trafosundaki ölçüm sonuçlarına göre elektriksel büyüklüklerin minimum ve maksimum değerleri

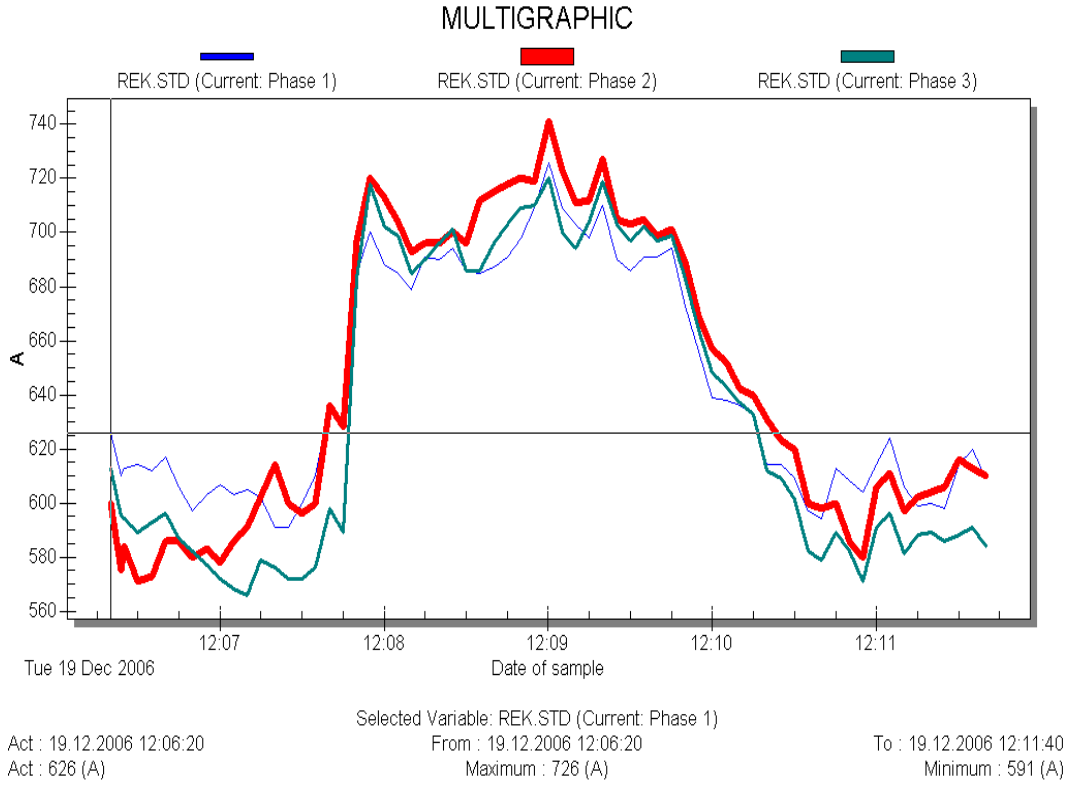
		Max	Min
<b>Gerilim</b>	<b>V</b>	<b>386</b>	<b>377</b>
<b>Akım</b>	<b>A</b>	<b>729</b>	<b>585</b>
<b>Aktif Güç</b>	<b>kW</b>	<b>390</b>	<b>359</b>
<b>Endüktif Reaktif Güç</b>	<b>kVArL</b>	<b>284</b>	<b>64</b>
<b>Güç Faktörü</b>		<b>0,94</b>	<b>0,78</b>
<b>THD V (Gerilim)</b>	<b>%</b>	<b>5,0</b>	<b>2,6</b>



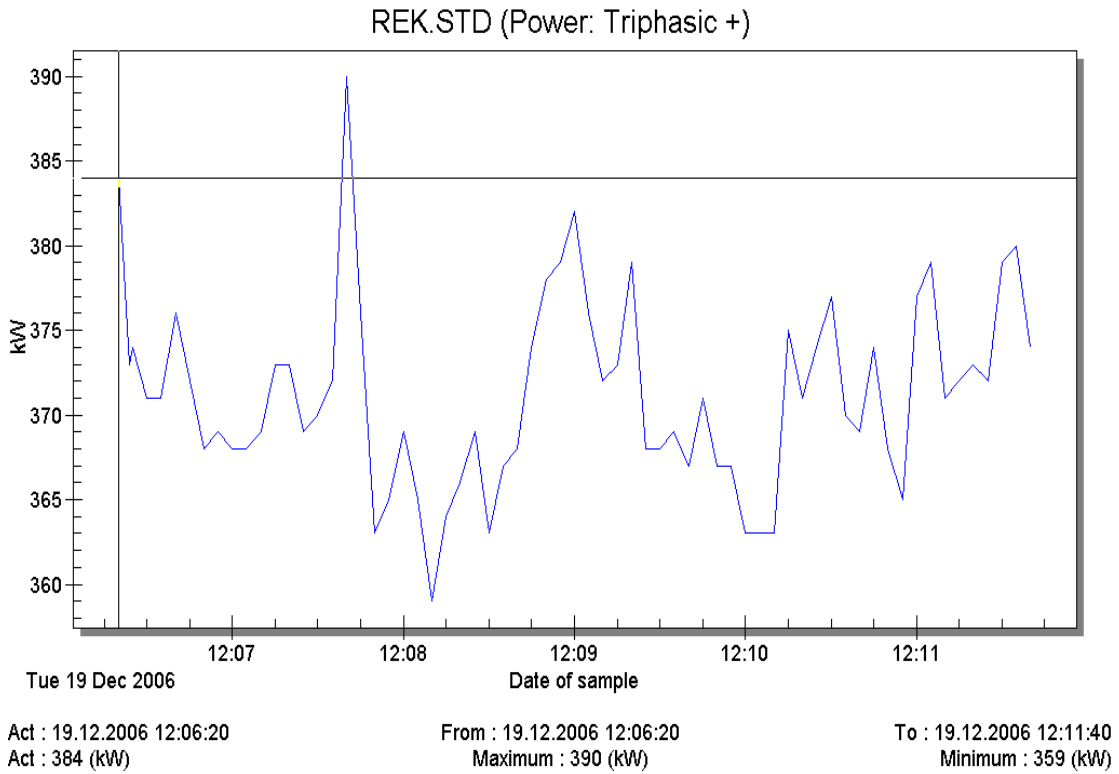
Şekil 4.1. Rektörlük trafosu gerilim – zaman grafiği



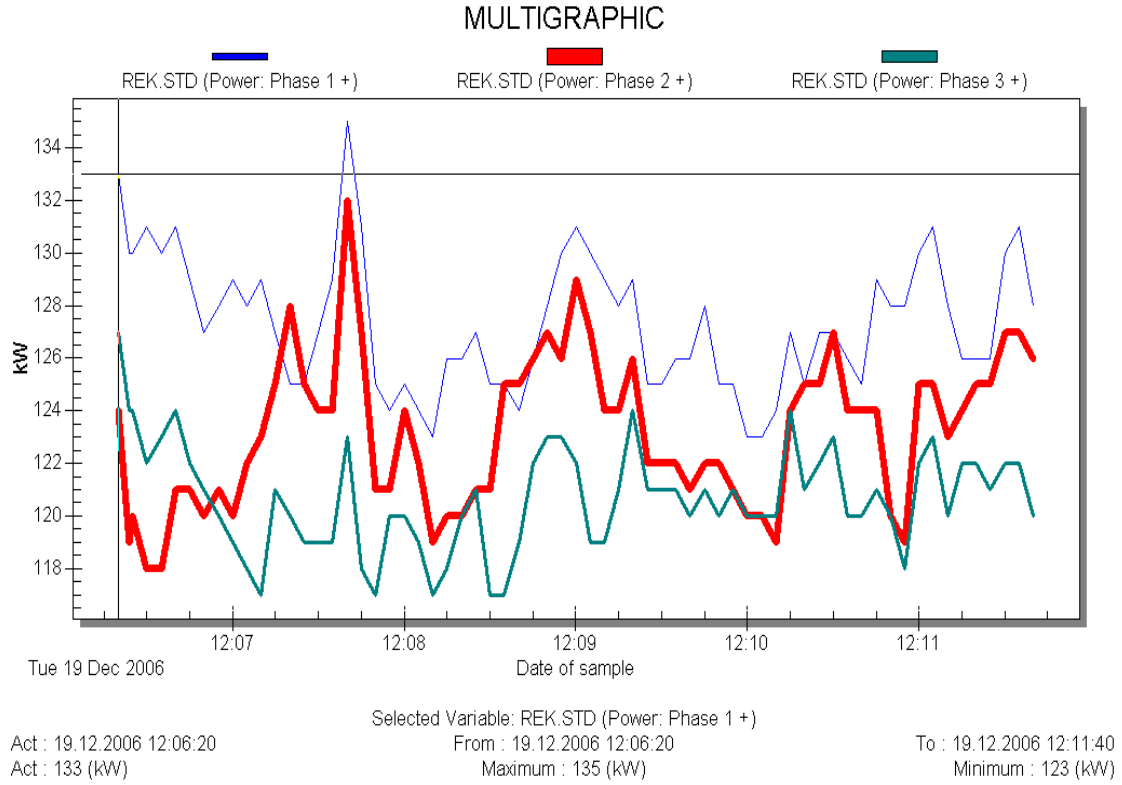
Şekil 4.2. Rektörlük trafosu akım – zaman grafiği



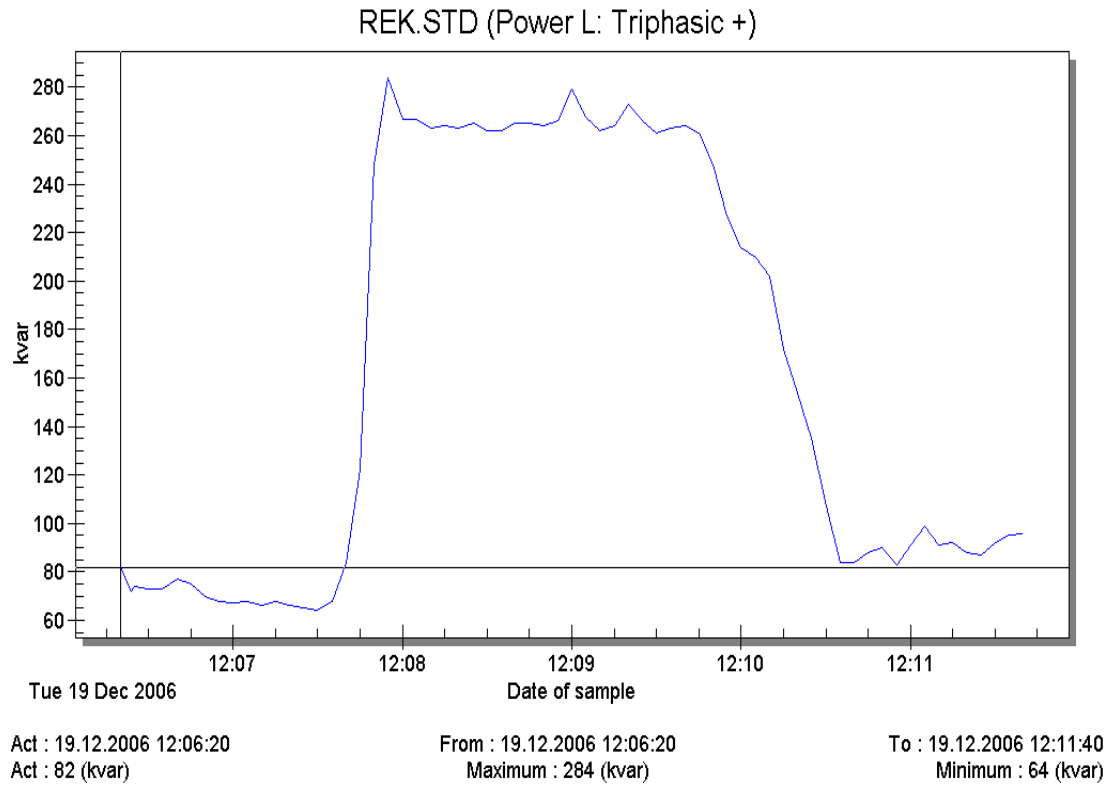
Şekil 4.3. Rektörlük trafosu 3 faz akım – zaman grafiği



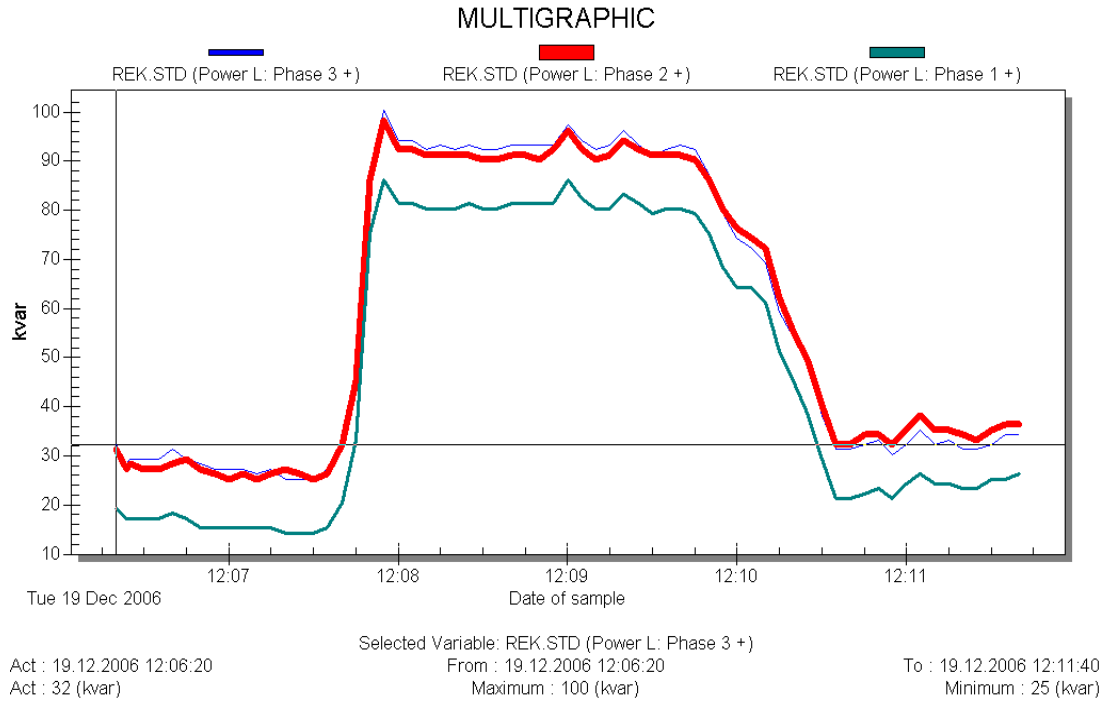
Şekil 4.4. Rektörlük trafosu güç – zaman grafiği



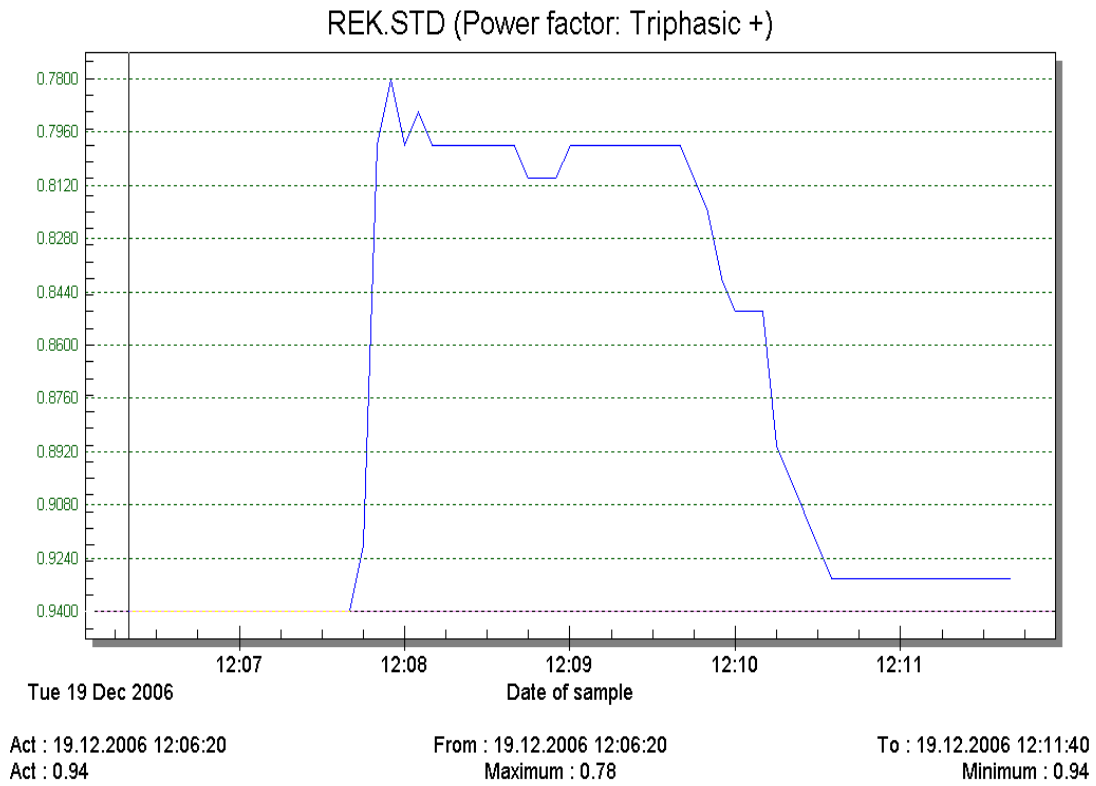
Şekil 4.5. Rektörlük trafosu 3 faz aktif güç – zaman grafiği



Şekil 4.6. Rektörlük trafosu kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) grafik

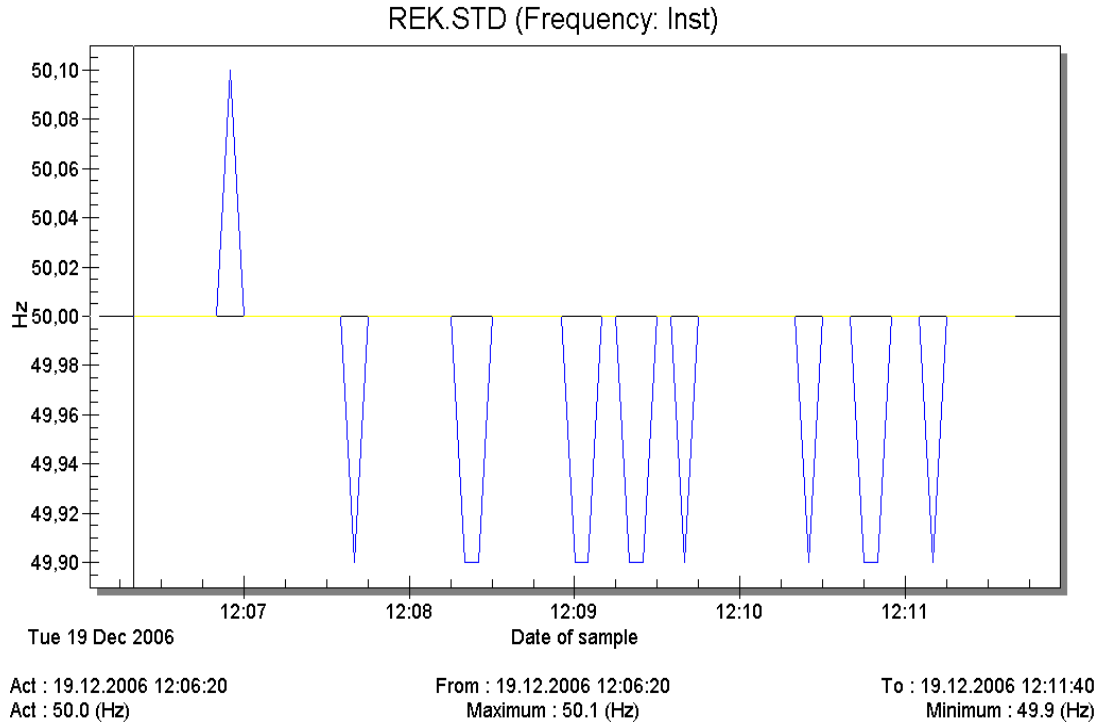


Şekil 4.7. Rektörlük trafosu 3 faz kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) – zaman grafiği

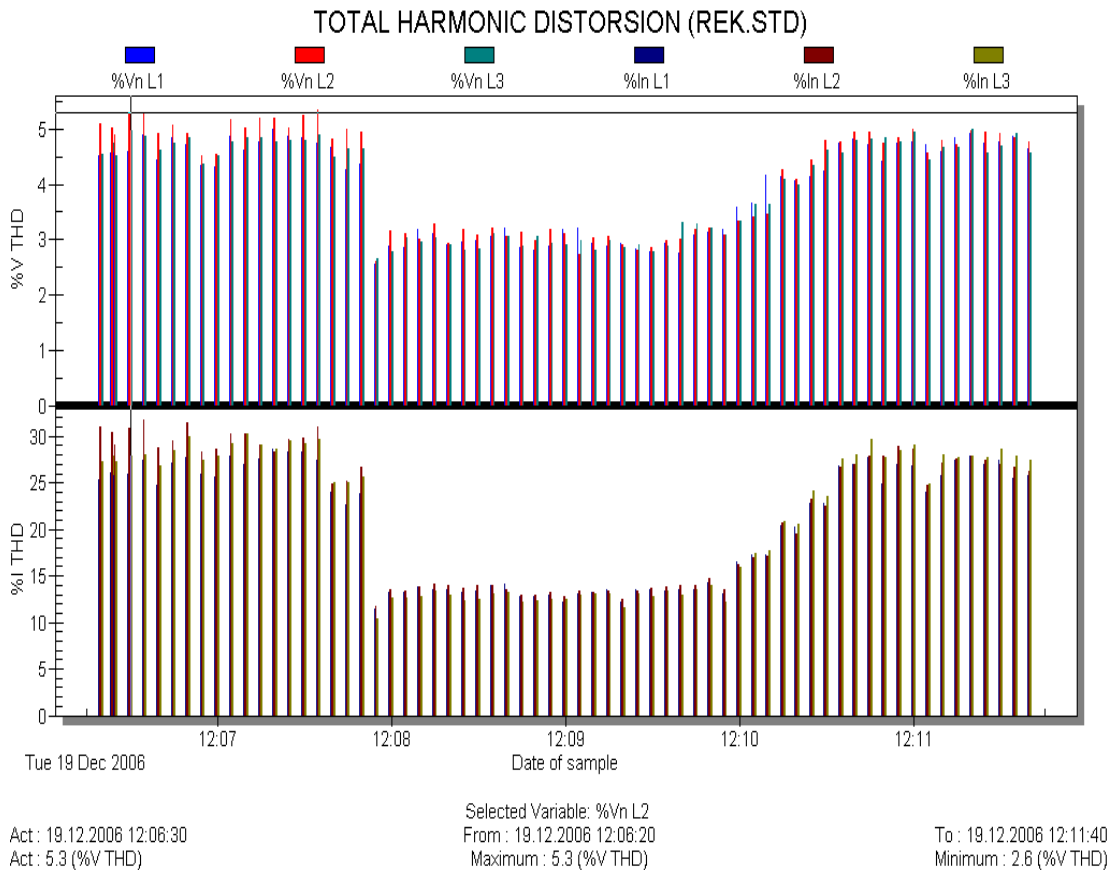


Şekil 4.8. Rektörlük trafosu güç faktörü – zaman grafiği

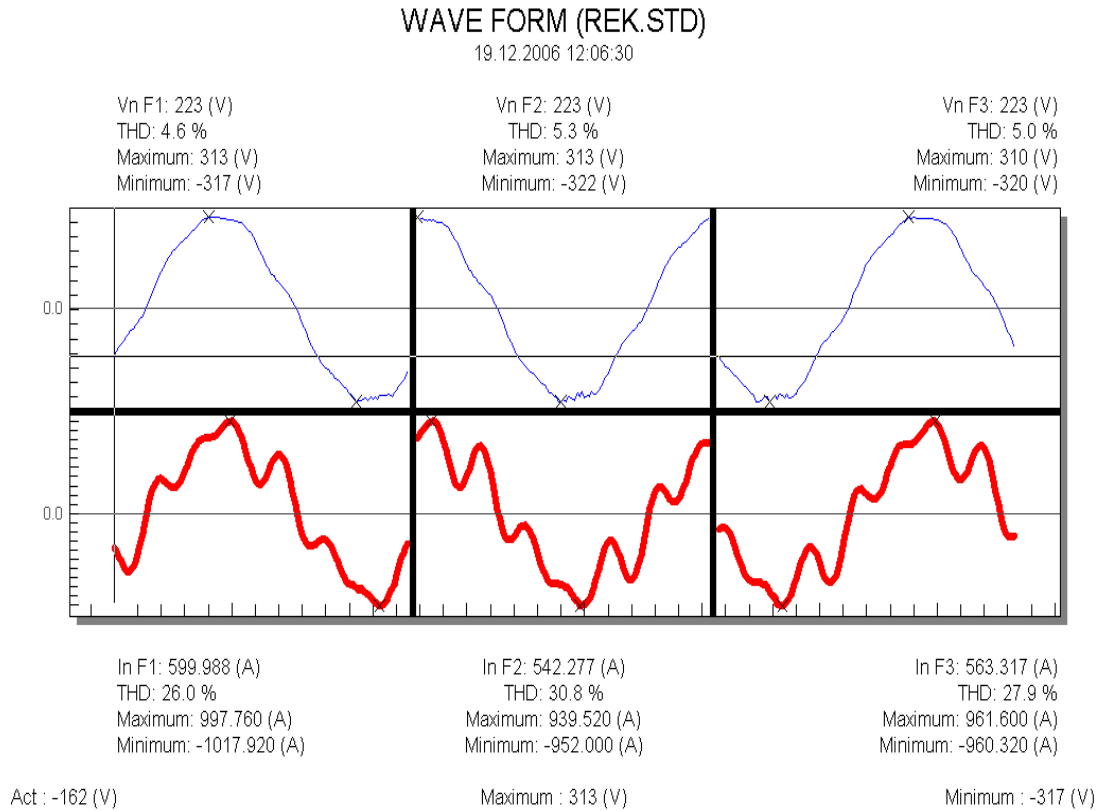




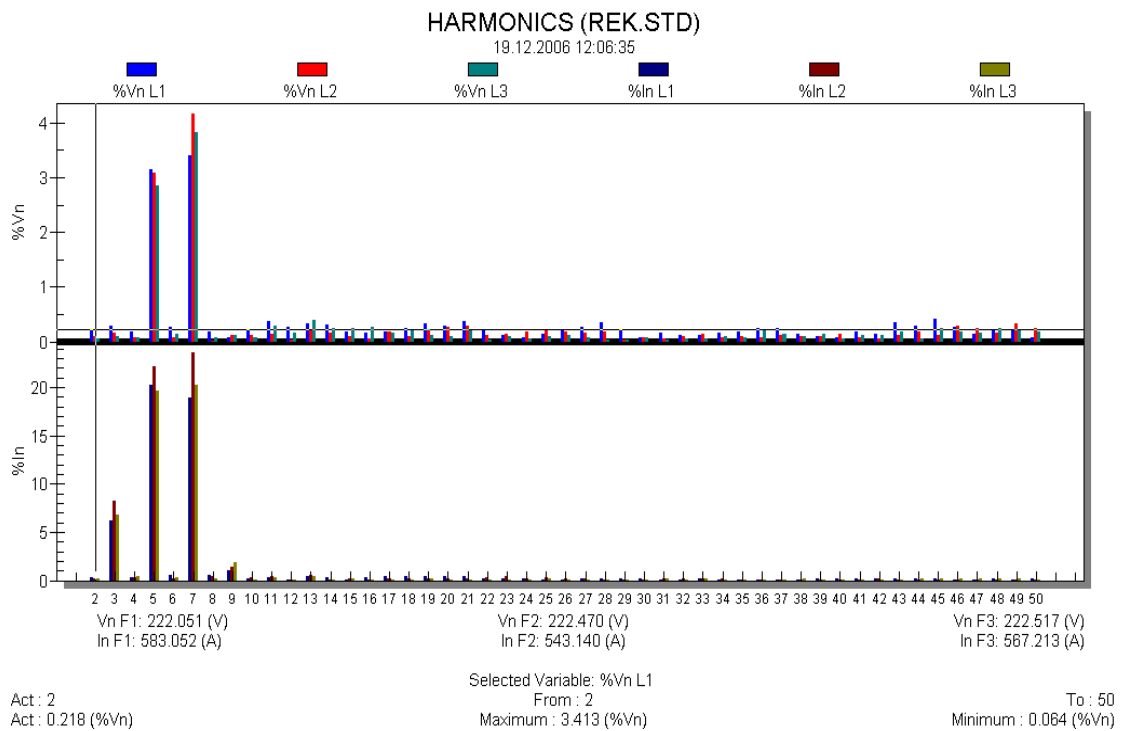
Şekil 4.9. Rektörlük trafosu frekans – zaman grafiği



Şekil 4.10. Rektörlük trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) – zaman grafiği



Şekil 4.11. Rektörlük trafosu toplam harmonik distorsiyon dalga formu grafiği



Şekil 4.12. Rektörlük trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) detay grafiği

Yapılan ölçümler neticesinde Rektörlük trafosuna ilişkin değerlendirmede bulunulacak olursa, üç faz akım - zaman grafiği incelendiğinde, akımın genel olarak dengeli olduğu görülmektedir, ancak üç faz güç - zaman grafiğine bakıldığında aktif gücün fazlar arasında dengesizlik gösterdiği görülebilir. Kompanzasyona ilişkin grafikler incelendiğinde ise, kompanzasyon kapatılarak ölçüm alındığında 284 kVAR'lık kondansatör ihtiyacı görülmüştür. Kompanzasyon devrede iken minimum 64 kVAR ihtiyaç göstermesi kompanzasyondaki kondansatörlerin ömrünün azaldığının göstergesidir, çünkü tesiste toplamda sabit kondansatör dahil 355 kVAR kondansatör bulunmaktadır, bu durumda sistemin en büyük avantajı dengeli reaktif güç ihtiyacıdır. Güç faktörüne ilişkin grafikler incelendiğinde ise kompanzasyon devre dışıyken güç faktörü 0,78 olduğundan dolayı sistemin başlangıç  $\cos\Phi$ ' si olarak hesaplamaya gidilebilir, kompanzasyon devredeyken güç faktörünün maksimum 0,94 olması, ilerleyen zamanda bu trafonun cezai uygulamaya gideceğinin göstergesi olarak değerlendirilebilir. Harmoniklere ilişkin grafikler incelendiğinde ise, rektörlük trafosunun bu yönden problemli olduğu açıkça görülmektedir. Gerilim harmoniği maksimum % 5,3 olarak ölçülmüştür, bu değer uluslararası standartların işaret ettiği % 5 sınır değerinin üzerindedir. Trafolarda bu değer % 2-3' ün altında olması elektriksel sistemin sağlığı açısından önemlidir. Harmoniklerin yüksek olmasının sisteme etkilerini hatırlatacak olursak, gerilim düşümünü arttırmakta, kondansatörlerin ömrünü azaltmakta, arızalanmaya ve aşırı ısınmaya yol açmaktadır, bununla birlikte veri kayıplarına ve cihazların verimliliğinin azalmasına sebep olmaktadır. Akım harmoniklerinin % 30'ların üzerinde olması ciddi anlamda sistemi etkilemekle birlikte, güç faktörünü de doğrudan etkilemesi nedeniyle bu seviyedeki harmoniklerin rektörlük trafosunu cezai uygulamaya sokması muhtemeldir. Harmoniklerin detay grafiği incelendiğinde 5. ve 7. harmoniklerin yüksek olduğu görülmektedir.

Rektörlük trafosu'na ilişkin verileri özetleyecek olursak; kullanılan yükler bakımından kritik bir düzeyde olması ve kompanzasyonunun yetersiz kalmasından dolayı faturalandırmada cezai işlem uygulanması söz konusu olabilir. Yapılacak kompanzasyonun en az 650 kVAR olarak konuşlandırılması ilave yükler açısından gereklidir. Enerji kalitesinin artırılması için kompanzasyon sisteminin harmonik filtreli yapılması zorunlu görünmektedir.

#### 4.2.2. Yemekhane Trafosu

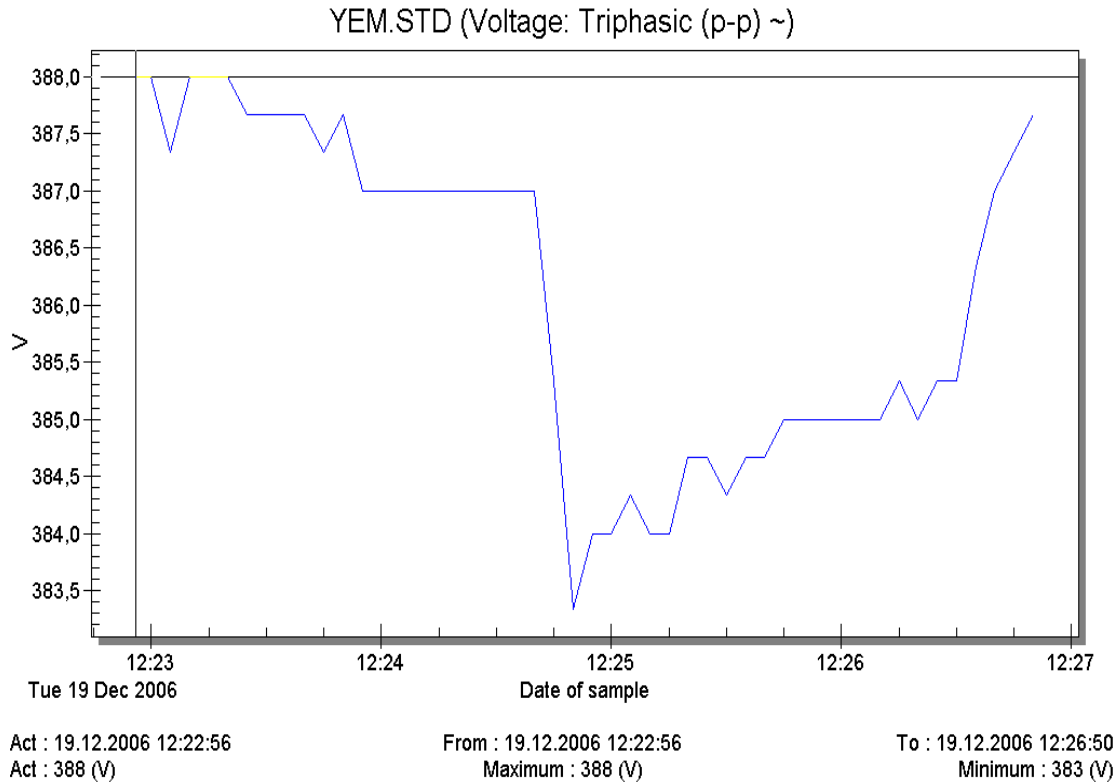
Trafo Gücü : 1000 kVA

Kompanzasyon Gücü : 850 kVAr

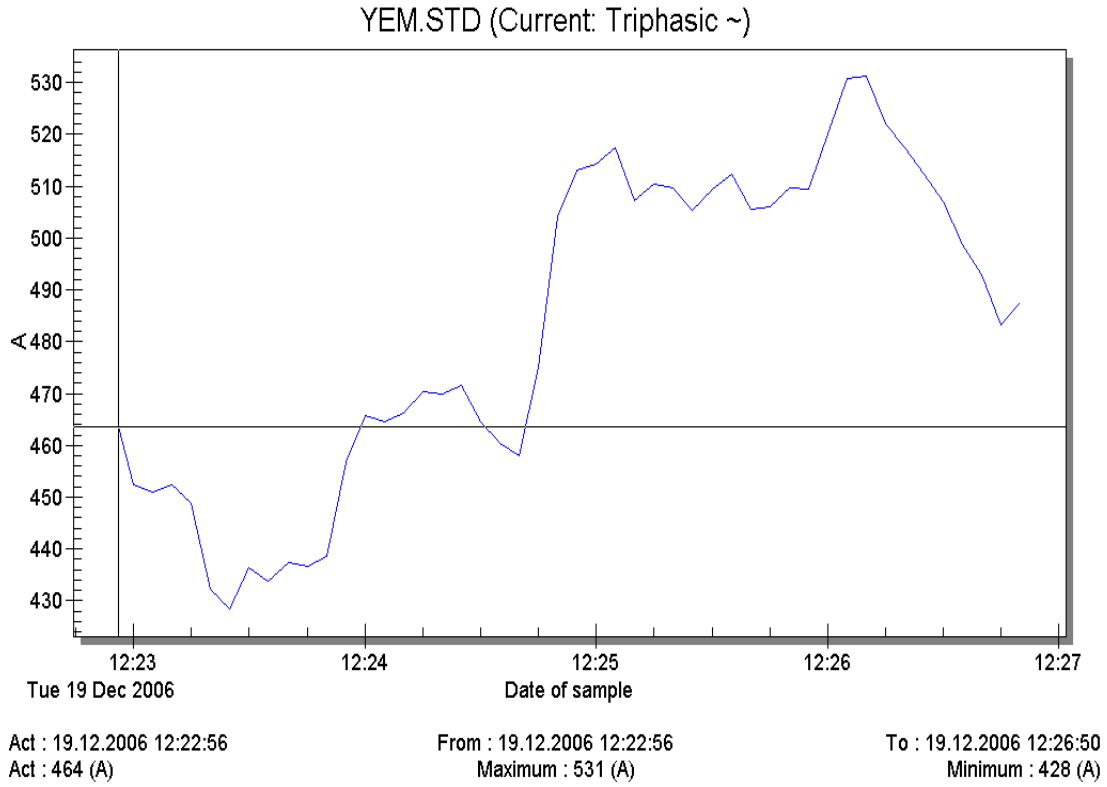
Ölçüm Tarihi ve Saati : 19.12.2006 / 11.22 – 11.26

Tablo 4.2. Yemekhane trafosu ölçüm sonuçlarına göre elektriksel büyüklüklerin minimum ve maksimum değerleri

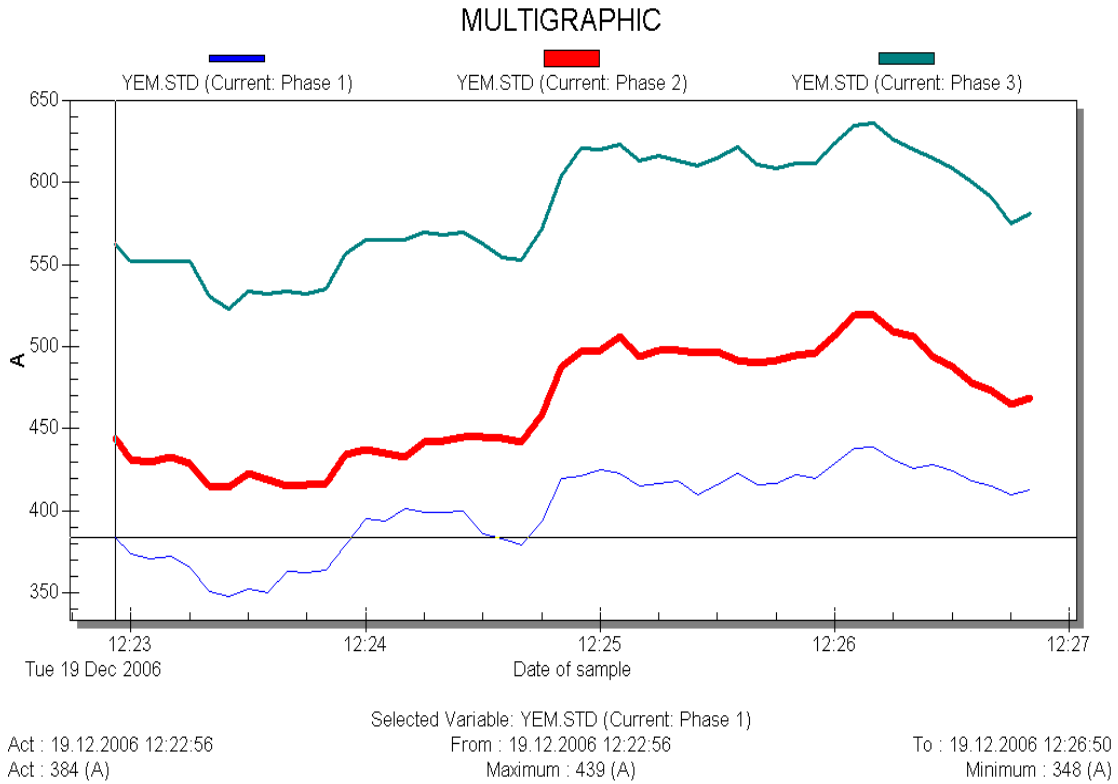
		Max	Min
<b>Gerilim</b>	<b>V</b>	<b>388</b>	<b>383</b>
<b>Akım</b>	<b>A</b>	<b>531</b>	<b>428</b>
<b>Aktif Güç</b>	<b>kW</b>	<b>329</b>	<b>286</b>
<b>Endüktif Reaktif Güç</b>	<b>kVArL</b>	<b>137</b>	<b>2</b>
<b>Güç Faktörü</b>		<b>0,99</b>	<b>0,91</b>
<b>THD V (Gerilim)</b>	<b>%</b>	<b>2,0</b>	<b>1,1</b>



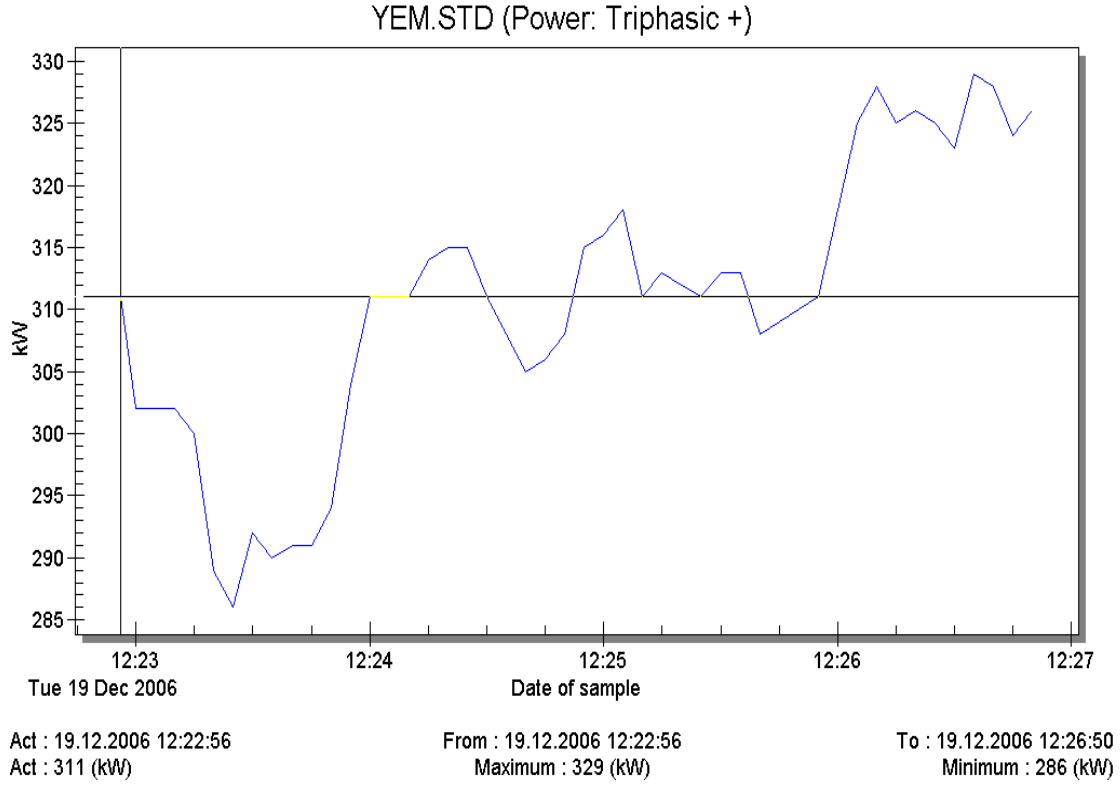
Şekil 4.13. Yemekhane trafosu gerilim grafiği



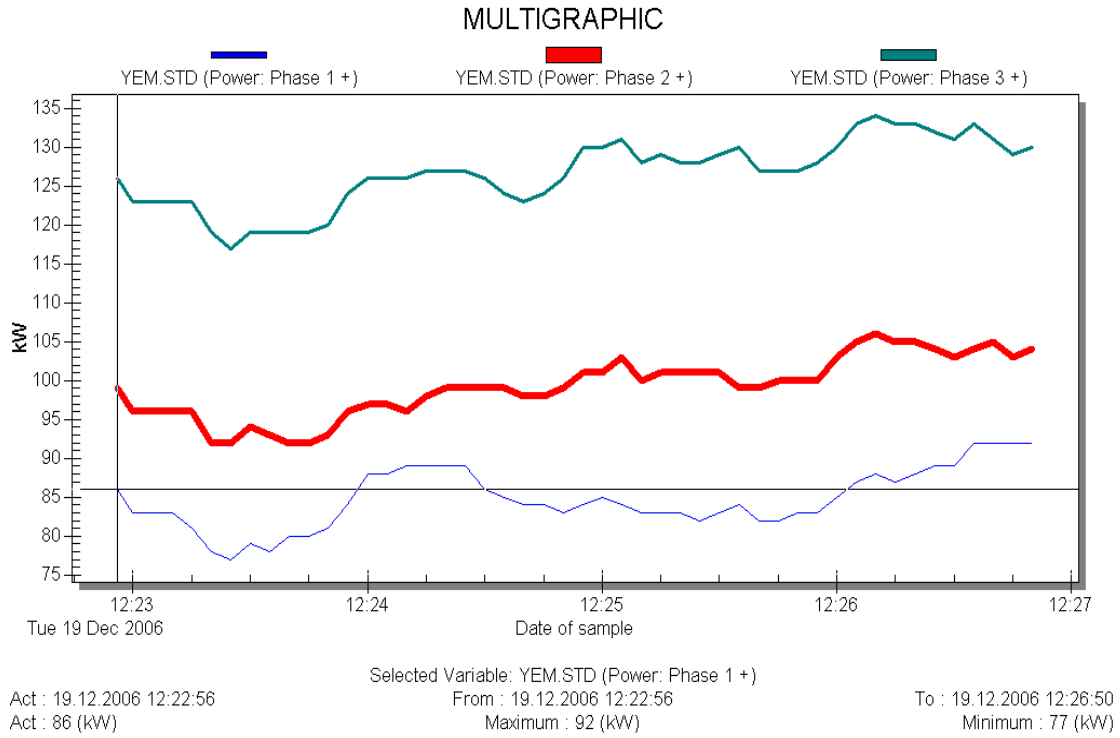
Şekil 4.14. Yemekhane trafosu akım grafiği



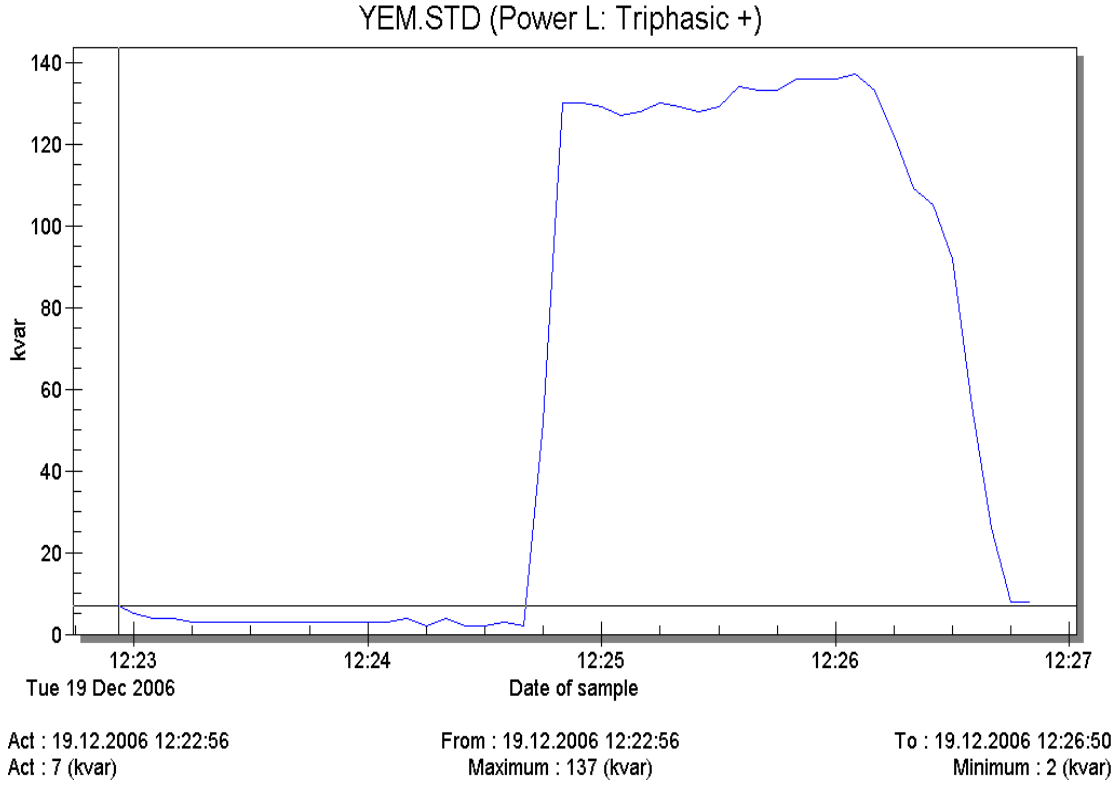
Şekil 4.15. Yemekhane trafosu 3 faz akım - zaman grafiği



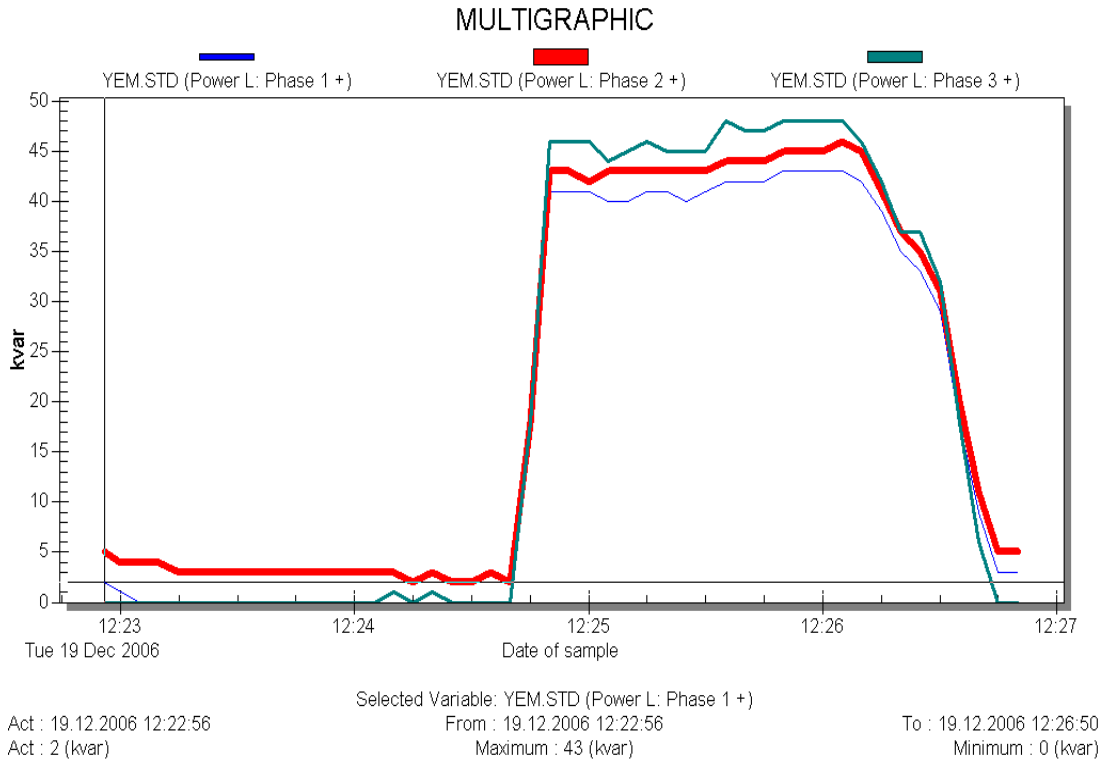
Şekil 4.16. Yemekhane trafosu güç grafiği



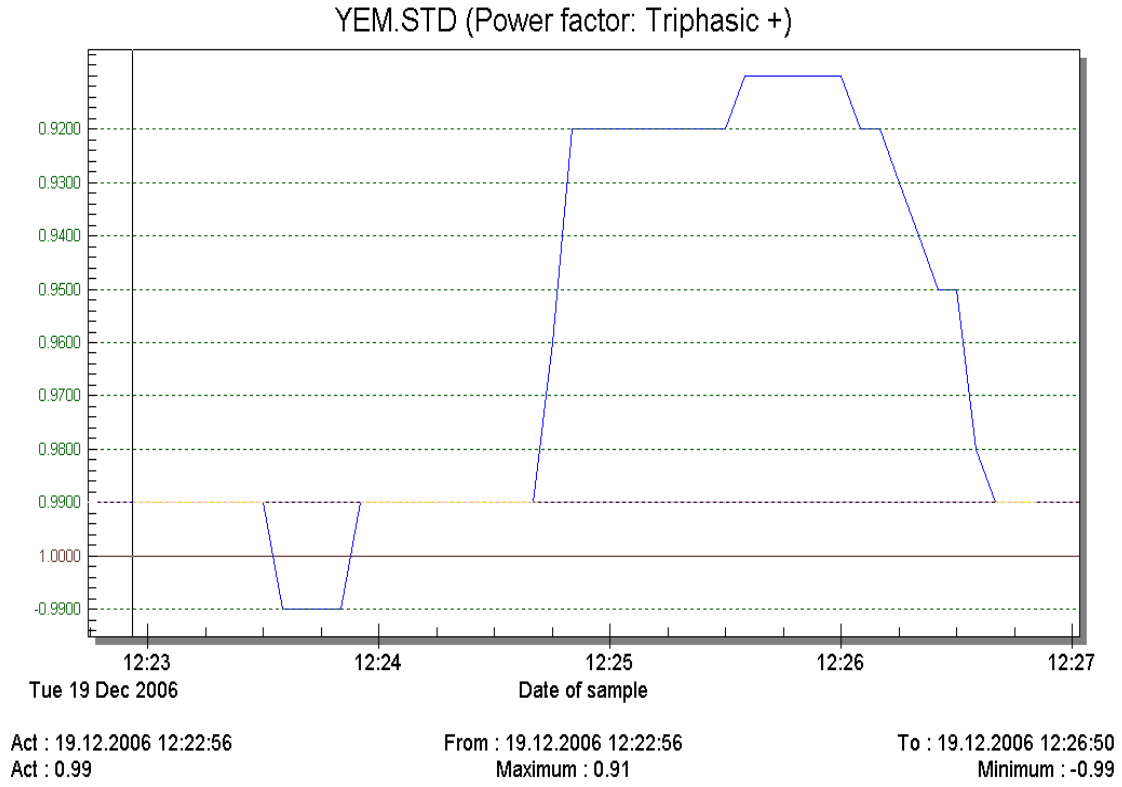
Şekil 4.17. Yemekhane trafosu 3 faz aktif güç-zaman grafiği



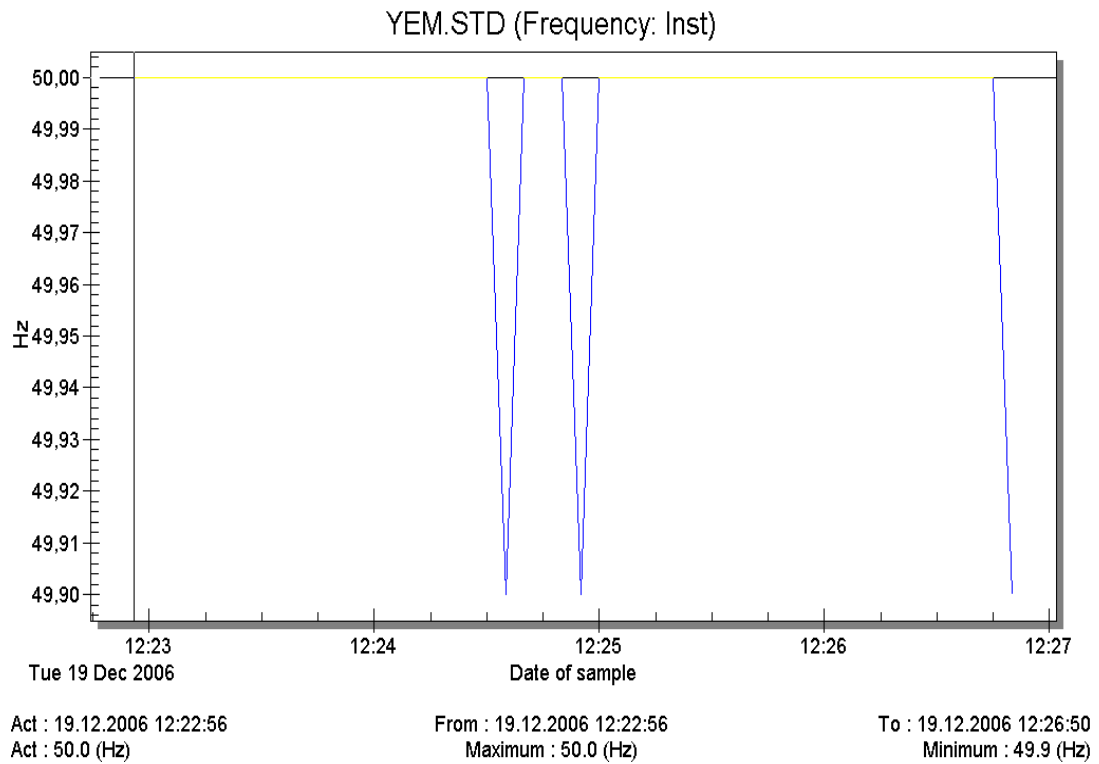
Şekil 4.18. Yemekhane trafosu kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) grafik



Şekil 4.19. Yemekhane trafosu 3 faz kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL)-zaman grafiği



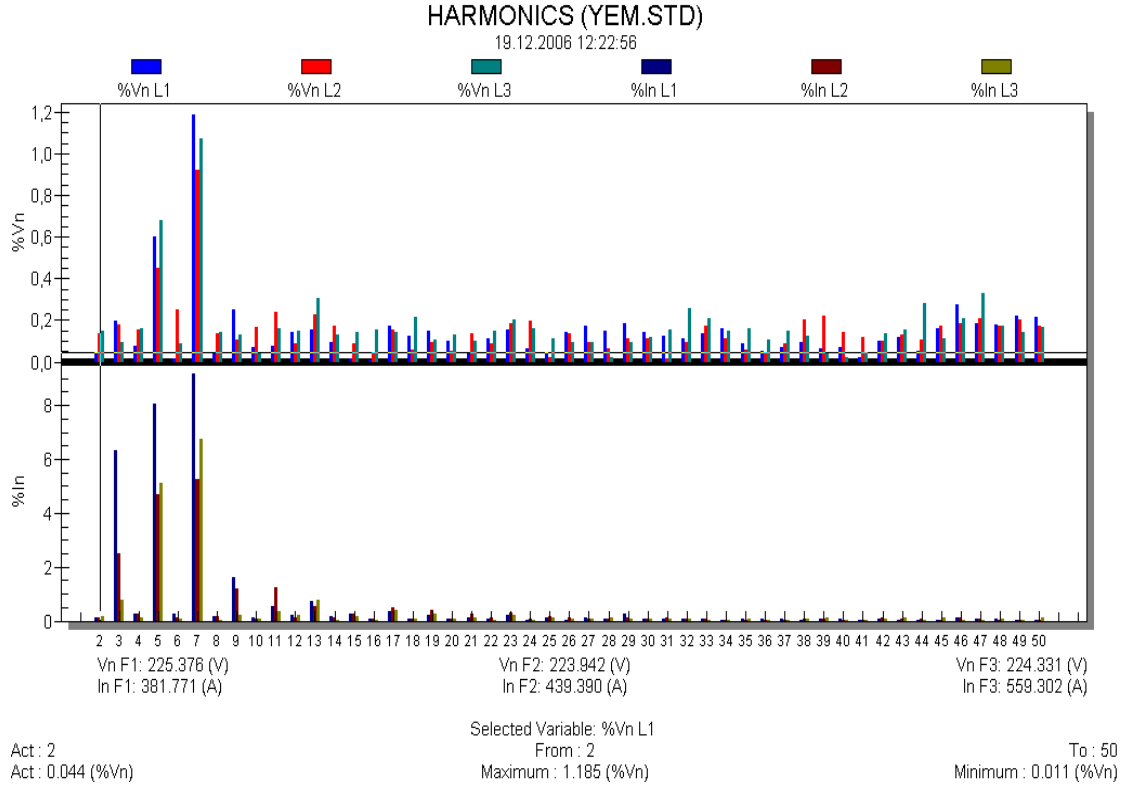
Şekil 4.20. Yemekhane trafosu güç faktörü grafiği



Şekil 4.21. Yemekhane trafosu frekans ölçüm grafiği







Şekil 4.24. Yemekhane trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) detay grafiği

Yapılan ölçümler neticesinde yemekhane trafosuna ilişkin değerlendirmede bulunulacak olursa, üç faz incelendiğinde; akımın dengesizliği göze çarpmaktadır, fazlar arasında 100–150 A farklar olduğu görülmektedir, aynı dengesizlik güç grafiklerinde de görülebilmektedir. Kompanzasyon kapatılarak ölçüm alındığında 137 kVAR kondansatör ihtiyacı görülmüştür. Sistemde görülen dengeli reaktif güç ihtiyacı bu trafonun en büyük avantajıdır. Harmoniklere ilişkin grafikler incelendiğinde ise, gerilim harmoniği maksimum % 1,8 olarak ölçülmüştür, bu değer uluslararası standartların işaret ettiği % 5 sınır değerinin altındadır. Trafolarda bu değer % 2-3' ün altında olması sistemin verimliliği açısından önemlidir. Akım harmoniklerinin % 20 'lerin altında olması ise sistemi riske sokmamaktadır. Harmoniklerin detayı incelendiğinde ise kritik seviyede olmamasına rağmen 5. ve 7. harmoniklerin yüksek olduğu görülmektedir.

Yemekhane trafosuna ilişkin verileri özetleyecek olursak, ilerleyen zamanlarda TEDAŞ'ın yönetmeliğine uyabilmek için kompanzasyonda 3 faz tristör tetiklemeli

kompanzasyona geçilmesi akımdaki ve güçteki dengesizlik sebebiyle gerekebilir. Toplamda 850 Kvar'lık kompanzasyon bu tesis için gereksizdir.

#### 4.2.3. Ariston Trafosu

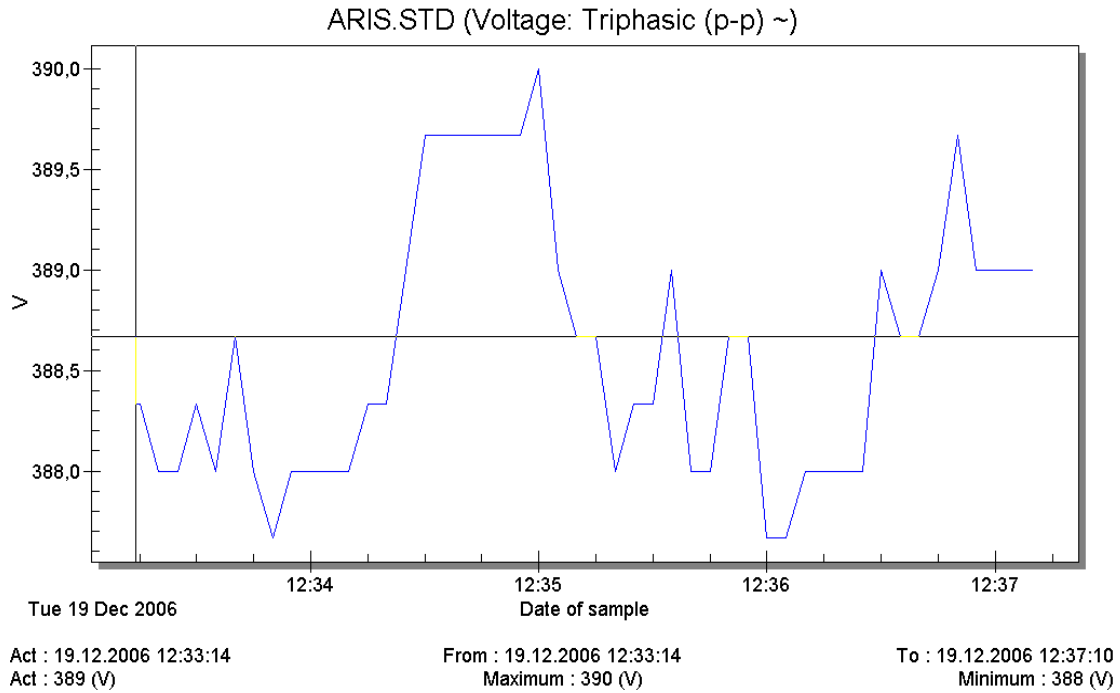
Trafo Gücü : 1000 kVA

Kompanzasyon Gücü : 440 kVAr

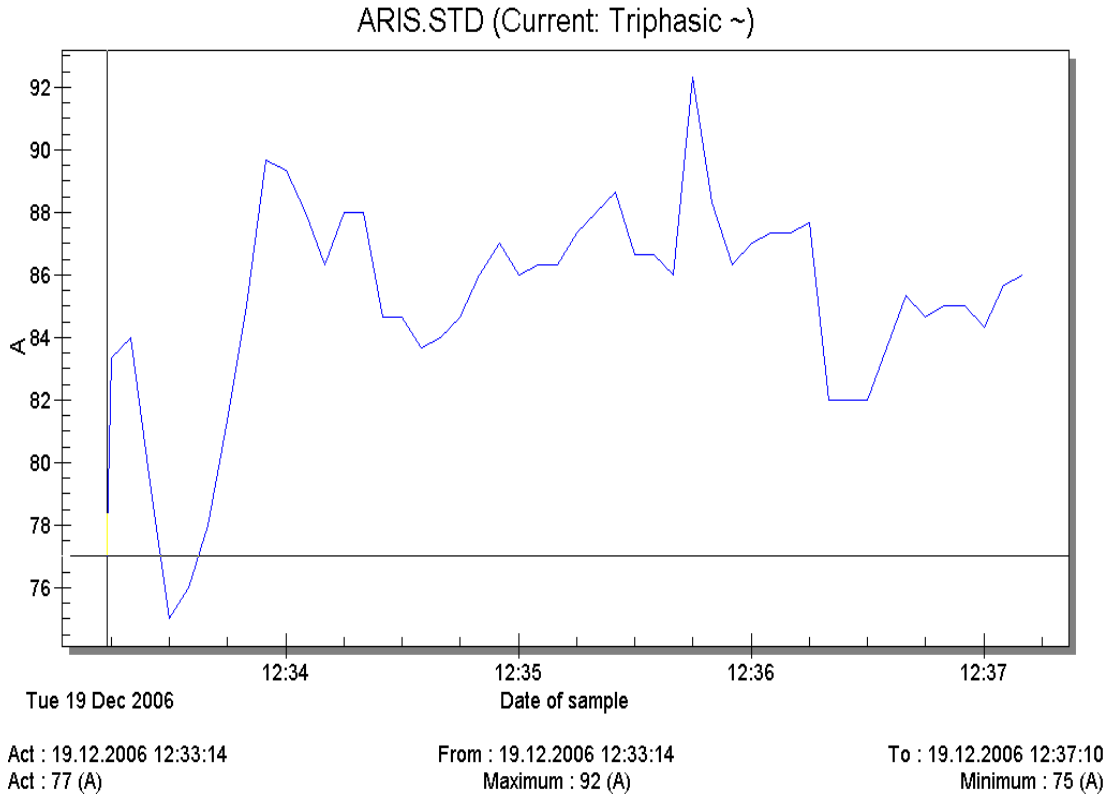
Ölçüm Tarihi ve Saati : 19.12.2006 / 11.33 – 11.37

Tablo 4.3. Ariston trafosu ölçüm sonucuna göre elektriksel büyüklüklerin minimum ve maksimum değerleri

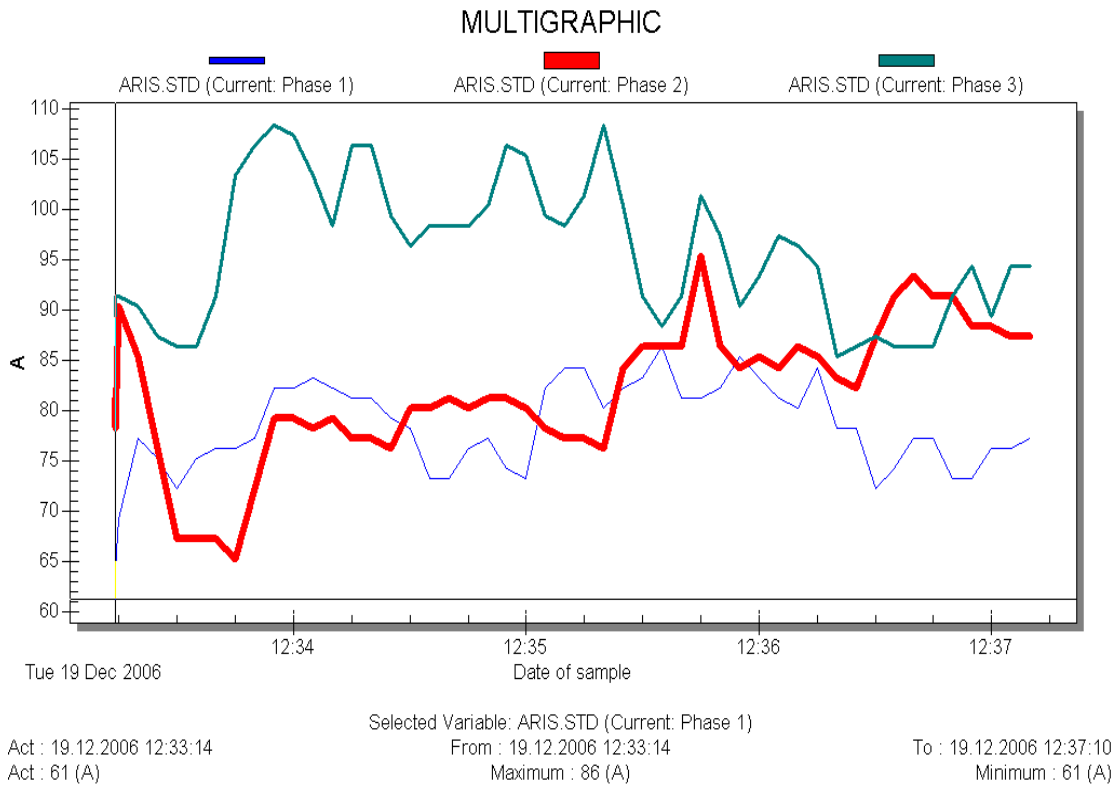
		Max	Min
<b>Gerilim</b>	<b>V</b>	<b>390</b>	<b>388</b>
<b>Akım</b>	<b>A</b>	<b>92</b>	<b>75</b>
<b>Aktif Güç</b>	<b>kW</b>	<b>57</b>	<b>48</b>
<b>Endüktif Reaktif Güç</b>	<b>kVArL</b>	<b>17</b>	<b>0</b>
<b>Güç Faktörü</b>		<b>0,95</b>	<b>0,94</b>
<b>THD V (Gerilim)</b>	<b>%</b>	<b>1,6</b>	<b>0,8</b>
<b>THD A (Akım)</b>	<b>%</b>	<b>25,7</b>	<b>14,6</b>



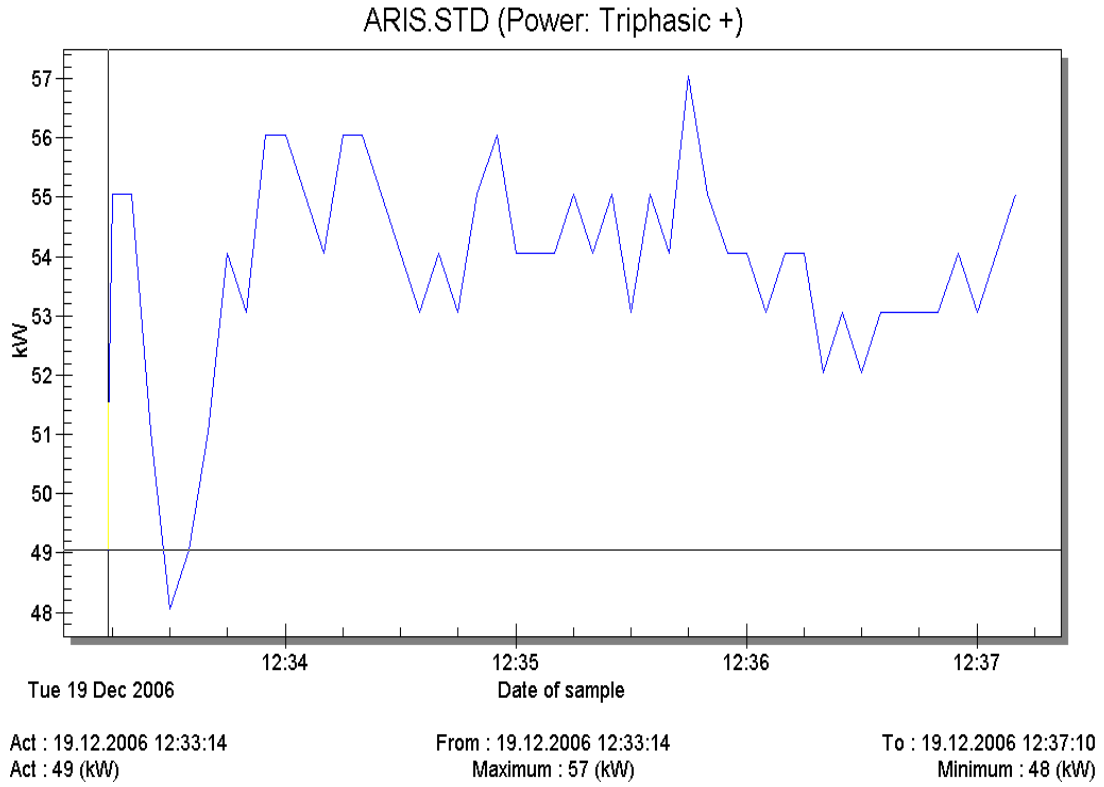
Şekil 4.25. Ariston trafosu gerilim grafiği



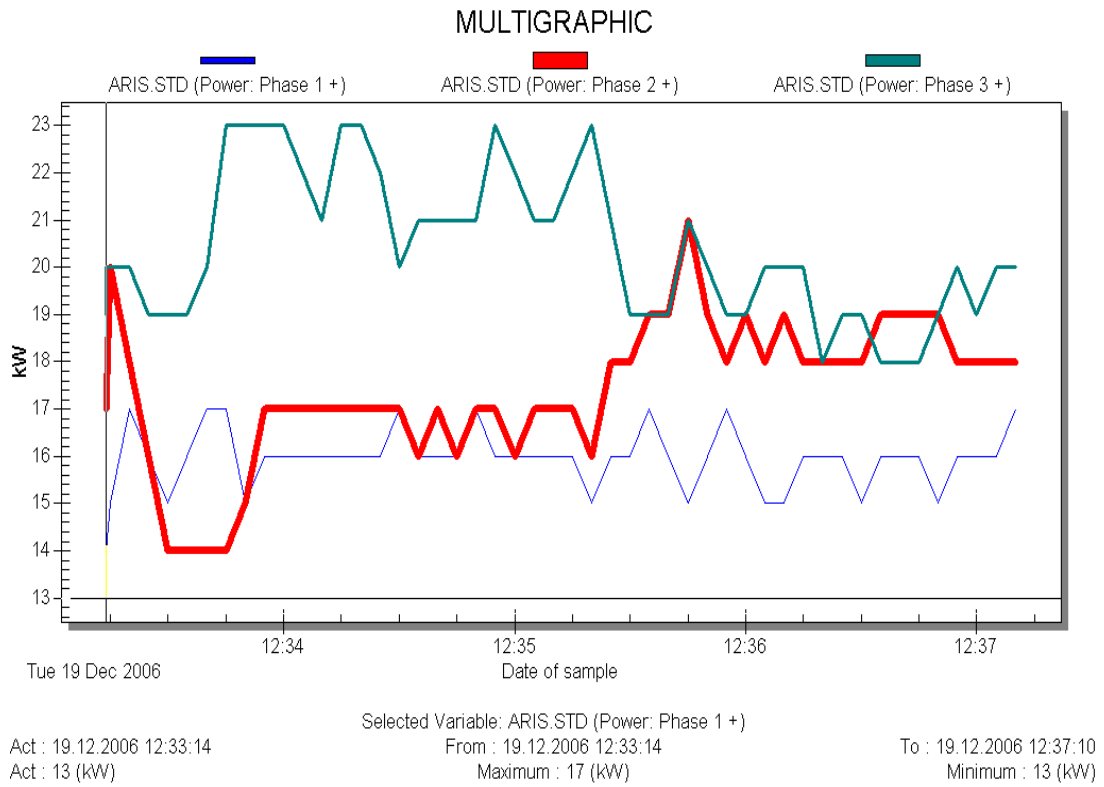
Şekil 4.26. Ariston trafosu akım grafiği



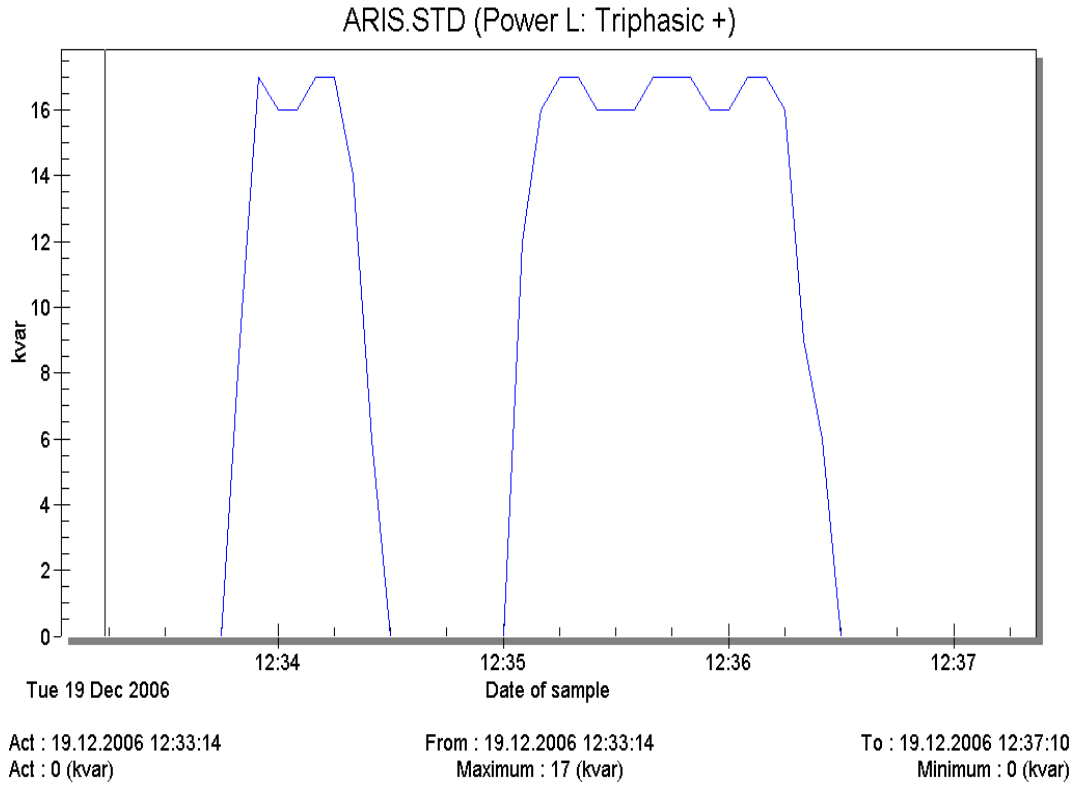
Şekil 4.27. Ariston trafosu 3 faz akım-zaman grafiği



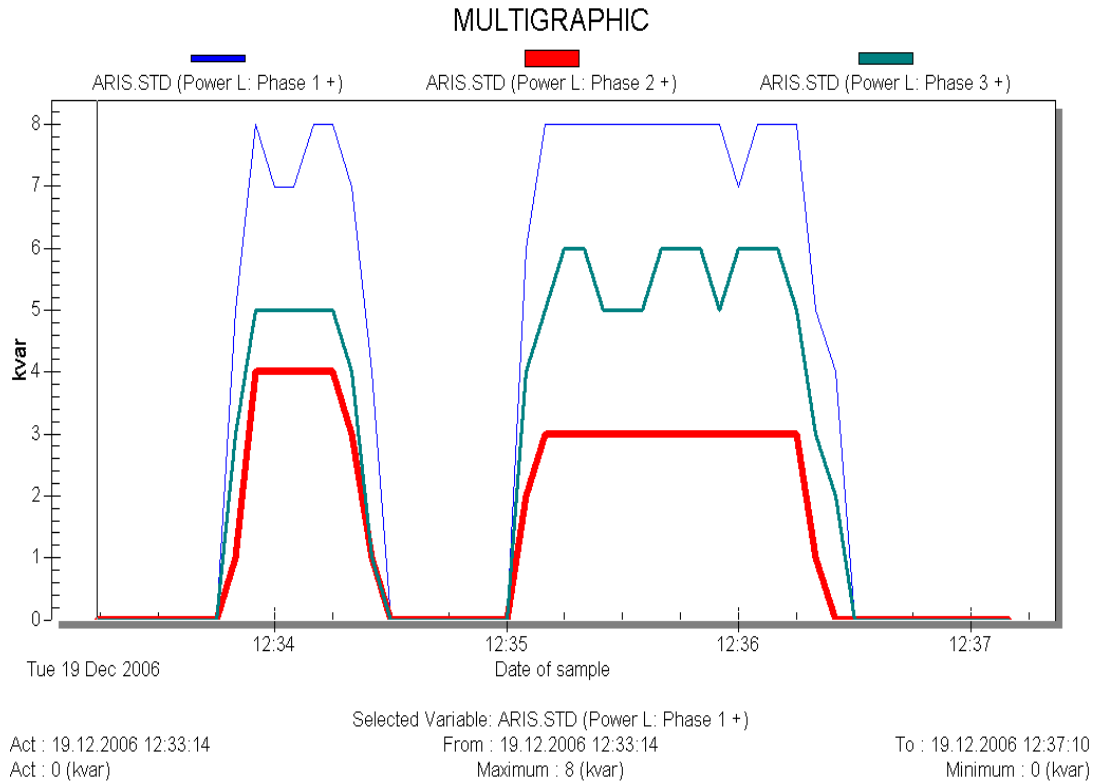
Şekil 4.28. Ariston trafosu güç grafiği



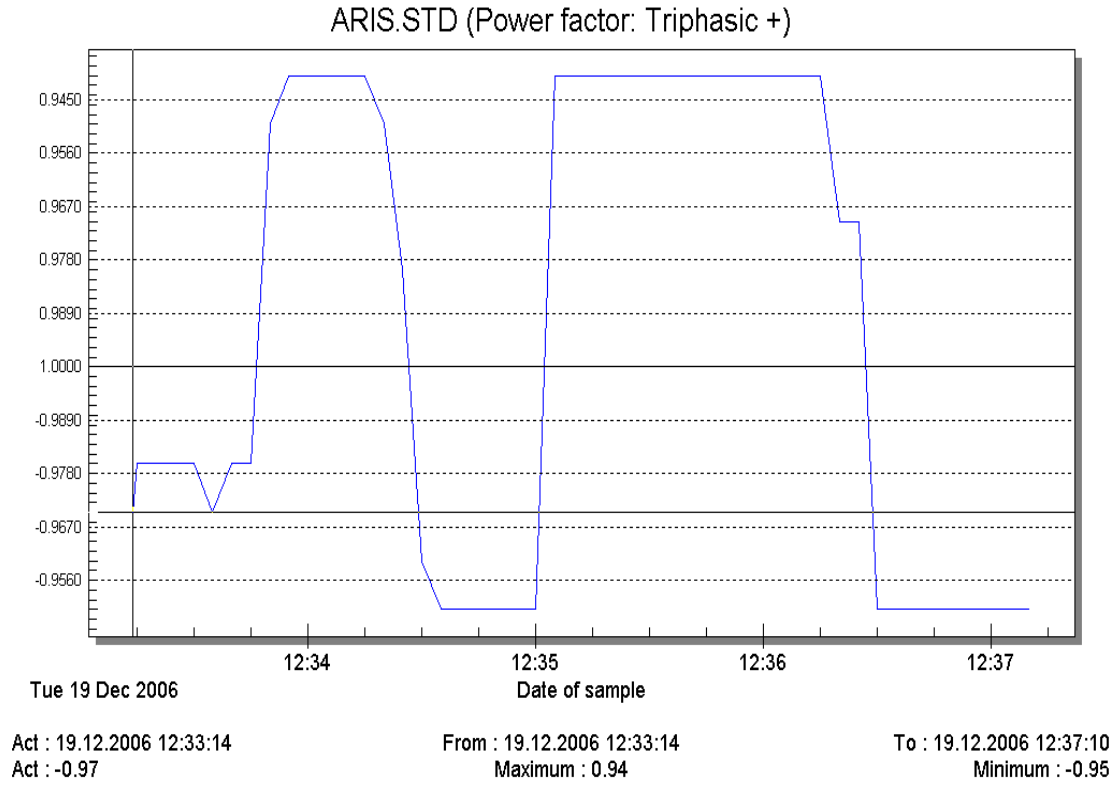
Şekil 4.29. Ariston trafosu 3 faz aktif güç-zaman grafiği



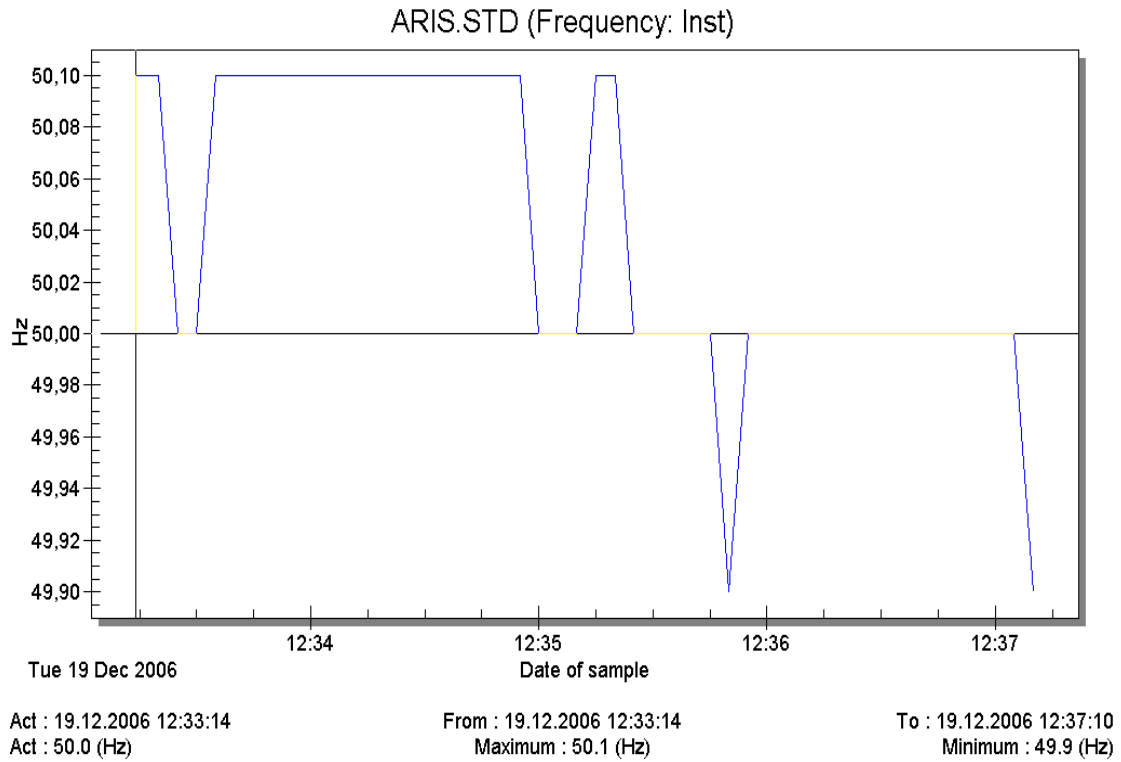
Şekil 4.30. Ariston trafosu kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) grafik



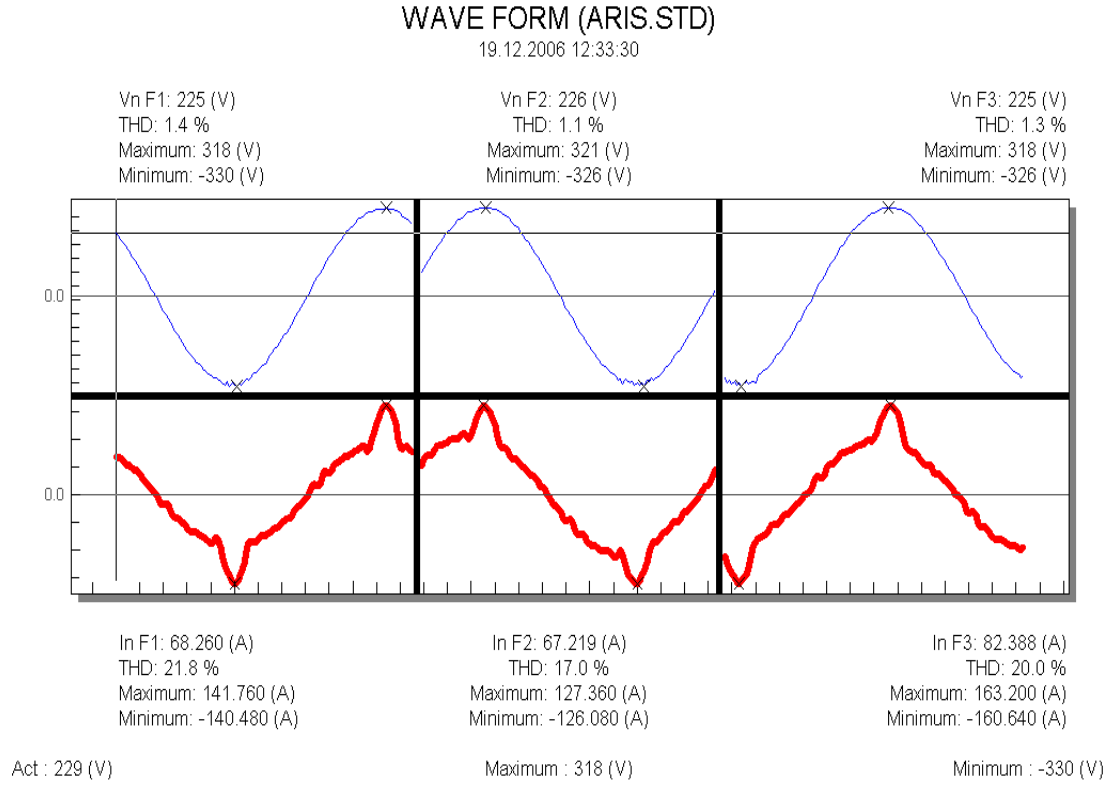
Şekil 4.31. Ariston trafosu 3 faz kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) -zaman grafiği



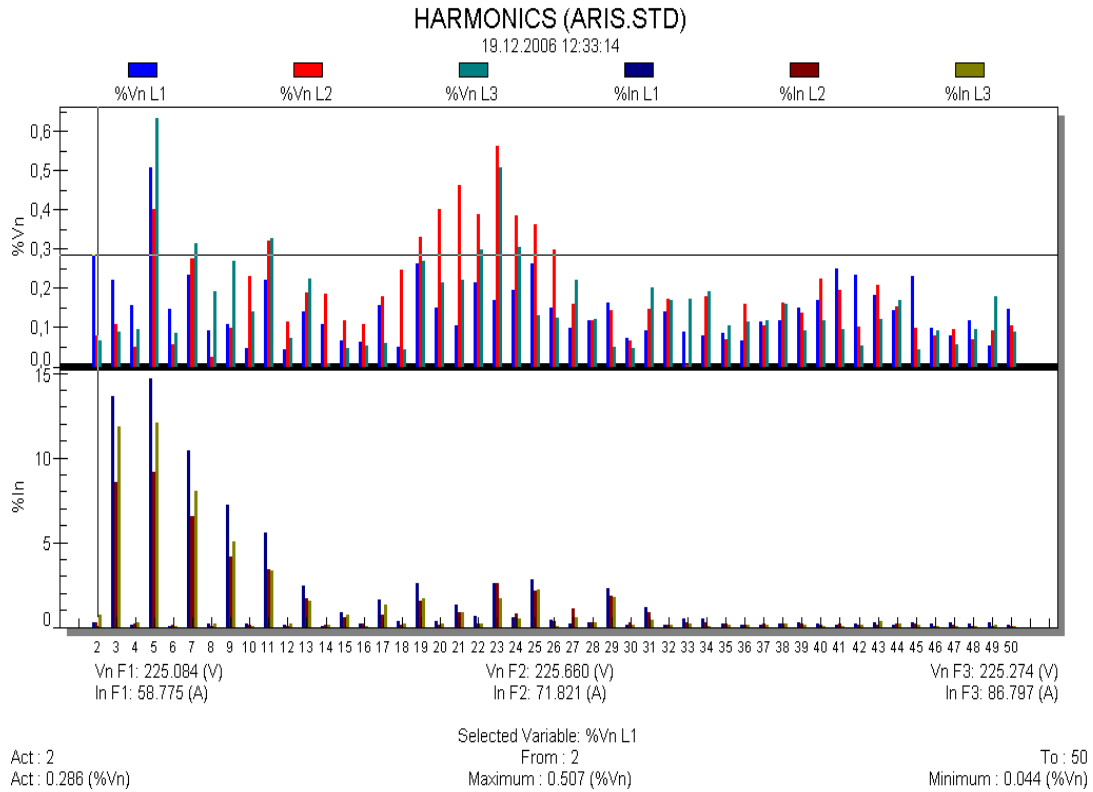
Şekil 4.32. Ariston trafosu güç faktörü grafiği



Şekil 4.33. Ariston trafosu frekans ölçüm grafiği



Şekil 4.34. Ariston trafosu toplam harmonik distorsiyon dalga formu grafiği



Şekil 4.35. Ariston trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) detay grafiği



Yapılan ölçümler neticesinde Ariston trafosuna ilişkin değerlendirmede bulunulacak olursa, 3 faz incelendiğinde; akımın dengesizliği göze çarpmaktadır, fazlar arasında 20–50 A fark olduğu görülmektedir, aynı dengesizlik güç grafiklerinde de görülebilmektedir. Kompanzasyon kapatılarak ölçüm alındığında 17 kVAR kondansatör ihtiyacı görülmektedir. Trafo tam yükte olmadığından bu değeri baz almak mümkün değildir. Sistemde görülen dengesiz reaktif güç ihtiyacı bu trafo için cezai uygulama yönünden risk oluşturmaktadır ve yük arttığında bu trafonun kompanzasyon sıkıntısı artacaktır. Yük çok düşük olduğundan toplam harmonik distorsiyona ilişkin grafik net alınamamıştır. Harmoniklere ilişkin grafikler incelendiğinde ise gerilim harmoniği maksimum % 1,7 olarak ölçülmüştür, bu değer uluslararası standartların işaret ettiği % 5 sınır değerinin altındadır. Trafolar da bu değer % 2-3' ün altında olması sistemin verimliliği açısından önemlidir. Akım harmoniklerinin % 20 'lerin altında olması ise sistem açısından olumludur, ancak yük arttığında bu değerler artış gösterecektir. Harmoniklerin detayı incelendiğinde ise kritik seviyede olmamasına rağmen 3. ve 5. harmoniklerin yüksek olduğu görülmektedir. 3. harmoniği doğuran genellikle monofaze yüklerdir, ancak trafo yüklü olmadığından kesin bir sonuç söylemek mümkün değildir. Kompanzasyon yeterli görünmektedir.

Ariston Trafosu'na ilişkin verileri özetleyecek olursak trafo beslediği hizmet binalarının yüksüz olması sebebi tam kapasitede çalışmamaktadır. Bu bölgede hizmet binalarının artması sonucu trafoya yükleme yapılabilecektir. Trafo şu haliyle bölge için gereksizdir. Toplamda 440 Kvar'lık kompanzasyon bu tesis için gereksizdir. Beslediği hizmet binalarına göz atılacak olursa atölyeler ve lojmanlardan oluşan bu binaların 1000 kVA'lık bir trafo merkezini tama kapasitede çalıştırması söz konusu değildir.

#### **4.2.4. Mühendislik Trafosu**

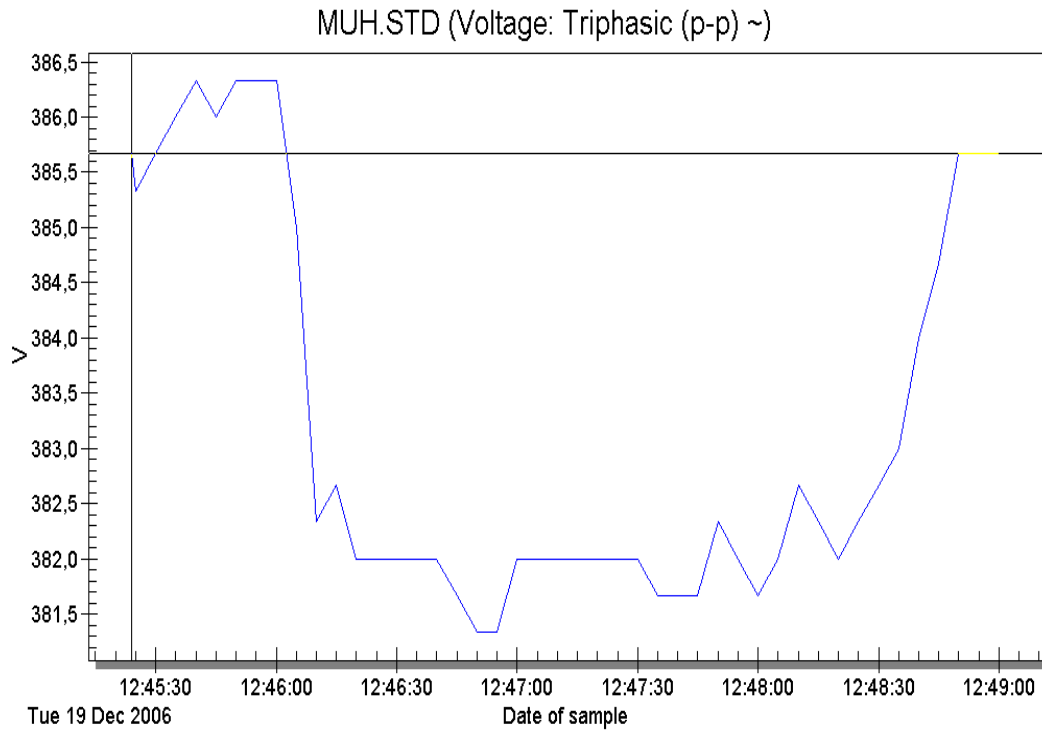
Trafo Gücü : 1000 kVA

Kompanzasyon Gücü : 535 kVAr

Ölçüm Tarihi ve Saati : 19.12.2006 / 11.45 – 11.49

Tablo 4.4. Mühendislik trafosu ölçüm sonucuna göre elektriksel büyüklüklerin minimum ve maksimum değerleri

		Max	Min
<b>Gerilim</b>	<b>V</b>	<b>386</b>	<b>381</b>
<b>Akım</b>	<b>A</b>	<b>451</b>	<b>366</b>
<b>Aktif Güç</b>	<b>kW</b>	<b>255</b>	<b>240</b>
<b>Endüktif Reaktif Güç</b>	<b>kVArL</b>	<b>154</b>	<b>15</b>
<b>Güç Faktörü</b>		<b>0,99</b>	<b>0,89</b>
<b>THD V (Gerilim)</b>	<b>%</b>	<b>3,0</b>	<b>1,4</b>

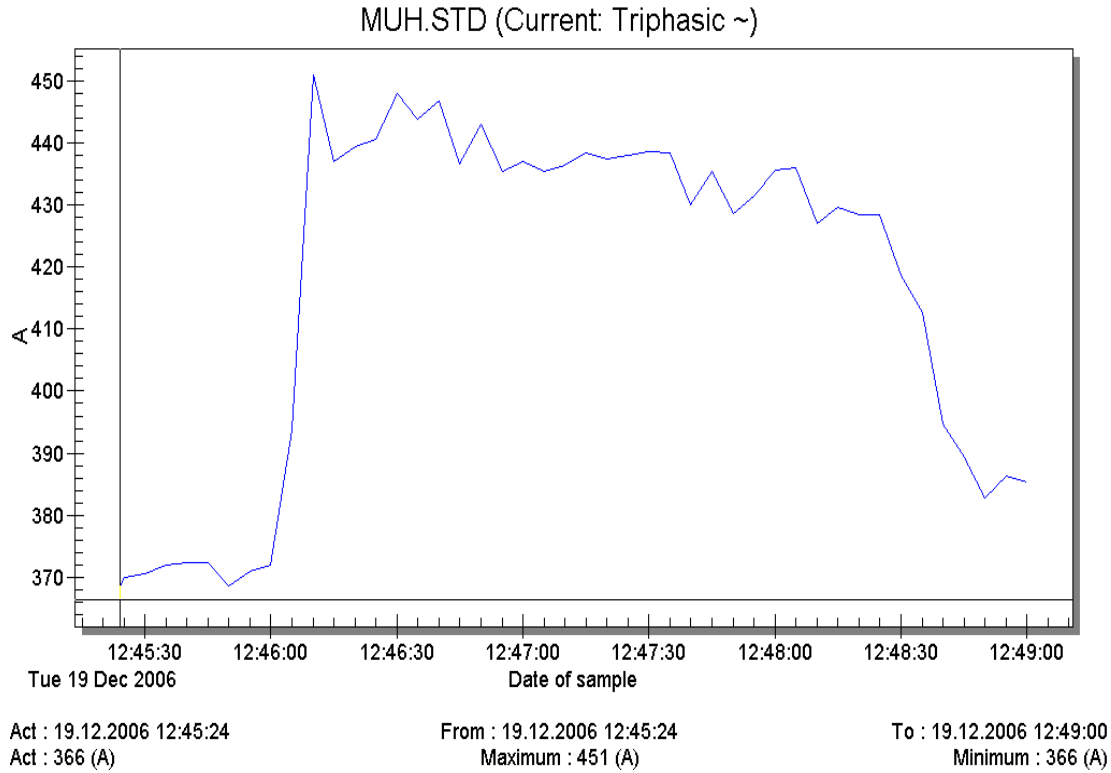


Act : 19.12.2006 12:45:24  
Act : 386 (V)

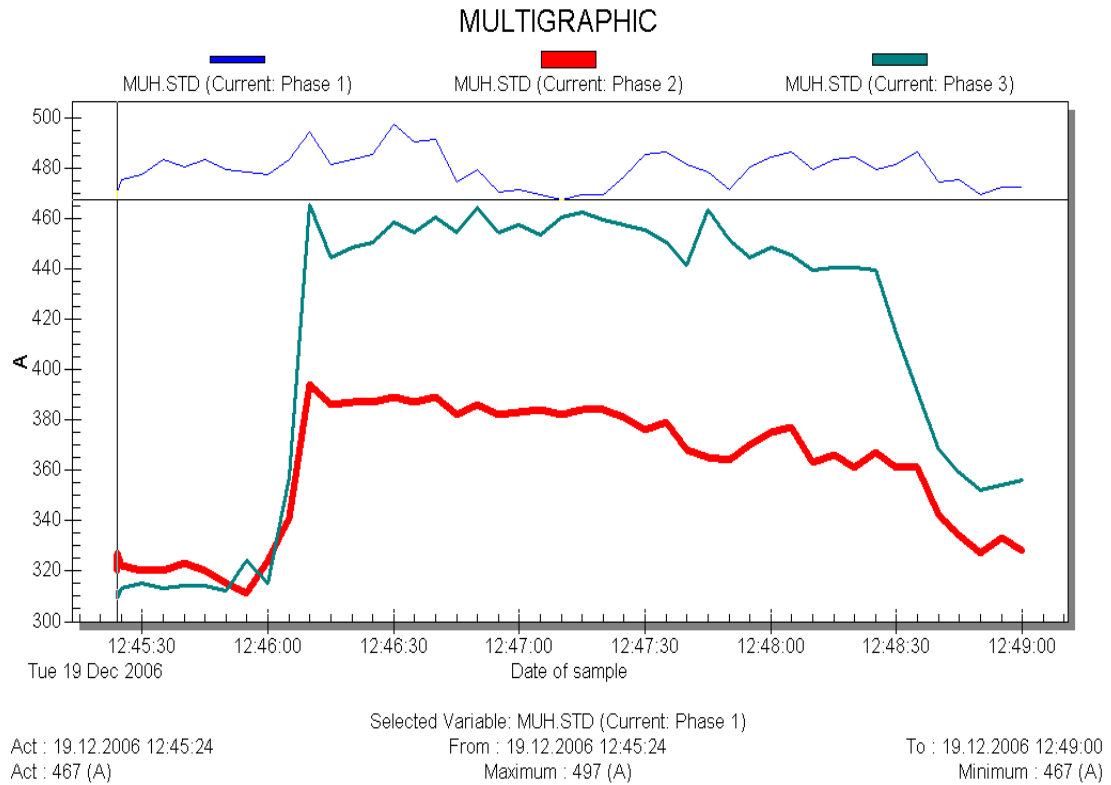
From : 19.12.2006 12:45:24  
Maximum : 386 (V)

To : 19.12.2006 12:49:00  
Minimum : 381 (V)

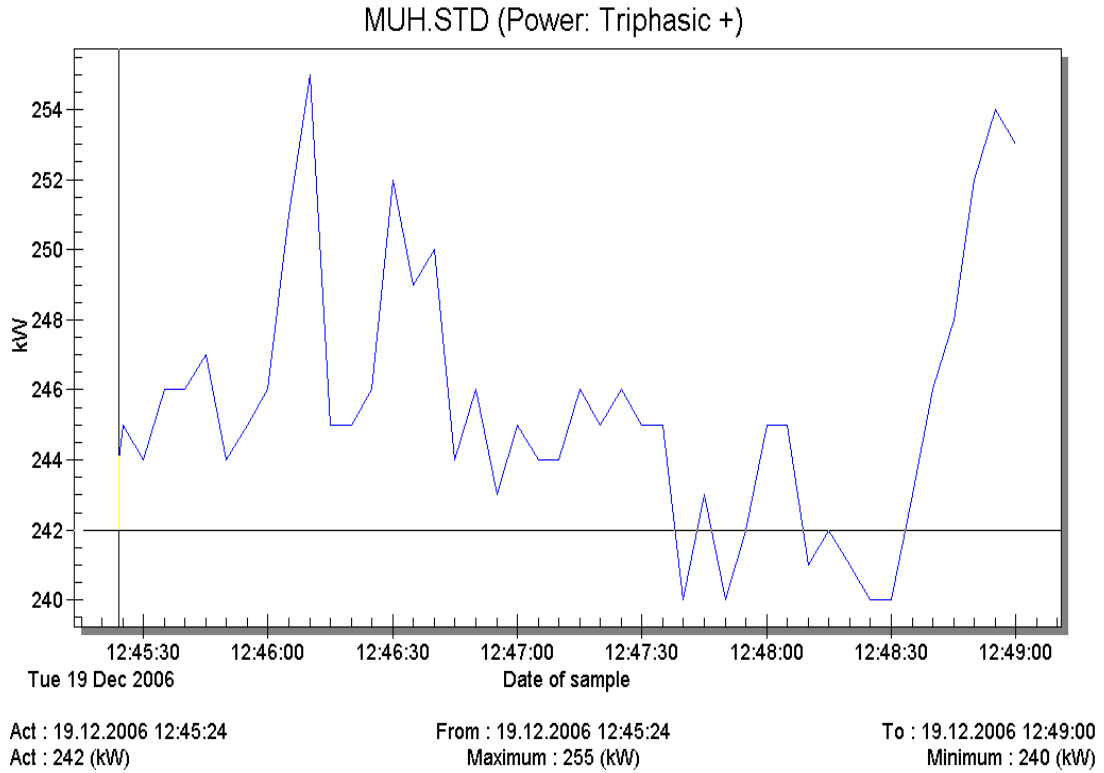
Şekil 4.36. Mühendislik trafosu gerilim grafiği



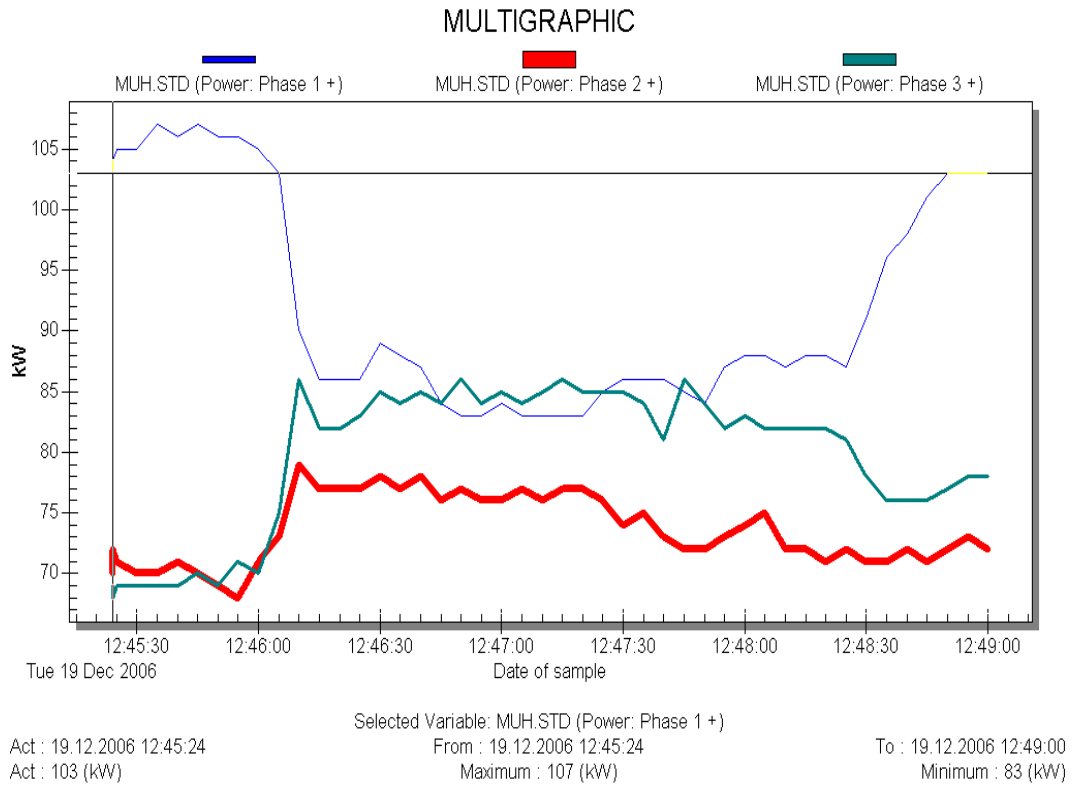
Şekil 4.37. Mühendislik trafosu akım grafiği



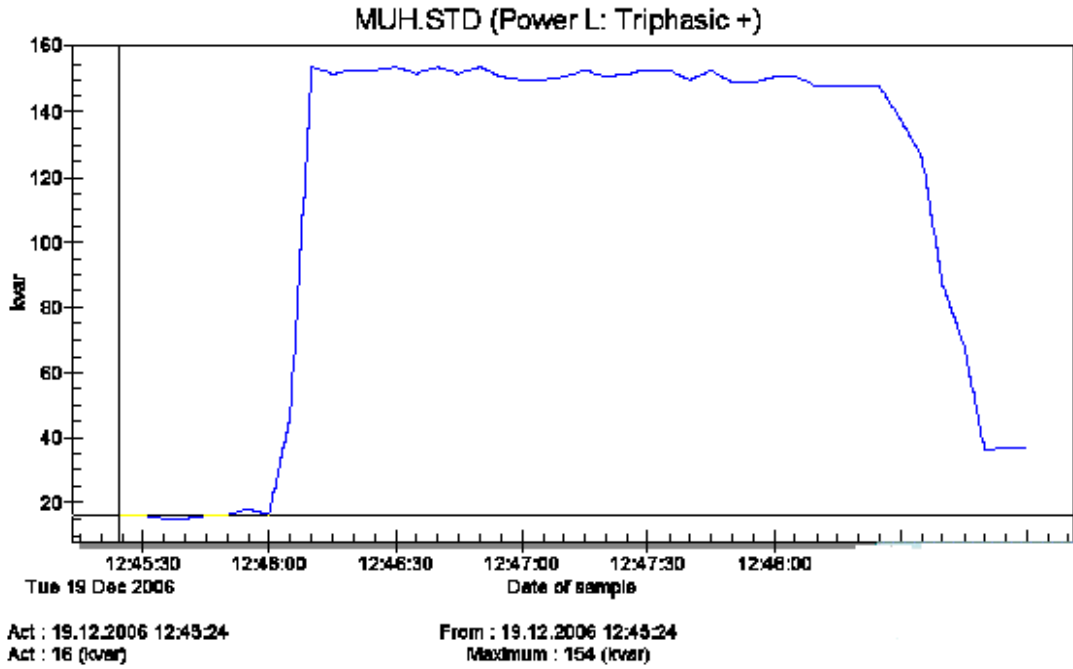
Şekil 4.38. Mühendislik trafosu 3 faz akım-zaman grafiği



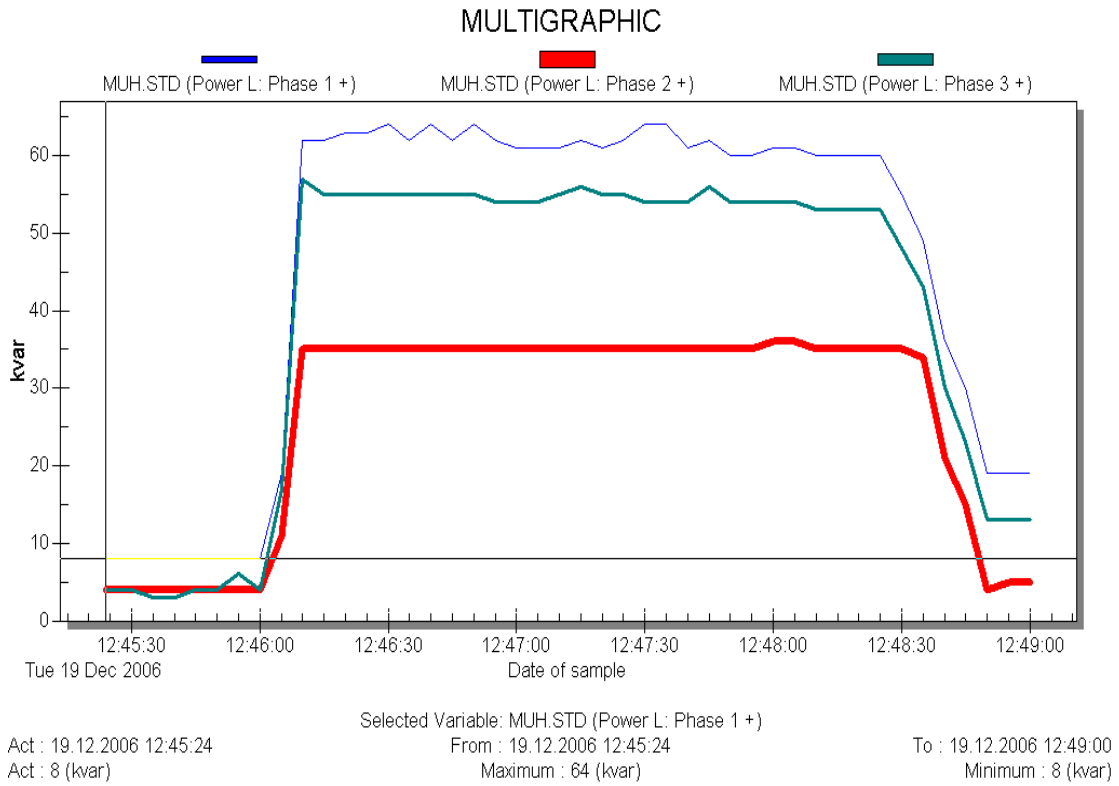
Şekil 4.39. Mühendislik trafosu güç grafiği



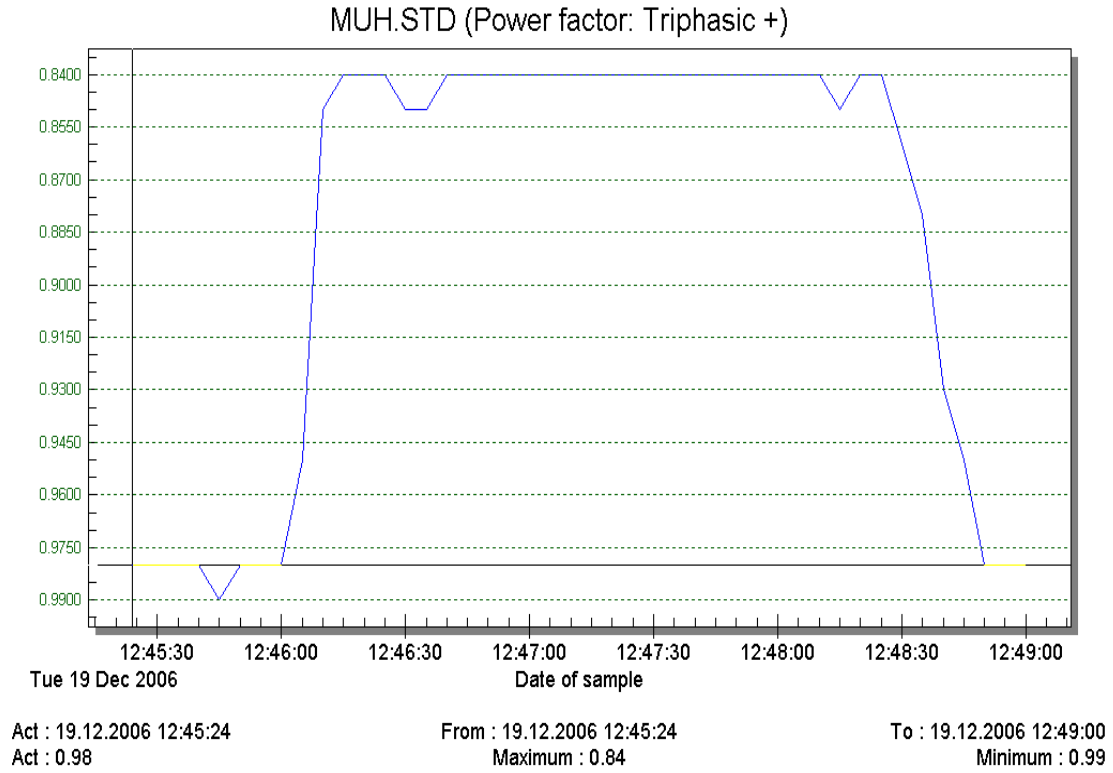
Şekil 4.40. Mühendislik trafosu 3 faz aktif güç-zaman grafiği



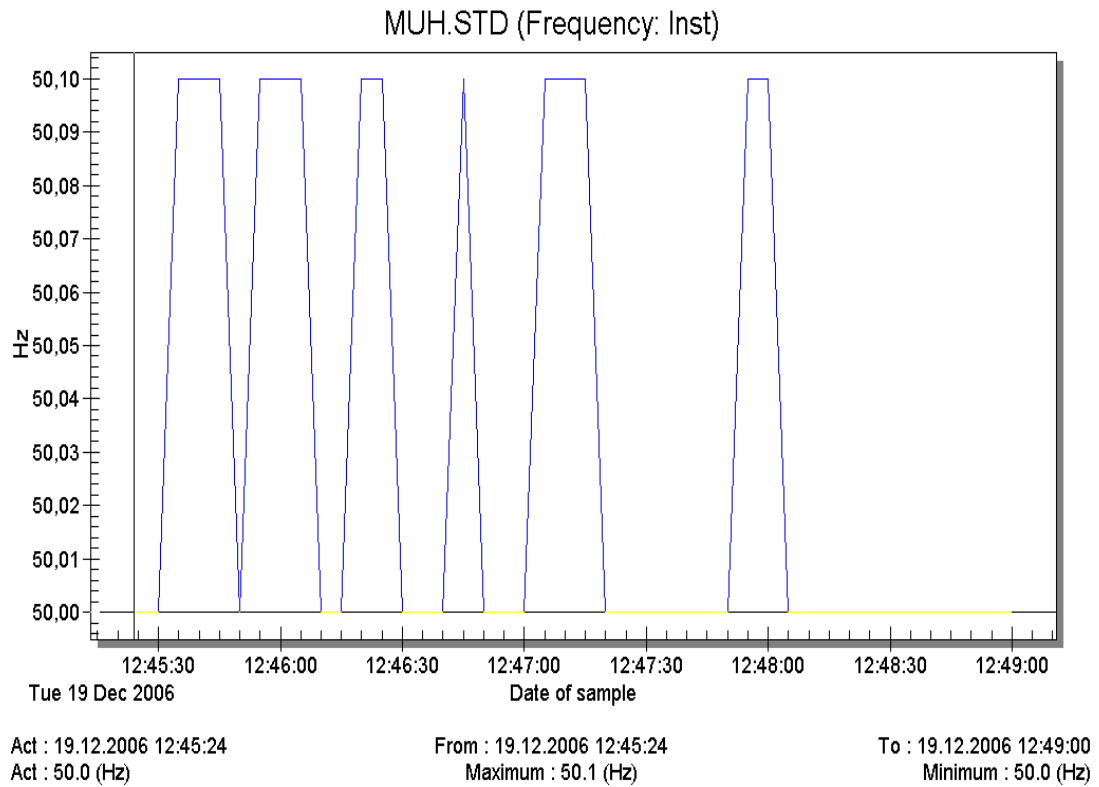
Şekil 4.41. Mühendislik trafosu kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) grafik



Şekil 4.42. Mühendislik trafosu 3 faz kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL)-zaman grafiği



Şekil 4.43. Mühendislik trafosu güç faktörü grafiği



Şekil 4.44. Mühendislik trafosu frekans ölçüm grafiği



Yapılan ölçümler neticesinde Mühendislik trafosuna ilişkin değerlendirmede bulunulacak olursa, 3 faz incelendiğinde; akımın dengesizliği göze çarpmaktadır, fazlar arasında 150–200 A fark olduğu görülmektedir, aynı dengesizlik güç grafiklerinde de görülebilmektedir. Kompanzasyon kapatılarak ölçüm alındığında 154 kVAR kondansatör ihtiyacı görülmüştür. Sistemde görülen dengesiz reaktif güç ihtiyacı bu trafo için sorun oluşturmaktadır, tedbir alınması faturaya yansıtacak cezaların önüne geçilmesinde etkili olacaktır. Harmoniklere ilişkin grafikler incelendiğinde ise gerilim harmoniği maksimum % 3 olarak ölçülmüştür, bu değer uluslararası standartların işaret ettiği % 5 sınır değerinin altındadır. Trafolarda bu değerlerin % 2-3' ün altında olması sistemin verimliliği açısından önemlidir. Akım harmoniklerinin % 20 'lerin altında olması ise sistem açısından olumludur. Harmoniklerin detayı incelendiğinde ise kritik seviyede olmamasına rağmen 5. ve 7. harmoniklerin yüksek olduğu görülmektedir. Kompanzasyon yeterli görünmektedir.

Mühendislik Trafosu'na ilişkin verileri özetleyecek olursak, çekilen yüklerdeki dengesizlik dışında bir problem görülmemektedir, cezaya girilmesine tedbir olarak 3 faz reaktif güç kontrol rölesi kullanılması yeterli olacaktır, ancak trafonun yakın takip içerisinde olması olası doğabilecek sorunları da ortadan kaldıracaktır.

#### 4.2.5. Yurtlar Trafosu

Trafo Gücü : 1000 kVA

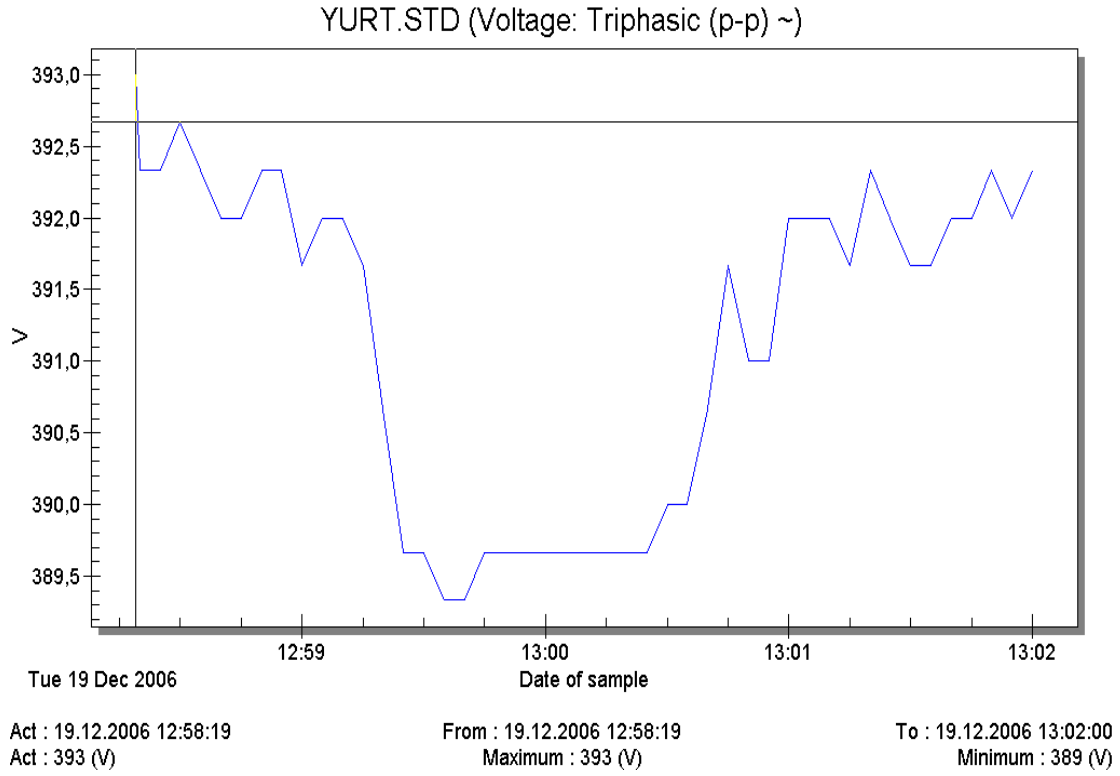
Kompanzasyon Gücü : 535 kVAr

Ölçüm Tarihi ve Saati : 19.12.2006 / 11.58 – 12.02

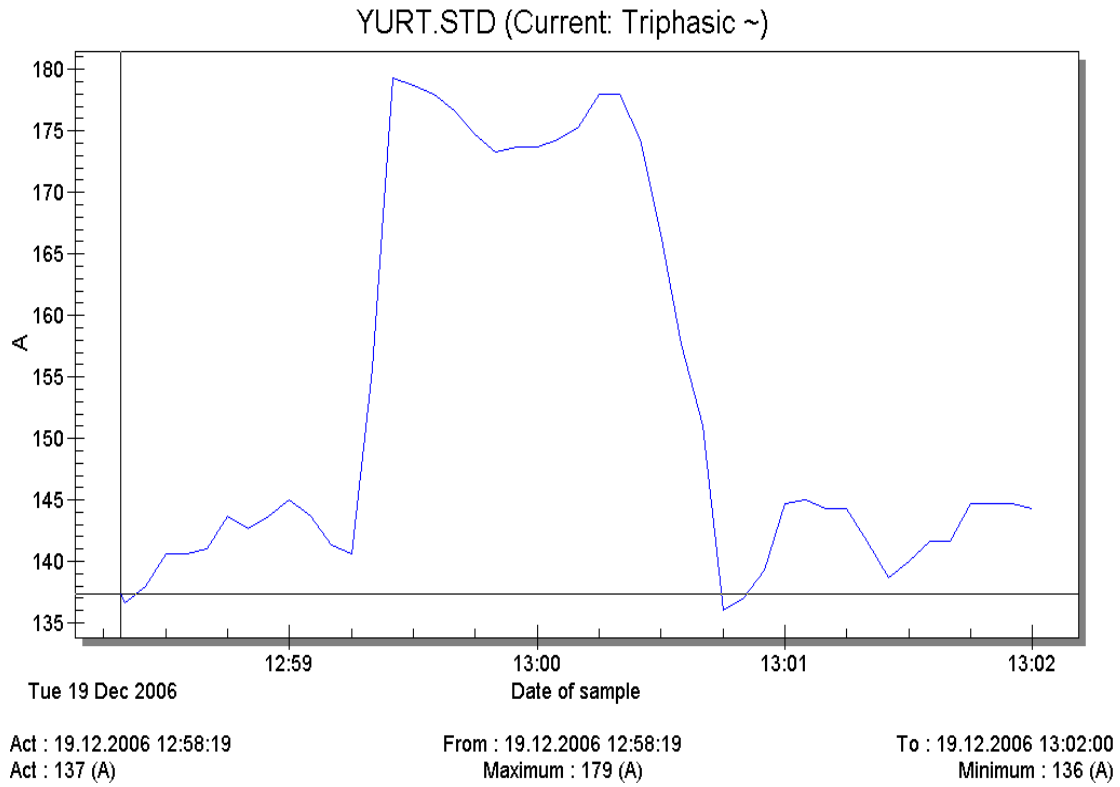
Tablo 4.5. Yurtlar trafosu ölçüm sonucuna göre elektriksel büyüklüklerin minimum ve maksimum değerleri

		Max	Min
<b>Gerilim</b>	<b>V</b>	<b>393</b>	<b>389</b>
<b>Akım</b>	<b>A</b>	<b>179</b>	<b>136</b>
<b>Aktif Güç</b>	<b>kW</b>	<b>95</b>	<b>89</b>
<b>Endüktif Reaktif Güç</b>	<b>kVArL</b>	<b>74</b>	<b>0</b>
<b>Güç Faktörü</b>		<b>0,93</b>	<b>0,76</b>
<b>THD V (Gerilim)</b>	<b>%</b>	<b>2,1</b>	<b>1,0</b>

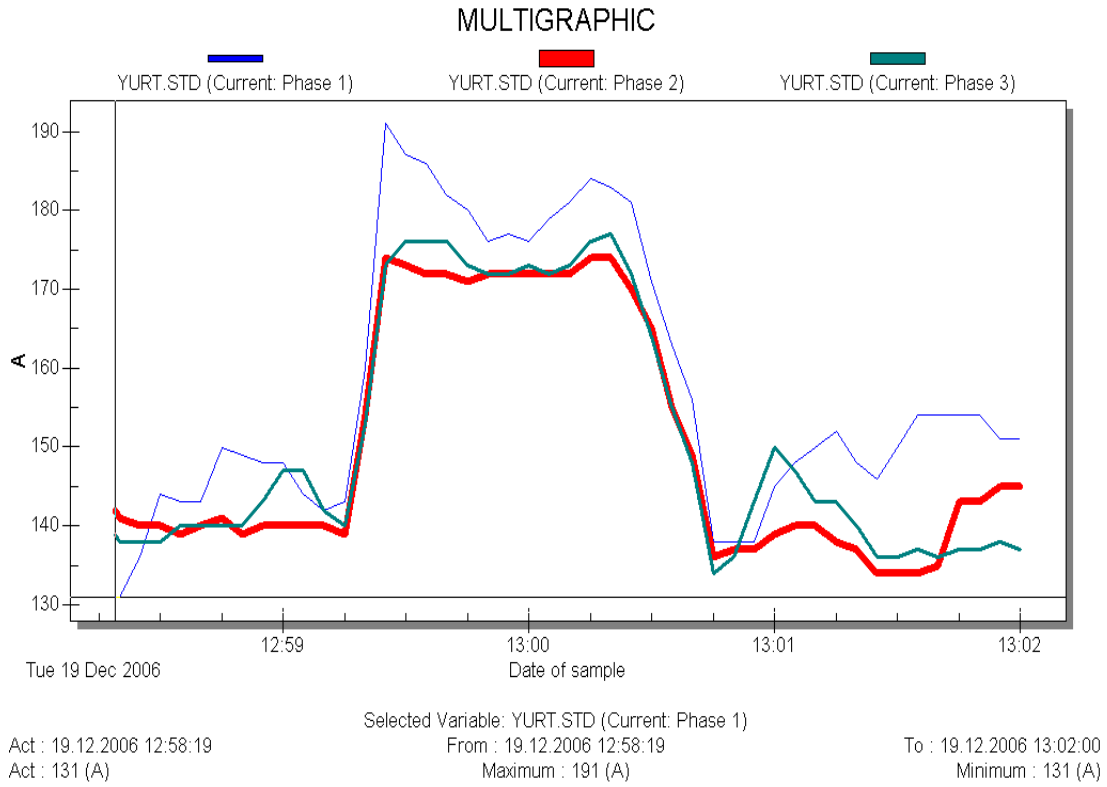




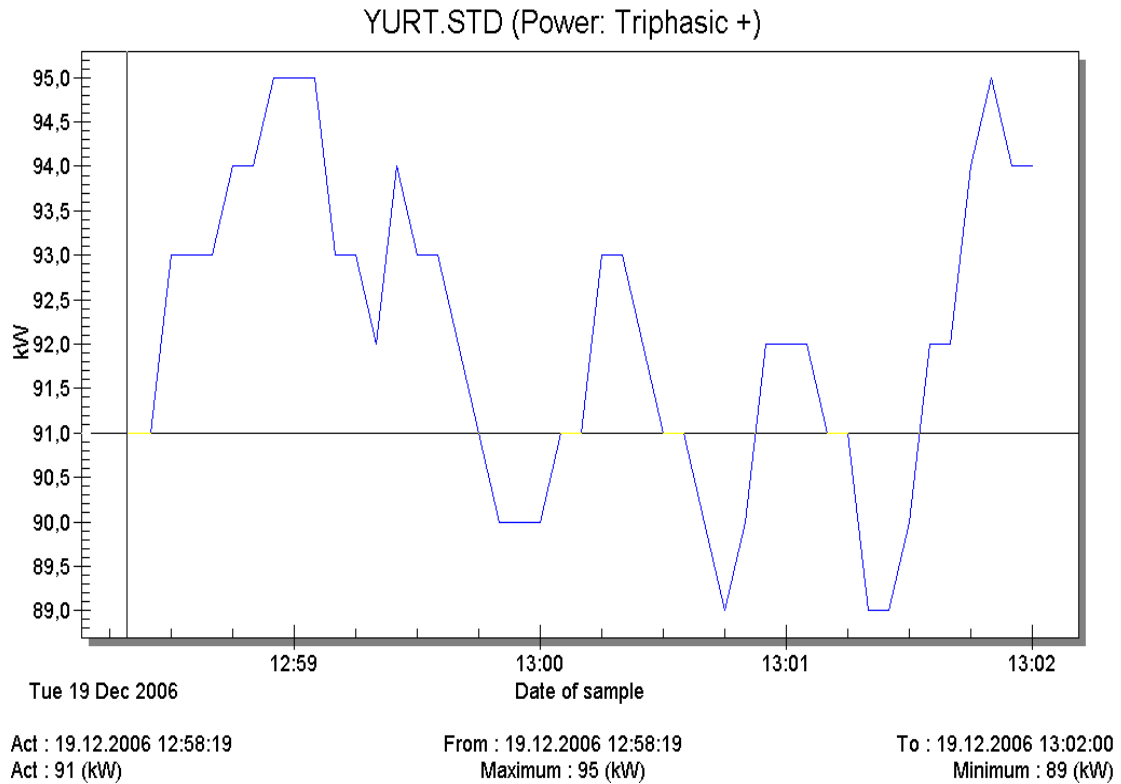
Şekil 4.47. Yurtlar trafosu gerilim grafiği



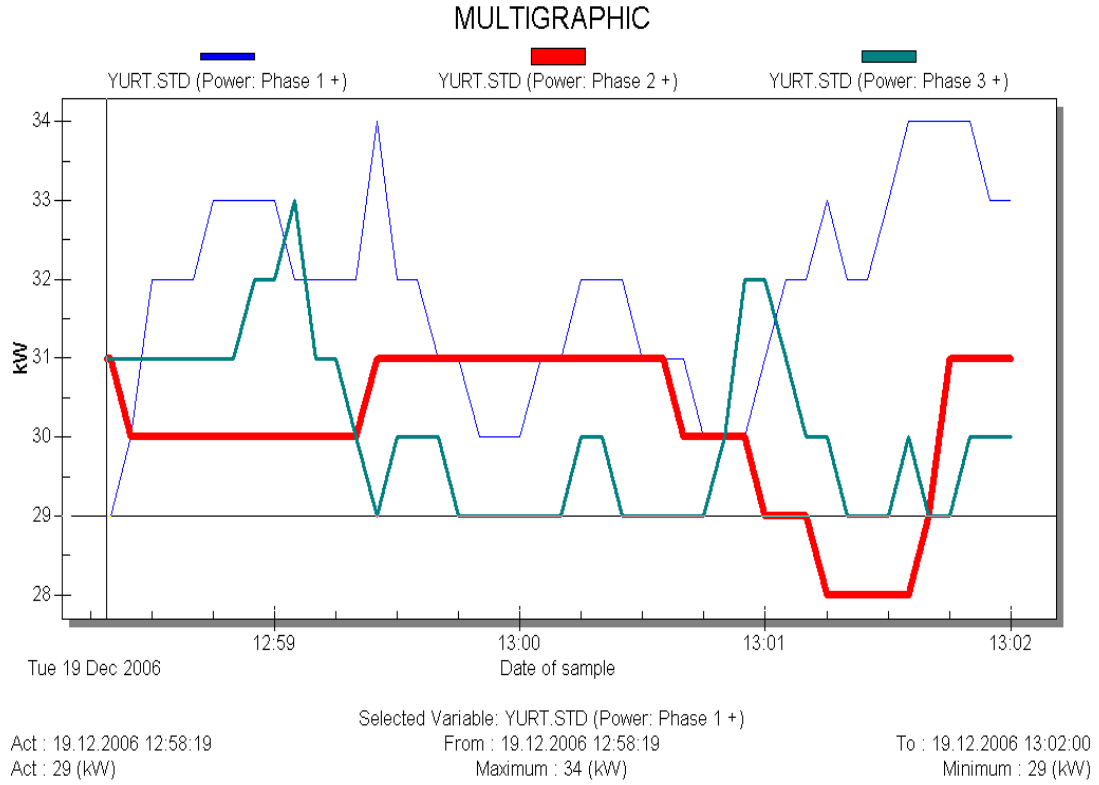
Şekil 4.48. Yurtlar trafosu akım grafiği



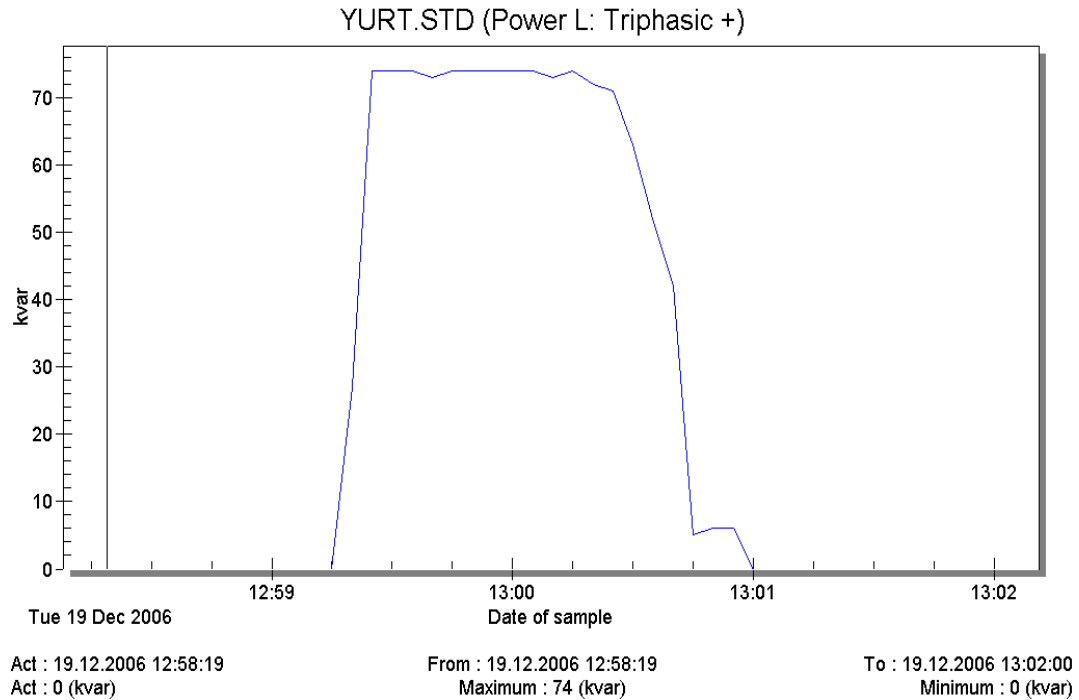
Şekil 4.49. Yurtlar trafosu 3 faz akım-zaman grafiği



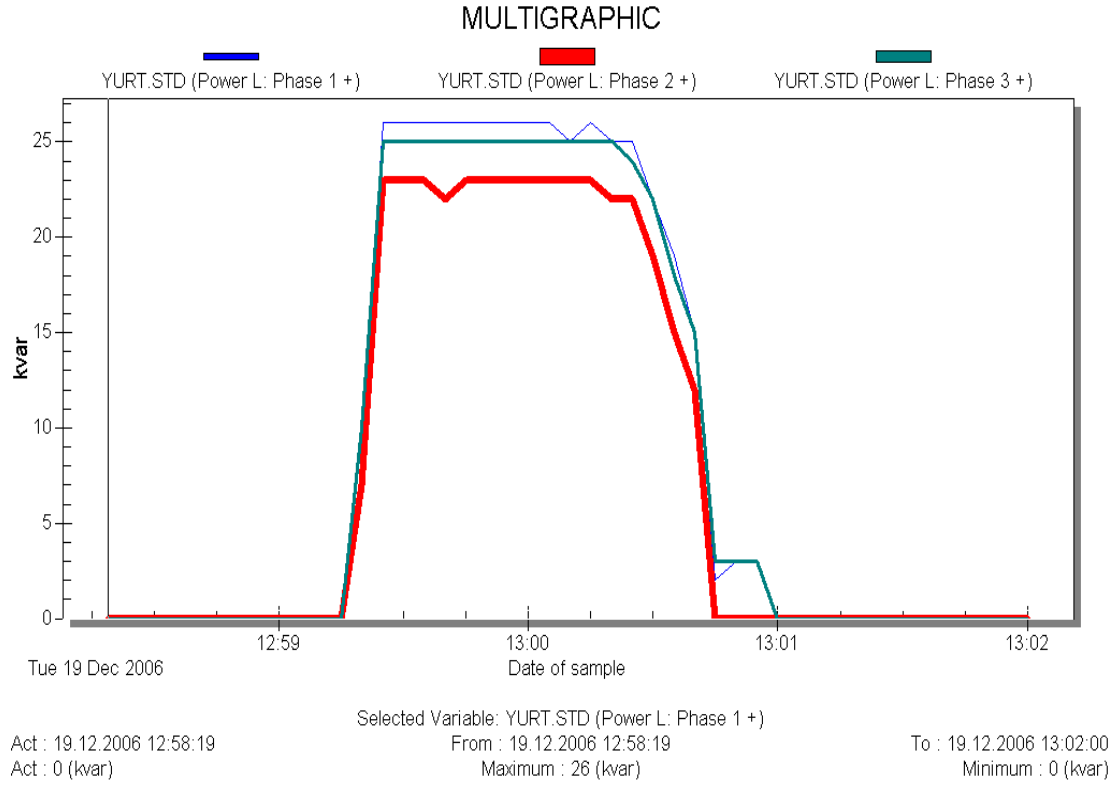
Şekil 4.50. Yurtlar trafosu güç grafiği



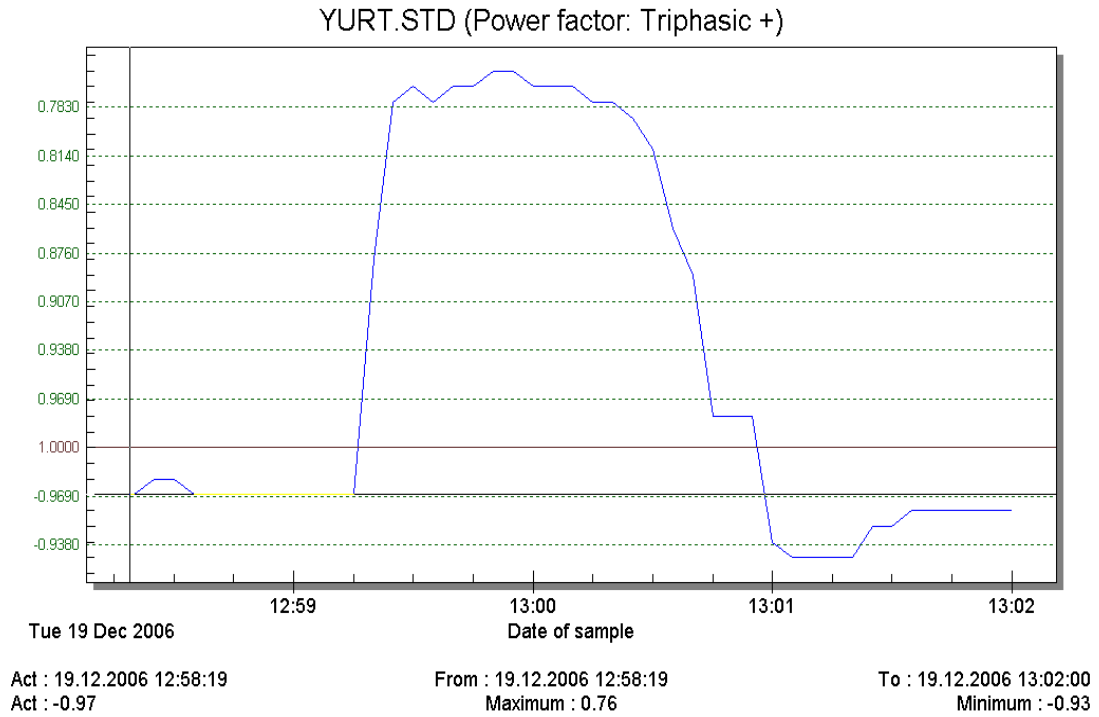
Şekil 4.51. Yurtlar trafosu 3 faz aktif güç-zaman grafiği



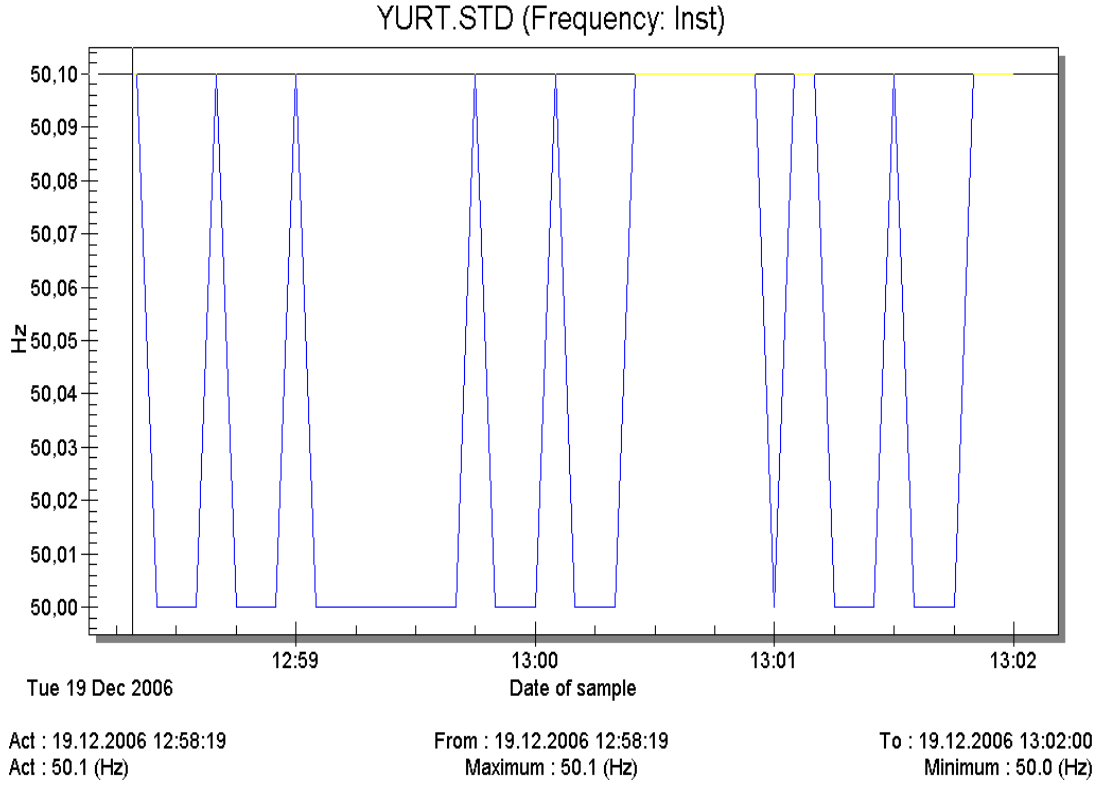
Şekil 4.52. Yurtlar trafosu kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL) grafik



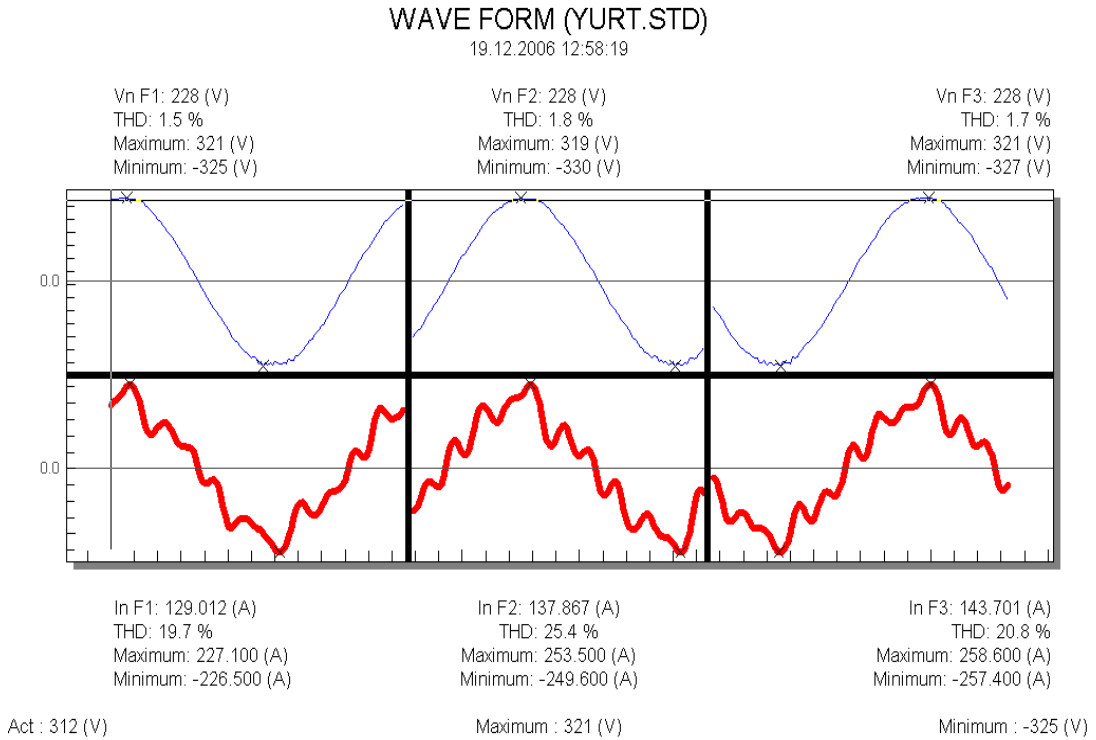
Şekil 4.53. Yurtlar trafosu 3 faz kompanzasyon ihtiyacına ilişkin (kVArL)-zaman grafiği



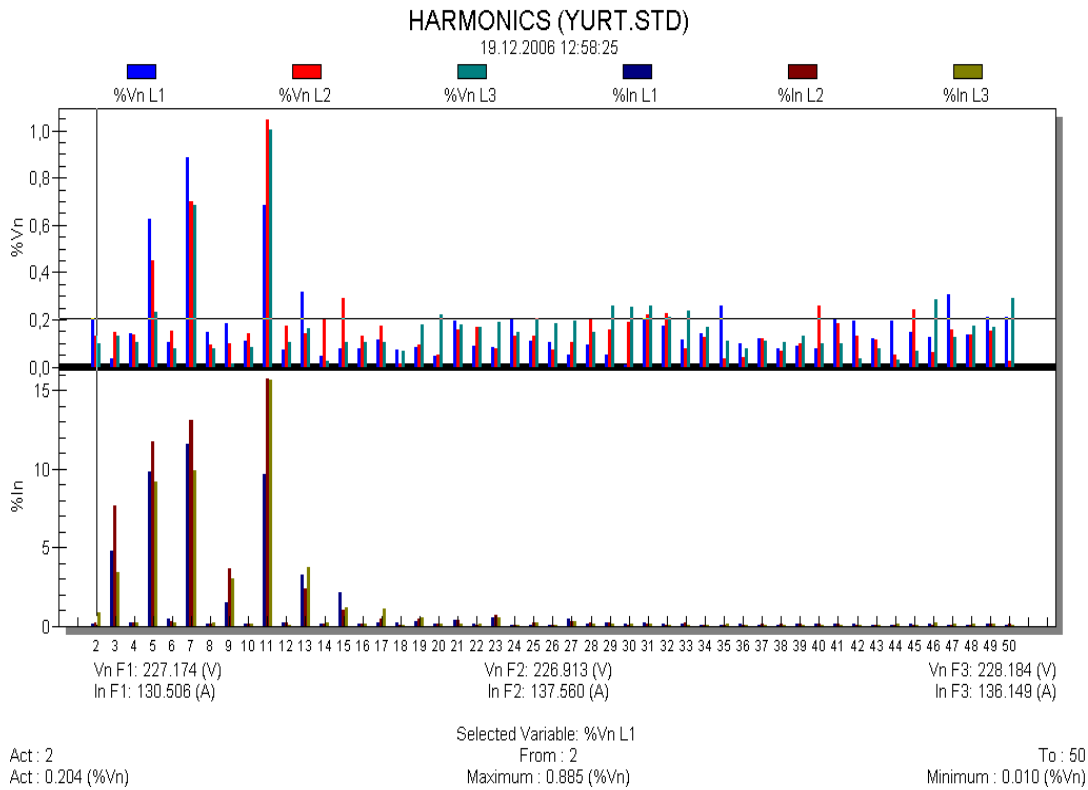
Şekil 4.54. Yurtlar trafosu güç faktörü grafiği



Şekil 4.55. Yurtlar trafosu frekans ölçüm grafiği



Şekil 4.56. Yurtlar trafosu toplam harmonik distorsiyon dalga formu grafiği



Şekil 4.57. Yurtlar trafosu toplam harmonik distorsiyon (THD) detay grafiği

Yapılan ölçümler neticesinde Yurtlar trafosuna ilişkin değerlendirmede bulunulacak olursa, 3 faz akım grafiği incelendiğinde; akımın dengesizliği göze çarpmaktadır, fazlar arasında 20–40 A fark olduğu görülmektedir, aynı dengesizlik güç grafiklerinde de görülebilmektedir. Kompanzasyona ilişkin grafikler incelendiğinde ise, kompanzasyon kapatılarak ölçüm alındığında 154 kVAR kondansatör ihtiyacı görülmüştür. Sistemde görülen dengesiz reaktif güç ihtiyacı bu trafo için sorun oluşturmaktadır ve tedbir alınması faturaya yansiyacak cezaların önüne geçilmesinde etkili olacaktır. Güç faktörüne ilişkin grafikler incelendiğinde ise kompanzasyon devre dışı iken güç faktörü 0,76 olduğundan dolayı sistemin başlangıç  $\cos\Phi$ ' si olarak hesaplamaya gidilebilir, kompanzasyon devredeyken güç faktörü düzelmektedir, sistemin cezaya girmemesi için tedbir alınması gereklidir.

Harmoniklere ilişkin grafikler incelendiğinde ise gerilim harmoniği maksimum %2,1 olarak ölçülmüştür, bu değer uluslararası standartların işaret ettiği % 5 sınır değerinin altındadır. Trafolarda bu değer % 2-3' ün altında olması sistemin verimliliği açısından önemlidir. Akım harmoniklerinin % 20 'lerin üzerinde olması ise sistem

için tehlike oluşturmaktadır. Harmoniklerin detayı incelendiğinde ise kritik seviyede olmamasına rağmen 5., 7. ve 11. harmoniklerin yüksek olduğu görülmektedir. Kompanzasyon yeterli görülmemektedir.

Yurtlar trafosu'na ilişkin verileri özetleyecek olursak, çekilen yüklerdeki dengesizlik ve akım harmoniklerinin yüksekliği problem oluşturmaktadır. Tedbir olarak reaktörlü kompanzasyona geçilmesi ve 3 faz reaktif güç kontrol rölesi kullanılması sağlıklı olacaktır.

Sakarya Üniversitesi Kampüs yerleşkesinde 1000 kVA gücündeki trafolar yukarıda detaylı olarak incelenmiştir. Yapılan inceleme neticesinde açıkça görülmektedirki her trafo merkezi farklı sebeplerden dolayı elektriksel olarak bir takım sorunlarla karşı karşıyadır. Bu durumun giderilmesi trafo merkezlerinin yakın takip içerisinde olmasını zorunlu kılmıştır. Yapılacak modernizasyon çalışmalarının yanında, yakın takip amacıyla yerel alan ağı ve internet üzerinden trafo merkezlerinin izlenebilir ve müdahale edilebilir duruma getirilmeside önemlidir. Bu uygulama çalışması kapsamında rektörlük trafosuna kompanzasyon rölesi ve enerji analizörünü bir arada bulunduran bir reaktif güç kontrol rölesi bağlanmış, yerel alan ağı üzerinden ve yazılım yardımı ile internet üzerinden rektörlük trafosu izlenebilir hale getirilmiştir. Aynı zamanda kompanzasyon kondansatörleri manuel olarak sistem yardımıyla herhangi bir bilgisayardan kontrol edilebilmektedir. Bu durum bize cezaya girmek üzere olana bir sistemi kapasitif enerjiyi kullanarak dengeleme imkanı sağlamaktadır. Aynı zamanda veriler yedeklenerek cezaya girmek üzere olan bir sistem için tedbir alınabilmesini mümkün kılmıştır.

## BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sakarya Üniversitesi ve bağlı birimleri 2008 yılı ve sonrasına yönelik, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun çıkaracağı yönetmeliğe hazırlıklı değildir. Trafoların birbirlerine uzaklıkları ve hizmet binalarının değişken yük ihtiyacı sebebiyle, kampus tipi yerleşim birimleri, kontrol edilmesi güç, izlenebilirlik gerektiren ve altyapısı dikkatle hazırlanması gereken tesislerdir.

Yapılan ölçümlerde Sakarya Üniversitesi kampüs alanı içerisindeki trafoların, değişken yükler sebebi ile harmonik problemleri, hizmet binalarının çeşitliliği sebebiyle dengesiz yük problemleri vardır. Trafolar, zamanla eklenecek hizmet binalarının getireceği yüklere göre tasarlanmış ancak ölçüm yapılan dönem itibarı ile bazıları tam yükte çalışmamaktadır. Yapılan istek güç çalışmasında açıkça görülmektedir ki trafolar üzerinde çalışılan 2006 yılı süre zarfında tam kapasitede çalışmamışlardır.

Kampus tipi yerleşim birimlerinden biri olan Sakarya Üniversitesi yerleşkesinde trafo merkezlerinin çıkacak yönetmeliğe hazır olması amacı ile 3 faz kontrollü reaktif güç kontrol rölesi kullanması, ani değişen yüklerden ve istenilen oranların yakalanabilmesi gerekliliğinden dolayı hızlı devreye girip çıkan kompanzasyon yapılması ve trafoların kondansatör kademe sayılarının artırılması veya azaltılıp kademe kondansatör güçlerinin düşürülmesi gereklidir. İlk kademe kondansatörlerinin de düşük güçte seçilip tesisin buna göre tasarlanması kompanzasyona yüksüz durumlarda büyük avantaj sağlayacaktır. Sistemdeki harmoniklere önlem olarak ise, reaktörlü kompanzasyon tercih edilmelidir. Bu da dolaylı olarak kondansatörlerin değişmesi anlamına geleceğinden, kısaca kompakt şalter çıkışlarından sonraki tüm kompanzasyon donanımları modernize edilmelidir. Bu durumun maliyet analizi yapıldığında ise yeni yönetmelikle birlikte cezaya



girmesi muhtemel gözükten faturaların birer kez dahi cezaya girmesi, çıkacak modernizasyon maliyetinin önemsensememesi için geçer sebeptir.

Kampus tipi yerleşim birimlerinde yakın takip ve anlık veri alışverişi önem arz etmektedir. Bu sebeple kullanılan reaktif güç kontrol rölelerinin yanına bir enerji analizörü bağlayarak veya reaktif güç kontrol rölesi ve enerji analizörünü bir arada bulunduran cihazlar tercih edilerek sistemin internet, yerel alan ağı veya GSM şebekeleri yardımıyla izleme altına alınması doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu sistemle aynı zamanda bilgisayar üzerinden trafo merkezlerine müdahale edilerek kapasitif reaktif yazdırılması veya kondansatörlerin devreden çıkarılması mümkün olacaktır. Bu durum cezai uygulamaya maruz kalmama açısından büyük avantajdır.

## KAYNAKLAR

- [1] BAYRAM, M. , Harmoniklerin Kompanzasyon Tesislerindeki Etkileri. Elektrik Mühendisliği Konferansı, İ. T. Ü., 1984
- [2] ARRILLIGA, J. , BRADLEY, D.A. , BODGER, P. , Power System Harmonics. John Wiley and Sons, 1985.
- [3] BALCELLS, J. , Elektrik Enerjisinin Kalitesi ve Akılcı Kullanımı, s.13 2007.
- [4] [http://www.enerjiplatformu.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=867&Itemid=53](http://www.enerjiplatformu.org/index.php?option=com_content&task=view&id=867&Itemid=53), Güç Sistem Analizi
- [5] ÖZBULUR, V. , Güç Sistem Harmoniklerinin Bilgisayarlı Simulasyonu ve Ölçümü. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y. Lisans Tezi, İstanbul, Temmuz 1991.
- [6] ERTAN, U. , Elektrik Şebekelerinde Harmonikler. Kaynak Elektrik, s.109-115, İstanbul, 1994.
- [7] ATMACA, E. , Harmoniklerin Elektrik Donanımları Üzerine Etkileri. 3e, s.59-65, 1995.
- [8] İnan, A. ve Atar, F., 1997. Harmonik İçeren Devrelerde Kompanzasyon Hesabı, Bursa IV. Elektromekanik Sempozyumu, Bursa, 17-21 Aralık.
- [9] CHAPMAN, D., Güç Kalitesi Uygulama Kılavuzu “Harmonikler”, Sarkuysan Elektrolitik Bakır San. Ve Tic. A.Ş., Mart 2001
- [10] BAYRAM, M., “Reaktif Güç Kompanzasyonu”, 2000.
- [11] GRADY, W. M. , GİLLESKİE, R.J. , Harmonics And How They Relate To Power Factor, (PQA’93), San Diego, CA, 1993.

[12] SANER, Y. ,Güç Dağıtımı (Enerji Dağıtımı)-5, Birsen Yayınları, 2001

[13] [http://www.enerjiplatformu.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=126&Itemid=30](http://www.enerjiplatformu.org/index.php?option=com_content&task=view&id=126&Itemid=30), Bir İşletmenin Kompanzasyonunda Dikkat Edilmesi Gereken Konular

## **EKLER**

### **Ek-1**

#### **9 Ocak 2007 Tarihli ve 26398 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan Yönetmelik**

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan:

Elektrik İletim Sistemi Arz Güvenilirliği Ve Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik

Madde 1- 10/11/20004 tarihli ve 25639 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Elektrik İletim Sistemi Arz Güvenilirliği ve Kalitesi Yönetmeliğinin 11 inci maddesinin birinci fıkrası aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“İletim sistemine doğrudan bağlı tüketiciler ve dağıtım lisansına sahip tüzel kişiler tarafından; iletim sistemine bağlantıyla ilgili her bir ölçüm noktasında ve her bir uzlaşma periyodunda, sistemden çekilen endüktif reaktif enerjinin sistemden çekilen aktif enerjiye oranı yüzde yirmiye, sisteme verilen kapasitif reaktif enerjinin sistemden çekilen aktif enerjiye oranı ise yüzde on beşi geçemez.”

Madde 2–Aynı Yönetmeliğin Geçici 3 üncü maddesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“Geçici Madde 3– 1/1/2007 tarihinden itibaren iletim sistemine doğrudan bağlı tüketiciler için iletim sisteminin her bir ölçüm noktasında aylık çekilen endüktif reaktif enerjinin sistemden çekilen aktif enerjiye oranı yüzde otuz üç, aylık sisteme verilen kapasitif reaktif enerjinin sistemden çekilen aktif enerjiye oranı yüzde yirmi olarak uygulanır. 1/1/2008’den itibaren bu oranlar sırasıyla yüzde yirmi ve yüzde on

beş olarak uygulanır. 1/1/2007 tarihinden itibaren dağıtım lisansına sahip tüzel kişiler için, iletim sisteminin her bir ölçüm noktasında aylık çekilen endüktif reaktif enerjinin sistemden çekilen aktif enerjiye oranı yüzde elli olarak uygulanır. 1/1/2008'den itibaren dağıtım lisansına sahip tüzel kişiler için, iletim sisteminin her bir ölçüm noktasında aylık çekilen endüktif reaktif enerjinin sistemden çekilen aktif enerjiye oranı yüzde otuz üç, aylık sisteme verilen kapasitif reaktif enerjinin sistemden çekilen aktif enerjiye oranı yüzde yirmi olarak uygulanır.1/1/2009 tarihinden itibaren ise bu oranlar, bu Yönetmeliğin 11 inci maddesi hükümlerinde yer alan esaslara göre tespit edilir.”

Madde 3– Bu Yönetmelik 1/1/2007 tarihinden geçerli olmak üzere yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Madde 4– Bu Yönetmelik hükümlerini Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu Başkanı yürütür.

## EK-2

## 2006 YILI SAKARYA ÜNİVERSİTESİ ELEKTRİK FATURALARIN DEĞERLENDİRMESİ

SIRA NO	ABONE NO	ABONENİN ADRESİ	FATURA TARİHİ	TÜK.KWh	ENDÜKTİF(Kvarh)	KAPASİTİF (Kvarh)	ENDÜKTİF REAKTİF/ AKTİF	KAPASİTİF REAKTİF / AKTİF	%33 E GÖRE ENDÜKTİF REAKTİF CEZA DURUMU	%20 E GÖRE KAPASİTİF REAKTİF CEZA DURUMU	%20 E GÖRE ENDÜKTİF REAKTİF CEZA DURUMU	%15 E GÖRE KAPASİTİF REAKTİF CEZA DURUMU
1	10000808210	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.08.2006	16.380,600	2.553,000	0,000	15,59%	0,00%				
2	10000309250	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURTLARI)ESENTEPE SERDİVAN-ADP,	31.08.2006	26.592,600	2.415,000	855,600	9,08%	3,22%				
3	10000301520	SAÜ SAĞLIK HİZMETLERİ Y.O.SERDİVAN-ADAPAZARI	31.08.2006	4.272,000	144,000	12,000	3,37%	0,28%				
4	10054309970	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KÜLTÜR MERKEZİ SAKARYA	31.08.2006	1.159,200	386,400	0,000	33,33%	0,00%	VAR		VAR	
5	10054513280	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK EĞİTİM FAK.HENDEK-SAKARYA	31.08.2006	3.690,240	217,020	2.971,500	5,88%	80,52%		VAR		VAR
6	10054513270	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK MESLEK YÜKSEKOKULU HENDEK-SAKARYA	31.08.2006	1.221,720	357,840	193,800	29,29%	15,86%			VAR	VAR
7	10054512600	TC.SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KIRKPINAR-SAKARYA	31.08.2006	16.240,000	400,000	3.520,000	2,46%	21,67%		VAR		VAR
8	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.07.2006	94.702,500	30.877,500	2.242,500	32,60%	2,37%			VAR	
9	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.07.2006	46.423,200	3.726,000	2.663,400	8,03%	5,74%				
10	10000308220	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.07.2006	106.729,200	4.002,000	51.667,200	3,75%	48,41%		VAR		VAR
11	10000301630	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.07.2006	67.544,000	60.789,600	0,000	90,00%	0,00%	VAR		VAR	
12	10000301520	SAÜ SAĞLIK HİZMETLERİ Y.O.SERDİVAN-ADAPAZARI	31.07.2006	4.236,000	120,000	24,000	2,83%	0,57%				
13	10000808210	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.07.2006	18.091,800	2.263,200	0,000	12,51%	0,00%				
14	10000309250	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURTLARI)ESENTEPE SERDİVAN-ADP	31.07.2006	25.433,400	3.118,800	1.766,400	12,26%	6,95%				
15	10054309970	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KÜLTÜR MERKEZİ SAKARYA	31.07.2006	2.428,800	358,800	0,000	14,77%	0,00%				
16	10054513270	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK MESLEK YÜKSEKOKULU HENDEK-SAKARYA	31.07.2006	1.200,400	498,400	119,600	41,52%	9,96%	VAR		VAR	
17	10054513280	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK EĞİTİM FAK.HENDEK-SAKARYA	31.07.2006	3.562,800	588,600	56,400	16,52%	1,58%				
18	10054512600	TC.SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KIRKPINAR-SAKARYA	31.07.2006	16.400,000	400,000	3.200,000	2,44%	19,51%				VAR
19	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.06.2006	109.710,000	41.055,000	2.932,500	37,42%	2,67%	VAR		VAR	
20	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.06.2006	42.559,200	4.981,800	2.332,200	11,71%	5,48%				
21	10000308220	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.06.2006	99.663,600	4.857,600	29.918,400	4,87%	30,02%		VAR		VAR

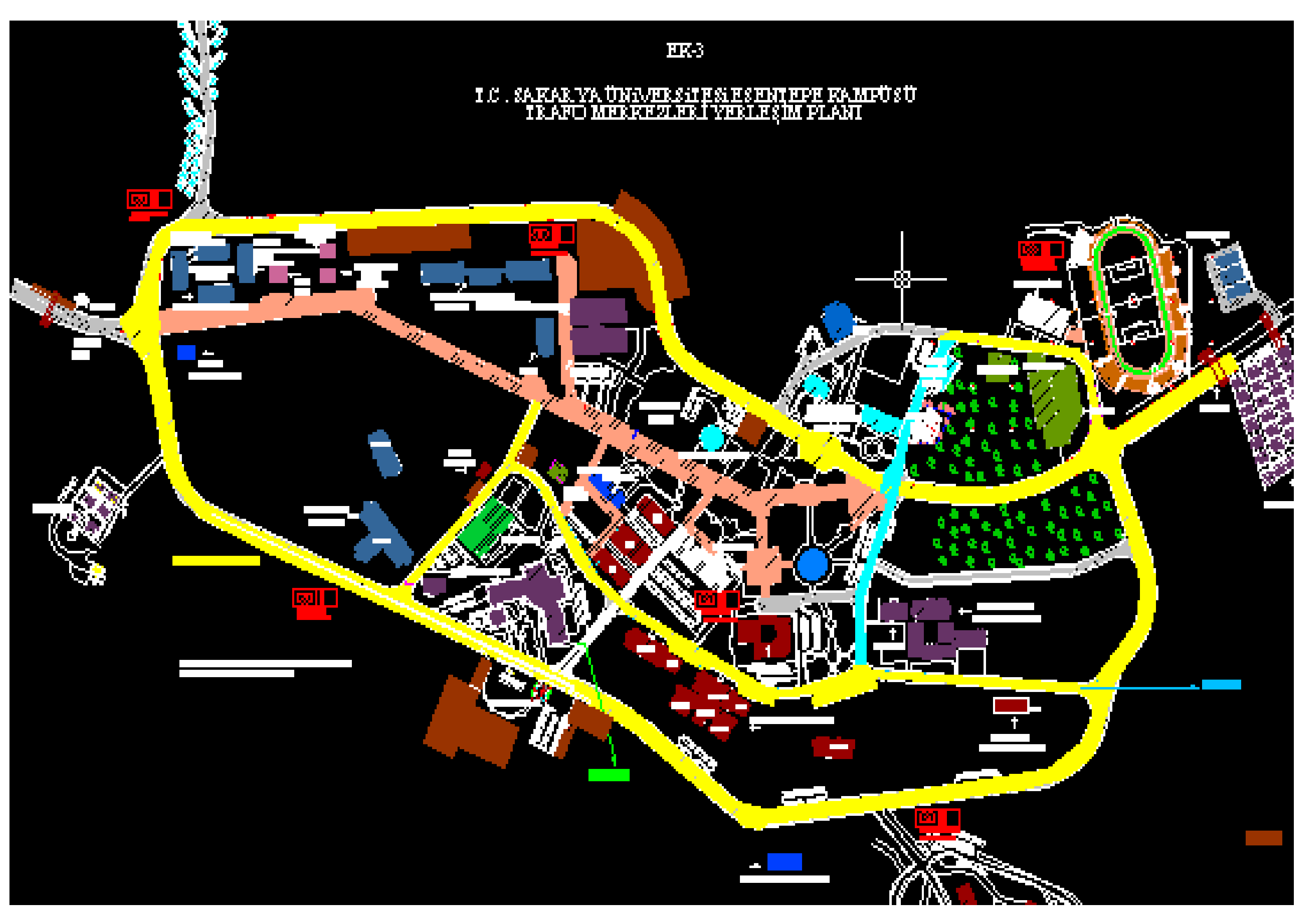
22	10000808210	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.06.2006	17.153,400	2.290,800	0,000	13,35%	0,00%				
23	10054513270	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK MESLEK YÜKSEKOKULU HENDEK-SAKARYA	30.06.2006	2.377,600	739,200	87,200	31,09%	3,67%			VAR	
24	10054309970	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KÜLTÜR MERKEZİ SAKARYA	30.06.2006	5.492,400	966,000	0,000	17,59%	0,00%				
25	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.05.2006	51.432,600	5.354,400	1.711,200	10,41%	3,33%				
26	10000309250	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURTLARI)ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.05.2006	54.868,800	1.007,400	1.435,200	1,84%	2,62%				
27	10000808210	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.05.2006	22.149,000	2.042,400	13,800	9,22%	0,06%				
28	10054512600	TC.SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KIRKPINAR-SAKARYA	31.05.2006	16.240,000	400,000	3.440,000	2,46%	21,18%		VAR		VAR
29	10054309970	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KÜLTÜR MERKEZİ SAKARYA	31.05.2006	19.209,600	165,600	0,000	0,86%	0,00%				
30	10000301520	SAÜ SAĞLIK HİZMETLERİ Y.O.SERDİVAN-ADAPAZARI	31.05.2006	7.152,000	1.008,000	18,000	14,09%	0,25%				
31	10000301520	SAÜ SAĞLIK HİZMETLERİ Y.O.SERDİVAN-ADAPAZARI	31.03.2006	9.877,800	2.172,840	259,200	22,00%	2,62%			VAR	
32	10000301520	SAÜ SAĞLIK HİZMETLERİ Y.O.SERDİVAN-ADAPAZARI	30.04.2006	7.197,600	1.642,800	30,000	22,82%	0,42%			VAR	
33	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.04.2006	105.225,000	20.872,500	3.277,500	19,84%	3,11%				
34	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.04.2006	45.139,800	4.029,600	2.332,200	8,93%	5,17%				
35	10000308220	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.04.2006	101.816,400	14.020,800	10.543,200	13,77%	10,36%				
36	10000808210	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.04.2006	19.513,200	2.111,400	0,000	10,82%	0,00%				
37	10000309250	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURTLARI)ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.04.2006	52.688,400	483,000	538,200	0,92%	1,02%				
38	10054512600	TC.SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KIRKPINAR-SAKARYA	30.04.2006	14.080,000	480,000	2.000,000	3,41%	14,20%				
39	10054513270	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK MESLEK YÜKSEKOKULU HENDEK-SAKARYA	30.04.2006	4.907,360	1.387,000	143,320	28,26%	2,92%			VAR	
40	10054513280	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK EĞİTİM FAK.HENDEK-SAKARYA	30.04.2006	10.208,700	1.285,560	1.539,540	12,59%	15,08%				VAR
41	10000301520	SAÜ SAĞLIK HİZMETLERİ Y.O.SERDİVAN-ADAPAZARI	30.04.2006	7.197,600	1.642,800	30,000	22,82%	0,42%			VAR	
42	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.03.2006	134.722,500	26.220,000	3.795,000	19,46%	2,82%				
43	10000308220	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.03.2006	134.108,400	25.281,600	9.273,600	18,85%	6,92%				
44	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.03.2006	60.747,600	6.044,400	2.415,000	9,95%	3,98%				
45	80821	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	28.02.2006	24.357,000	1.476,600	0,000	6,06%	0,00%				
46	5451260	TC.SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KIRKPINAR-SAKARYA	28.02.2006	15.840,000	320,000	2.480,000	2,02%	15,66%				VAR
47	5451327	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK MESLEK YÜKSEKOKULU HENDEK-SAKARYA	28.02.2006	6.315,600	1.061,200	345,600	16,80%	5,47%				

48	5451328	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK EĞİTİM FAK.HENDEK-SAKARYA	28.02.2006	12.507,000	1.029,000	1.302,000	8,23%	10,41%				
49	30152	SAÜ SAĞLIK HİZMETLERİ Y.O.SERDİVAN-ADAPAZARI	28.02.2006	10.272,000	937,200	0,000	9,12%	0,00%				
50	30925	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURTLARI)ESENTEPE SERDİVAN-ADP	28.02.2006	47.361,600	662,400	1.186,800	1,40%	2,51%				
51	5430997	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KÜLTÜR MERKEZİ SAKARYA	28.02.2006	15.124,800	303,600	0,000	2,01%	0,00%				
52	30822	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	28.02.2006	112.746,000	11.978,400	10.515,600	10,62%	9,33%				
53	30533	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	28.02.2006	117.645,000	20.355,000	3.450,000	17,30%	2,93%				
54	5431145	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	28.02.2006	73.692,000	7.424,400	2.042,400	10,07%	2,77%				
55	30533	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.01.2006	117.645,000	19.665,000	6.727,500	16,72%	5,72%				
56	5431145	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.01.2006	80.095,200	8.680,200	2.221,800	10,84%	2,77%				
57	30822	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.01.2006	112.470,000	10.212,000	8.970,000	9,08%	7,98%				
58	3451260	TC.SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KIRKPINAR-SAKARYA	31.01.2006	16.720,000	480,000	3.040,000	2,87%	18,18%				VAR
59	301152	SAÜ SAĞLIK HİZMETLERİ Y.O.SERDİVAN-ADAPAZARI	31.01.2006	2.994,000	2.694,000	0,000	89,98%	0,00%	VAR			VAR
60	5430997	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KÜLTÜR MERKEZİ SAKARYA	31.01.2006	7.534,800	1.573,200	0,000	20,88%	0,00%				VAR
61	30925	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURTLARI)ESENTEPE SERDİVAN-ADP	31.01.2006	41.965,800	4.692,000	1.324,800	11,18%	3,16%				
62	80821	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.01.2006	24.177,600	979,800	0,000	4,05%	0,00%				
63	5451327	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK MESLEK YÜKSEKOKULU HENDEK-SAKARYA	31.01.2006	3.594,000	799,600	504,800	22,25%	14,05%				VAR
64	5451328	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK MESLEK YÜKSEKOKULU HENDEK-SAKARYA	31.01.2006	6.381,800	1.636,800	682,800	25,65%	10,70%				VAR
65	30163	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.12.2005	74.280,000	0,000	11.208,000	0,00%	15,09%				VAR
66	5430997	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KÜLTÜR MERKEZİ SAKARYA	31.12.2005	21.610,800	1.214,400	0,000	5,62%	0,00%				
67	80821	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.12.2005	23.032,200	386,400	8.928,600	1,68%	38,77%			VAR	
68	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.10.2006	71.932,500	12.368,250	8.487,000	17,19%	11,80%				
69	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.10.2006	43.014,600	7.507,200	2.470,200	17,45%	5,74%				
70	10000309250	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURTLARI)ESENTEPE SERDİVAN-ADP	31.10.2006	46.671,600	2.539,200	1.145,400	5,44%	2,45%				
71	10000301520	SAÜ SAĞLIK HİZMETLERİ Y.O.SERDİVAN-ADAPAZARI	31.10.2006	5.244,000	606,000	66,000	11,56%	1,26%				
72	10054513270	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK MESLEK YÜKSEKOKULU HENDEK-SAKARYA	31.10.2006	1.900,400	1.692,400	0,000	89,05%	0,00%	VAR			VAR
73	10054513280	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ HENDEK MESLEK YÜKSEKOKULU HENDEK-SAKARYA	31.10.2006	9.430,800	1.275,000	7.714,200	13,52%	81,80%			VAR	VAR



74	10054309970	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ KÜLTÜR MERKEZİ SAKARYA	31.10.2006	7.203,600	772,800	0,000	10,73%	0,00%				
75	10000308220	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.08.2006	128.754,000	4.167,600	23.901,600	3,24%	18,56%				VAR
76	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.08.2006	42.352,200	7.424,400	828,000	17,53%	1,96%				
77	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.08.2006	101.947,500	48.300,000	2.932,500	47,38%	2,88%	VAR			VAR
78	10000301630	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.08.2006	35.640,000	0,000	18.776,000	0,00%	52,68%		VAR		VAR
<b>CEZAYA GİREN FATURA SAYISI</b>									<b>7</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>14</b>
Yeni Yönetmelik Uygulamasıyla birlikte 78 faturadan 31 i cezaya girecektir.Yani neredeyse her 2 faturadan birinde ceza ödeme durumu sözkonusu olacaktır.												

T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI SAĞLIK BİLİMİ VE TEKNİK BİLİMİ  
TEARU MÜHÜRÜLE İZLENİŞİM PLANI



**EK-4****SAKARYA ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS ALANINDAKİ TRAFİKO MERKEZLERİNİN  
2006 YILI ELEKTRİK FATURALARININ İSTEK GÜÇ HESAPLAMASINDA KULLANIMI**

<i>SIRA NO</i>	<i>ABONE NO</i>	<i>ABONENİN ADRESİ</i>	<i>FATURA TARİHİ</i>	<i>TÜK.KWh</i>	<i>ENDÜKTİF (Kvarh)</i>	<i>KAPASİTİF (Kvarh)</i>	<i>Aktif İstek Güç</i>	<i>End. Reak İstek Güç</i>	<i>Kap.Reak İstek Güç</i>
<b>1</b>	10000808210	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.08.2006	16.380,600	2.553,000	0,00	91,00	14,18	0,00
<b>2</b>	10000309250	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURLARI)ESENTEPE SERDİVAN-	31.08.2006	26.592,600	2.415,000	855,60	147,74	13,42	4,75
<b>8</b>	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.07.2006	94.702,500	30.877,500	2242,50	526,13	171,54	12,46
<b>9</b>	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.07.2006	46.423,200	3.726,000	2663,40	257,91	20,70	14,80
<b>10</b>	10000308220	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.07.2006	106.729,200	4.002,000	51667,20	592,94	22,23	287,04
<b>13</b>	10000808210	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.07.2006	18.091,800	2.263,200	0,00	100,51	12,57	0,00
<b>14</b>	10000309250	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURLARI)ESENTEPE SERDİVAN-	31.07.2006	25.433,400	3.118,800	1766,40	141,30	17,33	9,81
<b>19</b>	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.06.2006	109.710,000	41.055,000	2932,50	609,50	228,08	16,29
<b>20</b>	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.06.2006	42.559,200	4.981,800	2332,20	236,44	27,68	12,96

<b>21</b>	10000308220	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.06.2006	99.663,600	4.857,600	29918,40	553,69	26,99	166,21
<b>22</b>	10000808210	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.06.2006	17.153,400	2.290,800	0,00	95,30	12,73	0,00
<b>25</b>	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.05.2006	51.432,600	5.354,400	1711,20	285,74	29,75	9,51
<b>26</b>	10000309250	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURLARI)ESENTEPE SERDİVAN-	31.05.2006	54.868,800	1.007,400	1435,20	304,83	5,60	7,97
<b>27</b>	10000808210	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.05.2006	22.149,000	2.042,400	13,80	123,05	11,35	0,08
<b>33</b>	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.04.2006	105.225,000	20.872,500	3277,50	584,58	115,96	18,21
<b>34</b>	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.04.2006	45.139,800	4.029,600	2332,20	250,78	22,39	12,96
<b>35</b>	10000308220	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	30.04.2006	101.816,400	14.020,800	10543,20	565,65	77,89	58,57
<b>37</b>	10000309250	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURLARI)ESENTEPE SERDİVAN-	30.04.2006	52.688,400	483,000	538,20	292,71	2,68	2,99
<b>42</b>	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.03.2006	134.722,500	26.220,000	3795,00	748,46	145,67	21,08
<b>43</b>	10000308220	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.03.2006	134.108,400	25.281,600	9273,60	745,05	140,45	51,52
<b>44</b>	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.03.2006	60.747,600	6.044,400	2415,00	337,49	33,58	13,42
<b>45</b>	80821	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	28.02.2006	24.357,000	1.476,600	0,00	135,32	8,20	0,00
<b>50</b>	30925	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURLARI)ESENTEPE SERDİVAN-	28.02.2006	47.361,600	662,400	1186,80	263,12	3,68	6,59
<b>52</b>	30822	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	28.02.2006	112.746,000	11.978,400	10515,60	626,37	66,55	58,42

53	30533	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	28.02.2006	117.645,000	20.355,000	3450,00	653,58	113,08	19,17
54	5431145	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	28.02.2006	73.692,000	7.424,400	2042,40	409,40	41,25	11,35
55	30533	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.01.2006	117.645,000	19.665,000	6727,50	653,58	109,25	37,38
56	5431145	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.01.2006	80.095,200	8.680,200	2221,80	444,97	48,22	12,34
57	30822	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.01.2006	112.470,000	10.212,000	8970,00	624,83	56,73	49,83
61	30925	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURLARI)ESENTEPE SERDİVAN-	31.01.2006	41.965,800	4.692,000	1324,80	233,14	26,07	7,36
62	80821	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.01.2006	24.177,600	979,800	0,00	134,32	5,44	0,00
67	80821	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.12.2005	23.032,200	386,400	8928,60	127,96	2,15	49,60
68	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.10.2006	71.932,500	12.368,250	8487,00	399,63	68,71	47,15
69	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.10.2006	43.014,600	7.507,200	2470,20	238,97	41,71	13,72
70	10000309250	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ (SKS YURLARI)ESENTEPE SERDİVAN-	31.10.2006	46.671,600	2.539,200	1145,40	259,29	14,11	6,36
75	10000308220	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.08.2006	128.754,000	4.167,600	23901,60	715,30	23,15	132,79
76	10054311450	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.08.2006	42.352,200	7.424,400	828,00	235,29	41,25	4,60
77	10000305330	SAÜ REKTÖRLÜĞÜ ESENTEPE SERDİVAN-ADAPAZARI	31.08.2006	101.947,500	48.300,000	2932,50	566,38	268,33	16,29
<b>Toplam</b>							14312,21	2090,64	1193,59

## ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Adapazarı'nda doğdu.İlköğrenimini Sakarya Ahmet Akkoç İlköğretim Okulu, Orta ve Lise öğrenimini Sakarya Anadolu Lisesi'nde bitirdikten sonra, Sakarya Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği'ni kazandı. Lisans eğitimini burada tamamladıktan sonra aynı üniversitede yüksek lisans eğitimine başladı. Lisans eğitimi süreci ve devamında DEBSAN Dağ Elektrik Bobinaj Sanayi firmasında çalıştı, 2001 yılında Aydın Mühendislik firmasını kurdu, 2003 yılında Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nde göreve başladı, 2004 yılında Sakarya Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığına tayin oldu, halen Kontrol Mühendisi olarak bu birimde görev yapmaktadır.