

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YENİ BİR YAKLAŞIMLA YÜK PROFİLLERİNİN OLUŞTURULMASI VE
DAĞITIM SİSTEMLERİNDE TEKNİK KAYIPLARIN TAHMİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gizem TULUN

Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YENİ BİR YAKLAŞIMLA YÜK PROFİLLERİNİN OLUŞTURULMASI VE
DAĞITIM SİSTEMLERİNDE TEKNİK KAYIPLARIN TAHMİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Gizem TULUN
504121055**

Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ömer USTA

HAZİRAN 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 504121055 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Gizem TULUN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “YENİ BİR YAKLAŞIMLA YÜK PROFİLLERİNİN OLUŞTURULMASI VE DAĞITIM SİSTEMLERİNDE TEKNİK KAYIPLARIN TAHMİNİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Ömer USTA**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Mehmet BAYRAK**
Sakarya Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Canan KARATEKİN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **2 Mayıs 2016**
Savunma Tarihi : **9 Haziran 2016**



ÖNSÖZ

Hayatım boyunca beni en iyi şekilde yetiştiren, her şeyin en iyisine layık olan aileme, desteğini ve yardımını benden hiç esirgemeyen ve her anımda yanımda olan sevgilim Mert ŞAHİN'e çok teşekkür ederim.

Geniş bilgi birikimi, yol göstericiliği ve tecrübesiyle çalışmam süresince benden desteğini ve yardımını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ömer USTA'ya sonsuz saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yöneticiden ziyade lider olan, bilgisi ve tecrübesini eksiksiz ve hiç düşünmeden paylaşan direktörüm Sayın İlker DURSUN'a saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2016

Gizem TULUN
Enerji Sistemleri Mühendisi



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	V
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xi
SEMBOL LİSTESİ	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xxi
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.1 Hipotez	3
1.2 Tezin Planı.....	3
2. YÜK PROFİLİ OLUŞTURULMASI.....	5
1.2 Yük Profili Oluşturma Yöntemleri.....	5
2.1.1 K-ortalama algoritması	6
2.1.2 Hiyerarşik kümeleme.....	6
2.1.3 Bulanık C-ortalama algoritması.....	7
2.1.4 PCA metodu.....	8
2.2 Literatürdeki Yük Profili Oluşturma Yöntemlerinin Yorumlanması	8
3. DAĞITIM SİSTEMLERİNDE KAYIPLAR.....	11
3.1 Dağıtım Sistemlerinde Oluşan Kayıp Türleri.....	11
3.1.1 Kapasite(güç) kayıpları.....	11
3.1.2 Enerji kayıpları	11
3.2 Kayıpların Sınıflandırılması	12
3.2.1 Teknik kayıplar	12
3.2.1.1 Akıma bağlı kayıplar.....	12
3.2.1.2 Gerilime bağlı kayıplar	13
3.2.2 Teknik olmayan kayıplar	13
3.3 Dağıtım Sistemleri Bileşenleri	14
3.3.1 Hat kayıpları	15
3.3.2 Transformatör kayıpları	15
3.3.2.1 Transformatör yükte kaybı.....	15
3.3.2.2 Transformatör boşta kaybı	16
3.3.3 Abone bağlantı kayıpları.....	16
3.3.4 Sayaç kayıpları.....	16

3.4 Kayıp Tahmin Yöntemleri.....	16
3.4.1 Yük kayıp faktörlerinin kullanılması.....	17
3.4.1.1 LF, LLF, K faktörü.....	17
3.4.1.2 Transformatör kaybının hesaplanması.....	18
3.4.1.3 Hat kaybının hesaplanması.....	18
3.4.2 Yük profillerinin kullanılması.....	18
4. YENİ BİR YÜK PROFİLİ OLUŞTURMA YÖNTEMİ.....	19
4.1 Algoritma.....	20
4.2 Abone Alt Gruplarına Göre Yük Profilleri ve Birim Yük Profillerinin Oluşturulması.....	22
4.2.1 A - Ticarethane	24
4.2.1.1 A1 - Arıtma tesisi	24
4.2.1.2 A2 - Üniversite	27
4.2.1.3 A3 - Alışveriş merkezi	31
4.2.1.4 A4 – Hastane	34
4.2.1.5 A5 - Market	37
4.2.1.6 A6 – Otel	40
4.2.1.7 A7 – Banka.....	43
4.2.1.8 A8 - Akaryakıt istasyonu.....	46
4.2.1.9 A9 - Plaza ve iş merkezi.....	49
4.2.2 B – Mesken	52
4.2.3 C – Sanayi	55
4.2.3.1 C1 – 2 vardiyalı sanayi.....	55
4.2.3.2 C2 – 3 vardiyalı sanayi.....	58
4.2.3.3 C3 – 1 vardiyalı sanayi.....	61
4.2.4 D - Aydınlatma	64
4.3 Abone Alt Grupları Yük Profillerinin Karakteristik Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	67
4.3.1 Grup 1: 24 saat çalışan işletmeler	68
4.3.1.1 Otel – hastane	68
4.3.1.2 Akaryakıt istasyonu – hastane.....	69
4.3.1.3 Akaryakıt istasyonu – otel.....	69
4.3.1.4 Mesken – hastane	69
4.3.1.5 Mesken – otel	70
4.3.1.6 Mesken – akaryakıt istasyonu	70
4.3.1.7 2 Vardiyalı sanayi – hastane.....	70
4.3.1.8 2 vardiyalı sanayi – otel	70
4.3.1.9 2 Vardiyalı sanayi – akaryakıt istasyonu.....	71
4.3.1.10 3 vardiyalı sanayi – hastane – otel – akaryakıt istasyonu	71
4.3.2 Grup 2: 12 saat çalışan işletmeler	71
4.3.2.1 Üniversite – alışveriş merkezi	71
4.3.2.2 Market – üniversite.....	72

4.3.2.3 Market – alışveriş merkezi	72
4.3.3 Grup 3: 8 saat çalışan işletmeler	72
4.3.3.1 Plaza ve iş merkezi – banka	72
4.3.3.2 1 vardiyalı sanayi – banka.....	73
4.3.3.3 1 vardiyalı sanayi – plaza ve iş merkezi.....	73
4.3.4 Grup 4: sanayi kolları	74
4.3.4.1 2 vardiyalı sanayi – 3 vardiyalı sanayi	74
4.3.4.2 1 vardiyalı sanayi – 3 vardiyalı sanayi	74
4.3.4.3 1 vardiyalı sanayi – 2 vardiyalı sanayi	74
4.3.5 Grup 5: diğer	74
4.4 Birim Yük Profilleri Kullanılarak Bilinmeyen Yük Profillerinin Oluşturulması...	74
4.4.1 Hesaplama aracı	74
4.4.2 Tahmini yük profili hesaplaması örneği	76
4.5 Yük Profilleri Kullanılarak Kayıp Tahmini	79
5. BİLGİSAYAR SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI	81
5.1 Örnek Dağıtım Şebeke Modeli.....	81
5.1.1 Transformatör bilgileri.....	82
5.1.2 Depar bilgileri	82
5.1.2.1 Kablo sayısal bilgileri	82
5.1.2.2 Depar örnek şebeke bilgileri	83
5.1.3 Kofra bilgileri	84
5.1.4 Abone bilgileri	85
5.2 Yük Profili Simülasyonu	86
5.2.1 Uzaktan okumalı sayaç bilgilerinin analizi.....	86
5.2.2 Birim yük profili kullanılarak abone alt gruplarına göre yük profillerin oluşturulması ve analizi	88
5.2.3 Alt kümelere ayırmadan yük profillerinin oluşturulması ve analizi	89
5.2.4 3 farklı yöntem ile elde edilen yük profili sonuçlarının karşılaştırılması	91
6. SONUÇ.....	95
6.1 Çalışma Özeti	95
6.2 Elde Edilen Sonuçlar	95
6.3 Elde Edilen Sonuçları Kullanarak Yapılabilecekler.....	96
6.4 Öneriler.....	97
KAYNAKLAR	99
EKLER.....	101
EK A: Abone Alt Grubu Profil Çalışması Sonuçları.....	101
ÖZGEÇMİŞ.....	115

KISALTMALAR

YG : Yüksek Gerilim
OG: Orta Gerilim
AG: Alçak Gerilim
AİTM: Ana İndirici Transformatör Merkezi (154-34.5 KV)
İM: İndirici Merkez (34.5/10.5 KV)
TM: Transformatör Merkezi (34.5-0.4 KV veya 10.5-0.4 KV)
DM: Dağıtım Merkezi
PCA: Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis)
LF: Yük Faktörü (Load Factor)
LLF: Yük Kayıp Faktörü (Load Loss Factor)
EPDK: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EDAŞ: Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
PL: Güç Kaybı(Power Loss)
EL: Enerji Kaybı(Energy Loss)
CE: Eddy Akımı (Eddy Current)



SEMBOL LİSTESİ

C_j:	k adet merkezi bilinmeyen yük profili grubu
X_i:	n adet yük profili verisi
a_{ij}:	{1, eğer X _i j.gruba ait ise; 0, eğer değilse
N:	Yük profili sayısı
C:	Yük profili grubu sayısı
m:	Ağırlık parametresi (Genelde m = 2 olarak kullanılır)
u_{ij}:	Gruba aitlik derecesi
X_i:	i.fiderin yük profili
Π:	Şebeke yapısı ve bileşenleri
V:	Bara gerilimlerinin seviyesi
θ:	faz açısı
I:	Akım (A)
$\frac{r}{l}$:	Özdirenç/km
L:	Hat uzunluğu (km)
R:	Direnç (ohm/km)
P_T	Toplam Kayıp
P_{LL}	Yükte Kaybı (Load loss)
P_{NL}	Boşta Kaybı (No-load loss)
P_{I²R}	Ohmik Kayıp
P_{TSL}	Stray Kayıpları
P_{hys}	Histerisiz Kayıpları
P_{EC}	Eddy Akım Kayıpları
k	Abone bağlantı noktasında bulunan iletken sayısı
Δt	Zaman aralığı (saat)
N_t	Günlük zaman aralığı sayısı
p_m	Sayaçtaki her bir gerilim bobininde oluşan ortalama tüketim kaybı (W)
N_m	Toplam sayaç sayısı
i₁, i₂, i₃	1,2 ve 3 fazlı sayaç yüzdesi
T	Zaman aralığı (saat)



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 : Teknik olmayan kayıpların nedenleri.	13
Çizelge 4.1 : Abone alt grupları.	19
Çizelge 4.2 : Farklı tüketici gruplarının tüketim değerlerinin aylara göre yüzdesel dağılımı.	67
Çizelge 4.3 : Yük profilleri karşılaştırma matrisi.	68
Çizelge 4.4 : Yük grupları ve karşılaştırılan profiller.	68
Çizelge 4.5 : Örnek kofra bilgileri.	76
Çizelge 4.6 : 8 Aralık 2015 tarihi için k değerleri.	76
Çizelge 4.7 : örnek kofra için 8 Aralık 2015 tarihine ilişkin tahmini tüketim değerleri(kWh).	78
Çizelge 5.1 : Kablo sayısal bilgileri.	82
Çizelge 5.2 : Abone bilgileri.	83
Çizelge 5.3 : Kofra bilgileri.	84
Çizelge 5.4 : Abone bilgileri.	86
Çizelge 5.5 : OSOS Veri analizi özeti.	87
Çizelge 5.6 : OSOS Enerji analizi özeti.	88
Çizelge 5.7 : Yük profili kümeleme çalışması güç analizi özeti.	89
Çizelge 5.8 : Yük profili kümeleme çalışması enerji analizi özeti.	89
Çizelge 5.9 : Abone grubuna göre kümeleme güç analizi özeti.	90
Çizelge 5.10 : Abone grubuna göre kümeleme enerji özeti.	91
Çizelge 5.11 : Enerji özetleri karşılaştırması.	92
Çizelge 5.12 : Güç özetleri karşılaştırması.	93
Çizelge A.0.1 : Yük profili tip numaralandırması.	101



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 : Hiyerarşik kümeleme(dendogram).	7
Şekil 3.1 : Dağıtım şebekesi dağıtım sistemleri kayıplarının sınıflandırılması.	14
Şekil 4.1 : Yük profili algoritması.	20
Şekil 4.2 : AŞAMA 1 - Birim yük profillerinin oluşturulması.	21
Şekil 4.3 : AŞAMA 2 - Birim yük profilleri kullanılarak bilinmeyen yük profillerinin oluşturulması.	22
Şekil 4.4 : Arıtma tesisi günlük yaz profili (ölçülen değerler).	24
Şekil 4.5 : Arıtma tesisi günlük kış profili (ölçülen değerler).	24
Şekil 4.6 : Arıtma tesisi 12 aylık profili (ölçülen değerler).	25
Şekil 4.7 : Arıtma tesisi 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	25
Şekil 4.8 : Arıtma tesisi ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	26
Şekil 4.9 : Arıtma tesisi yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).	26
Şekil 4.10 : Üniversite günlük yaz profili (ölçülen değerler).	27
Şekil 4.11 : Üniversite günlük kış profili (ölçülen değerler).	27
Şekil 4.12 : Üniversite günlük yaz profili –tatil (ölçülen değerler).	28
Şekil 4.13 : Üniversite günlük kış profili – tatil (ölçülen değerler).	28
Şekil 4.14 : Üniversite 12 aylık profili (ölçülen değerler).	28
Şekil 4.15 : Üniversite 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	29
Şekil 4.16 : Üniversite Ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	30
Şekil 4.17 : Üniversite yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).	30
Şekil 4.18 : AVM günlük yaz profili (ölçülen değerler).	31
Şekil 4.19 : AVM günlük kış profili (ölçülen değerler).	31
Şekil 4.20 : AVM 12 aylık profili (ölçülen değerler).	31
Şekil 4.21 : AVM 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	32
Şekil 4.22 : AVM - Ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	33
Şekil 4.23 : AVM yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı(aylara göre yüzdesel).	33
Şekil 4.24 : Hastane günlük yaz profili (ölçülen değerler).	34
Şekil 4.25 : Hastane günlük kış profili (ölçülen değerler).	34
Şekil 4.26 : Hastane 12 aylık profili (ölçülen değerler).	34
Şekil 4.27 : Hastane 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	35
Şekil 4.28 : Hastane - Ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	36
Şekil 4.29 : Hastane yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).	36
Şekil 4.30 : Market günlük yaz profili (ölçülen değerler).	37
Şekil 4.31 : Market günlük kış profili (ölçülen değerler).	37
Şekil 4.32 : Market 12 aylık profili (ölçülen değerler).	38
Şekil 4.33 : Market 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	38
Şekil 4.34 : Market - Ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	39
Şekil 4.35 : Market yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).	39
Şekil 4.36 : Otel günlük yaz profili (ölçülen değerler).	40
Şekil 4.37 : Otel günlük kış profili (ölçülen değerler).	40
Şekil 4.38 : Otel 12 aylık profili (ölçülen değerler).	41
Şekil 4.39 : Otel 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	41

Şekil 4.40 : Otel - Ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	42
Şekil 4.41 : Otel yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).	42
Şekil 4.42 : Banka günlük yaz profili (ölçülen değerler).	43
Şekil 4.43 : Banka günlük kış profili (ölçülen değerler).	43
Şekil 4.44 : Banka 12 aylık profili (ölçülen değerler).	44
Şekil 4.45: Banka 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	44
Şekil 4.46 : Banka - Ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	45
Şekil 4.47 : Banka yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı(aylara göre yüzdesel).	45
Şekil 4.48 : Akaryakıt istasyonu günlük yaz profili (ölçülen değerler).	46
Şekil 4.49 : Akaryakıt istasyonu günlük kış profili (ölçülen değerler).	46
Şekil 4.50 : Akaryakıt istasyonu 12 aylık profili (ölçülen değerler).	47
Şekil 4.51 : Akaryakıt istasyonu 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	47
Şekil 4.52 : Akaryakıt istasyonu - ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	48
Şekil 4.53 : Akaryakıt istasyonu yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).	48
Şekil 4.54 : Plaza ve iş merkezi günlük yaz profili (ölçülen değerler).	49
Şekil 4.55 : Plaza ve iş merkezi günlük kış profili (ölçülen değerler).	49
Şekil 4.56 : Plaza ve iş merkezi 12 aylık profili (ölçülen değerler).	50
Şekil 4.57 : Plaza ve iş merkezi 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	50
Şekil 4.58 : Plaza ve iş merkezi - ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	51
Şekil 4.59 : Plaza ve iş merkezi yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).	51
Şekil 4.60 : Mesken günlük yaz profili (ölçülen değerler).	52
Şekil 4.61 : Mesken günlük kış profili (ölçülen değerler).	52
Şekil 4.62 : Mesken 12 aylık profili (ölçülen değerler).	53
Şekil 4.63 : Mesken 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	53
Şekil 4.64 : Mesken - Ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	54
Şekil 4.65 : Mesken yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).	54
Şekil 4.66 : 2 vardiyalı sanayi günlük yaz profili (ölçülen değerler).	55
Şekil 4.67 : 2 vardiyalı sanayi günlük kış profili (ölçülen değerler).	55
Şekil 4.68 : 2 vardiyalı sanayi 12 aylık profili (ölçülen değerler).	56
Şekil 4.69 : 2 vardiyalı sanayi 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	56
Şekil 4.70 : 2 vardiyalı sanayi - Ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	57
Şekil 4.71 : 2 vardiyalı sanayi yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).	57
Şekil 4.72 : 3 vardiyalı sanayi günlük yaz profili (ölçülen değerler).	58
Şekil 4.73 : 3 vardiyalı sanayi günlük kış profili (ölçülen değerler).	58
Şekil 4.74 : 3 vardiyalı sanayi 12 aylık profili (ölçülen değerler).	59
Şekil 4.75 : 3 vardiyalı sanayi 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	59
Şekil 4.76 : 3 vardiyalı sanayi - ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	60
Şekil 4.77: 3 vardiyalı sanayi yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel) 60	
Şekil 4.78 : 1 vardiyalı sanayi günlük yaz profili (ölçülen değerler).	61
Şekil 4.79 : 1 vardiyalı sanayi günlük kış profili (ölçülen değerler).	61
Şekil 4.80 : 1 vardiyalı sanayi 12 aylık profili (ölçülen değerler).	62
Şekil 4.81 : 1 vardiyalı sanayi 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	62
Şekil 4.82 : 1 vardiyalı sanayi - ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	63
Şekil 4.83 : 1 vardiyalı sanayi yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).	63
Şekil 4.84 : Aydınlatma günlük yaz profili (ölçülen değerler).	64
Şekil 4.85 : Aydınlatma günlük kış profili (ölçülen değerler).	64
Şekil 4.86 : Aydınlatma 12 aylık profili (ölçülen değerler).	65

Şekil 4.87 : Aydınlatma 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).	65
Şekil 4.88 : Aydınlatma - Ocak ayına ilişkin1 haftalık birim yük profili.	66
Şekil 4.89 : Aydınlatma yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).	66
Şekil 4.90 : Yük profili hesaplama aracı.	75
Şekil 4.91 : Hesaplama aracından alınan örnek kofra için çarpan değerleri.	77
Şekil 4.92 : Örnek kofranın tahmini yük profili.	79
Şekil 5.1 : Şebeke modeli.	81
Şekil 5.2 : OSOS Transformatör günlük gerçek yük profili.	87
Şekil 5.3 : Kümeleme yöntemi ile oluşturulan transformatör günlük tahmini yük profili.	88
Şekil 5.4 : Alt gruplarına ayırmadan elde edilen transformatör günlük tahmini yük profili.	90
Şekil 5.5 : 3 farklı yöntem ile elde edilen günlük yük profilleri.	91
Şekil A.1 : Tip-1	102
Şekil A.2 : Tip-2	102
Şekil A.3 : Tip-4	103
Şekil A.4 : Tip-4	103
Şekil A.5 : Tip-5	104
Şekil A. 6 : Tip-6	104
Şekil A.7 : Tip-7	105
Şekil A.8 : Tip-8	105
Şekil A.9 : Tip-9	106
Şekil A.10 : Tip-10	106
Şekil A.11 : Tip-11	107
Şekil A.12 : Tip-12	107
Şekil A.13 : Tip-13	108
Şekil A.14 : Tip-14	108
Şekil A.15 : Tip-15	109
Şekil A.16 : Tip-16	109
Şekil A.17 : Tip-17	110
Şekil A.18 : Tip-18	110
Şekil A.19 : Tip-19	111
Şekil A.20 : Tip-20	111
Şekil A.21 : Tip-21	112
Şekil A.22 : Tip-23	112
Şekil A.23 : Tip-25	113



YENİ BİR YAKLAŞIMLA YÜK PROFİLLERİNİN OLUŞTURULMASI VE DAĞITIM SİSTEMLERİNDE TEKNİK KAYIPLARIN TAHMİNİ

ÖZET

Bir dağıtım şebekesinin karakteristiğinin bilinmesi, şebekenin işletilmesi ve yeni yatırımların yapılması açısından büyük önem arz etmektedir. Şebekenin karakteristiği, kullanılan teçhizatlar, şebekenin radyal veya kapalı olması, şebekeye bağlı bulunan abonelerin dağılımı, tüketimi gibi birçok parametreye dayalıdır. Tüm bu parametrelerin yanında, şebekeye bağlı bulunan abonelerin yük eğrileri büyük önem taşımaktadır.

Üretilen enerji, iletim ve dağıtım şebekeleri aracılığıyla abonelere ulaştırılır. Üretilen elektrik enerjisi ile tüketilen elektrik enerjisi arasında bazı farklılıklar meydana gelir. Bu farklılıklara teknik ve teknik olmayan kayıplar neden olmaktadır. Teknik kayıplar, abonenin yüklenme durumuna göre şebekenin teçhizatlarında meydana gelen kayıplardır. Akıma ve gerilime bağlı olarak meydana gelirler. Teknik olmayan kayıplar ise faturalandırılmayan veya ölçülemeyen enerjiden kaynaklanan kayıplardır.

$I^2 \cdot R$ kayıpları olarak bilinen ve akıma bağlı meydana gelen teknik kayıpların hesaplanmasında yük eğrisinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir. kWh olarak aynı enerji tüketim değerine ancak farklı yük eğrilerine sahip olan iki abonenin şebekede neden olacağı teknik kayıplar birbirinden farklıdır.

Literatürde teknik kayıpların hesaplanması için 2 farklı yöntem vardır. Bunlardan birincisi yük ve yük kayıp faktörlerine bağlı olarak yapılan hesaplamalardır. Toplam güç değeri ve en yüksek güç değerine bağlı olarak yapılan hesaplamalara dayalıdır. Pratik bir yöntem olmakla birlikte, güç ve güç kayıp değerlerine bağlı olarak enerji kaybının hesaplanmasında hatalı hesaplama olasılığı yüksektir. İkinci yöntem, yük eğrilerine dayalı olarak enerji kayıplarının hesaplanmasıdır. Dakikalık veya saatlik olarak kaydedilen verilerden oluşan yük eğrisinin altında kalan alanın hesaplanmasına dayalıdır. Yük eğrilerine dayalı olarak yapılan kayıp hesaplaması ile gerçeğe en yakın sonuçlar elde edilmektedir.

Farklı tip abonelerin 24 saatlik yük eğrilerinde tepe yüklenme değerine ulaştığı saatlerin, günlere hatta mevsimlere göre değişiklik göstermesi nedeniyle şebekeye etkisi farklıdır.

Örneğin, sokak aydınlatması gece saatlerinde tepe yüklenme değerinde iken, plaza ve iş merkezleri gündüz saatlerinde tepe yüklenme değerine ulaşır. Şebekenin karakteristiğini en doğru şekilde anlayabilmek için uzaktan okumalı sayaçlar ile abonelerin yük eğrilerinin ölçülmesi gerekmektedir. Ancak, yatırım maliyetleri göz önüne alındığında bu pek mümkün değildir. Bu nedenle dağıtım şirketinin abonelerinin yük eğrilerini tahmin etmesi gerekmektedir.

Literatürde yük eğrilerinin oluşturulması için kullanılan 4 farklı kümeleme yöntemi vardır. Bu yöntemler, sırasıyla K-ortalama algoritması, bulanık C-ortalama algoritması, hiyerarşik kümeleme yöntemi ve PCA metodudur. Bu yöntemler, özellikle bilinmeyen verilerin çok olası durumunda kullanılmaktadır. Ancak bu kümeleme yöntemleri, kümeleme yaparken abonenin tüketim değeri gibi hata yapma oranı yüksek veya karmaşık yöntemler olması nedeniyle tek başına yetersiz veya etkisiz olan yöntemlerdir. Örneğin 3 vardiyalı olarak çalışan bir sanayi abonesi ile alışveriş merkezinin aylık enerji tüketim değeri aynı olsa da yük eğrileri birbirinden oldukça farklıdır. Ayrıca bu yöntemler uygulanabilirlik anlamında pratik değildirler.

Bu çalışma, yük eğrilerinin karakteristiğinin anlaşılmasında abonelerin bağlı bulunduğu alt gruba göre ayrıştırılmasının temel olduğunu savunmaktadır. Aynı abone alt grubuna bağlı olan ancak enerji tüketim değerleri birbirinden farklı olan 2 abonenin yük eğrileri benzerlik göstermektedir ancak farklı abone alt grubunda bulunan benzer enerji tüketim değerine sahip olan abonelerin yük eğrilerinin benzerlik gösterme olasılığı düşüktür. Literatürde bulunan diğer kümeleme yöntemleri toplam enerji tüketim değeri gibi hata olasılığı yüksek parametrelere dayanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada yeni bir yaklaşımla aboneler alt gruplarına göre ayrıştırılarak incelenmiştir.

Bu çalışmada, bir dağıtım şirketinden alınan gerçek verilere dayalı olarak yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında abonelerin bulunduğu alt gruplara göre kümeleme yapılmıştır. Aboneler ilk olarak sanayi, mesken, ticarethane ve aydınlatma olmak üzere 4 abone grubuna ayrıştırılmıştır. Ardından ticarethane aboneleri türlerine göre (market, banka gibi) 9 farklı abone alt grubuna ayrıştırılmıştır. Sanayi grubu aboneleri ise 1,2 ve 3 vardiyalı olmak üzere 3 farklı abone alt grubuna ayrıştırılmıştır. Ayrıştırılan bu kümelerin farklı mevsim ve günlerdeki 24 saatlik ve 12 aylık verileri alınarak temel karakteristik özellikleri açıklanmıştır. Ardından bu kümeler çalışma saatlerine göre gruplandırılarak kendi aralarında var olan benzerlik ve farklılıkları açıklanmıştır. Elde edilen bu kümeler için birim profiller oluşturulmuş ve bu birim profiller fatura tüketim değerleri ile ölçeklendirilerek abonenin, kofranın, fiderin veya bir dağıtım transformatörü bölgesinin yük eğrisini hesaplayan bir hesaplama aracı geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, geliştirilen hesaplama aracı kullanılarak hem abone gruplarına göre hem de abone alt gruplarına göre dağıtım şebekesinden alınan gerçek bir dağıtım transformatörü bölgesinde bulunan abonelerin bağlı bulunduğu kofraların 2 farklı durum için yük eğrisi tahmini yapılmış ve transformatör üzerinde bulunan uzaktan okumalı sayaçtan alınan veriler ile karşılaştırılmıştır.

İlk olarak, örnek dağıtım transformatörü bölgesinde bulunan abonelerin fatura tüketim değerleri kullanılarak abone gruplarına göre eğrileri hesaplanmıştır. Abone gruplarına

göre hesaplanan yük eğrileri kullanılarak güç sistemleri analizi yapılmasına olanak sağlayan bir bilgisayar simülasyonu yardımıyla örnek dağıtım transformatörü bölgesi için 2015 Aralık ayı için yük akışı yapılmış ve transformatör üzerinde meydana gelen yük eğrileri ve teknik kayıpları tahmin edilmiştir.

İkinci olarak, örnek dağıtım transformatörü bölgesinde bulunan abonelerin fatura tüketim değerleri kullanılarak abone alt gruplarına göre eğrileri hesaplanmıştır. Abone alt gruplarına göre hesaplanan yük eğrileri kullanılarak güç sistemleri analizi yapılmasına olanak sağlayan bir bilgisayar simülasyonu yardımıyla örnek dağıtım transformatörü bölgesi için 2015 Aralık ayı için yük akışı yapılmış ve transformatör üzerinde meydana gelen yük eğrileri ve teknik kayıpları tahmin edilmiştir.

Ardından bu profiller, transformatör üzerinde yer alan otomatik sayaç okuyucudan alınan 2015 Aralık ayı verileri ile karşılaştırılarak sonuçları incelenmiştir. Aynı enerji tüketim değeri için tahmin edilen teknik kayıplar karşılaştırıldığında aboneler sadece alt gruplarına göre ayrıştırıldığında 2.23%'lik sapma ile, abone alt gruplarına göre ayrıştırıldığında 1.9%'lik sapma ile gerçeğe yakın tahminlerde bulunulmuştur.

Çalışma kapsamında abonelerin abone alt gruplarına ayrıştırılmasının gerçek sonuçlara yaklaşması elde edilen sayısal verilerle gözlemlenmiş ve abonelerin yük eğrilerinin abone alt gruplarına göre ayrıştırılmasının önemi vurgulanmıştır. Ayrıca, elektrik dağıtım şirketlerinin kullanabileceği, bir abonenin, kofranın, transformatörün veya fiderin tahmini yük eğrisinin hesaplanmasında daha kullanışlı ve gerçeğe yakın sonuçlar elde edilebilen bir hesaplama aracı geliştirilmiştir.



A NOVEL APPROACH FOR LOAD PROFILE FORMATION AND TECHNICAL LOSS ESTIMATION OF ELECTRICAL DISTRIBUTION SYSTEMS

SUMMARY

The importance of having knowledge on the characteristics of an electrical distribution system demonstrates itself as a key factor to how a system shall be operated and how new investments shall be made. The characteristics of a distribution network depends heavily on parameters such as the types of different equipments that are utilized, whether that specific network is radial or closed and classification and consumption rates of various kinds of end-users. In addition to these parameters, load profiles of end-users which are subscribed to the network are also a crucial determinant factor. Generated electrical energy is directed to end-users via transmission and distribution networks. It is an apparent fact that there is difference between generated and consumed electrical energy. This difference yields itself from two types of losses named technical and non-technical losses. Technical losses result from the losses occur in the equipments which are part of the distribution network. This type of loss which depends on the flowing current and the voltage, varies based on the load profiles of end-users. Composition of non-technical losses consists of non-chargeable or non-measurable electrical energy. In the process of calculating current-based technical loss which is also known as I^2R loss, knowledge of load profiles retains a key role. It is significant to reckon the fact that two different end-users which have the same kWh consumption rate might have totally different load profiles which in the end create two separate and highly differentiated technical loss characteristics.

There exists two different methods used for calculating technical losses. The first method is based on load and load loss factor dependant calculation which comprises calculations derived from total and maximum power measurements. Although being a very practical method, this load and load loss factor based calculation harbors increased probability of being erroneous. The second method used for calculating technical losses consists of calculation utilizing load profiles. It is based on the calculation of the area under the load profile curve which is formed by minute and hourly consumption data.

This second method which is based on load profile curves yields more accurate and closer result to actual loss rate.

Different types of end-users obviously have different 24-hours of load profiles. The exact time or time interval on which a very specific end-user reaches its maximum load rate may vary according to seasonal, daily or hourly needs of utilization. These mentioned factors which result from reaching to maximum load rate at different times directly create the notion that different types of end-users affect the distribution network at very distinct and discrete patterns based on their specific load curves. To illustrate, a street-lighting pole reaches its maximum load in night time whereas a work office reaches its maximum load during day time. This distinction creates many different load profiles with different maximum load time or time interval, stating that it might be very hard to estimate different load profiles. The best way to estimate the characteristics of a distribution network is to allocate smart meters to end-users in order to obtain load profiles. However this can't be achieved easily due to high investment costs. Therefore the distribution network has to generate a smart way to estimate load profiles.

Four different clustering methods are widely utilized whilst forming load profiles. These methods are K-mean algorithm, Fuzzy C-mean algorithm, hierarchical clustering and PCA method. Mentioned methods are often used when there is a lot of unknown data. Moreover, due to grounding their bases on a very error-prone and complicated reasoning which is purely consumption rate of an end-user, these methods provide insufficient and ineffective means of estimating load profiles. Expanding on this claim, 24-hours operating factory though having the same monthly consumption as a shopping mall, has very different load profile curve. The factory consume almost constant electrical energy throughout the day and night time whereas shopping malls cannot consume that much in the night time due to its closure. In addition to this, above mentioned four methods are not feasible enough to rely on.

This work provides new solution by categorizing end-users according to their consumption characteristics and creates clusters having their own unit-profile. Two different end-users in the same cluster which possess different energy consumption rates, have similar load profile curves whereas other two end-users belonging to different clusters might have the same energy consumption rates but there exists a very low probability that those two end-users possess the same load profile curves. Four methods mentioned above paragraph rely not on load profile curves but on total consumption rates, creating a very erroneous approach. Arising from these reasons, this work demonstrates a new approach on how to cluster end-users, based on their load profiles. Furthermore, these formed clusters can be divided into sub clusters with the proposed new approach supplied by this work.

The base construction material of this work is creating a new approach based on real set of consumption data gathered from a distribution network. Four different clusters named industry, household, commerce house and lighting have been assigned according to their specific load profile curve characteristics. Thereafter commerce house cluster is further divided into nine sub clusters such as general store, bank and so on. Industry cluster is then also expanded into three different sub clusters according to their operating hours

and production shifts. These main clusters and divided sub clusters are examined in detail by their consumption on yearly, seasonal, monthly, daily and hourly basis. With the help of detailed load profile curves, each cluster and sub cluster give away their own fundamental characteristics. This work not only set its sight on bunch of data set which explains occasional consumption characteristics on time basis but also penetrate deeply into comparisons between members of clusters and sub clusters, fundamentally based on working or operating hours of each end-user in order to verify the need why such distinction between various clusters and sub clusters have to be made. The detailed analysis of similarities or differences that various end-users belonging to different clusters or sub clusters is executed. Unit load profiles have been assigned for clusters and these unit profiles are scaled according to consumption rates for the sake of creating a calculator tool software which calculates load profile of an end-user, a cutout box, a feeder or a distribution transformer.

With the help of calculator tool software developed in this work, load profile estimation of a real life distribution transformer zone, which accomodates cutout boxes of above mentioned end-users from different clusters and sub clusters, for two different cases is executed and then compared to real load profile data obtained from allocated smart meters.

First, by the use of consumption rates of end-users from different clusters in that specific distribution transformer zone, load profiles have been calculated. Calculated load profiles belonging to different clusters are then utilized to estimate load profile and technical losses on a distribution transformer zone in December 2015. This analysis is done with the aid of a power system analysis software which is capable of executing load flow analysis.

Second, by the use of consumption rates of end-users from different sub clusters in that specific distribution transformer zone, load profiles have been calculated. For commerce house cluster, the new estimation would require not only just the cluster itself but also sub clusters with their own data. For the industry cluster the new estimation would also require the sub clusters with their own data. Calculated load profiles belonging to different sub clusters are then utilized to estimate load profile and technical losses on a distribution transformer zone in December 2015. This analysis is done with the aid of a power system analysis software which is capable of executing load flow analysis.

Finally, estimations made by using proposed new approach are compared with the real load profile data gathered from smart meters in a distribution tranformer zone for December 2015 and the final result is examined in detail. Estimated technical losses for the same consumption rates by just considering main clusters when compared to the real data, exhibits just 2.23% deviation. Estimated technical losses for the same consumption rates by considering sub clusters when compared to the real data, exhibits just %1.9 deviation. Calculations and load flow analysis conclude that by just considering main clusters, the new approach yields a very accurate estimation. However expanding clusters into sub clusters and adding each load profile of sub clusters into estimation provides even better results. The difference of 0.33% between cluster based and sub

cluster based estimation proves expansion to sub cluster brings the new approach closest to the real data. In any case, both estimations are definitely so close to the actual values.

The extent of this work provides assistance to observe how important it is to divide main end-user clusters into sub clusters whilst forming load profile curves in order to provide closer estimation to real consumption data. This work also provides numerical data to verify each observation and estimation. Moreover, this work also provides a completely feasible, more accurate when compared to other clustering methods and more utilizable calculator tool which might be used by a distribution network in order to estimate load profiles of an end-user, a cutout box, a transformer and a feeder.



1. GİRİŞ

Ekonomi günden güne ivmelenerek büyümeye devam etmektedir. Gelişen ekonomi ve artan yaşam düzeyi ile birlikte enerji ihtiyacı da gün geçtikçe artmaktadır. Buna bağlı olarak enerji sektörü de gün geçtikçe büyümekte ve gelişmektedir. Elektrik üretimi, konvansiyonel ve yenilenebilir kaynaklar ile yapılmaktadır. Konvansiyonel kaynakların sınırlı olması yenilenebilir kaynaklara yönelimi arttırmaktadır. Ek olarak hem ülkelerin refahı hem de kaynakların tükenmemesi için elde edilen enerjiyi verimli bir biçimde kullanma ihtiyacı doğurmaktadır.

Üretilen elektriğin üretim tesisinden aboneye kadar gerçekleşen akışı sırasında üretilen elektrik enerjisi ile abonenin tükettiği elektrik enerjisi arasında farklılıklar meydana gelir. Üretilen elektrik enerjisi ile tüketilen elektrik enerjisi arasındaki bu fark iki sebep ile oluşmaktadır. Bu sebepleri teknik kayıplar -kayıp- ve teknik olmayan kayıplar -kaçak- olarak iki ana başlık altında inceleyebiliriz. Dünya Bankası verilerine göre bu iletim ve dağıtım sistemleri kayıpları (teknik ve teknik olmayan kayıplar) Türkiye’de 14% iken Avrupa ülkelerinde 4% seviyesindedir[1].

Elektrik, üretimden sonra iletim ve dağıtım aşamalarında iletim ile dağıtım hatlarından ve transformatörlerden geçer. İletim ve dağıtım esnasında bir kısım elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür. Abonenin harcadığı elektrik enerjisi ile bu dönüşüm doğru orantılıdır. Oluşan bu ısı enerjisi teknik kayıp olarak adlandırılmaktadır.

Dağıtım sistemlerinin abonelere sürekli, kaliteli, güvenilir ve maliyeti düşük olarak elektrik tedarik etmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle elektrik dağıtım şirketlerinin alınan-satılan enerji arasındaki bu farkı azaltmaya yönelik çalışmalar yapması gerekmektedir. Aradaki bu farkı azaltmak için öncelikle şebekenin yüklenme karakteristiğini doğru tespit etmesi gerekmektedir. Böylece yatırım çalışmaları yapılırken doğru teçhizatlar seçilebilir, yük dengeleme çalışmaları daha doğru bir şekilde yapılabilir ve aradaki fark azaltılabilir. Dağıtım şirketinin şebeke karakteristiğini doğru tespit edebilmek için ise şebekenin ilk noktasından (iletim) son noktasına kadar (abone)

her noktada yüklenme eğrilerine sahip olması gerekmektedir. Ancak her noktada 8760 saatlik yüklerin kaydedileceği sayaçların bulunması yatırım maliyetini arttırması dolayısıyla uygulanabilir bir çözüm değildir. Bu nedenle temel olarak son noktanın(abone) yüklenme eğrisi karakteristiklerinin bilinmesi halinde şebekenin farklı noktalarında oluşan yüklenme profilleri tahmin edilebilir ve gerek işletme açısından gerekse yatırım açısından daha doğru kararlar alınabilir.

Ek olarak teknik kayıplar hesaplanarak, dağıtım sistemleri kayıpları azaltmaya yönelik çalışmaların hangi yönde yapılacağını ve analiz yapılan bölgedeki ölçüm verilerine göre teknik olmayan kayıp –kaçak– yoğunluğunu kolayca tespit edebilir. Böylelikle elektrik dağıtım şirketleri kaçak ile mücadelede doğru bir rota belirleyebilir, ülkedeki ilgili denetleme kurumu (Türkiye’de EPDK) tarafından konulan kayıp-kaçak hedeflerine uyumluluk sağlayabilir, uygun şebeke yatırım planlama çalışmalarını yapabilirler.

Yük eğrilerinin sınıflandırılmasında literatürde pek çok çalışma yapılmıştır. Ancak bu çalışmalar kullanılarak yük eğrilerinin tahmin edilmesi dağıtım şirketlerinin kullanımı açısından efektif değildir. Dağıtım şirketleri şebekenin son noktasına(abone) dair temel olarak abonenin mesken, ticarethane gibi bulunduğu grup ve aylık tüketim bilgisine sahiptir. Bu nedenle yük eğrisi tahmininin bu parametreler kullanılarak yapılması gerekmektedir.

1.1 Tezin Amacı

Dağıtım sistemlerinde teknik kayıplar, dağıtım ve güç transformatörlerinde oluşan kayıplar, hat kayıpları, ölçüm ekipmanlarındaki kayıplar ve kesici-ayırıcı gibi diğer teçhizatlarda meydana gelen kayıplardan oluşmaktadır. Teknik kayıplar dağıtım sisteminde bulunan teçhizatların tipi, boyutu, gücü, yaşı, gerilimi, abonenin yük yoğunluğu ve bunun gibi birçok faktöre bağlı olarak her aşamada farklılık gösterir. Özellikle abonenin yüklenme durumu dinamik bir yapıya sahip olduğundan, şebeke kayıp analizlerini farklı yüklenme koşulları altında incelemek gerekmektedir. Bir dağıtım şebekesinin karakteristiğini belirlemek için farklı abone gruplarının yüklenmelerinin bir araya gelmesiyle oluşan şebekenin yüklenme durumunu analiz etmek gerekmektedir. Bu projede dağıtım şebekesinden alınan gerçek yük eğrisi

verilerine dayalı olarak farklı tipteki abone gruplarının bir araya gelmesiyle transformatörde oluşan yük eğrilerini tahmin eden bir yöntem geliştirilecek ve bu yöntemin performansı bilgisayar simülasyonu yardımıyla doğrulanacaktır. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde yük eğrisi ifadesi yük profili olarak anılacaktır.

1.1 Hipotez

Literatürde yük profillerinin hesaplanması ile ilgili olarak 4 farklı yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden PCA metodu yük profili kümeleme çalışmalarında en sık kullanılan yöntemdir. Ancak bu yöntem ile tüketim değeri gibi sayısal bir parametreye dayalı olarak kümeleme yapılmaktadır. Elektrik dağıtım şirketleri açısından bakıldığında bir sanayi profili ile bir ticarethane profili abone grubu bazında bile oldukça farklılık göstermektedir. Ancak tüketim değeri açısından bu iki abone grubu benzerlik gösterdiğinden bu yöntemle incelendiğinde ayırt edilemeyecektir. Abonelerin sadece abone grubuna göre ayrıştırılması da yeterli değildir. Aynı abone grubunda ve benzer seviyede tüketim değerleri bulunan aboneler de çalışma şekilleri farklı olabileceğinden ayırt edilemeyebilir. Bu nedenle bu çalışma abonelerin öncelikle abone grubuna ardından işletme türü gibi (market, akaryakıt istasyonu vb.) abone alt gruplarına göre ayrıştırılması gerekliliğini savunmaktadır.

1.2 Tezin Planı

Dağıtım sistemlerinde çeşitli noktalara otomatik sayaç okuyucular yerleştirilerek anlık olarak tüketimlerin ölçümü yapılmaktadır. Böylelikle o noktadaki yük profili kolaylıkla elde edilebilmektedir. Ancak, bu okuyucular her noktada bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın 2. bölümünde literatürde bulunan kümeleme çalışmaları, 3. bölümünde teknik kayıp hesaplama yöntemleri incelenmiş, ardından 4. bölümde otomatik sayaç okuyucu bulunmayan noktalardaki yük profilleri benzer özelliklere sahip diğer otomatik sayaç okuyucu bulunan noktalardaki yük profillerini kullanarak yeni bir yaklaşımla kümeleme çalışması yapılmıştır. Oluşturulan tipik yüklenme profilleri fatura tüketim değerleri ile ölçeklendirilerek çoğaltılmış ve otomatik sayaç okuyucu olmayan noktalarda uygulanmıştır. Yük profilleri, abone alt gruplarına göre kümelenecek her bir

abone alt grubu için 8760 saatlik örnek profiller alınmıştır. Bu profillerden benzer özellik içerenler kendi aralarında kıyaslanmıştır. Ardından her bir küme için 8760 saatlik birim profiller oluşturulmuştur. Oluşturulan birim profilleri temel alan, fatura tüketim ve abone adet bilgisi kullanılarak yük profili hesaplamasına olanak sağlayan kullanıcı dostu bir hesaplama aracı geliştirilmiştir. Çalışmanın 5. bölümünde ise, geliştirilen hesaplama aracı kullanılarak hesaplanan ve abone gruplarına göre hesaplanan yük profilleri kullanılarak örnek bir dağıtım transformatörü bölgesi için yük akışı analizi yapılmış, bu dağıtım transformatöründen alınan gerçek yüklenme değerleri ile kıyaslanarak çalışmanın verimliliği değerlendirilmiş ve teknik kayıp analizi yapılmıştır.

2. YÜK PROFİLİ OLUŞTURULMASI

1.2 Yük Profili Oluşturma Yöntemleri

Yük profilleri dağıtım şebekesinin durum tespiti için büyük önem arz etmektedir. Bir güç transformatörünün (dağıtım şebekesi ile iletim şebekesinin bağlandığı noktanın) karakteristiğini, bu transformatörden çıkan fiderlere bağlı bulunan abonelerin yük profilleri oluşturmaktadır. Uzaktan okuma sistemleri gün geçtikçe yaygınlaşmakta, elektrik dağıtım şirketleri uzaktan okuma yapmak istedikleri noktalara otomatik sayaç okuyucular yerleştirerek bu profillere erişmektedir. Yaygın olarak bu sayaçlar transformatör merkezlerinde, deparlarda (alçak gerilim hatları) veya abonelerde uygulanmaktadır. Yük profilleri gelecek dönem yük talep tahminleri ve yatırım planlama çalışmaları için gereklidir. Yük profili bilinen bir bölgede, kayıp-kaçak hesaplamaları daha doğru yapılabilir.

Bir transformatöre bağlı bulunan abone gruplarının tepe yükte yüklendikleri zamanlar farklılık gösterebilir. Transformatörün tepe yüklenme değeri ise, bu abonelerin yük profilleri ile ilişkilidir. Bir dağıtım merkezine bağlı farklı transformatörlerin yük profilleri de, indirici merkezdeki transformatörün yüklenme profilini oluşturur. Örneğin, transformatör bölgeleri için yatırım planlaması yapılırken, yüklenme profilleri kullanılarak yapılan dinamik şebeke analizleri büyük önem arz etmektedir.

Yük profillerini gruplama işlemi, kümeleme (clustering) olarak adlandırılmaktadır. Kümeleme, bir veri setinde benzer özellik gösteren verilerin bir araya getirilmesi işlemidir. Bir küme içerisine dâhil olan verilerin benzerliği yüksek, farklı iki kümenin benzerliği düşük olmalıdır.

Literatürde 4 tip kümeleme çalışması öne çıkmaktadır;

- K-ortalama algoritması ile kümeleme

- Hiyerarşik kümeleme
- Bulanık C-ortalama algoritması ile kümeleme
- PCA metodu

2.1.1K-ortalama algoritması

K-ortalama algoritmasında her bir kümenin merkez noktası olarak k adet veri seçilir. Diğer veriler metrik olarak bu merkez noktalara olan uzaklıklarına göre kümelenir. Her bir kümenin ortalama değeri belirlenerek kümenin yeni merkezi belirlenir ve bu işlem aynı kümeye dâhil edilmiş tüm veri noktaları için tekrar edilir [6]. Bu algoritmada ana hedef, farklı yük profillerinin farklı grupların merkezlerine olan uzaklığını bulmaktır.

$$F = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} ||X_i - C_j||^2 \quad (2.1)$$

Bu algoritma 4 aşamada gerçekleştirilir;

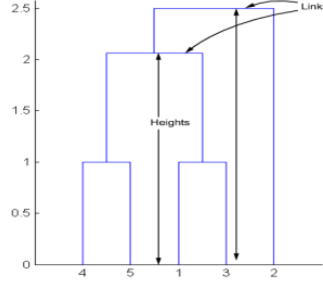
- Grup merkezlerinin belirlenmesi. $(C_1, C_2, \dots, C_n)$
- Seçilen grup merkezlerine göre optimum α değerinin belirlenmesi.
- Yeni grup merkezinin belirlenmesi. $(C_1, C_2, \dots, C_n)$
- 2. ve 3.aşamaların, fonksiyonun yeni C_n değerine yakınsadığı yere kadar tekrar edilmesi.

Bu fonksiyon, α_{ij} 'ye, X_i 'nin C_j 'ye diğer gruplardan daha yakın olduğunun görüldüğü durumlarda 1 atayarak kullanılmalıdır [7].

2.1.2Hiyerarşik kümeleme

Hiyerarşik kümeleme iki şekilde yapılmaktadır. Birincisi öbek ağacı(dendrogram) algoritmasıdır. Tek bir küme ile başlayıp her bir kümede tek eleman kalıncaya kadar 2'ye bölünerek oluşturulan ağaç yapısıdır. Yukarıdan aşağıya(top-down) yaklaşımında kullanılmakla birlikte, sayısal yoğunluğu fazla olduğundan tercih edilmeyen bir yöntemdir. İkincisi toplayıcı(agglomerative) algoritmadır. Tek elemanlı kümelerin tek bir küme kalana kadar bağlantı(linkage) yöntemi ile birbirine benzeyen kümelerin birleştirilmesiyle gerçekleştirilir. Dendrograma göre, daha sık kullanılır ve aşağıdan yukarıya(bottom-up) yaklaşımında tercih edilir [6]. Bu yaklaşımın avantajı, grup

sayısının belirlenmesinde limit olmamasıdır, ancak limitin olmaması aynı zamanda algoritmanın uygulanmasında karışıklığa ve karmaşık bir yapının oluşmasına neden olmaktadır. Şekil 2-1’de bu yaklaşımın grafiksel gösterimi verilmiştir.



Şekil 2.1 : Hiyerarşik kümeleme(dendogram).

Hiyerarşik yapıda, aboneler belirlenen yük profili yakınlığına göre kendi gruplarına dağılır. Yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi gruplamalar, tüketim oranında yakınlığa göre yapılır ve her grup da birbirine yakınlığına göre tekrar gruplanır. Bu durum hem aşağıdan yukarıya hem de yukarıdan aşağıya yaklaşımında aynıdır [8].

Hiyerarşik algoritmada yakınlık aşağıdaki fonksiyon ile ifade edilir;

$$d = |x - y| = \sqrt{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^2} \quad (2.2)$$

2.1.3 Bulanık C-ortalama algoritması

Bulanık C-ortalama algoritmasının en temel özelliği, bir veri noktasının tek bir kümeye ait olmamasıdır. Algoritma yapısı K-ortalama algoritmasına benzerdir. Bulanık C-ortalama algoritmasının K-ortalama algoritmasından farkı, her bir veri noktasının, oluşturulan kümelerin merkez noktasına uzaklığına göre $[0,1]$ arasında bir derecelendirme olarak birden fazla kümeye dâhil edilmesidir. Bir veri noktasının dâhil olduğu tüm kümelerdeki derecelendirme değerlerinin toplamı 1 olmalıdır. Birden fazla kümeye dâhil olma durumundan ötürü benzersizlik özelliği taşımaz [6]. Bulanık C-ortalama algoritmasında her yük profili her bir gruba belirli bir derecede ait olmaktadır. Aşağıdaki fonksiyona göre aitlik dereceleri belirlenmektedir [9].

$$F = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C u_{ij}^m ||X_i - C_j||^2 \quad (2.3)$$

Bu algoritma 4 aşamada gerçekleştirilir;

- C ve m değerleri seçilerek u matrisi hesaplanır.
- Yük profili grubunun merkezi hesaplanır.
- U matrisi her k adımı için güncellenir.
- Eğer $||U(k+1)-U(k)|| < \varepsilon$ olursa algoritma bitirilir, değilse 2.adıma geri dönülür.

2.1.4PCA metodu

Kullanılan tüm bu tekniklerin yanı sıra, bir transformatör merkezinin yük karakteristiği PCA (Principal Component Analysis) metodu ile temel bileşenlerin analizi yapılarak da belirlenebilir. Bu yöntemin amacı büyük boyutlu verilerin boyutunun küçültülmesini sağlamaktır. PC1 ve PC2 olmak üzere iki temel aşamadan oluşur. PC1 aşamasında varyans değeri en büyük olan ayrıştırılır. Yük profilleri açısından düşünüldüğünde, mesken aboneleri ile sanayi/ticarethane abonelerinin birbirinden ayrıştırılması PC1 aşaması olarak nitelendirilebilir. PC2 aşamasında ise, varyans değeri ikinci en büyük aboneler birbirinden ayrıştırılır. Bu aşamada mesken aboneleri kırsal ve kentsel olmak üzere ikiye ayrılır. Bu yöntem yük profillerinin kümelenmesi için mühendislik disiplinleri ile tanımlanabilirliği bakımından kullanışlı bir yöntemdir[6-10].

2.2 Literatürdeki Yük Profili Oluşturma Yöntemlerinin Yorumlanması

K-ortalama algoritması sadece k adet verinin belirli kriterlere göre ayrıştırılmasına dayanan bir yöntemdir. Ancak elektrik dağıtım şebeke yapısında öncelikli olarak mesken ticarethane gibi ana grupların ayrıştırılması gerekmektedir. Bölüm 4'te detaylandırılan, grupların ayrıştırılma gerekliliği, K-ortalama algoritması yönteminin tek başına yeterli olmayan bir algoritma olduğunu gösterecektir.

Bir dağıtım sisteminde dendogram algoritmasının kullanılması yukarıdan aşağıya inerken gruplama kriterlerinin belirlenmesini zorlaştıracığından, abone gruplarının ayrıştırılamamasına neden olacaktır. Örneğin bir transformatör bölgesinden başlanarak yapılacak olan ayrıştırmada eğer ki bu alanda bir ticarethane abonesi yok ise bunun,

gruplama içerisinde yanlış konumlandırılma ihtimali yüksektir. Yanlış konumlandırma sonucu olarak öbek ağacının alt bölümlerine kadar yansıyan bir gruplama hatası kümülatif olarak devam edecektir.

Toplayıcı algoritma ise başlangıçtaki en alt grubun seçiminde ne kadar detaya gidilmesi gerektiğinin belirlenmesinde yaşanacak zorluk gözetildiğinde yük profili çıkarılırken kullanılması uygun görülmemektedir. Örneğin abone gruplarından mesken profilini düşündüğümüzde meskenler arasında bile tüketim seviyesine göre farklılar mevcuttur ve başlangıçta bu durumun ne kadar detaylandırılması gerektiği belirsizdir. Villa ve apartman dairesi arası kullanım farkı bu durumun en belirgin örneklerindendir.

K-ortalama algoritmasına benzer olarak Bulanık C-ortalama algoritmasında temel bileşenlere göre ayrıştırma yapmamaktadır. Ek olarak bir veri noktasının birden fazla kümeye dâhil edilmesi bir dağıtım şebekesinin yük profilinin belirlenmesinde karışıklığa neden olabilir. Örneğin bir üniversitenin yük profili, 2 vardiyalı olarak çalışan bir sanayinin yük profili ile benzerlik göstermektedir. Ancak, tepe yüklenme değeri, yüklenme eğrisinde gece-gündüz farkı ve güç faktörü gibi parametrelerin farklılık göstermesi bu algoritmanın kullanımını mümkün kılmamaktadır.

PCA metodu tüm kümeleme yöntemleri arasında bir elektrik dağıtım şebekesinin yüklenme profilinin tespitinde en kullanışlı ve bu çalışmada geliştirilen yöntemle en çok benzerlik gösteren yöntemdir. Ancak bu yöntem abone gruplarından sanayi ile ticarethane abonelerinin birbirinden ayırmamaktadır. Bu nedenle, Bölüm 4'te detaylandırılacağı üzere bu çalışmada profiller, tüketim değerinin yanıltıcılığından uzak, daha doğru karakteristik yüklenme verilerine göre abone gruplarına dönüştürülmüştür.



3. DAĞITIM SİSTEMLERİNDE KAYIPLAR

3.1 Dağıtım Sistemlerinde Oluşan Kayıp Türleri

Dağıtım sistemlerindeki kayıpları, kapasite (güç) kayıpları (MW) ve enerji kayıpları (MWh) olarak iki şekilde ifade edebiliriz.

3.1.1Kapasite(güç) kayıpları

Kapasite kayıpları, dağıtım sisteminin belirli bir yüklenme seviyesindeki MW cinsinden kayıplarını ifade etmektedir. Kapasite(güç) kayıpları, sistemin anlık yüklenme değerini etkilediğinden tepe yüklenme değerinin artmasına neden olur. Kapasite(güç) kayıplarının hesaplanmasında, tepe yük değeri, yük faktörü, yük kayıp faktörü, şebeke bileşenlerinin boyutları ve yük dağılımı etkilidir.

Kapasite(güç) kayıpları (PL);

- Şebeke yapısı ve bileşenleri (Π)
- Bara gerilimlerinin seviyesi (V) ve faz açısı (θ)

parametrelerine bağlıdır[16].

$$PL = f(V, \theta, \Pi) \quad (3.1)$$

Kapasite(güç) kayıplarının hesaplanmasında kullanılan f fonksiyonu oldukça karmaşık ve lineer olmayan bir fonksiyon olduğundan, teknik kayıp hesaplamalarında yük akışı analizi yapılmaktadır[16].

3.1.2Enerji kayıpları

Enerji kayıpları (EL), kapasite kayıplarına ek olarak yüklenme (L) ve yük dağılımı değişimi (N) parametrelerine de bağlıdır. MWh birimiyle ifade edilir. Enerji kayıpları

elektrik enerjisi üretim tesislerinden veya iletimden alınan toplam enerji miktarını yükseltir[16].

$$EL = f(PL, N, L) \quad (3.2)$$

Yük dağılımı değişimi (N), fider üzerindeki yüklerin konum değişimini ifade etmektedir. Fider üzerinde bulunan yüklerin fider üzerinde bulundukları konumları kayıplar ile doğru orantılıdır. Yük noktası, fider sonuna yaklaştıkça kayıp miktarı artar.

3.2 Kayıpların Sınıflandırılması

Satılan elektrik enerjisi ile satın alınan elektrik enerjisi arasında meydana gelen fark, kayıp olarak adlandırılmaktadır. Kayıplar, dağıtım sistemi ekipmanlarına bağımlı ve dağıtım sistemi ekipmanlarından bağımsız nedenlerden meydana gelmektedir. Kayıplar, teknik kayıplar ve teknik olmayan kayıplar olmak üzere birbirinden iki ayrı ana başlık altında incelenebilir.

3.2.1 Teknik kayıplar

Dağıtım sistemi ekipmanlarında meydana gelen kayıplar, akıma bağlı ve gerilime bağlı kayıplar olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilir [2]. Bu tanımlamalar EPDK mevzuatında da yer almaktadır[20].

3.2.1.1 Akıma bağlı kayıplar

Bakır kayıpları veya yükte kaybı olarak da bilinen bu kayıplar akıma bağlı olarak meydana gelmektedir. Sistemin empedansında meydana gelen bu kayıplar akımın karesi ile doğru orantılıdır. Bu nedenle sistemde herhangi bir yük olmaması durumunda meydana gelmezler.

Akıma bağlı kayıplara;

- Her bir gerilim seviyesindeki transformatörlerde ve hatlarda oluşan Joule kayıpları
- Empedans kayıpları
- Kontak direncinden kaynaklanan kayıplar örnek olarak gösterilebilir.

3.2.1.2 Gerilime bağı kayıplar

Demir kayıpları veya boşta kaybı olarak da bilinmektedir. Yükten veya yük değişiminden tamamen bağımsız ve sistem geriliminden kaynaklı olarak gerçekleşen bu kayıplar sabit değerdendirler.

Gerilime bağı kayıplara;

- Transformatörlerde meydana gelen demir kayıpları
- Dielektrik kayıpları
- Korona kayıpları
- Kaçak (leakage) akım kayıpları
- Açık devre (çekirdek) kayıpları

örnek olarak gösterilebilir.

Gerilime bağı kayıplar, üreticinin veri dosyalarından ve her bir transformatör için hazırlanan transformatör test dosyalarından alınabilirler.

3.2.2 Teknik olmayan kayıplar

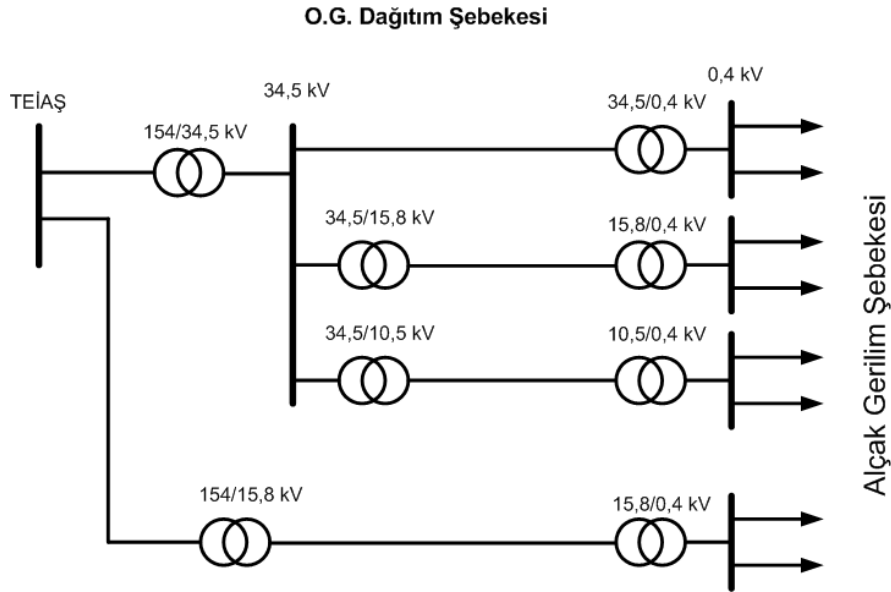
Çizelge 3.1 : Teknik olmayan kayıpların nedenleri.

Ölçülemeyen Enerji	Faturalandırılmayan Enerji
İzinsiz Bağlantılar	FATURALANDIRMA HATALARI
Sayaç kurulumlarında olan gecikmeler	Hatalı Abone Dosyaları
Sayaç ölçme hataları	Sözleşme bilgilerinde hata ve eksikler
Düşük tüketim tahminleri	Katsayı yanlışlıkları
Hatalı bağlantılar	Güncelleme hataları
Sayaç uyumsuzluğu	Yanlış Faturalandırma
Hesaplanmayan aboneler	Bilgi yetersizliği nedeniyle faturalandıramama
Sayaç endeks hataları	Özel veya ücretsiz tarifelerden faydalanan abonelerin takip edilmemesi
	Raporlamanın takip edilmemesi
	Düzeltilen faturaların kontrol edilmemesi
	ÖDEME KAYIPLARI
	Ödenmeyen Faturalar
	Dağıtılamayan faturalar
	Abonelerin ödeme zorlukları
	Uygunsuz toplama prosedürleri
	Ödeme Yönetimi
	Ödemelerin uygunsuzluğu ve ödeme kayıpları

Teknik olmayan kayıplar, dağıtım sisteminde alınan ve satılan enerji arasındaki farktan, teknik kayıplar dışında kalan kayıpların tümüdür. Bir fider üzerinde teknik olmayan kaybı tespit etmek için üreticiden alınan enerji ile fatura edilen enerji farkından hesaplanan teknik kayıpları çıkartmak gerekir. Teknik olmayan kayıplar temel olarak fatura edilemeden harcanan elektrikten/kaçak kullanımdan kaynaklanmaktadır. Teknik olmayan diğer kayıplar Çizelge 3.1 deki gibi özetlenebilmektedir[5].

3.3 Dağıtım Sistemleri Bileşenleri

Elektrik enerjisi, üretimden aboneye kadar sırasıyla iletim ve dağıtım sistemlerinden geçmektedir. İletim sistemi 380 ve 154 kV gerilim seviyelerine sahiptir. İletimden dağıtıma geçiş aşamasında gerilim öncelikle, ana indirici transformatör merkezlerinde (AİTM) bulunan 380/33 kV veya 154/33 kV güç trafoları ile dağıtım seviyesine düşürülür. AİTMler'den çıkan fiderler (yüksek gerilim hatları) 33/0.4 kV dağıtım trafolarına ve 33/11 kV veya 33/15 kV indirici merkezlerine(İM) ulaşır. Gerilim, 33kV, 11kV ve 15kV primer şebeke gerilimine sahip olan dağıtım trafoları aracılığıyla 0.4kV sekonder gerilim seviyesine indirgenerek deparlar (alçak gerilim hatları) aracılığıyla alçak gerilim abonelerine ulaşır.



Şekil 3.1 : Dağıtım şebekesi dağıtım sistemleri kayıplarının sınıflandırılması.

3.3.1 Hat kayıpları

Hat kayıpları iletken(Cu, Al gibi) telin üzerinden geçen akım ve iletkenin direnci ile doğru orantılı olarak meydana gelen kayıplardır. Akıma bağlı kayıplar sınıfındadırlar. İletkenin karakteristik empedansı(Z) hat boyunca akıma bağlı olarak bir gerilim düşümüne neden olur. Empedansın rezistif bileşeni(R) güç kaybına neden olur.

$$P_{kayıp} = I * \left(I * \frac{r}{l} * L \right) = I^2 * R \quad (3.3)$$

3 fazlı bir sistem için hat kaybı, her bir fazın kaybının ayrı ayrı hesaplanılarak elde edilen toplam değerdir.

$$P_{toplam\ kayıp} = P_{kayıp-a} + P_{kayıp-b} + P_{kayıp-c} \quad (3.4)$$

3.3.2 Transformatör kayıpları

Transformatör kayıpları yükte kaybı ve boşta kaybindan oluşmaktadır.

$$P_T = P_{LL} + P_{NL} \quad (3.4)$$

3.3.2.1 Transformatör yükte kaybı

Yükte kayıplar akıma bağlı kayıplar sınıfına girmektedirler. Yükte kayıpları (empedans kayıpları), I^2R kayıpları ve elektromanyetik akının sargı, çekirdek, manyetik zırh vb.nde meydana gelen stray kayıplarından oluşmaktadır [3].

$$P_{LL} = P_{I^2R} + P_{TSL} \quad (3.5)$$

Ohmik kayıpları doğru bir şekilde hesaplamak için transformatörün primer ve sekonder ohmik kayıplarını hesaplamak gerekmektedir.

$$I_1 = \frac{S(kVA)}{\sqrt{3}V_1} \quad I_2 = \frac{S(kVA)}{\sqrt{3}V_2} \quad (3.6)$$

$$P_{I^2R} = K[I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2] \quad (3.7)$$

K faktörü tek faz transformatörlerde 1, 3 faz transformatörlerde 1.5 değerindedir [3].

IEEE Standardına göre yağlı transformatörler için eddy akımı (EC) kayıpları stray kayıplarının 33%'ünü oluşturmaktadır[3].

$$P_{EC} = 0.33 P_{TSL} \quad (3.8)$$

3.3.2.2 Transformatör boşa kaybı

Boşa kayıplar gerilime bağlı kayıplar sınıfına girmektedir.

$$P_{NL} = P_{hys} + P_{EC} \quad (3.9)$$

3.3.3 Abone bağlantı kayıpları

Akıma bağlı kayıplardandır. Abone bağlantılarından kaynaklanan kayıplar, abonenin kategorisine, abone bağlantı noktasının uzaklığına, tipine ve direncine bağlıdır. Günlük olarak abone bağlantı noktasından kaynaklanan enerji kayıplarını aşağıdaki gibi açıklayabiliriz [4]. (k değeri tek fazlı aboneler için 2, üç fazlı aboneler için 3 değerini almaktadır)

$$e_r = \frac{k \cdot R \cdot L \cdot \Delta t \cdot \sum_{i=1}^{N_t} I_t^2}{1000} \quad (3.10)$$

3.3.4 Sayaç kayıpları

Gerilime bağlı kayıplardandır. Sabittir, yük akışına göre değeri değişmez [4].

$$e_m = \frac{p_m N_m (i_1 + 2i_2 + 3i_3) \cdot T}{1000} \quad (3.11)$$

3.4 Kayıp Tahmin Yöntemleri

Literatürde güç kaybının tahmini için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler;

- Yük kayıp faktörlerinin kullanılması
- Yük profillerinin kullanılması

olarak sınıflandırılabilir.

Bunlardan biri yük profiline ve fider karakteristiklerine bağlı olarak teknik kayıp tahminidir. Fider yük faktörü ve karakteristiklerini temel alır. Fider karakteristiğini, fiderin uzunluğu, tepe yük değerinin kurulu güce oranı, fider boyunca oluşan yük dağılım profili oluşturmaktadır [11].

3.4.1Yük kayıp faktörlerinin kullanılması

Yaygın olarak kullanılan bu yöntem yük faktörü ve yük kayıp faktörünün hesaplanmasına dayanmaktadır. Güç, talep ve güç kaybı verileri kullanılarak hesaplanan LF (Yük faktörü), LLF (Yük kayıp faktörü), K değerleri, transformatör ve hatlardaki enerji kayıplarının (kWh) hesaplanmasında kullanılır[13].

3.4.1.1 LF, LLF, K faktörü

3.4.1.1.1 Yük faktörü (LF)

Belirli bir periyot içerisindeki ortalama gücün (D_{ort}) en yüksek talebe (D_{max}) oranı olarak açıklanabilir[13].

$$LF = \frac{D_{ort}}{D_{max}} \quad (3.12)$$

3.4.1.1.2 Yük kayıp faktörü (LLF)

Belirli bir periyot içerisindeki ortalama güç kaybının (L_{ort}) tepe yüklenme anındaki kayıp değerine (L_{max}) oranı olarak açıklanabilir[13].

$$LLF = \frac{L_{ort}}{L_{max}} \quad (3.13)$$

3.4.1.1.3 K faktörü

Yük faktörü ile yük kayıp faktörü arasındaki ilişkiyi veren katsayıdır[13].

$$k = \frac{LLF - LF^2}{LF - LF^2} \quad (3.14)$$

$$LLF = k * LF + (1 - k) * LF^2 \quad (3.15)$$

3.4.1.2 Transformatör kaybının hesaplanması

$$TR_{Kayıp} = \{P_{NL} + [(\%yüklenme)^2 * P_{LL} * LLF]\} * 8760 \quad (3.16)$$

3.4.1.3 Hat kaybının hesaplanması

$$Fider_{Kayıp} = I^2 * R * L * LLF * 8760 \quad (3.17)$$

3.4.2Yük profillerinin kullanılması

Güç kayıp değerinden çeşitli varsayımlar ile enerji kayıp değerini hesaplamak, elde edilen sonucu gerçek kayıp değerinden uzaklaştırır. Bu yöntemde şebekedeki tüm yük noktalarına uzaktan okunabilen sayaçlar yerleştirilerek şebekenin yüklenmesi anlık olarak ölçülerek elde edilen yük profilleri kullanılmaktadır. Anlık ölçüm verisi ile sistemin farklı yüklenme koşullarında meydana gelen farklı kayıp değerleri hesaplanabilir. Ayrıca sistemde kaçak varsa bunun tespiti yapılabilir. Anlık olarak ölçülen bu verilere dayalı olarak hesaplanan kayıp tahmini şüphesiz ki gerçeğe en yakın sonucu verecektir. Ancak tüm yük noktalarında bu sayaçların olması ve anlık olarak ölçüm verisi kaydedilmesi ekonomik olarak uygulanabilir değildir. Bu nedenle bu sayaçlar OG seviyesinde yerleştirilir. AG şebekesi için çeşitli kümeleme yöntemleri kullanılarak oluşturulan örnek yük profilleri ile hesaplama yapılması daha uygulanabilir bir yöntemdir[14].

4. YENİ BİR YÜK PROFİLİ OLUŞTURMA YÖNTEMİ

Bu çalışma, yük profillerinin literatürdeki çeşitli sayısal yöntemler kullanılarak kümelenmesinden farklı olarak, abone gruplarına göre ayrıştırılma yapılmasını temel almaktadır. Uzaktan okumalı sayacı bulunan abonelerin 8760 saatlik yük profilleri kullanılarak saatlik yük verisi bulunmayan aboneler için tipik yük profilleri oluşturulması temel alınmaktadır. Çalışma, abonelerin mesken, ticarethane ve sanayi gibi temel gruplar altında incelenmesinin yanı sıra, abonenin bulunduğu alt gruba göre yük profilinin değişimine dikkat çekmektedir.

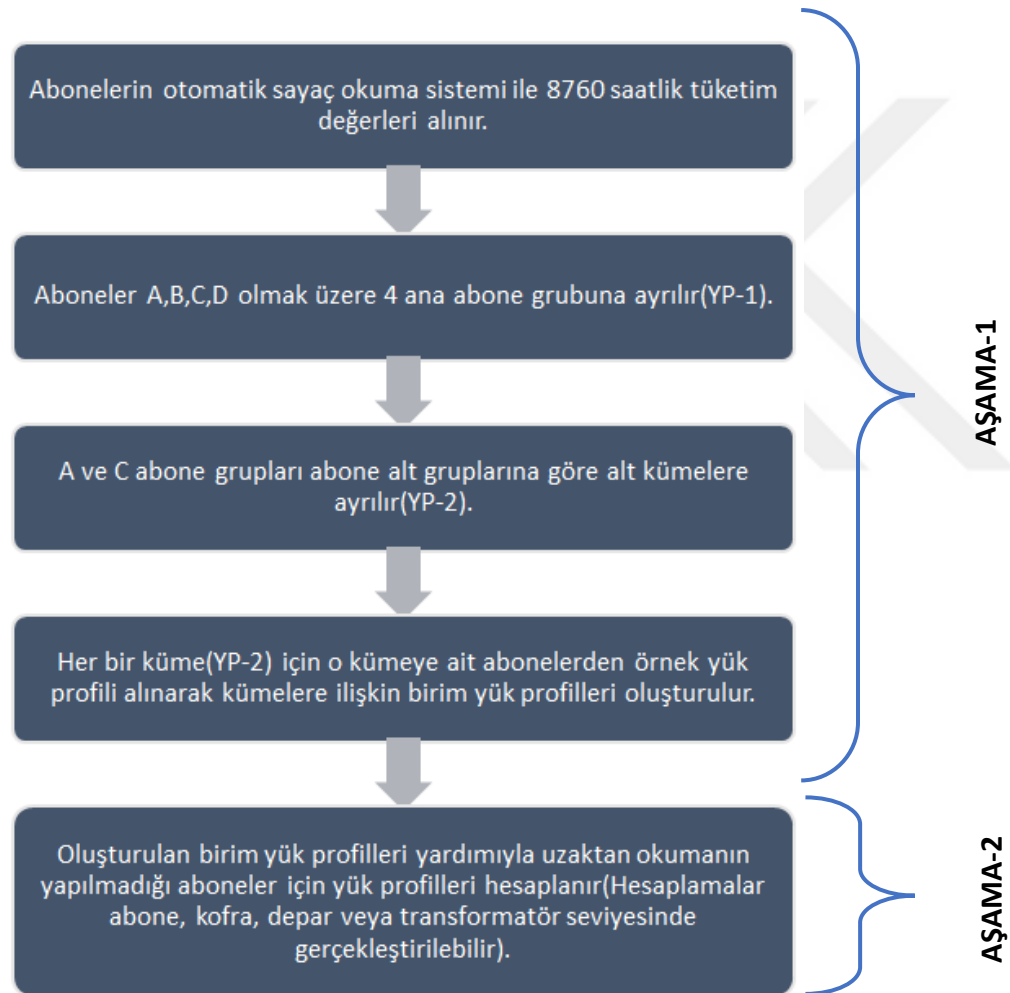
Çizelge 4.1 : Abone alt grupları.

Abone Grubu	Abone Alt Grubu
A - Ticarethane	A1 - Arıtma Tesisi
	A2 – Üniversite
	A3 - Alışveriş Merkezi
	A4 – Hastane
	A5 – Market
	A6 – Otel
	A7 – Banka
	A8 - Akaryakıt İstasyonu
	A9 - Plaza ve İş Merkezi
B - Mesken	B – Mesken
C - Sanayi	C1 – 2 Vardiyalı Sanayi
	C2 – 3 Vardiyalı Sanayi
	C3 – 1 Vardiyalı Sanayi
D - Aydınlatma	D – Aydınlatma

Ticarethane grubu, sanayi grubundan sonra en yüksek tüketime sahip abone grubudur. Ancak ticarethane grubunu tek bir ana grup olarak incelemek veya alt grubu dikkate alınmaksızın tüketim, fatura bilgisi gibi belirli birkaç parametre değerine göre kümeleme yapmak fider karakteristiğinin belirlenmesinde büyük sapmalara yol açabilir. Örneğin bir AVM'nin yük profili ile arıtma tesisinin yük

profili birbirinden farklıdır. AVM günün belirli saatlerinde tepe yüklenme değerine ulaşır bu yüklenme değerinde stabil olarak 13-14 saat yüklenirken, arıtma tesisi her mevsim günün her saatinde sabit yüklenme değerine sahiptir. Aynı şekilde aydınlatma sayaçları akşam saatlerinde tepe değerine ulaşır ve mevsimlere göre tepe yüklenme süresi çeşitlilik gösterir.

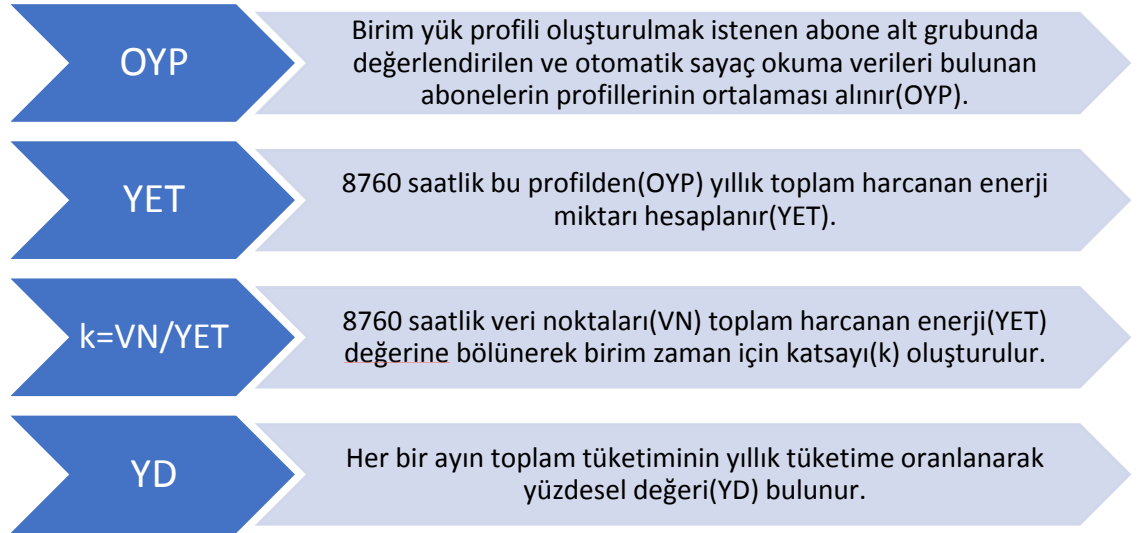
4.1 Algoritma



Şekil 4.1 : Yük profili algoritması.

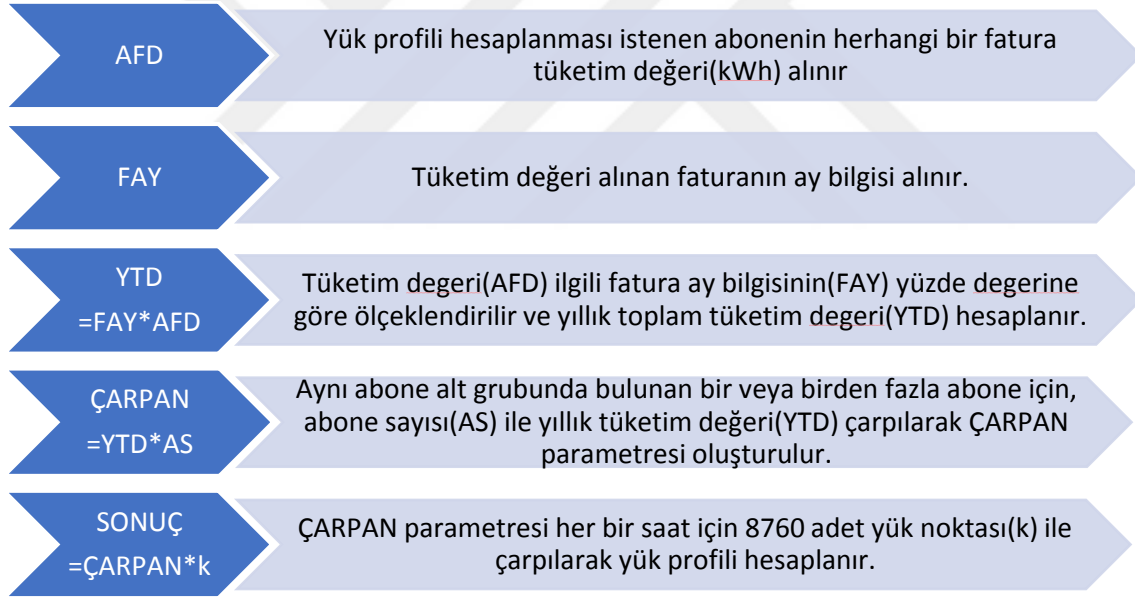
Çalışmada kullanılan veriler bir dağıtım şirketinin abone bilgi sisteminden, transformatör bilgi sisteminden ve otomatik sayaç okuma sisteminden her bir abonenin alt grubu, yıllık toplam tüketim değerleri ve yük profilleri verileri göz önünde bulundurularak aşağıdaki yük profili oluşturma algoritması izlenmiştir. Algoritma 2

temel aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama birim yük profillerinin oluşturulmasını, ikinci aşama birim yük profilleri kullanılarak bilinmeyen yük profillerinin oluşturulmasını özetlemektedir. Şekil 4-1 de açıklanan algoritmanın birinci aşaması Şekil 4-2 de detaylandırılmıştır. Çalışmanın birinci aşamasında ilk olarak birim yük profili oluşturulmak istenen abone alt kümesine dahil olan birden fazla abonenin 8760 saatlik OSOS verilerinin ortalaması alınarak ortalama yük profili(OYP) oluşturulur. Buradaki amaç abonenin kendi özelindeki karakteristiğini en aza indirip, bulunduğu abone alt grubuna ait temel karakteristiği ön plana çıkarmaktır. Elde edilen bu ortalama yük profilinin alan hesaplaması yapılarak(8760 saatlik kWh cinsinden tüketim değerleri toplanarak) yıllık olarak harcanan enerji toplamı(YET) hesaplanır. Profilde bulunan bu 8760 adet veri noktası(VN) yıllık enerji toplamına(YET) bölünerek her bir 8760 veri noktası için bir katsayı(k) bulunur. Elde edilen 8760 adet katsayı değerlerinden oluşan bu profil birim yük profili olarak adlandırılmaktadır. Ardından elde edilen birim yük profilleri kullanılarak her bir ayın toplam tüketimi yılın toplam tüketimine oranlanır ve her bir ayın tüketiminin yıllık toplam tüketime yüzdesel değeri(YD) hesaplanır. Bölüm 4.2 de her bir abone alt kümesi için birim yük profilleri elde edilerek hesaplanan aylara göre yüzdesel dağılımları gösterilmektedir.



Şekil 4.2 : AŞAMA 1 - Birim yük profillerinin oluşturulması.

Şekil 4-1 de açıklanan algoritmanın ikinci aşaması Şekil 4-3 de detaylandırılmıştır. Bu aşamada öncelikle yük profili hesaplanması istenen abonenin herhangi bir faturasından kWh cinsinden abone fatura tüketim değeri(AFD) ve bu faturanın hangi aya ait olduğu bilgisi (FAY) alınır. Bu bilgiler ile birinci aşamada elde edilen aylara göre yüzdesel değerleri(YD) kullanılarak abonenin yıllık tahmini harcanan toplam enerji miktarı(YTD) hesaplanır. Bu çalışma, aynı abone alt grubunda bulunan kaç adet abone için(AS) yapılıyorsa YTD değeri ile çarpılarak ÇARPAN adı verilen parametre oluşturulur(Eğer bu hesaplama tek bir abonenin profil tahmini için kullanılıyorsa elde edilen bu yıllık tüketim değeri(YTD) ÇARPAN'a eşittir). Elde edilen bu çarpan parametresi, birinci aşamada elde edilen katsayı(k) değerleri ile çarpılarak yük profili tahmini yapılmak istenen noktanın 8760 saatlik tahmini yük profili hesaplanır.



Şekil 4.3 : AŞAMA 2 - Birim yük profilleri kullanılarak bilinmeyen yük profillerinin oluşturulması.

4.2 Abone Alt Gruplarına Göre Yük Profilleri ve Birim Yük Profillerinin Oluşturulması

Aşağıda farklı abone alt gruplarındaki abonelerin 1 yıl boyunca saatlik olarak elde edilen gerçek ölçüm verilerinden alınmış örnek tipik yük profilleri bulunmaktadır. 8760 saatlik veriler incelenirken en uzun(21 Haziran) ve en kısa(21 Aralık) gün, en soğuk ve en sıcak

ay verilerine öncelik tanınmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre en düşük sıcaklıkların yaşandığı ay ocak, en yüksek sıcaklıkların yaşandığı ay temmuz olarak kabul edilmiştir [17].

Birim yük profilleri dağıtım şebekesinin uzaktan okumalı sayaçlarından alınan 8760 saatlik veriler düzenlenerek oluşturulmuştur[18]. Veriler öncelikli olarak aylara göre ayrıştırılmış, ayrıştırılan bu veriler gün ve saat kırılımında gruplandırılarak değerleri toplanmıştır. Ardından bu verilerin aynı gün ve aynı saatte bulunan toplam değerleri, aynı aydaki toplam değere göre yüzde oranlanarak revize edilmiştir. Bu işlem, gerçek veriler ışığında bir standart oluşturmak için yapılmıştır. Böylece gerçek tüketim verisinin, standartlaştırılmaması gereken özel durumları (elektrik kesintisi zamanları, abone özelinde oluşan aşırı yüklenme zamanları) tüm yıl verisine dağıtılarak genelleştirilebilir yeni değerler elde edilmiştir.

Bu bölümdeki çalışmada, her tüketici kümesi için en az 6 farklı şekil verilmiştir. İlk 3 şekil sırasıyla günlük yaz profili, günlük kış profili, 12 aylık toplam profil değerlerini içermektedir. Son 3 şekil ise yukarıdaki verilerden hareketle elde edilen tüketici kümesine ilişkin günlük birim profilin 12 aylık karşılaştırması, haftalık birim profil, 12 aylık yüzde tüketim değeri dağılımını içermektedir.

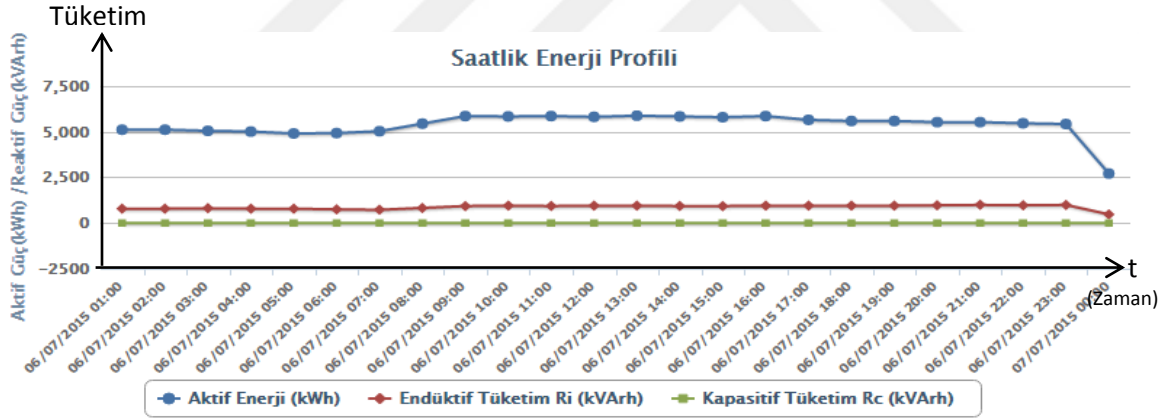
İlk üç şekilde kullanılan mavi çizgi aktif tüketimi(kWh), kırmızı ve yeşil çizgi ise endüktif ve kapasitif olarak reaktif tüketimi(kVArh) ifade etmektedir.

4.2.1A - Ticarethane

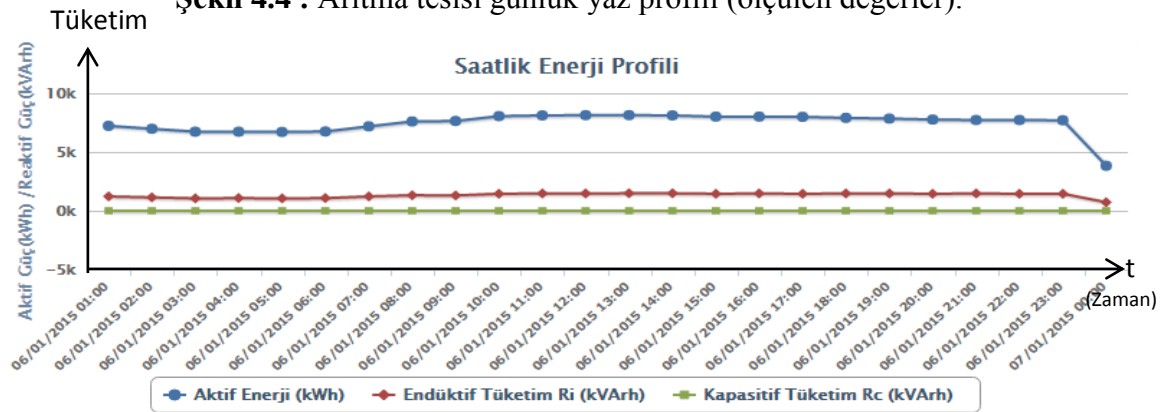
4.2.1.1 A1 - Arıtma tesisi

Yük profili oluşturma çalışmalarının ilk kısmında arıtma tesislerinin oluşturduğu A1 kümesi ele alınmıştır. Şekil 4-4 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4-5 günlük kış profilini, Şekil 4-6 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir. Aşağıdaki şekillerde görüldüğü üzere arıtma tesislerine ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

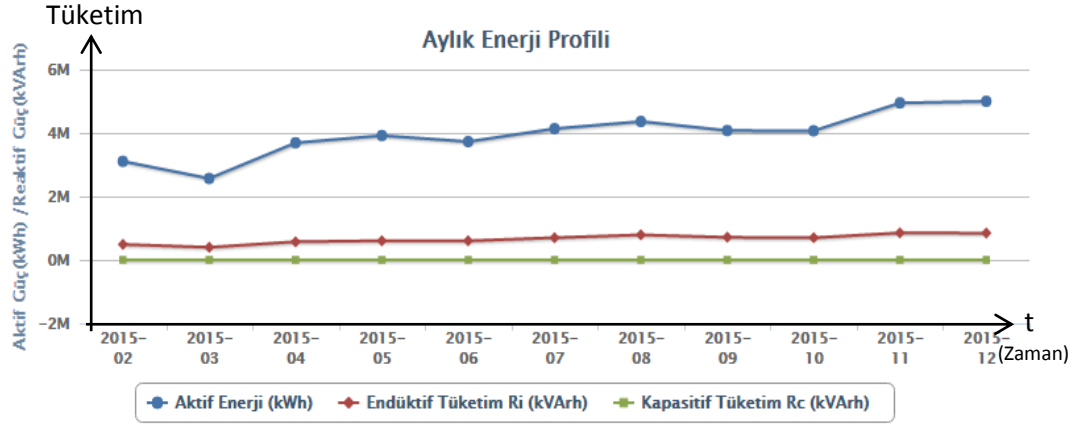
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya resmi tatil günleri) göre değişiklik göstermez.
- ❖ Gündüz saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir.
- ❖ Mevsimlere göre değişiklik gösterir. Tepe yüklenme değeri sabitken, tepe yüklenme süresi ve en düşük yüklenme değeri ve süresi değişiklik gösterir.
- ❖ Reaktif tüketim mevcuttur.



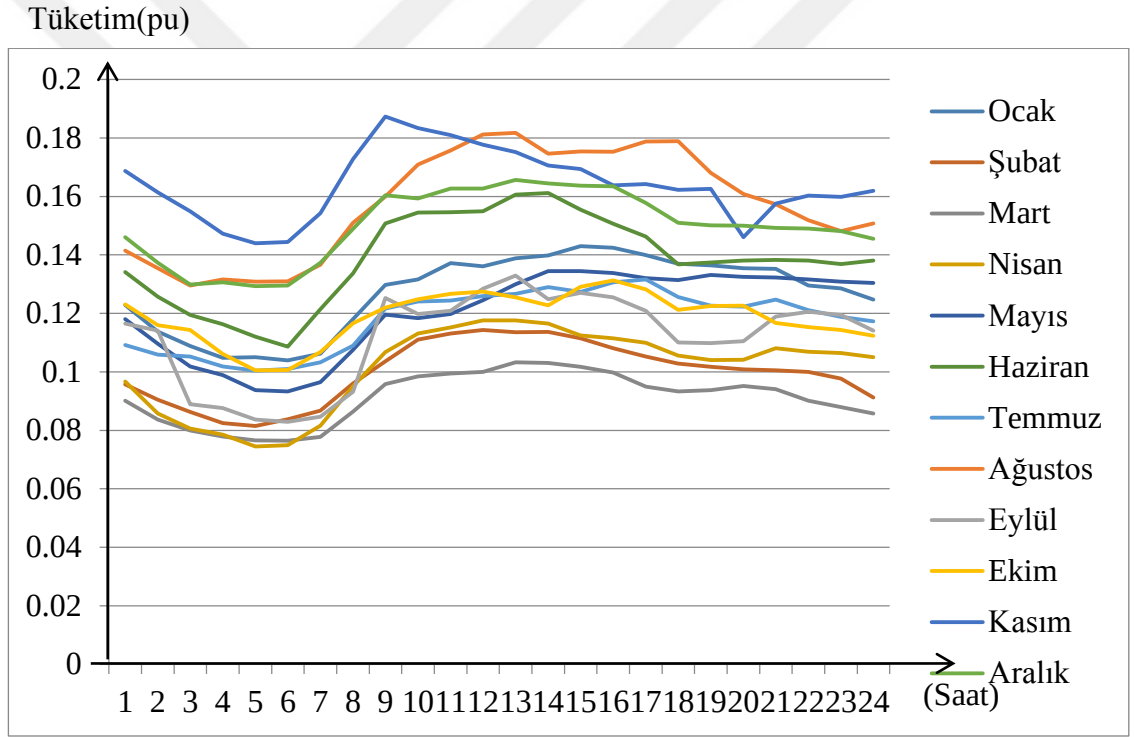
Şekil 4.4 : Arıtma tesisi günlük yaz profili (ölçülen değerler).



Şekil 4.5 : Arıtma tesisi günlük kış profili (ölçülen değerler).

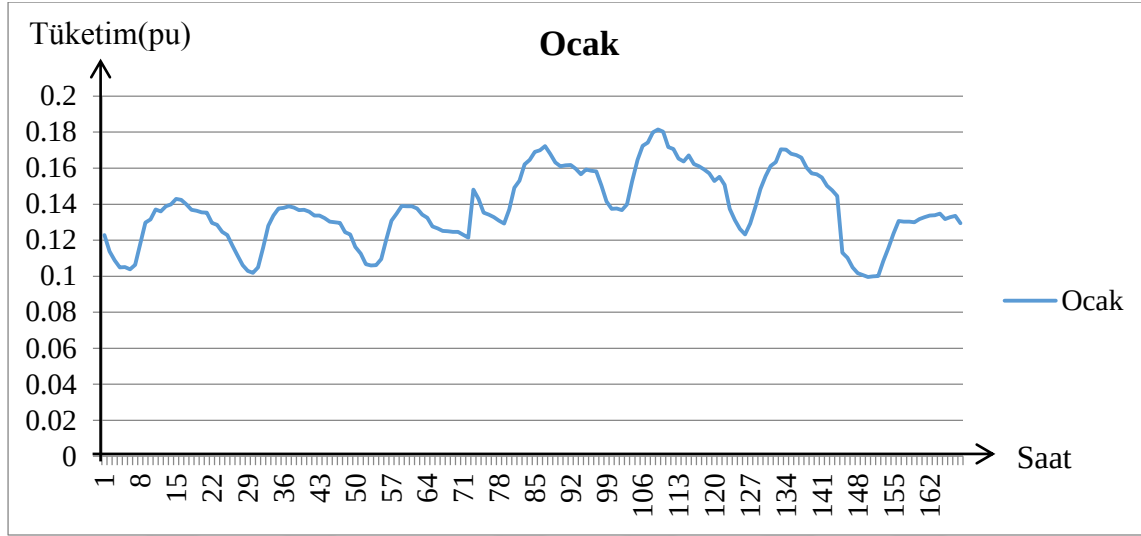


Şekil 4.6 : Arıtma tesisi 12 aylık profili (ölçülen değerler).



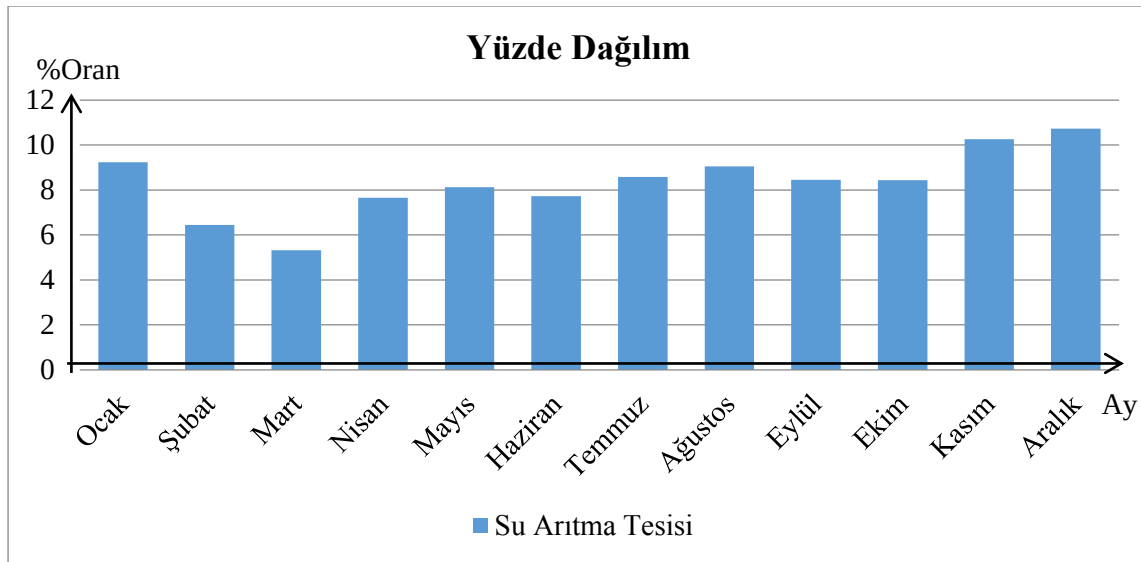
Şekil 4.7 : Arıtma tesisi 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).

Şekil 4-7 ve Şekil 4-8 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir. Şekil 4-7’de yüklenmenin gündüz saatlerinde daha yüksek olduğunu ancak gece ile karşılaştırıldığında farkın düşük olduğunu, aylara göre tüketim yoğunluğunun değiştiğini görebiliriz. Yüklenme değerleri toplam ay bazında ve gün bazında karşılaştırıldığında farklılık gösterebilir. Şekil 4-7’de pazartesi günü için yapılan karşılaştırmada en yüksek yüklenme değeri ağustos ayı olarak görülmektedir. Şekil 4-6’da ise en yüksek yüklenme aralık ayı olarak görülmektedir.



Şekil 4.8 : Arıtma tesisi ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

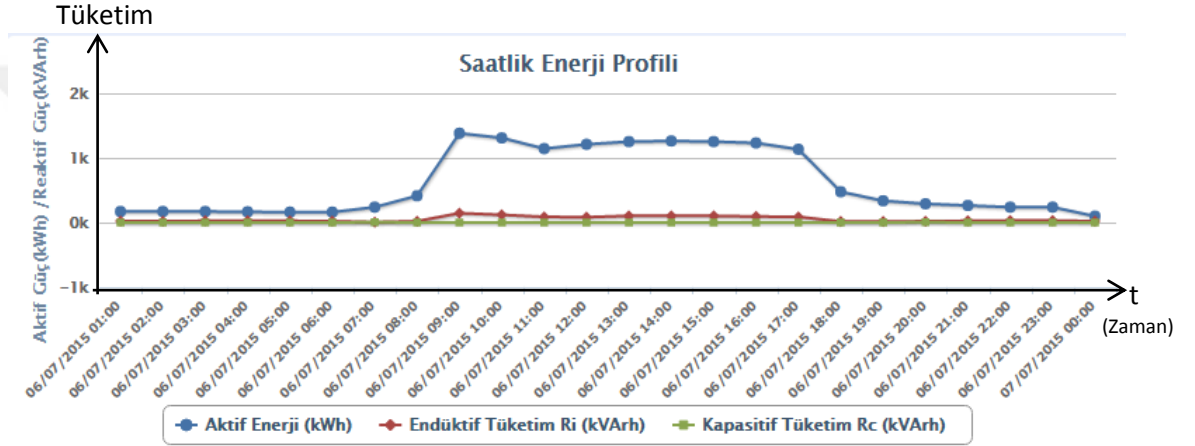
Şekil 4-9, Arıtma tesisi 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-9 dan elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.



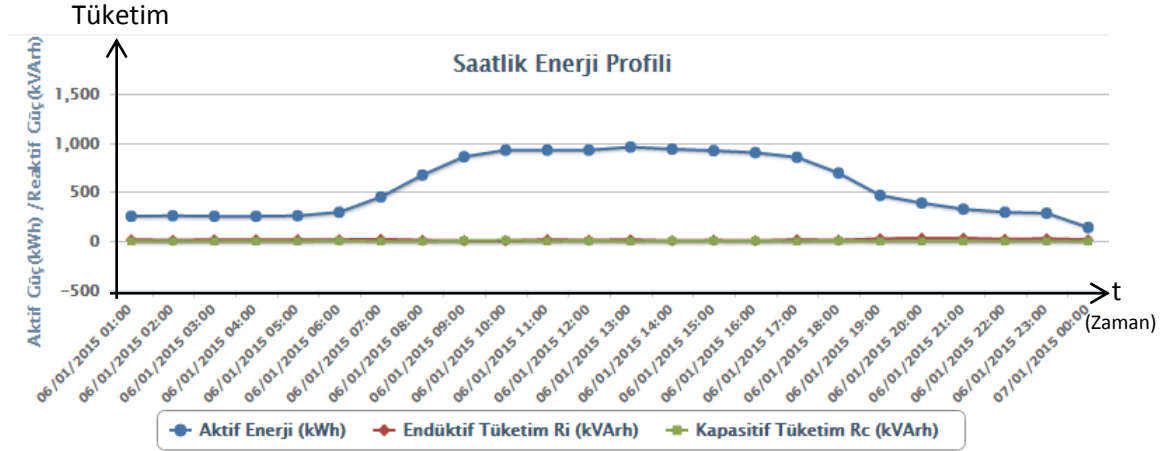
Şekil 4.9 : Arıtma tesisi yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).

4.2.1.2 A2 - Üniversite

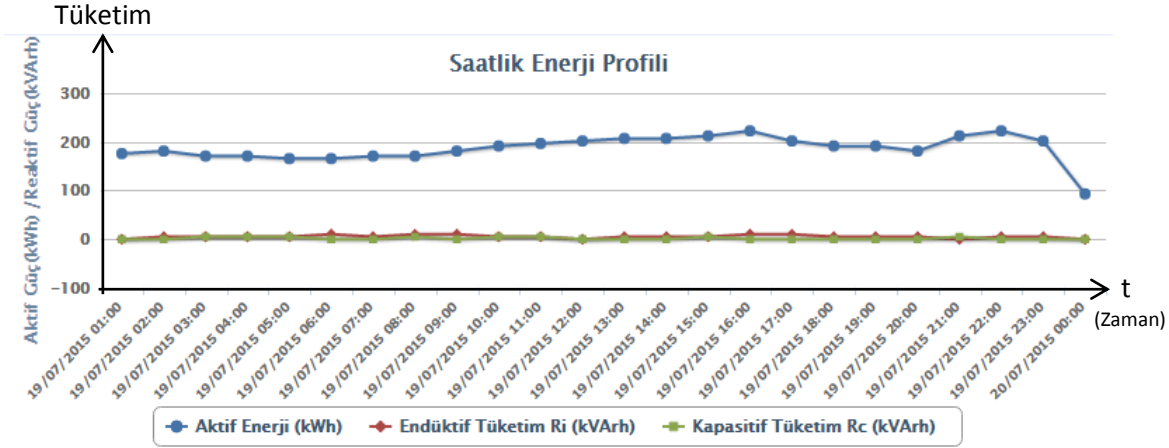
Yük profili oluşturma çalışmalarının üçüncü kısmında üniversitelerin oluşturduğu A2 kümesi ele alınmıştır. Şekil 4-10 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4-11 günlük kış profilini, Şekil 4-12 tatil günlerini ifade eden günlük yaz profilini, Şekil 4-13 tatil günlerini ifade eden günlük kış profilini, Şekil 4-14 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir.



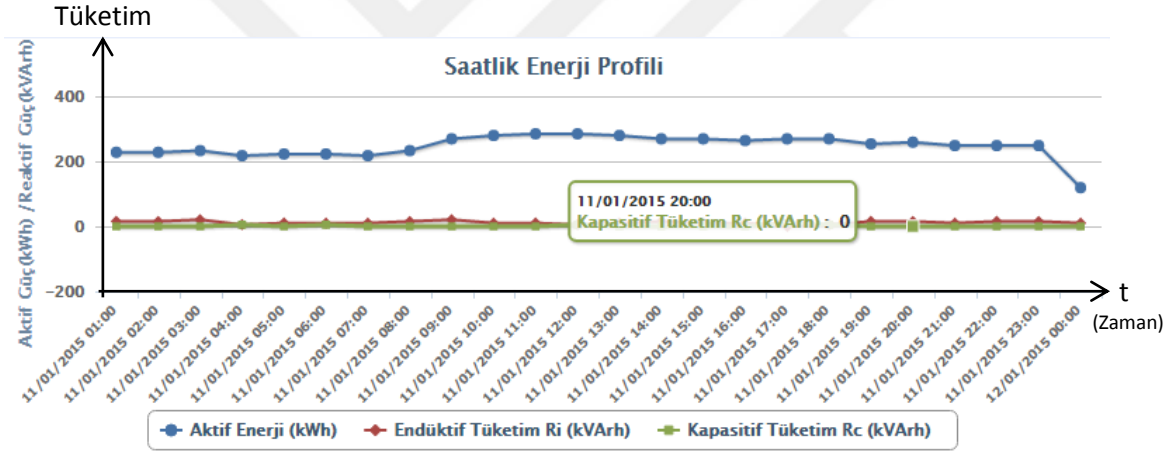
Şekil 4.10 : Üniversite günlük yaz profili (ölçülen değerler).



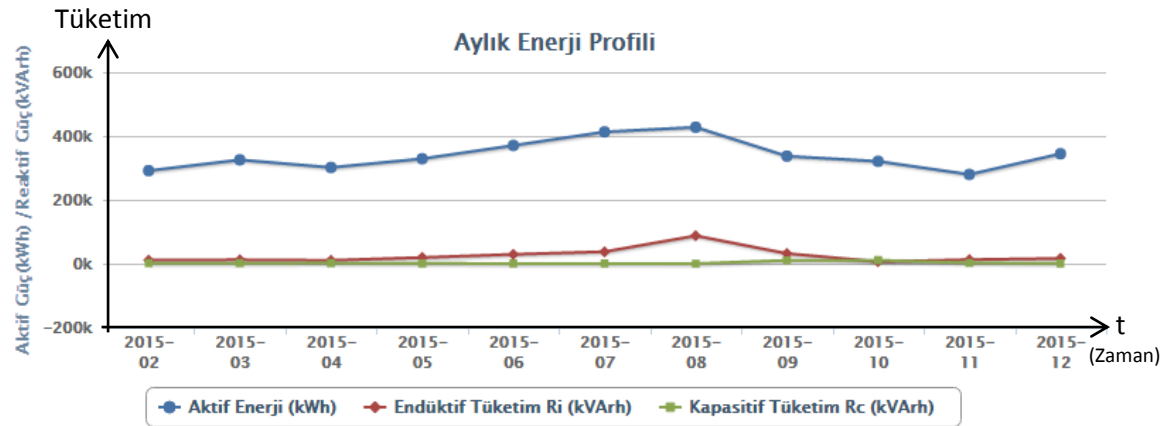
Şekil 4.11 : Üniversite günlük kış profili (ölçülen değerler).



Şekil 4.12 : Üniversite günlük yaz profili –tatil (ölçülen değerler).



Şekil 4.13 : Üniversite günlük kış profili –tatil (ölçülen değerler).

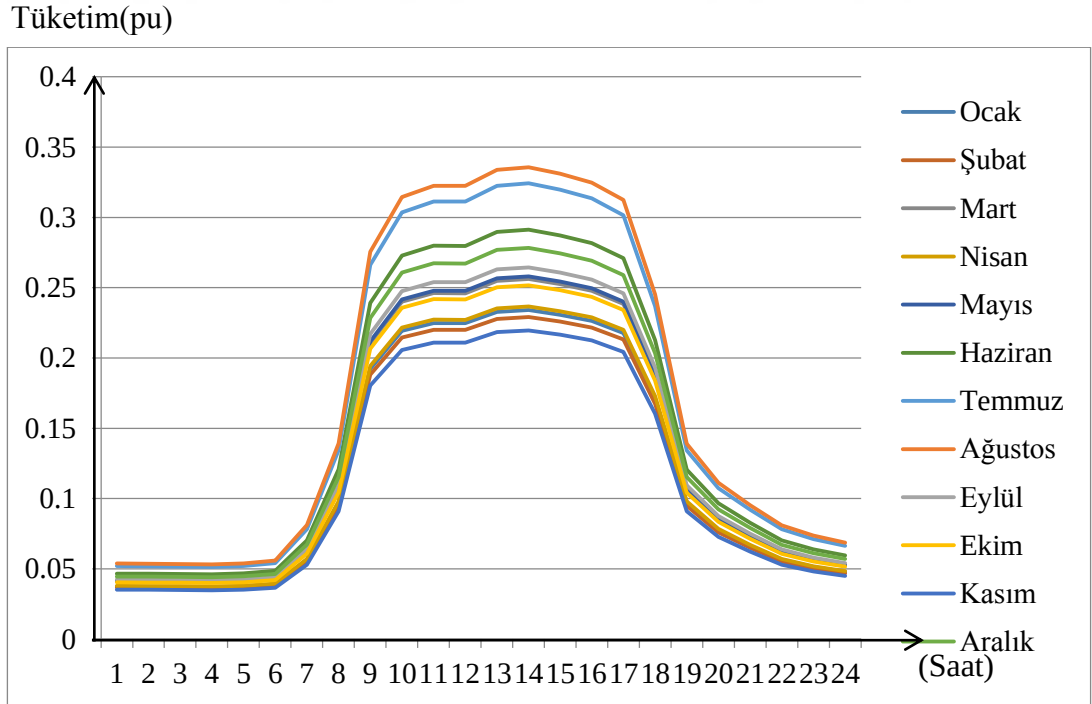


Şekil 4.14 : Üniversite 12 aylık profili (ölçülen değerler).

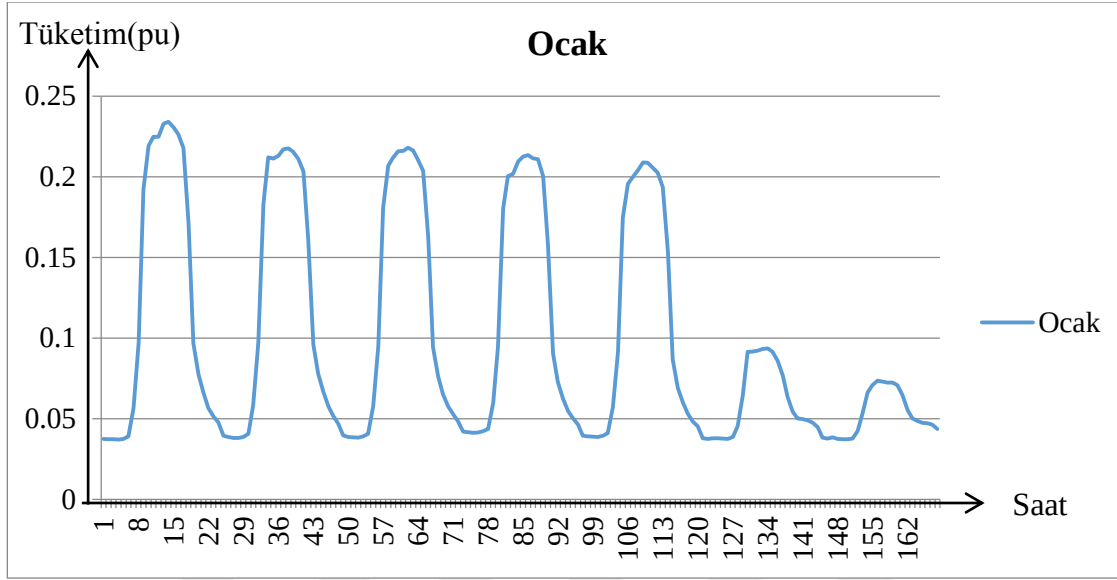
Yukarıdaki şekillerde görüldüğü üzere üniversitelere ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya tatil günleri) göre değişiklik gösterir.
- ❖ Gündüz saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir. 00:00-07:00 saatleri arasında en düşük yüklenmeye sahiptir.
- ❖ Mevsimsel sıcaklık değerlerine göre tepe yüklenme değeri değişiklik göstermez
- ❖ Tüketim değerleri yüksektir. Reaktif tüketimi düşüktür.
- ❖ Aylık toplam tüketim değerleri kıyaslandığında yazın en yüksek değere sahiptir.
- ❖ Elektrik dağıtım şebekelerinde ticarethane sınıfında yer almaktadır.

Şekil 4-15 ve Şekil 4-16 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir. Uzaktan okumalı sayaç verilerinden ve birim profillerden ortak olarak görülebileceği üzere tatil günlerinde tüketim seviyesi değişiklik göstermez ancak Şekil 4-15 de görülebileceği üzere çalışma günlerinde yaz aylarında tüketim seviyesi diğer aylara göre yüksek bir farklılık göstermektedir.

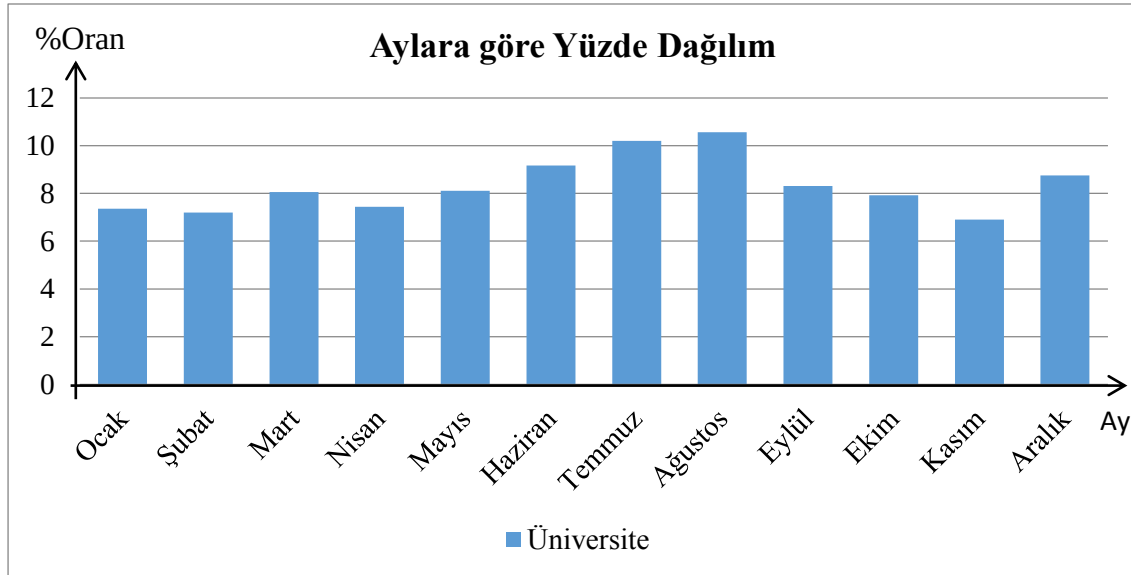


Şekil 4.15 : Üniversite 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).



Şekil 4.16 : Üniversite Ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

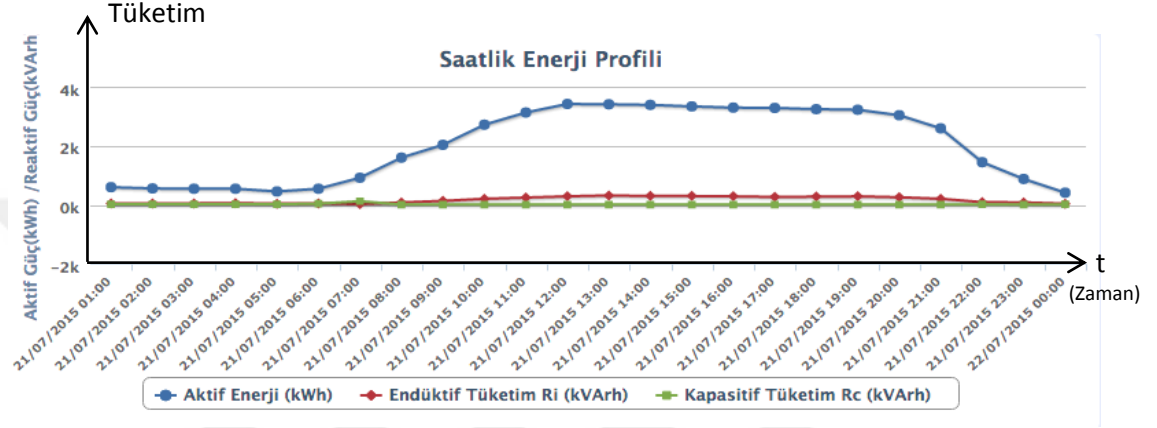
Şekil 4-17, Üniversite 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-17 den elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.



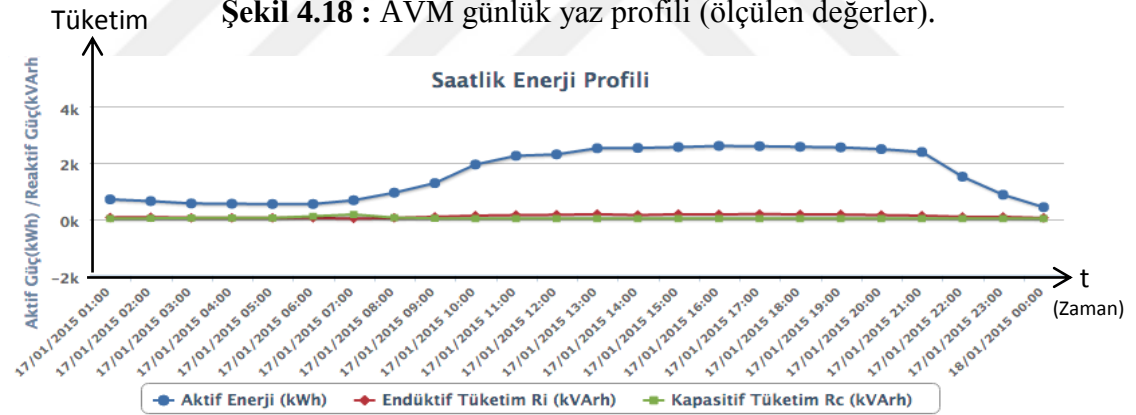
Şekil 4.17 : Üniversite yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).

4.2.1.3 A3 - Alışveriş merkezi

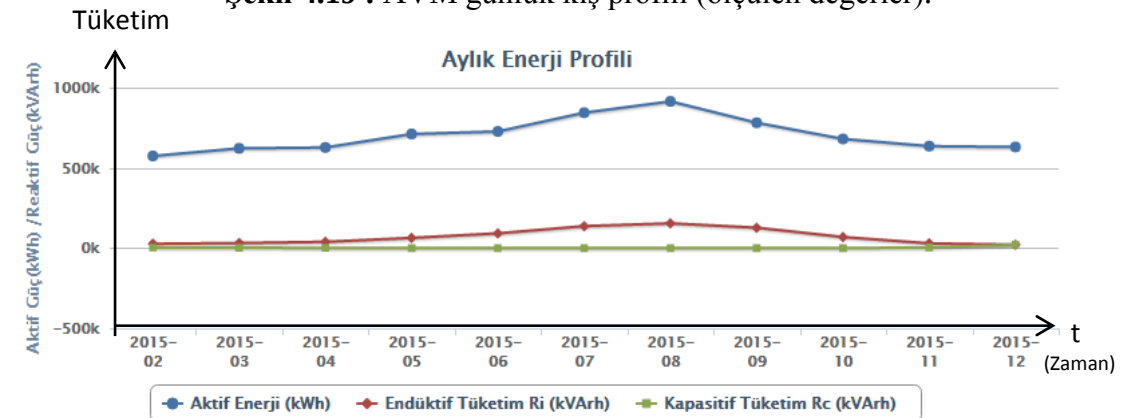
A3 kümesinde Alışveriş Merkezleri ele alınmıştır. Şekil 4-18 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4-19 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük kış profilini, Şekil 4-20 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir.



Şekil 4.18 : AVM günlük yaz profili (ölçülen değerler).



Şekil 4.19 : AVM günlük kış profili (ölçülen değerler).



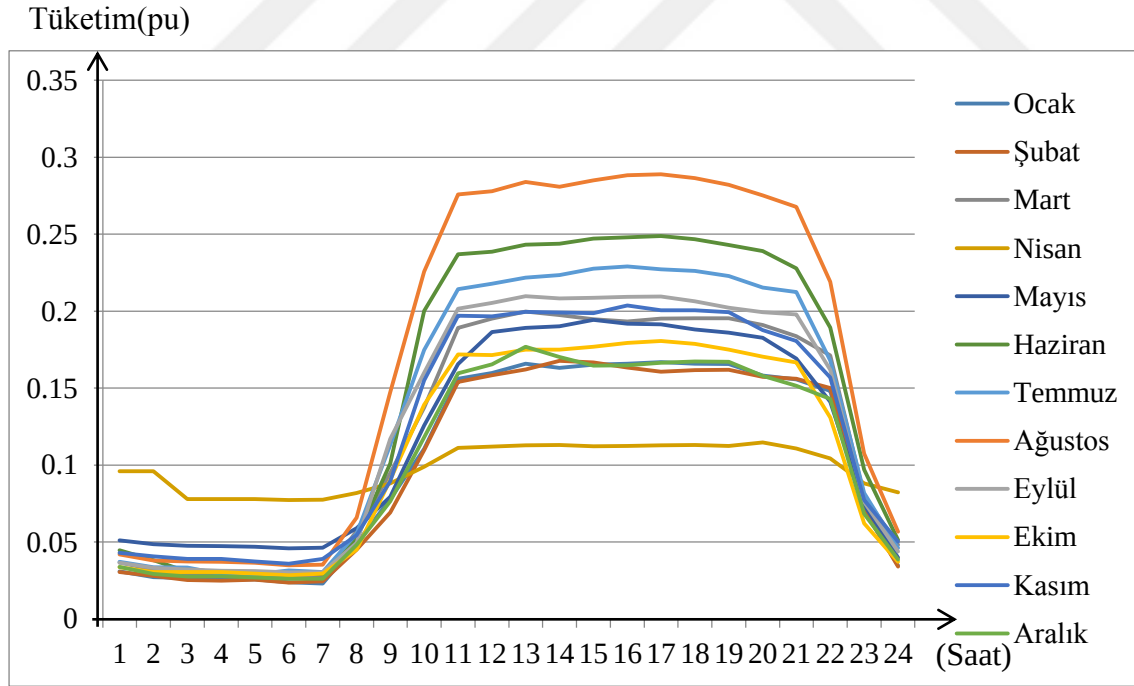
Şekil 4.20 : AVM 12 aylık profili (ölçülen değerler).

Yukarıdaki şekillerde görüldüğü üzere Alışveriş Merkezlerine ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

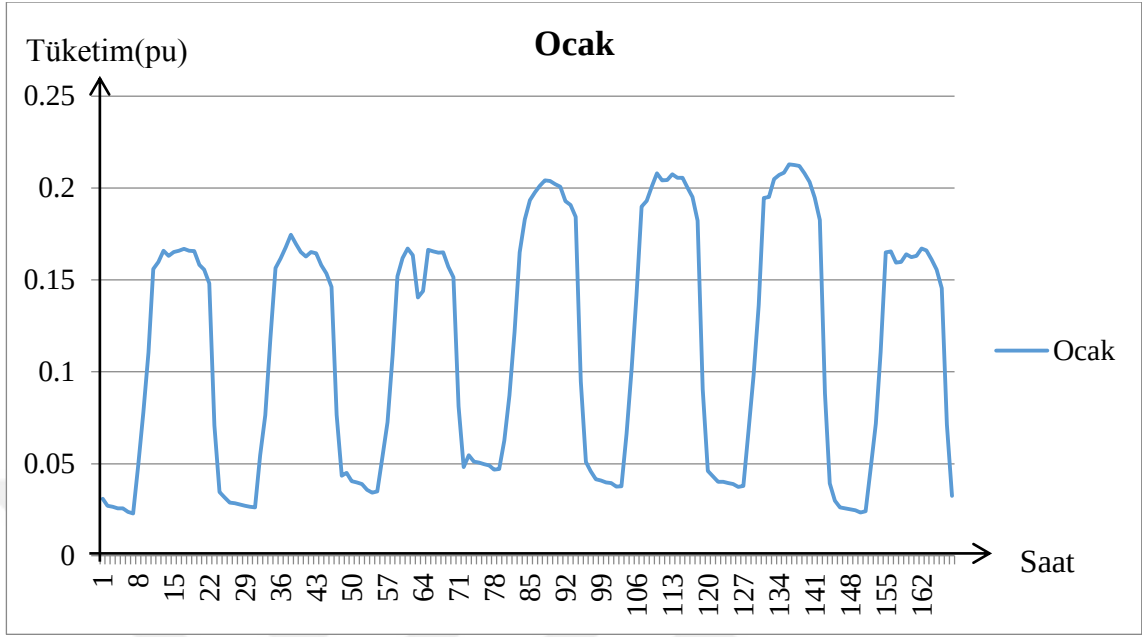
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya resmi tatil günleri) göre değişiklik göstermez.
- ❖ Tepe yüklenme süresi sabittir mevsimlere göre değişmez. Saat 11:00 – 21:00 arasında sabit olarak tepe yüklenme değerine sahiptir.
- ❖ Mevsimsel sıcaklık değerlerine göre tepe yüklenme değeri değişiklik gösterir. Kışın daha düşük tepe yüke sahipken bu yük yazın en yüksek değerlere sahiptir

Şekil 4-21 ve Şekil 4-22 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir. Şekil 4-20 ve 4-21’de yüklenme yoğunluklarının yaz ve kış aylarında bahar aylarına oranla daha yüksek olduğunu, yaz aylarında ise en yüksek yüklenme oranına sahip olduğu görülmektedir.

Alışveriş merkezleri yüklenme değerleri en yüksek olan abone gruplarındandır.

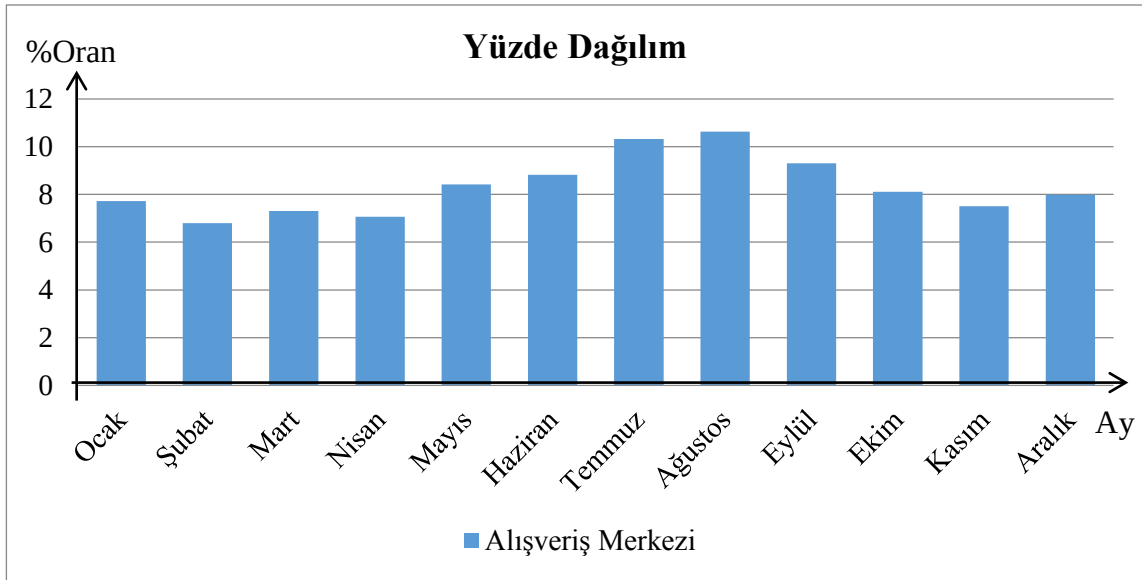


Şekil 4.21 : AVM 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).



Şekil 4.22 : AVM - Ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

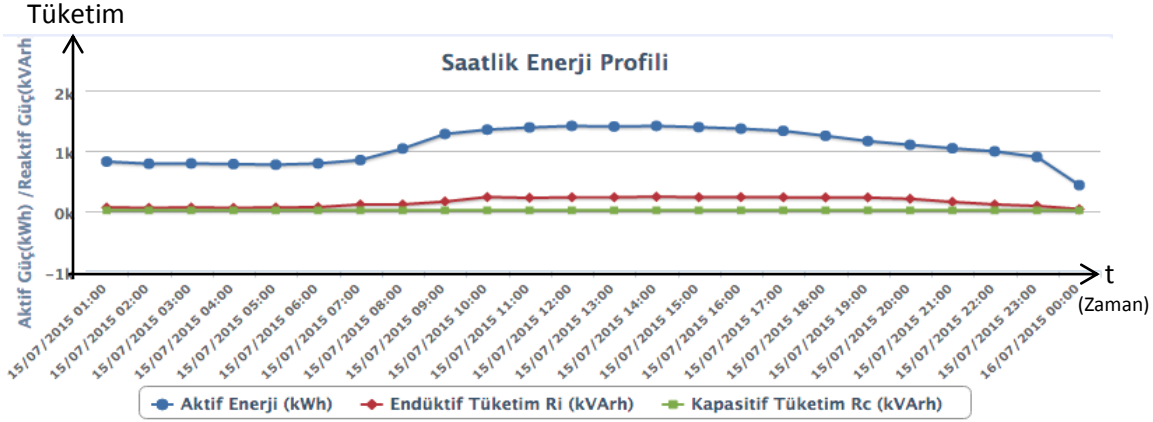
Şekil 4-23, Arıtma tesisi 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-23 den elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.



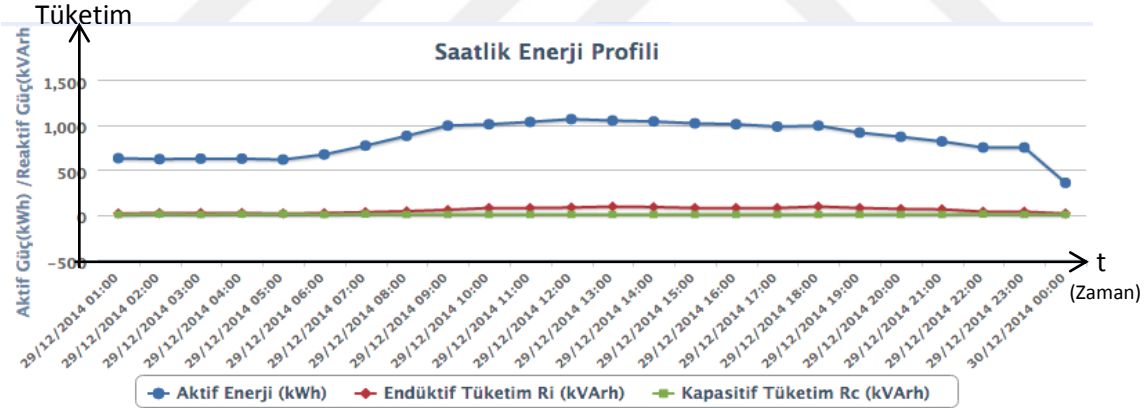
Şekil 4.23 : AVM yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı(aylara göre yüzdesel).

4.2.1.4 A4 – Hastane

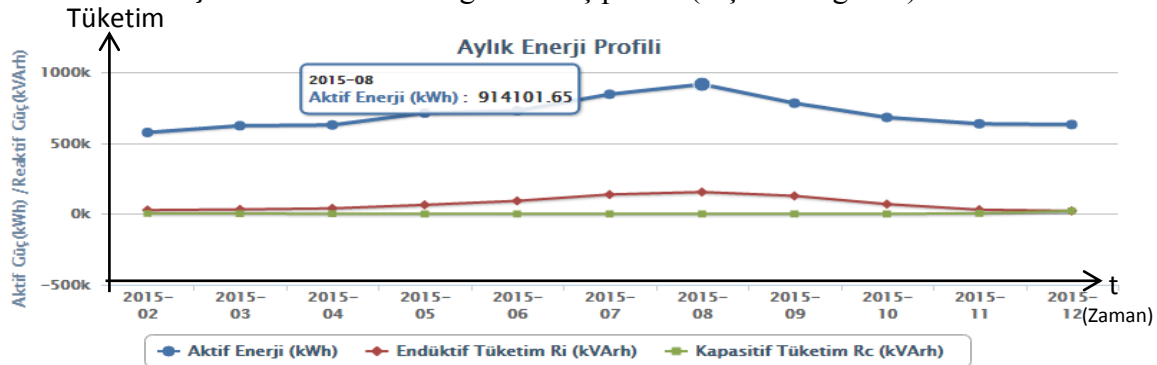
Yük profili oluşturma çalışmalarının dördüncü bölümünde hastanelerin oluşturduğu A4 kümesi ele alınmıştır. Şekil 4-24 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4-25 günlük kış profilini, Şekil 4-26 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir.



Şekil 4.24 : Hastane günlük yaz profili (ölçülen değerler).



Şekil 4.25 : Hastane günlük kış profili (ölçülen değerler).



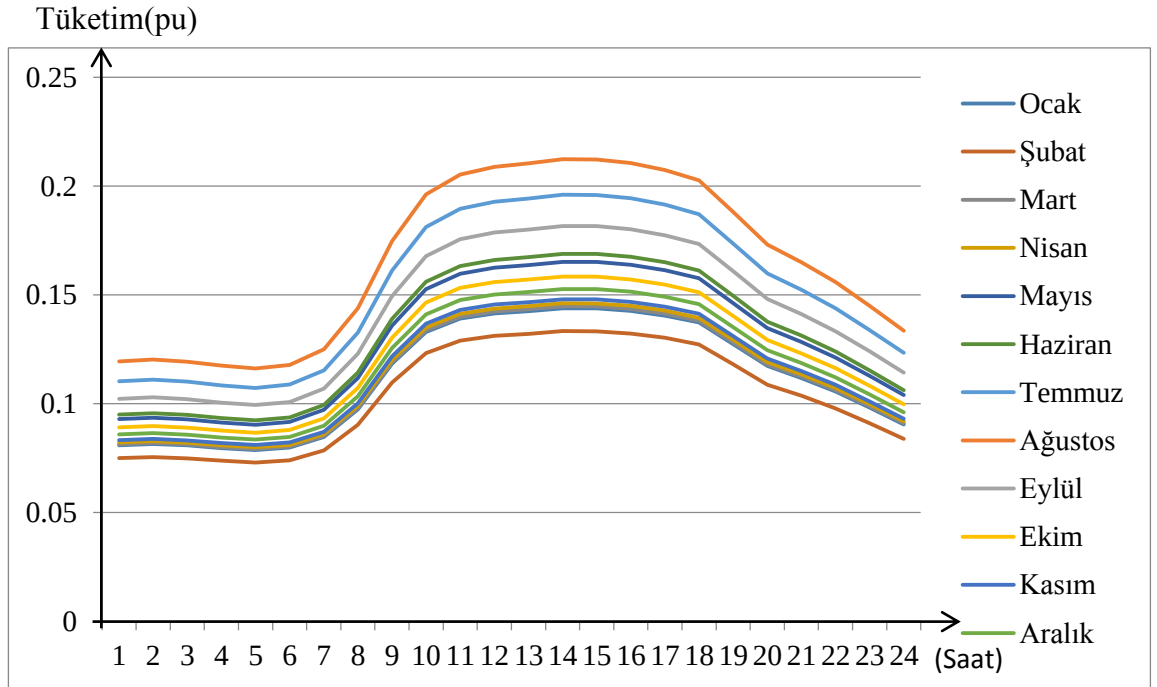
Şekil 4.26 : Hastane 12 aylık profili (ölçülen değerler).

Yukarıdaki şekillerde görüldüğü üzere hastanelere ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

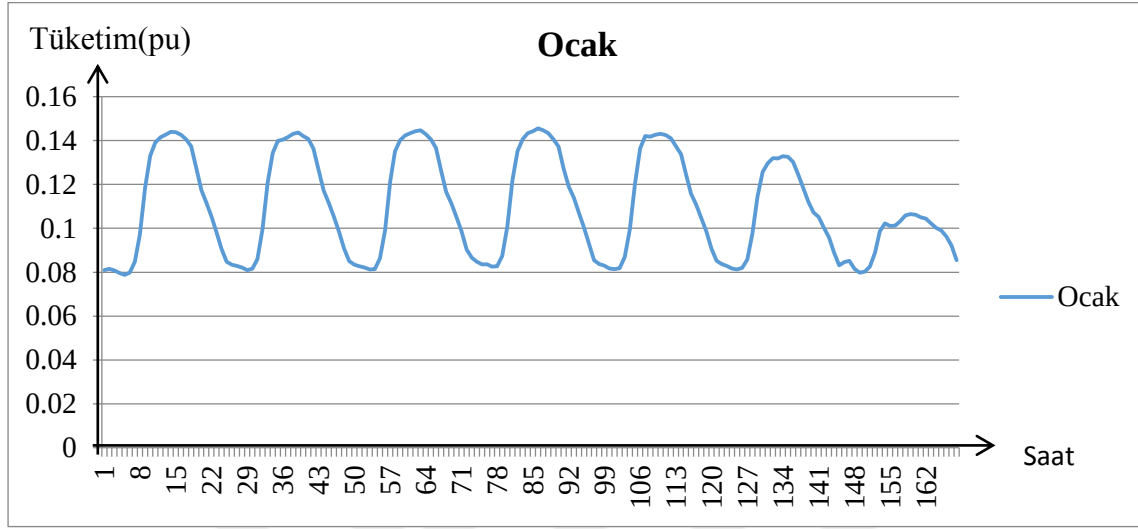
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya resmi tatil günleri) göre değişiklik gösterir.
- ❖ Günün her saatinde yüksek yüklenme değerlerine sahiptir. Gündüz saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir. Gece ile gündüz arasında yaklaşık 2 kat yüklenme farkı mevcuttur.
- ❖ Mevsimsel sıcaklık değerlerine göre tepe yüklenme değeri değişiklik gösterir.
- ❖ Kışın daha düşük tepe yüke sahipken bu yük yazın en yüksek değerlere sahiptir.
- ❖ Reaktif güç tüketimi düşüktür.
- ❖ Hastaneler elektrik dağıtım şirketlerinde ticarethane sınıfında yer almaktadır.

Şekil 4-27 ve Şekil 4-28 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir.

Hastaneler stabil tepe yüklenme değerine sahip olan abonelerdir. Şekil 4-27 ve Şekil 4-28'den görülebileceği gibi yüklenme yoğunluğu bakımından yıl genelinde sabit olmakla birlikte sadece yaz aylarında en yüksek değerlere ulaşırlar.

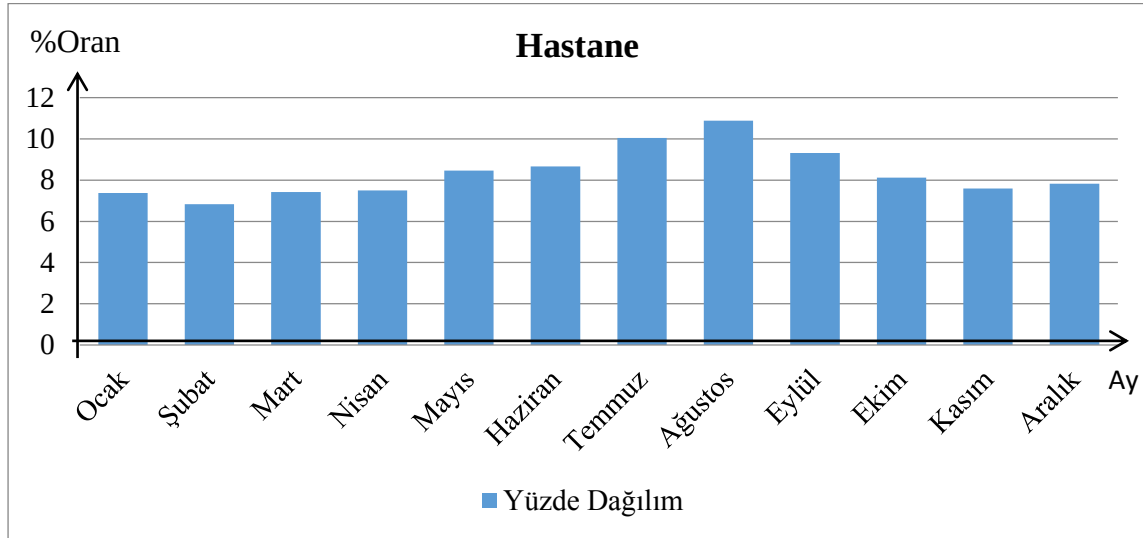


Şekil 4.27 : Hastane 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).



Şekil 4.28 : Hastane - Ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

Şekil 4-29, Hastane 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-29 dan elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.



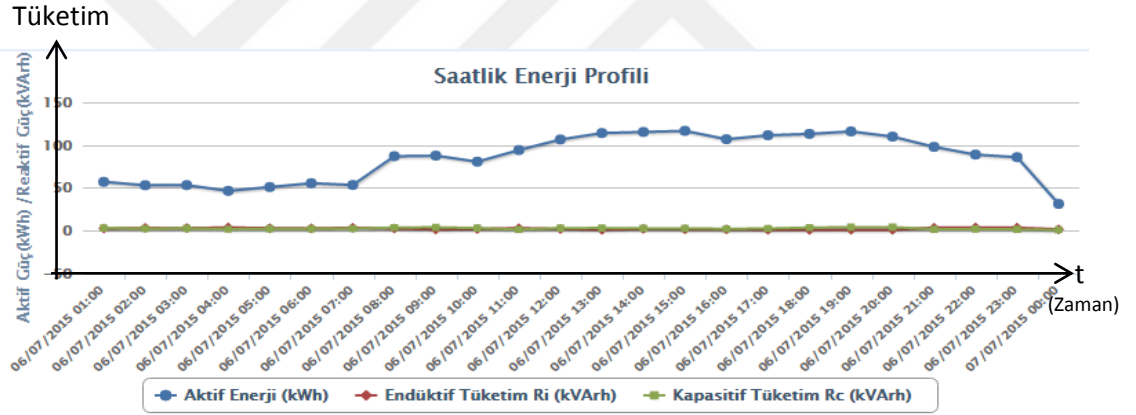
Şekil 4.29 : Hastane yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).

4.2.1.5 A5 - Market

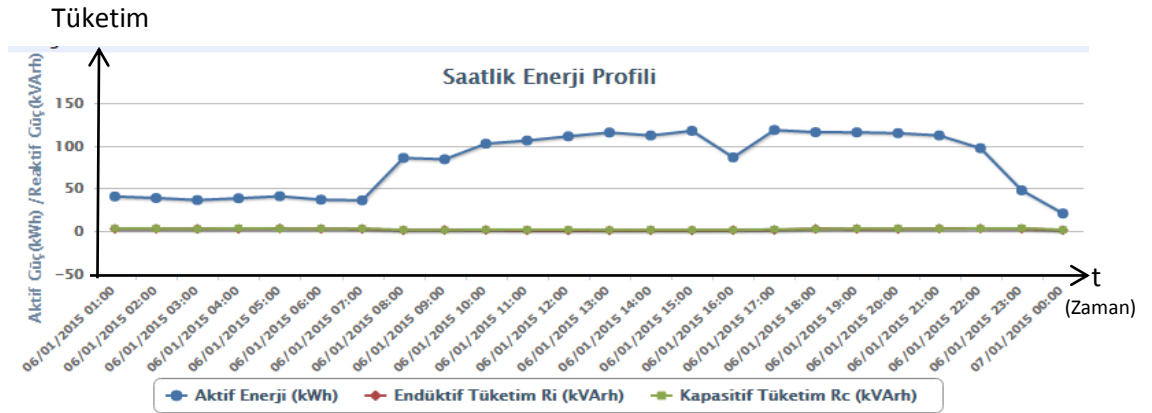
Yük profili oluşturma çalışmalarının beşinci bölümünde market profillerinden oluşan A5 kümesi ele alınmıştır. Şekil 4-30 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4-31 günlük kış profilini, Şekil 4-32 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir.

Aşağıdaki şekillerde görüldüğü üzere marketlere ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

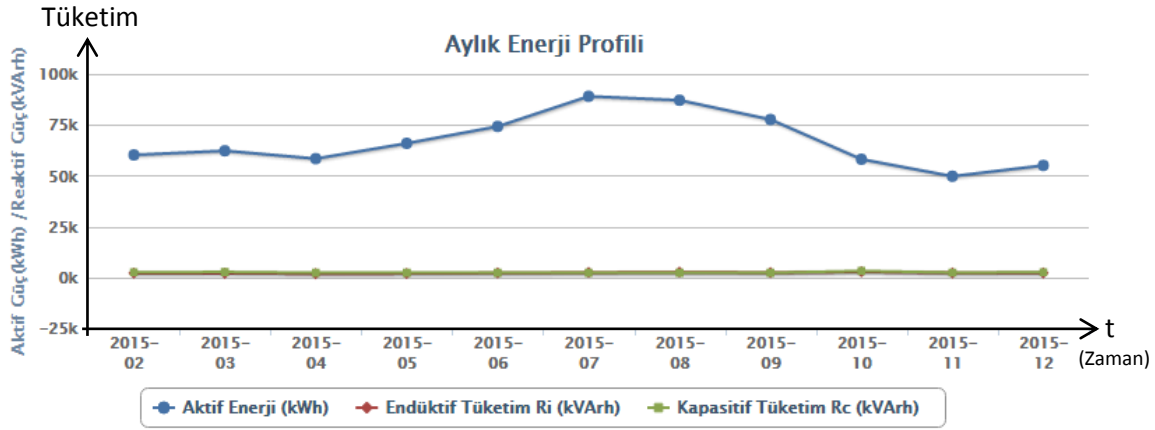
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya resmi tatil günleri) göre değişiklik göstermez.
- ❖ Gündüz saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir.
- ❖ Mevsimsel sıcaklık değerlerine göre tepe yüklenme değeri değişiklik göstermez.



Şekil 4.30 : Market günlük yaz profili (ölçülen değerler).



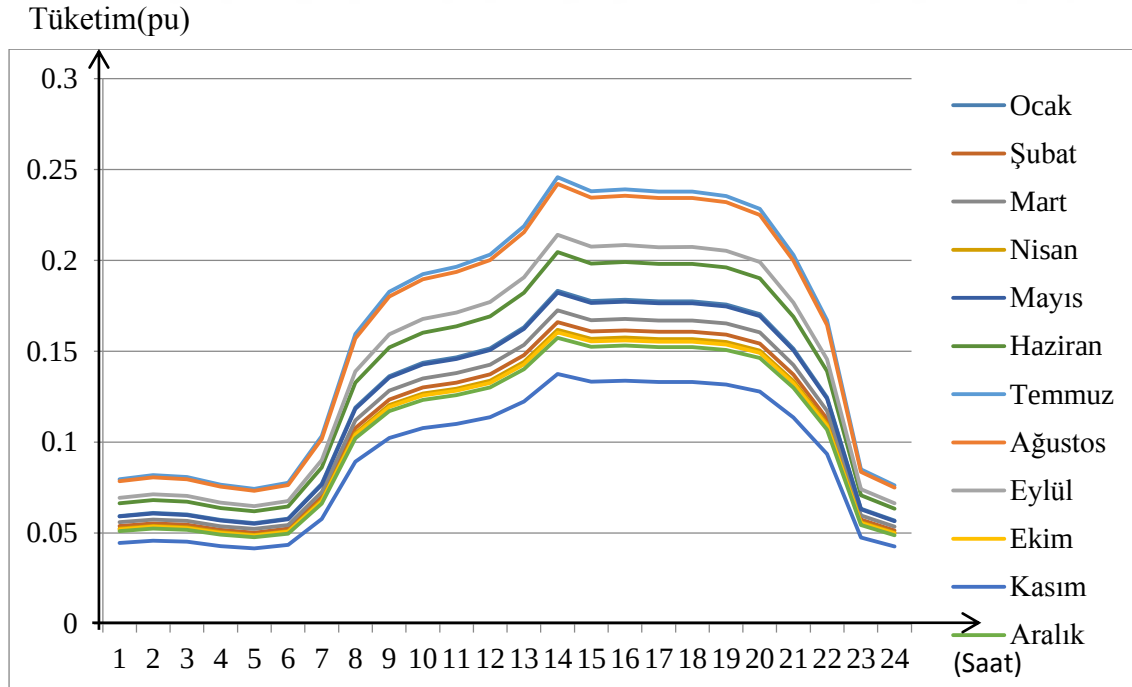
Şekil 4.31 : Market günlük kış profili (ölçülen değerler).



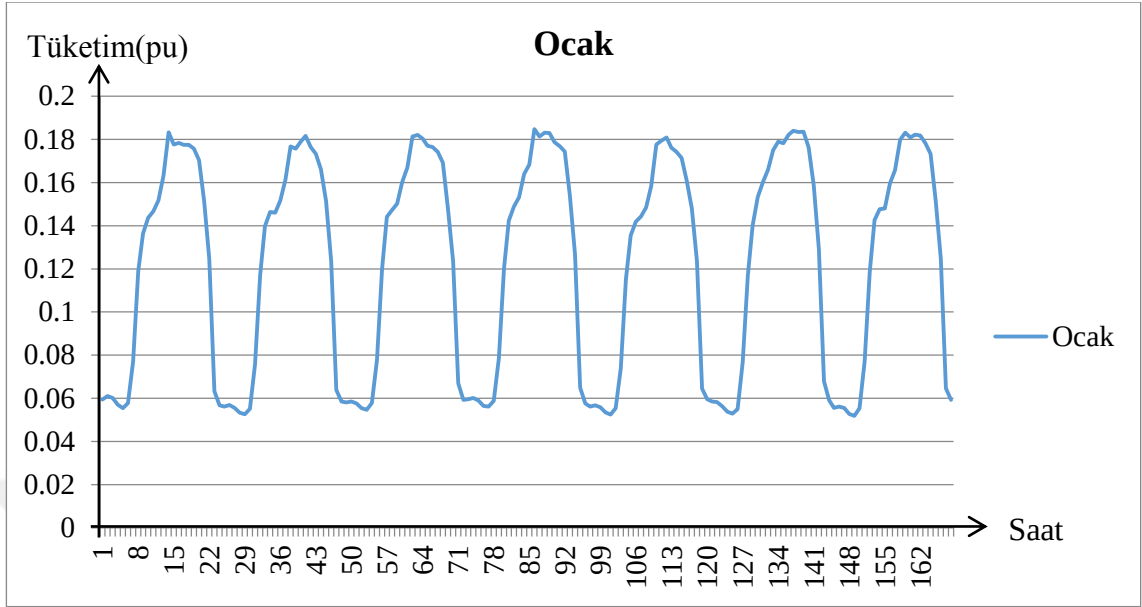
Şekil 4.32 : Market 12 aylık profili (ölçülen değerler).

Şekil 4-33 ve Şekil 4-34 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir.

Marketler yüklenme yoğunlukları bakımından yaz aylarında tepe yüklenme yoğunluklarına ulaşırlar(Şekil4-33).

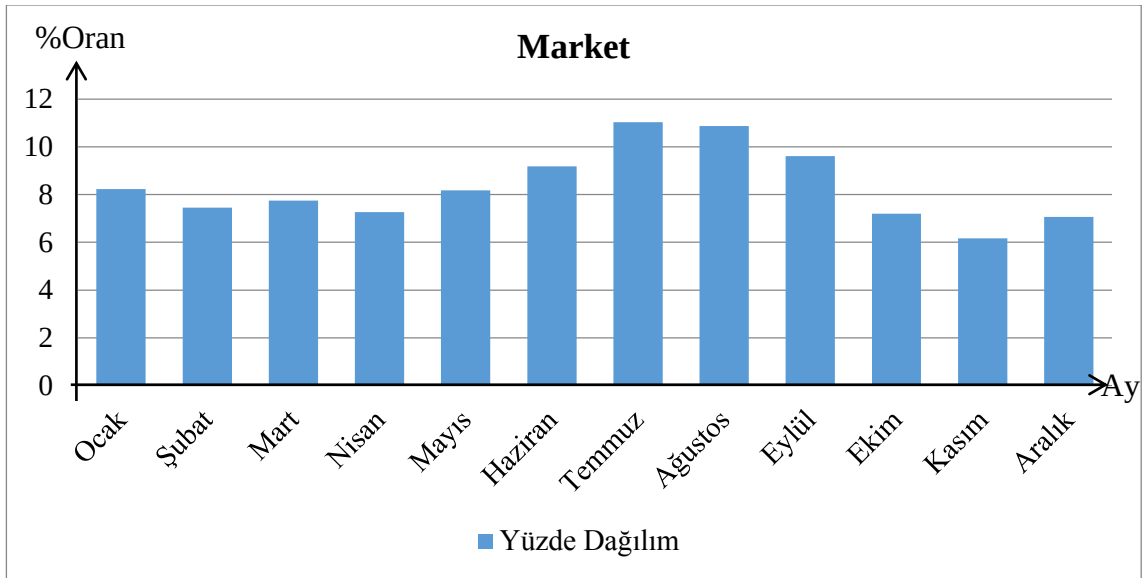


Şekil 4.33 : Market 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).



Şekil 4.34 : Market - Ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

Şekil 4-35, Market 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-35 den elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.



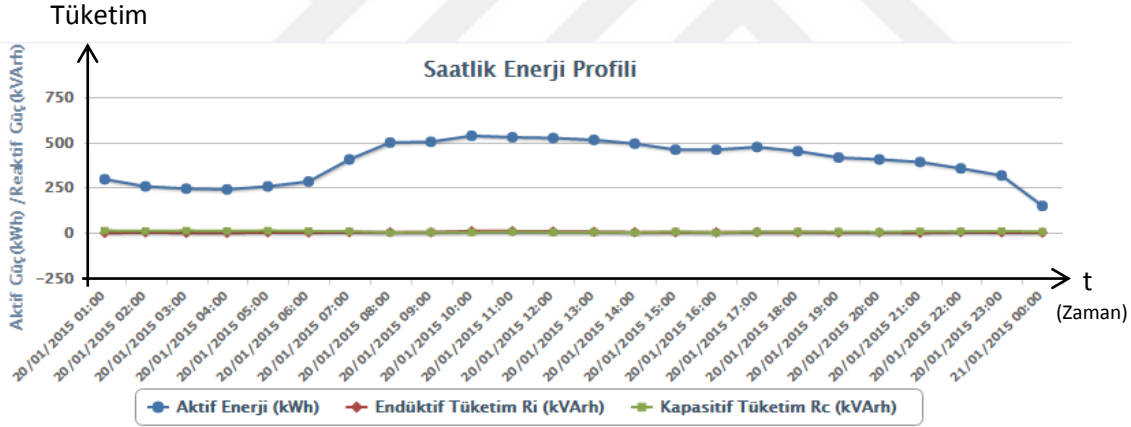
Şekil 4.35 : Market yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).

4.2.1.6 A6 – Otel

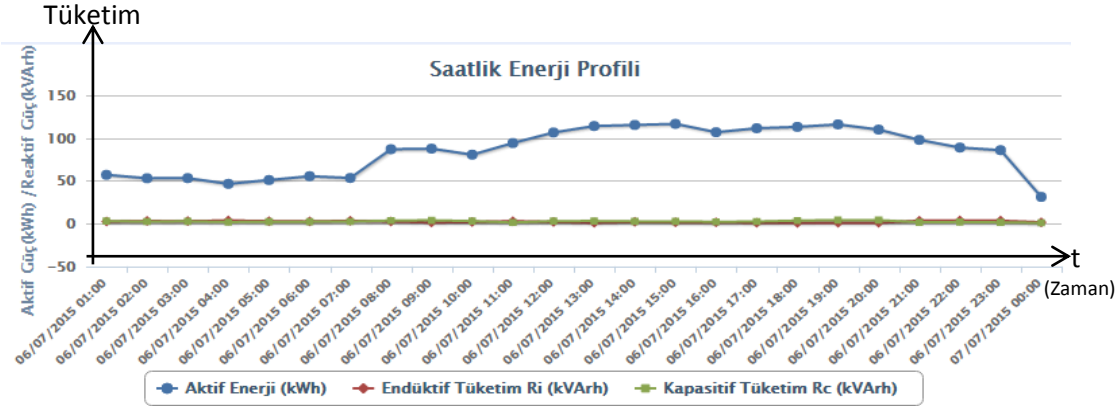
Yük profili oluşturma çalışmalarının altıncı bölümünde otel profillerinden oluşan A6 kümesi ele alınmıştır. Şekil 4-36 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4-37 günlük kış profilini, Şekil 4-38 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir.

Aşağıdaki şekillerde görüldüğü üzere otellere ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

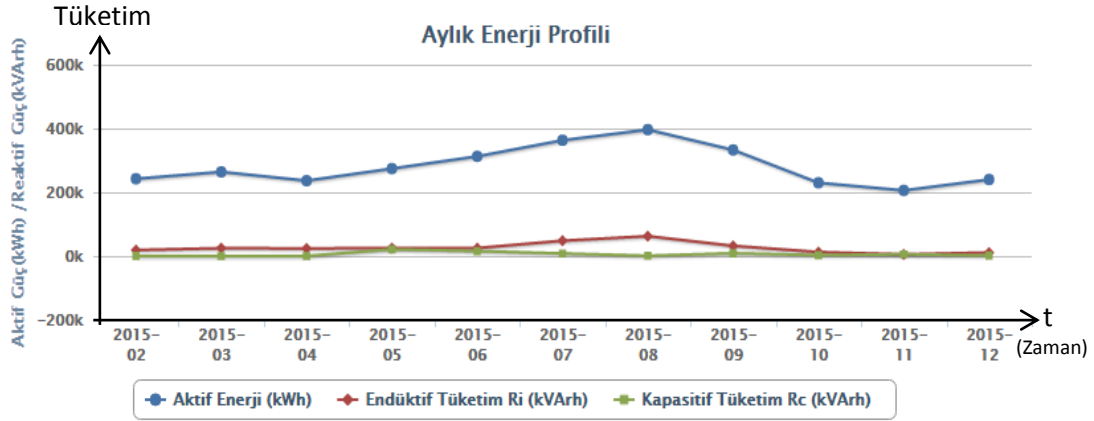
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya resmi tatil günleri) göre değişiklik göstermez.
 - ❖ Gündüz saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir.
 - ❖ Mevsimsel sıcaklık değerlerine göre tepe yüklenme değeri değişiklik gösterir.
- Kışın daha düşük tepe yüke sahipken bu yük yazın en yüksek değerlere sahiptir.



Şekil 4.36 : Otel günlük yaz profili (ölçülen değerler).



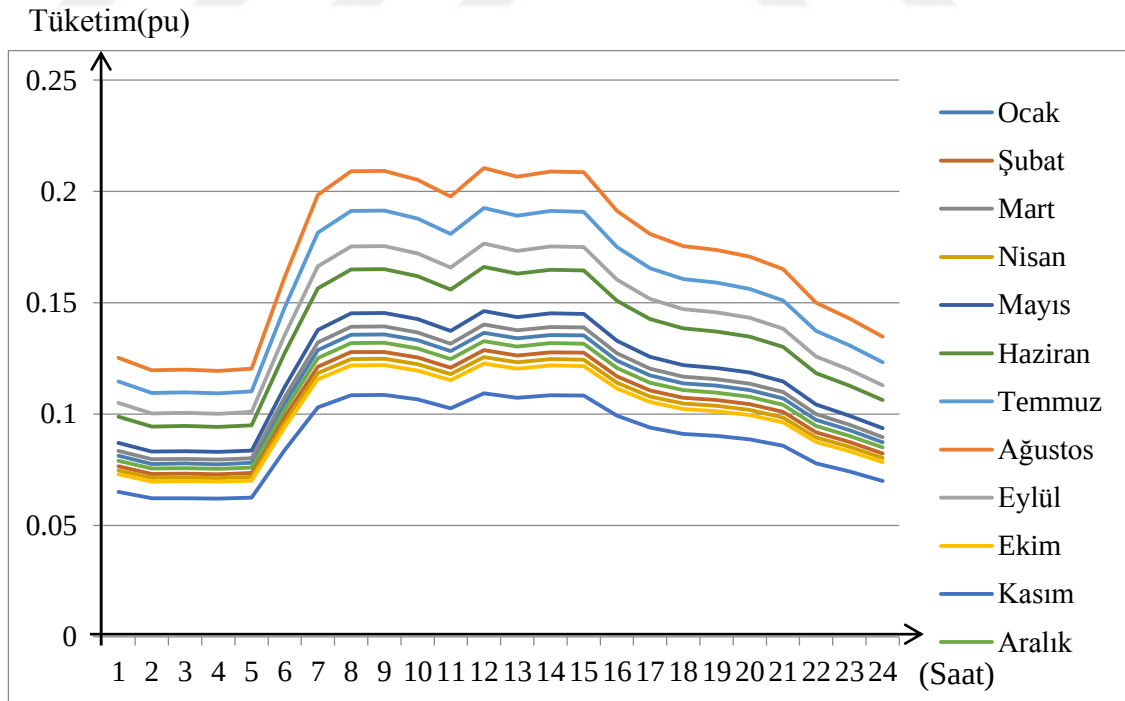
Şekil 4.37 : Otel günlük kış profili (ölçülen değerler).



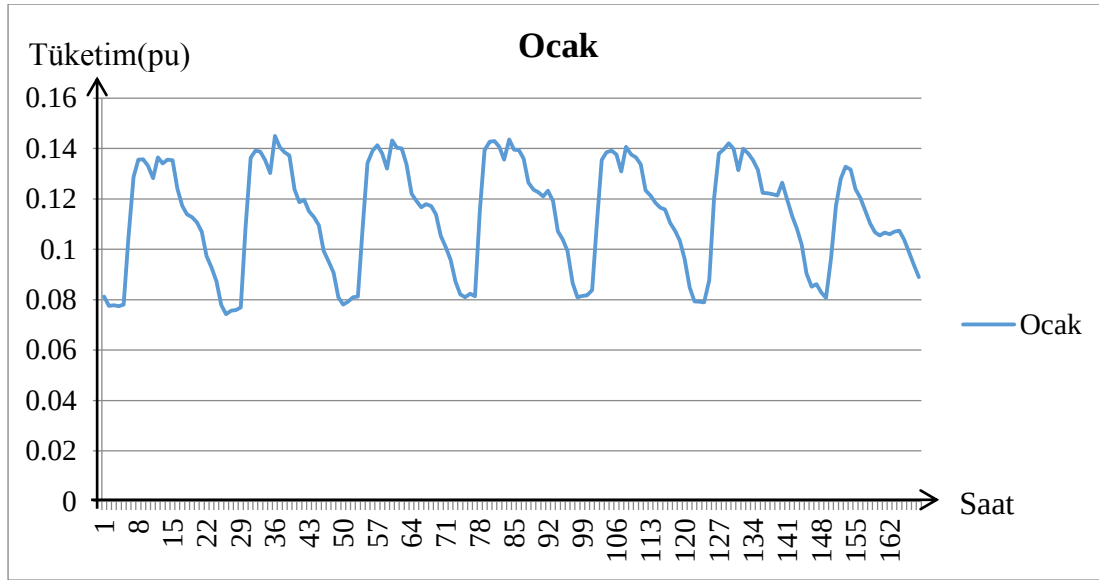
Şekil 4.38 : Otel 12 aylık profili (ölçülen değerler).

Şekil 4-39 ve Şekil 4-40 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir.

Otel aboneleri yaz aylarında en yüksek yüklenme yoğunluklarına ulaşmaktadır. En düşük yüklenme yoğunluğu ise kasım ayındadır(Şekil 4-39).

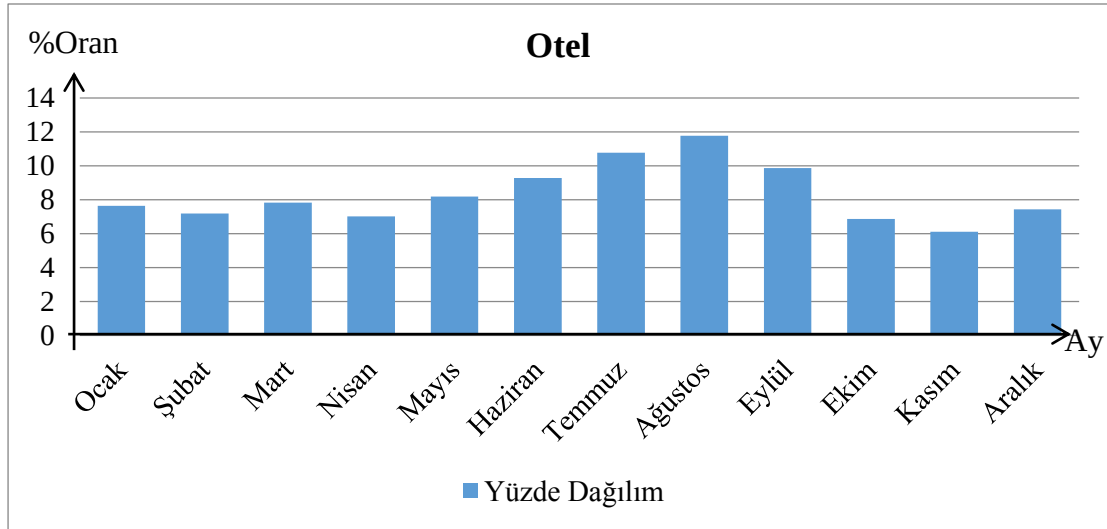


Şekil 4.39 : Otel 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).



Şekil 4.40 : Otel - Ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

Şekil 4-41, Otel 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-41 den elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.



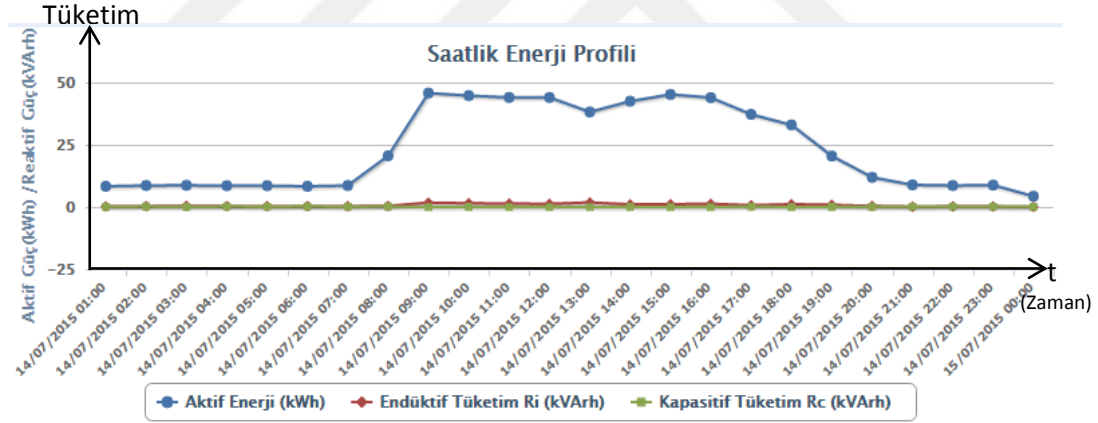
Şekil 4.41 : Otel yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).

4.2.1.7 A7 – Banka

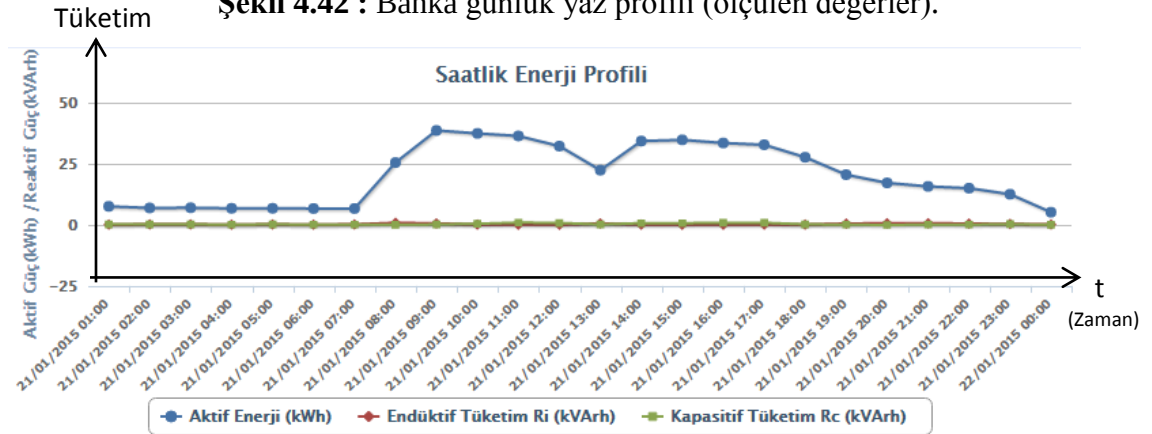
Yük profili oluşturma çalışmalarının yedinci bölümünde banka profillerinden oluşan A7 kümesi ele alınmıştır. Şekil 4-42 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4-43 günlük kış profilini, Şekil 4-44 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir.

Aşağıdaki şekillerde görüldüğü üzere bankalara ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

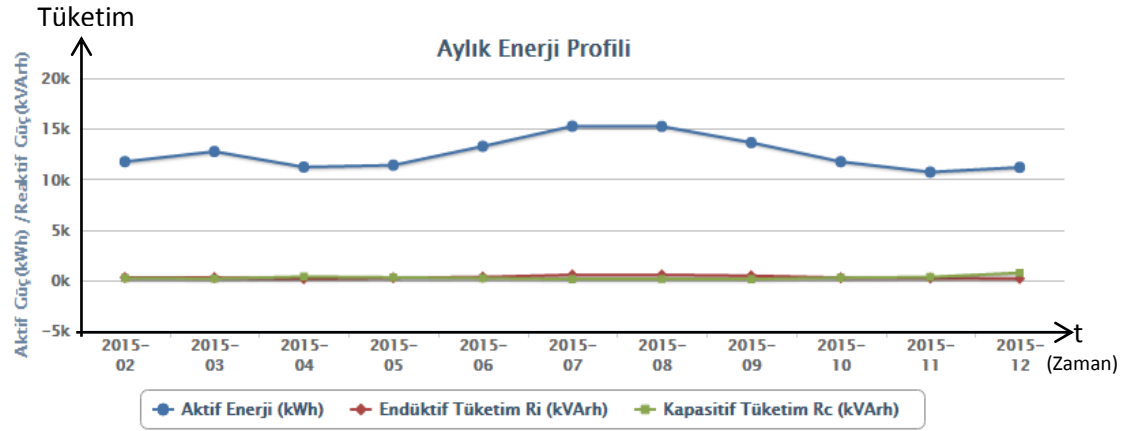
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya resmi tatil günleri) göre değişiklik gösterir.
- ❖ Gündüz saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir.
- ❖ Mevsimsel sıcaklık değerlerine göre tepe yüklenme değeri değişiklik gösterir. Ancak bu değer değişimi çok yüksek değildir. Kışın daha düşük tepe yüke sahipken bu yük yazın daha yüksek değerlere sahiptir.



Şekil 4.42 : Banka günlük yaz profili (ölçülen değerler).



Şekil 4.43 : Banka günlük kış profili (ölçülen değerler).

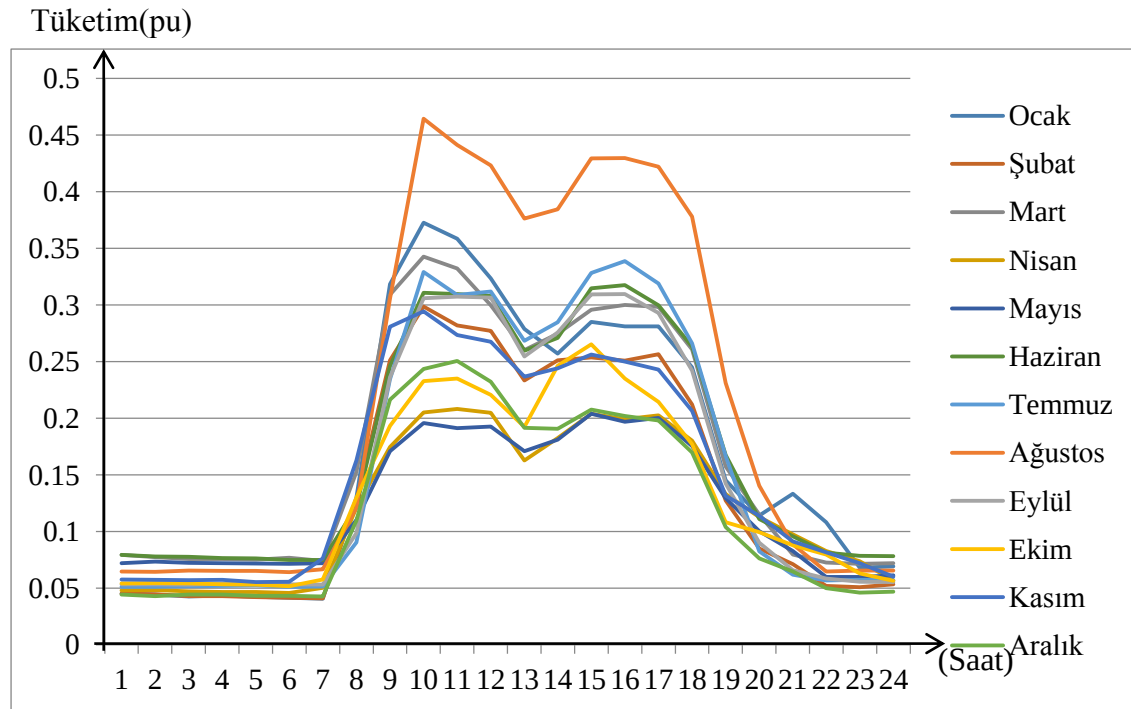


Şekil 4.44 : Banka 12 aylık profili (ölçülen değerler).

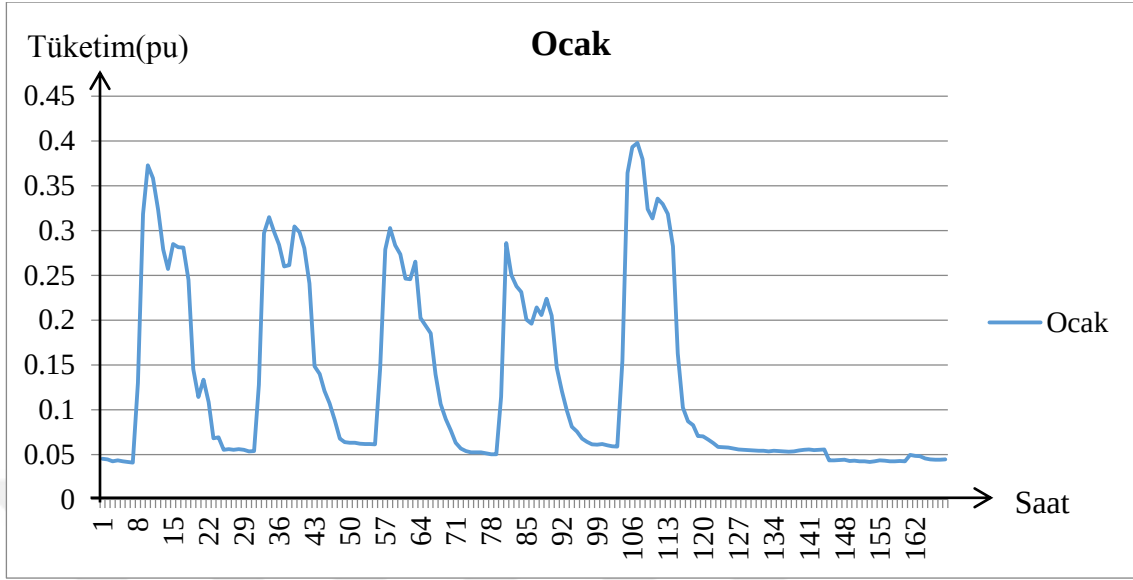
Şekil 4-45 ve Şekil 4-46 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir.

Şekil 4-45 de bankaların öğle saatlerinde kapalı olması nedeniyle saat 12:30-13:30 aralığındaki düşüş göze çarpmaktadır.

Bankaların yıl içerisinde yüklenme yoğunlukları ay bazında birbirine yakındır. Yine de en yüksek yüklenme yoğunluğu yaz aylarında gerçekleşmektedir(Şekil 4-44).

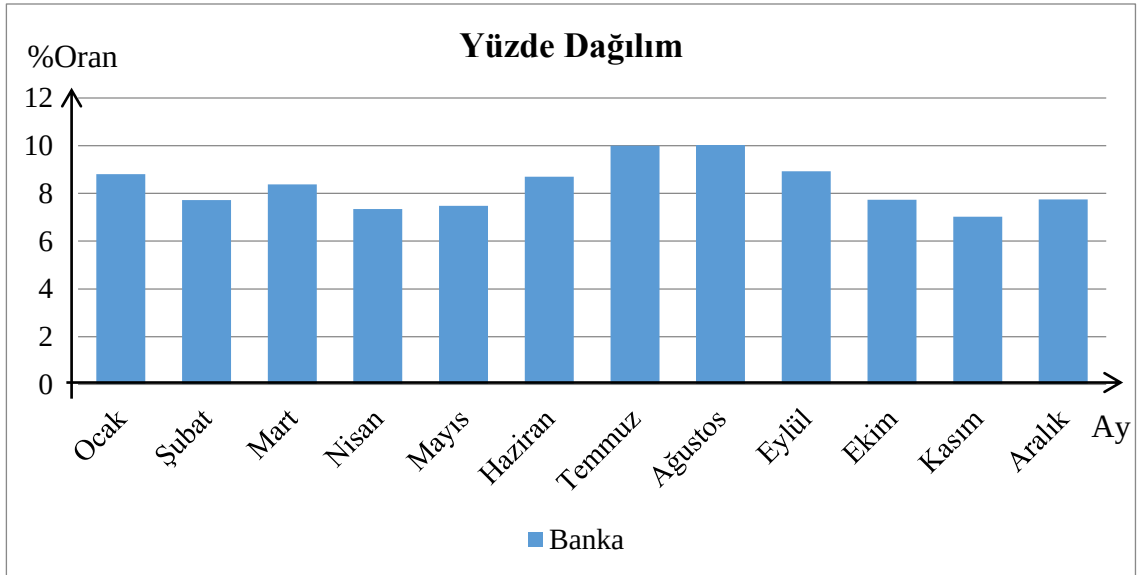


Şekil 4.45: Banka 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).



Şekil 4.46 : Banka - Ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

Şekil 4-47, Banka 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-47 den elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.



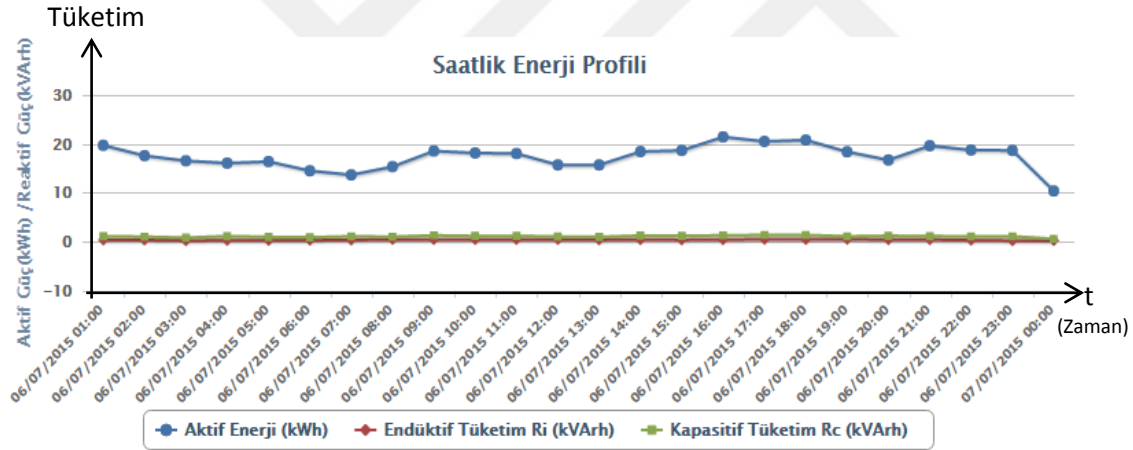
Şekil 4.47 : Banka yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı(aylara göre yüzdesel).

4.2.1.8 A8 - Akaryakıt istasyonu

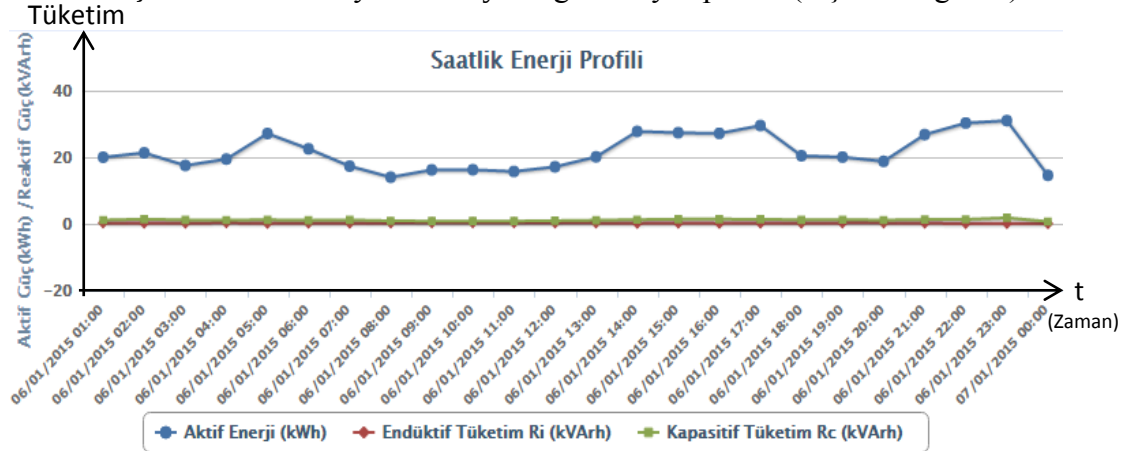
Yük profili oluşturma çalışmalarının sekizinci bölümünde akaryakıt istasyonu profillerinden oluşan A8 kümesi ele alınmıştır. Şekil 4-48 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4-49 günlük kış profilini, Şekil 4-50 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir.

Aşağıdaki şekillerde görüldüğü üzere akaryakıt istasyonlarına ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

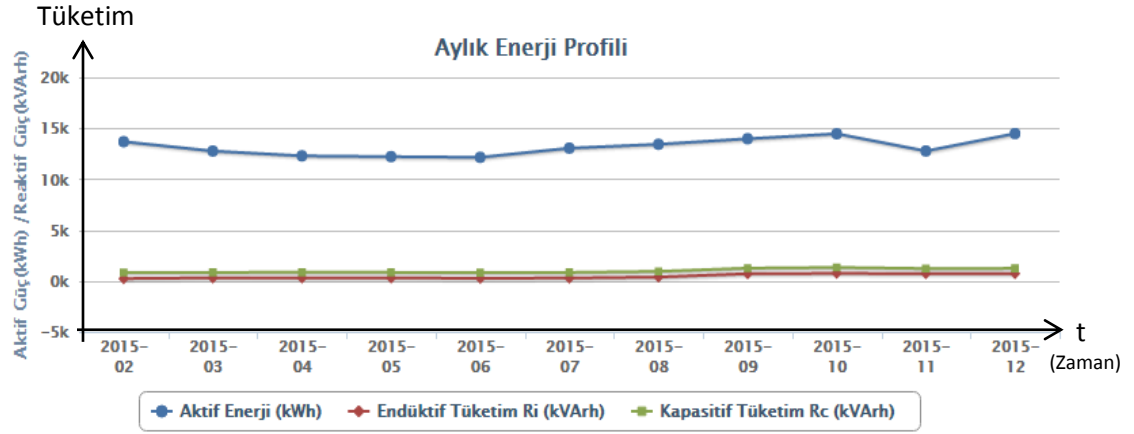
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya resmi tatil günleri) göre değişiklik göstermez.
- ❖ Gece saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir.
- ❖ Reaktif tüketim mevcuttur.
- ❖ Mevsimsel sıcaklık koşullarına göre değişiklik göstermez.



Şekil 4.48 : Akaryakıt istasyonu günlük yaz profili (ölçülen değerler).



Şekil 4.49 : Akaryakıt istasyonu günlük kış profili (ölçülen değerler).

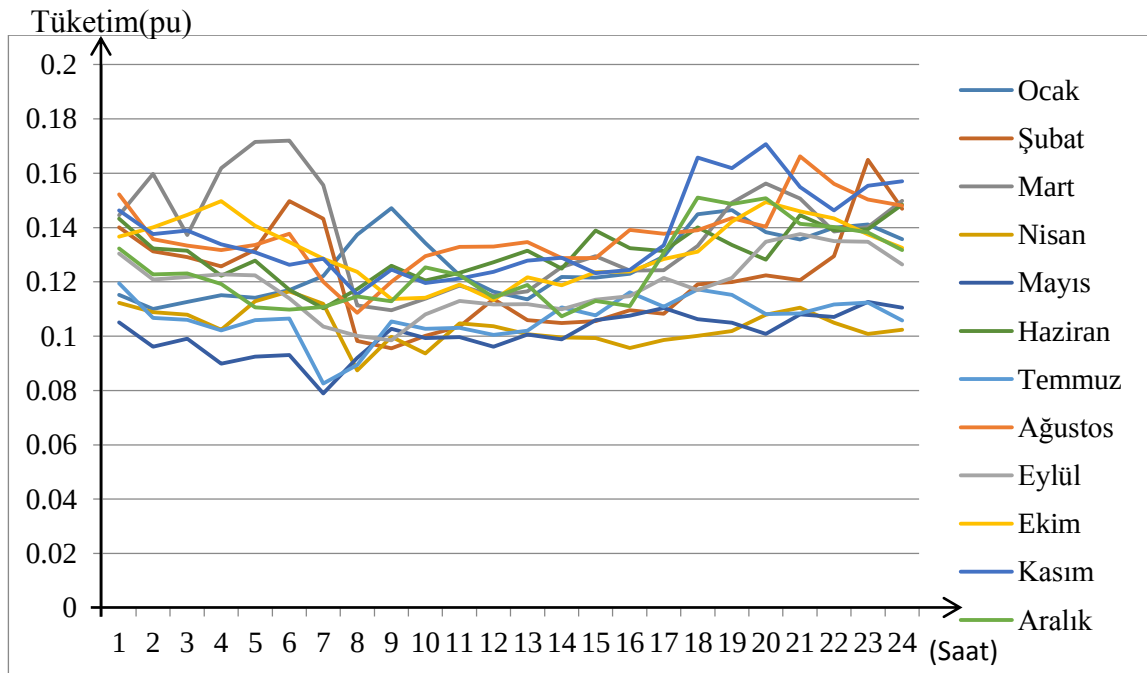


Şekil 4.50 : Akaryakıt istasyonu 12 aylık profili (ölçülen değerler).

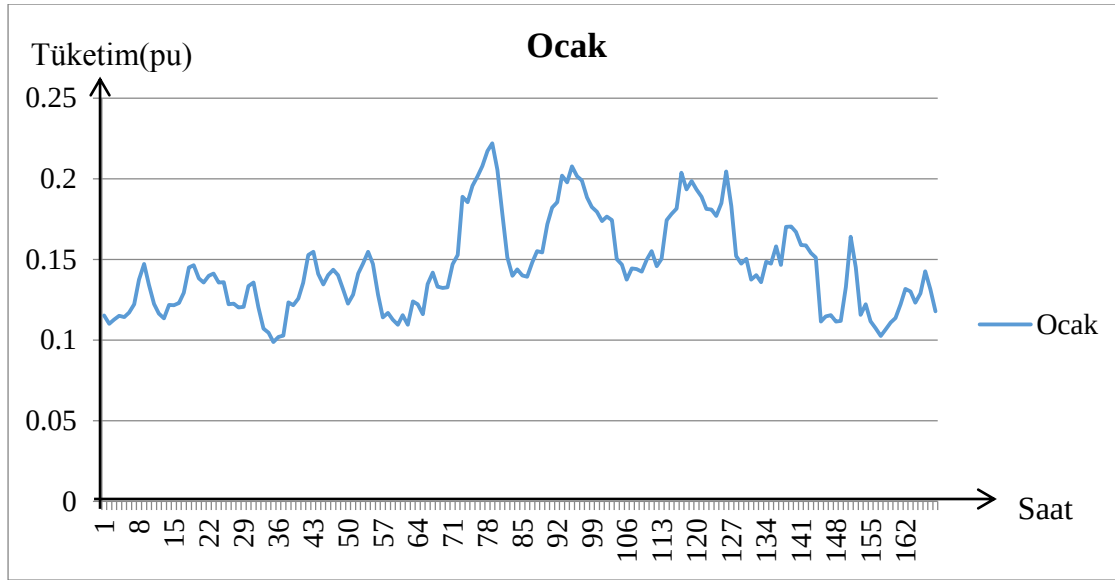
Şekil 4.51 ve Şekil 4.52 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir.

Akaryakıt istasyonları 24 saat açıktır ve tüketim durumu doğrudan çalışma yoğunluğu ile ilgilidir (Şekil 4.51). Gece saatlerinde gün içi çalışma yoğunluğuna ek olarak aydınlatma tüketiminin eklenmesi nedeniyle gece saatlerinde oransal olarak daha yüksek tüketim gözlenmektedir (Şekil 4.51).

Yıl içerisinde tüketim yoğunlukları genel olarak benzerlik göstermektedir (Şekil 4.50).

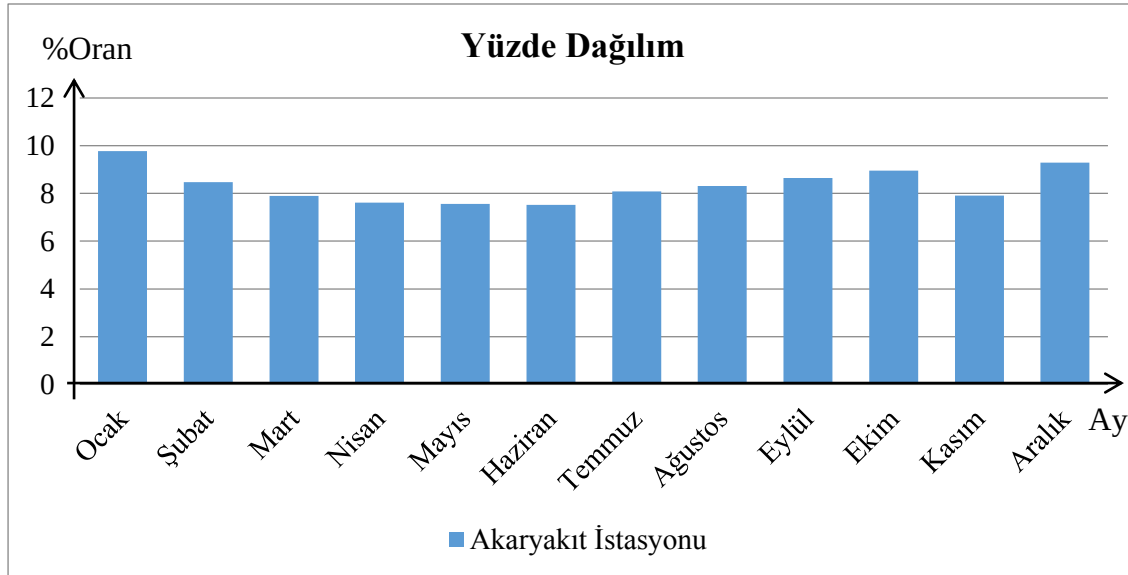


Şekil 4.51 : Akaryakıt istasyonu 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).



Şekil 4.52 : Akaryakıt istasyonu - ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

Şekil 4-53, Akaryakıt İstasyonu 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-53 den elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.



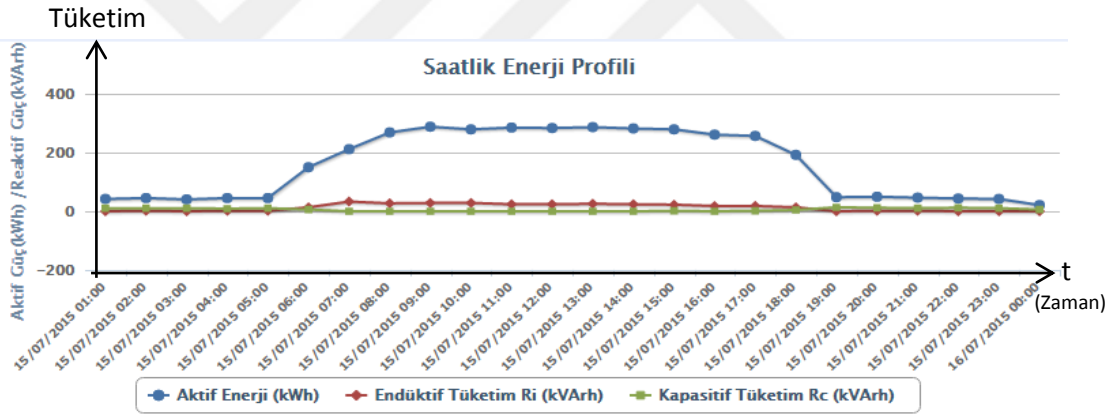
Şekil 4.53 : Akaryakıt istasyonu yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).

4.2.1.9 A9 - Plaza ve iş merkezi

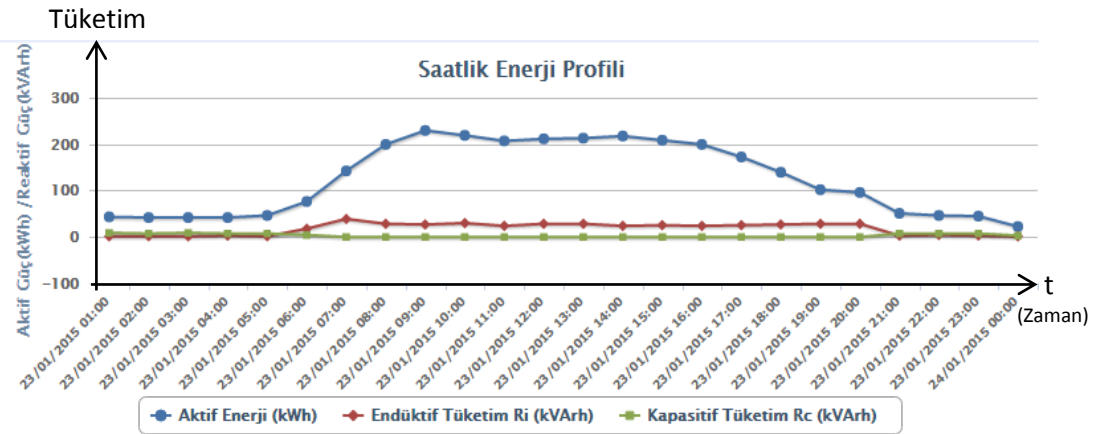
Yük profili oluşturma çalışmalarının dokuzuncu bölümünde plaza ve iş merkezi profillerinden oluşan A9 kümesi ele alınmıştır. Şekil 4.54 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4.55 günlük kış profilini, Şekil 4.56 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir.

Aşağıdaki şekillerde görüldüğü üzere plaza ve iş merkezlerine ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

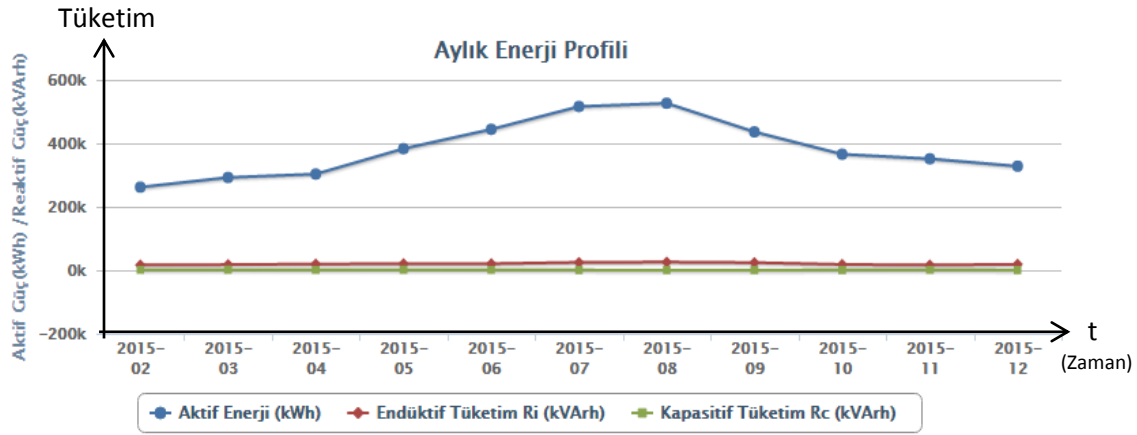
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya resmi tatil günleri) göre değişiklik gösterir.
- ❖ Gündüz saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir.
- ❖ Mevsimsel sıcaklık koşullarına göre değişiklik gösterir.



Şekil 4.54 : Plaza ve iş merkezi günlük yaz profili (ölçülen değerler).



Şekil 4.55 : Plaza ve iş merkezi günlük kış profili (ölçülen değerler).

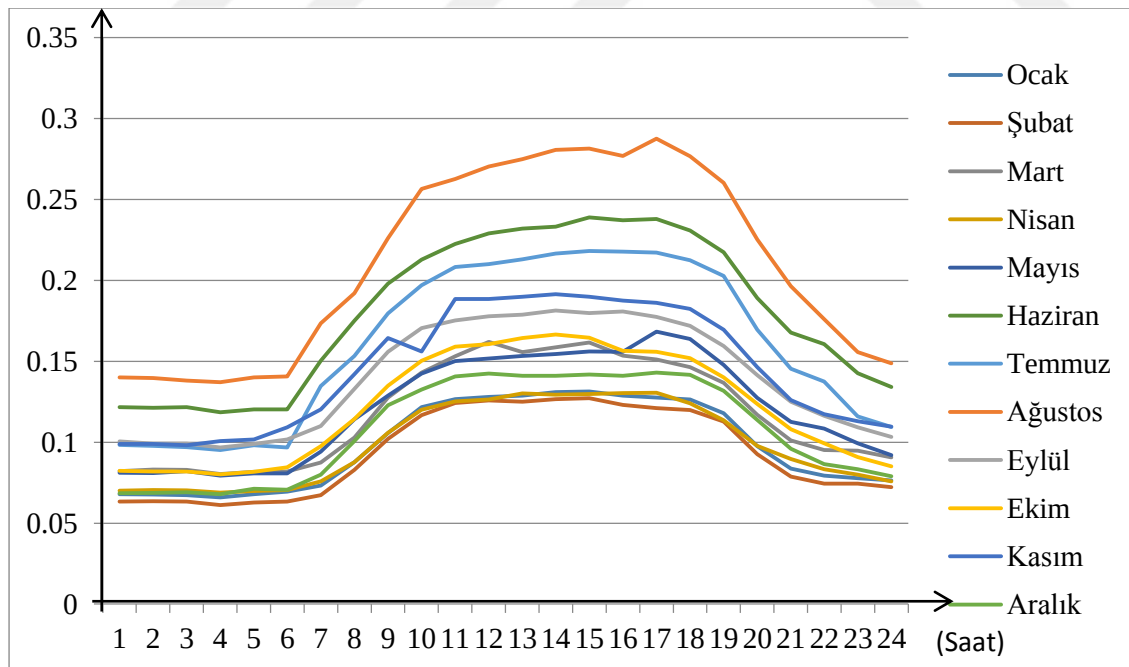


Şekil 4.56 : Plaza ve iş merkezi 12 aylık profili (ölçülen değerler).

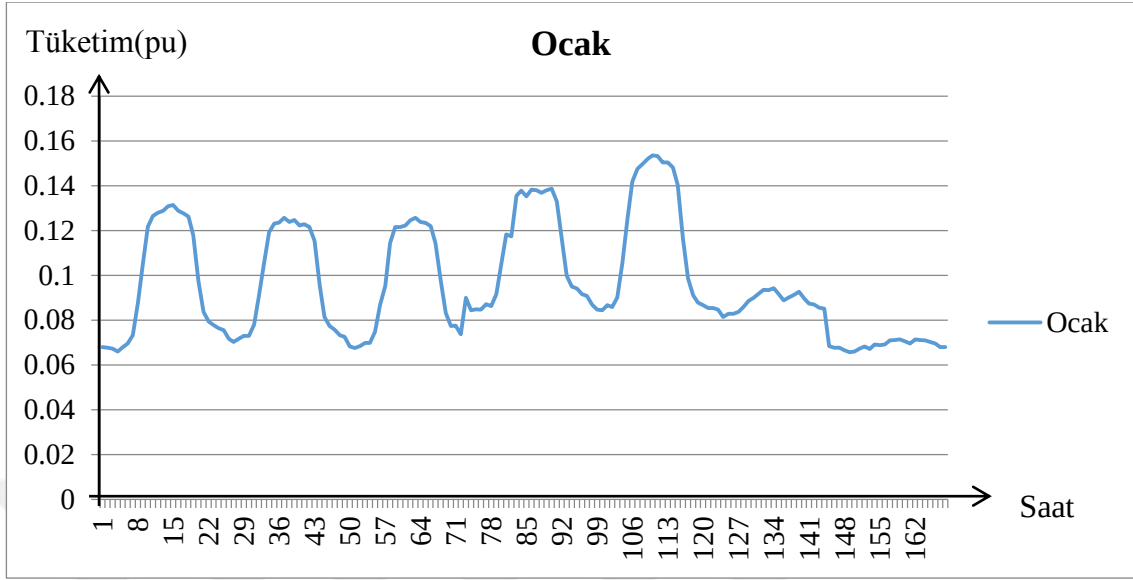
Şekil 4.57 ve Şekil 4.58 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir.

Tüketim yoğunlukları mevsimsel olarak değişmektedir. Özellikle ağustos ayındaki tüketim yoğunluğu diğer aylara oranla oldukça yüksektir(Şekil 4.56).

Tüketim(pu)

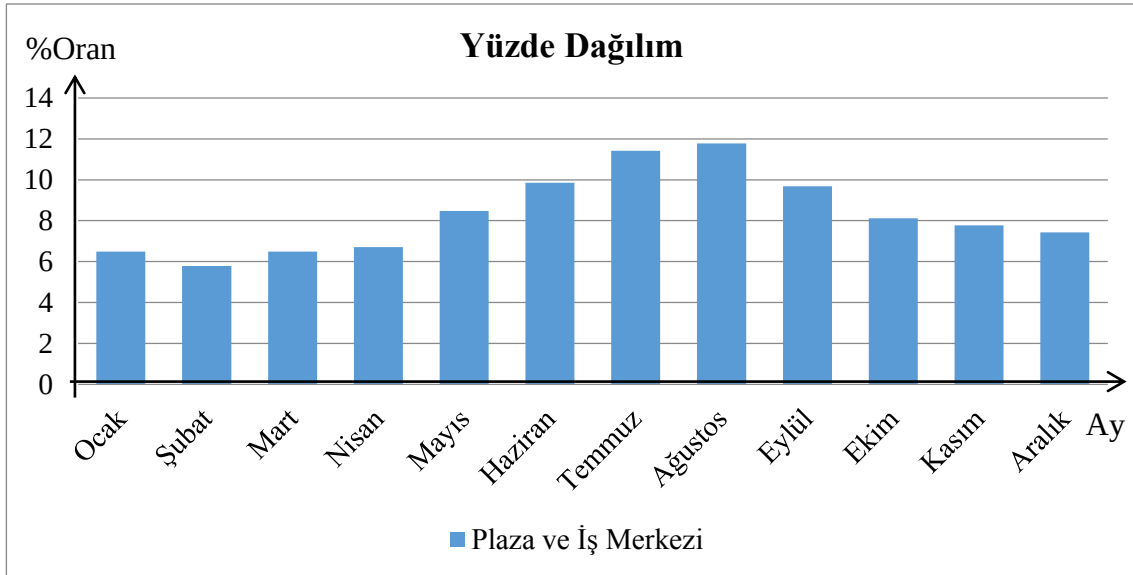


Şekil 4.57 : Plaza ve iş merkezi 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).



Şekil 4.58 : Plaza ve iş merkezi - ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

Şekil 4-59, Plaza ve İş Merkezi 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-59 dan elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.



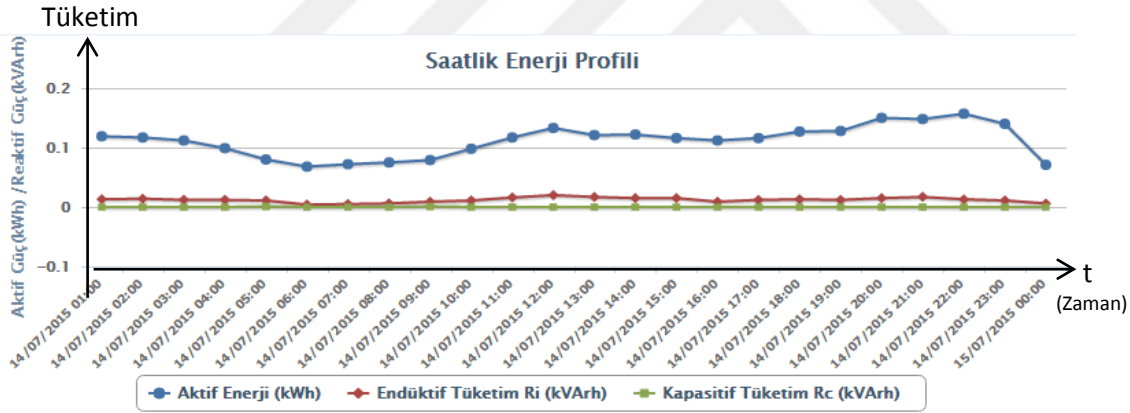
Şekil 4.59 : Plaza ve iş merkezi yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).

4.2.2B – Mesken

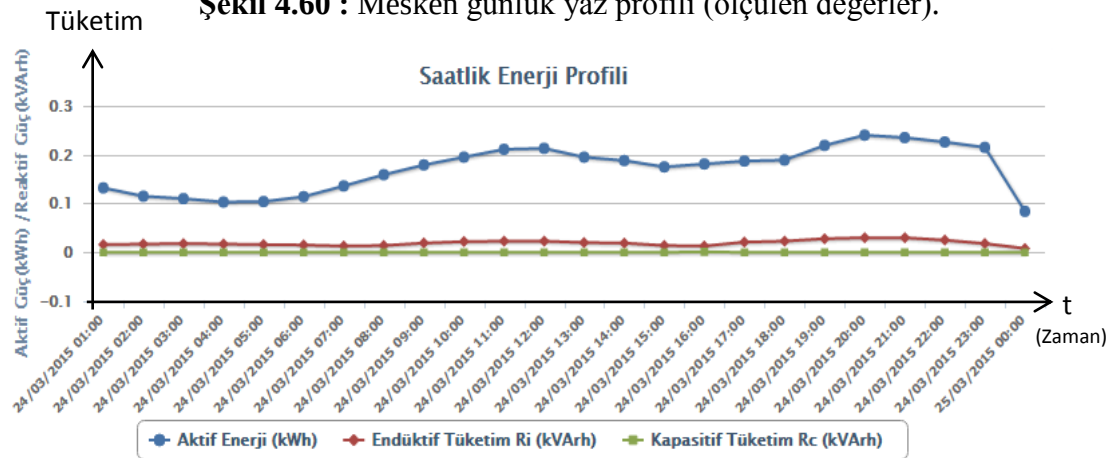
Yük profili oluşturma çalışmalarının 4.2.2. bölümünde mesken profillerinden oluşan B kümesi ele alınmıştır. Şekil 4.60 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4.61 günlük kış profilini, Şekil 4.62 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir.

Aşağıdaki şekillerde görüldüğü üzere meskenlere ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

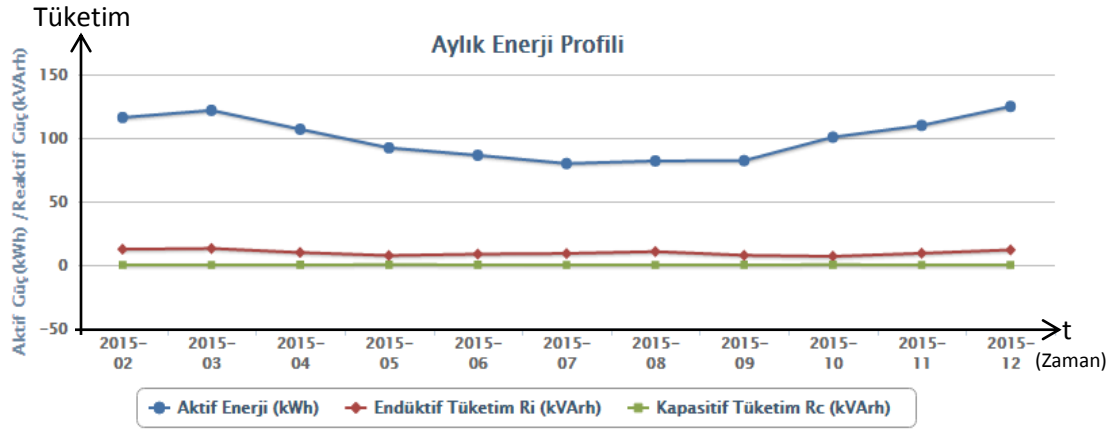
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya resmi tatil günleri) göre değişiklik göstermez.
- ❖ Gündüz saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir.
- ❖ Mevsimsel sıcaklık koşullarına göre değişiklik gösterir. Kışın daha fazla yüklenme gerçekleşirken yazın daha az yüklenme gerçekleşir.
- ❖ Reaktif tüketim mevcuttur.



Şekil 4.60 : Mesken günlük yaz profili (ölçülen değerler).



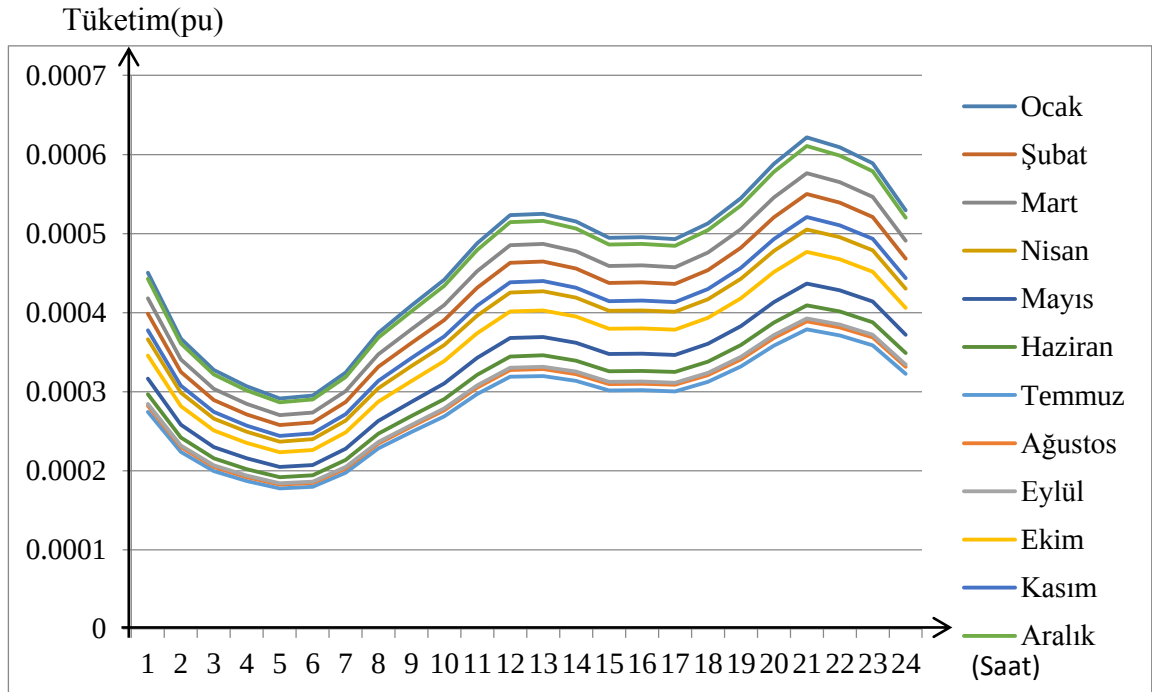
Şekil 4.61 : Mesken günlük kış profili (ölçülen değerler).



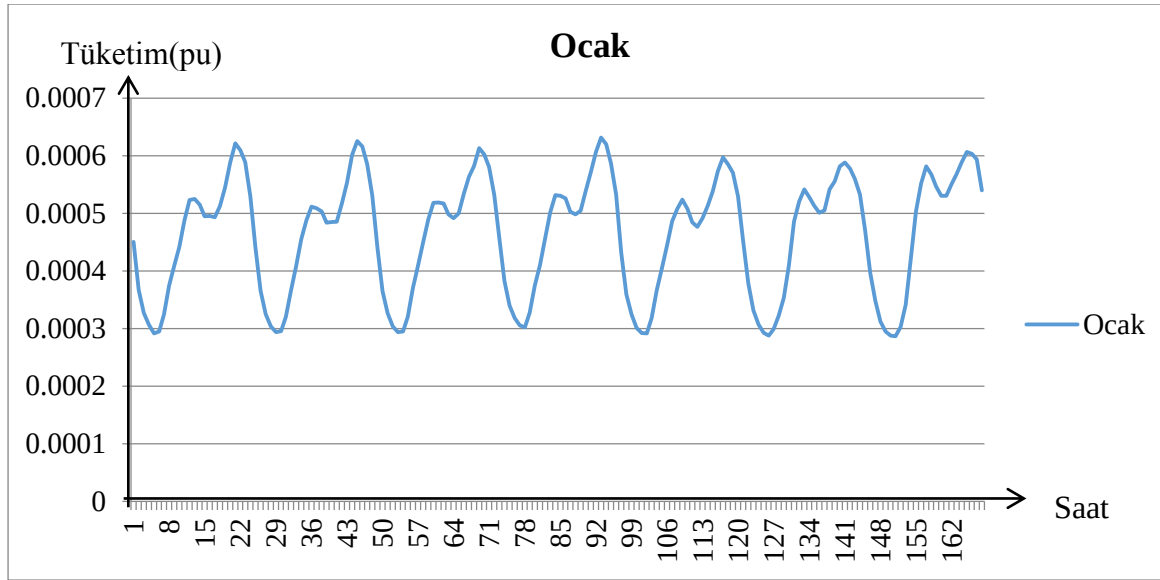
Şekil 4.62 : Mesken 12 aylık profili (ölçülen değerler).

Şekil 4.63 ve Şekil 4.64 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir.

Mesken profilleri diğer profillerden farklı olarak kış aylarında daha yüksek tüketim değerlerine sahiptir. Mevsim sıcaklıklarına dayalı olarak tüketim yoğunluğu değişen mesken abonelerinin en yüksek tüketim yoğunluğu ocak ayıdır(Şekil 4.63)

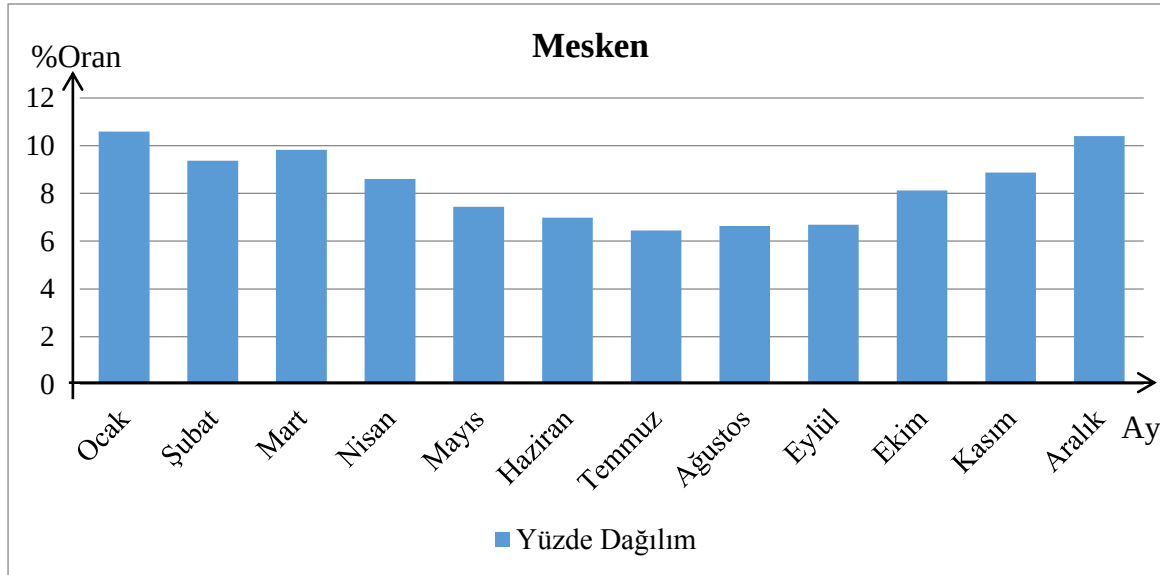


Şekil 4.63 : Mesken 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).



Şekil 4.64 : Mesken - Ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

Şekil 4-65, Mesken 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-65 den elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.



Şekil 4.65 : Mesken yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).

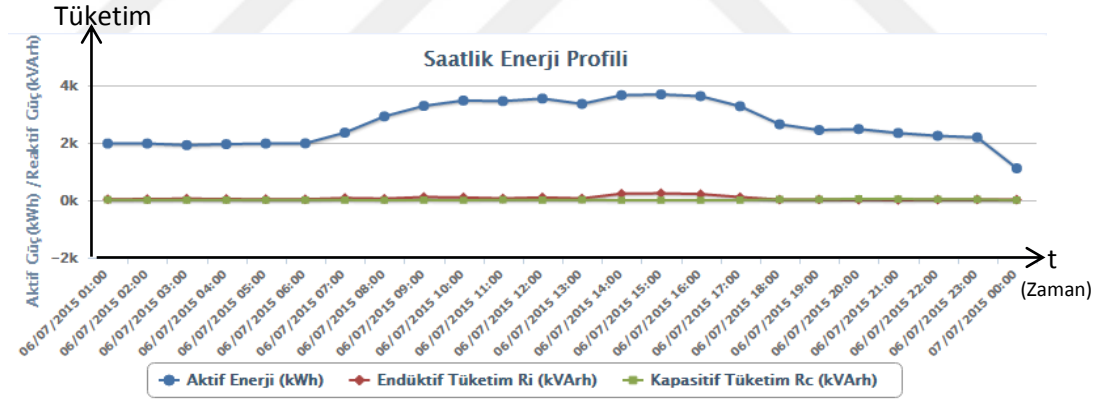
4.2.3C – Sanayi

4.2.3.1 C1 – 2 vardiyalı sanayi

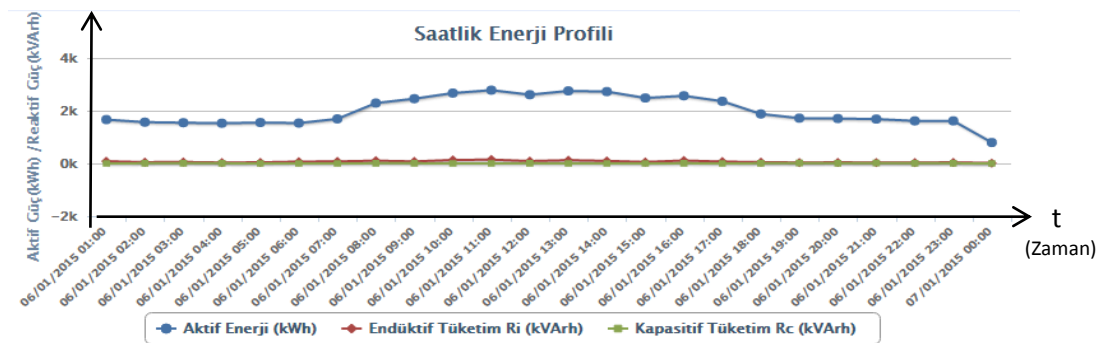
Yük profili oluşturma çalışmalarının 4.2.3.1. bölümünde 2 vardiyalı olarak çalışan sanayi abonelerinin profillerinden oluşan C1 kümesi ele alınmıştır. Şekil 4.66 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4.67 günlük kış profilini, Şekil 4.68 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir.

Yukarıdaki şekillerde görüldüğü üzere 2 vardiyalı sanayilere ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

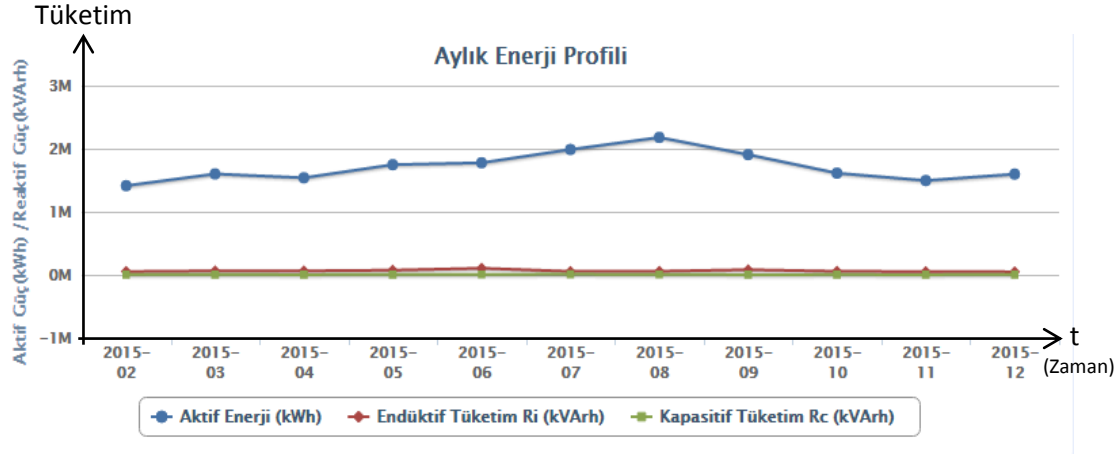
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya tatil günleri) göre değişiklik gösterir.
- ❖ Gündüz saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir.
- ❖ Mevsimsel sıcaklık değerlerine göre yüklenme değerleri değişiklik gösterir.
- ❖ Tüketim değerleri yüksektir. Reaktif tüketimi düşüktür.
- ❖ Aylık toplam tüketim değerleri kıyaslandığında yazın en yüksek değere sahiptir.



Şekil 4.66 : 2 vardiyalı sanayi günlük yaz profili (ölçülen değerler).



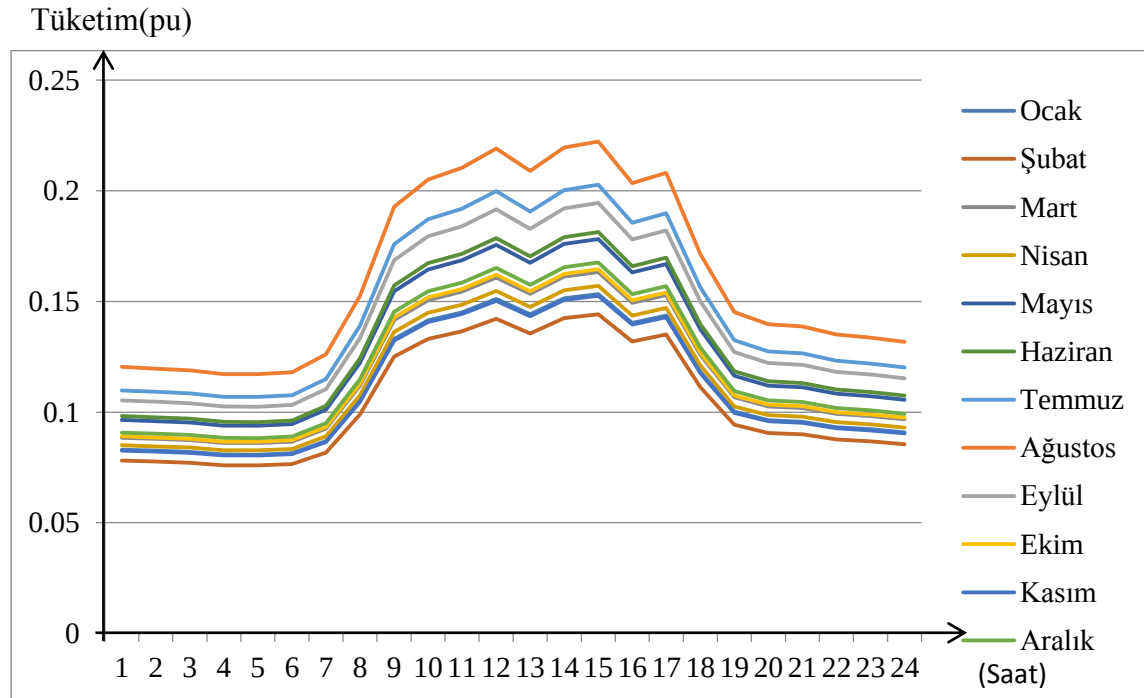
Şekil 4.67 : 2 vardiyalı sanayi günlük kış profili (ölçülen değerler).



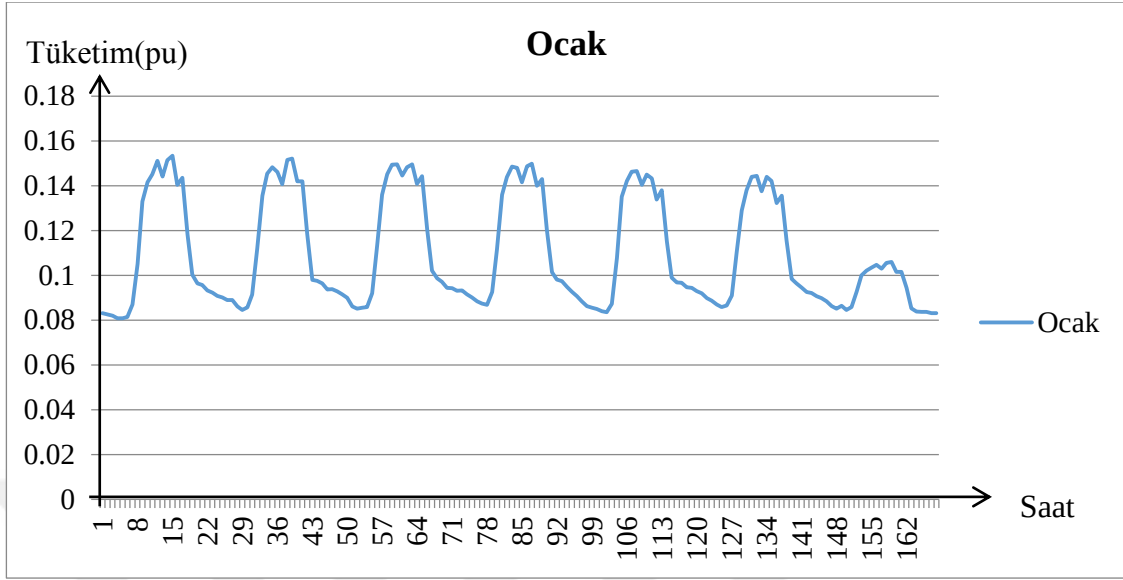
Şekil 4.68 : 2 vardiyalı sanayi 12 aylık profili (ölçülen değerler).

Şekil 4.69 ve Şekil 4.70 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir.

Şekil 4.69 ve 4.70 de gündüz tüketiminin gece tüketimine oranla 2 kat fazla olduğu, ancak gece tüketim değerlerinin de oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

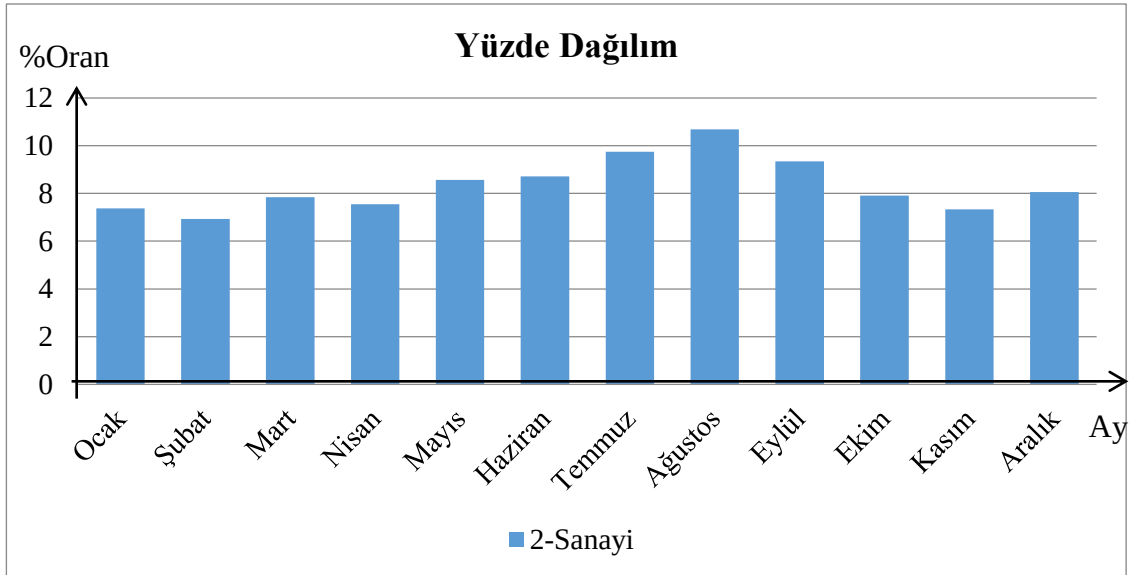


Şekil 4.69 : 2 vardiyalı sanayi 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).



Şekil 4.70 : 2 vardiyalı sanayi - Ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

Şekil 4-71, 2 Vardiyalı Sanayi 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-71 den elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.

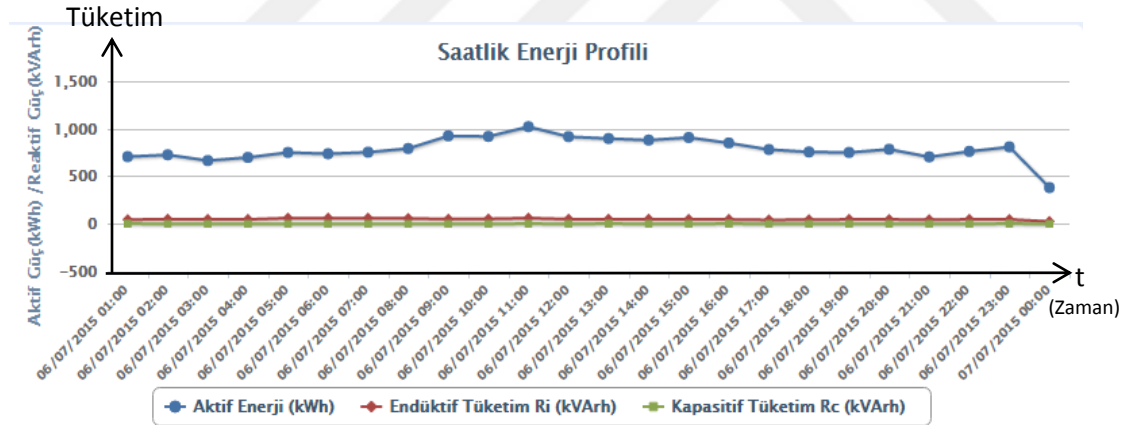


Şekil 4.71 : 2 vardiyalı sanayi yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).

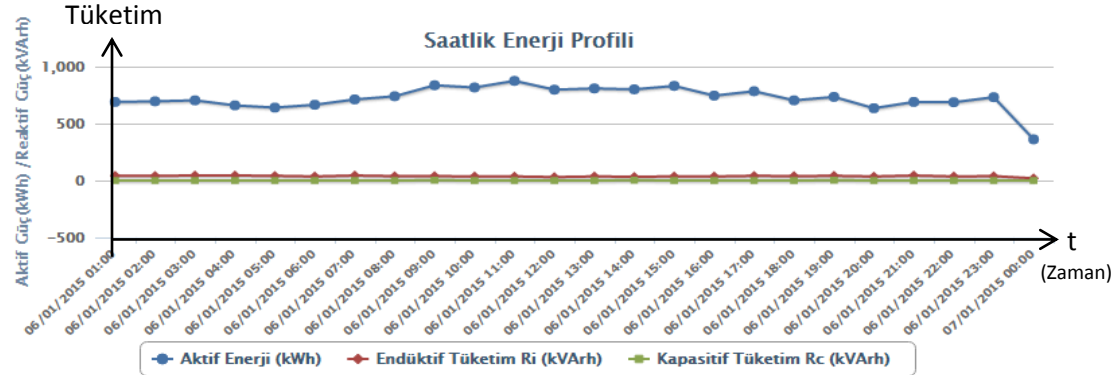
4.2.3.2 C2 – 3 vardiyalı sanayi

Yük profili oluşturma çalışmalarının 4.2.3.2. bölümünde 3 vardiyalı olarak çalışan sanayi abonelerinin profillerinden oluşan C2 kümesi ele alınmıştır. Şekil 4.72 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4.73 günlük kış profilini, Şekil 4.74 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir. Aşağıdaki şekillerde görüldüğü üzere 3 vardiyalı sanayilere ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

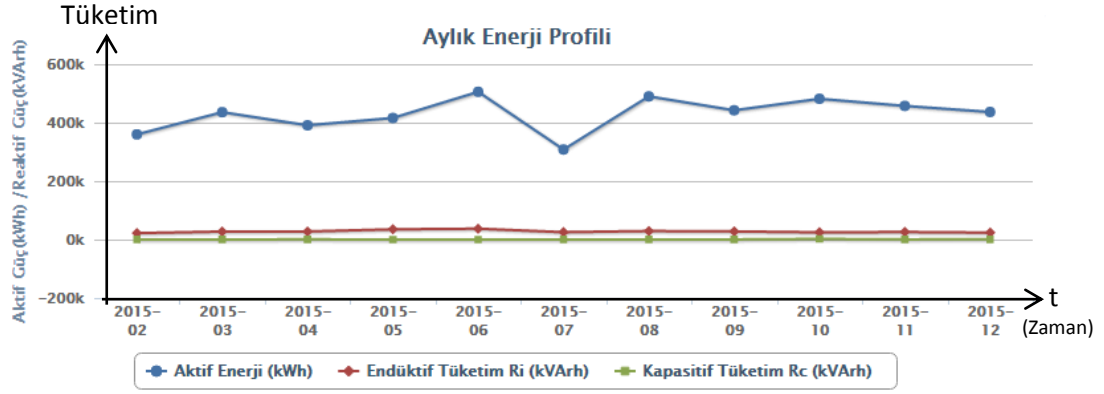
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya tatil günleri) göre değişiklik gösterir.
- ❖ Gündüz ve gece arasında tüketim değeri farkı yoktur.
- ❖ Mevsimsel sıcaklık değerlerine göre yüklenme değerleri yoğun değişiklik göstermez.
- ❖ Reaktif tüketimi düşüktür.
- ❖ Tüketim değerleri yüksektir.



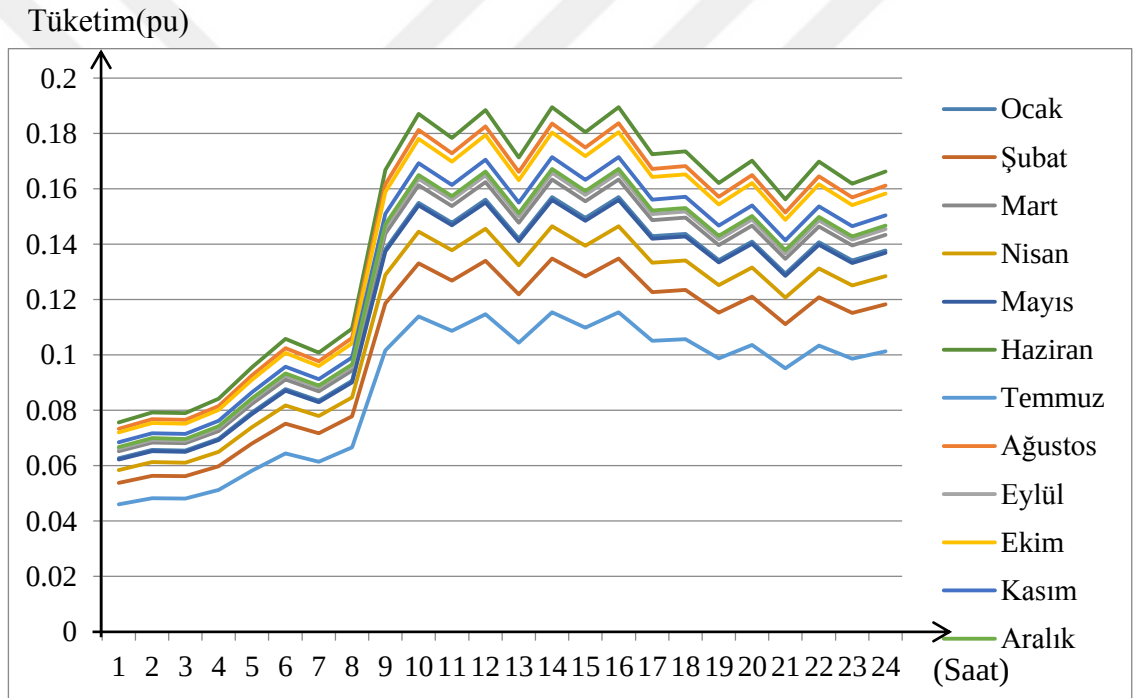
Şekil 4.72 : 3 vardiyalı sanayi günlük yaz profili (ölçülen değerler).



Şekil 4.73 : 3 vardiyalı sanayi günlük kış profili (ölçülen değerler).

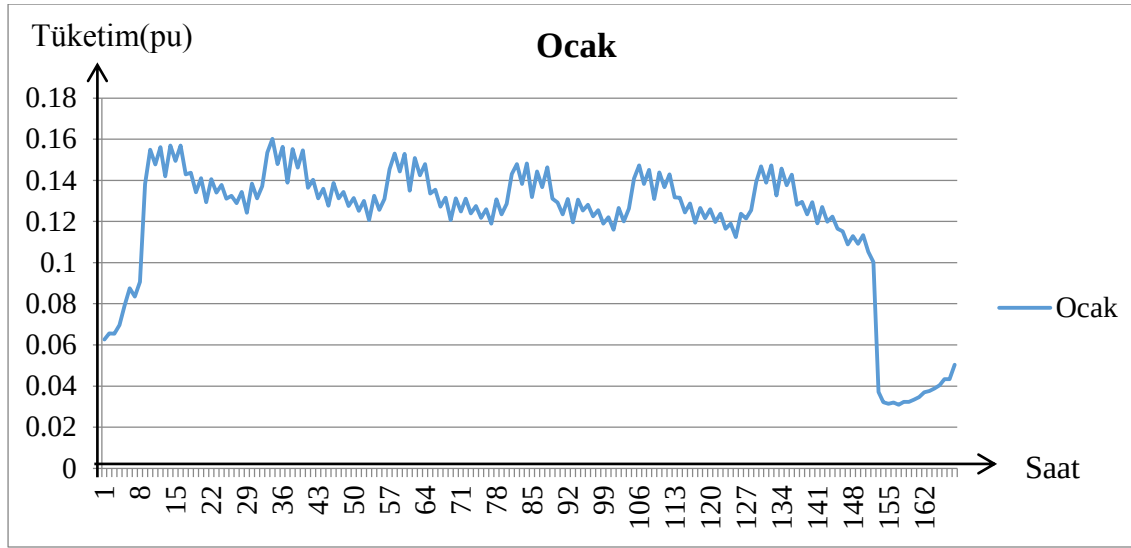


Şekil 4.74 : 3 vardiyalı sanayi 12 aylık profili (ölçülen değerler).

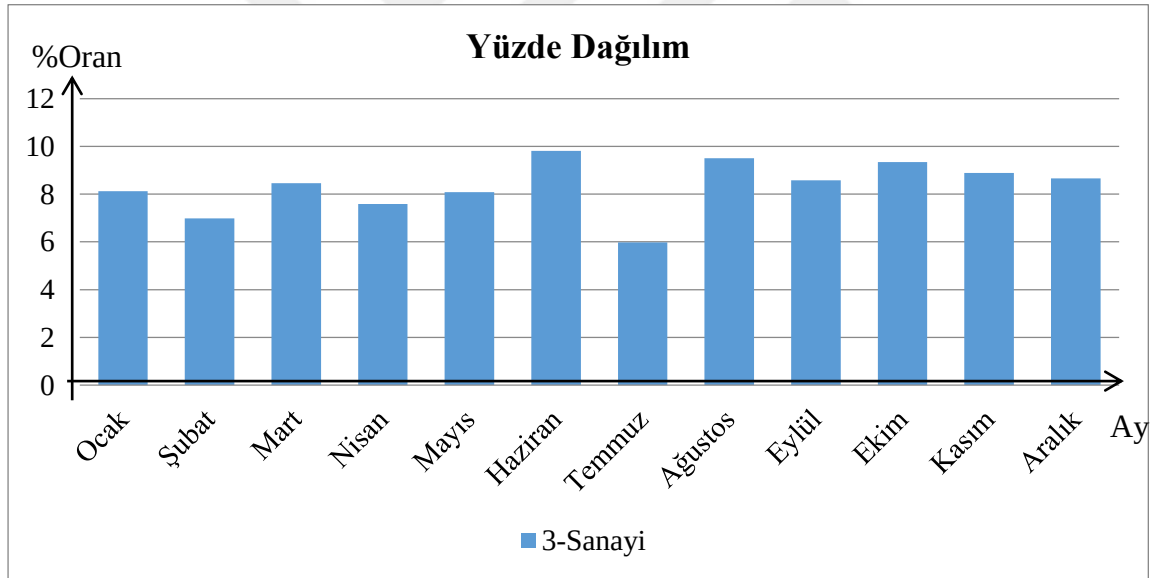


Şekil 4.75 : 3 vardiyalı sanayi 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).

Şekil 4.75 ve Şekil 4.76 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir. Şekil 4.76'da Temmuz ayındaki düşüş göze çarpmaktadır. Bunun nedeni üretim tesislerinin tatil döneminde üretimini tamamen durdurmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.76 : 3 vardiyalı sanayi - ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.



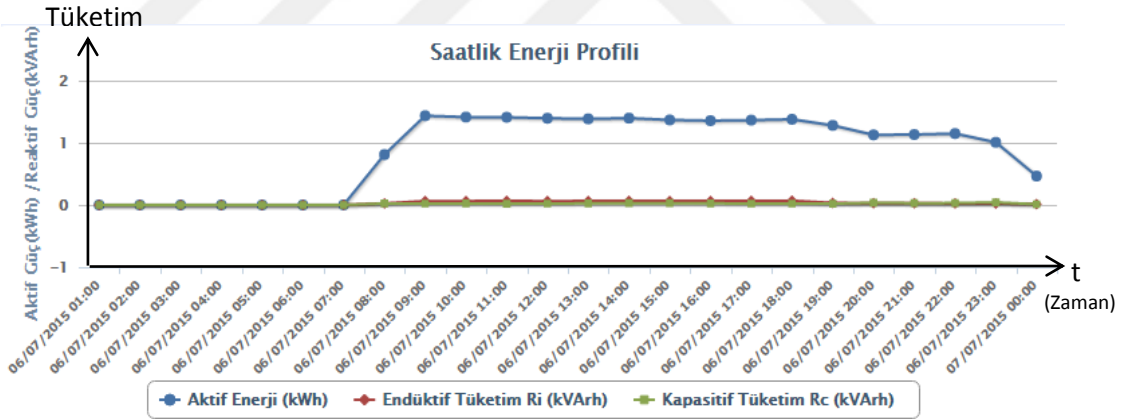
Şekil 4.77: 3 vardiyalı sanayi yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel)

Şekil 4-77, 3 Vardiyalı Sanayi 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-77 den elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.

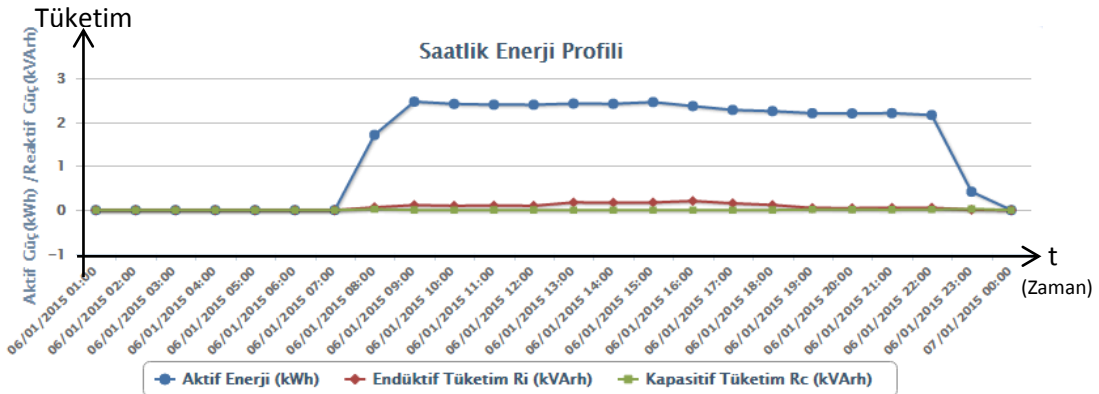
4.2.3.3 C3 – 1 vardiyalı sanayi

Yük profili oluşturma çalışmalarının 4.2.3.3. bölümünde 1 vardiyalı olarak çalışan sanayi abonelerinin profillerinden oluşan C3 kümesi ele alınmıştır. Şekil 4.78 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4.79 günlük kış profilini, Şekil 4.80 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir. Aşağıdaki şekillerde görüldüğü üzere 1 vardiyalı sanayilere ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

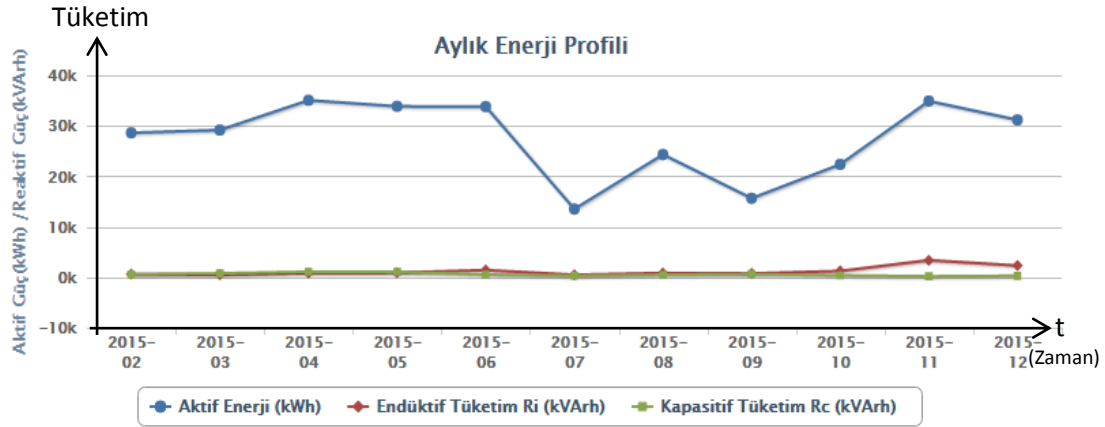
- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya tatil günleri) göre değişiklik gösterir.
- ❖ Gündüz saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir.
- ❖ Mevsimsel sıcaklık değerlerine göre yüklenme değerleri değişiklik gösterir.
- ❖ Reaktif tüketimi düşüktür.
- ❖ Aylık toplam tüketim değerleri kıyaslandığında yazın en yüksek değere sahiptir.
- ❖ Tüketim değerleri yüksektir.



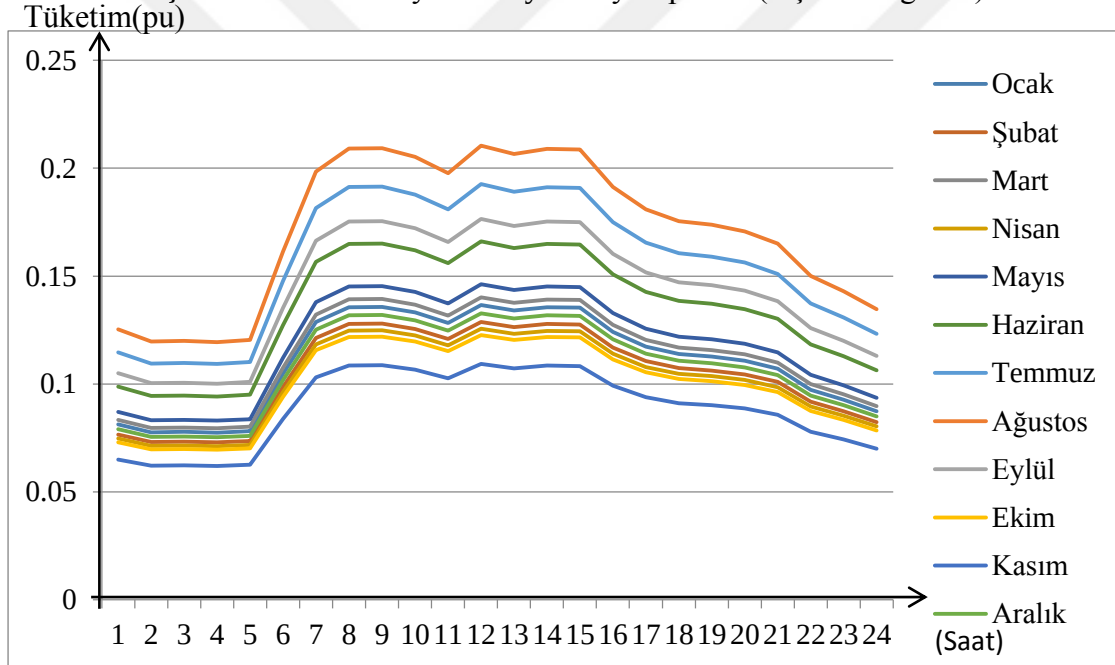
Şekil 4.78 : 1 vardiyalı sanayi günlük yaz profili (ölçülen değerler).



Şekil 4.79 : 1 vardiyalı sanayi günlük kış profili (ölçülen değerler).

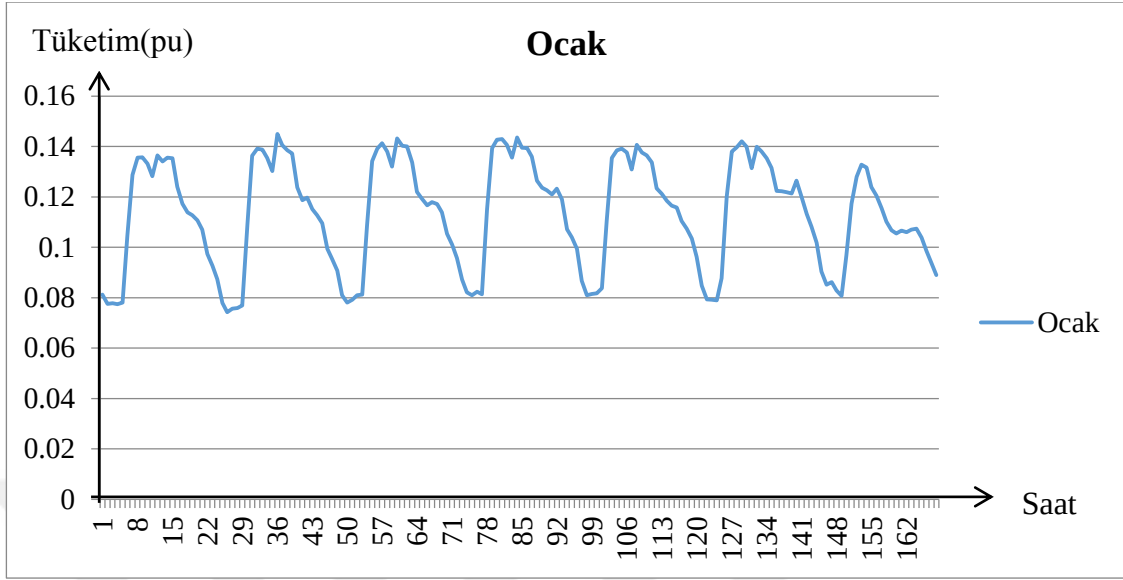


Şekil 4.80 : 1 vardiyalı sanayi 12 aylık profili (ölçülen değerler).

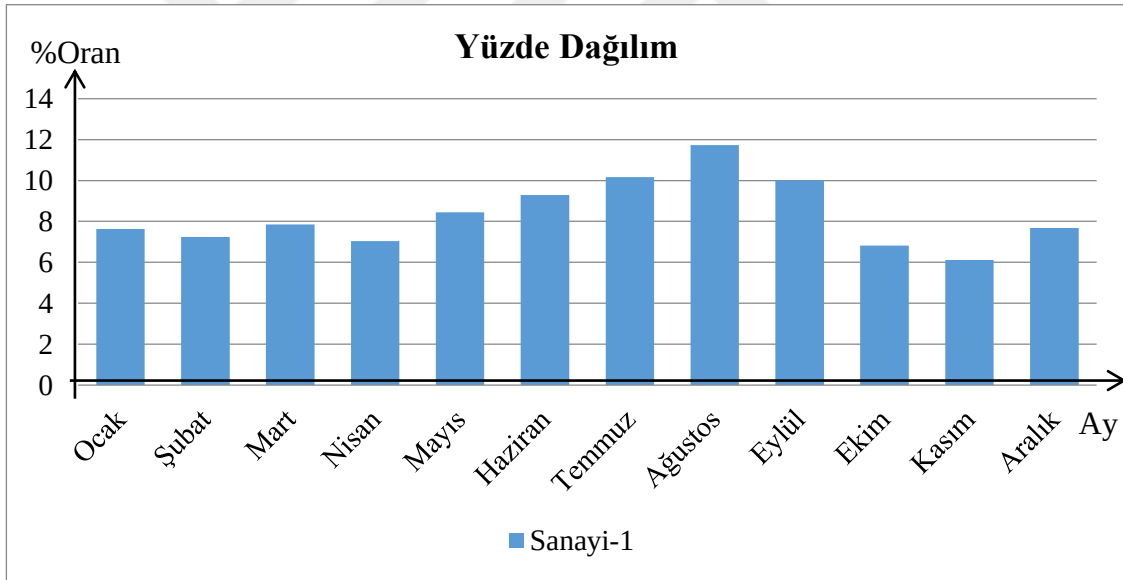


Şekil 4.81 : 1 vardiyalı sanayi 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).

Şekil 4.81 ve Şekil 4.82 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir. Şekil 4.82 1 vardiyalı sanayinin Pazar günleri yarım gün tatil yaptığını göstermektedir. Şekil 4.81 1 vardiyalı sanayi tüketim yoğunluğunun mevsimsel sıcaklık değerlerine göre değiştiğini, en yüksek yoğunluğun ise ağustos ayına ait olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.82 : 1 vardiyalı sanayi - ocak ayına ilişkin haftalık birim yük profili.



Şekil 4.83 : 1 vardiyalı sanayi yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).

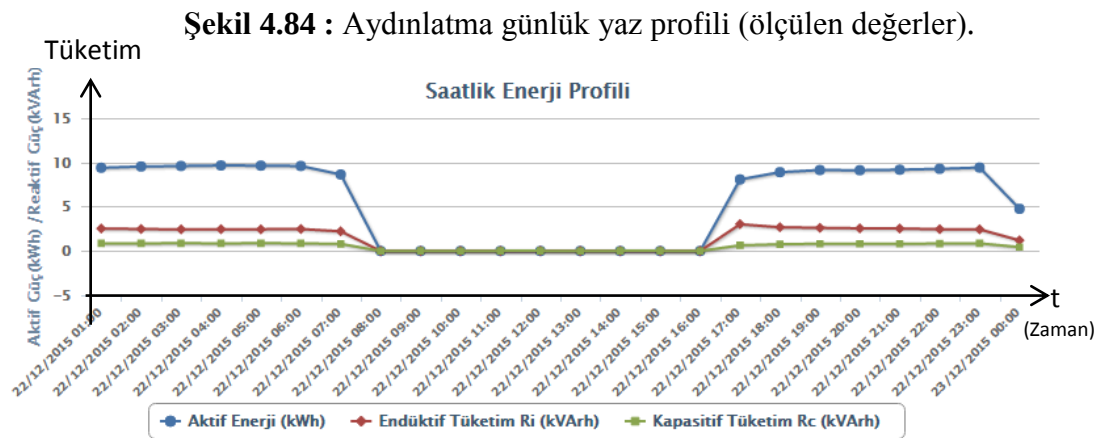
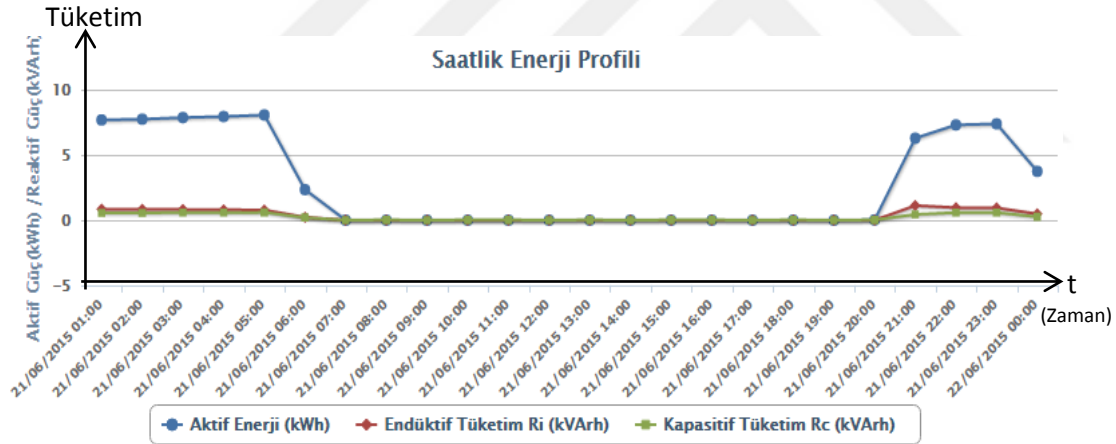
Şekil 4-83, 1 Vardiyalı Sanayi 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-83 den elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.

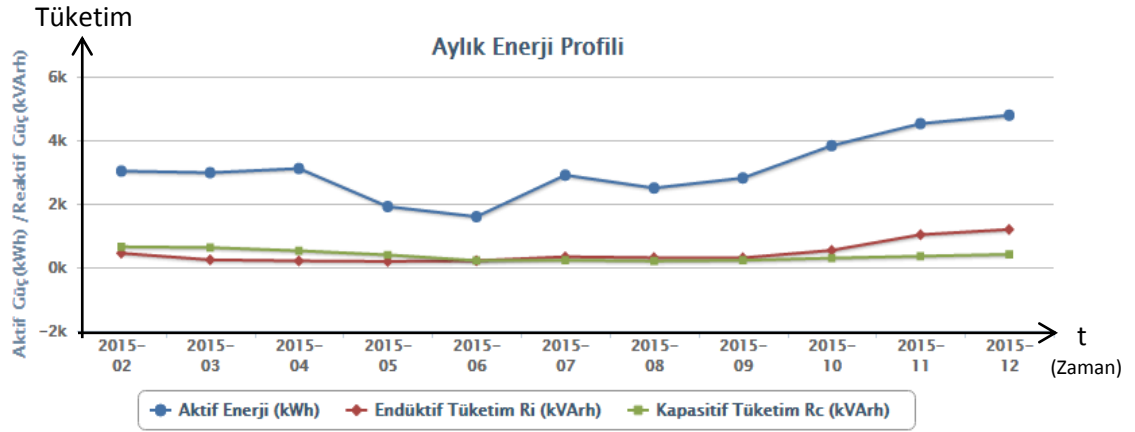
4.2.4D - Aydınlatma

Yük profili oluşturma çalışmalarının 4.2.4. bölümünde aydınlatma abonelerinin profillerinden oluşan D kümesi ele alınmıştır. Şekil 4.84 uzaktan okumalı sayaç yardımıyla elde edilen günlük yaz profilini, Şekil 4.85 günlük kış profilini, Şekil 4.86 ise 12 aylık tüketim verilerini içermektedir.

Yukarıdaki şekillerde görüldüğü üzere aydınlatma abonelerine ilişkin genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- ❖ Günlere (hafta içi/ hafta sonu veya tatil günleri) göre değişiklik göstermez.
- ❖ Gece saatlerinde tepe yüklenme gerçekleşir.
- ❖ Gündüz/gece uzunluklarına göre değişiklik gösterir
- ❖ Reaktif tüketimi yüksektir.
- ❖ Aylık toplam tüketim değerleri kıyaslandığında kışın en yüksek değere sahiptir.

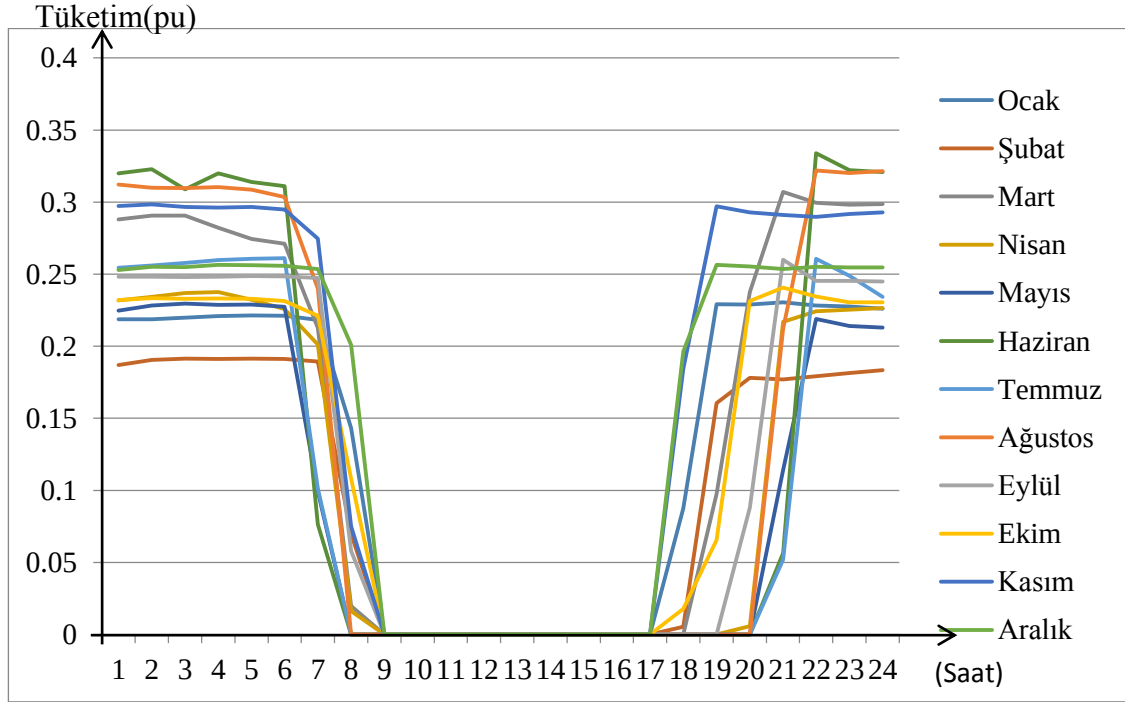




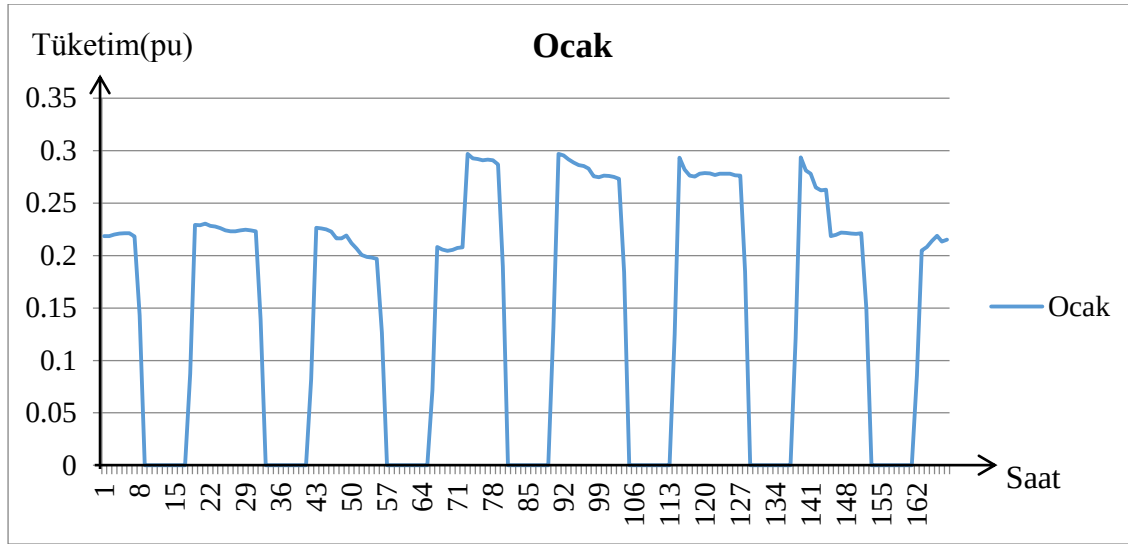
Şekil 4.86 : Aydınlatma 12 aylık profili (ölçülen değerler).

Şekil 4.87 ve Şekil 4.88 ise yukarıdaki yük profillerine dayalı olarak elde edilen birim yük profillerini göstermektedir.

Aydınlatma tüketimi doğrudan gündüz gece süreleriyle alakalıdır(Şekil 4.87). Gündüz saatlerinde tüketim yoktur. Tüm profillerden farklı olarak aydınlatma profilleri tüketim saatlik miktarı(dikey eksen) ile değil aktif olma süresine(yatay eksen) göre değerlendirilmelidir.

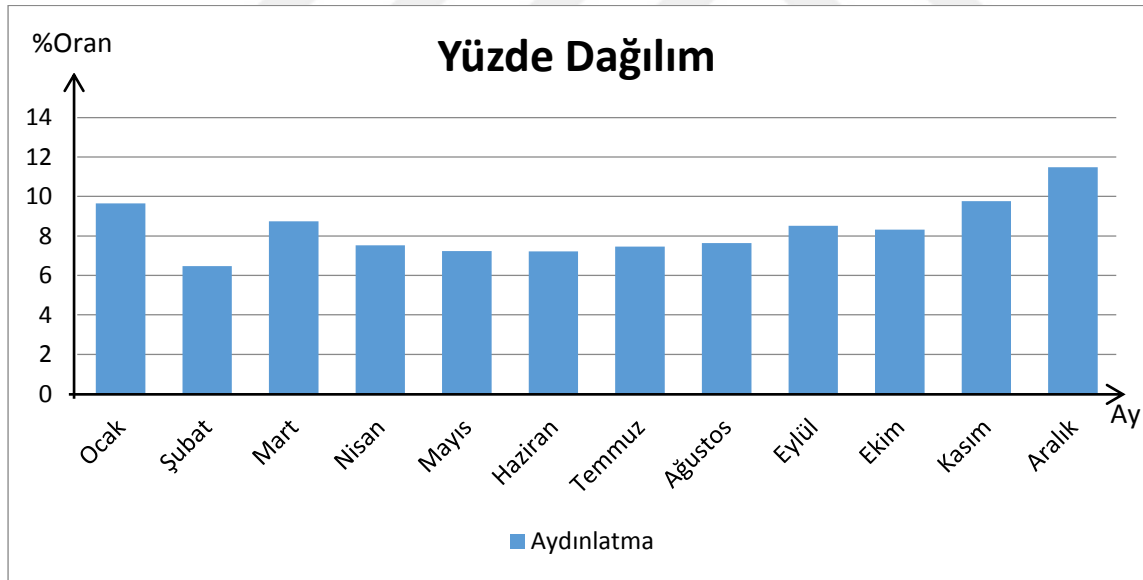


Şekil 4.87 : Aydınlatma 12 aylık birim profiller (ayın ilk pazartesi günü için).



Şekil 4.88 : Aydınlatma - Ocak ayına ilişkin 1 haftalık birim yük profili.

Tüketim yoğunluğunun en fazla olduğu ay en uzun gecenin olduğu aralık ayı, en düşük olduğu ay en uzun gündüzün olduğu haziran ayıdır(Şekil 4.89).



Şekil 4.89 : Aydınlatma yıllık toplam tahmini yüklenme değerinin dağılımı (aylara göre yüzdesel).

Şekil 4-89, Aydınlatma 8760 saatlik birim yük profillerinden elde edilen 1 yıllık toplam enerji tüketim(pu) değerinin yıllara göre yüzdesel dağılımını göstermektedir. Şekil 4-89 dan elde edilen aylara göre yüzdesel dağılım değerleri Bölüm 4.4 te açıklanan birim yük profilleri kullanılarak yük profili bilinmeyen abonelerin yük profillerinin elde edilmesinde kullanılacaktır.

4.3 Abone Alt Grupları Yük Profillerinin Karakteristik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Aşağıdaki çizelgede farklı profillerin yıl içerisindeki tüketim değerlerinin aylara göre yüzdesel dağılımı gösterilmiştir. Çizelgede Otel, Üniversite, Alışveriş Merkezi gibi mevsimsel sıcaklık değerlerinden etkilenen grupların yaz aylarında en fazla yüzde orana sahip olduğu, sanayi, akaryakıt gibi çalışma yoğunluğunun tüketimi belirlediği profillerin yüzdelerinin yıl içerisinde benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bunların yanı sıra aydınlatmanın çalışma yoğunluğunun, gece saatlerinin uzunluğuna bağlı olması ve meskenlerde bireylerin kış aylarında daha çok vakit geçirmelerine(ısınma, aydınlatma vb.) bağlı olması kış aylarında yüzde oran olarak daha yüksek değerlerin gözlenmesine neden olmaktadır.

Çizelge 4.2 : Farklı tüketici gruplarının tüketim değerlerinin aylara göre yüzdesel dağılımı.

*	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Otel	8	7	8	7	8	9	11	12	10	7	6	7	100
Üniversite	7	7	8	7	8	9	10	11	8	8	7	9	100
Aydınlatma	10	6	9	8	7	7	7	8	9	8	10	11	100
Mesken	11	9	10	9	7	7	6	7	7	8	9	10	100
Su Arıtma	9	6	5	8	8	8	9	9	8	8	10	11	100
Plaza&İş merkezi	6	6	6	7	8	10	11	12	10	8	8	7	100
Market	8	7	8	7	8	9	11	11	10	7	6	7	100
Banka	9	8	8	7	7	9	10	10	9	8	7	8	100
Alışveriş Merkezi	8	7	7	7	8	9	10	11	9	8	8	8	100
Hastane	7	7	7	7	8	9	10	11	9	8	8	8	100
Akaryakıt	10	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	9	100
1-Sanayi	8	7	8	7	8	9	11	12	10	7	6	7	100
2-Sanayi	7	7	8	8	9	9	10	11	9	8	7	8	100
3-Sanayi	8	7	8	8	8	10	6	10	9	9	9	9	100

Profiller arasındaki değişkenlikler oldukça yüksektir. Yük profilleri temel ortak özelliklerine göre benzerlik gösteren 5 farklı grupta incelenebilir. Bu çalışmada profiller çalışma saatlerine göre farklı gruplara ayrılarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılması yapılan profillerin incelendiği grupları ve hangi profillerin karşılaştırıldığını gösteren matris aşağıdaki gibidir:

Çizelge 4.3 : Yük profilleri karşılaştırma matrisi.

	Arıtma Tesisi	Üniversite	Aydınlatma	Alışveriş Merkezi	Hastane	Market	Otel	Banka	Akaryakıt İstasyonu	Plaza&İş Merkezi	Mesken	Sanayi-1	Sanayi-2
Üniversite	5												
Aydınlatma	5												
Alışveriş Merkezi	5	2	5										
Hastane	5		5										
Market	5	2	5	2									
Otel	5		5		1								
Banka	5		5										
Akaryakıt İstasyonu	5		5		1		1						
Plaza&İş Merkezi	5		5					3					
Mesken	5		5		1		1						
Sanayi-1	5		5					3	3	3			
Sanayi-2	5		5		1		1				1	4	
Sanayi-3	5		5		1		1				1	4	4

Çizelge 4.4 : Yük grupları ve karşılaştırılan profiller.

Grup No	Grup Adı	Karşılaştırılan Profiller
1	24 Saat çalışan işletmeler arasındaki profil farkları	Hastane, otel, akaryakıt istasyonu, mesken
2	Yaklaşık 12 saat çalışan işletmeler arasındaki profil farkları	Üniversite, alışveriş merkezi, market
3	Yaklaşık 8 saat çalışan işletmeler arasındaki profil farkları	Banka, plaza ve iş merkezi
4	Sanayi kolları arasındaki profil farkları	1,2 ve 3 vardiyalı sanayi
5	Diğer	Aydınlatma, arıtma tesisi

4.3.1Grup 1: 24 saat çalışan işletmeler

4.3.1.1 Otel – hastane

İki ticarethane hem yaz hem de kış tüketim eğrileri göz önüne alındığında oldukça benzer profil çizmektedirler. Ancak bu iki profilin ayrı değerlendirmesindeki önemli etkenler gözden kaçırılmamalıdır. 05:00-09:00 arasında oteller, tüketimde yüksek bir

artış eğrisi göstermektedir. Hastane saat 07:00'dan sonra tüketimini artırmaya başlasa da 05:00'dan itibaren otelde görülen artıştan daha düşük bir eğime sahiptir. Otellerin tepe yüklenme değeri ile minimum yüklenme değeri arasındaki oransal fark hastanedekine kıyasla daha yüksek olarak göze çarpmaktadır.

4.3.1.2 Akaryakıt istasyonu – hastane

24 saat açık kalan bu iki ticarethane profil olarak farklı eğriler çizmektedirler. Akaryakıt istasyonunun tepe yüklenme değerleri akşam saatlerinde iken, hastanede gündüz saatlerinde görülmektedir. Buna ek olarak akaryakıt istasyonları gerek gündüz gerekse gece saatlerinde oldukça dalgalı bir profil çizmektedir. Bunun sebebi olarak akaryakıt alım saatlerinin gün içerisindeki trafik yoğunluğu ve araç kullanım zamanlarıyla örtüşmesi düşünülebilir. Hastane ise mesai saatlerinde ziyaretçi sayısı artan bir ticarethanedir. Hastaneler sabah saatlerinde gösterdiği tüketim artış eğrisini gün ortasında tepe yüklenme değerine oturtarak nominal ve oldukça stabil bir profil çizmektedir. Ayrıca saat 05:00 veya 06:00 saatlerinden sonra akaryakıt istasyonunun düşen tüketiminin aksine hastanede tüketim artışı görülmektedir.

4.3.1.3 Akaryakıt istasyonu – otel

24 saat açık kalan bu iki ticarethane profil olarak farklı eğriler çizmektedirler. Akaryakıt istasyonunun tepe yüklenme değeri akşam saatlerinde iken, otelde gündüz saatlerinde görülmektedir. Ayrıca akaryakıt istasyonları gerek gündüz gerekse gece saatlerinde oldukça dalgalı bir profil çizmektedir. Buna sebep olarak akaryakıt alım saatlerinin gün içerisindeki trafik yoğunluğu ve araç kullanım zamanlarıyla örtüşmesi düşünülebilir. Otel ise mesai saatlerinde tüketimi artan bir ticarethanedir. Otellerin sabah saatlerinde gösterdiği tüketim artış eğrisini gün ortasında tepe yüklenme değerine oturtarak nominal ve oldukça stabil bir profil çizmektedir. Ayrıca saat 05:00 veya 06:00 saatlerinden sonra akaryakıt istasyonunun düşen tüketiminin aksine otelde tüketim artışı görülmektedir.

4.3.1.4 Mesken – hastane

Mesken düşünüldüğünde yaz aylarında gece tüketim düşüşü gözlenmektedir. Aynı saatlerde hastanede ise oldukça stabil bir tüketim bulunmaktadır. Bu iki profil arasındaki en büyük fark saat 17:00'dan sonra gözlenmektedir. Mesken içerisinde aktif olan nüfus

sayısı arttığında eğri artış özelliğini yansıtırken, hastanede bu durum tam tersinedir. Tepe yüklenme değeri meskenlerde 17:00'dan sonra gözlenirken, hastanelerde öğle saatlerinde göze çarpmaktadır.

4.3.1.5 Mesken – otel

Mesken profilinde yaz aylarında gece tüketim düşüşü gözlenmektedir. Otel profilinde ise aynı saatlerde oldukça stabil bir tüketim bulunmaktadır. Bu iki profil arasındaki en büyük fark saat 17:00'dan sonra gözlenmektedir. Mesken içerisinde aktif olan nüfus sayısı arttığında eğri artış özelliği yansıtırken, otelde eğri düşüş yönünde hareket göstermektedir (kış aylarında bu durum saat 18:00'dan sonra gözlenmektedir). Meskenler 17:00'dan sonra tepe yüklenme değerine ulaşırken, oteller öğle saatlerinde ulaşmaktadır.

4.3.1.6 Mesken – akaryakıt istasyonu

Meskenler, otel ve hastanelerden yukarıda belirtilen sebeplerden ötürü farklı bir profil çizmektedir. Akaryakıt istasyonunun genel profilinin çok dalgalı bir eğri şeklinde olması dahi farklı profil gerekliliğini öne çıkarmaktadır. Ayrıca 05:00-07:00 arası düşüş eğilimi gösteren akaryakıt istasyonu tüketim profili aynı saat dilimleri içerisinde meskende yükseliş eğilimi göstermektedir. Benzer bir zıt bir eğilim saat 17:00-21:00 saatleri arasında da gözlenmektedir. Tepe yüklenme değerleri kıyaslandığında kış aylarında benzer saat dilimlerinde görülen profil, yaz aylarında farklılık göstermektedir.

4.3.1.7 2 Vardiyalı sanayi – hastane

Benzer açık kalma saatlerine sahip bu işletmeler, sanayi ve ticarethane ayrımının yanı sıra farklı profil özellikleri de göstermektedirler. Genel karakteristik görünümü olarak iki eğri benzese de reaktif tüketim yapan hastaneler sadece bu özelliği düşünülerek, profil olarak ayırım göstermelidir.

4.3.1.8 2 vardiyalı sanayi – otel

Benzer açık kalma saatlerine sahip bu işletmeler, sanayi ve ticarethane ayrımının yanı sıra farklı profil özellikleri de göstermektedirler. Yaz aylarında benzer profil gösteren bu iki işletme minimum ve maksimum yüklenme değerleri arasında orantısal olarak

benzerliği yansıtmaktadır. Oteller, kış ayları içerisinde gündüz tüketiminin gece tüketimine oranında aynı değeri gösterirken, iki vardiyalı üretim yapan işletme yaz ayına kıyasla gündüz ve gece yakın tüketim oranlarına ulaşmaktadır (Gündüz kullanımının gece kullanımına oranı azalmaktadır).

4.3.1.9 2 Vardiyalı sanayi – akaryakıt istasyonu

Benzer açık kalma saatlerine sahip bu işletmeler, sanayi ve ticarethane ayrımının yanı sıra farklı profil özellikleri de göstermektedirler. Akaryakıt istasyonunun tepe yüklenme değerleri akşam saatlerinde iken, üretim tesisinde gündüz saatlerinde görölmektedir. Buna ek olarak akaryakıt istasyonları gerek gündüz gerekse gece saatlerinde oldukça dalgalı bir profil çizmektedir. Bunun sebebi olarak akaryakıt alım saatlerinin gün içerisindeki trafik yoğunluğu ve araç kullanım zamanlarıyla örtüşmesi düşünülebilir. Üretim tesisi sabah saatlerinde gösterdiği tüketim artış eğrisini gün ortasında tepe yüklenme değerine oturtarak nominal ve oldukça stabil bir profil çizmektedir. Ayrıca saat 05:00 veya 06:00 saatlerinden sonra akaryakıt istasyonunun düşen tüketiminin aksine üretim tesisinde tüketim artışı görölmektedir.

4.3.1.10 3 vardiyalı sanayi – hastane – otel – akaryakıt istasyonu

Benzer açık kalma saatlerine sahip bu işletmeler, sanayi ve ticarethane ayrımının yanı sıra farklı profil özellikleri de göstermektedirler. Gece ve gündüz tüketiminde stabil bir görüntü sergileyen 3 vardiyalı üretim tesisinin profili, hastane, okul ve akaryakıt istasyonuna benzememektedir.

4.3.2 Grup 2: 12 saat çalışan işletmeler

4.3.2.1 Üniversite – alışveriş merkezi

Yaz aylarında üniversite 08:00 ve 09:00 saatleri arasında yüksek eğimli bir aktif enerji tüketimi artışı göstermekte ve daha sonra gün içerisindeki nominal tüketim değerine ulaşmaktadır. Aynı saatler içerisinde Alışveriş Merkezi düşük bir eğimle nominal tüketim değerine doğru bir artış eğrisi çizmektedir.

Kış aylarında ise üniversite neredeyse gün ve gece boyunca aynı nominal tüketim değerini izlemekte, sadece gündüz tüketimi, gece tüketimini ısıtma sistemlerinin

etkisiyle geride bırakmaktadır. Alışveriş Merkezi ise yaz aylarındaki tüketim eğrisinin benzerini göstermekte fakat kış aylarında etkin olan ısıtma sistemlerinin giderlerinin, yaz aylarındaki iklimlendirme cihazlarının giderlerine göre daha düşük kalmasıyla genel tüketim düşmektedir.

4.3.2.2 Market – üniversite

Yaz aylarında markette 07:00-08:00, üniversitede 08:00-09:00 saatlerinde personel katılımı ile yüksek eğimli bir aktif güç tüketimi artışı görülmektedir. Farklı saatlerde de olsa bu benzer bir profili simgelemektedir. Yaz aylarında market, üniversiteye göre daha uzun süre açık kalmaktadır. Üniversitelerde saat 17:00-18:00 saatleri arasında yüksek eğimli bir aktif güç tüketimi değişimi gözlenmektedir.

Kış aylarında ise iki ticarethane benzer açık kalma saatlerine sahiptir. Özellikle 12 saatlik ana mesai dilimleri (10:00-22:00 arası) göz önüne alındığında tüketim profilleri nominal değerlerine oturmuş ve stabil bir eğri göstermektedir. Ancak kış aylarında marketlerin bozulabilecek gıdalar için aktif tuttuğu dolaplar ile üniversitenin gece aktif güç tüketimi kıyaslandığında, üniversitenin gündüz tüketim profiline benzer yakınlıkta bir nominal değere yakınsadığı görülmektedir.

4.3.2.3 Market – alışveriş merkezi

Bu iki ticarethane benzer açık kalma saatlerine sahiptir. Kış aylarında ve yaz aylarında market, 07:00-08:00 arasında yüksek eğimli bir tüketim artışı gösterse de genel profil benzerliği iki ticarethanenin modellenmesinde benzer bir yaklaşımın kullanılabileceğini gösteriyor. Ancak profil modellemesi, hem 07:00-08:00 saatleri düşünüldüğünde hem de tepe yüklenme değerleri göz önüne alındığında iki ticarethane için ayrılmalıdır.

4.3.3Grup 3: 8 saat çalışan işletmeler

4.3.3.1 Plaza ve iş merkezi – banka

Benzer mesai saatlerine sahip bu iki ticarethanede tüketim profilleri farklıdır. Plazalarda saat 05:00-10:00 arası yükselen bir tüketim eğrisi görülür. Daha sonra tepe yüklenme değerine oturan tüketim görüntüsü saat 17:00'dan sonra sabah gösterdiği artış eğrisine benzer bir düşüş eğrisi ile minimum yüklenme değerine oturmaktadır. Bankada ise

07:00-09:00 arası plazaya oranla çok da yüksek bir eğimle tüketim artışı görülmekte ve sonrasında tepe yüklenme değerini 09:00'da gördükten sonra nominal yüklenme değerine oturmaktadır. Öğle arası molası esnasında tüketimde bir düşüş gözlenirse de mola sonrasında tekrar nominal değerine oturan bankanın tüketim eğrisi sabahki yüksek eğimli artışına kıyasla daha düşük bir eğimle minimum yüklenme değerine oturmaktadır. Ayrıca plazada gözlenen reaktif güç tüketimi bankada gözükmemektedir.

4.3.3.2 1 vardiyalı sanayi – banka

Benzer açık kalma saatlerine sahip bu işletmeler, sanayi ve ticarethane ayrımının yanı sıra farklı profil özellikleri de göstermektedirler. Bankalar, kullanımda kalan cihazlar ve aydınlatmaların etkisiyle gece küçük de olsa bir tüketim yaparken, üretim tesisi tüketim yapmamaktadır. 07:00-09:00 arasındaki tüketim artış eğrisi iki profil için de neredeyse aynı eğime sahiptir. Ancak gün içinde oldukça stabil tüketime sahip üretim tesisine kıyasla banka öğle molası başında ve sonunda düşüş ve artış eğilimlerini üst üste sergilemektedir.

4.3.3.3 1 vardiyalı sanayi – plaza ve iş merkezi

Benzer açık kalma saatlerine sahip bu işletmeler, sanayi ve ticarethane ayrımının yanı sıra farklı profil özellikleri de göstermektedirler. Plazalar, kullanımda kalan cihazlar ve aydınlatmaların etkisiyle gece küçük de olsa bir tüketim yaparken, üretim tesisi tüketim yapmamaktadır. 07:00-09:00 arasındaki tüketim artış eğrisi üretim tesisi için yüksek eğimli bir görünüme sahipken, plazadaki tüketim artışı çok daha yumuşak bir eğimle tepe yüklenme değerine ulaşmaktadır. Gün içinde iki işletme de oldukça stabil bir profil sergilemektedir. Kapanış saatlerinin farklılığını ihmal etsek dahi üretim tesisinde enerji tüketimi vardiyanın bitimi ile bir anda minimum yüklenme değerine hızlı bir düşüş gösterse de, plazalar için bu düşüş eğrisi oldukça yumuşaktır. Gün içerisinde iki profil de oldukça stabil bir görünüme sahip olsalar da üniversiteler yaz aylarında saat 18:00'dan sonra personel sayısının mevsimsel nedenlerden dolayı azlığı ile profil görünümü olarak üretim tesisinin eğrisi ile örtüşen görünümünden düşüş eğilimine geçmektedir. Tüm bu nedenler profillerin ayrı irdelenmesini esas kılmaktadır.

4.3.4Grup 4: sanayi kolları

4.3.4.1 2 vardiyalı sanayi – 3 vardiyalı sanayi

Bu iki üretim tesisi arasındaki profil farkı 00:00-08:00 saatleri arasındaki kullanımla geri kalan saatlerdeki kullanım arasındaki oran farkından kaynaklanmaktadır. Üç vardiya düzeninde üretim yapan tesisler günü her saati stabil bir profil çizerken, 2 vardiya düzeninde gece-gündüz üretim yapan tesisler gece kullanımı ve gündüz kullanımı arasında 2 kata varan tüketim farkı göstermektedir.

4.3.4.2 1 vardiyalı sanayi – 3 vardiyalı sanayi

Bu iki üretim tesisi arasındaki profil farkı gece saatlerinden kaynaklanmaktadır. Gece üretim yapmayan küçük ölçekli tesis için sadece bu fark, profil ayrımı için yeterlidir.

4.3.4.3 1 vardiyalı sanayi – 2 vardiyalı sanayi

Bu iki üretim tesisi arasındaki profil farkı gece saatlerinden kaynaklanmaktadır. Gece üretim yapmayan küçük ölçekli tesis için sadece bu fark, profil ayrımı için yeterlidir.

4.3.5Grup 5: diğer

Aydınlatma ve Arıtma Tesisi profil olarak hiçbir profil ile benzerlik göstermemektedir. Bu nedenle bu iki grup ayrı olarak incelenir. Aydınlatma profili yüksek reaktif tüketim içermektedir. Tepe yüklenme değerine gece saatlerinde ulaşır. Kış aylarında daha uzun süre tepe yüklenme değerinde kalır. Arıtma tesisi ise gece gündüz farkından veya mevsimsel sıcaklıklardan etkilenmez. Günün her saati ve yılın her günü aynı profil değerine sahiptir. Profilin sahip olduğu değişiklik sadece tesisin çalışma durumuna bağlıdır.

4.4 Birim Yük Profilleri Kullanılarak Bilinmeyen Yük Profillerinin Oluşturulması

4.4.1Hesaplama aracı

Bu bölümde Bölüm 4.2 de elde edilen birim yük profilleri kullanılarak uzaktan okuma sistemi olmayan noktaların yük profillerinin oluşturulması ele alınacaktır. Bilinmeyen yük profillerinin oluşturulması için gerekli veriler: abone sayısı, abonelerin bulunduğu

alt grup, ortalama bir fatura tüketim değeri ve faturanın alındığı ay bilgileridir. Girilen fatura tüketim değeri o ayın yıla oranla yüzdesine göre ölçeklendirilerek yıllık toplam tahmini tüketim değeri bulunmaktadır. Ölçeklendirilmiş tahmini yıllık tüketim değeri ve adet bilgisi kullanılarak bir ÇARPAN parametresi oluşturulmaktadır. Bu parametre ile çalışma kapsamında oluşturulan birim profiller ölçeklendirilerek o alt grubun profili bulunmaktadır. Transformatör bölgesinde oluşan profil, o bölgede bulunan alt grupların profillerinin toplamına eşittir. Bu yöntem Bölüm 4-1 de açıklaması yapılan algorithmada daha detaylı bir biçimde açıklanmıştır

HESAPLAYICI				
Tip	Müşteri Sayısı	Fatura Ay	Tüketim	ÇARPAN
Otel		Fatura Seçiniz	0	0
Üniversite		Fatura Seçiniz	0	0
Aydınlatma		Fatura Seçiniz	0	0
Mesken	✓ 100	Mart	150	152678.2
Su Arıtma		Fatura Seçiniz	0	0
Plaza ve İş merkezi		Fatura Seçiniz	0	0
Market		Fatura Seçiniz	0	0
Banka		Fatura Seçiniz	0	0
Alışveriş Merkezi		Fatura Seçiniz	0	0
Hastane		Fatura Seçiniz	0	0
Akaryakıt		Fatura Seçiniz	0	0
1-Sanayi		Fatura Seçiniz	0	0
2-Sanayi		Fatura Seçiniz	0	0
3-Sanayi		Fatura Seçiniz	0	0

Şekil 4.90 : Yük profili hesaplama aracı.

Çalışma kapsamında oluşturulan birim yük profilleri ve fatura değerleri kullanılarak bilinmeyen bir noktadaki yük profilinin tahmin edilmesini kolaylaştırmak için bir hesaplama aracı geliştirilmiştir. Tahmini yük profili elde edilmesi istenen noktada hangi abone alt grubundan kaç adet abone olduğu ve bu abone alt gruplarına ilişkin birer fatura bilgisi Şekil 4-90 da görülen hesaplama aracı yardımıyla hesaplanabilmektedir.

Hesaplama aracı kullanılarak yalnızca transformatör bölgesi değil, herhangi bir abonenin, bir abone grubunda bulunan birden fazla abonenin veya bir deparın yük profili de hesaplanabilir.

4.4.2 Tahmini yük profili hesaplaması örneği

Bu çalışmanın 5.Bölümünde örnek bir dağıtım şebekesi transformatör bölgesi için yük profilleri kullanılarak bilgisayar simülasyonu aracılığıyla yük akışı çalışması gerçekleştirilecektir. Çalışma yapılacak olan bölgeye ilişkin detaylar Bölüm 5.1 de, yük akışı analizi sonuçları Bölüm 5.2 de mevcuttur.

5. Bölümde yapılan çalışmada kullanılan tahmini yük profilleri Bölüm 4.4 te detayları açıklanan hesaplama aracı kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan transformatör bölgesi bilgilerine ilişkin olarak bir kofranın profilinin hesaplanması iş adımları aşağıdaki gibidir.

Adım 1: Örnek Kofra Bilgileri

Tahmini yük profili hesaplanacak kofra, 5.Bölümde yapılacak olan çalışmada kullanılan DEPAR 1.1.1 isimli kofradır. Bu kofraya ilişkin olarak bağlı bulunan abonelerin abone alt grubu bilgisi, bu abone alt gruplarında bulunan abonelerin adet bilgileri, bu abonelerin fatura bilgilerine ilişkin tüketim ve ay bilgileri Çizelge 4.5’te ki gibidir:

Çizelge 4.5 : Örnek kofra bilgileri.

Kofrada Bulunan Abonelerin Alt Grupları	Alt Grubuna Göre Abone Adet Bilgisi	Fatura Tüketim Değeri (kWh)	Fatura Ay Bilgisi
Plaza İş Merkezi	2	400	Kasım
Sanayi-1	1	150	Haziran
Sanayi-2	1	90000	Eylül

Adım 2: Örnek Kofraya İlişkin Kullanılan Abone Alt Grubuna Göre Birim Yük Profilleri

Bölüm 5’te şekil olarak karşılaştırması yapılacak olan yük profilleri 8 Aralık 2015 tarihi verilerine ilişkindir. Bu nedenle bu örnekte kullanılan kofrada bulunan abone alt gruplarının 8 Aralık 2015 tarihindeki birim profil değerleri(k) aşağıdaki gibidir.

Çizelge 4.6 : 8 Aralık 2015 tarihi için k değerleri.

Saat	K Değeri		
	Plaza İş Merkezi	Sanayi-1	Sanayi-2
0	0.075984806	0.066839762	0.066271878
1	0.074153846	0.064502707	0.068640125
2	0.073238367	0.066372351	0.06999341
3	0.073238367	0.068709406	0.063226988
4	0.075984806	0.071981282	0.062888667

5	0.077815765	0.093482185	0.066271878
6	0.08788604	0.117787553	0.068640125
7	0.10985755	0.12152684	0.124352528
8	0.126336183	0.119657197	0.151756536
9	0.139152897	0.119657197	0.152771499
10	0.146476734	0.129940237	0.155139747
11	0.151054132	0.129940237	0.149726609
12	0.15380057	0.119189786	0.134124784
13	0.151969611	0.117787553	0.154124784
14	0.152885091	0.100493349	0.153448141
15	0.151969611	0.094884418	0.150064931
16	0.15380057	0.107504512	0.148035004
17	0.150138652	0.105634869	0.124690849
18	0.140068376	0.103765225	0.105406547
19	0.123589744	0.10142817	0.100670052
20	0.104364673	0.095351828	0.06999341
21	0.089716999	0.078992446	0.068301804
22	0.085139601	0.081329501	0.069316767
23	0.079646724	0.079927268	0.069316767

Adım 3: Hesaplama Aracı Kullanılarak Elde Edilen Çarpan Değerleri

Adım 1 de verilen verilere ilişkin hesaplama aracı yardımıyla elde edilen ÇARPAN değerlerini Şekil 4.91’de görebiliriz.

HESAPLAYICI				
Tip	Müşteri Sayısı	Fatura Ay	Tüketim(kWh)	ÇARPAN
Otel		Fatura Seçiniz		0
Üniversite		Fatura Seçiniz		0
Aydınlatma		Fatura Seçiniz		0
Mesken		Fatura Seçiniz		0
Su Arıtma		Fatura Seçiniz		0
Plaza ve İş merkezi	2	Kasım	400	10.29778
Market		Fatura Seçiniz		0
Banka		Fatura Seçiniz		0
Alışveriş Merkezi		Fatura Seçiniz		0
Hastane		Fatura Seçiniz		0
Akaryakıt		Fatura Seçiniz		0
1-Sanayi	1	Haziran	150	1.614227
2-Sanayi	1	Eylül	90000	963.2698
3-Sanayi		Fatura Seçiniz		0

Şekil 4.91 : Hesaplama aracından alınan örnek kofra için çarpan değerleri.

Adım 4: Adım 3 ve Adım 4 ten Elde Edilen Sonuçlar Kullanılarak Her Bir Abone Alt Grubu İçin Hesaplanan Tahmini Yük Profilleri

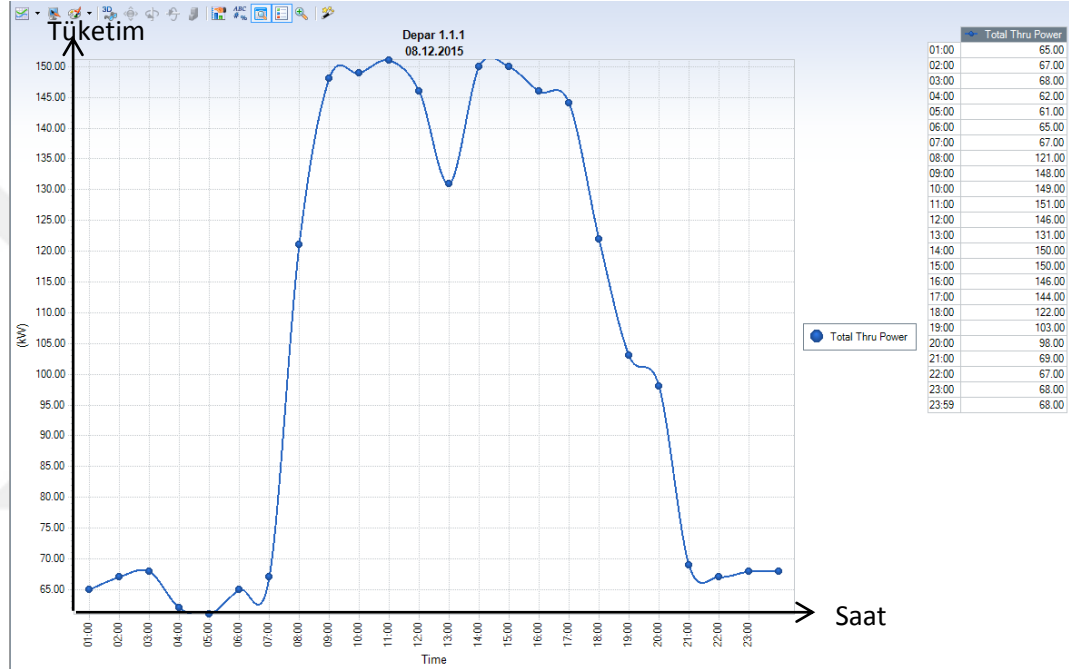
Bilinen yük profilleri kullanılarak bilinmeyen yük profillerinin kullanılmasına ilişkin yapılan bu çalışma kapsamında hesaplanan kofranın farklı abone alt gruplarına ayrıştırılmış tahmini yük profilleri aşağıdaki gibidir.

Çizelge 4.7 : örnek kofra için 8 Aralık 2015 tarihine ilişkin tahmini tüketim değerleri(kWh).

Saat	Tahmini Tüketim Değerleri(kWh)		
	Plaza İş Merkezi	Sanayi-1	Sanayi-2
0	0.782474458	0.107895	63.8377
1	0.763619651	0.104122	66.11896
2	0.754192248	0.10714	67.42254
3	0.754192248	0.110913	60.90465
4	0.782474458	0.116194	60.57875
5	0.801329264	0.150901	63.8377
6	0.905030698	0.190136	66.11896
7	1.131288372	0.196172	119.785
8	1.300981628	0.193154	146.1825
9	1.432965272	0.193154	147.1602
10	1.508384497	0.209753	149.4414
11	1.555521512	0.209753	144.2271
12	1.583803721	0.192399	129.1984
13	1.564948915	0.190136	148.4638
14	1.574376318	0.162219	147.812
15	1.564948915	0.153165	144.553
16	1.583803721	0.173537	142.5976
17	1.546094109	0.170519	120.1109
18	1.442392675	0.167501	101.5349
19	1.272699419	0.163728	96.97242
20	1.074723954	0.153919	67.42254
21	0.923885504	0.127512	65.79307
22	0.876748489	0.131284	66.77075
23	0.82018407	0.129021	66.77075

Adım 5: Kofra için Hesaplanan Tahmini Yük Profili

Adım 4 te her bir abone alt grubuna göre tahmini tüketim değerleri ayrı ayrı gösterilen kofranın profili aşağıdaki gibidir. Bölüm 5 te yapılan çalışma bölgesi için aynı hesaplama yöntemi ile hesaplanan tüm kofraların yük profilleri EK A da mevcuttur.



Şekil 4.92 : Örnek kofranın tahmini yük profili.

4.5 Yük Profilleri Kullanılarak Kayıp Tahmini

Bir dağıtım sistemi bölgesindeki yüklenme karakteristiğinin belirlenmesinde bölgede bulunan abonelerin yüklenme profilleri birincil kaynağı oluşturmaktadır. Gerçek zamanlı yük profili ölçümü bulunmayan abonelerin, önerilen yük profili oluşturma yönetimde açıklandığı gibi abone grubuna göre benzetim yöntemi ile transformatör bölgesinin tahmini yük profilleri tespit edilir.

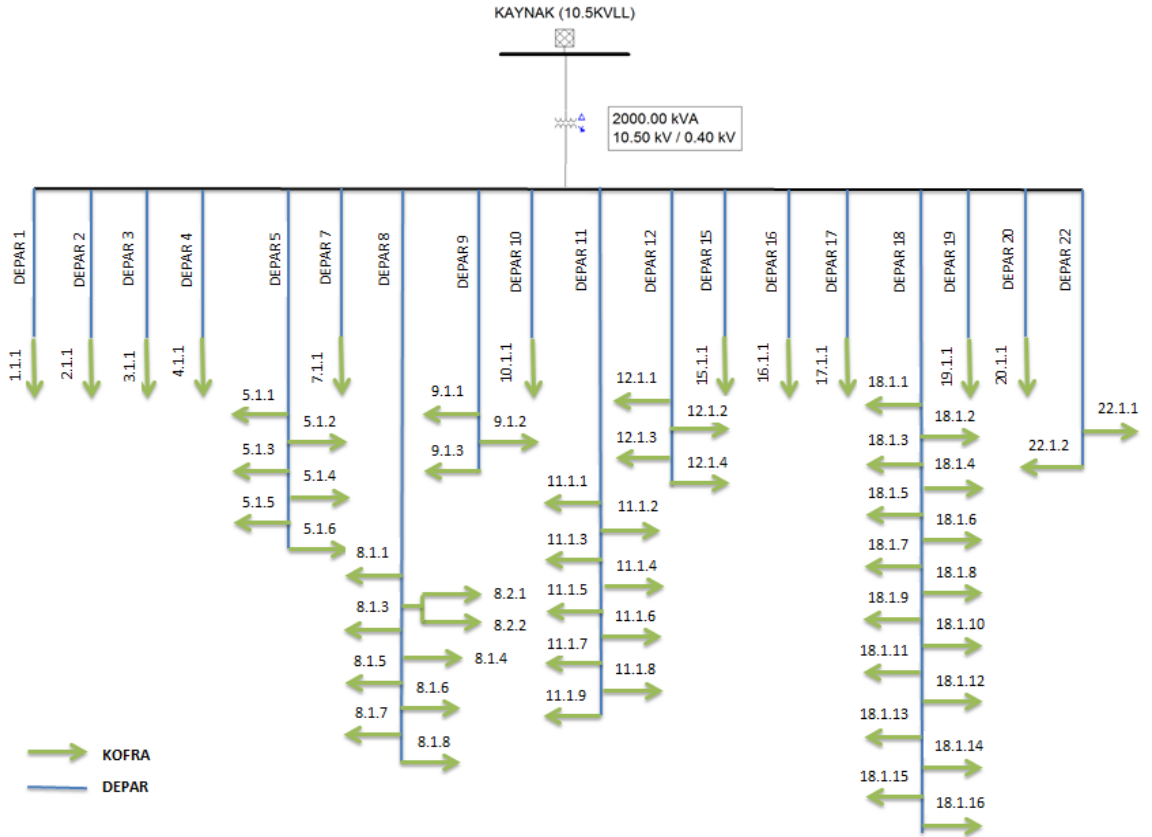
Elde edilen bu transformatör bölgesinin yük profilleri yardımıyla o bölgeye ilişkin sistem kayıpları hesaplanır. Bölüm 5’de, bu amaçla geliştirilmiş CYME Güç Analizi programı kullanılarak 2015 Aralık ayı için sistem kayıpları hesaplanacaktır.



5. BİLGİSAYAR SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI

Bu çalışmada aşağıda açıklanan örnek dağıtım şebeke modeli gerçek veriler ışığında geliştirilen yük profili oluşturma yaklaşımı kullanılarak modellenmiştir[15]. Şebeke modeli bir dağıtım transformatörü, bu dağıtım transformatörü bölgesinde bulunan deparlar ve bu deparlarda bulunan abonelerin fatura tüketim verilerine dayalı olarak modellenen yük profillerinden oluşmaktadır. Oluşturulan bu model kullanılarak teknik kayıp hesaplaması yapılacaktır.

5.1 Örnek Dağıtım Şebeke Modeli



Şekil 5.1 : Şebeke modeli.

CYME programında modellenen gerçek dağıtım şebekesi bilgileri aşağıdaki gibidir. 2000KVA gücündeki 10.5/0.4 kV gerilim seviyesindeki bir dağıtım transformatörü bölgesinde bulunan abonelerin bağlı bulunduğu kofraların yük profilleri geliştirilen yeni yöntem ile elde edilmiştir. Kablo kesit bilgileri, uzunlukları ve transformatör bilgileri de işlenerek bilgisayar simülasyonu ile 720 saatlik analiz gerçekleştirilmiştir. Örnek dağıtım şebekesi bölgesi sanayi abonelerinin yoğunluklu olduğu bölgeden alınmıştır. 157 abonenin bağlı bulunduğu 62 adet kofra, 18 adet depar üzerinde modellenmiştir.

5.1.1 Transformatör bilgileri

Örnek dağıtım şebeke modeli dağıtım transformatörüne ilişkin kullanılan sayısal bilgiler aşağıdaki gibidir:

- Gücü: 2000 KVA
- Gerilimi: 10.5/0.4 kV
- Boşta Kaybı: 3.2 kW
- X/R: 5
- Z: 6
- Bağlantı Konfigürasyonu: Üçgen – Yıldız (Dyn-11)
- Trafo Tipi: Yağlı Tip Trafo

5.1.2 Depar bilgileri

5.1.2.1 Kablo sayısal bilgileri

Örnek dağıtım şebeke modelinde bulunan deparlara ilişkin kullanılan kabloların sayısal bilgileri aşağıdaki gibidir:

Çizelge 5.1 : Kablo sayısal bilgileri.

Kablo Adı	Nominal Kesit	Anma Gerilimi	Yalıtkan	Akım Taşıma Kapasitesi (Toprakta 20 C de)	İletken
3X25/16 NYFGBY	3X25 mm ²	0.6/1 KV	PVC	128 A	Cu
3X35/16 NYFGBY	3X35 mm ²	0.6/1 KV	PVC	157 A	Cu
3X50/25 NYFGBY	3X50 mm ²	0.6/1 KV	PVC	185 A	Cu
3X70/35 NYFGBY	3X70 mm ²	0.6/1 KV	PVC	228 A	Cu
3X120/70 NYFGBY	3X120 mm ²	0.6/1 KV	PVC	313 A	Cu
4X10 NYFGBY	4X10 mm ²	0.6/1 KV	PVC	75 A	Cu
4X16 NYFGBY	4X16 mm ²	0.6/1 KV	PVC	98 A	Cu

5.1.2.2 Depar örnek şebeke bilgileri

Örnek dağıtım şebeke modelinde 18 adet depar bulunmaktadır. Deparlara ilişkin olarak her bir deparın kesit değerleri, ilgili kesitin uzunluğu ve depar üzerinde bulunan abone sayıları aşağıdaki tabloda mevcuttur.

Çizelge 5.2 : Abone bilgileri.

Depar Numarası	Kesit	Uzunluk	Bağlı Abone Sayısı
DEPAR 1	4X10 NYFGBY	31.5	4
DEPAR 2	4X10 NYFGBY	72.5	1
DEPAR 3	4X10 NYFGBY	40	2
DEPAR 4	3X120/70 NYFGBY	137.7	6
DEPAR 5	3X120/70 NYFGBY	26.6	22
	3X70/35 NYFGBY	19.2	
	4X10 NYFGBY	38.1	
DEPAR 7	3X35/16 NYFGBY	15.1	1
DEPAR 8	3X120/70 NYFGBY	146.4	45
	3X70/35 NYFGBY	27.4	
	4X10 NYFGBY	23	
DEPAR 9	3X120/70 NYFGBY	100.7	5
	4X10 NYFGBY	3.4	
DEPAR 10	3X120/70 NYFGBY	53.2	1
DEPAR 11	3X120/70 NYFGBY	143.2	20
	4X10 NYFGBY	20.4	
DEPAR 12	3X120/70 NYFGBY	55.3	4
	4X10 NYFGBY	12	
DEPAR 15	3X120/70 NYFGBY	22.3	1
DEPAR 16	3X50/25 NYFGBY	34.3	3
DEPAR 17	3X120/70 NYFGBY	62.1	3
	4X10 NYFGBY	8.7	
DEPAR 18	3X120/70 NYFGBY	210.5	33
	3X25/16 NYFGBY	1.7	
	3X35/16 NYFGBY	16.5	
	3X50/25 NYFGBY	44.5	
	4X10 NYFGBY	43.9	
	4X16 NYFGBY	9.3	
DEPAR 19	3X50/25 NYFGBY	20.1	2
DEPAR 20	3X50/25 NYFGBY	177.2	1
DEPAR 22	3X50/25 NYFGBY	133.3	3
	4X10 NYFGBY	5.7	

5.1.3Kofra bilgileri

Örnek dağıtım şebeke modelinde 62 adet kofra ve bu kofralara bağlı bulunan 157 adet abone bulunmaktadır. Aboneler sırasıyla Plaza & İş Merkezi, Aydınlatma, Sanayi-1 ve Sanayi-2 abone alt grupları kapsamında değerlendirilmiştir. Kofralara ilişkin abonelerin alt gruplarına göre adet bilgileri aşağıdaki tablodaki gibidir. Kofra numarası adlandırmasında bulunan rakamlar sırasıyla hangi depara bağlı bulunduğu, hangi kola bağlı bulunduğu ve ilgili depar ve kolun kaçınıcı kofrası olduğu bilgisini içermektedir.

Çizelge 5.3 : Kofra bilgileri.

Kofra Numarası	Alt Grubuna Göre Abone Adet Bilgisi			
	Plaza & iş merkezi	Aydınlatma	Sanayi-1	Sanayi-2
DEPAR 1.1.1	2	0	1	1
DEPAR 2.1.1	1	0	0	0
DEPAR 3.1.1	0	0	2	0
DEPAR 4.1.1	5	0	1	0
DEPAR 5.1.1	2	0	0	0
DEPAR 5.1.2	0	0	1	0
DEPAR 5.1.3	1	0	0	0
DEPAR 5.1.4	5	0	1	0
DEPAR 5.1.5	4	0	1	0
DEPAR 5.1.6	5	0	2	0
DEPAR 7.1.1	0	1	0	0
DEPAR 8.1.1	2	0	0	0
DEPAR 8.2.1	0	0	1	0
DEPAR 8.2.2	3	0	1	0
DEPAR 8.1.3	8	0	3	0
DEPAR 8.1.4	8	0	5	0
DEPAR 8.1.5	3	0	3	0
DEPAR 8.1.6	3	0	0	0
DEPAR 8.1.7	2	0	1	0
DEPAR 8.1.8	2	0	0	0
DEPAR 9.1.1	0	0	0	1
DEPAR 9.1.2	2	0	0	0
DEPAR 9.1.3	1	0	0	0
DEPAR 9.1.4	1	0	0	0
DEPAR 10.1.1	0	0	0	1
DEPAR 11.1.1	1	0	0	0
DEPAR 11.1.2	2	0	0	0
DEPAR 11.1.3	2	0	0	0
DEPAR 11.1.4	4	0	1	0
DEPAR 11.1.5	1	0	0	0

DEPAR 11.1.6	1	0	1	0
DEPAR 11.1.7	0	0	2	0
DEPAR 11.1.8	0	0	3	0
DEPAR 11.1.9	1	0	1	0
DEPAR 12.1.1	0	0	0	1
DEPAR 12.1.2	0	0	0	1
DEPAR 12.1.3	1	0	0	0
DEPAR 12.1.4	1	0	0	0
DEPAR 15.1.1	1	0	0	0
DEPAR 16.1.1	0	0	1	0
DEPAR 16.1.2	1	0	0	1
DEPAR 17.1.1	3	0	0	0
DEPAR 18.1.1	1	0	0	0
DEPAR 18.1.2	2	0	0	0
DEPAR 18.1.3	4	0	2	0
DEPAR 18.1.4	1	0	0	0
DEPAR 18.1.5	1	0	1	0
DEPAR 18.1.6	1	0	0	0
DEPAR 18.1.7	1	0	1	0
DEPAR 18.1.8	1	0	0	0
DEPAR 18.1.9	0	0	1	0
DEPAR 18.1.10	1	0	0	0
DEPAR 18.1.11	4	0	0	0
DEPAR 18.1.12	1	0	0	0
DEPAR 18.1.13	2	0	1	0
DEPAR 18.1.14	1	0	0	0
DEPAR 18.1.15	5	0	0	0
DEPAR 18.1.16	1	0	0	0
DEPAR 19.1.1	0	0	0	2
DEPAR 20.1.1	1	0	0	0
DEPAR 22.1.1	1	0	0	0
DEPAR 22.1.2	1	0	1	0
Genel Toplam	109	1	39	8

5.1.4 Abone bilgileri

Bölüm 5.1.3 te belirtildiği gibi örnek dağıtım şebeke modelinde 4 farklı abone alt grubundan abone bulunmaktadır. Abone alt gruplarına ilişkin olarak dağıtım şirketinin fatura sisteminden her bir abone alt grubu için bölgede bulunan abonelerin fatura tüketim değerleri ve fatura ay bilgisi alınmıştır(Çizelge 5.4). Bu tüketim değerleri ve fatura ay bilgisi Bölüm 4.3 te detayları açıklanan hesaplama aracı kullanılarak her bir kofranın yük profili oluşturulmuştur.

Çizelge 5.4 : Abone bilgileri.

Abone Alt Grubu	Fatura Tüketim Değeri (kWh)	Fatura Ay Bilgisi
Plaza & İş Merkezi	400	Kasım
Aydınlatma	120	Eylül
Sanayi-1	150	Haziran
Sanayi-2	90000	Eylül

5.2 Yük Profili Simülasyonu

CYME güç analizi programı yük profilleri ile yük akışı yapılmasına imkan sunan Enerji Profili Yöneticisi adlı bir modül içermektedir. Bu modülde, yük profilleri 8760 saatlik, mevsimlik, aylık, günlük gibi birçok farklı şekilde tanımlanabilmektedir. Bu çalışmada, Bölüm 5.1 de detayları belirtilen gerçek bir dağıtım şebekesi modeli CYME programında modellenmiştir.

Simülasyon çalışmaları 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak Bölüm 5.1 de detayları belirtilen transformatör bölgesine ait uzaktan okumalı sayaçtan alınan veriler CYME programında tek bir yük olarak modellenerek 720 saatlik yük akışı gerçekleştirilmiştir. Uzaktan okumalı sayaç verilerinin 2015 yılı aralık ayına ait olması nedeniyle gerçek bir karşılaştırma yapılması adına çalışma sadece aralık ayı analizi gerçekleştirilmiştir.

İkinci aşamada çalışma sonucu olarak elde edilen 62 adet kofraya ait yük profilleri Bölüm 5.2.1 de belirtilen şebeke modeline yerleştirilmiş ve 720 saatlik yük akışı gerçekleştirilmiştir.

Üçüncü aşamada aboneler sadece ana gruplarına göre ayrıştırılmış, çalışma kapsamında oluşturulan abone alt grupları profillerinin birleştirilmesi ile elde edilen abone grupları profilleri kullanılarak 62 adet kofraya ait yük profilleri Bölüm 5.2.1 de belirtilen şebeke modeline yerleştirilmiş ve 720 saatlik yük akışı gerçekleştirilmiştir.

5.2.1 Uzaktan okumalı sayaç bilgilerinin analizi

Uzaktan okumalı sayaç verileri ile oluşturulan yük noktasının örnek bir günlük grafiği Şekil 5-2 deki gibidir. Grafiği oluşturan transformatör bölgesinde 24 saat tüketim gerçekleşmektedir. Öğle saatlerinde gerçekleşen düşüş, mola saatlerinde çalışmanın olmadığı (banka, plaza & iş merkezi vb.) tüketicilerin bulunduğunu ifade etmektedir.

Gece saatlerinde 400-600 kW aralığında tüketim olması, sanayi için 2 veya 3 vardiyalı sanayinin varlığını ifade etmektedir.



Şekil 5.2 : OSOS Transformatör günlük gerçek yük profili.

Otomatik sayaç okuma sisteminden alınan 2015 Aralık ayı verilerinin CYME Enerji Profili Yöneticisi aracılığıyla yapılan analiz sonuçları aşağıdaki gibidir(Çizelge 5-5 ve Çizelge 5-6).

Otomatik sayaç okuma sistemi aralık ayı verilerine göre transformatör bölgesi tepe yüklenme değeri 1493 kW olarak hesaplanmıştır. En yüksek 80% yüklenen transformatör bölgesinin ortalama yüklenmesinin 40% olması ideal seviyede yüklendiğini, bu nedenle teknik kayıpların en az seviyede olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.5 : OSOS Veri analizi özeti.

Özet		
Tepe Yüklenme Değeri	1493 kW	16 Aralık 2015 Çarşamba, 10:00
En Yüksek Güç Değeri	1650 KVA (80%)	16 Aralık 2015 Çarşamba, 10:00
En Düşük Güç Değeri	96 KVA (4.63%)	20 Aralık 2015 Pazar, 17:00
Ortalama Güç Değeri	798 KVA (39.07%)	

Otomatik sayaç okuma sistemi 2015 Aralık ayı verilerinin enerji analizi sonuçları Çizelge 5-6 da ki gibidir. Verilerin kaydedildiği sayaç transformatörün alçak gerilim tarafında bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle çizelgede toplam yük değeri olarak ifade

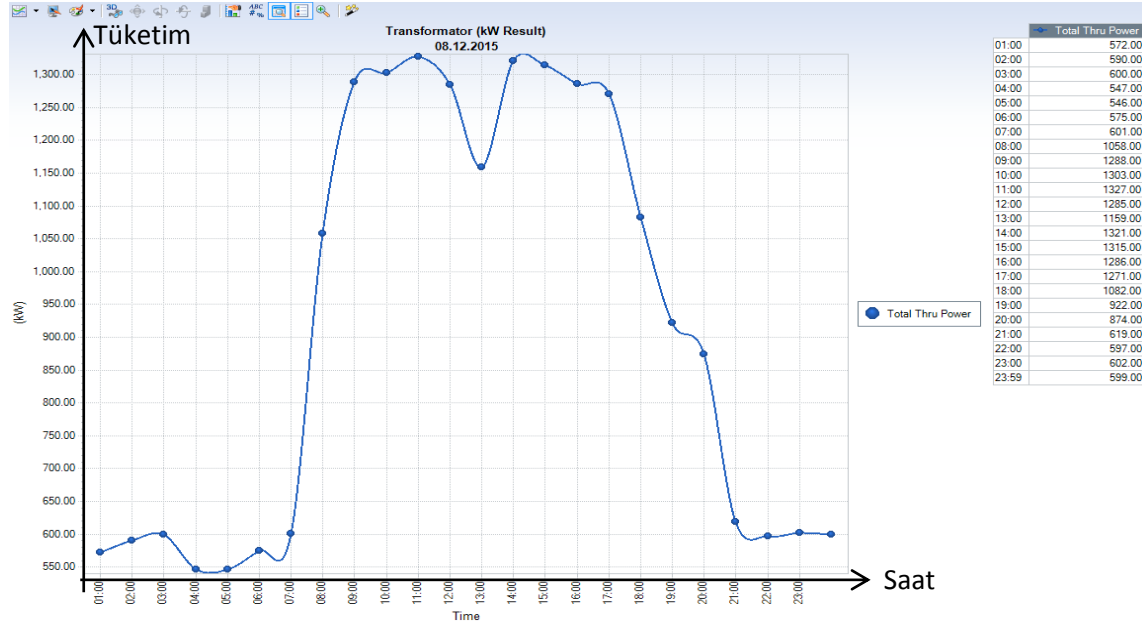
edilen değer, hat kayıpları ve bağlı bulunan yüklerin toplamıdır. Toplam üretim değeri ise, transformatör boşa ve yükte kaybı, hat kaybı ve yüklerin toplamını ifade etmektedir.

Çizelge 5.6 : OSOS Enerji analizi özeti.

Enerji Özeti	
Toplam Üretim Değeri	539.639 MWh
Toplam Yük Değeri	533.683 MWh
Hat Kayıpları	5.995 MWh
Transformatör Kayıpları	5.995 MWh
Toplam Kayıplar	539.639 MWh

5.2.2 Birim yük profili kullanılarak abone alt gruplarına göre yük profillerin oluşturulması ve analizi

Transformatör bölgesinde bulunan abonelerin abone bilgi sisteminde kayıtlı olan abone grubu bilgileri(sanayi, ticarethane vb.) ve Bölüm 5.2.1 de açıklandığı gibi, transformatör üzerinde yer alan otomatik sayaç okuyucudan alınan bilgilerin yorumlanmasıyla abonelerin abone alt grupları tahmin edilmiştir. Ardından çalışma kapsamında geliştirilen hesaplama aracı sonucu kofra profilleri elde edilmiştir. Örnek bir kofra profili Şekil 5-3 de ki gibidir.



Şekil 5.3 : Kümelenme yöntemi ile oluşturulan transformatör günlük tahmini yük profili.

kofra profillerinin CYME Enerji Profili Yöneticisi aracılığıyla yapılan analiz sonuçları aşağıdaki gibidir(Çizelge 5-7 ve Çizelge 5-8). Yük profili kümeleme çalışması sonuçlarına göre transformatör bölgesi tepe yüklenme değeri 1511 kW olarak hesaplanmıştır. En yüksek 75,5% yüklenen transformatör bölgesinin ortalama yüklenmesinin 38% olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.7 : Yük profili kümeleme çalışması güç analizi özeti.

Özet		
Tepe Yüklenme Değeri	1511 kW	16 Aralık 2015 Çarşamba, 15:00
En Yüksek Güç Değeri	1538 KVA (75.54%)	16 Aralık 2015 Çarşamba, 15:00
En Düşük Güç Değeri	126 KVA (6.15%)	27 Aralık 2015 Pazar, 04:00
Ortalama Güç Değeri	775.33 KVA (38.19%)	

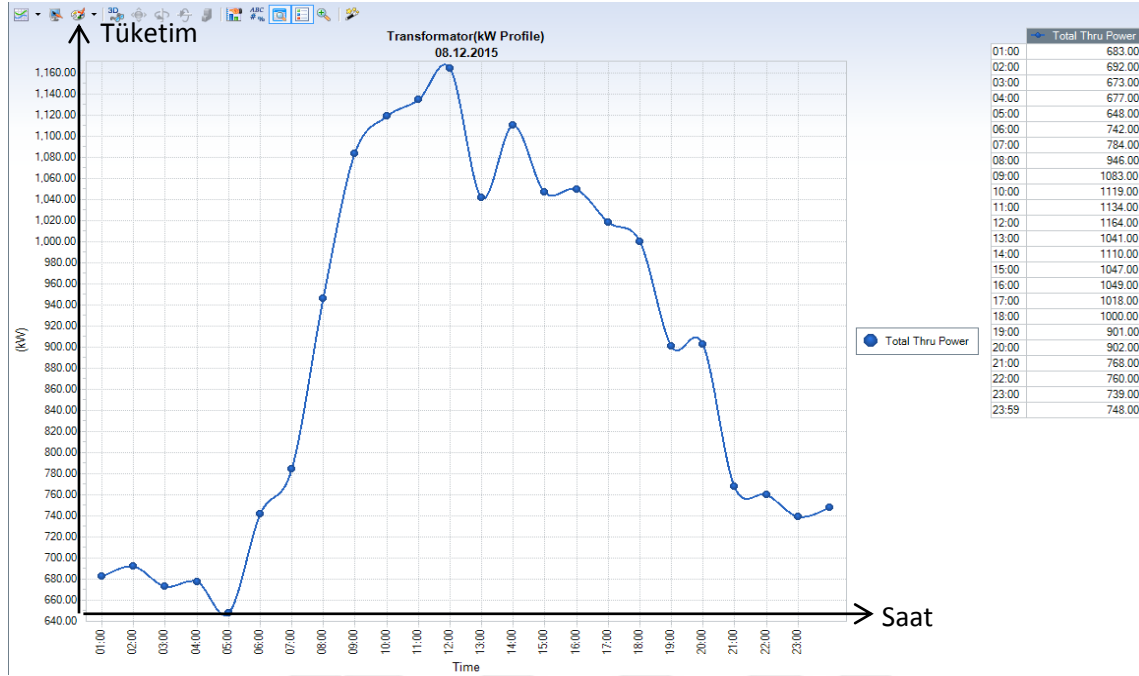
Yeni bir yaklaşımla oluşturulan abone alt gruplarına göre yük profili oluşturma yöntemi ile hazırlanan kofra profili enerji analizi özeti Çizelge 5-8 de ki gibidir. Enerji özetinde Bölüm 5.2.1 den farklı olarak toplam yük değeri, bölgedeki yük değerlerini ifade etmektedir. Hat kayıpları ayrı bir kalemde belirtilmiştir.

Çizelge 5.8 : Yük profili kümeleme çalışması enerji analizi özeti.

Enerji Özeti	
Toplam Üretim Değeri	549.895 MWh
Toplam Yük Değeri	535.607 MWh
Hat Kayıpları	8.632 MWh
Transformatör Kayıpları	5.656 MWh
Toplam Kayıplar	14.228 MWh

5.2.3Alt kümelere ayırmadan yük profillerinin oluşturulması ve analizi

Bölüm 4.3 te geliştirilen hesaplama aracı, abone grubu seviyesinde yapılan kümelemelerin hesaplanması için yeniden düzenlenmiştir. Bu kapsamda hesaplama aracında bulunan her bir abone grubu, alt gruplarının birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu bölümde, oluşturulan bu ikinci hesaplama aracı kullanılarak abonelerin abone bilgi sisteminde kayıtlı oldukları abone grubuna göre kofra değerleri yeniden hesaplanmıştır. Abone gruplarına göre yük profili oluşturularak hazırlanan kofra profili örneği aşağıdaki gibidir:



Şekil 5.4 : Alt gruplarına ayırmadan elde edilen transformatör günlük tahmini yük profili.

Abone grubuna göre kümeleme yöntemi sonucu oluşturulan bu kofra profillerinin CYME Enerji Profili Yöneticisi aracılığıyla yapılan analiz sonuçları aşağıdaki gibidir(Çizelge 5-9 ve Çizelge 5-10). Abone grubuna göre kümeleme çalışması sonuçlarına göre transformatör bölgesi tepe yüklenme değeri 1215 kW olarak hesaplanmıştır. En yüksek 61% yüklenen transformatör bölgesinin ortalama yüklenmesinin 38% olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.9 : Abone grubuna göre kümeleme güç analizi özeti.

Özet		
Tepe Yüklenme Değeri	1215 kW	4 Aralık 2015 Cuma, 12:00
En Yüksek Güç Değeri	1234 KVA (60.77%)	4 Aralık 2015 Cuma, 12:00
En Düşük Güç Değeri	269 KVA (13.23%)	20 Aralık 2015 Pazar, 23:00
Ortalama Güç Değeri	784 KVA (38.72%)	

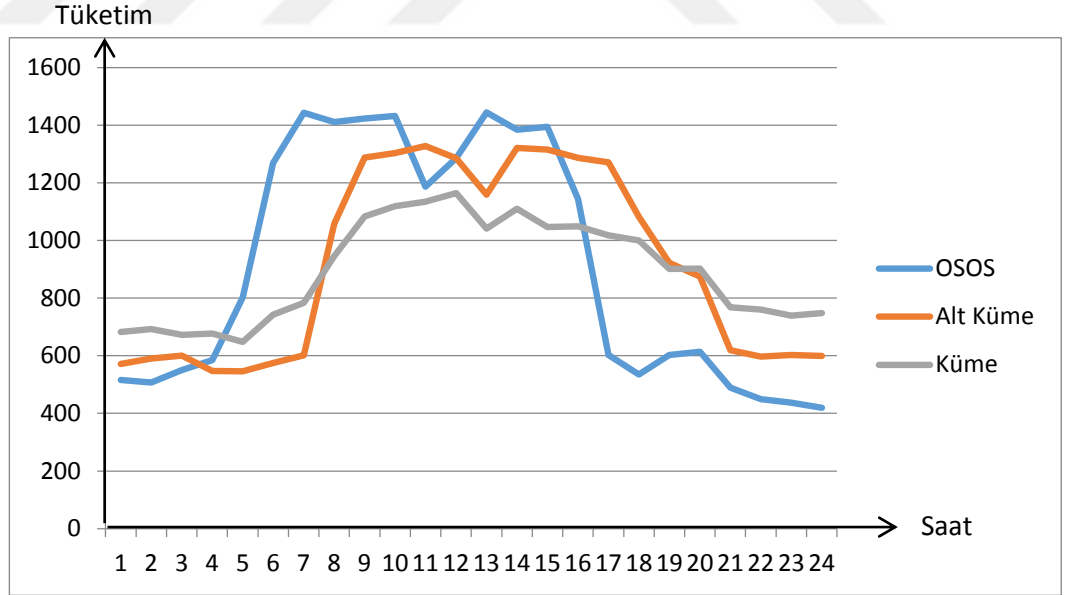
Abone gruplarına göre yük profili oluşturma yöntemi ile hazırlanan kofra profili enerji analizi özeti Çizelge 5-10 de ki gibidir.

Çizelge 5.10 : Abone grubuna göre kümeleme enerji özeti.

Enerji Özeti	
Toplam Üretim Değeri	557.083 MWh
Toplam Yük Değeri	536.53 MWh
Hat Kayıpları	15.435 MWh
Transformatör Kayıpları	5.117 MWh
Toplam Kayıplar	20.552 MWh

5.2.43 farklı yöntem ile elde edilen yük profili sonuçlarının karşılaştırılması

3 Farklı yöntem ile elde edilen transformatör yük profillerinin 8 Aralık 2015 tarihi için karşılaştırılması Şekil 5-5'te ki gibidir. Şekilde görülen mavi çizgi OSOS verilerinden alınan, depar teknik kayıplarını içeren gerçek ölçüm verileridir. Turuncu çizgi çalışma kapsamında geliştirilen abone alt gruplarına göre ayrıştırılma yöntemi ile elde edilen, depar teknik kayıplarını içeren tahmini hesaplama değeridir. Gri çizgi abonelerin sadece abone gruplarına ayrıştırılması ile elde edilen, depar teknik kayıplarını içeren tahmini hesaplama değeridir.



Şekil 5.5 : 3 farklı yöntem ile elde edilen günlük yük profilleri.

Şekil 5-5 te görüldüğü gibi, aboneler bulundukları alt gruplara göre ayrıştırıldıkça gerçeğe daha yakın bir profil elde edilebilmektedir. En basit ifadeyle aynı toplam günlük tüketim(kWh) değeri için, farklı yüklenme koşullarında oluşan $I^2 \cdot R$ kayıpları farklılık göstermektedir. Bu nedenle bu çalışmada 2015 Aralık ayı için bilgisayar simülasyonu

aracılığıyla yapılan yük akışı sonuçlarına göre teknik kayıpların değişimi değerlendirilmiş, gerçeğe en yakın yük profili hesaplamasının önemi vurgulanmıştır.

2015 Aralık ayı verileri analiz edilerek elde edilen simülasyon sonuçlarına göre en yüksek güç değerleri kıyaslandığında, abone gruplarına göre kümeleme yaparak en yüksek güç değeri 18% sapma ile hesaplanırken, abone alt gruplarına göre kümeleme yapılarak hesaplandığında 0.8%'lik bir sapma ile gerçek güç değerine oldukça yakın bir sonuç elde edilmiştir.

Elde edilen simülasyon sonuçlarına göre enerji özetlerinin(iletim sisteminden alınan toplam enerji değerlerinin) karşılaştırma tablosu Çizelge 5.11'de ki gibidir. Çizelgede, gerçek yük, abone alt grubuna göre kümeleme sonuçları ve abone grubuna göre kümeleme sonuçlarının toplam enerji üretim değerleri(iletim sisteminden alınan toplam enerji değerleri) karşılaştırıldığında abone alt gruplarına göre kümeleme yöntemi kullanılarak 2.23% sapma ile, abone gruplarına göre kümeleme yapılarak 1.9%'luk bir sapma ile gerçeğe yakın bir hesaplama yapılmıştır. Bu iki profil arasındaki 0.33%'lük bu fark, transformatör bölgesinde bulunan kablo kayıplarının yük profillerine bağlı değişiminden kaynaklanmaktadır. Yük profili gerçeğe ne kadar yakın tahmin edilirse elde edilen kayıp değerleri ve dolayısıyla üretilen(iletim sisteminden satın alınan) enerji de o kadar gerçeğe yakın tahmin edilebilmektedir.

Çizelge 5.11 : Enerji özetleri karşılaştırması.

Enerji Özeti	Gerçek	Abone Alt Gruplarına Göre	Abone Gruplarına Göre
Toplam Üretim Değeri(MWh)	539.639	549.895	557.083
Toplam Yük Değeri(MWh)	533.683	535.607	536.53
Kablo Kayıpları(MWh)	-	8.632	15.435
Transformatör Kayıpları(MWh)	5.995	5.656	5.117
Toplam Kayıplar(MWh)	5.995	14.228	20.552

Elde edilen simülasyon sonuçlarına göre enerji özetlerinin karşılaştırma tablosu Çizelge 5.12'de ki gibidir. Çizelgede aboneler alt gruplarına göre ayrıştırıldığında tepe yüklenme değerinin gerçek değere daha yakın bir sonuç elde edildiği görülmektedir. Transformatör güç değerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi bir bölgedeki transformatörün doğru şekilde seçilmesine olanak tanıyabilmektedir.

Çizelge 5.12 : Güç özetleri karşılaştırması.

Güç Özeti	Gerçek Değerlere Göre		Abone Alt Gruplarına Göre		Abone Gruplarına Göre	
Tepe Yükleme Değeri	1493 kW	16 Aralık 2015 Çarşamba, 10:00	1511 kW	16 Aralık 2015 Çarşamba, 15:00	1215 kW	4 Aralık 2015 Cuma, 12:00
En Yüksek Güç Değeri	1650 KVA (80%)	16 Aralık 2015 Çarşamba, 10:00	1538 KVA (75.54%)	16 Aralık 2015 Çarşamba, 15:00	1234 KVA (60.77%)	4 Aralık 2015 Cuma, 12:00
En Düşük Güç Değeri	96 KVA (4.63%)	20 Aralık 2015 Pazar, 17:00	126 KVA (6.15%)	27 Aralık 2015 Pazar, 04:00	269 KVA (13.23%)	20 Aralık 2015 Pazar, 23:00
Ortalama Güç Değeri	798 KVA (39.07%)		775.33 KVA (38.19%)		784 KVA (38.72%)	

Bu yaklaşımla dağıtım şirketleri bilinmeyen bölgeler için yük profillerini oluşturarak transformatör gücünü doğru bir şekilde seçebilir, satın alınan enerji değerini daha doğru tahmin edebilir, satılan enerji değerleri ile karşılaştırma yaparak kaçak tespitinde bulunabilirler.



6. SONUÇ

6.1 Çalışma Özeti

Bu çalışmada, literatürde bulunan yük profili oluşturma yöntemleri ve dağıtım sistemlerinde teknik kayıplar incelenmiş, yeni bir yaklaşımla abonelerin alt gruplarına göre ayrıştırılmasını temel alan bir yük profili oluşturulması çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışma kapsamında elde edilen hesaplama aracı kullanılarak örnek bir transformatör bölgesi için yük profili tahmini yapılmıştır. Transformatör bölgesinin gerçek yükü, aboneler alt gruplarına ayrıştırılarak ve ayrıştırılmadan hesaplanan yük profilleri hesaplanmış ve bu 3 farklı sonuç için o bölgenin teknik kayıp hesaplaması yapılmıştır.

Çalışma, bir dağıtım şebekesinin yüklenme karakteristiğinin belirlenmesinde, o dağıtım bölgesinde bulunan abonelerin bulunduğu abone alt grubuna göre yük profillerinin tahmin edilmesinin önemini vurgulamaktadır.

6.2 Elde Edilen Sonuçlar

Bu çalışmada bilinen yük profillerinden birim yük profilleri oluşturularak, bu birim yük profilleriyle bilinmeyen yük profillerinin tahmin edilmesine dayanan bir kümeleme yöntemi çalışması yapılmıştır. Literatürdeki yöntemlerden farklı olarak bu yöntem abonenin yalnızca tüketim değerinin kullanılması gibi çeşitli hatalara ve sapmalara neden olabilecek bir parametre yerine abonenin bulunduğu abone alt grubunu temel parametre olarak kullanmıştır. Bilinen yük profili değerlerinden yola çıkarak elde edilen birim yük profilleri incelenerek, her bir abone alt grubunun ortak olarak sahip olduğu karakteristik özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Çalışma sonucunda yeni bir yaklaşımla dağıtım şebekesinde kullanılabilecek kullanıcı dostu bir hesaplama aracı geliştirilmiştir.

Bu hesaplama aracı yardımıyla seçilen transformatör bölgesi için oluşturulan(abone alt gruplarına ayrılarak ve abone gruplarına ayrılarak) yük profilleri gerçek yük profili karşılaştırılmış, abone alt gruplarına ayrıştırmanın yük profilini gerçek profile gözle görülür bir şekilde yaklaştırdığı gözlenmiştir. Güç sistemleri analizi yazılımı kullanılarak yapılan yük akışı ile bir dağıtım transformatörü bölgesinde teknik kayıp hesaplamaları yapılmış, yüklenme koşullarına ve profillere bağlı olarak teknik kayıpların değişimi gözlenmiştir. Gerçek şebeke verilerine dayalı olarak çalışma yapılan bölgede 2015 Aralık ayı verilerine göre, abone gruplarına göre ayrıştırılarak hesaplanan tahmini yük eğrilerine ilişkin olarak bölgede kullanılan toplam enerji değeri MWh olarak 2.23%'lük sapma ile hesaplanırken, abone alt gruplarına göre ayrıştırılarak hesaplanan tahmini yük eğrilerine ilişkin olarak bölgede kullanılan toplam enerji değeri MWh olarak 1.9%'lik sapma ile gerçeğe daha yakın bir şekilde hesaplanmıştır. Çalışma bilinen dağıtım şebekesi verilerinden elde edilmesi nedeniyle, bir elektrik dağıtım şirketi açısından uygulanabilirliği ve geliştirilebilirliği yönünden öne çıkmaktadır. Böylece, elektrik dağıtım şirketleri açısından yük profili oluşturmada literatürde yer alan yöntemlere kıyasla daha doğru, daha pratik ve uygulanabilirlik olarak gerçeğe daha yakın bir yöntem oluşturulmuştur.

6.3 Elde Edilen Sonuçları Kullanarak Yapılabilecekler

Elektrik dağıtım şirketleri bu çalışmayı kullanarak;

- Planlanan yeni bir transformatör bölgesinin yüklenme eğrisini tahmin edebilir, transformatör bölgesinde kullanılacak teçhizatları buna göre belirleyebilir,
- Mevcut şebekedeki bir transformatör bölgesinde yük dengelemesi çalışmasında fazlar arası dengeleme yaparken optimum yüklenme durumu için fazları değiştirilmesi gereken yükler tespit edebilir, böylece tepe kaydırması yapılabilir,
- Transformatör üzerinde uzaktan okumalı sayacı bulunan bölgelerde, transformatörde oluşması beklenen yük profili hesaplanarak ölçülen değer ile hesaplanan değer karşılaştırılarak kaçak tespiti gerçekleştirilebilir,

ve daha birçok konuda şebekenin iyileştirilmesine katkı sağlayabilirler. Ancak, yük profillerinin tahmini için oluşturulan hesaplama aracının kullanılabilirliği elektrik

dağıtım şebekelerinin, abonelerin alt gruplarını sisteme doğru bir şekilde kaydetmesi ile mümkün olabilir.

6.4 Öneriler

Çalışma, her bir abone alt grubu için tek bir birim yük profili hesaplanarak yapılmıştır. Bu çalışmanın bir sonraki adımında aynı abone alt grubunda farklı tüketim seviyelerinde bulunan abonelerden örnekler alınarak bir algoritma geliştirilebilir. Örneğin kırsal kesimde bulunan bir mesken ile kentsel kesimde bulunan bir meskenin yük profilleri farklılık gösterecektir. Geliştirilen algoritma ile kullanıcının hesaplama aracına tanımladığı parametrelere göre abonenin bulunduğu tüketim seviyesi, birim yük profiline göre hesaplanabilir böylece gerçeğe daha yakın bir sonuç elde edilebilir.

Çalışma transformatör bölgesinin veya deparın yüklenme eğrisinin hesaplanmasına uygun olarak geliştirilmiştir. Çalışmanın bir sonraki adımında alçak gerilim dağıtım şebekesinde bulunan teçhizatların etkisini ortalama olarak hesaplayan bir algoritma da geliştirilebilir. Bu iki çalışma ile elde edilen sonuç gerçeğe çok daha yakın olacağından, uzaktan okumalı sayacı bulunan transformatörlerden alınan veriler ile hesaplanan sonuç karşılaştırılarak kaçak tespiti yapmak kolaylaşacaktır.



KAYNAKLAR

- [1] **Url-1** <<http://www.worldbank.org/>>, erişim tarihi 19.01.2016.
- [2] **Pande, S. ve Prof. Dr. Ghodekar, J.G.** (2012). Computation of technical Power Loss of Feeders and Transformers in Distribution System using Load Factor and Load Loss Factor. International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering, Vol. 3, No. 6, Department of Electrical Engineering, K.K. Wagh Institute of Engineering & Research, Nashik, India.
- [3] **Dalila, M.S. , Khalid, M.N. ve Shah, M. Md.** (2009). Distribution Transformer Losses Evaluation under Non-Linear Load. Power Engineering Conference, 2009. AUPEC 2009. Australasian Universities, Centre of Electr. Energy Syst. , Univ. Teknol. Malaysia, Skudai, Malaysia.
- [4] **Oliveria, C.C.B. , Kagan, N. , Meffe, A. , Jonathan, S. , Caparroz, S. ,Cavaretti, J.L.** (2001). A New Method for the Computation of Technical Losses in Electrical Power Distribution Systems. Electricity Distribution, 2001. Part 1: Contributions. CIRED. 16th International Conference and Exhibition on (IEE Conf. Publ No. 482) (Volume:5), Amsterdam, Netherlands.
- [5] **Ibrahim, E.S.** (2000). Management of loss reduction projects for power distribution systems. Electric Power Systems Research Volume 55, Issue 1. Faculty of Engineering, King Abdul Aziz University, Jeddah, Saudi Arabia.
- [6] **Akperi, B. ve Matthews, P.** (2014). Analysis of Clustering Techniques on Load Profiles for Electrical Distribution. Power System Technology (POWERCON), 2014 International Conference. School of Engineering and Computing Sciences Durham University, Durham, United Kingdom.
- [7] **Sharma, D.D. ve Singh, S.N.** (2014). Electrical load profile analysis and peak load assessment using clustering technique. 2014 IEEE PES General Meeting | Conference & Exposition. National Harbor MD, USA.
- [8] **McLoughlin, F.** (2013). Characterising Domestic Electricity Demand for Customer Load Profile Segmentation. PhD thesis. Dublin Institute of Technology, Dublin, Ireland.
- [9] **Hossain, J. , Kabir, E. , Rahman, M. , Kabir, B. ve Islam, R.** (2011). Determination of Typical Load Profile of Consumers Using Fuzzy C-Means Clustering Algorithm. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE).

- [10] **Akperi, B. ve Matthews, P.** (2014). Analysis of Customer Profiles on an Electrical Distribution Network. Power Engineering Conference (UPEC), 2014 49th International Universities. School of Engineering and Computing Sciences Durham University Durham, United Kingdom.
- [11] **Au, M.T. , Anthony, T.M. , Kamaruddin, N. , Verayiah, R. , Mustaffa, S.A.S. ve Yusoff, M.** (2008). A Simplified Approach in Estimating Technical Losses in Distribution Network Based on Load Profile and Feeder Characteristics. Power and Energy Conference, 2008. PECon 2008. IEEE 2nd International. Johor Bahru, Malaysia.
- [12] **Ochoa, L.F. , Ciric, R.M. , Padilha-Feltrin, A. , Harrison, G.** (2005). Evaluation of Distribution System Losses due to Load Unbalance. 15th Power Systems Computation Conference PSCC 2005. Liege, Belgium.
- [13] **De Oliveira, M.E. , Padilha-Feltrin, A. , Candian, F.J.** (2006). Investigation of the Relationship between Load and Loss Factors for a Brazilian Electric Utility. 2006 IEEE/PES Transmission & Distribution Conference and Exposition: Latin America. Caracas, Venezuela.
- [14] **Liao, H. , Niebur, D.** (2003). Load Profile Estimation in Electric Transmission Networks using Independent Component Analysis. IEEE Transactions on Power Systems (Volume:18, Issue:2). Center for Electr. Power Eng., Drexel Univ., Philadelphia, PA, USA.
- [15] **Url-2** <<https://www.bedas.com.tr/>>, erişim tarihi 23.02.2016.
- [16] **AF Turkey** (2016). Boğaziçi EDAŞ Master Plan Projesi Elektrik Dağıtım Şebekesi Modellemesi ve Analizleri Metodolojileri Raporu. İstanbul, Türkiye.
- [17] **Url-3**<<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?m=ISTANBUL>>, erişim tarihi 13.03.2016
- [18] **Url-4** <<https://osos.bedas.com.tr/bedas/login.iface>>, erişim tarihi 14.03.2016
- [19] **Url-5** <<https://www.cyme.com>>, erişim tarihi 01.04.2016
- [20] **Url-6** <<http://www.epdk.org.tr/TR/Dokuman/3018>>, erişim tarihi 01.02.2016

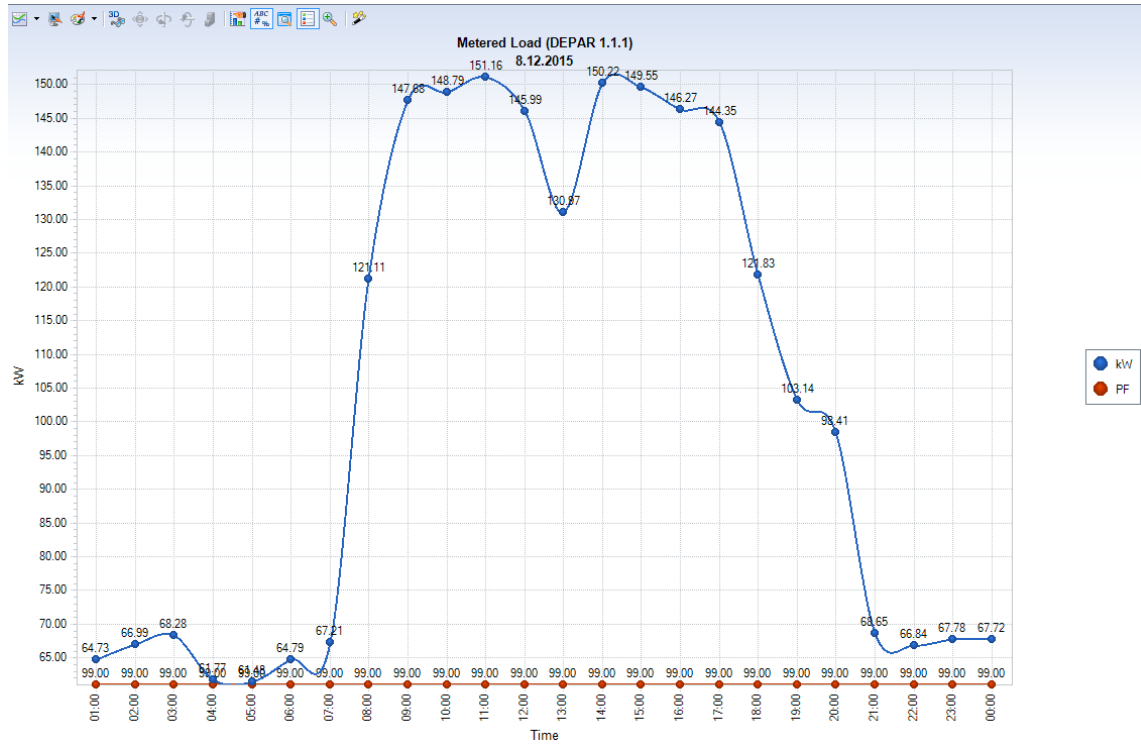
EKLER

EK A: Abone Alt Grubu Profil Çalışması Sonuçları

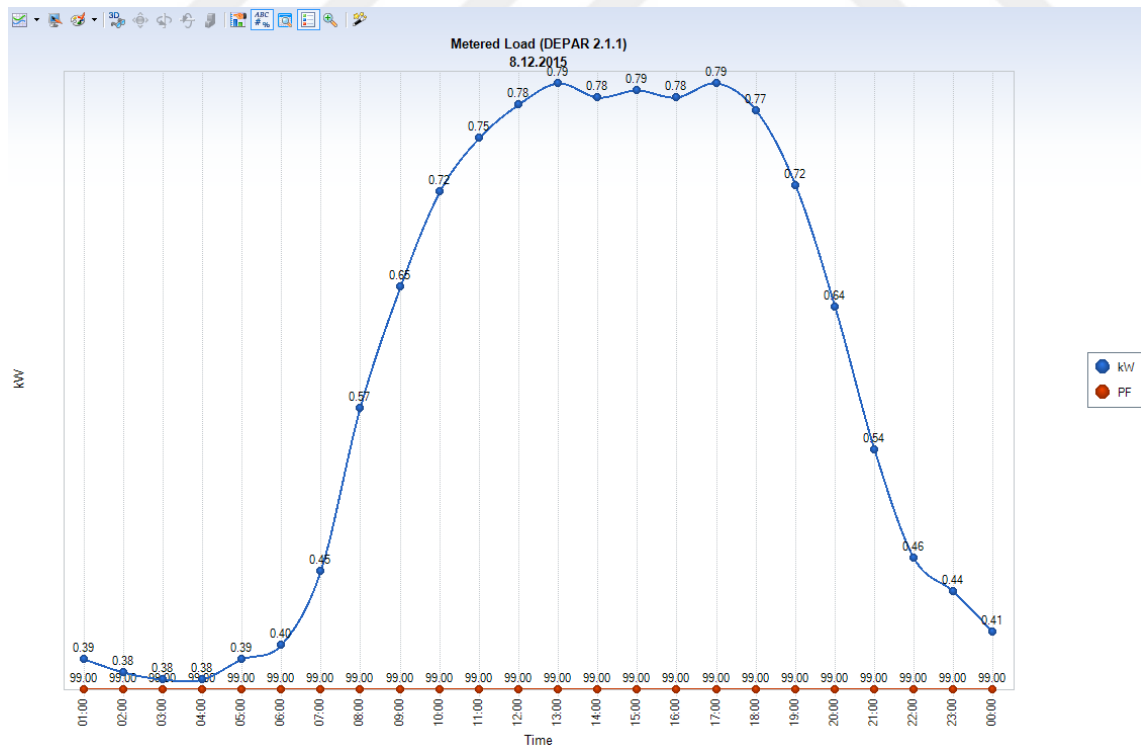
Örnek şebeke modelinde bulunan 62 depar, aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi 25 farklı tipte gruplandırılmıştır. Her bir tip için oluşturulan abone alt grubu profil çalışması için örnek profiller aşağıdaki gibidir.

Çizelge A.0.1 : Yük profili tip numaralandırması.

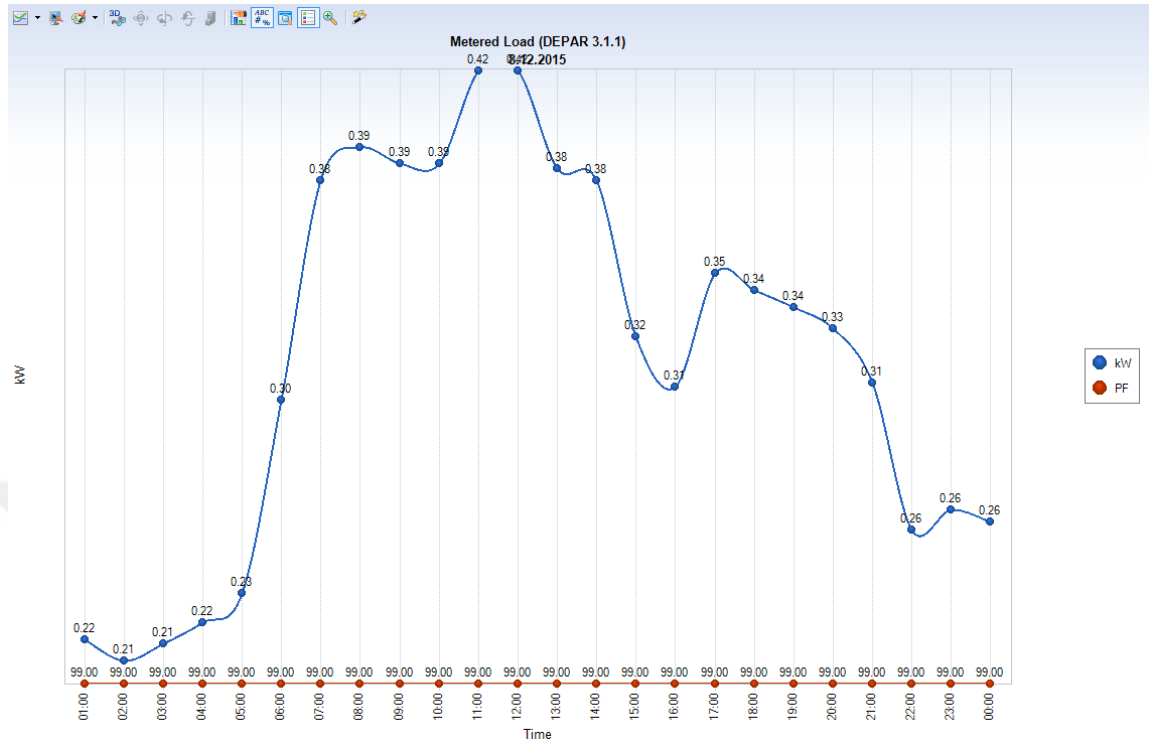
Tip Numarası	Depar Numarası	Tip Numarası	Depar Numarası	Tip Numarası	Depar Numarası
TİP 1	DEPAR 1.1.1	TİP 4	DEPAR 4.1.1	TİP 15	DEPAR 18.1.13
TİP 2	DEPAR 11.1.1		DEPAR 5.1.4		DEPAR 8.1.8
	DEPAR 11.1.5	TİP 5	DEPAR 11.1.2	TİP 16	DEPAR 10.1.1
	DEPAR 12.1.3		DEPAR 11.1.3		DEPAR 12.1.1
	DEPAR 12.1.4		DEPAR 18.1.2		DEPAR 12.1.2
	DEPAR 15.1.1		DEPAR 5.1.1		DEPAR 9.1.1
	DEPAR 18.1.1		DEPAR 8.1.1	TİP 17	DEPAR 11.1.4
	DEPAR 18.1.10		DEPAR 8.1.9	TİP 18	DEPAR 11.1.6
	DEPAR 18.1.12		DEPAR 9.1.2		DEPAR 11.1.9
	DEPAR 18.1.14	TİP 6	DEPAR 16.1.1		DEPAR 18.1.5
	DEPAR 18.1.16		DEPAR 18.1.9		DEPAR 18.1.7
	DEPAR 18.1.4		DEPAR 5.1.2		DEPAR 22.1.2
	DEPAR 18.1.6		DEPAR 8.1.2	TİP 19	DEPAR 11.1.8
	DEPAR 18.1.8	TİP 7	DEPAR 5.1.5	TİP 20	DEPAR 16.2.1
	DEPAR 2.1.1	TİP 8	DEPAR 5.1.6	TİP 21	DEPAR 18.1.3
	DEPAR 20.1.1	TİP 9	DEPAR 7.1.1	TİP 23	DEPAR 18.1.11
	DEPAR 22.1.1	TİP 10	DEPAR 8.1.3	TİP 24	DEPAR 18.1.15
	DEPAR 5.1.3	TİP 11	DEPAR 8.1.4	TİP 25	DEPAR 19.1.1
	DEPAR 9.1.3	TİP 12	DEPAR 8.1.5		
	DEPAR 9.1.4	TİP 13	DEPAR 8.1.6		
TİP 3	DEPAR 11.1.7	TİP 14	DEPAR 8.1.7		
	DEPAR 3.1.1				



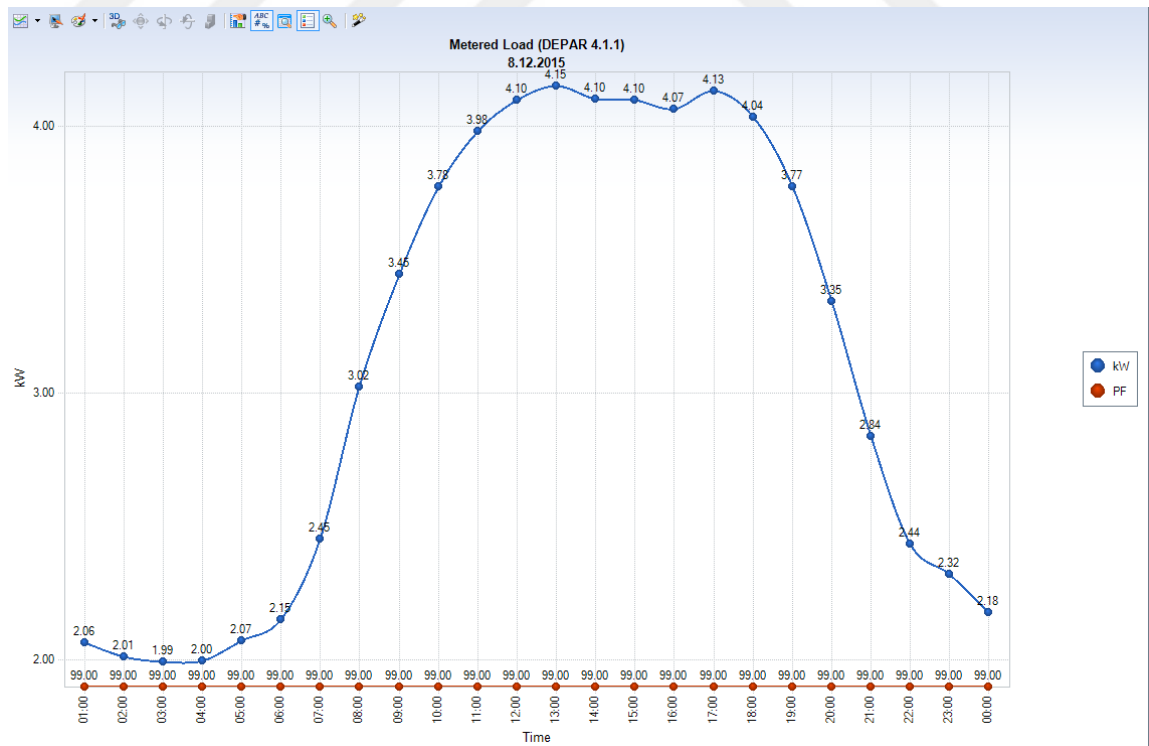
Şekil A.1 : Tip-1



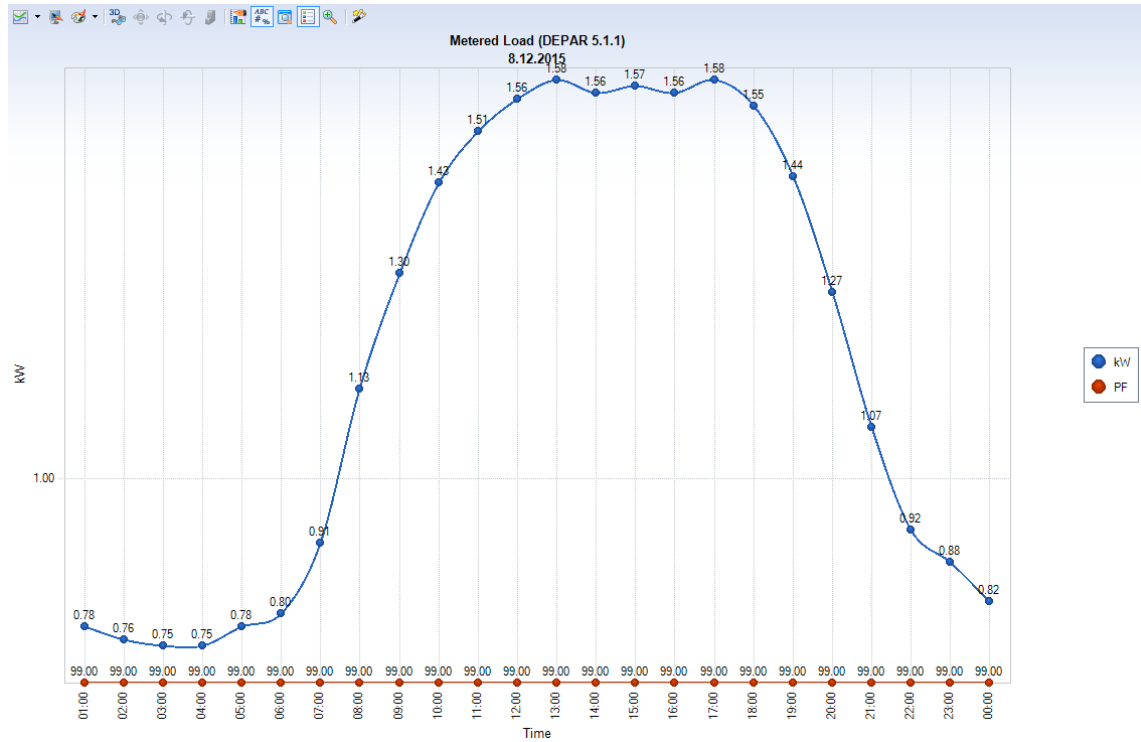
Şekil A.2 : Tip-2



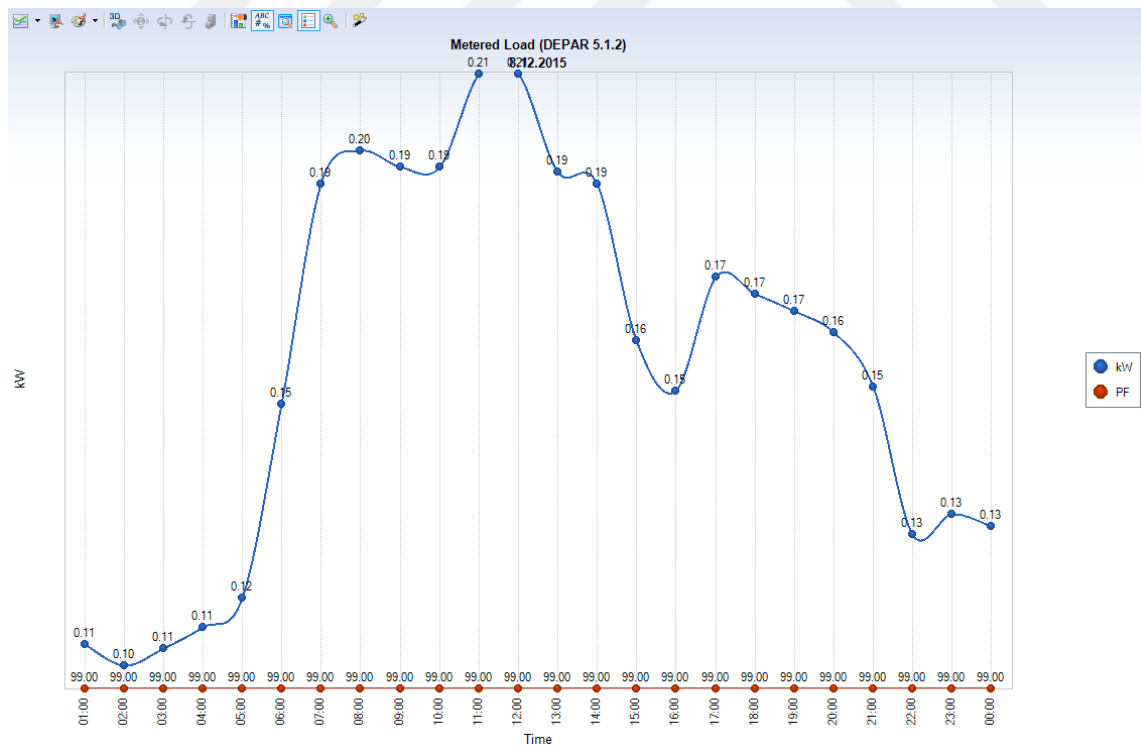
Şekil A.3 : Tip-4



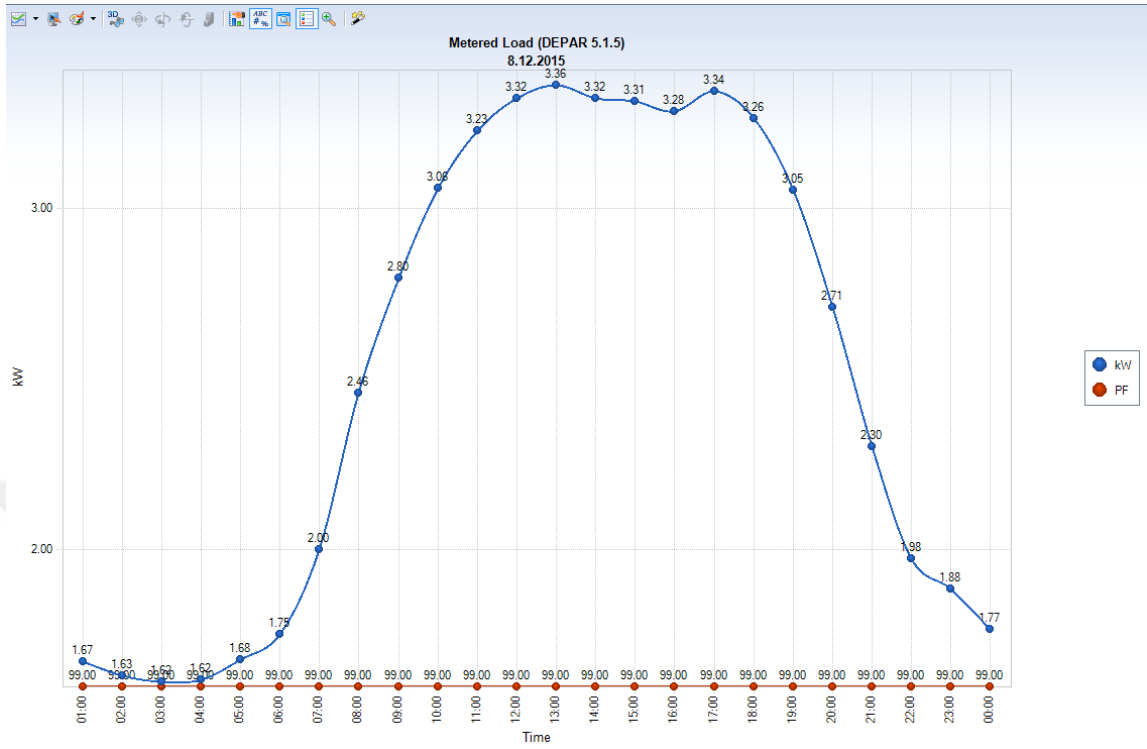
Şekil A.4 : Tip-4



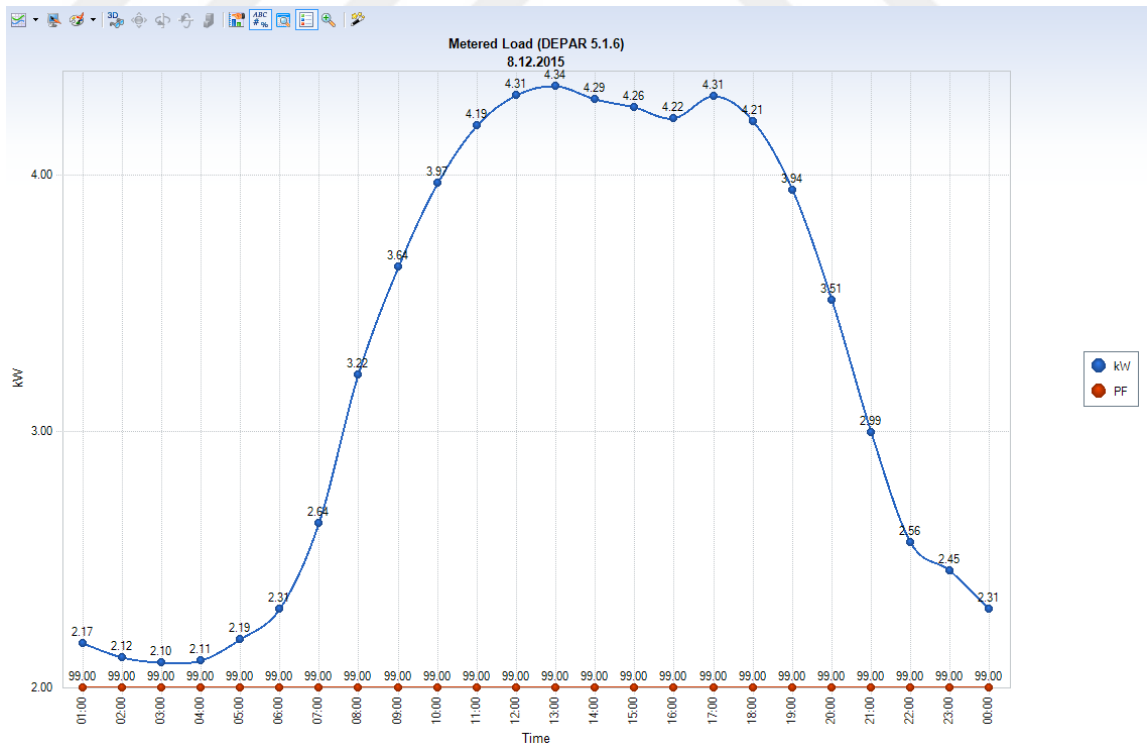
Şekil A.5 : Tip-5



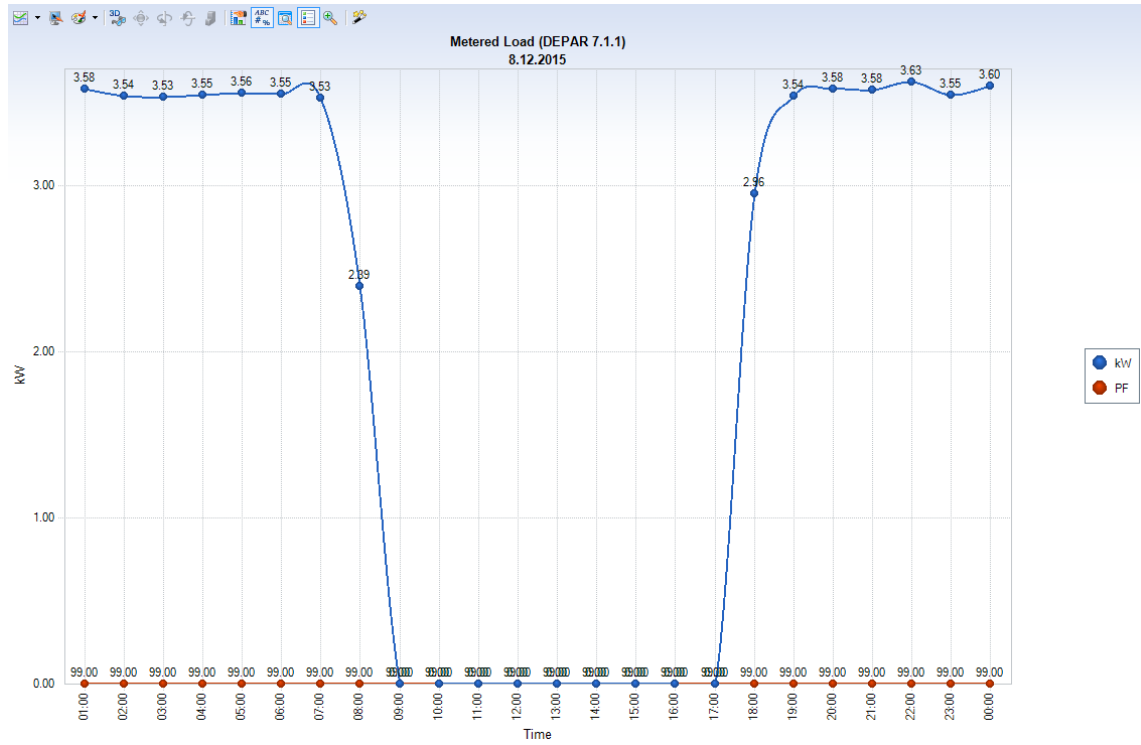
Şekil A. 6 : Tip-6



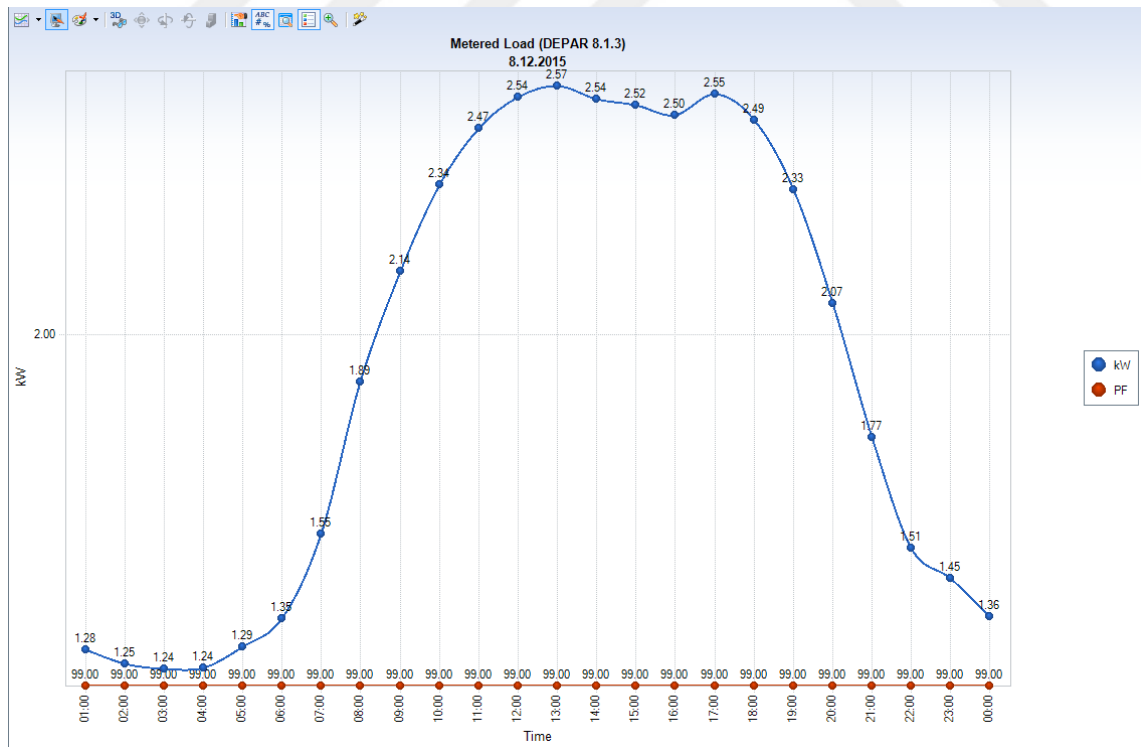
Şekil A.7 : Tip-7



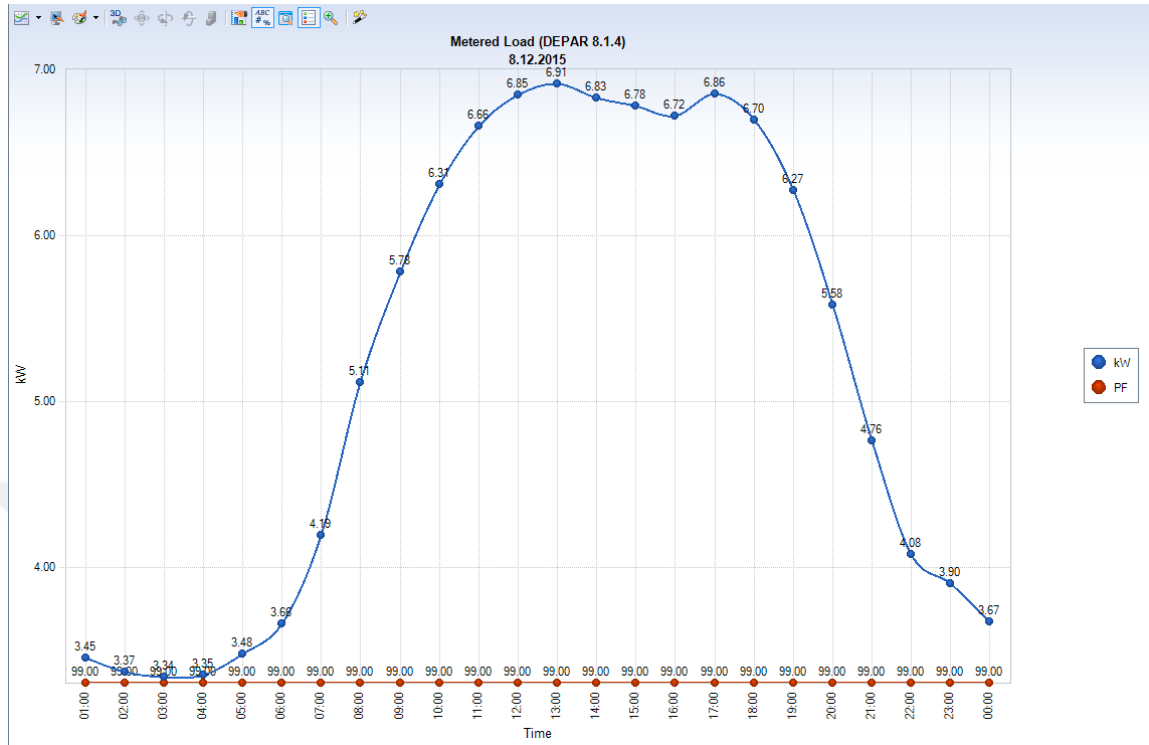
Şekil A.8 : Tip-8



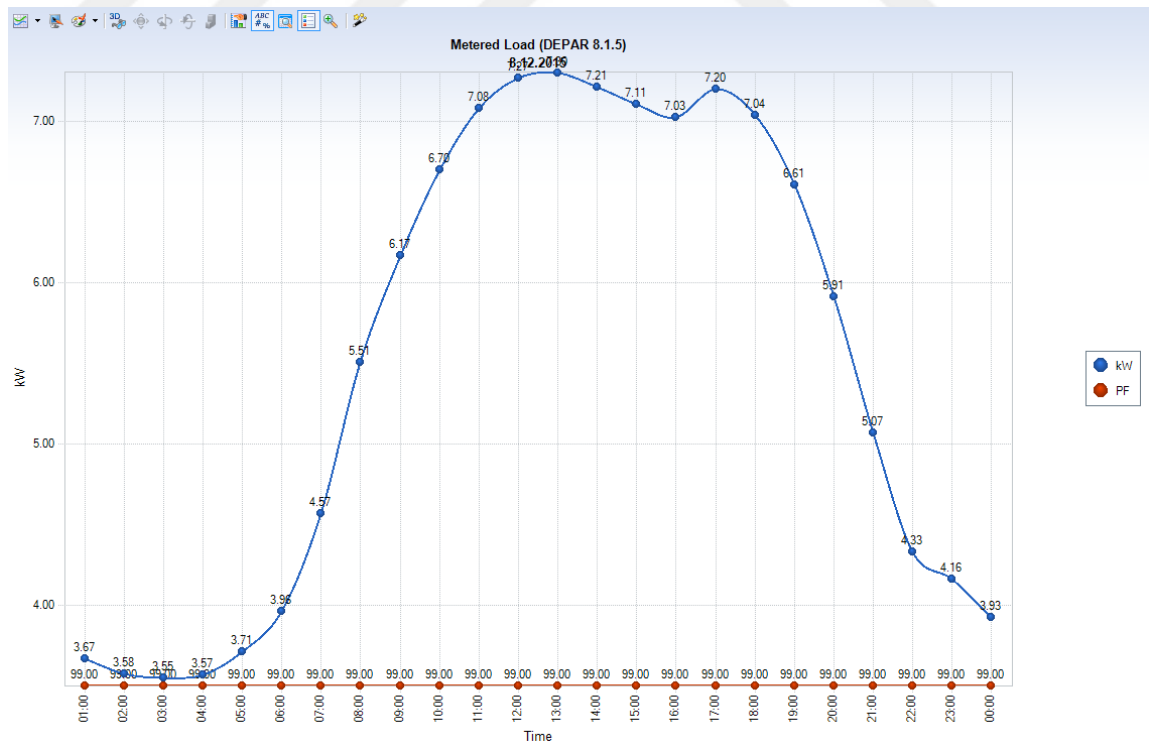
Şekil A.9 : Tip-9



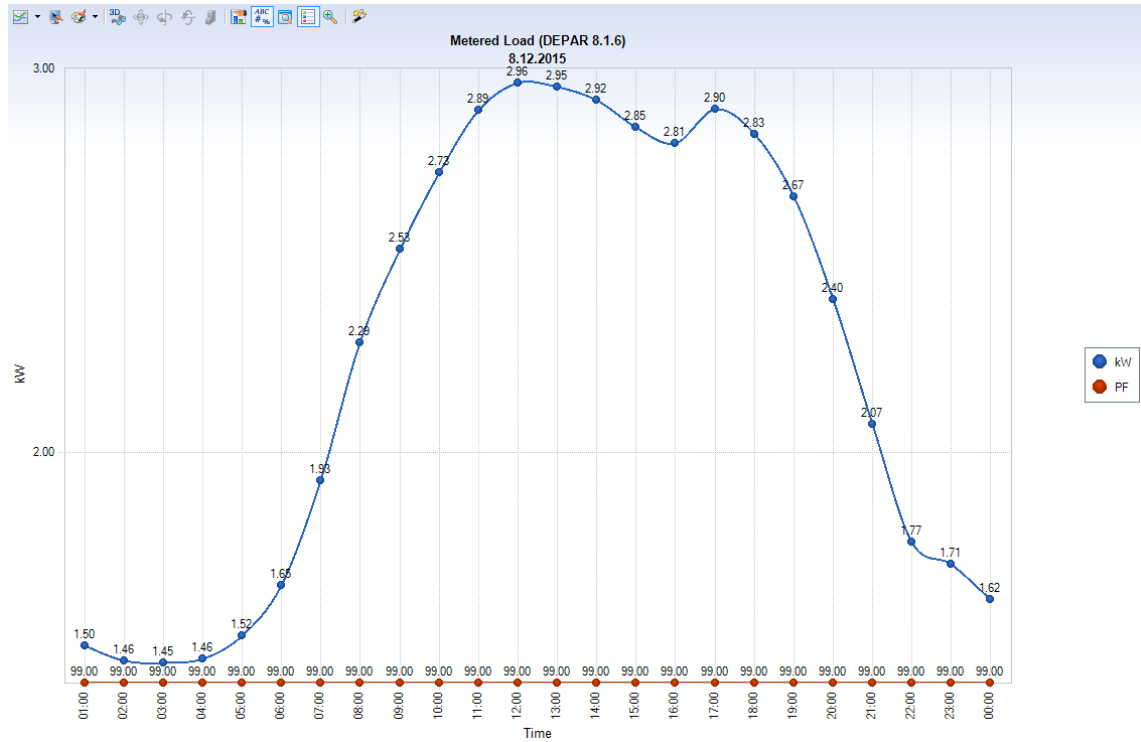
Şekil A.10 : Tip-10



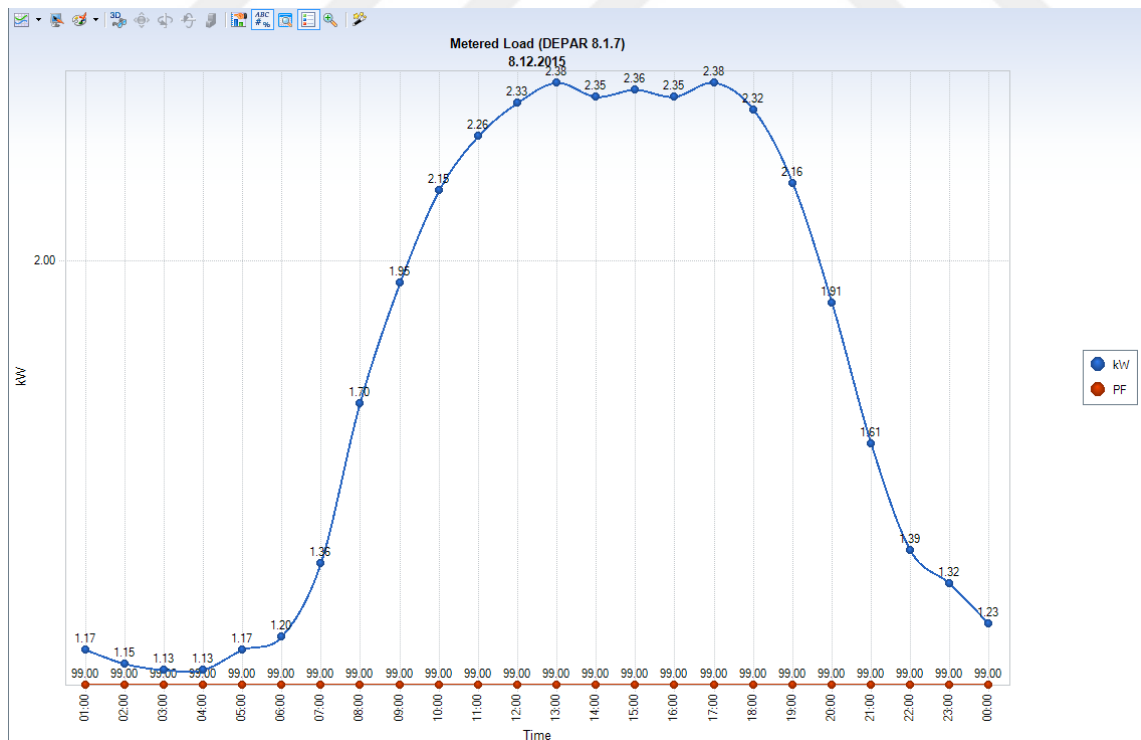
Şekil A.11 : Tip-11



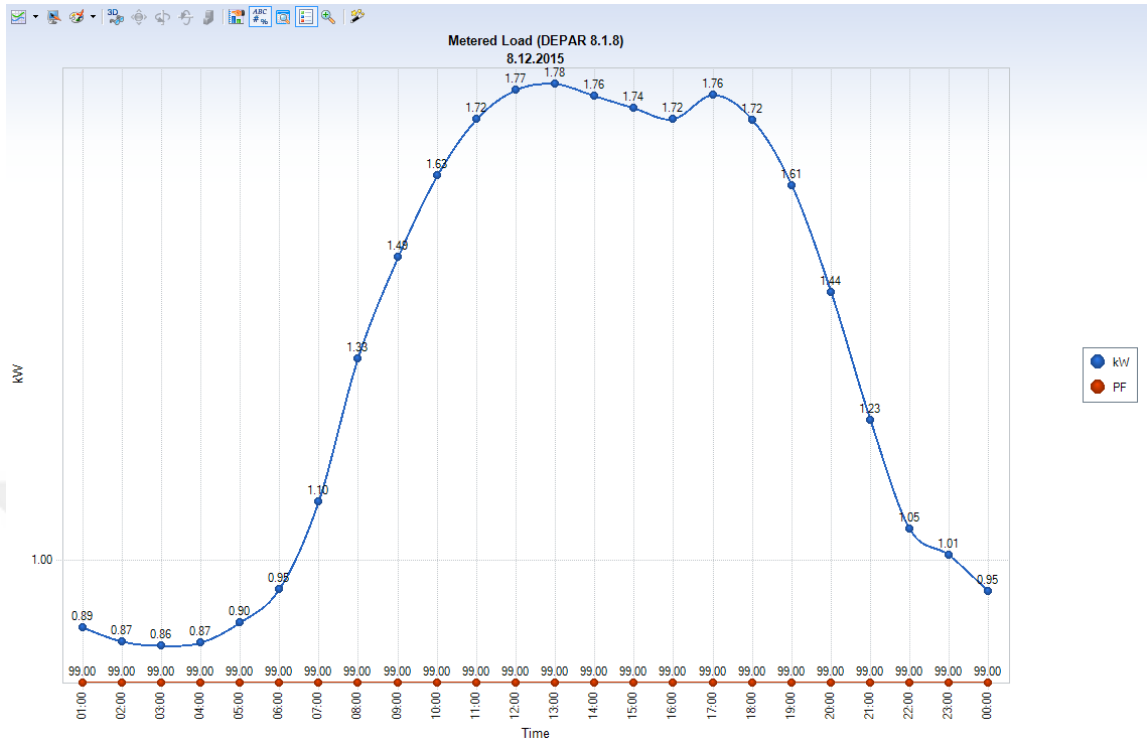
Şekil A.12 : Tip-12



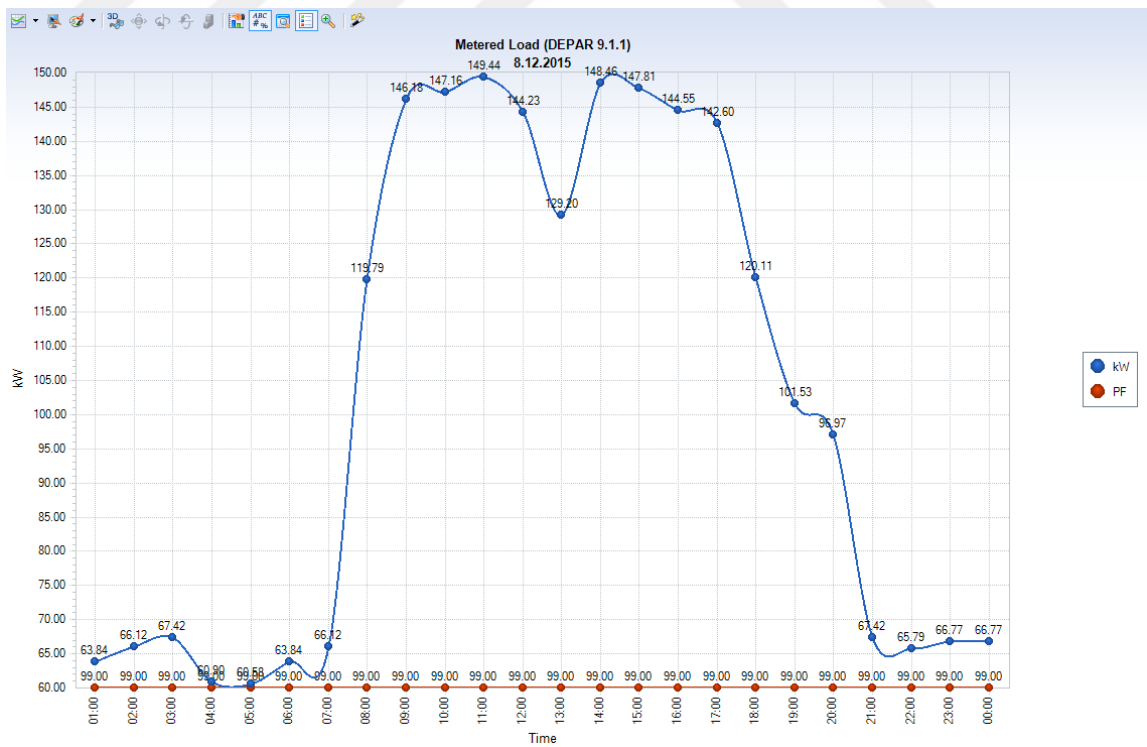
Şekil A.13 : Tip-13



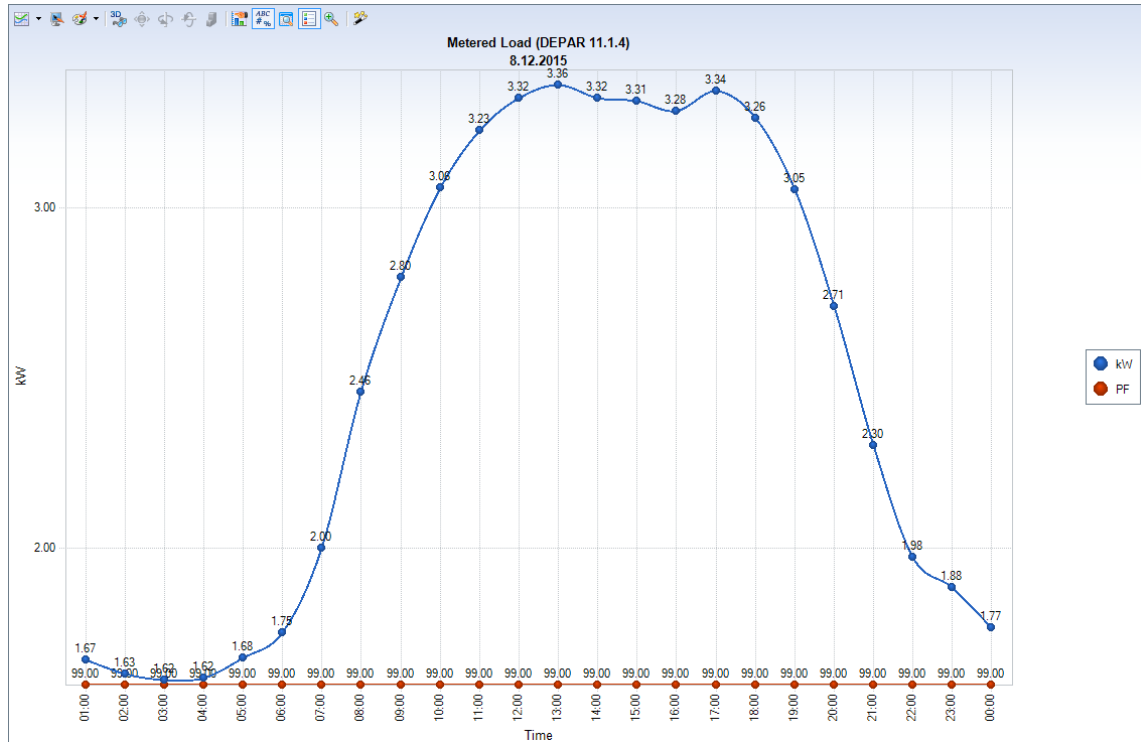
Şekil A.14 : Tip-14



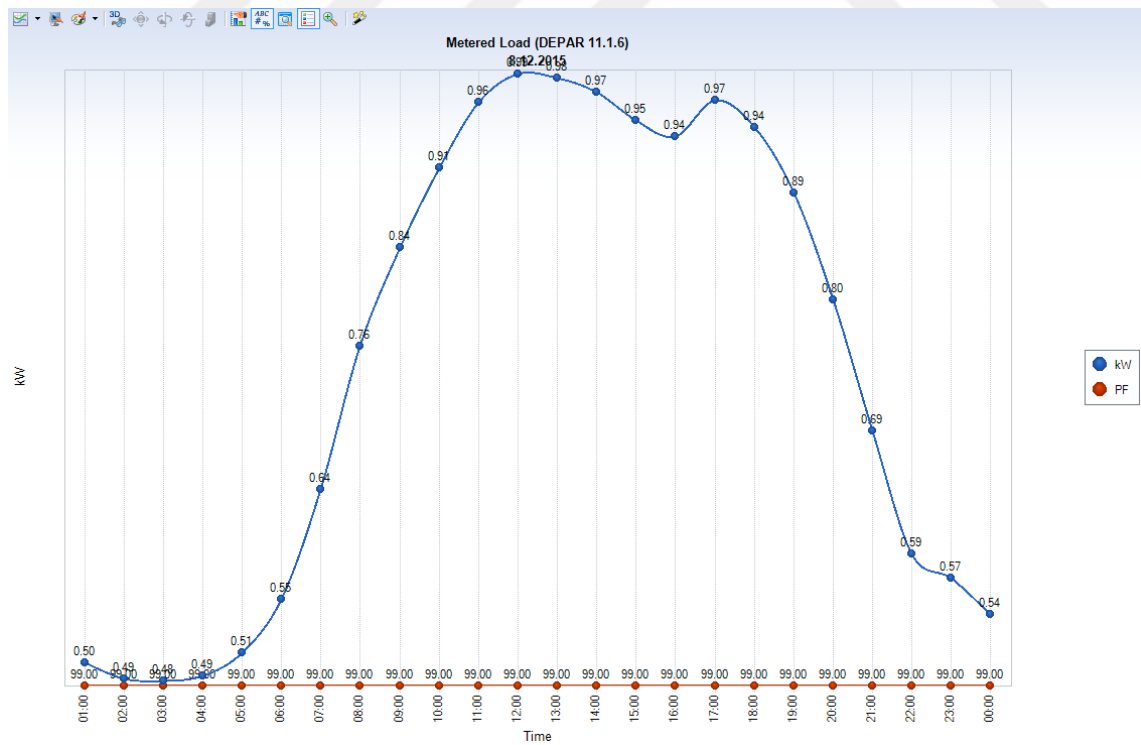
Şekil A.15 : Tip-15



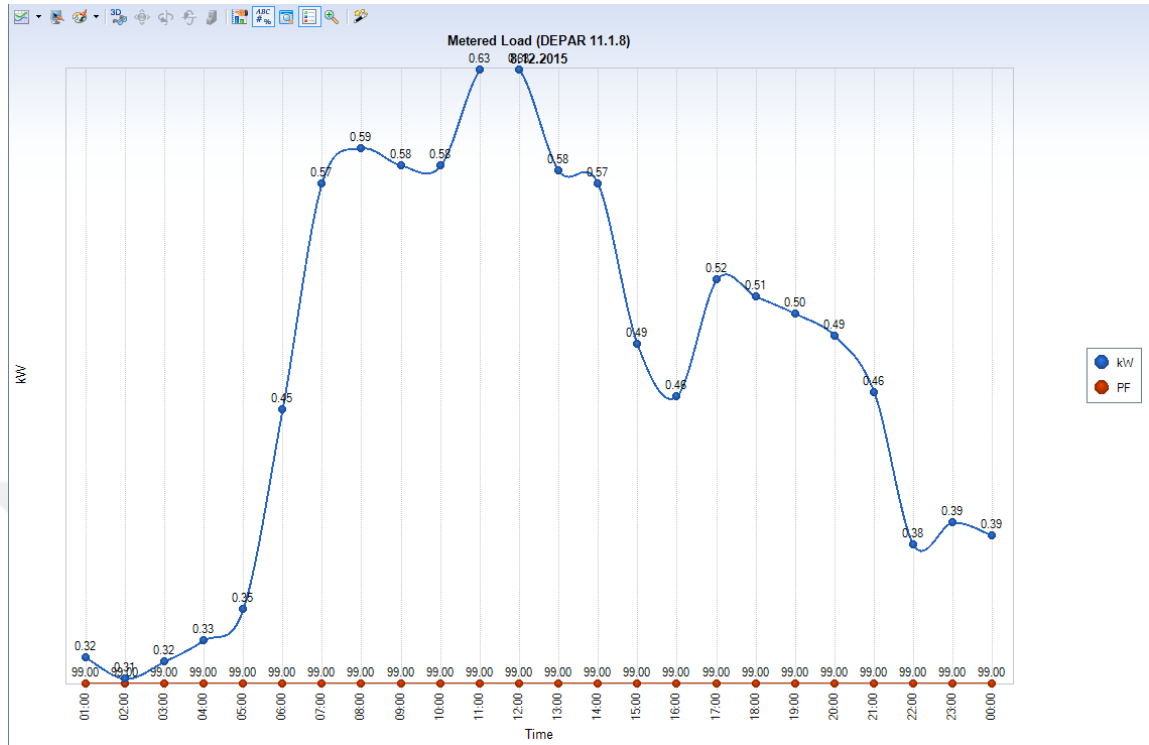
Şekil A.16 : Tip-16



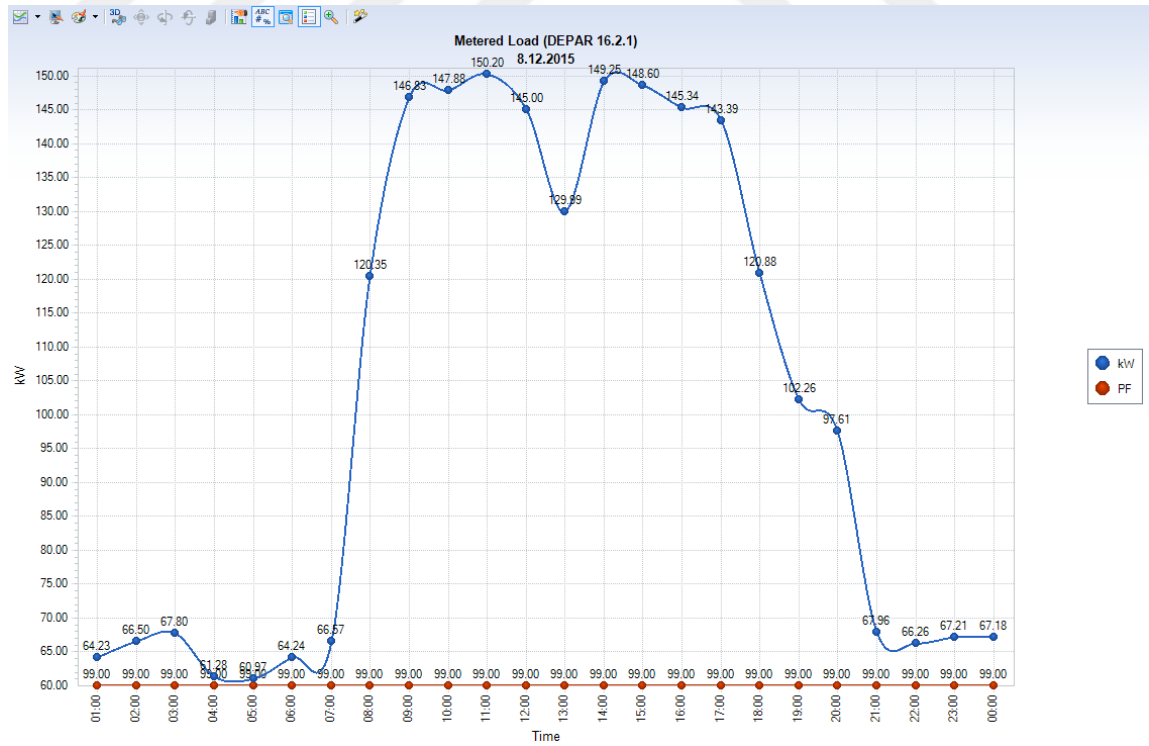
Şekil A.17 : Tip-17



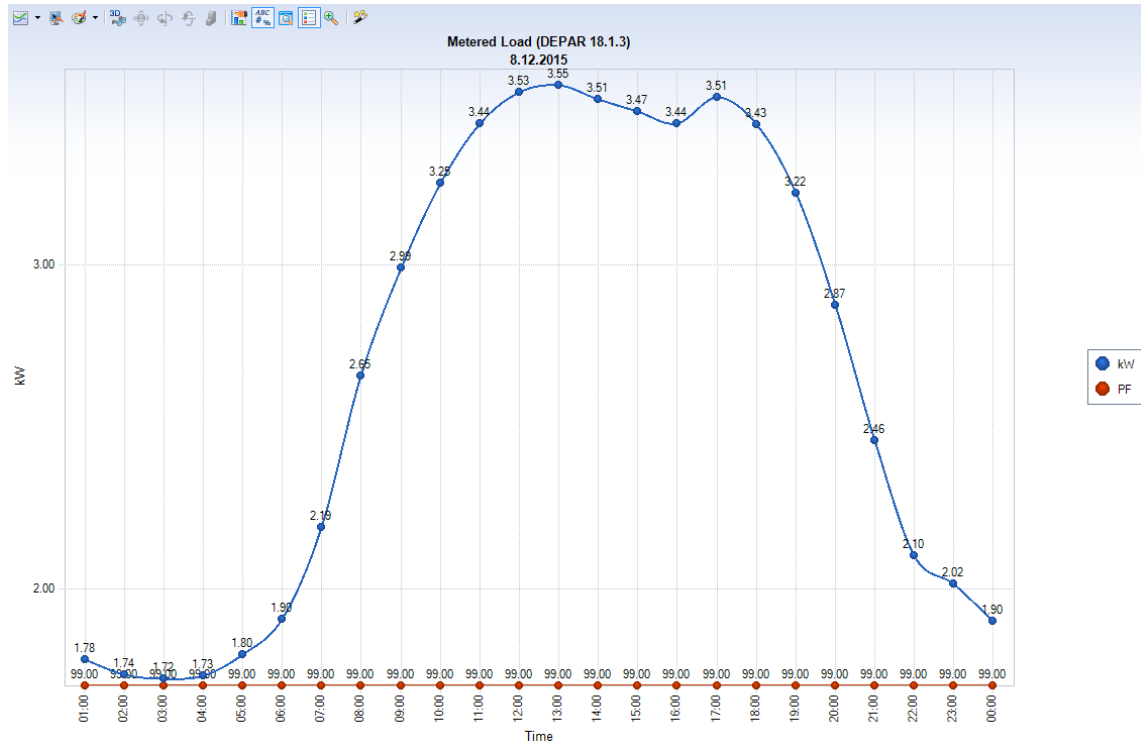
Şekil A.18 : Tip-18



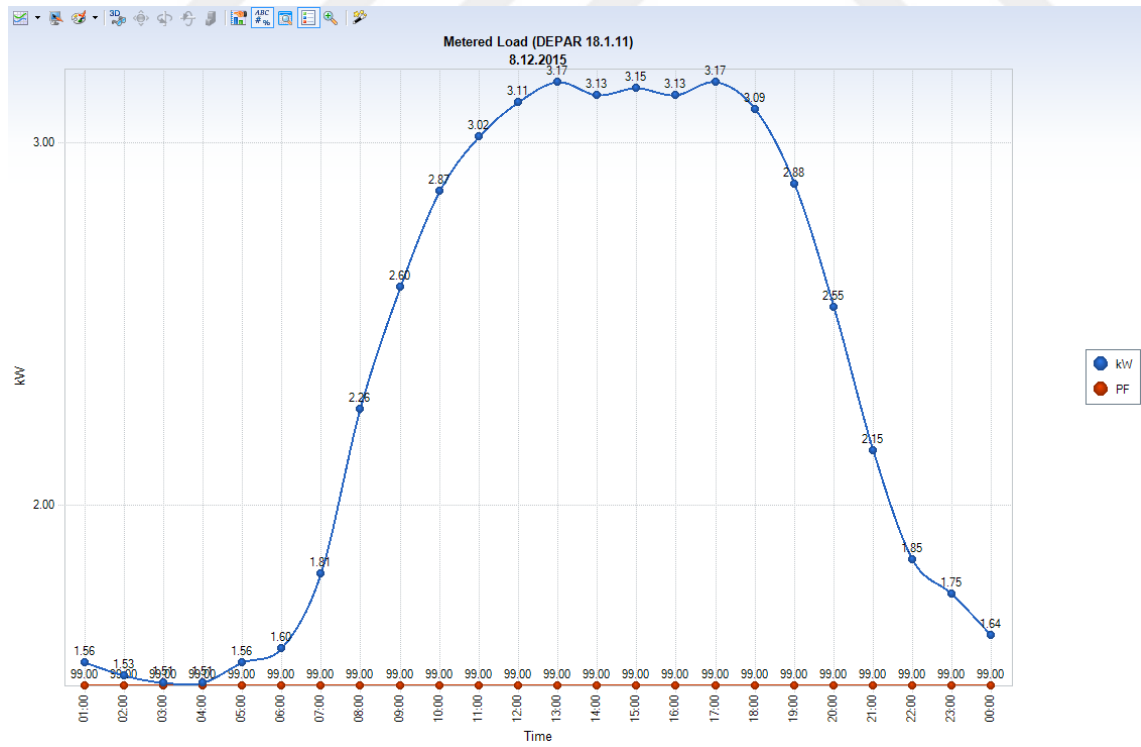
Şekil A.19 : Tip-19



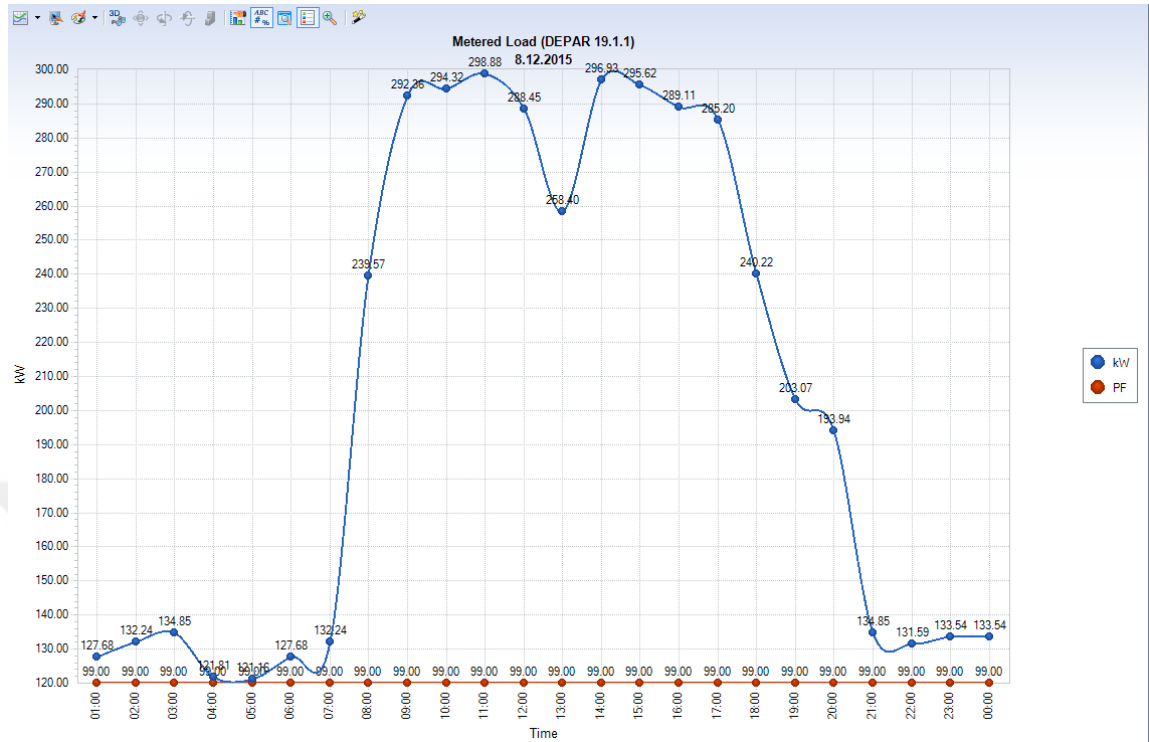
Şekil A.20 : Tip-20



Şekil A.21 : Tip-21



Şekil A.22 : Tip-23



Şekil A.23 : Tip-25



ÖZGEÇMİŞ

Gizem Tulun 1989 yılında Edirne’de doğdu. Lisans öğrenimini Bahçeşehir Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği bölümünde ÖSYM 100% burslu olarak 2012 yılında tamamladı. Aynı yıl, Bahçeşehir Üniversitesi Mekatronik Mühendisliğinde 100% okul burslu olarak çift ana dal öğrenimini tamamladı. 2013 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans öğrenimine başladı.



2012 yılında çalışmaya başladığı Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.de sırasıyla CBS Proje Mühendisi, Entegrasyon Mühendisi ve Ar-Ge Mühendisi unvanlarıyla görev aldı. Halen Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.de Ar-Ge Mühendisi unvanı ile çalışmaktadır.

İlgi alanları arasında veri tabanı yönetimi, güç sistemleri analizi ve proje yönetimi bulunmaktadır. CYME Güç Analizi yazılımı, ARCGIS, Microsoft SQL Server, COMSOL gibi veri tabanı ve güç mühendisliği yazılımlarına hakimdir.