

YALOVA ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**METRO İSTANBUL ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI,
MODELLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sercan İŞÇAN

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Enerji Sistemleri Mühendisliği Programı

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ümit ÜNVER
İkinci Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Taylan GÜNEŞ**

HAZİRAN 2019

YALOVA ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**METRO İSTANBUL ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI,
MODELLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sercan İŞÇAN
[115103001]

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

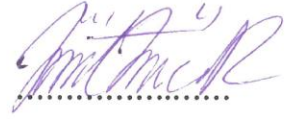
Enerji Sistemleri Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ümit ÜNVER
İkinci Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Taylan GÜNEŞ

HAZİRAN 2019

YALOVA Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 115103001 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Sercan İŞÇAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "Metro İstanbul Enerji Yönetim Sisteminin Oluşturulması, Modellenmesi ve Değerlendirilmesi" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Ümit ÜNVER**
Yalova Üniversitesi



İkinci Danışmanı : **Dr. Öğr. Üyesi Taylan GÜNEŞ**
Yalova Üniversitesi



Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DİREK**
Yalova Üniversitesi



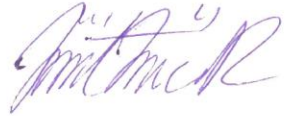
Prof. Dr. Ömer KAYNAKLI
Bursa Uludağ Üniversitesi



Doç. Dr. Müslüm ARICI
Kocaeli Üniversitesi



Doç. Dr. Ümit ÜNVER
Yalova Üniversitesi



Dr. Öğr. Üyesi Taylan GÜNEŞ
Yalova Üniversitesi



Teslim Tarihi : 17 Mayıs 2019
Savunma Tarihi : 13 Haziran 2019



ÖNSÖZ

Bu çalışmadaki katkılarından dolayı değerli hocam Doç. Dr. Ümit ÜNVER'e, Dr. Öğr. Üyesi Taylan GÜNEŞ'e, Metro İstanbul AŞ Mühendislik Hizmetler Müdürü Sn. İbrahim Ethem DEMİRCİ'ye, Metro İstanbul AŞ mühendislerinden Sn. İsmail ADIYIL ile Sn. Selahattin HARMANDAR'a, tezin içerik kontrolündeki yardımları için Sn. Alper KELEŞOĞLU'na ve son olarak benden desteğini esirgemeyen aileme teşekkürü borç bilirim.

Mayıs 2019

Sercan İŞÇAN

[Elektrik Mühendisi]



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	V
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET	xxi
1. GİRİŞ	1
2. ELEKTRİKLİ RAYLI ULAŞIM SİSTEMLERİNE GENEL BAKIŞ	5
2.1 İstanbul Kent İçi Raylı Ulaşım Sistemleri.....	6
2.1.1 Tramvay	6
2.2.2 Hafif raylı sistem	7
2.2.3 Hafif metro	7
2.2.4 Metro	7
2.2.5 Banliyo.....	8
2.2 Raylı Sistemler Enerji Beslemesi	8
3. ENERJİ YÖNETİMİ VE ISO 50001 STANDARDI.....	11
3.1 Giriş	11
3.2 Enerji Komitesi Oluşturulması ve Enerji Yöneticisi Atanması	12
3.2.1 Enerji yöneticisi	13
3.2.2 Enerji yöneticisinin görevleri	13
3.3 Üst Yönetimin Desteği	15
3.4 Enerji Tüketiminin Belirlenmesi	15
3.5 Enerji Yönetim Programının Başlatılması	16
3.6 İzleme ve Hedef Oluşturma ve Aşamaları.....	16
3.6.1 Veri toplama	17
3.6.2 Sayaç okuma	18
3.6.3 Üretim izleme	18
3.6.4 Enerji tüketim standardının tayini	19
3.6.5 Hedef belirleme	20
3.6.5.1 Hedef belirleme yöntemleri	21
3.6.5.2 Spesifik enerji tüketimleri	22
3.6.6 Raporlama	24
3.7 Enerji Tasarrufu Etüt Yöntemleri	25
3.7.1 Diagnostik planlama.....	25
3.7.2 Ön enerji taraması (ÖET).....	25
3.7.3 Detaylı enerji taraması (DET)	26
3.8 Enerji Taramasından Beklenenler	28
3.8.1 Enerji tüketim ve üretim verilerinin birleştirilmesi	28
3.8.2 Enerji tasarrufu fırsatlarının belirlenmesi ve alınacak tedbirlerin detaylı analizleri	28

3.8.3 Faaliyet planı.....	28
3.9 Enerji Yönetim Sistemi olarak ISO 50001 Enerji Yönetim Standardı	29
3.9.1 Yönetimin sorumluluğu.....	31
3.9.2 Enerji politikası.....	32
3.9.3 Enerji planlaması.....	33
3.9.4 Uygulama ve işletim.....	35
3.9.5 Kontrol etme	37
3.9.6 Yönetimin gözden geçirmesi	39
4. METRO İSTANBUL ISO 50001 ENYS MODELLEMESİ	41
4.1 Giriş	41
4.2 Enerji Politikası.....	42
4.3 Enerji Planlaması	44
4.3.1 Yasal şartlar ve diğer şartlar	45
4.3.2 Kuruluşa ait enerji bileşenleri boyutlarının belirlenmesi ve gözden geçirilmesi.....	46
4.3.3 Enerji referans noktası	55
4.3.4 Enerji performans göstergeleri (EnPG).....	56
4.3.4.1 CER tüketimi EnPG'leri (EnPG_1)	58
4.3.4.2 Aydınlatma ve priz tüketimi EnPG'leri (EnPG_2)	66
4.3.4.3 Havalandırma tüketimi EnPG'leri (EnPG_3).....	73
4.3.4.4 Yürüyen merdiven ve asansör tüketimi EnPG'leri (EnPG_4).....	79
4.3.4.5 Yerleşke idari bina tüketimi EnPG'leri (EnPG_5)	85
4.3.4.6 Yerleşke Atölye tüketimi EnPG'leri (EnPG_6).....	87
4.3.4.7 Yerleşke doğalgaz tüketimi EnPG'leri (EnPG_7)	89
4.3.4.8 İstasyon iç ihtiyaç EnPG'leri (EnPG_8)	93
4.3.5 Enerji hedefleri, amaçları ve eylem planları.....	97
4.3.5.1 CER tüketimi hedefleri	98
4.3.5.2 Aydınlatma ve priz tüketimi hedefleri.....	102
4.3.5.3 Havalandırma tüketimi hedefleri.....	104
4.3.5.4 Yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedefleri.....	107
4.3.5.5 Yerleşke tüketimi hedefleri.....	109
4.3.5.6 EnYS eylem planı	112
4.4 Uygulama ve İşletim	112
4.4.1 Yeterlilik, eğitim ve farkındalık.....	112
4.4.2 İletişim	118
4.4.3 Dokümantasyon	118
4.4.3.1 Dokümanların kontrolü	119
4.4.4 İşletimin kontrolü.....	123
4.4.5 Enerji Hizmetleri, ürünler, donanım ve enerjinin tedariki.....	126
4.5 Kontrol Etme ve Önlem Alma	127
4.5.1 İzleme, ölçme ve analiz etme.....	127
4.5.2 Yasal ve diğer şartlarla uyumluluğun değerlendirilmesi	128
4.5.3 EnYS iç tetkiki.....	129
4.5.4 Uygunsuzluklar, düzeltme, düzeltici ve önleyici faaliyetler.....	131
4.5.5 Kayıtların kontrolü.....	132
4.5.6 Yönetimin gözden geçirmesi	133

5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME	135
5.1 EnYS Kapsamındaki Hatların (M1-M2-M3-M4-T1-T4) Genel Performans Bulgu ve Değerlendirmeleri	135
5.2 EnYS Kapsamındaki Hatların (M1-M2-M3-M4-T1-T4) CER Performans Bulgu ve Değerlendirmeleri	142
5.3 EnYS Kapsamındaki Metro Hatların (M1-M2-M3-M4) Aydınlatma ve Priz Tüketimi Performans Bulgu ve Değerlendirmeleri	146
5.4 EnYS Kapsamındaki Metro Hatların (M1-M2-M3-M4) Havalandırma Performans Bulgu ve Değerlendirmeleri	154
5.5 EnYS Kapsamındaki Metro Hatların (M1-M2-M3-M4) Asansör ve Yürüyen Merdiven Tüketimi Performans Bulgu ve Değerlendirmeleri	157
5.6 Fatura Analizi Bulgu ve Değerlendirmeleri	159
5.6.1 Fatura tarifeleri ve özellikleri	159
5.6.1.1 Tek terimli tarife	159
5.6.1.2 Çift terimli tarife	159
5.6.1.3 Puant tarife	160
5.6.2 Metro İstanbul AŞ fatura analizi	161
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	177
KAYNAKLAR	183
EKLER	187
ÖZGEÇMİŞ	225



KISALTMALAR

AA	: Alternatif Akım
AEB	: Aylık enerji bedeli
AET	: Aktif enerji tüketimi
AŞ	: Anonim Şirket
ATAEM	: Aylık tüketilen enerji miktarı
AUDIT	: Enerji taraması
CER	: Tren
DA	: Doğru Akım
DET	: Detaylı Enerji Taraması
EB	: Enerji Bedeli
EBB	: Enerji birim bedeli
EİGM	: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
EnPG	: Enerji Performans Göstergeleri
ENVER	: Enerji Verimliliği
EnYS	: Enerji yönetim sistemi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
GB	: Güç bedeli
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HDD	: Isıtma Derece Gün
Hz	: Hertz
İH	: İzleme ve Hedef Belirleme
IEC	: Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
ISO	: Uluslararası standardizasyon örgütü
Km	: Kilometre
kV	: Kilovolt
kWh	: Kilowatt_saat
M1	: Aksaray-Atatürk Havaalanı/Kirazlı metro hattı
M2	: Yenikapı – Hacıosman metro hattı
M3	: Başakşehir – Olimpiyatköy metro hattı
M4	: Kadıköy – Kartal metro hattı
M5	: Üsküdar – Çekmeköy metro hattı
M6	: Levent - Boğaziçi Ünv./Hisarüstü metro hattı
F1	: Taksim-Kabataş Füniküler Hattı
T1	: Kabataş – Bağcılar tramvay hattı
T3	: Kadıköy – Moda nostaljik tramvay hattı
T4	: Topkapı – Habipler tramvay hattı
TF-E	: Eyüp – Piyerloti teleferik hattı
TF-M	: Maçka – Taşkışla teleferik hattı
m	: Metre
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
MW	: Mega Watt

O.G	: Orta Gerilim
OSIRIS	: Yenilikçilik ve Enerji Tüketiminin Azaltımı için Optimum Strateji
ÖET	: Ön Enerji Taramaları
PUKÖ	: Planla, Uygula, Kontrol Et ve Önlem al
sa	: Saat
SET	: Spesifik Enerji Tüketimi
SG	: Sözleşme gücü
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TL	: Türk Lirası
UITP	: Uluslararası Toplu Taşımacılar Birliği
UNIFE	: Avrupa Demiryolu Endüstrisi Birliği
V	: Volt
V_{dc}	: Doğru Gerilim



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Ülkemizde işletmede olan kent içi raylı sistemler.....	5
Çizelge 2.2 : Dünya genelindeki örnek metropollerin banliyö hatları hariç kent içi raylı ulaşım sistemleri	6
Çizelge 3.1 : Enerji Yöneticisi bulundurması zorunlu kuruluşlar ve kriterler	12
Çizelge 3.2 : Enerji Yöneticisi bulundurması zorunlu kuruluşlar ve kriterler	12
Çizelge 3.3 : Metro İstanbul 2016 ve 2017 yıllarına ait toplam enerji tüketimi.....	13
Çizelge 3.4 : Metro İstanbul 2016 ve 2017 yıllarına ait elektrik ve doğalgaz toplam enerji tüketim değerleri	16
Çizelge 4.1: Enerji Politikası ve Diğer Hususlar Formu.....	43
Çizelge 4.2: Yasal ve Diğer Şartlar Formu.....	45
Çizelge 4.3: Enerji Bileşenleri Formu	46
Çizelge 4.4: Enerji Tüketim Formu -2016-.....	47
Çizelge 4.5: Enerji Tüketim Formu -2017-	48
Çizelge 4.6: Enerji Tüketim Alanları Formu	49
Çizelge 4.7: Enerji Şaması Formu -2016-	50
Çizelge 4.8: Enerji Şaması Formu -2017-	52
Çizelge 4.9: Önceliklendirme puanlaması yöntem ve katsayıları	54
Çizelge 4.10: Enerji referans noktaları ve değerleri	55
Çizelge 4.11: Enerji performans göstergeleri formu	57
Çizelge 4.12: EnPG -1- (CER 2016) formu.....	58
Çizelge 4.13: EnPG -1- (CER 2017) formu.....	59
Çizelge 4.14: EnPG -1- (CER 2016-2017) performans değerlendirme formu	66
Çizelge 4.15: EnPG -2- (Aydınlatma_Priz 2016) formu	67
Çizelge 4.16: EnPG -2- (Aydınlatma_Priz 2017) formu	68
Çizelge 4.17: EnPG -2- (Aydınlatma_priz 2016-2017) performans değerlendirme formu.....	72
Çizelge 4.18: EnPG -3- (Havalandırma 2016) formu.....	73
Çizelge 4.19: EnPG -3- (Havalandırma 2017) formu.....	74
Çizelge 4.20: EnPG -3- (Havalandırma 2016-2017) performans değerlendirme formu.....	78
Çizelge 4.21: EnPG -4- (Yürüyen merdiven_asansör 2016) formu.	79
Çizelge 4.22: EnPG -4- (Yürüyen merdiven_asansör 2017) formu.	80
Çizelge 4.23: EnPG -4- (Yür.merd._asan. 2016-2017) performans değerlendirme formu.....	84
Çizelge 4.24: EnPG -5- (Yerleşke idari bina 2016) formu.....	85
Çizelge 4.25: EnPG -5- (Yerleşke idari bina 2017) formu.....	85
Çizelge 4.26: EnPG -6- (Yerleşke atölye binası 2016) formu.....	87
Çizelge 4.27: EnPG -6- (Yerleşke atölye binası 2017) formu.....	87
Çizelge 4.28: EnPG -7- (Yerleşke doğalgaz tüketimi 2016) formu	89
Çizelge 4.29: EnPG -7- (Yerleşke doğalgaz tüketimi 2017) formu	89
Çizelge 4.30: EnPG -5_6_7- (Yerleşke Enerji Tüketim. 2016-2017) performans değerlendirme formu.	92

Çizelge 4.31: EnPG -8.1- (İstasyon iç ihtiyaç 2016-2017) kötü performans değişimleri formu.	93
Çizelge 4.32: EnPG -8.2- (İstasyon iç ihtiyaç 2016-2017) performans formu.	95
Çizelge 4.33: EnPG -8.3- 2016-2017 yıllarına ait istasyon iç ihtiyaç performanslarının hat bazında değerlendirilmesi formu.	97
Çizelge 4.34: CER tüketimi hedef değer formu.	98
Çizelge 4.35: Aydınlatma ve priz tüketimi hedef değer formu	102
Çizelge 4.36: Havalandırma tüketimi hedef değer formu.....	104
Çizelge 4.37: Yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef değer formu	107
Çizelge 4.38: Yerleşke tüketimleri hedef değer formu.....	109
Çizelge 4.39: Görev tanımları formu.	112
Çizelge 4.40: EnYS yıllık eğitim planı formu	114
Çizelge 4.41: EnYS İç yazışma formu.	115
Çizelge 4.42: EnYS eğitim katılım kayıt formu.	116
Çizelge 4.43: EnYS eğitim değerlendirme formu.....	117
Çizelge 4.43: Personel EnYS eğitim takip kayıt formu.	118
Çizelge 4.44: EnYS doküman formu.	119
Çizelge 4.45: EnYS doküman dağıtım formu.	122
Çizelge 4.46: EnYS dış kaynaklı doküman listesi formu.	123
Çizelge 4.47: EnYS enerji kontrol listesi formu.	124
Çizelge 4.48: EnYS bakım planı formu.	125
Çizelge 4.49: EnYS bakım sicil formu.	125
Çizelge 4.50: EnYS hizmet, ürün ve donanım sicil formu.	126
Çizelge 4.51: EnYS enerji sicil formu.	126
Çizelge 4.52: EnYS performans rapor formu.	127
Çizelge 4.53: EnYS yasal ve diğer şartlarla uyumluluğunun değerlendirilmesi formu..	128
Çizelge 4.54: EnYS iç tetkik planı formu.	129
Çizelge 4.55: EnYS iç tetkik formu.	130
Çizelge 4.56: EnYS düzeltici ve önleyici faaliyet istek formu.	131
Çizelge 4.57: EnYS düzeltici ve önleyici faaliyet takip formu.....	132
Çizelge 4.58: EnYS arşiv formu.	132
Çizelge 4.59: EnYS kayıtlar ve saklama formu.	132
Çizelge 4.60: EnYS yönetimin gözden geçirmesi toplantı tutanak formu.	133
Çizelge 5.1: Hat performans karşılaştırma tablosu.....	136
Çizelge 5.2: M3 hattı sefer sıklığı düzenlemesi yapılarak elde edilecek iyileştirme hesabı.....	138
Çizelge 5.3: Hat performans karşılaştırma tablosu.....	139
Çizelge 5.4: Metro istasyonları aydınlatma seviyeleri.....	147
Çizelge 5.5: Led armatür dönüşüm sıralaması.....	151
Çizelge 5.6: M1 hattı asansör ve yürüyen merdiven tüketimlerine ait 2016 ve 2017 yılları en kötü performans gösteren istasyonlar sıralaması.	158
Çizelge 5.7: EnYS kapsamındaki hatların elektrik enerjisi tüketimi faturalandırma noktaları.	162
Çizelge 5.8: M1 hattı 2016-2017yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).	163
Çizelge 5.9: M2 hattı 2016-2017yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).	164
Çizelge 5.10: M3 hattı 2016-2017yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).	165

Çizelge 5.11: M4 hattı 2016-2017yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).....	166
Çizelge 5.12: T1 hattı 2016-2017yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).....	167
Çizelge 5.13: T4 hattı 2016-2017yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).....	168
Çizelge 5.14: M1, M2, M3, M4, T1 ve T4 hatlarının 2016 ve 2017 yıllarına ait toplam elektrik enerjisi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç)....	169
Çizelge 5.15: M1, M2, M3, M4, T1 ve T4 hatlarının 2016 ve 2017 yıllarına ait demant güç değerleri.	169
Çizelge 5.16: Sınır kullanım oran değerleri.....	171
Çizelge 5.17: Tarife değişikliği uygunluk değerlendirmesi	172
Çizelge 5.18: Tarife değişikliği senaryosu neticesinde 2016 ve 2017 yıllarında elde edilebilecek tasarruf miktarı	174
Çizelge A.1 : İstanbul kent içi raylı ulaşım sistemlerin özellikleri.....	188
Çizelge İ.1: EnYS eylem planı formu	209
Çizelge J.1: 2016 yılı ilk çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [54]	212
Çizelge J.2: 2016 yılı ikinci çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [55]	212
Çizelge J.3: 2016 yılı üçüncü çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [56].....	213
Çizelge J.4: 2016 yılı dördüncü çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [57]	213
Çizelge J.5: 2017 yılı birinci çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [58].....	214
Çizelge J.6: 2017 yılı ikinci çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [69]	214
Çizelge J.7: 2017 yılı üçüncü çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [60].....	215
Çizelge J.8: 2017 yılı dördüncü çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [61]	215



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Enerji tasarrufuna katkıda bulunan sekiz önemli çalışma sahası.	11
Şekil 3.2 : İH Oluşturma akış diyagramı.	17
Şekil 3.3 : İSO 50001 Deming Döngüsü.	30
Şekil 3.4 : Enerji planlama işlemleri kavramsal şeması.	33
Şekil 4.1 : ISO 50001 EnYS modeli	42
Şekil 4.2 : 2016 ve 2017 yılları birim CER tüketimlerine ait enerji referans çizgileri	61
Şekil 4.3 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M1 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.....	62
Şekil 4.4 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M2 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmaları.....	62
Şekil 4.5 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M3 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmaları.....	63
Şekil 4.6 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M4 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.....	64
Şekil 4.7 : 2016 ve 2017 yıllarına ait T1 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.....	64
Şekil 4.8 : 2016 ve 2017 yıllarına ait T4 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.....	65
Şekil 4.9 : 2016 ve 2017 yılları birim aydınlatma ve priz tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.	69
Şekil 4.10 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M1 hattı birim aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları ...	70
Şekil 4.11 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M2 hattı birim aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları ...	70
Şekil 4.12 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M2 hattı birim aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları ...	71
Şekil 4.13 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M2 hattı birim aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları ...	71
Şekil 4.14 : 2016 ve 2017 yıllarına birim havalandırma tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.	75
Şekil 4.15 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M1 hattı birim havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları	76
Şekil 4.16 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M2 hattı birim havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.....	76
Şekil 4.17 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M2 hattı birim havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.....	77
Şekil 4.18 : 2016 ve 2017 yıllarına birim yürüyen merdiven ve asansör tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.	81
Şekil 4.19 : 2016 ve 2017 yıllarına ait M1 hattı birim yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları...	82

Şekil 4.20 :	2016 ve 2017 yıllarına ait M2 hattı birim yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları...	82
Şekil 4.21 :	2016 ve 2017 yıllarına ait M3 hattı birim yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları...	83
Şekil 4.22 :	2016 ve 2017 yıllarına ait M4 hattı birim yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.....	83
Şekil 4.23 :	2016 ve 2017 yıllarına birim yerleşke idari bina elektrik enerjisi tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.....	86
Şekil 4.24 :	2016 ve 2017 yıllarına ait Esenler yerleşkesi idari bina elektrik enerjisi tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları ...	86
Şekil 4.25 :	2016 ve 2017 yıllarına birim esenler yerleşke atölye binası elektrik enerjisi tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.....	88
Şekil 4.26 :	2016 ve 2017 yıllarına ait Esenler yerleşkesi atölye binası elektrik enerjisi tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları ...	88
Şekil 4.27 :	2016 ve 2017 yıllarına birim esenler ve seyrantepe yerleşke doğalgaz enerjisi tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.....	90
Şekil 4.28 :	2016 ve 2017 yıllarına ait Esenler yerleşkesi doğalgaz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.....	91
Şekil 4.29 :	2016 ve 2017 yıllarına ait Seyrantepe yerleşkesi doğalgaz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.....	91
Şekil 4.30 :	M1 hattı CER hedef doğrusu.....	99
Şekil 4.31 :	M2 hattı CER hedef doğrusu.....	99
Şekil 4.32 :	M3 hattı CER hedef doğrusu.....	100
Şekil 4.33 :	M4 hattı CER hedef doğrusu.....	100
Şekil 4.34 :	T1 hattı CER hedef doğrusu.....	101
Şekil 4.35 :	T4 hattı CER hedef doğrusu.....	101
Şekil 4.36 :	M1 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef doğrusu.....	102
Şekil 4.37 :	M2 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef doğrusu.....	103
Şekil 4.38 :	M3 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef doğrusu.....	103
Şekil 4.39 :	M4 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef doğrusu.....	104
Şekil 4.40 :	M1 hattı havalandırma tüketimi hedef doğrusu.....	105
Şekil 4.41 :	M2 hattı havalandırma tüketimi hedef doğrusu.....	105
Şekil 4.42 :	M3 hattı havalandırma tüketimi hedef doğrusu.....	106
Şekil 4.43 :	M4 hattı havalandırma tüketimi hedef doğrusu.....	106
Şekil 4.44 :	M1 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef doğrusu.....	107
Şekil 4.45 :	M2 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef doğrusu.....	108
Şekil 4.46 :	M3 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef doğrusu.....	108
Şekil 4.47 :	M4 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef doğrusu.....	109
Şekil 4.48 :	Esenler yerleşkesi idari bina elektrik tüketimi hedef doğrusu.....	110
Şekil 4.49 :	Esenler yerleşkesi atölye binası elektrik tüketimi hedef doğrusu.....	110
Şekil 4.50 :	Esenler yerleşkesi doğalgaz tüketimi hedef doğrusu.....	111
Şekil 4.51 :	Seyrantepe yerleşkesi doğalgaz tüketimi hedef doğrusu.....	111
Şekil 5.1 :	Metro hatları 2016-2017 yılı genel performansları.....	137
Şekil 5.2 :	Tramvay hatları 2016-2017 yılı genel performansları.....	137
Şekil 5.3 :	M1 hattı genel performans değişimleri.....	140
Şekil 5.4 :	M2 hattı genel performans değişimleri.....	140
Şekil 5.5 :	M3 hattı genel performans değişimleri.....	140
Şekil 5.6 :	M4 hattı genel performans değişimleri.....	141
Şekil 5.7 :	T1 hattı genel performans değişimleri.....	141

Şekil 5.8 : T4 hattı genel performans değişimleri.....	141
Şekil 5.9 : M1 hattı CER performans değişimleri	143
Şekil 5.10 : M2 hattı CER performans değişimleri	144
Şekil 5.11 : M3 hattı CER performans değişimleri	144
Şekil 5.12 : M4 hattı CER performans değişimleri	144
Şekil 5.13 : T1 hattı CER performans değişimleri	145
Şekil 5.14 : T4 hattı CER performans değişimleri	145
Şekil 5.15 : M1 hattı istasyon bazında aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri	149
Şekil 5.16 : M2 hattı istasyon bazında aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri	150
Şekil 5.17 : M3 hattı istasyon bazında aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri	150
Şekil 5.18 : M4 hattı istasyon bazında aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri	150
Şekil 5.19 : M1 hattı aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri	152
Şekil 5.20 : M2 hattı aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri	153
Şekil 5.21 : M3 hattı aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri	153
Şekil 5.22 : M4 hattı aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri	153
Şekil 5.23 : M1 hattı havalandırma tüketimi performans değişimleri	155
Şekil 5.24 : M2 hattı havalandırma tüketimi performans değişimleri	155
Şekil 5.25 : M3 hattı havalandırma tüketimi performans değişimleri	155
Şekil 5.26 : M4 hattı havalandırma tüketimi performans değişimleri	156
Şekil 5.27 : M1 hattı istasyon bazında asansör ve yürüyen merdiven tüketimi performans değişimleri	158
Şekil D.1 : Bir kumaş fabrikasına ait enerji tüketiminin üretime karşı grafiği [43]	193
Şekil D.2 : Bir kumaş fabrikasına ait hedef doğrusu [43]	193
Şekil D.3 : Bir kumaş fabrikasında Üretime bağlı olmayan enerji miktarının azaltılmasıyla elde edilen hedef doğrusu [43].....	193
Şekil K.1 : M1 hattı havalimanı sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafığı	216
Şekil K.2 : M1 hattı kirazlı sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafığı	216
Şekil K.3 : M1 hattı sağmalcılar sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafığı	216
Şekil K.4 : M1 hattı ulubatlı sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafığı	217
Şekil K.5 : M1 hattı yenibosna sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafığı	217
Şekil K.6 : M2 hattı Atatürk OSB sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafığı.....	217
Şekil K.7 : M2 hattı levent sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafığı	218
Şekil K.8 : M2 hattı taksim sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafığı	218
Şekil K.9 : M2 hattı yenikapı sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafığı	218
Şekil K.10 : M3 hattı ikitelli A (masko ikitelli) sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafığı	219

Şekil K.11 : M3 hattı ikitelli B (masko 2 ikitelli yedek) sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	219
Şekil K.12 : M3 hattı kirazlı A (bağcılar kirazlı) sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	219
Şekil K.13 : M3 hattı kirazlı B (bağcılar yedek) sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	220
Şekil K.14 : M4 hattı ayrılıkçeşme A (ayrılıkçeşmesi 1) sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	220
Şekil K.15 : M4 hattı ayrılıkçeşme B (ayrılıkçeşmesi 2) sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	220
Şekil K.16 : M4 hattı kartal A (kartal) sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	221
Şekil K.17 : M4 hattı kartal B (kartal yedek) sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	221
Şekil K.18 : M4 hattı kozyatağı A (K.Bakkalköy) sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	221
Şekil K.19 : M4 hattı kozyatağı B (K.Bakkalköy yedek) sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	222
Şekil K.20 : T1 hattı gülhane sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	222
Şekil K.22 : T1 hattı pazartekke (topkapı/pazartekke) sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	222
Şekil K.23 : T4 hattı TM1 sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	223
Şekil K.24 : T4 hattı TM6 sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	223
Şekil K.25 : T4 hattı TM9 sayacı 2016 – 2017 yılı elektrik enerjisi demant güç grafiği	223

METRO İSTANBUL ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI, MODELLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Enerji, küresel ısınma ve enerji arz güvenliği hususları sebebi ile hem ulusal hem de uluslararası platformda günümüzün en önemli konularından biri olmuştur. Enerji kaynaklarının temini hususunda dışarıya bağımlı ülkelerde temel hedef enerjiyi etkin biçimde kullanmak ve bölgesel enerji kaynaklarına öncelik vermek olmuştur. Sürdürülebilir bir gelişme sağlamak amacı ile günümüz enerji kaynakları yaşamsal aktiviteler için kullanılmalı gelecek nesillerin de enerji ihtiyacı dikkate alınıp enerji planlaması yapılmalı ve aynı zamanda çevre korumasıda sağlanmalıdır.

Sürdürülebilir gelişmenin önemli faktörlerinden olan taşımacılık sektörü ve enerji politikası insan yaşamını etkileyen iki önemli husustur. Kent yaşamının bilhassa metropollerde en önemli unsurları arasında ulaşım gelmektedir. Özellikle nüfus yoğunluğunun fazla olduğu kentlerde taşıma kapasiteleri, hızlı ulaşım ve konfor gibi üstünlükleri ile elektrikli raylı ulaşım sistemleri tercih edilmektedir. Ülkemizde de başta İstanbul, Ankara ve İzmir olmak üzere diğer büyükşehirlerde ulaşım sistemi olarak elektrikli raylı ulaşım sistemleri tercih edilmiştir. Nüfus yoğunluğu, günlük taşıma kapasitesi, ulaşım ağı uzunluğu ve diğer hususlar değerlendirildiğinde İstanbul kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemleri işletmecisi olan İstanbul Ulaşım AŞ Türkiye'nin en büyük kent içi raylı ulaşım sistemleri işletmecisi konumundadır.

Enerji tüketimi Türkiye'nin elektrik tüketiminin yaklaşık 1/1000'i olan Metro İstanbul AŞ hatlarında enerji verimliliği ve stratejileri için bugüne kadar bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların başında verimli sürüş teknikleri, sinyalizasyon sisteminin optimize edilmesi, faydalı frenleme teknolojisi ve sabit tesisler olarak anılan istasyonlardaki aydınlatmalarda enerji verimliliği gibi hususlar gelmektedir. Ancak taşıma kapasitesinin zamanla artması, teknolojinin gelişmesi, mevcut sistemlerin bakım-onarım maliyetlerinin artması, enerji talebinin yükselmesi hizmet kalitesinin sürdürülebilirliği için tüm sistemin enerji yönetiminin yapılması gerekliliğini doğurmuştur.

Bu tez çalışmasında, Metro İstanbul AŞ hatlarına ait enerji miktarının ölçülmesi, izlenmesi ve ISO 50001 enerji yönetim standardı çerçevesinde enerji yönetiminin oluşturulması için bir enerji ölçme, izleme ve yönetimi sistemi tasarlanmış, tasarlanan sistem kurulup devreye alınmış ve 2016-2017 yılları enerji verileri incelenmiştir. Veriler enerji yönetim sistemi doğrultusunda değerlendirilmiş olup ISO 50001 standardı referans alınarak enerji yönetim sistemi çalışması yapılmıştır.



CREATING AND MODELING THE ENERGY MANAGEMENT SYSTEM OF METRO ISTANBUL AND ITS EVALUATION

SUMMARY

Energy has become one of the most important issues of modern day in both national and international platform because of global warming and power supply safety. Main objective in countries that depends on external energy source which belong to other countries is efficiently using energy and give priority to domestic sources. There are two major subjects about sustainable development. One of these is taking into account of energy using for next generations and the other one is protecting the environment.

Transport sector and energy policies, have a vital importance in sustainable development. These are two major issues that affect human life. Because of this, transportation in metropole cities is also very important subject for city life. Especially in cities that are high population zone, electrical railway systems have been preferred because of high transportation capacity, rapid transit and comfort parameters. In Turkey, notably in İstanbul, Ankara and İzmir, electrical railway systems have been preferred for main transportation like other metropolises. When population density, transportation capacity per day, length of transportation network and other parameters are taken into account, İstanbul Transportation Incorporated Company, which is operator of the electrical railway transportation systems in İstanbul, is the biggest operator of the intracity electrical railway transportation systems in Turkey.

The company nearly consumes 1/1000 electrical energy of Turkey. So far, some operations have been implemented for energy efficiency and energy efficiency strategies. These are efficient driving techniques, optimisation of signalization, regenerative braking and lightening efficiency. On the other hand, increasing transportation capacity, development of technology, increasing of cost of maintenance and repair and energy demand forced to set up an energy management system for İstanbul Transportation Incorporated Company for sustainability of service quality.

In this thesis, an energy measurement, monitoring and management system was designed for the energy consumption of Istanbul Transport Inc. and an energy management within the framework of ISO 50001 Energy Management Standard was established. The designed system was installed and commissioned and the energy data of the years 2016-2017 were examined. The data were evaluated in line with the energy management system. The energy management system study was carried out with reference to ISO 50001 standard



1. GİRİŞ

Günümüzde, özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerjiye olan talep artmaktadır. Bu sebeple kısaca iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan enerji, kaynak ve talep noktasında yönetilmesi gereken bir alan haline gelmiştir.

Konvansiyonel enerji kaynakları (petrol, doğalgaz ve kömür) yeryüzüne aynı şekilde dağılmadığından, kaynak bakımından zengin ve fakir ülkeler sınıflandırması yapılmaktadır. Bu nedenle ülkeler dış politikalarını bu doğrultuda şekillendirmiş, rekabet edilebilir bir düzeye gelebilmek için metotlar geliştirmiş ve uygulamaya koymuşlardır. Ülkemizde, birincil enerji verilerine göre ithal enerji kaynakları oranının 2016 yılında %76'ya (27 milyar\$) ulaşarak enerjide dışa bağımlılığın yüksek olduğu ülkeler arasında yer aldığı göz önüne alındığında, enerji verimliliğinin ve yönetiminin önem arz ettiği görülmektedir [1]. Birincil enerji tüketimindeki talep artışının yıllık ortalama %4 mertebelerinde gerçekleşmesi ve önümüzdeki 15 yıllık dönem içerisinde bu talebin yılda yaklaşık %6 oranına yükselmesi beklentisi enerji yönetim sistemlerinin önemini bilhassa vurgulamaktadır [1].

Ülkemizde elektrik enerjisinin ağırlıkla kullanıldığı alanlar 2016 yılı itibari ile sanayi grubu (%32), konut ve hizmetler grubu (%32) ve ulaştırma grubudur (%25) [1]. Bu oranlar göz önüne alındığında; enerjinin kullanımı için geliştirilen yaklaşımlar içerisinde üçüncü büyük tüketim oranına sahip olan ulaşımda enerji verimliliği ve enerji yönetimi önemli bir yere sahiptir. Enerji verimliliği, ulaşımda kalite ve çevre konularında kabul görülen standartların organizasyonuna benzer ya da referans alan yönetim yaklaşımlarının içerisinde değerlendirilmesi gereken bir konudur. Bu sebeple ulaşım sektöründe etkin enerji yönetimi, tasarruf ve verimlilik noktalarında ele alınan teknik konularda olduğu kadar işletmeye özgü diğer konularda da yürütülmesi gereken birtakım faaliyetler içermektedir [2].

Kent içi ulaşım sistemlerinin vazgeçilmez bir parçası olan elektrikli raylı ulaşım sistemleri ise günümüzde bilhassa metropollerde artan bir ivme ile gelişmesini sürdürmektedir. Yolcu taşıma kapasitesinin yüksek, ulaşımın hızlı olması ve temiz

enerji olarak adlandırılan elektrik enerjisi ile çalışması kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemlerini cazip hale getirmektedir. İlk yatırım maliyetleri yüksek olan bu sistemlerde sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde işletme açısından en önemli gider kalemi olan elektrik enerjisinin tüketimi ise bilhassa önem arz etmektedir. Bu sebeple senelik ortalama elektrik enerjisi tüketimi 317.547.104,99 kWh (2016-2017-2018 yıllarının ortalaması) olan Metro İstanbul hatlarının enerji yönetiminin yapılabilmesi için 2015 yılında enerji tüketimlerini alt bileşenleri ile birlikte ölçmek adına enerji kalitesi ölçme, izleme sistemi kurulmuştur. Enerji yönetiminin en önemli adımı olan bu ölçme ve izleme sistemi ile raylı sistemlerin tipleri ve alt bileşenlerinin tükettikleri enerjinin daha etkin bir şekilde yönetimi hedeflenmiştir. Bu sebeple İstanbul kent içi raylı sistemler işletmecisi olan Metro İstanbul AŞ Uluslararası Toplu Taşımacılar Birliği (UITP) ile sürdürülebilir gelişme beyannamesini imzalamış ayrıca Avrupa Demiryolu Endüstrisi Birliği (UNIFE) koordinatörlüğündeki Kent içi Raylı Sistemlerde Yenilikçilik ve Enerji Tüketiminin Azaltımı için Optimum Strateji (OSIRIS) projesine dahil olmuştur [3].

Bugüne kadar Metro İstanbul AŞ'nin işletmeciliğini yaptığı hatlarda enerji verimliliği stratejileri ve enerji verimliliği doğrultusunda birçok çalışma ve uygulama yapılmıştır. Bu çalışmalar başlıca enerji kayıplarını azaltıcı önlemler, verimli sürüş teknikleri, faydalı frenlemeden maksimum yararlanılması için sinyalizasyon sisteminin optimize edilmesi, sabit tesisler olarak adlandırılan istasyonlarda ki aydınlatmalarda enerji verimliliği uygulamalarıdır. Ancak yapılan bu çalışmaların belli bir oranda enerji verimliliğini iyileştirmekle birlikte yolcu taşıma kapasitesinin gün geçtikçe artması, teknolojinin gelişmesi, mevcut tesislerin bu süreçte yeni yatırımlar ile bakım-onarım ihtiyaçlarının olması, enerji talebinin artması ve kaliteli bir hizmetle sürdürülebilirlik hususları ancak organizasyonel bir enerji yönetim sistemi ile mümkündür. Bu sebeple Metro İstanbul gibi enerji tüketimine etki eden farklı parametreleri içeren büyük çaplı işletmelerde uygulanması gereken en uygun enerji yönetimi sistemi; planlama, uygulama, kontrol etme ve önlem alma gibi birbirinden bağımsız olduklarında etkisiz kalabilecek işlevlerin bir araya gelerek bir bütünü oluşturduğu ISO 50001 standardının referans alındığı bir enerji yönetim sistemidir. Enerji yönetim sisteminin temeli ve ilk adımı ise İzleme ve Hedef Belirleme (İH)'dir [4]. Enerji yönetim sistemini sorumlusu olan enerji yöneticisi bu

aşamada enerji verilerini toplayıp analizlerini yapar ve üst yönetime sunar. Bu analizler sonucunda enerji yönetimine esas kısımlarda önceliklendirme yaparak enerji tasarruf imkanlarını değerlendirir ve enerji verimliliği fırsatlarını belirler ve uygular. Enerji verimliliği fırsatlarının uygulaması sonunda ise İH sırasında belirlediği hedeflere ulaşmış olup olmadığını denetler.

Bu tez İstanbul kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemlerinin işletmeciliğini yapan Metro İstanbul AŞ'ye ait sabit ve hareketli sistemlerin sabit tesis alanları, yolcu taşıma, yapılan kilometre verileri ile enerji tüketim verilerini kullanarak analizler yapmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda öncelikle Metro İstanbul'un işletmeciliğini yaptığı hatların genel karakteristikleri incelenmiştir. İnceleme neticesinde 2018 yılı itibari ile Metro İstanbul'un işletmeciliğini yaptığı hatların; 6 metro hattı, 3 tramvay hattı, 1 föniküler hattı, 2 teleferik hattı olduğu tespit edilmiştir. Bu hatların dışında ise enerji tüketiminin yapıldığı Esenler ve Seyrantepe yerleşkeleri ile araçların bakım ve onarımlarının yapıldığı ve 24 saat esasına göre çalışan atölyelerin mevcut olduğu tespit edilmiştir.

İşletmede iki tip enerji kullanımının olduğu anlaşılmıştır. Tüketilen bu iki enerji tipinden elektrik enerjisinin ana tüketimi oluşturduğu, doğalgaz enerjisinin ise sadece ısıtma amacı ile idari binalarda tüketildiği tespit edilmiştir. Enerji yönetim sistemi için ISO 50001 standardı referans alınmış ve bu doğrultuda bir yönetim sistemi planlaması yapılmıştır. Bu sebeple öncelikle yasal ve diğer gereklilikler gözden geçirilmiş ve tüketilen enerjinin ölçülmesi ve izlenmesi için 2015 yılında tüm işletmeyi alt bileşenleri ile birlikte ölçen bir enerji izleme sistemi kurulmuştur. Tüketilen enerji türlerinin ise bu ölçme sistemi aracılığı ile 2016 ve 2017 yıllarına ait verileri incelenmiştir. İlk etapta inceleme işletmede olan hatların yıllık toplam tüketimleri üzerinden yapılmış ve bunların aylık bazda değişimleri incelenmiştir. Önemli tüketiciler belirlenmiş ve bu önemli tüketicilere ait alt bileşenlerin enerji tüketim değerleri incelenmiştir. Alt bileşenler olarak ise; hareketli sistemi oluşturan tren (CER) tüketimleri ile sabit tesisler olarak adlandırılan istasyonlara ait aydınlatmaların, prizlerin, ticari alanların, havalandırma sistemlerinin, asansör ve yürüyen merdiven sistemlerinin elektrik enerjisi tüketimi ve ayrıca atölye ve idari binalara ait elektrik ve doğalgaz tüketimleri belirlenmiştir. Tüm bu genel ve alt bileşen tüketimlerine ait analizler neticesinde enerji temel çizgileri oluşturulmuştur.

Enerji temel çizgileri belirlenirken modelleme olarak CER tüketimleri için kWh/yolcu+kWh/km, Aydınlatma-Priz-Havalandırma-Yürüyen Merdiven-Asansör tüketimleri için kWh/m², İdari bina ve atölyeler elektrik tüketimleri için kWh/m², doğalgaz tüketimleri için ise m³/ ısıtma derece-gün (HDD) esas alınmıştır. Enerji temel çizgileri ile birlikte tüm tüketim değerlerinin 2016 ve 2017 yıllarına ait spesifik enerji tüketimleri (SET) belirlenmiş, ilgili grafikler ile kırılma noktaları incelenmiş ve standart (referans) doğruları ile enerji temel çizgilerine ait enerji performans göstergeleri (EnPG) oluşturulmuştur. Daha sonra Enerji Yönetim Sistemi için amaç ve hedefler belirlenmiş, sapma değerleri hesaplanmıştır. Amaç ve hedeflerin efektif bir şekilde uygulanabilmesi için puanlama yöntemi ile önceliklendirme yapılmış ve enerji verimliliği fırsatları belirlenmiştir. Tüm bu işlemlerin ardından ISO 50001 standardında formlar oluşturulmuş ve enerji yönetim sistemi modellenmiştir.

Yapılan çalışmada yukarıda bahsi geçen hususların dışında metro ve tramvay hatları kendi aralarında genel ve alt bileşenleri ile birlikte kıyaslanmış en verimli ve en verimsiz tüketimler belirlenmiştir. En verimsiz tüketimlerin sebepleri araştırılmış ve öneriler sunulmuştur. Ayrıca Metro İstanbul'un elektrik tüketimine esas abone grupları incelenmiş ve abone grubu değişikliği ile edilebilecek potansiyel tasarruf alanları ve bedelleri belirlenmiş ve öneriler sunulmuştur. Bu tezin diğer bir amacı ise Metro İstanbul işletmesine modellenen ISO 50001 standardına uygun enerji yönetim sisteminin diğer kent içi elektrikli raylı sistemleri tarafından da referans alınabilecek şekilde örnek bir uygulamanın yapılması ve Enerji Verimliliği Strateji Belgesinde belirtilen temel hedef olan 2023 yılında Türkiye'nin gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) tüketilen enerji miktarının yani enerji yoğunluğunun 2011 değerine göre %20 azaltılması hedefine yol göstererek katkı sağlanmasıdır.

2. ELEKTRİKLİ RAYLI ULAŞIM SİSTEMLERİNE GENEL BAKIŞ

Bir yerden başka bir yere madeni bir yol üzerinde, bir araç içinde, insan veya eşya taşınmasına olanak sağlayan tesislerin tümüne demiryolu denir [5]. Günümüzde demiryolu sistemlerini oluşturan temel unsurlar başlıca; taşıyıcı niteliğindeki raylar, taşıyan niteliğindeki lokomotifler, ray veya lokomotifte enerji sağlayan enerji besleme sistemleri, hat üzerindeki trafik işleyişini düzenleyen sinyalizasyon, sinyalizasyonun ana unsuru olan haberleşme sistemleri, verimli-güvenli-ekonomik seyir için önem arz eden kumanda sistemleri ve sabit tesisler olarak adlandırılan istasyonlardır. Ülkemizde kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemleri ise cadde tramvayı, hafif raylı sistem, hafif metro , metro ve banliyö sistemlerinden oluşmaktadır. Diğer ülkelerde ise yukarıdaki sistemlere ek olarak bazı bölgelerde monoray ve manyetik levitasyonlu sistemler de kullanılmaktadır.

Yeni yatırımlarla birlikte son yıllarda ülkemizde kent içi raylı ulaşım sistemlerinde hızlı gelişmeler görülmektedir. Genel raylı sistem politikaları bağlamında öncelikle trafiğin problem olduğu büyük kentler başta olmak üzere ülkemizin çeşitli şehirlerinde raylı sistemlerle ilgili çalışmalar sürmektedir [6]. Çizelge 2.1’de ülkemizde işletmede olan kent içi raylı ulaşım hatlarına ilişkin bilgiler verilmiştir. Çizelge 2.2’de ise dünya genelindeki örnek metropollerin banliyöler hariç kent içi raylı ulaşım sistemleri verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Ülkemizde işletmede olan kent içi raylı sistemler.

Raylı Sistem	Tipi	Toplam Hat Uzunluğu (km)	
İstanbul	Metro, Hafif Metro, Tramvay, Füniküler, Teleferik. Marmaray	233	[7,8]
Ankara	Metro	64,61	[9,10]
İzmir	Metro+Banliyö	156	[11,12]
Adana	Hafif Metro	13,5	[13]
Antalya	Hafif Raylı Sistem, Tramvay	30	[14]
Kayseri	Tramvay	34	[15]
Konya	Tramvay	18,5	[16]
Samsun	Hafif Raylı Sistem	29	[17]
Eskişehir	Tramvay	37	[18]
Bursa	Hafif Metro	47,2	[19,20]
Gaziantep	Hafif Raylı Sistem	22	[21]

Çizelge 2.2 : Dünya genelindeki örnek metropollerin banliyö hatları hariç kent içi raylı ulaşım sistemleri

Metropol	Nüfus	Raylı Sistem	İşletmeye Açılış Tarihi	Hat Uzunluğu (km)	Günlük Taşınan Ortalama Yolcu Sayısı	
Tokyo	37.435.191	Metro	1927	305	8.700.000	[22,23]
New York	19.542.209	Metro	1904	394	5.580.845	[24,25]
Londra	9.126.366	Metro	1863	402	5.000.000	[26,27]
Barcelona	5.474.482	Metro	1863	119	1.069.589	[28]
Chicago	9.533.040	Metro	1892	169	759.866	[29]
Delhi	16.787.941	Metro	2002	296	2.235.000	[30]
Guangzhou	14.904.000	Metro	1997	477	8.200.000	[31,32]
Hamburg	1.822.445	Metro	1912	104	663.827	[33]
Hong Kong	7.448.900	Metro	1979	230	5.479.452	[34]
Moskova	12.506.468	Metro	1935	440	6.850.410	[35]
Paris	12.246.234	Metro	1900	214	3.835.616	[36]

2.1 İstanbul Kent İçi Raylı Ulaşım Sistemleri

İstanbul kent içi elektrikli raylı sistemler ulaşırmacılığı iki farklı kuruluş tarafından işletilmektedir. Bu kuruluşlar, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) ve Metro İstanbul AŞ'dir. TCDD, Marmaray işletmeciliğini yapmakta olup İstanbul iline ait toplam 233 km'lik demiryolu ağının bu hatta ait 78,8 km'lik kısmından sorumludur. Metro İstanbul AŞ ise metro, hafif metro, tramvay, föniküler ve teleferik hatlarının işletmeciliğini yapmakta olup geri kalan 154,25 km'lik kısımdan sorumludur. EK.A Çizelge A.1 de İstanbul kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemlerinin özellikleri detaylı şekilde gösterilmiştir [37].

2.1.1 Tramvay

Karayolu vasıtaları ile aynı yolu kullanan, bir sürücü tarafından yol ve trafik durumuna göre kontrol edilen, elektrik enerjisini katanerden tedarik eden yolcu taşıma sistemleridir. Ortalama hızları 25-35 km/sa ve istasyonlar arası mesafe yaklaşık 300-500 m'dir [38]. Yolcu taşıma kapasitesi en düşük raylı toplu taşıma sistemidir [38]. Yapım esnasında büyük çaplı kazı ve inşaat çalışmaları gerektirmedikinden diğer raylı sistemlere oranla ucuz sistemlerdir. Bu sistemler

nüfusun az olduğu yerleşim yerlerinde ana ulaşım sistemi olarak kullanılabilir ancak nüfusun yoğun olduğu bölgelerde daha çok ana ulaşım sistemlerini besleyen ve yolcu transferlerini sağlayan tali ulaşım sistemleri olarak tercih edilmektedir [39].

2.2.2 Hafif raylı sistem

Tramvay sistemlerine oranla daha yüksek yolcu taşıma kapasitesine sahip sistemlerdir. Tramvay sistemlerinden farkı diğer karayolu araçları ile aynı yolu kullanmayıp kendine ait hatları olmasıdır. Ray açıklıkları genellikle 1435 mm olup 750 V_{dc} ya da 1500 V_{dc} ile üçüncü raydan veya katanerden beslenirler ve bir sürücü tarafından sinyalizasyon sistemine bağlı olarak kumanda edilirler [40] [38]. Ortalama hızları 60-80 km/sa ve istasyonlar arası mesafe yaklaşık 600-1000 m'dir [39]. Bu sistemler yolcu talebinin yoğun olduğu bölgelerde ana ulaşım sistemi olarak kullanılmakla birlikte İstanbul gibi metropollerde daha yüksek yolcu taşıma kapasiteli sistemlerle entegre çalışan tali ulaşım sistemleri olarak da inşaa edilebilmektedir.

2.2.3 Hafif metro

Hafif raylı sistemlere oranla daha yüksek yolcu taşıma kapasitesine sahip sistemlerdir. Hafif raylı sistemlerden farkı çoğunlukla yer altında açılan tünellere döşenen hatlar üzerinde ortalama 70-90 km/sa hızda gidebilmesidir [38]. Hafif metro hattına örnek olarak İstanbul Aksaray-Atatürk Havalimanı hattı (M1) verilebilir. 1989 yılında açılan bu hat günümüzde ortalama 420.000 yolcu/gün taşıma kapasitesi ile ana hat konumundadır [41].

2.2.4 Metro

Hafif metro sistemlerine oranla daha yüksek yolcu taşıma kapasitesine sahip sistemlerdir. Dünyada genellikle büyük şehirlerde ve metropollerde kullanılan toplu taşıma sistemidir. Hafif metro sistemlerinden farkı tümüyle yer altında açılan tünellerde döşenen hatlar üzerinde gidebilmesidir [38]. Diğer sistemlere göre en büyük dezavantajı ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasıdır [38]. Çünkü bu sistemlerin tümüyle yer altında olması yüksek altyapı maliyetlerine sebep olmaktadır.

2.2.5 Banliyo

Büyük şehirlerde genellikle şehir merkezi dışındaki yerleşim yerlerine yolcu taşımak amacı ile kullanılan toplu taşıma sistemleridir. Diğer kent içi raylı ulaşım sistemleri gibi sık durma kalkma frekansına sahip olmadığından genellikle 15-25 kV_{ac} ile katanerden beslenirler. Diğer kent içi raylı ulaşım sistemlerinden en büyük farkı doğru akım (DA) yerine alternatif akım (AA) ile çalışmasıdır. Bu sebeple işletme giderleri ve enerji tüketimi diğer sistemlere oranla düşüktür [38]. İstanbul kent için raylı ulaşım sistemlerinde Marmaray (Gebze-Halkalı hattı) günümüzde banliyo ulaşım sistemine örnek teşkil etmektedir.

2.2 Raylı Sistemlerin Enerji Beslemesi

Raylı sistemlerde motorların tahriki ve diğer yardımcı ünitelerin enerjilenmesi için gerekli olan güce “Cer gücü” denir [5]. Besleme enerjisinin türü sistemde kullanılan tahrik motorlarının karakteristik özelliklerine ve ihtiyaca göre belirlenir. Örneğin şehir içi raylı ulaşım sistemlerinin durma/kalkma frekansı ile uzun yol raylı ulaşım sistemlerinin durma/kalkma frekansları farklı olması veya ivmelenme karakteristiklerinin farklı olması gibi etkenler besleme gücünün tasarımına etki etmektedir. Bu sebeple sistem beslemesinde farklılıklar görülmektedir.

Raylı sistemlerde besleme enerjisinin ana amacı motorları tahrik ederek lokomotif harekete geçirmektir. Bu, en basit anlamda, iletim hatlarındaki yüksek gerilimin indirici bir trafo merkezi tarafından ihtiyaç duyulan gerilim seviyesine indirilmesi ile sağlanır. Böylelikle elektrik enerjisi transformatörler vasıtasıyla istenilen güçte ve gerilim seviyesine ayarlanır [5]. Daha sonra, indirgenen enerji iletim sistemi ile lokomotif aktarılır. Bahsedilen elektrik enerjisinin sağlandığı merkezlere “**Cer gücü trafo merkezi**” adı da verilir [5]. Raylı ulaşım sistemlerinde sabit tesisler olarak adlandırılan istasyon, tünel, havalandırma, yangın pompaları v.b mahalleri ile enerji talebini karşılayan merkezler ise “**yardımcı servis trafo merkezi**” olarak adlandırılmaktadır.

Raylı sistem güç temin alternatif akım (AA) ve doğru akım (DA) olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Temel olarak kent içi raylı ulaşım sistemlerinde DA gerilim tercih edilirken uzun yol ve yük taşımacılığında kullanılan raylı ulaşım sistemlerinde

AA gerilim tercih edilir. AA sistemler tek fazlı ve üç fazlı olmak üzere ikiye ayrılır fakat günümüzde artık üç fazlı AA sistemler kullanılmamaktadır [5].

Bir fazlı AC sistem; DA sistemlerdeki gibi iki iletkenlidir. Endüstride kullanılan 50 Hz ve 60 Hz frekanslarının sergilediği özellikleri gösterir. Bu sebeple 15-25 kV'luk yüksek gerilim altında 50 Hz'lik tek fazlı akım kullanılır [42]. Bahsedilen bu tek fazlı akım üç fazlı iletim hatlarının bir fazının kullanılması ile elde edilir [5]. Genellikle uzun mesafeli hatlarda kullanılır. En büyük avantajı gerilim seviyesinin artması karşısında trafo merkezleri arasındaki mesafelerinde artmasına paralel olarak trafo merkezleri sayısının azalmasıdır. Örneğin, Marmaray sisteminde tek fazlı AA 25 kV besleme kullanılmıştır.

Biz fazlı DC sistem; En büyük avantajı sadece iki iletkene ihtiyaç duyması ve bunlardan birinin de ray olabilmesidir [5]. Seri motorlara yol vermek için gerekli olan büyük yol alma momentini sağlayabilmesi ise diğer bir önemli özelliğidir. Trolleybüs ve kısa mesafe tramvay hatlarında DA gerilim değeri 500-600 V olup daha uzun mesafeli raylı sistemlerde ise bu değer 500-600-750-1000-1500 V ve nadiren de 3000 V'tur. İletim hattındaki kayıpları azaltmak ve hızlı kullanım alanını kolaylaştırmak için gerilim seviyesi yükseltilir [42].



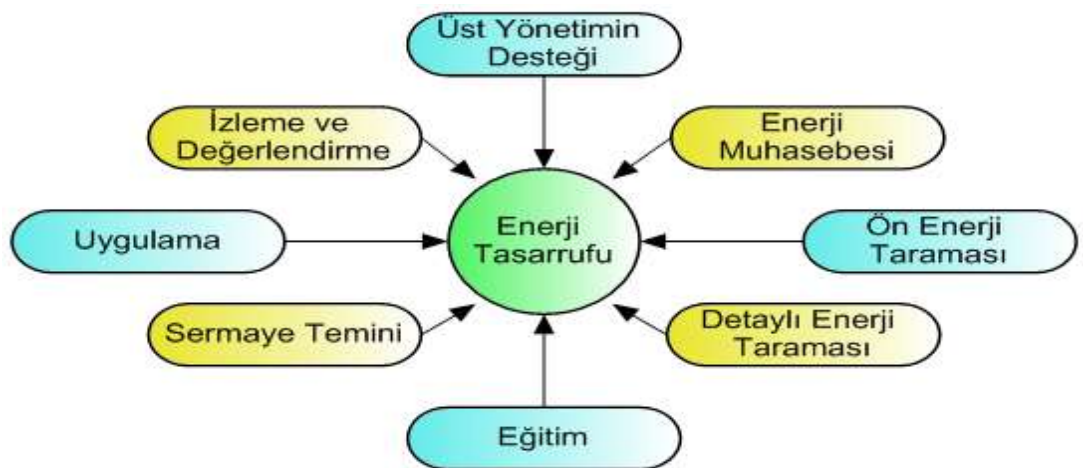
3. ENERJİ YÖNETİMİ ve ISO 50001 STANDARDI

3.1 Giriş

Enerji yönetimi kavramı diğer yönetim sistemlerine benzer olarak; planlama, uygulama, koordinasyon ve kontrol ile önlem alma gibi birbirinden bağımsız olduklarında etkisiz kalabilecek işlevlerin, bir araya gelerek bir bütünü oluşturan disiplindir. Bu anlamda “Enerji Yönetimi” ürün ve hizmet kalitesinden, güvenlikten ve çevresel tüm koşullardan fedakarlık etmeksizin ve üretimi ya da hizmeti azaltmaksızın enerjinin daha verimli kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş bir çalışmadır [43].

Enerji tasarrufu çalışmaları organizasyonun odak noktası “Enerji Yönetimi” kavramıdır [43]. Şekil 3.1’de enerji tasarrufuna katkıda bulunan sekiz önemli çalışma sahası gösterilmiştir.

Belli bir yönetim sistemine bağlı olmadan yürütülen çalışmalarda basit tedbirlerle bazı kuruluşlarda %10’a varan oranlarda enerji tasarrufu sağlanabilmektedir [43]. Organizasyonel bir Enerji Yönetim programı ile, enerji tasarruf çalışmalarına süreklilik kazandırıldığı gibi tasarruf oranı da %25’i aşabilmektedir [43].



Şekil 3.1 : Enerji tasarrufuna katkıda bulunan sekiz önemli çalışma sahası [43].

3.2 Enerji Komitesi Oluşturulması ve Enerji Yöneticisi Atanması

Ülkemizde enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının kullanımında verimliliğin artırılması amacı ile günümüze kadar yapılan çalışmaların en başında 2 Mayıs 2007 tarihli 5627 Sayılı Enerji Verimliliği kanunu gelmektedir. Bu kanun; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliği, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasını esas almaktadır. Kanunu takiben aynı amaç ile 27 Ekim 2011 tarihinde “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik” yayımlanmıştır. Bu yönetmelik ile kapsam biraz daha genişletilmiş ve Kanunun uygulanabilirliği tarif edilmiştir. Bu kanun ve yönetmelik kapsamında ise çizelge 3.1’de verilen özelliklere haiz kuruluşlarda Sertifikalı Enerji Yöneticisi görevlendirilmesi zorunlu hale getirilmiştir. Ayrıca çizelge 3.2’de verilen özellikteki kuruluşlarda ise Sertifikalı Enerji Yöneticisine ilaveten Enerji Yönetim Birimi kurulması zorunlu kılınmıştır.

Çizelge 3.1 : Enerji Yöneticisi bulundurması zorunlu kuruluşlar ve kriterler

Kuruluş Türü	Enerji Yöneticisi Bulundurma Zorunluluk Kriteri
Endüstriye İşletmeler	≥ 1.000 TEP
Kamu Binaları	≥ 10.000 m ² kapalı alan ya da ≥ 250 TEP
Ticari ve Hizmet Binaları	≥ 20.000 m ² kapalı alan ya da ≥ 500 TEP
Elektrik üretim Tesisleri	Kurulu Gücü ≥ 100 MW

Çizelge 3.2 : Enerji Yöneticisi bulundurması zorunlu kuruluşlar ve kriterler

Kuruluş Türü	Enerji Yönetim Birimi Bulundurma Zorunluluk Kriteri
Endüstriye İşletmeler	≥ 50.000 TEP
Organize Sanayi Bölgeleri	Faal Endüstriyel İşletme Sayısı ≥ 50

Tezin konusu olan Metro İstanbul AŞ hatları ise yukarıdaki en az kriterlerin üzerinde olması sebebi ile enerji yöneticisi bulundurma zorunluluğuna haiz kuruluşlardandır. Metro İstanbul AŞ işletmesinin 2016 ve 2017 yıllarına ait toplam tükettiği enerjinin TEP cinsinden değeri Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.3 : Metro İstanbul 2016 ve 2017 yıllarına ait toplam enerji tüketimi

Yıl	Tüketilen Enerji (TEP)
2016	25.965
2017	26.997

3.2.1 Enerji yöneticisi

Başarılı bir enerji yönetim sistemi için süreci yönlendirecek yetkili bir enerji yöneticisinin atanması gerekir. Enerji yöneticiliğinde temel nitelik olarak teknik yeterliliğe bakılır. Bu sebeple bu pozisyondaki kişilerin mühendis seviyesinde olması gerekir. Zaten yönetmelikte bu husus “Mühendislik alanında veya Teknik Eğitim Fakülteleri’nin Makine, Elektrik veya Elektrik-Elektronik bölümlerinde en az lisans düzeyinde eğitim almış kişiler” olarak belirtilmektedir [44]. Bu durum özellikle enerji için daha küçük bütçelerin ayrıldığı ve enerji yöneticisine çok iş düştüğü küçük ve orta büyüklükteki kuruluşlar için önem arz etmektedir. Büyük kuruluşlarda ise enerji yöneticisi yöneticilik işlerinin yanı sıra enerji planlama, satınalma ve tüketim konularında çalışanların desteğini alır ve koordine eder. İdeal bir enerji yöneticisinde bulunması gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir:

- Kuruluşun üretim süreçleri ve son ürün kalitesi hakkında bilgiye sahiptir [43].
- Veri toplama, analiz ve bu verileri kısa ve özet şekilde yorumlayıp üst yönetime sunma.
- Enerji tüketim ekipmanlarının teknik özellikleri ve verimlilikleri hakkında bilgiye sahip olma.
- Ekipman seçimi, sistemi denetleme ve bakım gerekliliklerini yerine getirme gibi mühendislik yeteneklerine haiz olma [45].
- Çeşitli seviyeler arasında iletişim kurma ve üst yönetimin direktiflerinin uygulanabilmesine yardımcı olabilme yeteneğine sahip olmalıdır [46].

3.2.2 Enerji yöneticisinin görevleri

Enerji Yöneticisinin görevleri işletmeye, işin türüne ve ilgili enerji tüketimine göre değişebilir. Ancak enerji yöneticisinin en önemli görevi, kuruluşun tüm enerji satınalma işlemlerini, dağıtımını ve tüketimini takip etmesidir. Bu sebeple başlıca görevleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Enerji verilerini toplamak ve analiz etmek.
- İşletmedeki tüm enerji ve su tüketim kayıtlarını tutar.
- Tüm sayaçların okumaları denetlemek.
- Ek izleme için sayaç ve ölçüm aletlerini belirlemek.
- Spesifik Enerji Tüketimi için endeksleri geliştirmek ve bu endeksleri tüm önemli üretim sahaları için aylık dönemde devam ettirmek.

1. Enerji satın alınmasını denetlemek:

- Tüm aylık yakıt faturalarını gözden geçirir ve birbiriyle uyumluluğunu kontrol ederek her durumda optimum tarifeyi uygular.
- Yakıt değiştirme olanaklarını araştırır.
- Enerji ikmal yetersizliği ve kesintisi halinde uygulanacak planlar geliştirir.
- Enerji maliyet bütçesi için ilgili birimler ile çalışır.

2. Enerji tasarruf imkânlarını değerlendirmek:

- Enerji tasarruf potansiyel alanlarını belirler ve bu alanlar için projeler geliştirir.
- Enerji tasarruf projeleri için gerekli mali analizleri yapar.
- Tasarruf projelerini uygulamak için yönetimden mali destek alır.
- Enerji verimliliğini dikkate alarak, mevcut proses, bina, ekipman değişikliği projelerini inceler.
- Makine ve tesislerin verimli olarak işletilmesi için performans standartları oluşturur.

3. Enerji tasarruf projelerini denetlemek:

- İşletme iyileştirmeleri ile sağlanacak enerji tasarrufu için ekipman bakım- onarım ve operatör eğitim programı gibi bazı programları başlatır.
- Yatırım gerektiren enerji tasarruf projelerinin işlemlerini takip eder (şartname, ihale, montaj v.b.)

4. İletişim ve halkla ilişkiler:

- Spesifik enerji tüketiminin yanı sıra aylık raporlar hazırlar.
- Enerji Yönetim Programına katılan tüm üretim ve destek bölümleriyle iletişim kurar.

- Çalışanları elde edilen tasarruflar ve parasal karşılıkları konusunda bilgilendirerek, bilinçlendirici ve teşvik edici programlar geliştirir.
- Basın bildirileri ve konferanslar ile yarışmalara ve ödül programlarına katılma gibi çalışmalarla yönetimin ilgisini çekerek desteğini sağlar.

3.3 Üst Yönetimin Desteği

Bir kuruluştaki enerji yönetimi üst yönetim düzeyinde başlamalıdır. Enerji Yönetimi yatırımları genelde mali açıdan diğer yatırımlara göre daha caziptir ve geri ödeme süreleri net şekilde belirlenebilmekte ve gözlemlenebilmektedir. Bu sebeple kuruluşun en üst düzeyindeki yetkililerden konuya gereken destek alınamaz ise alt kademelerde yapılan çalışmaların etkisi sınırlı kalır. Ancak üst yönetimin desteği ve katkısı olduğu ve enerji yönetiminin bir ekip tarafından yürütüldüğü kuruluşlarda çalışmalar verimli olabilmektedir.

Sistemli bir çalışmanın yapılmadığı kuruluşlarda üst yönetimin destek ve katkısı bu sistemi kurmak için en azından dışarıdan yardımına başvurulacak danışmanlar ile görüşmek şeklinde olabilir. Eğer tüm bu çalışmalar gerektiği gibi yapılıyor fakat çözüm için gerekli materyaller ile finansmanın temini ve kısa, orta ve uzun vadede alınacak önlemler için engel teşkil eden sorunların çözümü mümkün değilse, sorumlular gerektiğinde üst yönetimden ayrıntılı analizler ile konu ele alındıktan sonra gerekli desteği ve katkıyı almalıdırlar [47].

3.4 Enerji Tüketiminin Belirlenmesi

Bir kuruluşun ilgili yılın 1 Ocak–31 Aralık dönemleri arasında tükettiği her türlü enerji kaynağı o kuruluşun yıllık enerji tüketimi olarak kabul edilir. Burada önemli olan husus farklı birimlere sahip olan enerji kaynaklarının tüketim değerlerinin ortak bir birim olan Ton Eşdeğer Petrol (TEP) cinsinden hesaplanmasıdır. Bu sebeple tüketime esas her bir enerji kaynağı alt ısı değerleri ile çarpılarak ortak birim olan TEP değerine dönüştürülür. Bu değer toplam miktarı o kuruluşun yıllık enerji tüketim değerini verir ve değerlendirme bu tek birim üzerinden yapılır.

Bu tezde yukarıda belirtilen hususlar çerçevesinde Metro İstanbul AŞ işletmeciliğine ait enerji tüketimleri incelenmiş olup elektrik ve doğalgaz olmak üzere iki tür enerji

kaynağının tüketimi oluşturduğu anlaşılmıştır. Bu iki enerji türünden işletmede en çok tüketilen enerjinin elektrik enerjisi olduğu tespit edilmiş, doğalgaz enerjisinin ise sadece idari binalarda ısınma amacı ile tüketildiği anlaşılmıştır. Bahse konu enerji tüketimleri 2016 ve 2017 yılları için gerek yıl toplamında gerekse aylık periyotlarla ölçülmüş ve tüketimin değeri TEP cinsinden belirlenip çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 : Metro İstanbul 2016 ve 2017 yıllarına ait elektrik ve doğalgaz toplam enerji tüketim değerleri

Yıl	Tüketilen Elektrik Enerji (TEP)	Tüketilen Doğalgaz Enerji (TEP)
2016	25.397	568
2017	26.429	568

3.5 Enerji Yönetim Programının Başlatılması

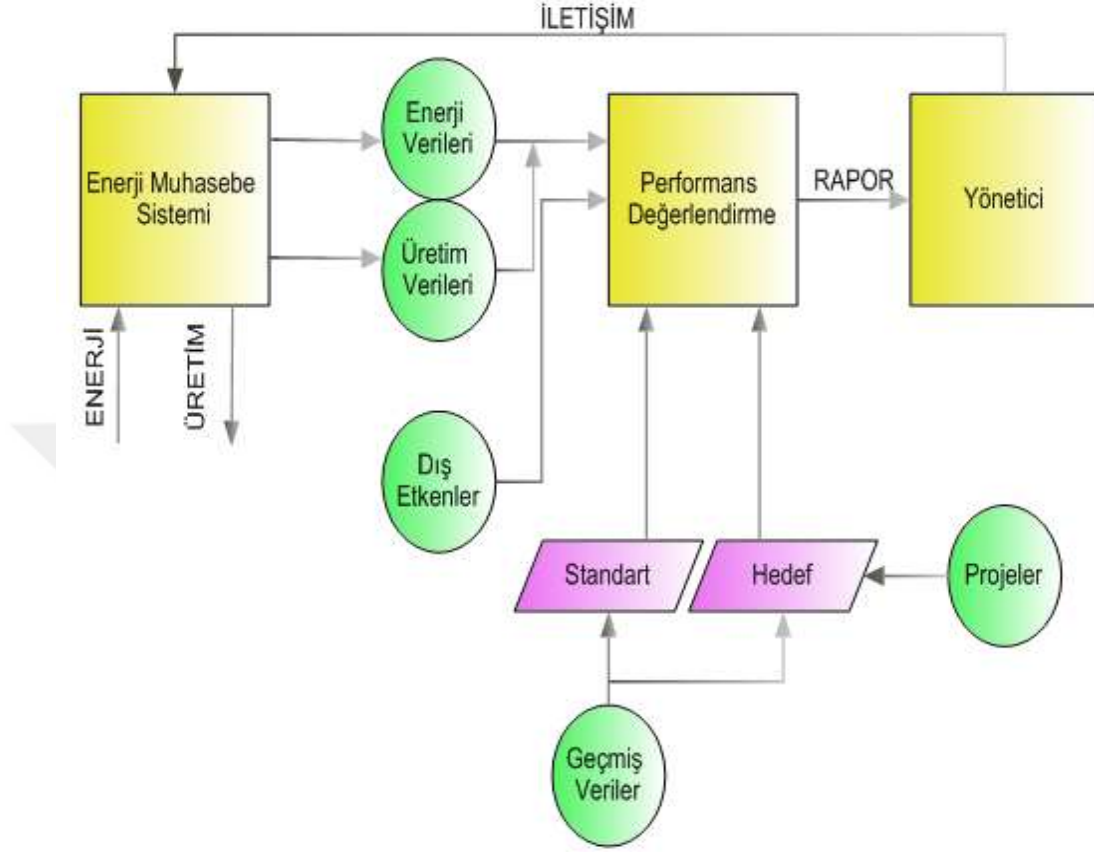
Bir kuruluştaki enerji yönetim programının başlatılması için her ne kadar kuruluşun özelliklerine göre farklılık gösterebilecek temel olarak öncelikle aşağıdaki tespitlerin yapılması gereklidir.

- Tüketilen enerjinin maddi değeri nedir?
- Enerjinin maliyeti toplam çıktı maliyetin % kaçını oluşturuyor?
- Enerji tüketimini – maliyetini kim takip eder?
- Kuruluşun büyüklüğü ne kadar?
- Çıktı çeşidi kaç tanedir?
- Kaç çeşit farklı enerji tüketim ekipmanı var?
- Enerji tüketimini izlemekteki zorluklar nelerdir?
- İhtiyaç duyulan alet ve ekipmanların maliyeti nedir?
- Enerji yöneticisi kim olabilir?
- Enerji tasarruf miktarı ne olabilir?

3.6 İzleme ve Hedef Oluşturma ve Aşamaları

İH Sistemi ile öncelikle enerji maliyetlerinin kontrol edilmesi amaçlanmaktadır. Bu sistem bir işletmedeki sadece enerji tüketim bilgilerinden ziyade, işletmenin enerji tüketim bilgilerinin, üretim ve benzeri bilgileri ile birlikte değerlendirilerek enerji tüketim verimliliğinin izlenmesini kapsamaktadır [43]. Bu yöntemle kuruluşun enerjiyi daha verimli bir şekilde kullanması sağlanır. Yine bu sistem içinde yöneticinin enerji maliyetini kontrol edebilmesi için tesisin çeşitli bölümlerindeki

enerji performansı hakkında bilgilere ihtiyacı vardır. Bu bilgiler ve ölçümler belirli zamanlarda alınarak değerlendirilir [47]. Şekil 3.2’de İH oluşturma prensiplerini gösteren akış diyagramı gösterilmiştir [48].



Şekil 3.2 : İH Oluşturma akış diyagramı [1].

3.6.1 Veri toplama

Bir İH sistemine başlamadan önce veri toplama periyoduna ihtiyaç duyulur. Burada amaç, standart ve hedeflerin belirleneceği verilerin toplamasıdır. Bunun için, işletmenin her bir bölümünde istatistik analiz yapabilmek adına 10-20 set arasında veri alınmalıdır. Haftalık sayaç okuması yapılabiliyorsa bu süre en az 10 hafta olmalıdır [49].

Bu tez çalışmasında veri toplama işlemi EK.B’de verilen üç katmanlı bir enerji ölçme ve izleme sistemi üzerinden yapılmıştır. Bu sistem ile yukarıda belirtilen asgari ölçüm periyotlarının çok üstünde bir ölçüm periyodu ile 2016 ve 2017 yıllarında sürekli ölçümler yapılmış olup bu ölçümler kesintisiz bir şekilde halen devam etmektedir.

3.6.2 Sayaç okuma

Sayaç okumaları hazırlanmış formlara kaydedilmelidir. Sayaçların okuma zamanları, mümkün olduğu kadar standart üretim periyotları ile mevcut muhasebe usullerine uygun olmalıdır. Enerji tüketimi ve üretim verileri aynı zaman periyodunda alınmalıdır. Aynı zaman periyodunda alınmayan değerler grafik üzerinde sapmalara neden olur. Böyle bir durumda ise bazı aylarda üretimde artış olmasına rağmen tüketimde düşme görülebilir ve bu da enerji yöneticisi için yanıltıcı olabilir. İşletmenin üretim ve tüketim değerleri arasındaki uyumsuzluğun muhtemel nedeni aynı zaman periyodunda alınmayan üretim-tüketim değerleridir [48].

Bu tez çalışmasında sayaç okuma işlemi düzenli olarak yapılmış ve yukarıda belirtilen usuller doğrultusunda formlara işlenmiştir. Formlara işlenen sayaç verileri ile EK.B’de belirtilen ölçme ve izleme sistemi üzerinden alınan veriler düzenli olarak eşleştirilmiş ve kontrolleri yapılmıştır.

3.6.3 Üretim izleme

Enerji tüketimi bir çok faktöre bağlı olarak haftadan haftaya veya aydan aya değişebilir. Bunlar; spesifik değişkenler ve kontrol edilebilir değişkenler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Spesifik değişkenler işletmenin bir bölümünün üretim miktarına göre enerji ihtiyacını belirler. Enerji ihtiyacını hesaplamak için kullanılan standart denklemlerde bu değişkenler kullanılır [47].

Kontrol edilebilir değişkenler ise; işletme uygulamaları, sistem kontrolü, üretim planlaması ve bakım standardı gibi enerji tüketimini en aza indirebilmek için yönetim tarafından planlanan değişkenlerdir. Burada her bir bölümün proses bilgilerini ayrıntılı olarak anlamak önemlidir [47].

Bu tez çalışmasında Metro İstanbul AŞ’de herhangi bir üretim olmadığı için, çıktı olarak yolcu ve kilometre cinsinden yapılan yol ile istasyon alanları baz alınmıştır. İstasyonların ve hatların tiplerine göre aylık değişimler kaydedilmiştir. Değişimlerin spesifik ve kontrol edilebilir değişkenlere göre referans doğruları oluşturulmuş, kırıma zamanları ve periyotları tespit edilmiş olup hatların ve istasyonların genel karakteri belirlenmiştir.

3.6.4 Enerji tüketim standardının tayini

Yeterli veri toplandıktan sonra bir kuruluşun enerji tüketim standart doğrusu belirlenebilir. Belirlen bu standart, kuruluşun uygun işletme koşulları altında enerji gereksinimini hesaplamak için kullanılabilir.

Herhangi bir kuruluş için standart doğru belirlendikten sonra, bu standarta göre her bir periyodun performansı arasında karşılaştırma yapılabilir. Bu standart denklemi, kuruluşa ait o bölümün “Beklenen Enerji Tüketimini” ve “Spesifik Enerji Tüketimini” hesaplamada kullanılır. Elde edilen değerler birbirleri ile mukayese edilebilir [43]. Bir kuruluş üç farklı standart denklem kullanabilir.

Bu tez çalışmasında enerji standartının tayini belirlenirken aşağıdaki yöntemler izlenmiştir.

Cer tüketimi standardı tayini : Cer tüketiminin hareketli sisteme ait tüketim olması sebebi ile burada trenin öz ağırlığı, taşıdığı yolcu ağırlığı, hattın topoğrafik yapısı, yaptığı kilometre, tren içi havalandırma-aydınlatma karakteristiği gibi çok farklı parametreler devreye girmektedir. Ancak bu çalışmada hatlar bazında enerji yönetimi yapılması hedeflendiği için sadece ilgili hatta ait olan yolcu sayısı ve yapılan kilometreler baz alınmıştır. Ancak, işletme niteliğinin bir üretim faaliyeti içermemesi ve doğrudan ulaşım ve hizmet sektörü olması sebebi ile herhangi bir üretime karşı tüketim grafiği oluşturulamamaktadır. CER tüketimini etkileyen yukarıdaki hususlar ile tüketim arasında regresyon yapıldığında anlamlılık katsayısı çok düşük çıkmaktadır. Bu husus her bir hat için EK.C Çizelge C.1’de gösterilmektedir. Örneğin; bir hattın aylık bazda yaptığı kilometre ve taşıdığı yolcu sayısı düştüğü halde enerji tüketimi artmıştır ya da yaptığı kilometre aynı kalıp yolcu sayısı arttığı halde enerji tüketimi azalmıştır. Çünkü CER tüketimine etki eden parameteler arasında bir standart doğru denklemi oluşturacak herhangi bir anlamlılık yoktur. Ayrıca bu değişkenler baz alınarak aralarında korelasyon yapıldığında oluşturulan denklemin hata payının çok yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bu sebeple yöntem olarak her bir hattın CER standart (referans) doğrusu oluşturulurken aylık bazda tüketim değişimleri esas alınarak ortalaması hesaplanmış ve değerlendirme yapılan yıla ait olan standart (referans) doğru oluşturulmuştur.

Aydınlatma-priz tüketimi standardı tayini : Aydınlatma ve priz güçlerine ait enerji tüketimleri değerlendirilmesi sabit tesisler olarak adlandırılan her bir hatta ait istasyonların toplam tüketimi bazında yapılmıştır. Bahse konu değerlerin aylık bazda değişimleri belirlenmiştir. Bu değerlerin ortalaması hesaplanmış ve değerlendirme yapılan yıla ait olan standart (referans) doğru oluşturulmuştur.

Havalandırma tüketimi standardı tayini : Havalandırma sistemlerine ait enerji tüketimleri değerlendirilmesi her bir metro hattına ait yer altı sabit tesisler olarak adlandırılan istasyonların toplam tüketimi bazında yapılmıştır. Bahse konu değerlerin aylık bazda değişimleri belirlenmiştir. Bu değerlerin ortalaması hesaplanmış ve değerlendirme yapılan yıla ait olan standart (referans) doğru oluşturulmuştur. Yer üstündeki sabit tesislerin havalandırma sistemine doğal olarak ihtiyaç duymaması sebebi ile değerlendirme ve standart tayini sadece yer altı sabit tesisleri için yapılmıştır.

Yürüyen merdiven ve asansör tüketimi standardı tayini : Yürüyen merdiven ve asansör sistemlerine ait enerji tüketimleri değerlendirilmesi her bir metro hattına ait yer altı sabit tesisler olarak adlandırılan istasyonların toplam tüketimi bazında yapılmıştır. Bahse konu değerlerin aylık bazda değişimleri belirlenmiştir. Bu değerlerin ortalaması hesaplanmış ve değerlendirme yapılan yıla ait olan standart (referans) doğru oluşturulmuştur. Yer üstündeki sabit tesislerin doğal olarak yürüyen merdiven ve asansör sistemine ihtiyaç duymaması sebebi ile değerlendirme ve standart tayini sadece yer altı sabit tesisleri için yapılmıştır.

3.6.5 Hedef belirleme

Enerji yönetimi yapılacak her bir bölüm için standart doğru belirlenirken aynı zamanda hedef de belirlenmelidir. Bu hedef standart doğru ile aynı formda bir doğru olmalıdır. Hedef belirleme, o bölümün performansındaki iyileştirmeyi tanımlar. Temel amaç verimliliğin iyileştirilmesi için gerekli motivasyonu sağlamaktır. Hedefler gerçekçi ve dikkatli bir şekilde seçilmelidir ve alınan sonuçlara göre belli periyotlarda gözden geçirilmelidir. Hedeften sapan iyi ve kötü performans değerleri ortaya çıkarılmalı ve yeni çalışmalar ile sürekli gelişme sağlanması adına motivasyon sağlanmalıdır.

3.6.5.1 Hedef belirleme yöntemleri

Hedef belirlemede üç temel yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

a. En iyi geçmiş performansa dayalı:

Örnek olarak EK.D şekil D.1’de verilen bir kumaş fabrikasına ait üretime karşı enerji tüketim grafiğinde görüldüğü gibi belli bir alan içerisinde dağılan bir takım noktalar oluşacaktır. Bu noktaların incelenmesi ve aralarındaki ilişkinin bulunması sonucunda elde edilen doğru standart doğru olarak isimlendirilir. Bu standart doğrunun altında kalan değerler ise en iyi verime sahip değerlerdir. Eğer bu en iyi sahip değerler kendi aralarında yeniden değerlendirmeye alınıp aralarındaki ilişki bulunarak regresyon analizi ile yeni bir doğru çizilirse hedef doğrusu oluşturulmuş olur. Ek.D şekil D.2’de aynı fabrikaya ait standart ve hedef doğrularının gösterildiği grafik verilmiştir.

b. Basit yüzde indirim:

Hedef, oluşturulan standart doğrudan belli bir indirim, örneğin %5 indirim yapılarak belirlenir. Ancak bu yöntem bir önceki yöntemle belirlenen hedefin uygun olmadığı hallerde geçerlidir.

c. Beklenen performans:

Bazen ilgili kısım hakkında yeterli bilgilerin bulunması durumunda hedef, elde edilmesi mümkün performansa göre belirlenebilir. Ancak bu yöntem spesifik iyileştirme tedbirleri planlandığında ya da işletme hakkında detaylı veri ve bilgi bulunduğu hallerde uygulanır. Bu yöntemde hedef belirleme standart metotlar aracılığı ile hesap edilemez. Tecrübeye ve standart doğrunun şekline göre belirlenebilir. EK.D şekil D.3’te yine aynı kumaş fabrikası için bununa ilgili örnek grafik gösterilmiştir.

Bu tez çalışmasında Metro istanbul’un üretim yapmaması sebebi ile oluşturulan standart doğruların altında kalan en iyi geçmiş performanslara ait değerlerin aritmetik ortalaması alınarak hedef belirlenmesi yapılmıştır.

3.6.5.2 Spesifik enerji tüketimleri

Birim çıktı başına harcanan enerjiye Spesifik Enerji Tüketimi (SET) denilmektedir. SET formülü kısaca eşitlik 3.1’de gösterildiği gibidir.

$$SET = \frac{\text{Tüketilen Enerji (Enerji Birimi)}}{\text{Üretim (Üretim Birimi)}} \quad (3.1)$$

Beklenen enerji tüketimi ile reel enerji tüketimi düzenli olarak karşılaştırılıp performans değerlendirilmesi yapılmalıdır. Bu sebeple SET değerleri önem arz etmektedir. SET değerinin büyük çıkması istenmeyen bir durum olup enerjinin verimsiz kullanıldığını göstermektedir. Çünkü yukarıdaki formülden açıkça anlaşılacağı üzere SET değerinin büyük çıkması demek birim üretim (çıkıtı) başına fazla enerji harcanması anlamına gelmektedir. Gerçek, standart ve hedef enerji değerleri, spesifik değişkenin gerçek değerine oranlanarak gerçek, standart ve hedef SET değerleri hesaplanır. Raporlarda bu SET değerleri muhakkak oluşturulmalıdır. Hedef ise SET değerlerini aşağı yöne çekmektir. Bunun için işletmelerin özelliklerine göre verimlilik fırsatları belirlenmeli ve uygulanmalıdır.

Bu çalışmada spesifik enerji tüketimleri belirlenirken aşağıdaki yöntemler benimsenmiştir.

Cer tüketimi SET değeri tayini : Cer tüketiminin hareketli sisteme ait tüketim olması sebebi ile burada trenin öz ağırlığı, taşıdığı yolcu ağırlığı, hattın topoğrafik yapısı, yaptığı kilometre, tren içi havalandırma-aydınlatma karakteristiği gibi çok farklı parametreler devreye girmektedir. Ancak biz bu çalışmada hatlar bazında enerji yönetimi yapmayı hedeflediğimiz için sadece ilgili hatta ait olan yolcu sayısı ve yapılan kilometreleri baz aldık. Çünkü bir hatta ait olan değerlendirmede o hatta ait olan tren tipi ve hat topoğrafyası değişmemektedir. Dolayısıyla trenlere ait trenin öz ağırlığı, tren içi havalandırma-aydınlatma karakteristiği ile hatta ait olan topoğrafik yapı da bu sebeple değişim göstermemektedir. Ayrıca diğer bir husus ise yolcu ağırlıklarıdır. Bu husus da mevcut sistemde ölçülmesi mümkün olmadığı için değerlendirme dışında bırakılmıştır. Çünkü yolcuların ağırlıklarını ölçmek pratikte mümkün değildir. Yolcu sayılarının sıklıkla değişkenlik gösterdiği böyle bir işletmede bu sebeple yolcu ağırlıklarının enerji yönetimi kapsamında bir anlam ifade etmediği kabul edilmiştir. Ancak burada şunu belirtmek isteriz; yolcu ağırlığı sadece tren enerji tüketimine kati surette etki etmekte olup sadece enerji yönetim sistemi

içerisinde değerlendirme dışı bırakılmıştır. Çünkü bu husus kontrol edilebilir bir değişken değildir.

Bu sebeple her bir hattın CER tüketimi SET değerleri oluşturulurken aylık bazda yapılan kilometreler ve taşınan yolcu sayıları başına tüketilen elektrik enerjisi hesaplanmıştır. Bahse konu değerlerin aylık bazda değişimleri belirlenmiştir. Bu değerlerin ortalaması hesaplanmış ve değerlendirme yapılan yıla ait olan SET değerleri oluşturulmuştur. Oluşturulan SET değerlerine ait doğrunun altında kalan en iyi dönemlerin aritmetik ortalaması alınarak hedef SET değeri belirlenmiştir.

Aydınlatma-priz tüketimi standardı tayini: Aydınlatma ve priz güçlerine ait enerji tüketimleri değerlendirilmesi sabit tesisler olarak adlandırılan her bir hatta ait istasyonların toplam alanı (m^2) bazında yapılmıştır. Değerlendirmede ilgili hatta bulunan istasyonların toplam m^2 başına düşen aydınlatma-priz tüketimleri esas alınmıştır. Bahse konu değerlerin aylık bazda değişimleri belirlenmiştir. Bu değerlerin ortalaması hesaplanmış ve değerlendirme yapılan yıla ait olan SET değerleri oluşturulmuştur. Oluşturulan SET değerlerine ait doğrunun altında kalan en iyi dönemlerin aritmetik ortalaması alınarak hedef SET değeri belirlenmiştir.

Havalandırma tüketimi standardı tayini: Havalandırma sistemlerine ait enerji tüketimleri değerlendirilmesi her bir metro hattına ait yer altı sabit tesisler olarak adlandırılan istasyonların toplam alanı (m^2) bazında yapılmıştır. Değerlendirmede ilgili hatta bulunan istasyonların toplam m^2 başına düşen havalandırma sistemi tüketimleri esas alınmıştır. Bahse konu değerlerin aylık bazda değişimleri belirlenmiştir. Bu değerlerin ortalaması hesaplanmış ve değerlendirme yapılan yıla ait olan SET değerleri oluşturulmuştur. Oluşturulan SET değerlerine ait doğrunun altında kalan en iyi dönemlerin aritmetik ortalaması alınarak SET değeri belirlenmiştir. Yer üstündeki sabit tesislerin havalandırma sistemine doğal olarak ihtiyaç duymaması sebebi ile değerlendirme ve SET tayini sadece yer altı sabit tesisleri için yapılmıştır.

Yürüyen merdiven ve asansör tüketimi standardı tayini: Yürüyen merdiven ve asansör sistemlerine ait enerji tüketimleri değerlendirilmesi her bir metro hattına ait yer altı sabit tesisler olarak adlandırılan istasyonların toplam alanı (m^2) bazında yapılmıştır. Değerlendirmede ilgili hatta bulunan istasyonların toplam m^2 başına

düşen havalandırma sistemi tüketimleri esas alınmıştır. Bahse konu değerlerin aylık bazda değişimleri belirlenmiştir. Bu değerlerin ortalaması hesaplanmış ve değerlendirme yapılan yıla ait olan SET değerleri oluşturulmuştur. Yer üstündeki sabit tesislerin doğal olarak yürüyen merdiven ve asansör sistemine ihtiyaç duymaması sebebi ile değerlendirme ve SET tayini sadece yer altı sabit tesisleri için yapılmıştır.

3.6.6 Raporlama

İH oluşturmanın en son kısmını oluşturan rapor yazmanın en önemli amacı, üst yönetime güvenilir ve etkili bilgi sunmak olmalıdır. Yönetime sunulan raporların kolayca anlaşılabilmesi için raporlar kısa özet şeklinde olmalıdır. Raporlar yönetime zamanında ve uygun aralıklarda düzenli olarak verilmelidir. Bu sebeple belirli bir raporlama standart formu oluşturulmalı ve bu format üzerinden raporlama yapılmalıdır. İlk standartlar ve hedefler belirlendikten sonra bahse konu raporlama formatı oluşturulmalıdır. Yazılan her bir rapor ise düzenli olarak arşivlenmelidir. Rapor yazmanın başlıca amaçları aşağıda belirtilmiştir.

- Gerçek tüketim ve üretim verileri ile birlikte değişkenler hakkında bilgi sağlar.
- Enerji performansının standart doğrudan sapma yönlerini ve değerlerini gösterir.
- Standart doğrudan sapmanın önemini enerji tüketim ya da maliyet rakamları ile göstererek müdahale yerlerindeki öncelikleri belirler.
- Enerji maliyetleri kontrol eden kişilere bu bilgileri vererek harekete geçmelerini sağlar.
- Enerji performanslarını doğrudan gösterebilmek için raporlar muhakkak grafiklerle ve tablolarla sunulmalıdır. Sonuçlar müdahalenin gerekli olduğu alanları direkt olarak belirtecek şekilde gösterilmelidir.

Bu tez çalışmasında oluşturulan raporlama formlarında ISO 50001 standardı referans alınmıştır.

3.7 Enerji Tasarrufu Etüt Yöntemleri

Bir işletmenin enerji verimliliğinin değerlendirilmesi, enerji tasarrufu olanaklarının belirlenmesi ve projelerinin yürütülmesi için plan yapılmasına yardım etmek üzere bir takım standart teknik yaklaşımlar geliştirilmiştir [43]. Enerji taramaları yöntemi bu yaklaşımların en çok bilineni ve uygulananıdır.

Enerji taramaları, enerji yöneticisinin veya enerji komitesinin enerji tasarrufunu belirlemek için elinde bulunan en önemli teknik rapordur. Bu çalışma enerji taramaları konusunda uzmanlaşmış devlet kuruluşları, dış danışmanlar veya kuruluşun kendi personeli tarafından yapılabilir.

Enerji taramaları, aşağıda belirtildiği şekilde üç aşamada yapılır; Bu üç aşamanın sırasıyla yapılması enerji yönetimi açısından önem arz etmektedir.

3.7.1 Diagnostik planlama

Bu aşama aşağıdaki hususları içermektedir.

- İnceleme yapılacak kuruluşun kapasitesinin tayini ve bölümler hakkında görsel bir fikre sahip olunabilmesi için işletme gerekli ölçüm ve inceleme aletleri ile ziyaret edilir.
- Ölçüm yapılacak noktalar ve gerekli cihazlar tespit edilir.
- İşletmenin çalışma programı yetkililer ile birlikte gözden geçirilerek çalışma süresi ve bu süre için en uygun tarih belirlenir.

3.7.2 Ön enerji taraması (ÖET)

Diagnostik planlama aşamasının ardından Ön Enerji Taramaları (ÖET) gelir. ÖET'lerin tamamlanma süreleri işletmenin büyüklüğüne göre değişmektedir. Küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde bu taramalar bir iki günde tamamlanırken örneğin 1000 MW ve üstü kurulu güce sahip çeşitli ünitelerden oluşan büyük ölçekli işletmelerde bu işlem bir veya iki haftalık sürede tamamlanabilmektedir. ÖET aşağıdaki hususları içermektedir.

- İşletmenin tüm bölümleri detaylı bir şekilde dolaşılır ve enerjinin boşa harcandığı noktalar ve çalışmayan tüm donanımlar belirlenir.

- Gerek görülen noktalarda ölçümler yapılır. Örneğin, basınçlı hava sistemi giriş hava sıcaklığı ölçümü.
- Enerji verimlilik fırsatları belirlenir ve tasarruf imkânları ortaya çıkartılır.
- Bir sonraki aşama olan Detaylı Enerji Taramasına (DET) ihtiyaç duyulan noktalar ve konular belirlenir.

3.7.3 Detaylı enerji taraması (DET)

İşletmenin büyüklüğüne göre birkaç hafta ya da daha uzun sürebilecek DET önceden belirlenen noktalara ölçüm cihazlarının bağlanması ve belirli bir periyot boyunca ölçüm alınması içerir. Böylece gerçek çalışma koşulları altınca enerji tüketimleri belirlenir. Ayrıca işletmede enerji tüketimi bakımından daha az önem arz eden kısımlarda da iyileştirme fırsatı arz eden noktalar incelenir.

DET çalışması sonucu elde edilecek değerler sadece yoğun enerji tüketen alanlardan ziyade tüm işletme ile ilgili olacağından dolayı bir bütün olarak daha fazla anlam taşımaktadır. DET aşaması ÖET aşamasından sonra gelmekle birlikte, ÖET'den tamamen bağımsız olarakta yapılabilmektedir.

DET aşağıdaki aşamlardan oluşmaktadır

- DET yapılacak noktaların tespiti
- Standart formlar oluşturarak, temel enerji tüketimleri ile üretimlerine ait verileri toplamak ve SET değerlerini belirlemek
- İşletmedeki enerji tüketimleri ve verimliliği ile ilgili tüm verileri elde etmek
- Önemli donanım ve süreçler için enerji dengesi ve verimlilikleri hesaplamak
- Enerji verimliliğini artıracak ve tasarruf sağlayacak basit işletme tedbirlerini ve periyodik bakımlarını belirlemek, enerji tasarrufu miktarı ve maliyetlerinin takip edilmesi için yöntemleri belirlemek
- Tasarruf miktarını ve yatırım masraflarını hesaplamak, yatırım yapılması gereken konuları, değiştirilmesi ya da iyileştirilmesi gereken donanımları tavsiye etmek
- Uygulama planı hazırlamak
- Yönetime anlaşılır bir şekilde özet rapor hazırlamak

Sonuç olarak bir enerji taraması ile üç önemli konuda bilgi sağlanmalıdır. Bunlar;

- Enerji tüketim ve üretim verilerinin birleştirilmesi,
- Enerji tasarrufu fırsatlarının belirlenmesi veya alınacak tedbirlerin detaylı analizleri,
- Faaliyet planıdır.

DET yapacak kuruluşun işletmedeki tasarruf fırsatlarını analiz etmek ve enerji tüketimini ölçmek için yeterli miktarda tasınabilir ölçü aletlerine sahip olması gerekir. Bu ölçü aletleri işletmenin niteliğine ve ölçüm yapılacak noktaların özelliklerine göre değişmekle birlikte aşağıda belirtilmiştir.

- Baca gazı analizörü
- Termal kamera
- Isı geçirgenlik katsayısı ölçüm cihazı
- İletkenlik ölçer
- Infrared sıcaklık ölçer
- Elektronik sıcaklık ölçer
- Yüzey sıcaklık ölçüm probu
- Ortam sıcaklık ölçüm probu
- Sıcaklık ölçüm probu
- Doppler tipi akış ölçer
- Ultrasonik akış ölçer
- Elektronik bağıl nemölçer
- Manometre
- Pitot tüpü
- Eğik manometre
- Sıcak telli hava hızı ölçer
- Pervane tipi hava hızı ölçer
- Elektrik enerji analizörü
- Pens ampermetre
- Takometre
- Lüksmetre
- Desibel ölçer
- Veri kaydedici

Bu tez çalışmasında işletmenin enerji taraması için EK.B’de verilen toplamda 1812 adet üç farklı sabit enerji analizörü kullanılarak yapılmıştır.

3.8 Enerji Taramasından Beklenenler

Enerji taraması temel olarak üç kategoride bilgi sağlamalıdır. Bu kategoriler aşağıdaki başlıklarda sırasıyla belirtilmiştir.

3.8.1 Enerji tüketim ve üretim verilerinin birleştirilmesi

Anlaşılabilir şekilde referans oluşturması için işletmeye ait enerji tüketimleri ve üretim verileri belirli bir formla derlenmelidir.

3.8.2 Enerji tasarrufu fırsatlarının belirlenmesi ve alınacak tedbirlerin detaylı analizleri

Tipik bir enerji taraması raporu tüm enerji tasarrufu fırsatlarını, elde edilebilecek tasarrufları ve bu fırsatların yatırım maliyetlerinin dökümünü veren etkin bir özet tabloyu içermelidir. Rapor şirket yönetiminin uygulama konusunda uygun kararlar verebilmesinde ona mümkün olan en iyi bilgiyi sağlamak için her tedbirin analizlerini ve ayrıntılı bir tanımını içermelidir. Projenin uygulanmasında özellikle önemli olan, olası risklerin dökümünün yapılması kadar ekipman masraflarının da iyi tahmin edilmesi gerekliliğidir [47].

3.8.3 Faaliyet planı

Rapor, enerji fırsatları tavsiyelerinin uygulanması ile ilgili faaliyetlerin sırasını belirtmelidir. Ayrıca faaliyetlerin nasıl yapılacağı, kimin sorumlu olacağı ve ne kadar süre ile olacağı konusunda bir takım bilgileri içermelidir [47].

Enerji etüd raporu hazırlanırken aşağıdaki temel olarak aşağıdaki başlıklar işlenmelidir.

- İşletme bilgileri,
- Çalışmanın amacı,
- Çalışmanın kapsamı,
- Çalışmanın tarihi,
- Çalışmada kullanılan donanımlar,

- Enerji tüketim miktarları ve maliyetleri,
- Genel bulgular ve öneriler,
- Enerji yönetimidir.

Yukarıda belirtilen başlıklardan önemli olanı en son aşama olan enerji yönetimi'dir.

Temel bir enerji yönetimi sistemi ise başlıca aşağıdaki başlıkları içermelidir.

- İşletme bilgileri
- Proses bilgileri
- İşletmenin enerji tüketiminin incelenmesi: Bu bölümde tüketime esas enerji kaynaklarının miktarları aylık olarak grafiksel bazda verilir.
- Üretim-Tüketim analizleri: Bu bölümde standart doğrular ve spesifik enerji tüketimi eğrisi analizi yapılır ve sonuçlar grafiksel olarak gösterilip yorumlanır.
- Enerji yönetimi ile ilgili mevcut durum ve değerlendirme
- Enerji yönetimi ile ilgili öneriler.

Raporda işletmedeki her bir sistemin tarifi yapılmalı ve yapılan ölçümler, değerlendirmeler, hesaplamalar, öneriler, enerji tasarrufu fırsatları yer almalıdır. Üretim esaslı işletmelerde ise bu işlemler işletmeye ait her bir üretim ünitesine özgü yapılmalıdır.

3.9 Enerji Yönetim Sistemi olarak ISO 50001 Enerji Yönetim Standardı

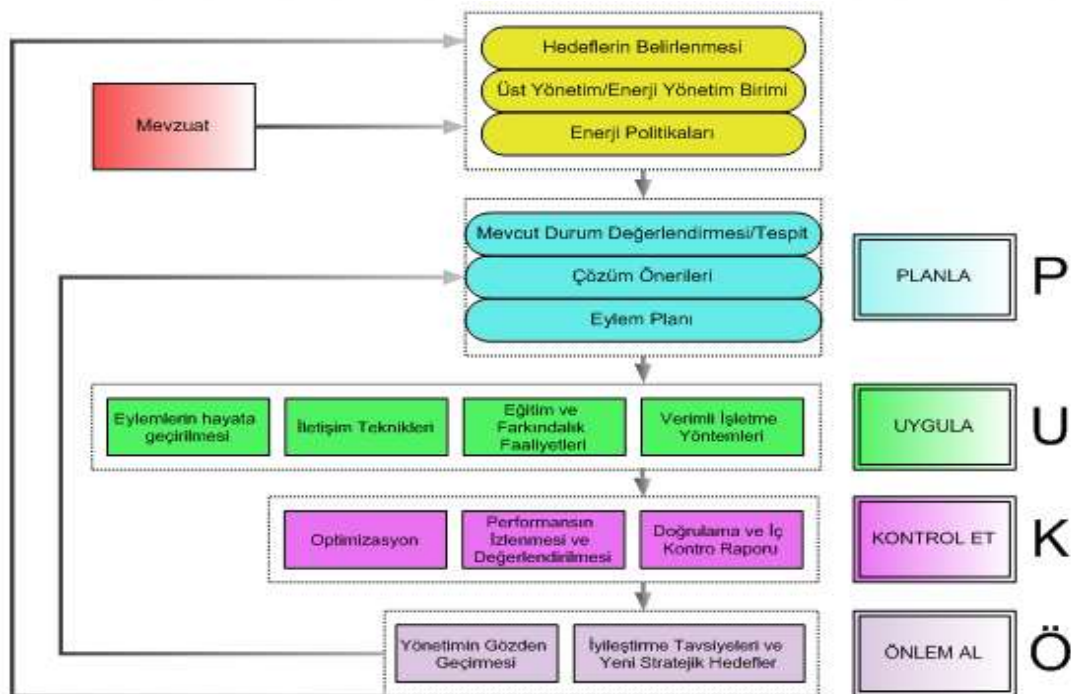
Uluslararası standardizasyon örgütü (ISO) ulusal standart kuruluşlarının üye olduğu dünya çapında federasyondur. Uluslararası standartların hazırlanma işlemi ISO teknik komiteleri tarafından yürütülmektedir. Her üye kuruluşun, kurulan teknik komitenin ilgilenmesi durumunda o komitede temsil edilme hakkı vardır. ISO, elektroteknik standart ile ilgili tüm konularda Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) ile işbirliği yapmaktadır.

Uluslararası standartlar örgütünün (ISO) ISO 50001 kodlaması ile yayınlamış olduğu standart uluslararası enerji yönetim standardıdır. EN 16001 gibi bölgesel ve ulusal standartlardan sonra yayımlanan ilk küresel enerji yönetim standardıdır. Ayrıca ISO 50001 standardı ISO yönetim sistemlerinin ortak unsurları üzerine kurulu olması

sebebi ile özellikle ISO 9001, ISO 14001 ve ISO 22000 ile üst düzeyde bir uyumluluk içerisinde.

Standardın amacı kuruluşların enerji verimliliği, kullanımı ve tüketimi dahil enerji performansının iyileştirilmesi için gerekli olan sistemlerin ve süreçlerin oluşturabilmesini sağlamaktır. Standart, enerjinin sistematik yönetimi vasıtasıyla, sera gazı emisyonları ile diğer ilgili çevresel etkilerin ve enerji maliyetlerinin azaltılmasını amaçlamaktadır. Standart; coğrafi, kültürel ve sosyal koşullara bakılmaksızın her tür ve büyüklükteki kuruluşlar için uygulanabilmektedir [50].

ISO 50001 standardı, enerji yönetim sisteminin (EnYS) şartlarını belirtir. Bu standardı esas alan kuruluş, ilgili yasal şartları ve önemli enerji kullanımını da göz önüne alarak, enerji politikasını oluşturur ve uygular, hedeflerini, amaçlarını ve eylem planlarını ortaya koyar [50]. EnYS; bir kuruluşun uyguladığı politikadaki taahhütlerini yerine getirmesini, enerji performansını iyileştirmek için gerekli önlemler almasını ve sistemin standardın belirlediği şartlara uygunluğunu sağlar. ISO 50001 standardı Şekil 3.3'te gösterildiği gibi planla, uygula, kontrol et ve önlem al (PUKÖ) aşamalarını esas alan sürekli iyileştirme çerçevesinde enerji yönetimi yapılması modeline dayalıdır. Bu modele deming döngüsü'de denilmektedir.



Şekil 3.3 : ISO 50001 Deming Döngüsü [51].

EnYS kapsamında PUKÖ yaklaşımının ana hatları aşağıdaki gibi verilebilir:

Planla: Enerji gözden geçirmesini gerçekleştirir; enerji performansının, kuruluşun enerji politikası ile uyumlu bir şekilde iyileştirecek sonuçların oluşması için gereken enerji referans noktalarının, enerji performans göstergelerinin (EnPG), hedeflerin, amaçların ve eylem planlarının oluşturulduğu aşamadır.

Uygula: Enerji yönetimi eylem planlarının uygulandığı aşamadır.

Kontrol et: Enerji politikası ve hedeflerine göre enerji performansını belirleyen süreçleri ve kritik işlemlere ait karakteristiklerin izlendiği, ölçüldüğü ve sonuçların rapor edildiği aşamadır.

Önlem al: Enerji performansı ve EnYS'nin sürekli iyileştirilmesi için önlemlerin alındığı aşamadır.

Amaç ve kapsamı genel olarak yukarıda bahsedilen ISO 50001 standardına ait terimler ve tarifler EK.E'de verilmiştir.

ISO 50001 enerji yönetim sisteminin bir takım gereklilikleri vardır. Bunlardan en önceliklisi, kuruluşun bu standart şartlarına uygun bir yönetim sistemi oluşturması, sürekliliğini sağlayacak şekilde uygulaması ve iyileştirmesidir. Bunun için standart, EnYS'nin kapsamının ve sınırlarının tanımlanmasını ve dokümente edilmesini ve ayrıca enerji performansının ve EnYS'nin sürekli iyileştirilmesinin sağlanması amacıyla standartta belirtilen şartların nasıl yerine getireceğinin belirlemesini istemektedir. Enerji yönetim sisteminin şartları şu şekilde sıralanabilir;

3.9.1 Yönetimin sorumluluğu

Üst yönetim, aşağıda belirtilen hususları gerçekleştirerek EnYS'yi destekleme ve sürekli iyileştirme konusundaki taahhüdünü göstermelidir [52].

- Enerji politikasını tesis etmeli, uygulamalı ve sürekliliğini sağlamalı
- EnYS'yi tesis etmek, uygulamak, sürdürmek ve geliştirmek için gereken kaynakları sağlamalı
- EnYS'ye bir yönetim temsilcisi atamalı ve ilave üyeleri onaylamalı
- EnYS'nin ele alacağı kapsam ve sınırları tespit etmeli
- EnYS'nin önemini kuruluşa duyurmalı

- Enerji performansı hedeflerinin ve amaçlarının tesis edilmesini ve karşılanmasını sağlamalı
- EnYS'nin hem işleyişinin hem de kontrolünün etkin olması için gereken kriterleri ve yöntemleri belirlemeli
- Varsa, uzun dönem planlamasına enerji hususlarını katmalı
- Sonuçların ölçülmesini ve rapor edilmesini sağlamalı
- Yönetim gözden geçirmelerini yapmalı.

Üst yönetim, diğer sorumluluklarına bakılmaksızın uygun beceride ve yeterlilikte bir temsilci ya da temsilciler atamalıdır. Bu temsilci ya da temsilciler aşağıda belirtilen sorumluluk ve yetkiye sahip olmalıdır.

- EnYS'nin ISO 50001 Standardına uygun olarak tesis edilmesini, uygulanmasını ve sürdürülmesini sağlamak.
- EnYS performansı hakkında üst yönetime rapor vermek.
- Enerji performansındaki iyileştirmeler hakkında üst yönetime rapor vermek.
- Enerji yönetimi faaliyetlerinin desteklenmesinde kendisi için çalışacak uygun seviyede bir yönetim yetkisine sahip kişiyi/kişileri tespit etmek.
- Kuruluşun enerji politikasını desteklemek üzere tasarlanmış enerji yönetimi faaliyetlerini planlamak ve yönetmek.
- Etkin enerji yönetimini kolaylaştırmak için sorumlulukları ve yetkileri tanımlamak ve duyurmak.

3.9.2 Enerji politikası

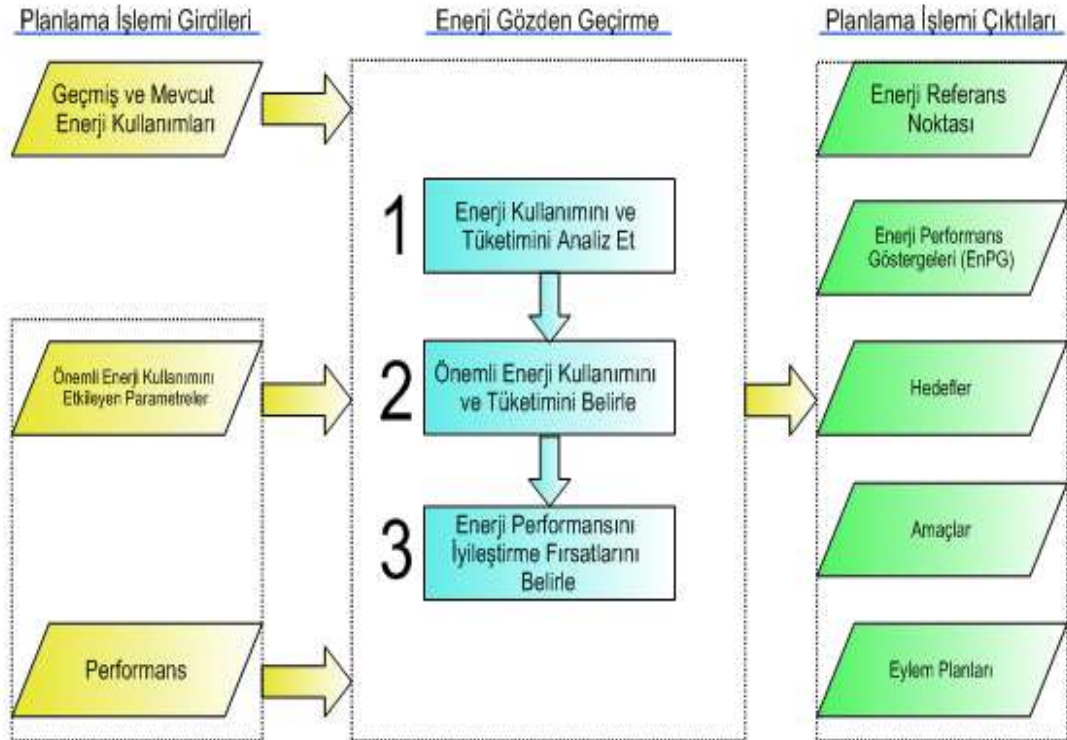
Enerji politikası, kuruluşun EnYS ve enerji performansının uygulanması ve iyileştirilmesine yol gösterir. Politika, kuruluş bünyesinde çalışan herkesin anlayabileceği ve işleriyle ilgili faaliyetlerine uygulayabilecekleri özet bir ifade olabilir [52]. Üst yönetim, enerji politikasının aşağıdakileri gerçekleştirmesini sağlar.

- Enerji yönetimi sisteminin kapsamını ve sınırlarını tanımlamak ve dokümanle etmek;
- Kuruluşun yapısı ve ölçeği ile enerji kullanımı üzerindeki etkisine uygun olmak;
- Enerji performansında sürekli iyileştirmeye bağlılık içermek;

- Amaç ve hedeflere ulaşmak için bilgilerin ve gerekli tüm kaynakların bulunabilir olmasını sağlamaya bağlılık içermek;
- Tüm geçerli yasal ve diğer gerekliliklere uymaya bağlılık içermek;
- Enerji amaç ve hedeflerini belirlemek ve gözden geçirmek için çerçeve sağlamak;
- Enerji verimli ürün ve hizmetlerin satın alınmasını desteklemek;
- Kuruluş bünyesinde belgelenmiş, duyurulmuş ve anlaşılmış olmak;
- Düzenli olarak gözden geçirmek ve gerektiğinde güncellenmek [52]

3.9.3 Enerji planlaması

Kuruluş, bir enerji planlaması süreci uygulamalı ve dokümente etmelidir. Bu planlama, enerji politikası ile uyumlu olmalı ve enerji performansını sürekli iyileştirecek uygulamaları fırsat vermelidir. Enerji planlamasını gösteren kavram şeması Şekil 3.4'te gösterilmektedir. Ancak bu şemadaki bilgiler kapsamlı değildir yani kuruluşun niteliğine veya belirli durumlara göre ayrıntılar oluşturulabilir.



Şekil 3.4 : Enerji planlama işlemleri kavramsal şeması [52].

Enerji planlaması, kuruluşun enerji performansına ve bunun sürekli olarak iyileştirilmesi ve sürdürülmesi araçlarına odaklanmaktadır. Şekil 3.4'ten de anlaşılacağı üzere ISO 50001 Enerji yönetim sistemi standardı aşağıdakileri içeren bir enerji planlamasının yapılmasını ve yazılı olmasını istemektedir.

a. Yasal şartlar ve diğer gereklilikler: Kuruluş, enerjinin kullanımı, tüketimi ve verimliliğine ilişkin uymakla yükümlü olduğu yasal şartları ve diğer gereklilikleri belirlemeli, uygulamalı ve bunlara erişebilmelidir. Kuruluş, bu şart ve gereklilikleri kendi bünyesinde nasıl uygulanacağını belirlemeli ve belirlenmiş aralıklarla bunları gözden geçirmelidir.

Yasal şartlar, enerji ile ilgili olarak EnYS'ye uygulanan uluslararası, ulusal, bölgesel ya da yerel şartlar olabilir. Örnek olarak yasal şartlara ulusal enerji tasarrufu düzenleme yönetmelikleri ya da kanunları verilebilir. Müşterilerle sözleşmeler veya gönüllülük esaslı sözleşmeler ise diğer şartlara örnek verilebilir.

b. Enerji gözden geçirmesi: Kuruluş, bünyesindeki kulanıma esas enerjiyi gözden geçirmeli, kayıt altına almalı ve bu işlemin sürekliliğini sağlamalıdır. Bu işlem için belirlenen yöntem ve kriterler dokümanite edilmelidir. Kuruluş enerji gözden geçirme işlemini aşağıdaki hususlar çerçevesinde yapmalıdır.

- Ölçüm verilerine dayalı olarak enerji kullanımı ve tüketimi analiz edilmelidir.
- Önemli enerji kullanım ve tüketimleri belirlenmelidir.
- İyileştirme fırsatları belirlenmeli, önceliklendirme yapılmalı ve kayıt altına alınmalıdır.

Yukarıda belirtilen bu işlemler belirli aralıklarla tekrarlanmalıdır. Bunun dışında; tesislerde, donanımda, sistemlerde veya işlemlerde önemli değişiklikler olduğunda bu işlemler tekrarlanmalıdır.

c. Enerji temel çizgisi (referans noktası): Kuruluş, enerji gözden geçirme işlemini tamamladıktan sonra bu bilgileri kullanarak enerji kullanımı ve tüketimine uygun bir veri süresini göz önünde bulundurarak bir enerji referans noktası ya da noktaları oluşturmaktadır. Enerji performansındaki değişimler belirlenen bu referans nokta ya da noktalarına göre hesaplanmalıdır. Değişkenler ise hava, mevsimler, iş faaliyet döngüleri ve ya diğer koşulları içerebilir. Enerji referans noktası ya da noktalarında, kuruluşun enerji kullanımı ve tüketimini yansıtmayan bir duruma gelmişse veya

proses, işletim şekli ya da enerji sistemlerinde önemli değişiklikler varsa veyahut önceden belirlenen bir yöntemle göre düzenlemeler yapılmalıdır.

d. Enerji performans göstergeleri (EnPG): Kuruluş, enerji performansını izlemek ve ölçmek için kendi işletme koşullarına uygun EnPG'ler belirlemelidir. Bu EnPG belirleme ve güncelleme yöntemi kayıt altına alınmalı ve belirli periyotlar gözden geçirilmelidir. Ayrıca oluşturulan EnPG'ler enerji referans çizgisine göre düzenli olarak gözden geçirilmeli ve karşılaştırılmalıdır.

EnPG'ler basit bir parametre, basit bir oran ya da karmaşık bir modele dayalı olarak oluşturulabilir. Birim zamandaki enerji tüketimi, birim üretim başına enerji tüketimi veya çok değişkenli modeller EnPG olarak örnek verilebilir.

e. Amaç ve hedefler: Kuruluş, kendi bünyesine uygun fonksiyon ve seviyede dokümanite edilmiş bir enerji hedef ve amaçları oluşturmalıdır. Oluşturulan bu amaç ve hedefler uygunlanmalı, sürekliliği sağlanmalı ve hedeflere ulaşma konusunda zaman çerçeveleri belirlenmelidir. Hedef ve amaçlar, belirlenen enerji politikası ile uyumlu olmalıdır. Aynı şekilde amaçlarda hedefler ile tutarlı olmalıdır. Amaç ve hedefler oluşturulurken aşağıda belirtilen üç hususu göz önünde bulundurulmalıdır.

- Yasal ve diğer şartlar
- Önemli enerji tüketimleri
- Enerji performansını iyileştirme fırsatları

f. Eylem planları: Kuruluş, oluşturduğu amaç ve hedeflere ulaşmak için kendi ihtiyaçlarına uygun eylem planları oluşturmalı ve bunları uygulayıp, sürekliliğini sağlamalı ve dokümanite etmelidir. Oluşturulan eylem planlarında sorumluluklar belirlenmeli, belirlenen her amaç için araç ve zaman çerçevesi oluşturulmalı, iyileştirilmesi hedeflenen enerji performansını ile sonuçları doğrulama yöntemleri beyan edilmelidir.

3.9.4 Uygulama ve işletim

Planlama işleminden elde edilen eylem planları ve diğer çıktılar kuruluş tarafından uygulama ve işletim aşamasında kullanılmalıdır. Bu aşamada önemli olan husus ise kuruluşun, önemli enerji kullanımları ile ilgili personelin eğitim, öğretim, beceri veya tecrübeye sahip olmasını sağlamasıdır. Bu sebeple kuruluş bahse konu bu ihtiyaçları

karşlamak için eğitim sağlamalı ya da diğer faaliyetleri gerçekleştirmelidir. Kuruluş personeli ya da kuruluş adına çalışan personelin;

- Enerji politikası, prosedürleri ve EnYS şartlarına uyumunun öneminin,
- EnYS şartlarını yerine getirme konusundaki rolü, sorumluluğu ve yetkilerinin,
- İyileştirilen enerji performansı getirilerinin,
- Faaliyetlerinin enerji kullanım ve tüketimine mevcut veya potansiyel etkisinin,
- Kendi faaliyet ve davranışlarının belirlenen hedef ve amaçlara ulaşılmasına nasıl katkıda bulunacağını,
- Öncesinde belirtilen prosedürlerden sapma olduğunda olabilecek muhtemel sonuçların

farkında olmasını sağlamalıdır.

İletişim hususunda ise kuruluş, enerji performansı ve EnYS konusunda kendi ölçeğine uygun iç iletişimi sağlamalıdır. İletişimde esas olan personelin EnYS konusunda yorum yapabilmesi ve iyileştirme önerilerinde bulunabileceği bir süreç oluşturmak ve uygulamaktır.

Kuruluş yukarıdaki hususların temel unsurlarını ve birbirleri ile etkileşimlerini açıklamak için bu işlemleri yazılı, elektronik veya başka bir ortamda dokümente etmelidir. Standart bir dokümantasyon asgari düzeyde aşağıdaki hususları içermelidir.

- EnYS kapsamı ve sınırları,
- Enerji politikası,
- Hedefler, amaçlar ve eylem planları,
- ISO 50001 standardının istediği kayıtlar dâhil dokümanlar,
- Gerekli görülen diğer dokümanlar.

Yukarıda ki hususlar çerçevesinde hazırlanan dokümanlar ise daima kontrol altında bulundurulmalıdır. Bu sebeple kuruluş, oluşturulan dokümanların yayınlanmadan önce yeterlilik açısından onaylanmasını, gözden geçirilmesini, güncellenmesini ve gerekirse yeniden onaylanması için prosedürler oluşturmasını ve bunun sürekliliğini sağlamalıdır. Ayrıca, dokümanlarda gerekli görülen değişiklikler ve güncel

revizyonların durumları gösterilmeli ve uygulanabilir dokümanların kullanım noktalarında mevcudiyetini sağlanmalıdır. Tüm bu dokümanların okunabilir kalması ve kolaylıkla ayırtedilebilir olması sağlanmalıdır. EnYs planlaması ve uygulaması için gerekli görülen dış kaynaklı dokümanlar tanımlanmalı ve kontrol altında bulundurulmalıdır. Güncelliğini yitirmiş olan dokümanlar ise ayırt edilebilir bir şekilde arşivlenmelidir.

İşletimin kontrolü için ise kuruluş, önemli enerji kullanımlarına etki eden işletim ve bakım faaliyetlerini enerji politikası, hedefleri, amaçları ve eylem planları ile tutarlı olacak şekilde planlamalıdır. Bu sebeple, olmamaları durumunda etkin enerji performansından ciddi sapmalara yol açmalar söz konusu ise, önemli enerji kullanımları ile ilgili işletme ve bakım faaliyetlerinin etkin yürütülmesi adına kriterler oluşturulmalı ve düzenlenmelidir. Ayrıca işletim ve bakımın yapılması ve bunların şekilleri personele uygun şekilde duyurulmalıdır.

Kuruluşun, enerji performansına önemli ölçüde etki edebilecek yeni veya modifiye edilecek ve yenilenecek tesis, donanım, sistem ve proseslerin tasarımında göz önüne alacağı hususlar enerji performansını iyileştirme fırsatları ve işletim kontrolü olmalıdır. Tasarım işleminin sonuçları muhakkak kayıt altına alınmalıdır. Yukarıdaki hususlara ilaveten kuruluş, etkin enerji kullanımı için enerji satın alma şartnameleri tanımlamalı ve bunları dokümante etmelidir.

3.9.5 Kontrol etme

Kontrol etme aşamasında ki temel amaç; enerji performansını belirleyen faaliyetlere ait karakteristiklerin izlenmesi, ölçülmesi ve analiz edilmesidir. Bahse konu karakteristikler ise asgari düzeyde aşağıda verilen maddeleri içermelidir;

- Önemli enerji kullanımları ile işletmeye ait diğer enerji kullanımları,
- Önemli enerji kullanımlarına ait değişkenler,
- Enerji performans göstergeleri,
- Eylem planlarının hedef ve amaçlara ulaşmadaki etkinliği,
- Mevcut enerji tüketiminin, beklenen enerji tüketimine göre durum değerlendirmesi.

Bu sebeple kuruluş, kendi ölçeğine göre oluşturduğu enerji izleme ve ölçme donanımına uygun bir enerji ölçme planı tanımlamalı ve bunu uygulamalıdır. Bahse konu ölçme sistemi, küçük kuruluşlarda sadece sayaç kullanımından başlayarak, verileri birleştirip otomatik analiz edebilen tam bir izleme ve ölçme sistemine kadar değişiklik gösterebilir. Bu sistem tamamen kuruluşun kararına bağlıdır. Bunun için ölçme ihtiyaçları belirlenmeli ve periyodik olarak gözden geçirilmelidir. Kurulan sistemin doğru ve tekrarlanabilir veriler üretmesi sağlanmalıdır. Bu sebeple gerekli kalibrasyonlar yaptırılmalı ve bunların kayıtları muhafaza edilmelidir. Kuruluşun kontrol işlemindeki ana görevi ise enerji performansından önemli sapmaları araştırmak ve bunlara karşı eyleme geçmek olmalıdır. Bu eylemlerin kayıtları ise muhafaza edilmelidir.

Kuruluş, EnYS konusunda uymakla yükümlü olduğu yasal ve diğer şartlara uyumluluğu planlı aralıklarla değerlendirmeli ve bunları kayıt altına alıp muhafaza etmelidir.

Kontrol aşamasında diğer bir husus ise EnYS'nin iç tetkikidir. Kuruluş, EnYS'nin ISO 50001 standardı dahil enerji yönetimi için planlanmış düzenlemelere, hedef ve amaçlara uygunluğunu ve ayrıca etkin bir şekilde uygulanması, sürdürülmesi ve enerji performansının iyileştirilmesini sağlamak amacıyla planlı aralıklarla iç tetkikler gerçekleştirmelidir. Tetkik edilecek alanların planı ve takvimi oluşturulmalı ve bunlar için seçilecek personelin objektifliği ve tarafsızlığı güvence altına alınmalıdır. Tetkik sonuçları muhafaza edilmeli ve muhakkak üst yönetime rapor edilmelidir.

Tetkik işlemi sonucunda mevcut uygunsuzluklar için düzeltme işlemleri uygulanmalıdır. Ayrıca, mevcut ve potansiyel uygunsuzlukların;

- Gözden geçirilmesini,
- Nedenlerinin belirlenmesini,
- Faaliyet ihtiyacının değerlendirilmesini,
- Gereken uygun faaliyetlerin belirlenmesini ve uygulanmasını,
- Düzeltici ve önleyici faaliyet kayıtlarının muhafaza edilmesini,
- Uygulanan düzeltici veya önleyici faaliyetin etkinliğinin gözden geçirilmesini,

içerecek şekilde düzeltici ve önleyici faaliyetle gerçekleştirmelidir [50].

3.9.6 Yönetimin gözden geçirmesi

Üst yönetim kuruluşa ait EnYS'yi uygunluk, yeterlilik ve sürekliliğini güvence altına almak için planlanmış belirli periyotlarla gözden geçirmelidir. Gözden geçirme girdileri aşağıdaki hususları içermelidir;

- Bir önceki yönetim gözden geçirme işlemine ait takip faaliyetleri
- Enerji politikasının gözden geçirilmesi,
- Enerji performansı ve ilgili EnPG'lerin gözden geçirilmesi,
- Uymakla yükümlü olunan yasal şartlar, bu yasal şartlardaki değişiklikler ve diğer şartlara uyumluluğunun değerlendirilmesine ait sonuçlar,
- Hedef ve amaçlara ulaşılma düzeyi,
- EnYS tetkikine ait sonuçlar,
- Düzeltici ve önleyici faaliyetlere ait durum raporları,
- Bir sonraki dönem için öngörülen enerji performans değeri,
- İyileştirme önerileri.

Yönetimin gözden geçirme çıktıları ise aşağıdaki hususlarla ilgili her türlü karar ve faaliyetleri içerecek şekilde olmalıdır.

- Enerji performansındaki ve politikasındaki değişiklikler,
- EnPG değişiklikleri,
- Sürekli iyileştirme taahhüdü ile tutarlı olacak şekilde EnYS'ye ait hedef, amaç ve diğer unsurlardaki değişiklikler,
- Kaynakların tahsisindeki değişiklikler.



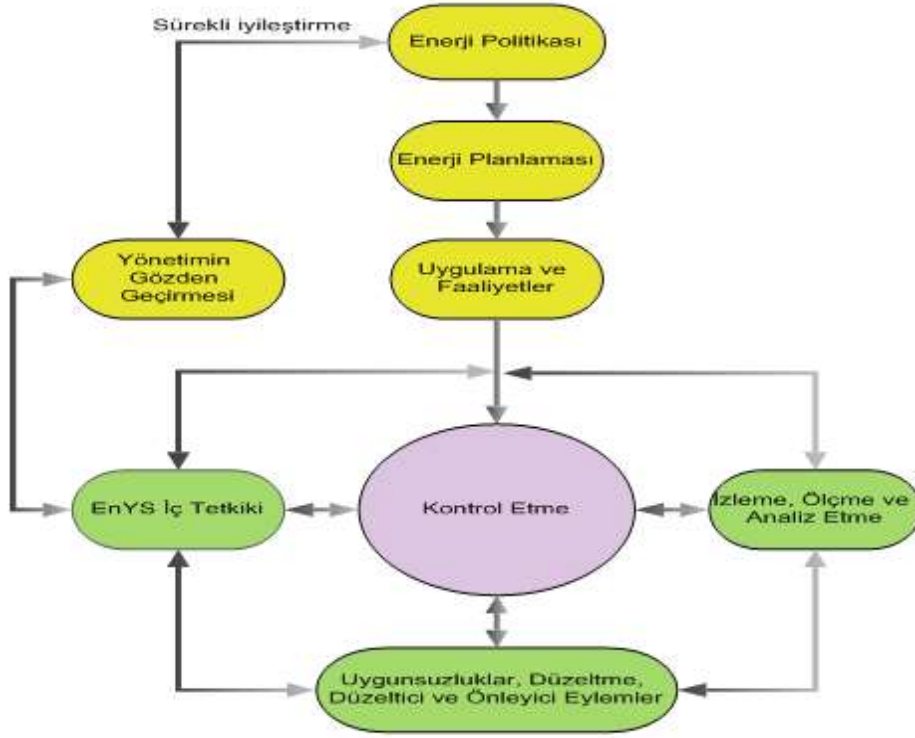
4. METRO İSTANBUL ISO 50001 EnYS MODELLEMESİ

4.1 Giriş

ISO 50001 standardı referans alınarak modellenen EnYS çalışması Metro İstanbul AŞ işletmeciliğindeki İstanbul kent içi elektrikli raylı sistemler için yapılmıştır. ISO 50001 EnYS gerçekleştirilmesi, enerji verimliliğinin artırılması için fırsatların belirlenmesi ve bu fırsatların gerçekleştirilmesi amacı ile EnYS'nin düzenli aralıklarla gözden geçirilmesi ve değerlendirilmesi ile ilgili modelleme yapılmıştır. İlk olarak işletmeye ait enerji performanslarını sürekli olarak iyileştirmek ve enerji hedefleri ile enerji amaçlarının düzenlenmesi konusunda faaliyet çerçevesi belirlemek için enerji politikası belirlenmiştir. İşletmeye ait faaliyetlerden dolayı gerçekleşen enerji boyutları bulunmuş, yürürlükteki yasal ve diğer şartlar tespit edilip gözden geçirilmiş ve enerji hedefleri, amaçları ve öncelikleri belirlenmiştir. Enerji politikasını uygulamaya geçirmek, hedeflere ulaşmak ve amaçları karşılamak için programlar oluşturulmuş ve dokümente edilmiştir. Oluşturulan politikaya uyumu denetlemek için planlar, tetkikler, izlemeler, düzeltici ve önleyici faaliyetler ve bunların düzenli aralıklarla gözden geçirilmesi için modelleme yapılmıştır.

ISO 50001 standardı dördüncü maddesi doğrultusunda enerji yönetim sistemi modellenmiş, dokümantasyonu önerilmiş ve sürekliliğin sağlanması hedeflenmiştir. Söz konusu EnYS'nin kapsamı ve sınırları tanımlanmış ve dokümente edilmiştir. Görev tanımları oluşturulmuş ve yetki karmaşasının önüne geçilmiştir. Hizmet içi eğitimler ile personelin bilinci ve yetkinliği artırılması hedeflenmiştir.

PUKÖ döngüsü doğrultusunda oluşturulan ISO 50001 temel EnYS modeli Şekil 4.1'de verilmiştir. Bu modele göre öncelikle enerji politikası oluşturulmalıdır. Oluşturulan politika çerçevesinde enerji planlaması yapılmalı ve uygulamaya geçilmelidir. Uygulama aşamasındaki faaliyetler kontrol edilmeli tespit edilen önleyici ve düzenleyici hususlar belirlenip uygulamaya dahil edilmelidir. Son olarak bu işlemlere yönetimin gözden geçirme toplantıları ile süreklilik kazandırılmalıdır.



Şekil 4.1 : ISO 50001 EnYS modeli [50]

4.2 Enerji Politikası

Kuruluşa ait enerji yönetim prosedürü oluşturulmuştur. Oluşturulan enerji yönetim prosedürü EK.F gösterilmektedir. Bu prosedür ile ISO 50001 standardı madde 4.2 ve 4.3, Yönetimin Sorumluluğu ve Enerji Politikası, doğrultusunda kuruluşun enerji yönetim sistemi politikası Çizelge 4.1’de belirtilmiş ve dokümente edilmiştir. Belirlenen enerji politikası ile üst yönetimin desteği ve EnYS etkinliğini sürekli iyileştirme konusundaki taahhüdü alınmıştır. Belirlenen enerji politikası doğrultusunda bir yönetim temsilcisi görevlendirilmesi ve bir enerji yönetim ekibi oluşturulması sağlanmıştır. Ayrıca enerji performansının oluşturulması, uygulanması, sürekliliğinin sağlanması ve iyileştirilmesi için gerekli kaynakların üst yönetim tarafından sağlanması gerekliliği belirtilmiştir. Belirlenen enerji politikası modellenen EnYS için ilk adım olmuş ve bu konuda üst yönetimin düşüncesi yansıtılmıştır. Kuruluşun enerji politikasında stratejik hedeflere ve bunların desteklenmesine yönelik ifadeler yer verilmiştir. Enerji verimli ürünler ve hizmetlerin satın alınması ve enerji verimliliğini iyileştirmeye yönelik tasarımların desteklenmesi sağlanmıştır. Ayrıca enerji politikasının oluşturulduğu dokümanda,

Çizelge 4.1, politikanın kuruluşun web sayfasında yayınlanması belirtilmiştir. Oluşturulan EnYS politikasının hedef ve amaçların belirlenmesine esas teşkil etmesi istenmiştir. Bu sebeple enerji performansının sürekli artırılması ve enerji ile ilgili yürürlükteki mevzuat ve düzenlemelere uyulacağı taahhüt edilmiştir.

Çizelge 4.1: Enerji Politikası ve Diğer Hususlar Formu

	METRO İSTANBUL AŞ ENERJİ POLİTİKASI ve DİĞER HUSUSLAR	Doküman No	002			
		Yayın Tarihi				
		Revizyon No./Tarihi				
A . TESİS BİLGİLERİ						
Kuruluş Adı :		METRO İSTANBUL AŞ				
Sektör :		KENT İÇİ ELEKTRİKLİ RAYLI ULAŞIM				
İşletmeye Alınış Tarihi :		1989				
Tesis Bileşenleri :		Metro, Hafif Metro, Tramvay, Füniküler, Sabit Tesisler (İstasyonlar), İdari Binalar, Atölyeler				
Enerji Bileşenleri		Elektrik				
		Doğalgaz				
Adres : Yavuz Selim Mahallesi Metro Sokak No: 3 Esenler / İSTANBUL		Telefon : +90 212 568 99 70				
		Fax : +90 212 568 89 00				
		Mail: info@metro.istanbul				
C. ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ POLİTİKASI						
İstanbul kent içi elektrikli raylı sistemler toplu taşıma faaliyetleri yürütmekte olan Metro İstanbul AŞ'nin bütün çalışanları olarak; - Enerji performansımızı sürekli iyileştirmeyi, - Konfordan ödün vermeden, enerjiyi en verimli şekilde kullanarak ve tasarruf sağlamak için gerekli olan tüm bilgi ve kaynakları sağlamayı, - Tüketmekte olduğumuz enerjiyi verimli kullanma açısından yürürlükte olan yasal şartlara ve yükümlülöklere uymayı, - Çalışanlarımızı eğiterek ve sürekli iyileştirme unsurlarını kullanarak, firma genelinde enerji bilincinin geliştirilmesi ile enerji verimliliği hedefi ve enerji tasarrufu amacına uygun davranmayı, - Enerji yönetim sistemini mevcut kurumsal yönetim sistemlerine entegre ederek uygulamayı, sürekli olarak geliştirmeyi, gözden geçirmeyi ve iyileştirmeyi, - Ürün veya hizmet alımı sırasında enerji verimliliğine uygun seçim yapmayı, taahhüt ederiz.						

Çizelge 4.1 (devam): Enerji Politikası ve Diğer Hususlar Formu

D. EnYS POLİTAKASI BİLDİRİM HUSUSLARI			
İş bu dokümanın C başlığında belirtilen enerji yönetim sistemi politikası, kuruluşun resmi web adresinde "Kalite Politikalarımız" başlığı altında bildirilmelidir. Ayrıca belirlenen politika, tüm çalışanların haberdar olması için birimlerin duvarlarına ve ilan panolarına asılmalıdır.			
E. EnYS YÖNETİM TEMSİLCİSİ ve YÜKÜMLÜLÜKLERİ			
Enerji yönetim temsilcisi olarak Mühendislik Hizmetleri Müdürü'nün atanması uygun görülmüştür. Yönetim temsilcisinin; - ISO 50001 standardına uygun olarak EnYS'nin oluşturulması, uygulanması, sürdürülmesi ve sürekli iyileştirilmesi, - Oluşturulacak enerji yönetim birimi personelini belirlemesi, - Enerji performansı hakkında üst yönetime rapor vermesi, - Enerji yönetim faaliyetlerinin planlanması ve enerji politikasını destekler şekilde tasarlanması, - Sorumluluk ve yetkilerin tanımlanması ve duyurulması, - EnYS'nin etkin olarak işletimi ve kontrolü için gerekli kıstas ve yöntemlerin belirlenmesi, - Kuruluşun her seviyesinde enerji politikası ve hedefleri konusundaki farkındalığın artırılması, başlıca yükümlülükleridir.			
F. ENERJİ YÖNETİM EKİBİ			
Mühendislik Hizmetleri Müdürü (Enerji Yönetim Temsilcisi) yönetiminde çalışmak üzere bir enerji yönetim birimi kurulması kararlaştırılmıştır. Enerji yönetim biriminde; - Enerji Yöneticiliği Sertifikasına sahip en az bir mühendis, yoksa uygun bir mühendisin ivedi şekilde sertifika eğitimine gönderilmesi, - 1 makine mühendisi, - 1 elektrik/elektrik-elektronik/enerji sistemleri mühendisi, - 1 çevre mühendisi, - 1 makine teknikeri, - 1 elektrik teknikeri, bulunması uygun görülmüştür.			
HAZIRLAYAN	KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY

4.3 Enerji Planlaması

ISO 50001 standardı madde 4.4, Enerji Planlaması, doğrultusunda kuruluşun enerji planlaması yapılmış ve dokümante edilmiştir. Enerji planlamasında tezin üçüncü bölümünde verilen Şekil 3.4 örnek alınmıştır.

4.3.1 Yasal şartlar ve diğer şartlar

Standardın 4.2.2 maddesi doğrultusunda kuruluşun uymakla yükümlü olduğu yasal ve diğer şartlar belirlenmiştir. Belirlenen yasal ve diğer şartlar Çizelge 4.2’de belirtilmiş ve dokümanite edilmiştir.

Çizelge 4.2: Yasal ve Diğer Şartlar Formu

		METRO İSTANBUL AŞ ENERJİ PLANLAMASI YASAL YÜKÜMLÜLÜKLER ve DİĞER ŞARTLAR	Doküman No	003
			Yayın Tarihi	
			Revizyon No./Tarihi	
A . TESİS BİLGİLERİ				
Kuruluş Adı :		METRO İSTANBUL AŞ		
Sektör :		KENT İÇİ ELEKTRİKLİ RAYLI ULAŞIM		
İşletmeye Alınış Tarihi :		1989		
Tesis Bileşenleri :		Metro, Hafif Metro, Tramvay, Füniküler, Sabit Tesisler (İstasyonlar), İdari Binalar, Atölyeler		
Enerji Bileşenleri		Elektrik		
		Doğalgaz		
Yıllık Harcanan Enerji Miktarı (TEP) :	2016	25.965,00		
	2017	26.997,00		
Adres : Yavuz Selim Mahallesi Metro Sokak No: 3 Esenler / İSTANBUL		Telefon : +90 212 568 99 70 - 0850 252 88 00		
		Fax : 90 212 568 89 00		
		Mail: info@metro.istanbul		
B. YASAL ve DİĞER ŞARTLAR				
Metro istanbul AŞ olarak EnYS kapsamında uymakla yükümlü olduğumuz yasal ve diğer şartlar aşağıda belirtilmiştir.				
1. 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu 2. TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı 3. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği 4. TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Standardı 5. Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik 6. Enerji İle İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik 7. Sıvı ve Gaz Yakıtlı Yeni Sıcak Su Kazanlarının Verimlilik Gereklerine Dair Yönetmelik 8. Genel Aydınlatma Yönetmeliği 9. Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik 10. Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliği 11. Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 12. İklim Değişikliği Strateji Belgesi 13. Onuncu Kalkınma Planı 14. Enerji Verimliliği Ulusal Eylem Planı.				
HAZIRLAYAN	KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY	

Çizelge 4.2’de belirtilen yasal ve diğer şartların izlenmesi ve uygunluğunun değerlendirilmesi için prosedür oluşturulmuştur.

Çizelge 4.2’de belirtilen yasal ve diğer şartlardan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununda enerji yöneticisi kavramı tanımlanmıştır. Kanunda belirtilen enerji yöneticisi bulundurma zorunluluğu olan kuruluşlar ve kriterler tezin üçüncü bölümü Çizelge 3.1’de gösterilmiştir. Kuruluşun yıllık enerji tüketimi Çizelge 4.2’te A başlığı altında belirtilmiştir. Kuruluşun yıllık enerji tüketimi (26.000,00 TEP) yönetmelikte belirtilen bin TEP değerini geçtiğinden kuruluşun, kanunda belirtilen şartlara haiz en az bir personeline, enerji yöneticiliği eğitimi aldırması gerektiği belirlenmiştir.

4.3.2 Kuruluşa ait enerji bileşenleri boyutlarının belirlenmesi ve gözden geçirilmesi

Kuruluşa ait enerji bileşenleri boyutlarının belirlenmesi ve gözden geçirilmesi için prosedür oluşturulmuştur. Enerji bileşenleri belirlenirken ilk olarak kuruluştaki kullanılan tüm enerji türleri ve bunların nerelerde tüketildiği belirlenmiştir. Bu husus Çizelge 4.3’te gösterildiği şekilde modellenerek dokümante edilmiştir.

Çizelge 4.3: Enerji Bileşenleri Formu

	METRO İSTANBUL AŞ ENERJİ BİLEŞENLERİ	Doküman No	006
		Yayın Tarihi	
		Revizyon No./Tarihi	
ENERJİ BİLEŞENİ	TÜKETİLDİĞİ ALAN	KULLANIM AMACI	
Elektrik	Kuruluşun işletmeciliğinde olan tüm hatlardaki hareketli sistem (CER) ve yardımcı servis (İstasyonlar) ile idari bina ve atölyeler.	Ulaşım sistemlerine ait CER ve istasyon sistemlerini enerjilendirmek. İdari binalar ve atölyelerdeki gerekli fonksiyonların çalıştırılması için (aydınlatma, kompresör, priz, pompa vs)	
Doğalgaz	Esenler, Seyrantepe, Zeytinburnu/Habipler ve Esenkent’te bulunan idari binalar.	Isıtma	
HAZIRLAYAN	KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY

Kuruluşa ait enerji bileşenlerinin ölçümlerinin yapılması için enerji ölçme ve izleme prosedürü oluşturulmuştur. Oluşturulan prosedür EK.G’de gösterilmektedir. Ölçümler EK.B’de verilen enerji ölçme ve izleme sistemi aracılığıyla 2016’dan itibaren yapılmaktadır. 2016 öncesi enerji ölçümleri sadece giriş hücrelerinde sayaçlar bazında yapılmış olup hat bazında toplam enerji tüketimleri belirlenmiştir. Ölçümler için ilk olarak kuruluşa ait 2016 ve 2017 yıllarına ait enerji tüketim formları oluşturulmuştur. Bu formlar Çizelge 4.4’te ve Çizelge 4.5’te gösterilmiştir. Yıllık enerji tüketiminin toplam tüketime oranı elektrik için %5 ve doğalgaz için %20’nin üzerinde olan tüketimler önemli tüketimler olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.4: Enerji Tüketim Formu -2016-

		METRO İSTANBUL AŞ ENERJİ TÜKETİMLERİ -2016-		Doküman No	008
				Yayın Tarihi	
				Revizyon No./Tarihi	
Enerji Bileşeni	Tüketim Alanı	Tüketim Miktarı	Toplam Tüketimdeki Oran (%)	Enerji Birimi	Önem Boyutu
Elektrik	M1 hattı	63.063.209,37	21,36	kWh	Önemli
Elektrik	M2 hattı	68.945.006,20	23,35	kWh	Önemli
Elektrik	M3 hattı	31.260.543,00	10,59	kWh	Önemli
Elektrik	M4 hattı	72.440.036,40	24,53	kWh	Önemli
Elektrik	M6 hattı	5.669.916,75	1,92	kWh	Önemsiz
Elektrik	T1 hattı	23.299.814,15	7,89	kWh	Önemli
Elektrik	T3 hattı	211.286,28	0,07	kWh	Önemsiz
Elektrik	T4 hattı	28.763.015,18	9,74	kWh	Önemli
Elektrik	TF-E	211.286,28	0,05	kWh	Önemsiz
Elektrik	TF-M	88.592,45	0,03	kWh	Önemsiz
Elektrik	Füniküler	1.417.479,19	0,48	kWh	Önemsiz
Elektrik	Toplam	295.313.473,90	100	kWh	
Doğalgaz	Esenler	343.622,36	49,91	m ³	Önemli
Doğalgaz	Seyrantepe	141.208,07	20,51	m ³	Önemli
Doğalgaz	Olimpiyat	53.770,60	7,81	m ³	Önemsiz
Doğalgaz	Zeytinburnu/Habipler	92.738,79	13,47	m ³	Önemsiz
Doğalgaz	Esenkent	57.144,17	8,30	m ³	Önemsiz
Doğalgaz	Toplam	688.484,00	100	m³	
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY

Çizelge 4.5: Enerji Tüketim Formu -2017-

		METRO İSTANBUL AŞ ENERJİ TÜKETİMLERİ -2017-		Doküman No		
				Yayın Tarihi		
				Revizyon No./Tarihi		
Enerji Bileşeni	Tüketim Alanı	Tüketim Miktarı	Toplam Tüketimdeki Oran (%)	Enerji Birimi	Önem Boyutu	
Elektrik	M1 hattı	61.255.998,30	19,93	kWh	Önemli	
Elektrik	M2 hattı	71.008.869,15	23,11	kWh	Önemli	
Elektrik	M3 hattı	32.674.387,60	10,63	kWh	Önemli	
Elektrik	M4 hattı	82.068.643,03	26,70	kWh	Önemli	
Elektrik	M5 hattı	1.233.340,00	0,40	kWh	Önemsiz	
Elektrik	M6 hattı	5.894.107,02	1,92	kWh	Önemsiz	
Elektrik	T1 hattı	23.105.360,19	7,52	kWh	Önemli	
Elektrik	T3 hattı	220.736,92	0,07	kWh	Önemsiz	
Elektrik	T4 hattı	28.721.395,00	9,35	kWh	Önemli	
Elektrik	TF-E	223.924,35	0,07	kWh	Önemsiz	
Elektrik	TF-M	12.608,90	0,01	kWh	Önemsiz	
Elektrik	Füniküler	900.328,88	0,29	kWh	Önemsiz	
Elektrik	Toplam	295.313.473,90	100	kWh		
Doğalgaz	Esenler	343.722,36	49,91	m ³	Önemli	
Doğalgaz	Seyrantepe	141.308,07	20,51	m ³	Önemli	
Doğalgaz	Olimpiyat	53.870,60	7,81	m ³	Önemsiz	
Doğalgaz	Zeytinburnu/Habipler	92.938,79	13,47	m ³	Önemsiz	
Doğalgaz	Esenkent	57.244,17	8,30	m ³	Önemsiz	
Doğalgaz	Toplam	688.984,00	100	m³		
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY	

Çizelge 4.4 ve 4.5'te belirlenen önemli tüketicilere ait enerji kullanımlarını etkileyen alanlar belirlemiş ve bu alanlar Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Çizelgedeki diğer başlığındaki tüketimler birbirinden bağımsız çalışan pompalar, baz istasyonları, sinyalizasyon ekipmanları, reklam panoları gibi tek başlarına küçük tüketimlerin toplam değeridir.

Çizelge 4.6: Enerji Tüketim Alanları Formu

METRO İSTANBUL AŞ ENERJİ TÜKETİM ALANLARI FORMU		Doküman No							009			
		Yayın Tarihi										
		Revizyon No./Tarihi										
Enerji Bileşeni	Tüketim Alanı	Enerji Tüketim Bölümleri										
		CER	İstasyon					Yerleşke				
		Tren	Aydınlatma Priz	Ticari Alan	Havalandırma	Yürüyen Merdiven Asansör	Diğer	Atölye	İdari Binalar	Isıtma		
Elektrik	M1	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Elektrik	M2	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Elektrik	M3	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Elektrik	M4	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Elektrik	M5	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Elektrik	M6	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Elektrik	T1	X	X									
Elektrik	T3	X	X									
Elektrik	T4	X	X	X	X	X	X	X				
Elektrik	TF-E	X										
Elektrik	TF-M	X										
Elektrik	Füniküler	X	X	X	X	X						
Doğalgaz	Esenler									X		
Doğalgaz	Seyrantepe									X		
Doğalgaz	Zeytinburnu Habipler									X		
Doğalgaz	Esenkent									X		
HAZIRLAYAN		KONTROL			YÖNETİM TEMSİLCİSİ			ONAY				

Çizelge 4.6’da gösterilen enerji tüketim alanlarında Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5’te belirlenen önemli tüketiciler için 2016 ve 2017 yıllarına ait yapılan ölçümler Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de gösterilen Enerji Şeması formu oluşturularak dokümante edilmiştir.

Çizelge 4.7: Enerji Şeması Formu -2016-

METRO İSTANBUL AŞ EnYS ENERJİ ŞEMASI FORMU				Doküman No		010						
				Yayın Tarihi								
				Revizyon No./Tarihi								
Enerji Tüketim Bölümleri												
Enerji Bileşeni	Tüketim Alanı Tüketim Miktarı	Enerji Türünde Toplam Tüketime Oran	Enerji Birimi	CER	İstasyon				Yerleşke			
				Tren	Aydınlatma Priz	Ticari Alan	Havalandırma	Yürüyen Merdiven Asansör	Diğer	Atölye	İdari Binalar	İstma
Elektrik	M1	%21,36	kWh	%54,71	%11,85	%5,31	%2,55	%7,47	%12,10	%3,16	%2,85	x
	63.063.209,37			34.503.772,84	7.474.875,30	3.346.213,29	1.609.866,51	4.710.889,12	7.631.063,77	1.991.700,03	1.794.828,51	x
Elektrik	M2	%23,35	kWh	%47,32	%16,82	%3,70	%4,64	%9,68	%14,11	%1,52	%2,22	x
	68.945.006,20			32.624.769,75	11.597.341,58	2.548.582,43	3.196.366,52	6.670.964,83	9.728.140,37	1.048.256,28	1.530.584,42	x
Elektrik	M3	%10,59	kWh	%49,98	%12,75	%3,32	%10,53	%5,20	%16,34	%1,88	x	x
	31.260.543,00			15.624.402,00	3.985.123,89	1.038.658,31	3.290.226,98	1.625.291,67	5.107.972,73	588.867,43		x
Elektrik	M4	%24,53	kWh	42,40%	17,61%	3,38%	%7,41	8,27%	%16,40	%3,33	%1,19	x
	72.440.036,40			30.714.746,21	12.753.071,64	2.451.200,83	5.370.785,04	5.992.752,58	11.878.565,68	2.414.980,81	863.933,59	x
Elektrik	M5	%0,00	kWh	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Devrede Değil			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elektrik	M6	%1,92	kWh	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	5.669.916,75			x	x	x	x	x	x	x	x	x

Çizelge 4.7 (devam): Enerji Şeması Formu -2016-

Elektrik	T1	%7,89	kWh	%97,00	%1,45	%0,01	x	x	%0,51	%1,02	x	x
	23.299,814,15			22.600.819,99	337.746,44	3.225,09	x	x	118.829,05	238.068,60	x	x
Elektrik	T3	%0,07	kWh	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	211.286,28			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elektrik	T4	%9,74	kWh	%83,00	%5,62	%0,01	%0,27	%1,05	%8,41	%1,65	x	x
	28.763,015,18			23.873.302,25	1.615.958,54	2.303,81	76.594,62	303.006,02	2.418.969,58	473.495,96		x
Elektrik	TF-E	%0,05	kWh	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	211.286,28			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elektrik	TF-M	%0,03	kWh	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	88.592,45			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elektrik	Füniküler	%0,48	kWh	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	1.417.479,19			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Doğalgaz	Esenler	%49,91	m3	x	x	x	x	x	x	x	x	%100,00
	343.622,36			x	x	x	x	x	x	x	x	343.622,36
Doğalgaz	Seyrantepe	%20,51	m3	x	x	x	x	x	x	x	x	%100,00
	141.208,07			x	x	x	x	x	x	x	x	141.208,07
Doğalgaz	Olimpiyat	%7,81	m3	x	x	x	x	x	x	x	x	%100,00
	53.770,60			x	x	x	x	x	x	x	x	53.770,60
Doğalgaz	Zeytinburnu Habipleri	%13,47	m3	x	x	x	x	x	x	x	x	%100,00
	92.738,79			x	x	x	x	x	x	x	x	92.738,79
Doğalgaz	Esenkent	%8,30	m3	x	x	x	x	x	x	x	x	%100,00
	57.144,17			x	x	x	x	x	x	x	x	57.144,17
HAZIRLAYAN			KONTROL			YÖNETİM TEMSİLCİSİ			ONAY			

Çizelge 4.8: Enerji Şaması Formu -2017-

METRO İSTANBUL AŞ EnYS ENERJİ ŞEMASI FORMU				Doküman No								
				Yayın Tarihi								
				Revizyon No./Tarihi								
Enerji Tüketim Bölümleri												
Enerji Bileşeni	Tüketim Alanı Tüketim Miktarı	Enerji Türünde Toplam Tüketime Oran	Enerji Birimi	İstasyon					Yerleşke			
				CER		DİĞER			Atölye	İdari Binalar	İstima	
				Tren	Aydınlatma Priz	Ticari Alan	Havalandırma	Yürüyen Merdiven Asansör				
Elektrik	M1		kWh	%56,75	%12,21	%4,68	%2,33	%7,74	%10,21	%3,16	%2,93	x
	61.255.998,30	%19,93		34.762.572,04	7.481.165,87	2.866.780,72	1.424.402,04	4.741.187,35	6.254.237,43	1.934.623,61	1.794.000,00	x
Elektrik	M2		kWh	%45,49	%15,44	%3,64	%8,32	%7,20	%16,18	%1,55	%2,18	x
	71.008.869,15	%23,11		32.300.644,70	10.960.580,69	2.584.722,84	5.911.073,18	5.112.741,77	11.489.235,03	1.100.637,47	1.547.993,35	x
Elektrik	M3		kWh	%48,96	%17,77	%3,30	%9,63	%5,85	%12,71	%1,78	x	x
	32.674.387,60	%10,63		15.997.647,61	5.807.202,94	1.078.254,79	3.145.008,07	1.910.303,84	4.152.914,66	581.604,10	x	x
Elektrik	M4		kWh	%36,80	%19,59	%5,00	%6,86	%6,59	%18,60	%4,51	%1,60	x
	82.068.643,03	%26,70		30.204.729,17	16.077.743,68	4.103.432,15	5.627.027,04	5.405.274,13	15.264.767,60	3.701.295,80	1.313.098,29	x
Elektrik	M5		kWh	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	1.233.340,00	%0,40		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elektrik	M6		kWh	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	5.894.107,02	%1,92%		x	x	x	x	x	x	x	x	x

Çizelge 4.8 (devam): Enerji Şeması Formu -2017-

Elektirik	T1		%7,52	kWh	%95,85	%1,46		x		x	x	%1,63		x	x
	23.105.360,19				22.146.614,88	337.338,26		x		x		376.617,37		x	x
Elektirik	T3		%0,07	kWh	x	x		x		x		x		x	x
	220.736,92				x	x		x		x		x		x	x
Elektirik	T4		%9,35	kWh	%82,51	%5,60		%0,01	%0,25	%1,06		%2,00		x	x
	28.721.395,00				23.698.204,45	1.608.398,12		2.300,28	71.803,49	304.446,79		574.427,90		x	x
Elektirik	TF-E		%0,07	kWh	x	x		x		x		x		x	x
	223.924,35				x	x		x		x		x		x	x
Elektirik	TF-M		%0,01	kWh	x	x		x		x		x		x	x
	12.608,90				x	x		x		x		x		x	x
Elektirik	Fünüküler		%0,29	kWh	x	x		x		x		x		x	x
	900.328,88				x	x		x		x		x		x	x
Doğalgaz	Esenler		%49,91	m3	x	x		x		x		x		x	%100,00
	343.622,36				x	x		x		x		x		x	343.622,36
Doğalgaz	Seyrantepe		%20,51	m3	x	x		x		x		x		x	%100,00
	141.208,07				x	x		x		x		x		x	141.208,07
Doğalgaz	Olimpiyat		%7,81	m3	x	x		x		x		x		x	%100,00
	53.770,60				x	x		x		x		x		x	53.770,60
Doğalgaz	Zeytinburnu Habipler		%13,47	m3	x	x		x		x		x		x	%100,00
	92.738,79				x	x		x		x		x		x	92.738,79
Doğalgaz	Esenkent		%8,30	m3	x	x		x		x		x		x	%100,00
	57.144,17				x	x		x		x		x		x	57.144,17
HAZIRLAYAN				KONTROL			YÖNETİM TEMSİLCİSİ			ONAY					

Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de belirtilen değerlerden EnYS kapsamına Çizelge 4.5’teki önemli tüketim alanlarına ait CER, aydınlatma-priz, havalandırma, yürüyen merdiven-asansör, Esenler ve Maltepe atölye, Esenler idari bina elektrik tüketimleri ile Esenler ve Seyrantepe idari binalarının ısıtma tüketimleri dahil edilmiştir. Böylelikle %80’lik enerji tüketim alanı EnYS kapsamına alınmıştır. Ticari alanlar ve diğer başlığı altındaki tüketimler EnYS’ye dahil edilmemiştir. Ticari alanlardaki tüketimler o alanları kiralayan işletmelere aittir bu sebeple bu kısımlardaki ölçümler sadece faturalandırma kontrolü ve mahsubu için yapılmıştır. Metro istasyonlarında diğer olarak isimlendirilen alanlardaki tüketimlerin EnYS’ye dâhil edilebilecek büyüklükte olduğu kabul edilebilir. Ancak söz konusu kısımların birbirinden bağımsız çalışan pompalar, baz istasyonları, sinyalizasyon ekipmanları, reklam panoları gibi tek başlarına küçük tüketimleri toplam değeridir. Bu sebeple ilk etapta EnYS kapsamına alınmamıştır.

EnYS kapsamına alınan tüketim alanlarında Çizelge 4.9’da belirtilen katsayılar ile yapılan puanlama yöntemiyle önceliklendirme yapılmıştır. Puanlama kriterleri Metro İstanbul AŞ mühendisleri ile belirlenmiştir. Toplam puanı sekiz ve üzeri olan alanlar ile çalışanlara bağlı enerji tüketimi olan prosesler eylem planına alınmıştır.

Çizelge 4.9: Önceliklendirme puanlaması yöntem ve katsayıları

Potansiyel Çarpan Skalası		Teknik Skala	Puan	Organizasyonel	Puan	Çarpan Etkisi Skala	Puan
Enerji Tüketimi/Toplam Enerji Tüketimi	Puan						
>%5	1	İlk hattın devreye alınması 0<yıl<5	1	Yapılacak uygulama ilgili süreci etkilemekte ve uzun süre durma ihtiyacı	1	Kazanım spesifikdir	1
%5<Tüketim<%10	2	İlk hattın devreye alınması 5<yıl<10	2	Kısa süreli duruş ile devreye alma	2	Diğer bölümler için sınırlı kazanım	2
>%10	3	İlk hattın devreye alınması 10<yıl	3	Anlık duruş ve/veya duruş yaşanmadan uygulama	3	Kazanım diğer bölümlerde kullanılabilir	3

Çizelge 4.9 doğrultusunda EnYS kapsamına alınan alanlarda önceliklendirme yapılmıştır. Yapılan önceliklendirme ve verimlilik fırsatları EK.H’de Çizelge H.1’de belirtildiği şekilde dokümanite edilmiştir.

4.3.3 Enerji referans noktası

Enerji referans noktaları 2016 ve 2017 yıllarına ait tüketimlerin aylık ortalama değerleri alınarak belirlenmiştir. Bu işlem EnYS kapsamına alınan tüketicilerin hepsi için ayrı ayrı yapılmış ve enerji referans noktaları ve değerleri oluşturulmuştur. Aylık enerji performans göstergeleri bu referanslara değerlerine göre incelenmiştir. Çizelge 4.10’da enerji referans noktaları ve değerleri formu gösterilmektedir.

Çizelge 4.10: Enerji referans noktaları ve değerleri

		METRO İSTANBUL AŞ ENERJİ REFERANS NOKTALARI ve DEĞERLERİ	Doküman No	012
			Yayın Tarihi	
			Revizyon No./Tarihi	
Hat	Tüketim Alanı	Referans Noktası	Referans Değeri	Enerji Birimi
M1	Toplam	2016	5.255.267,45	kWh
		2017	5.104.666,53	kWh
M1	CER	2016	2.875.314,40	kWh
		2017	2.896.881,00	kWh
M1	Aydınlatma_Priz	2016	622.906,27	kWh
		2017	623.430,49	kWh
M1	Havalandırma	2016	134.155,54	kWh
		2017	118.700,17	kWh
M1.	Yür.Merd._Asan.	2016	392.574,09	kWh
		2017	395.098,95	kWh
M1	Atölyeler	2016	165.975,00	kWh
		2017	161.218,63	kWh
M1	İdari Bina	2016	149.569,04	kWh
		2017	149.500,00	kWh
M2	Toplam	2016	5.745.417,18	kWh
		2017	5.917.405,76	kWh
M2	CER	2016	2.718.730,81	kWh
		2017	2.691.720,39	kWh
M2	Aydınlatma_Priz	2016	966.445,13	kWh
		2017	913.381,72	kWh
M2	Havalandırma	2016	266.363,88	kWh

Çizelge 4.10 (devam): Enerji referans noktaları ve değerleri

		2017	492.589,43	kWh
M2	Yür.Merd._Asan.	2016	555.913,74	kWh
		2017	426.061,81	kWh
M3	Toplam	2016	2.605.045,25	kWh
		2017	2.722.865,63	kWh
M3	CER	2016	1.302.033,50	kWh
		2017	1.333.137,30	kWh
M3	Aydınlatma_Priz	2016	332.093,66	kWh
		2017	483.933,58	kWh
M3	Havalandırma	2016	274.185,58	kWh
		2017	262.084,01	kWh
M3	Yür.Merd._Asan.	2016	135.440,97	kWh
		2017	159.191,99	kWh
M4	Toplam	2016	6.036.669,70	kWh
		2017	6.839.053,59	kWh
M4	CER	2016	2.559.562,18	kWh
		2017	2.517.060,76	kWh
M4	Aydınlatma_Priz	2016	1.062.755,97	kWh
		2017	1.339.811,97	kWh
M4	Havalandırma	2016	447.565,42	kWh
		2017	468.918,92	kWh
M4	Yür.Merd._Asan.	2016	499.396,05	kWh
		2017	450.439,51	kWh
M4	Atölyeler	2016	201.248,40	kWh
		2017	308.441,32	kWh
T1	Toplam	2016	1.941.959,09	kWh
		2017	1.925.446,68	kWh
T1	CER	2016	1.883.401,67	kWh
		2017	1.845.551,24	kWh
Esenler	Isıtma	2016-2017	28.635,19	m3
Seyrantepe	Isıtma	2016-2017	11.767,39	m3
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY

4.3.4 Enerji performans göstergeleri (EnPG)

EnPG belirleme ve güncelleme yöntemi için form oluşturulmuştur. Oluşturulan form Çizelge 4.11’de gösterilmektedir. Bu formda EnYS kapsamına alınan alanlar, kullanılan enerji bileşenleri, göstergelerin belirlendiği ilgili yıl, gösterge formatları, faaliyet sorumluları ve gözden geçirilme yöntemi ile periyotları belirlenmiştir.

Çizelge 4.11: Enerji performans göstergeleri formu

METRO İSTANBUL AŞ ENERJİ PERFORMANS GÖSTERGELERİ FORMU						Doküman No		013	
						Yayın Tarihi			
						Revizyon No./Tarihi			
No	Enerji Bileşeni	Tüketim Alanı	Tüketim Bileşeni	Belirlenen Yıl	Gösterge	Birim	Faaliyet Sorumlusu	Gözden Geçirme Ortamı	Gözden Geçirme Periyodu
1	Elektrik	M1-M2-M3-M4 T1-T4	CER		$\frac{\text{CER enerji tüketimi}}{\text{Yolcu Sayısı}} + \frac{\text{CER enerji tüketimi}}{\text{Kat edilen Mesafe}}$	(kWh/kış)+ (kWh/km)		Enerji gözden geçirme toplantısı	3 Aylık
2	Elektrik	M1-M2-M3-M4	İstasyon Aydınlatma		$\frac{\text{Aydınlatma enerji tüketimi}}{\text{İstasyon Alanı}}$	kWh/m2		Enerji Gözden Geçirme Toplantısı	3 Aylık
3	Elektrik	M1-M2-M3-M4	İstasyon Havalandırma		$\frac{\text{Havalandırma enerji tüketimi}}{\text{İstasyon Alanı}}$	kWh/m2		Enerji Gözden Geçirme Toplantısı	3 Aylık
4	Elektrik	M1-M2-M3-M4	İstasyon Yürüyen Merdiven		$\frac{\text{Yürüyen Merd.Asan.enerji tüketimi}}{\text{İstasyon Alanı}}$	kWh/m2		Enerji Gözden Geçirme Toplantısı	3 Aylık
5	Elektrik	Esenler	İdari Bina		$\frac{\text{Elektrik tüketimi}}{\text{İdari Bina Alanı}}$	kWh/m2		Enerji Gözden Geçirme Toplantısı	3 Aylık
6	Elektrik	Esenler	Atölye		$\frac{\text{Elektrik tüketimi}}{\text{Atölye Alanı}}$	kWh/m2		Enerji Gözden Geçirme Toplantısı	3 Aylık
7	Doğalgaz	Esenler	Genel İstima		$\frac{\text{Doğalgaz tüketimi}}{\text{İstima Derece Gün}}$	m3/HDD		Enerji Gözden Geçirme Toplantısı	3 Aylık
8	Doğalgaz	Seyrantepe	Genel İstima		$\frac{\text{Doğalgaz tüketimi}}{\text{İstima Derece Gün}}$	m3/HDD		Enerji Gözden Geçirme Toplantısı	3 Aylık
HAZIRLAYAN				KONTROL				YÖNETİM TEMSİLCİSİ	
								ONAY	

4.3.4.1 CER tüketimi EnPG'leri (EnPG_1)

EnPG_{CER} için Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'teki formlar oluşturulmuştur. EnPG_{CER} EnYS kapsamına alınan M1, M2, M3, M4, T1 ve T4 hatları için yapılmıştır.

Çizelge 4.12: EnPG -1- (CER 2016) formu

METRO İSTANBUL AŞ EnPG -1- (CER 2016)					Doküman No		014		
					Yayın Tarihi				
					Revizyon No/Tarihi				
Hat	Ay	CER (Kwh)	Yolcu	km	CER/Yolcu (A)	CER/km (B)	Performans (A+B)	Ref. Çizgi	Sapma %
M1	Ocak	2.851.057	12.123.969	1.437.792,00	0,24	1,98	2,22	2,25	-1,32
	Şubat	2.378.421	12.175.759	1.343.768,00	0,20	1,77	1,97	2,25	-14,36
	Mart	2.853.802	12.791.931	1.436.994,40	0,22	1,99	2,21	2,25	-1,74
	Nisan	2.593.448	12.961.810	1.389.735,60	0,20	1,87	2,07	2,25	-8,77
	Mayıs	2.945.321	13.118.212	1.433.444,80	0,22	2,05	2,28	2,25	1,39
	Haziran	2.930.295	11.666.346	1.413.604,12	0,25	2,07	2,32	2,25	3,30
	Temmuz	3.226.227	12.452.499	1.450.473,60	0,26	2,22	2,48	2,25	9,50
	Ağustos	3.263.267	12.202.016	1.480.269,84	0,27	2,20	2,47	2,25	9,08
	Eylül	2.803.477	11.678.624	1.389.605,18	0,24	2,02	2,26	2,25	0,44
	Ekim	2.811.811	13.683.935	1.435.212,16	0,21	1,96	2,16	2,25	-3,83
	Kasım	2.773.668	13.458.473	1.405.048,00	0,21	1,97	2,18	2,25	-3,09
	Aralık	3.072.979	13.208.920	1.451.227,90	0,23	2,12	2,35	2,25	4,37
M2	Ocak	2.718.307	11.761.218	1.216.357,46	0,23	2,23	2,47	2,50	-1,58
	Şubat	2.628.940	12.227.432	1.164.077,80	0,22	2,26	2,47	2,50	-1,27
	Mart	2.785.395	12.231.836	1.252.619,85	0,23	2,22	2,45	2,50	-2,18
	Nisan	2.827.502	11.930.024	1.204.062,11	0,24	2,35	2,59	2,50	3,11
	Mayıs	2.870.111	11.924.765	1.236.118,84	0,24	2,32	2,56	2,50	2,25
	Haziran	2.759.620	10.389.993	1.199.420,65	0,27	2,30	2,57	2,50	2,40
	Temmuz	2.580.429	9.066.910	1.146.757,98	0,28	2,25	2,53	2,50	1,18
	Ağustos	2.812.994	9.938.439	1.206.154,69	0,28	2,33	2,62	2,50	4,22
	Eylül	2.478.768	9.319.080	1.061.844,06	0,27	2,33	2,60	2,50	3,67
	Ekim	2.760.551	12.735.493	1.223.902,86	0,22	2,26	2,47	2,50	-1,32
	Kasım	2.624.920	12.767.849	1.205.698,06	0,21	2,18	2,38	2,50	-5,13
	Aralık	2.777.233	13.103.627	1.300.229,46	0,21	2,14	2,35	2,50	-6,68
M3	Ocak	1.350.638	1.695.722,00	517.238,00	0,80	2,61	3,41	3,17	6,94
	Şubat	1.239.667	1.704.789,00	487.587,04	0,73	2,54	3,27	3,17	3,01
	Mart	1.313.463	1.807.557,00	528.189,36	0,73	2,49	3,21	3,17	1,31
	Nisan	1.224.225	1.799.886,00	510.253,60	0,68	2,40	3,08	3,17	-2,98
	Mayıs	1.259.202	1.818.128,00	524.178,56	0,69	2,40	3,09	3,17	-2,47
	Haziran	1.263.283	1.632.971,00	523.169,44	0,77	2,41	3,19	3,17	0,53
	Temmuz	1.341.644	1.877.484,00	549.711,68	0,71	2,44	3,16	3,17	-0,51
	Ağustos	1.328.061	1.833.931,00	550.305,12	0,72	2,41	3,14	3,17	-1,08
	Eylül	1.197.501	1.547.601,00	503.938,00	0,77	2,38	3,15	3,17	-0,67
	Ekim	1.313.881	1.880.566,00	567.260,56	0,70	2,32	3,01	3,17	-5,19
	Kasım	1.322.295	1.793.126,00	567.054,40	0,74	2,33	3,07	3,17	-3,32
	Aralık	1.470.542	1.872.933,00	590.453,44	0,79	2,49	3,28	3,17	3,19
M4	Ocak	2.280.127	7.219.355,00	1.301.566,00	0,32	1,75	2,07	2,29	-10,93
	Şubat	2.247.215	7.355.062,00	1.315.280,40	0,31	1,71	2,01	2,29	-13,88
	Mart	2.485.345	7.452.193,00	1.430.116,80	0,33	1,74	2,07	2,29	-10,73
	Nisan	2.398.408	7.439.629,00	1.379.946,40	0,32	1,74	2,06	2,29	-11,32
	Mayıs	2.695.119	7.308.411,00	1.416.489,20	0,37	1,90	2,27	2,29	-0,98
	Haziran	2.442.780	6.374.748,00	1.351.736,40	0,38	1,81	2,19	2,29	-4,72
	Temmuz	2.829.511	5.825.491,00	1.333.893,20	0,49	2,12	2,61	2,29	12,02
	Ağustos	2.696.831	6.214.582,00	1.321.075,20	0,43	2,04	2,48	2,29	7,34
	Eylül	2.605.102	5.993.017,00	1.034.313,60	0,43	2,52	2,95	2,29	22,34
	Ekim	2.952.174	8.605.997,00	1.373.479,60	0,34	2,15	2,49	2,29	7,97
	Kasım	2.432.786	8.855.262,00	1.217.585,60	0,27	2,00	2,27	2,29	-0,92
	Aralık	2.649.348	8.896.870,00	1.513.646,00	0,30	1,75	2,05	2,29	-11,99

Çizelge 4.12 (devam): EnPG -1- (CER 2016) formu

Hat	Ay	CER (Kwh)	Yolcu	km	CER/Yolcu (A)	CER/km (B)	Performans (A+B)	Ref. Çizgi	Sapma %
T1	Ocak	1.074.389	8.854.631,00	558.680,32	0,12	1,92	2,04	2,46	-20,34
	Şubat	1.187.145	9.340.088,00	528.050,00	0,13	2,25	2,38	2,46	-3,58
	Mart	1.182.046	10.010.530,00	570.575,80	0,12	2,07	2,19	2,46	-12,35
	Nisan	1.179.209	10.392.613,00	552.330,36	0,11	2,13	2,25	2,46	-9,42
	Mayıs	1.237.393	10.449.357,00	567.244,38	0,12	2,18	2,30	2,46	-6,97
	Haziran	1.393.337	9.202.576,00	571.264,51	0,15	2,44	2,59	2,46	5,03
	Temmuz	1.559.212	9.440.339,00	584.629,05	0,17	2,67	2,83	2,46	13,13
	Ağustos	1.658.288	9.549.958,00	584.234,90	0,17	2,84	3,01	2,46	18,32
	Eylül	1.406.731	9.298.496,00	539.066,93	0,15	2,61	2,76	2,46	10,89
	Ekim	1.243.622	10.817.854,00	566.690,33	0,11	2,19	2,31	2,46	-6,53
	Kasım	1.237.158	10.210.147,00	546.423,55	0,12	2,26	2,39	2,46	-3,14
	Aralık	1.336.196	10.009.902,00	570.689,18	0,13	2,34	2,47	2,46	0,59
T4	Ocak	2.078.974	3.857.978,00	504.399,60	0,54	4,12	4,66	4,00	14,15
	Şubat	1.648.716	3.913.344,00	480.669,00	0,42	3,43	3,85	4,00	-3,89
	Mart	1.742.652	4.230.872,00	519.457,80	0,41	3,35	3,77	4,00	-6,23
	Nisan	1.684.707	4.310.180,00	496.114,20	0,39	3,40	3,79	4,00	-5,67
	Mayıs	1.721.908	4.258.373,00	508.720,20	0,40	3,38	3,79	4,00	-5,60
	Haziran	1.872.154	3.568.270,00	493.017,00	0,52	3,80	4,32	4,00	7,42
	Temmuz	1.938.882	3.327.154,00	495.166,80	0,58	3,92	4,50	4,00	11,05
	Ağustos	1.909.314	3.633.970,00	505.132,55	0,53	3,78	4,31	4,00	7,06
	Eylül	1.652.500	3.494.114,00	473.528,70	0,47	3,49	3,96	4,00	-0,97
	Ekim	1.661.482	4.337.211,00	514.028,35	0,38	3,23	3,62	4,00	-10,67
	Kasım	1.603.282	4.314.899,00	510.950,10	0,37	3,14	3,51	4,00	-14,02
	Aralık	1.846.190	4.221.070,00	525.912,47	0,44	3,51	3,95	4,00	-1,35
HAZIRLAYAN		KONTROL			YÖNETİM TEMSİLCİSİ			ONAY	

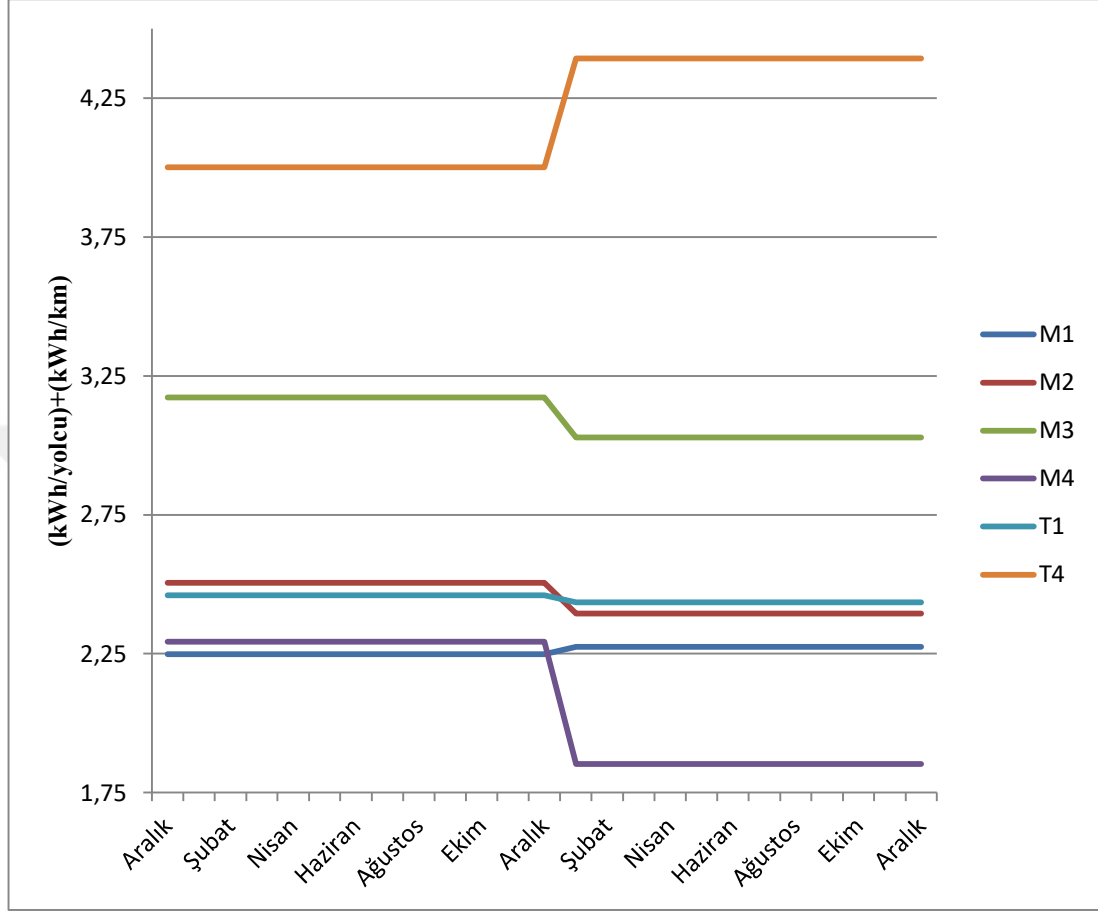
Çizelge 4.13: EnPG -1- (CER 2017) formu

METRO İSTANBUL AŞ EnPG -1- (CER 2017)					Doküman No		014		
					Yayın Tarihi				
					Revizyon No/Tarihi				
Hat	Ay	CER (Kwh)	Yolcu	km	CER/Yolcu (A)	CER/km (B)	Performans (A+B)	Ref. Çizgi	Sapma %
M1	Ocak	3.153.754	12.434.819	1.456.181	0,25	2,17	2,42	2,27	5,98
	Şubat	2.811.603	11.811.235	1.308.876	0,24	2,15	2,39	2,27	4,67
	Mart	2.974.182	13.523.919	1.450.989	0,22	2,05	2,27	2,27	-0,22
	Nisan	2.815.472	13.252.489	1.408.131	0,21	2,00	2,21	2,27	-2,84
	Mayıs	2.903.811	13.295.440	1.455.403	0,22	2,00	2,21	2,27	-2,76
	Haziran	2.926.995	11.755.107	1.403.671	0,25	2,09	2,33	2,27	2,55
	Temmuz	2.922.832	10.986.827	1.381.315	0,27	2,12	2,38	2,27	4,51
	Ağustos	2.812.684	11.522.897	1.441.887	0,24	1,95	2,19	2,27	-3,64
	Eylül	2.702.536	12.011.257	1.397.234	0,23	1,93	2,16	2,27	-5,35
	Ekim	3.112.513	13.888.535	1.447.180	0,22	2,15	2,37	2,27	4,22
	Kasım	2.650.062	13.676.219	1.405.972	0,19	1,88	2,08	2,27	-9,43
	Aralık	2.976.128	13.756.399	1.448.182	0,22	2,06	2,27	2,27	-0,14
M2	Ocak	2.749.410	11.185.026	1.311.558	0,25	2,10	2,34	2,39	-2,26
	Şubat	2.507.177	11.252.191	1.174.374	0,22	2,13	2,36	2,39	-1,58
	Mart	2.820.148	13.050.696	1.313.353	0,22	2,15	2,36	2,39	-1,34
	Nisan	2.641.624	12.305.065	1.247.823	0,21	2,12	2,33	2,39	-2,72
	Mayıs	2.674.371	12.319.284	1.291.536	0,22	2,07	2,29	2,39	-4,69
	Haziran	2.617.500	10.070.986	1.245.853	0,26	2,10	2,36	2,39	-1,44
	Temmuz	2.574.427	9.710.609	1.144.244	0,27	2,25	2,52	2,39	4,77
	Ağustos	2.654.667	9.900.782	1.155.342	0,27	2,30	2,57	2,39	6,66
	Eylül	2.626.629	10.766.681	1.167.614	0,24	2,25	2,49	2,39	3,95
	Ekim	2.831.541	13.679.714	1.305.690	0,21	2,17	2,38	2,39	-0,82
	Kasım	2.769.774	13.708.865	1.272.476	0,20	2,18	2,38	2,39	-0,68
	Aralık	2.833.377	13.876.300	1.309.778	0,20	2,16	2,37	2,39	-1,16

Çizelge 4.13 (devam): EnPG -1- (CER 2017) formu

Hat	Ay	CER (Kwh)	Yolcu	km	CER/Yolcu (A)	CER/km (B)	Performans (A+B)	Ref. Çizgi	Sapma %
M3	Ocak	1.588.653	1.844.640	606.572	0,86	2,62	3,48	3,03	13,00
	Şubat	1.369.544	1.707.819	541.000	0,80	2,53	3,33	3,03	9,16
	Mart	1.501.160	1.946.321	602.640	0,77	2,49	3,26	3,03	7,18
	Nisan	1.387.786	1.853.513	575.562	0,75	2,41	3,16	3,03	4,17
	Mayıs	1.328.658	1.834.259	605.721	0,72	2,19	2,92	3,03	-3,77
	Haziran	1.227.393	1.624.836	571.098	0,76	2,15	2,90	3,03	-4,25
	Temmuz	1.273.248	1.602.397	565.461	0,79	2,25	3,05	3,03	0,60
	Ağustos	1.286.779	1.708.614	570.744	0,75	2,25	3,01	3,03	-0,68
	Eylül	1.234.551	1.752.088	557.294	0,70	2,22	2,92	3,03	-3,70
	Ekim	1.287.902	2.035.377	595.981	0,63	2,16	2,79	3,03	-8,39
	Kasım	1.268.191	1.995.333	582.030	0,64	2,18	2,81	3,03	-7,59
	Aralık	1.243.783	2.064.585	594.237	0,60	2,09	2,70	3,03	-12,33
M4	Ocak	2.540.704	7.881.998	1.622.236	0,32	1,57	1,89	1,85	1,88
	Şubat	2.357.288	8.121.054	1.490.095	0,29	1,58	1,87	1,85	1,03
	Mart	2.649.658	9.282.218	1.795.934	0,29	1,48	1,76	1,85	-5,23
	Nisan	2.642.415	8.797.324	1.707.220	0,30	1,55	1,85	1,85	-0,26
	Mayıs	2.726.880	8.638.203	1.764.650	0,32	1,55	1,86	1,85	0,43
	Haziran	2.421.989	7.183.362	1.554.263	0,34	1,56	1,90	1,85	2,24
	Temmuz	2.386.639	6.809.213	1.557.419	0,35	1,53	1,88	1,85	1,59
	Ağustos	2.244.727	6.763.111	1.554.932	0,33	1,44	1,78	1,85	-4,36
	Eylül	2.262.897	7.766.701	1.624.684	0,29	1,39	1,68	1,85	-10,02
	Ekim	2.820.094	9.570.509	1.839.448	0,29	1,53	1,83	1,85	-1,38
	Kasım	2.578.435	9.405.110	1.736.616	0,27	1,48	1,76	1,85	-5,35
	Aralık	2.573.005	7.345.119	1.406.196	0,35	1,83	2,18	1,85	15,00
T1	Ocak	1.277.855	8.785.160	574.800	0,15	2,22	2,37	2,43	-2,77
	Şubat	1.323.038	9.040.490	512.869	0,15	2,58	2,73	2,43	10,71
	Mart	1.516.711	10.742.869	568.479	0,14	2,67	2,81	2,43	13,35
	Nisan	1.176.178	10.817.817	549.193	0,11	2,14	2,25	2,43	-8,17
	Mayıs	1.214.296	10.857.004	571.249	0,11	2,13	2,24	2,43	-8,79
	Haziran	1.375.683	9.498.996	552.676	0,14	2,49	2,63	2,43	7,59
	Temmuz	1.496.012	9.375.071	553.597	0,16	2,70	2,86	2,43	14,95
	Ağustos	1.475.560	9.882.238	561.094	0,15	2,63	2,78	2,43	12,41
	Eylül	1.357.967	10.133.204	542.877	0,13	2,50	2,64	2,43	7,64
	Ekim	1.159.214	11.380.919	568.561	0,10	2,04	2,14	2,43	-13,71
	Kasım	969.339	10.737.798	550.494	0,09	1,76	1,85	2,43	-31,49
	Aralık	1.037.742	10.772.849	570.390	0,10	1,82	1,92	2,43	-27,06
T4	Ocak	2.120.988	3.959.893	536.105	0,54	3,96	4,49	4,39	2,23
	Şubat	1.771.820	3.839.082	473.875	0,46	3,74	4,20	4,39	-4,55
	Mart	1.930.637	4.502.661	527.196	0,43	3,66	4,09	4,39	-7,35
	Nisan	1.827.541	4.379.452	507.154	0,42	3,60	4,02	4,39	-9,22
	Mayıs	1.951.831	4.433.438	524.350	0,44	3,72	4,16	4,39	-5,50
	Haziran	2.098.583	3.809.097	487.091	0,55	4,31	4,86	4,39	9,63
	Temmuz	2.181.478	3.486.891	482.373	0,63	4,52	5,15	4,39	14,69
	Ağustos	2.156.860	3.579.212	484.832	0,60	4,45	5,05	4,39	13,06
	Eylül	2.058.164	3.998.813	482.287	0,51	4,27	4,78	4,39	8,17
	Ekim	1.944.715	4.806.064	526.863	0,40	3,69	4,10	4,39	-7,22
	Kasım	1.790.832	4.742.174	513.897	0,38	3,48	3,86	4,39	-13,70
	Aralık	1.864.754	4.710.413	527.204	0,40	3,54	3,93	4,39	-11,66
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ			ONAY		

Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilen değerler doğrultusunda hatların $EnPG_{CER}$ referans çizgileri Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Grafikteki enerji referans noktaları 2016 ve 2017 yıllarındaki referans değerleridir.

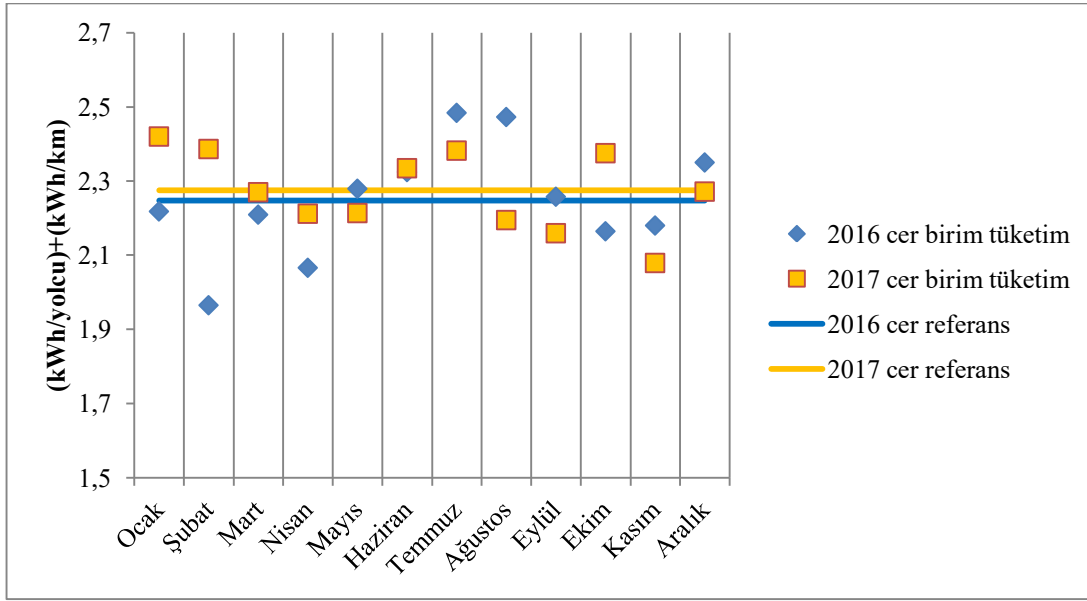


Şekil 4.2: 2016 ve 2017 yılları birim CER tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.

Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilen değerler doğrultusunda hatların CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının $EnPG$ grafikleri oluşturulmuştur. Bu grafikler değişim ve sapmaların daha anlaşılabilir ve yorumlanabilir olması için oluşturulmuştur. Ayrıca oluşturulan grafikler ile CER tüketimine ait $EnPG$ ’lerin gözden geçirilmesi ve referans noktasına göre karşılaştırılması kolaylık kazanmıştır.

M1 hattı CER tüketimine ait $EnPG$

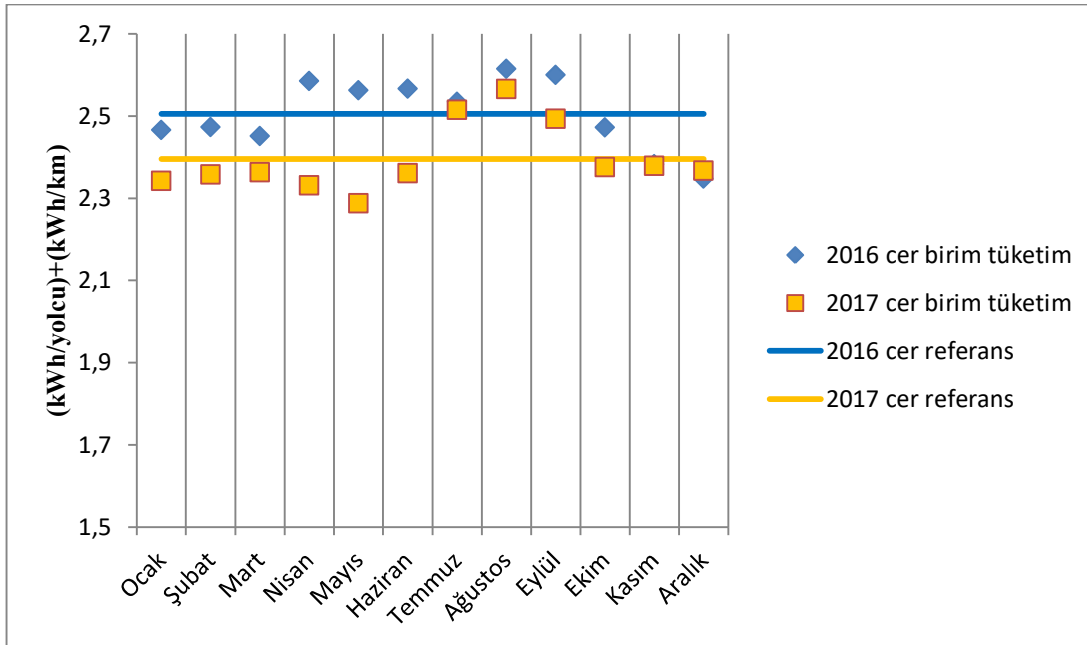
Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilen değerler doğrultusunda M1 hattı CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının $EnPG$ grafiği Şekil 4.3’te gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.3: 2016 ve 2017 yıllarına ait M1 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

M2 hattı CER tüketimine ait EnPG

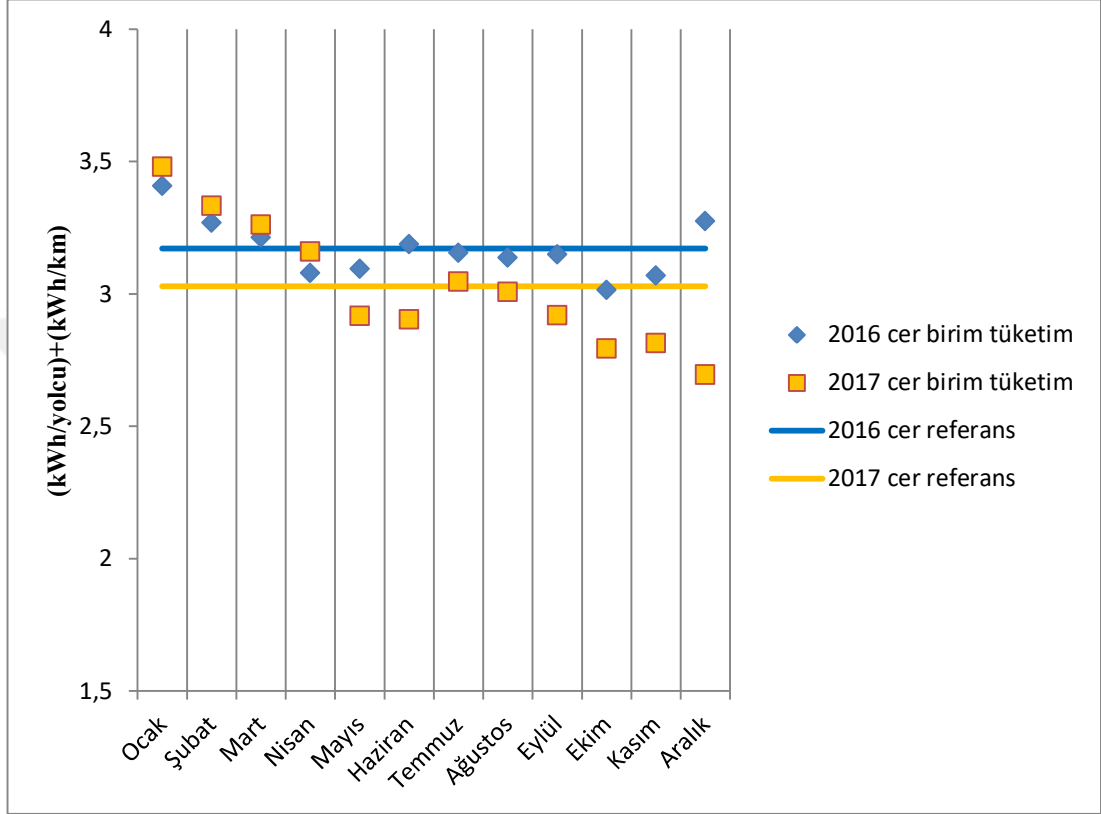
Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilen değerler doğrultusunda M2 hattı CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.4’te gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.4: 2016 ve 2017 yıllarına ait M2 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmaları.

M3 hattı CER tüketimine ait EnPG

Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilen değerler doğrultusunda M3 hattı CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.5’te gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



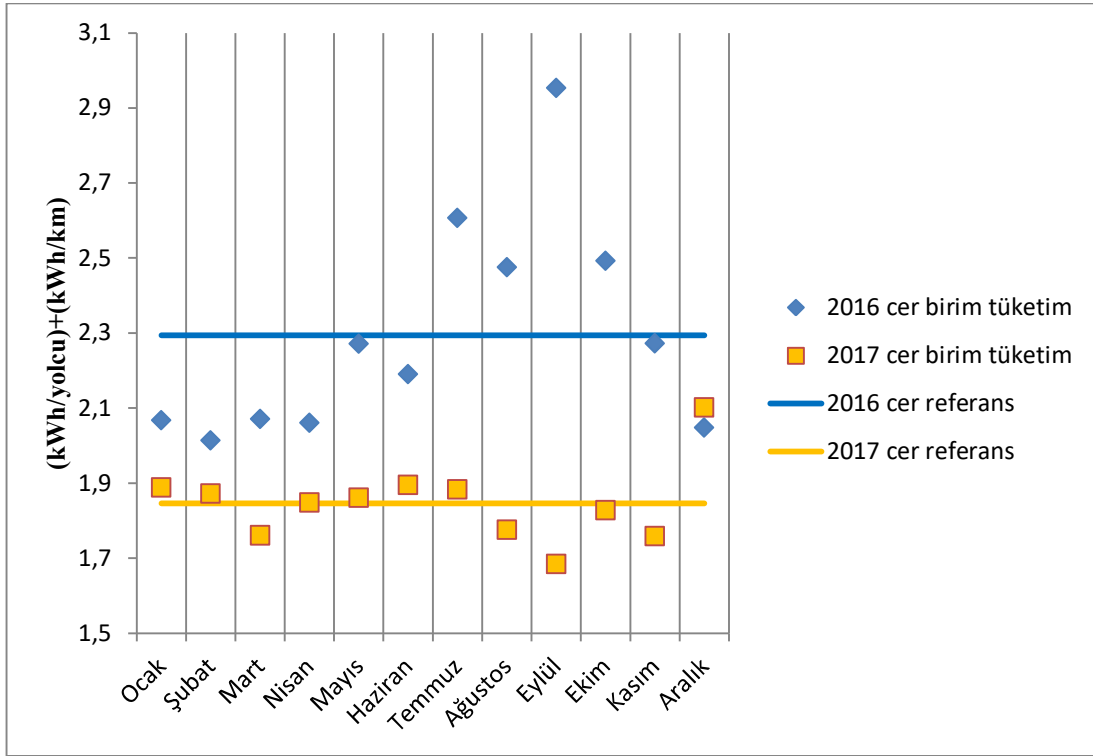
Şekil 4.5: 2016 ve 2017 yıllarına ait M3 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmaları.

M4 hattı CER tüketimine ait EnPG

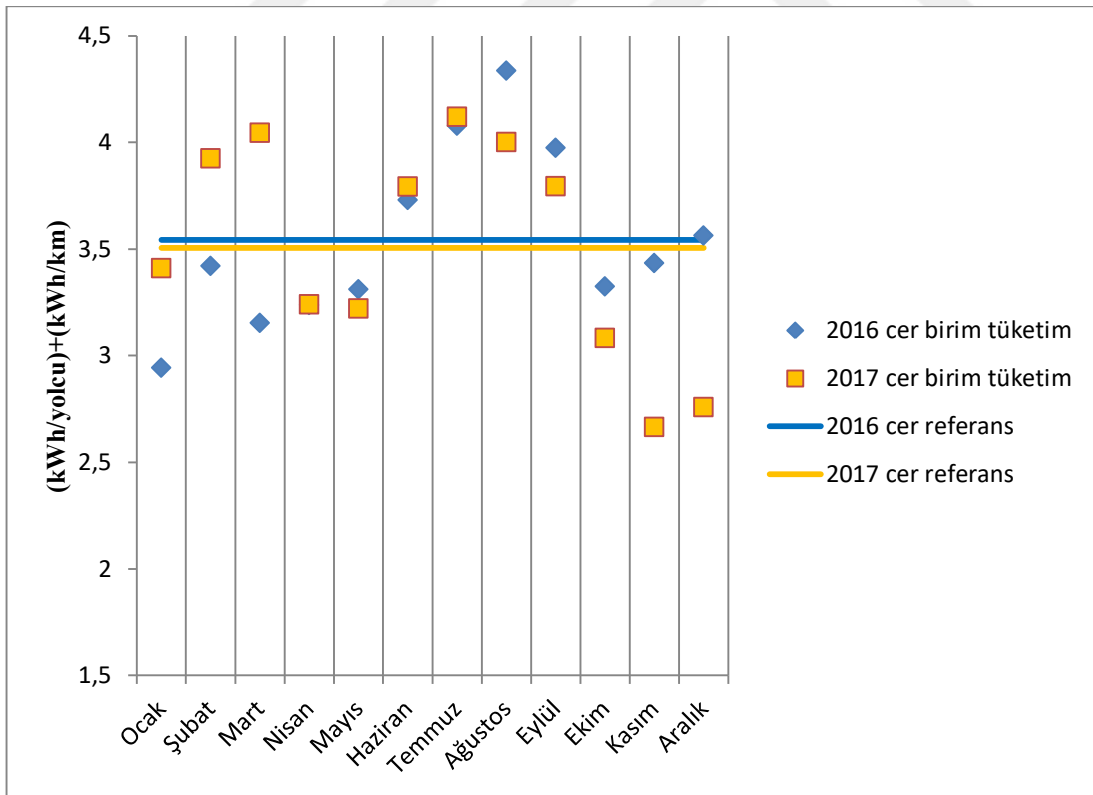
Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilen değerler doğrultusunda M4 hattı CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.

T1 hattı CER tüketimine ait EnPG

Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilen değerler doğrultusunda T1 hattı CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



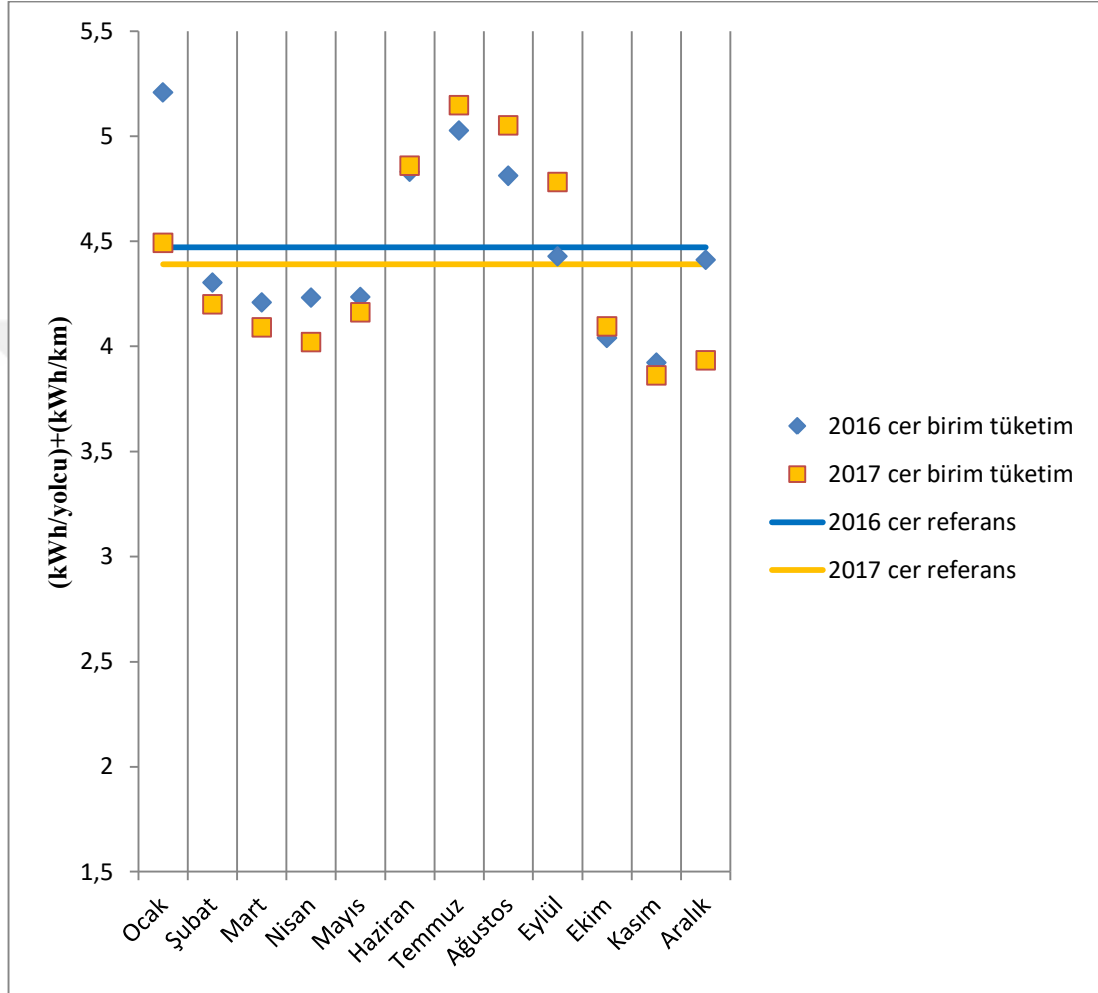
Şekil 4.6: 2016 ve 2017 yıllarına ait M4 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.



Şekil 4.7: 2016 ve 2017 yıllarına ait T1 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

T4 hattı CER tüketimine ait EnPG

Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilen değerler doğrultusunda T4 hattı CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.8: 2016 ve 2017 yıllarına ait T4 hattı birim CER enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

Yukarıda verilen grafiklerde hatlar bazında CER performanslarının iyi ve kötü olduğu dönemler belirlenmiş ve Çizelge 4.14’te bu dönemler dokümente edilmiştir. Değerlendirme referans değerden $\pm$ %1 sapma doğrultusunda yapılmıştır. Referans değerden + %1 sapma kötü dönemleri, - %1 sapma iyi dönemleri, $\pm$ %1 aralığında kalan dönemler ise standart tüketim dönemleri olarak kabul edilmiştir. Kötü performans dönemleri kırmızı, iyi performans dönemleri yeşil, standart performans dönemleri ise beyaz renkle ifade edilmiştir.

Çizelge 4.14: EnPG -1- (CER 2016-2017) performans değerlendirme formu

	METRO İSTANBUL AŞ EnPG-1- CER Performans Değerlendirme Formu	Doküman No										015	
		Yayın Tarihi											
		Revizyon No./Tarihi											
Hat	Yıl	Performans Dönemleri											
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
M1	2016												
	2017												
M2	2016												
	2017												
M3	2016												
	2017												
M4	2016												
	2017												
T1	2016												
	2017												
T4	2016												
	2017												
HAZIRLAYAN		KONTROL				YÖNETİM TEMSİLCİSİ				ONAY			

4.3.4.2 Aydınlatma ve priz tüketimi EnPG'leri (EnPG_2)

EnPG_{AYDINLATMA_PRİZ} için Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16'daki formlar oluşturulmuştur. EnPG_{AYDINLATMA_PRİZ} EnYS kapsamına alınan M1, M2, M3 ve M4 hatlarına ait istasyonlar bazında yapılmıştır. T1 ve T4 tramvay hatlarına ait istasyonlar yer üstünde yer aldığından bu hatlara ait aydınlatma ve priz tüketimleri EnYS kapsamına alınmamış ve EnPG oluşturulmamıştır.

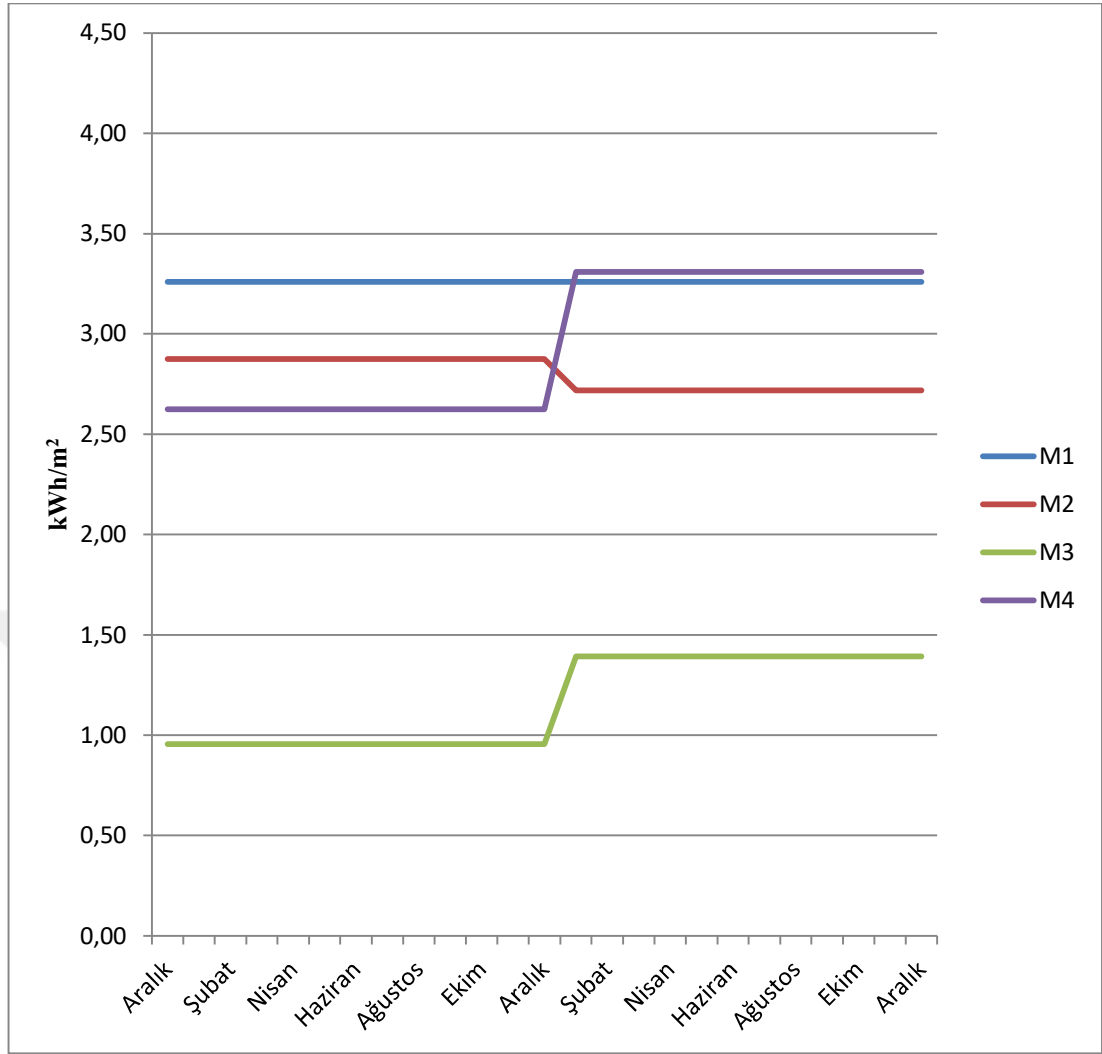
Çizelge 4.15: EnPG -2- (Aydınlatma_Priz 2016) formu

				METRO İSTANBUL AŞ EnPG -2- (Aydınlatma_Priz_2016)	Doküman No	016
					Yayın Tarihi	
					Revizyon No/Tarihi	
Hat	Ay	Aydınlatma_Priz (Kwh)	m2	Aydınlatma_Priz (kWh)/m2	Ref. Çizgi (kWh)/m2	Sapma %
M1	Ocak	632.809	191.169	3,31	3,26	1,56
	Şubat	606.324	191.169	3,17	3,26	-2,73
	Mart	627.795	191.169	3,28	3,26	0,78
	Nisan	618.329	191.169	3,23	3,26	-0,74
	Mayıs	639.769	191.169	3,35	3,26	2,64
	Haziran	614.427	191.169	3,21	3,26	-1,38
	Temmuz	615.111	191.169	3,22	3,26	-1,27
	Ağustos	623.184	191.169	3,26	3,26	0,04
	Eylül	616.872	191.169	3,23	3,26	-0,98
	Ekim	620.364	191.169	3,25	3,26	-0,41
	Kasım	617.075	191.169	3,23	3,26	-0,95
	Aralık	642.815	191.169	3,36	3,26	3,10
M2	Ocak	978.548	336.088	2,91	2,88	1,24
	Şubat	928.063	336.088	2,76	2,88	-4,14
	Mart	992.724	336.088	2,95	2,88	2,65
	Nisan	978.548	336.088	2,91	2,88	1,24
	Mayıs	928.063	336.088	2,76	2,88	-4,14
	Haziran	992.724	336.088	2,95	2,88	2,65
	Temmuz	978.548	336.088	2,91	2,88	1,24
	Ağustos	928.063	336.088	2,76	2,88	-4,14
	Eylül	992.724	336.088	2,95	2,88	2,65
	Ekim	978.548	336.088	2,91	2,88	1,24
	Kasım	928.063	336.088	2,76	2,88	-4,14
	Aralık	992.724	336.088	2,95	2,88	2,65
M3	Ocak	362.465	347.530	1,04	0,96	8,38
	Şubat	328.333	347.530	0,94	0,96	-1,15
	Mart	338.548	347.530	0,97	0,96	1,91
	Nisan	313.605	347.530	0,90	0,96	-5,90
	Mayıs	310.142	347.530	0,89	0,96	-7,08
	Haziran	316.825	347.530	0,91	0,96	-4,82
	Temmuz	325.624	347.530	0,94	0,96	-1,99
	Ağustos	352.180	347.530	1,01	0,96	5,70
	Eylül	329.655	347.530	0,95	0,96	-0,74
	Ekim	323.933	347.530	0,93	0,96	-2,52
	Kasım	326.494	347.530	0,94	0,96	-1,71
	Aralık	357.318	347.530	1,03	0,96	7,06
M4	Ocak	1.093.472	404.936	2,70	2,62	2,81
	Şubat	1.063.032	404.936	2,63	2,62	0,03
	Mart	1.070.482	404.936	2,64	2,62	0,72
	Nisan	1.065.443	404.936	2,63	2,62	0,25
	Mayıs	1.056.596	404.936	2,61	2,62	-0,58
	Haziran	1.062.433	404.936	2,62	2,62	-0,03
	Temmuz	1.052.315	404.936	2,60	2,62	-0,99
	Ağustos	1.053.795	404.936	2,60	2,62	-0,85
	Eylül	1.052.863	404.936	2,60	2,62	-0,94
	Ekim	1.067.731	404.936	2,64	2,62	0,47
	Kasım	1.055.157	404.936	2,61	2,62	-0,72
	Aralık	1.059.753	404.936	2,62	2,62	-0,28

Çizelge 4.16: EnPG -2- (Aydınlatma_Priz 2017) formu

				Doküman No	016	
				Yayın Tarihi		
				Revizyon No/Tarihi		
Hat	Ay	Aydınlatma_Priz (Kwh)	m2	Aydınlatma_Priz (kWh)/m2	Ref. Çizgi (kWh)/m2	Sapma %
M1	Ocak	653.267	191.169	3,42	3,26	4,57
	Şubat	596.406	191.169	3,12	3,26	-4,53
	Mart	642.613	191.169	3,36	3,26	2,99
	Nisan	615.471	191.169	3,22	3,26	-1,29
	Mayıs	616.060	191.169	3,22	3,26	-1,20
	Haziran	610.789	191.169	3,20	3,26	-2,07
	Temmuz	644.318	191.169	3,37	3,26	3,24
	Ağustos	615.520	191.169	3,22	3,26	-1,29
	Eylül	605.308	191.169	3,17	3,26	-2,99
	Ekim	613.653	191.169	3,21	3,26	-1,59
	Kasım	616.389	191.169	3,22	3,26	-1,14
	Aralık	651.373	191.169	3,41	3,26	4,29
M2	Ocak	931.603	336.088	2,77	2,72	1,96
	Şubat	874.034	336.088	2,60	2,72	-4,50
	Mart	921.853	336.088	2,74	2,72	0,92
	Nisan	903.584	336.088	2,69	2,72	-1,08
	Mayıs	913.696	336.088	2,72	2,72	0,03
	Haziran	888.212	336.088	2,64	2,72	-2,83
	Temmuz	939.184	336.088	2,79	2,72	2,75
	Ağustos	902.400	336.088	2,69	2,72	-1,22
	Eylül	874.977	336.088	2,60	2,72	-4,39
	Ekim	927.977	336.088	2,76	2,72	1,57
	Kasım	931.529	336.088	2,77	2,72	1,95
	Aralık	951.531	336.088	2,83	2,72	4,01
M3	Ocak	440.991	347.530	1,27	1,39	-9,74
	Şubat	398.418	347.530	1,15	1,39	-21,46
	Mart	438.660	347.530	1,26	1,39	-10,32
	Nisan	410.441	347.530	1,18	1,39	-17,91
	Mayıs	465.956	347.530	1,34	1,39	-3,86
	Haziran	508.995	347.530	1,46	1,39	4,92
	Temmuz	548.622	347.530	1,58	1,39	11,79
	Ağustos	550.214	347.530	1,58	1,39	12,05
	Eylül	518.298	347.530	1,49	1,39	6,63
	Ekim	515.403	347.530	1,48	1,39	6,11
	Kasım	498.868	347.530	1,44	1,39	2,99
	Aralık	512.336	347.530	1,47	1,39	5,54
M4	Ocak	1.362.836	404.936	3,37	3,31	1,69
	Şubat	1.097.401	404.936	2,71	3,31	-22,09
	Mart	1.364.915	404.936	3,37	3,31	1,84
	Nisan	1.357.399	404.936	3,35	3,31	1,30
	Mayıs	1.394.009	404.936	3,44	3,31	3,89
	Haziran	1.313.813	404.936	3,24	3,31	-1,98
	Temmuz	1.378.004	404.936	3,40	3,31	2,77
	Ağustos	1.367.369	404.936	3,38	3,31	2,02
	Eylül	1.313.940	404.936	3,24	3,31	-1,97
	Ekim	1.369.593	404.936	3,38	3,31	2,17
	Kasım	1.335.572	404.936	3,30	3,31	-0,32
	Aralık	1.422.892	404.936	3,51	3,31	5,84

Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15’de verilen değerler doğrultusunda hatların EnPG referans çizgileri Şekil 4.9’da gösterilmiştir. Grafikteki enerji referans noktaları 2016 ve 2017 yıllarındaki referans değerleridir.

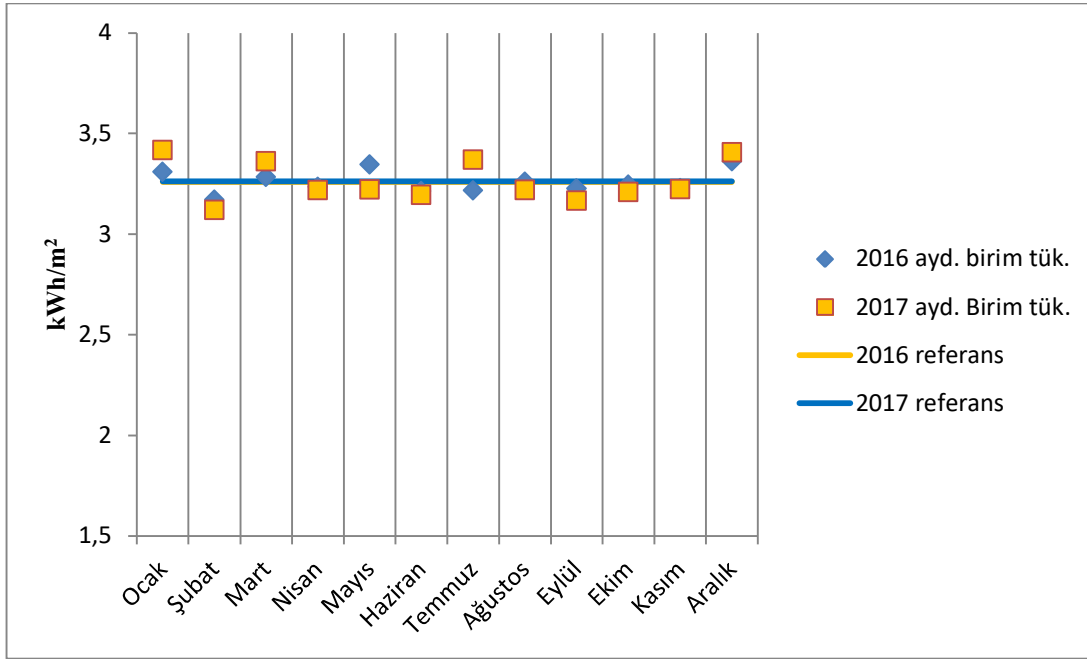


Şekil 4.9: 2016 ve 2017 yılları birim aydınlatma ve priz tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.

Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15’te verilen değerler doğrultusunda hatların aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafikleri oluşturulmuştur. Bu grafikler değişim ve sapmaların daha anlaşılabilir ve yorumlanabilir olması için oluşturulmuştur. Ayrıca oluşturulan grafikler ile aydınlatma ve priz tüketimine ait EnPG’lerin gözden geçirilmesi ve referans noktasına göre karşılaştırılması kolaylık kazanmıştır.

M1 hattı aydınlatma ve priz tüketimine ait EnPG

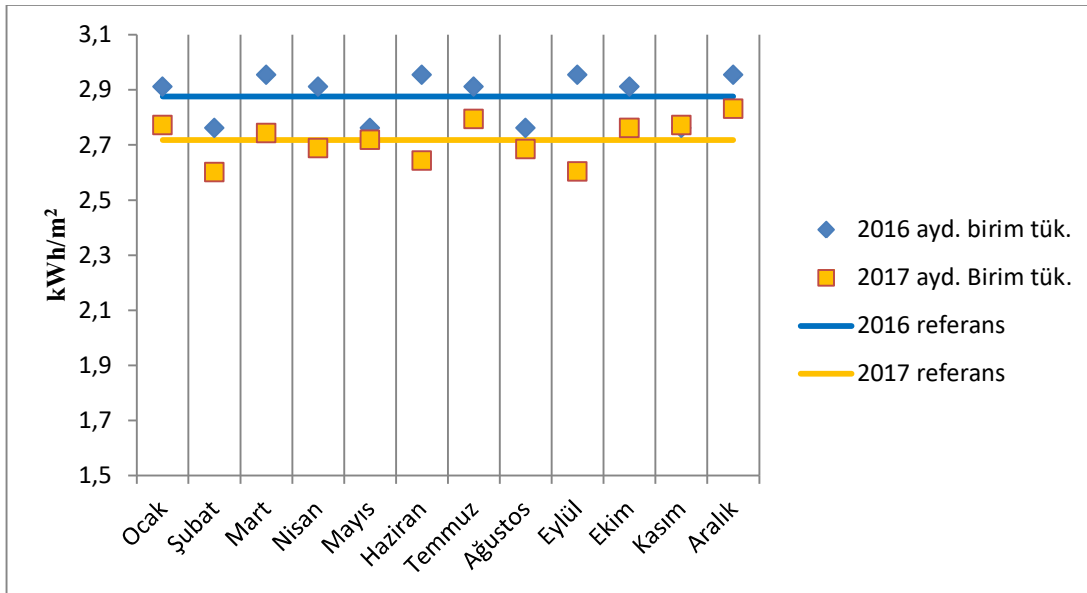
Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15’de verilen değerler doğrultusunda M1 hattı aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.10’da gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.10: 2016 ve 2017 yıllarına ait M1 hattı birim aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

M2 hattı aydınlatma ve priz tüketimine ait EnPG

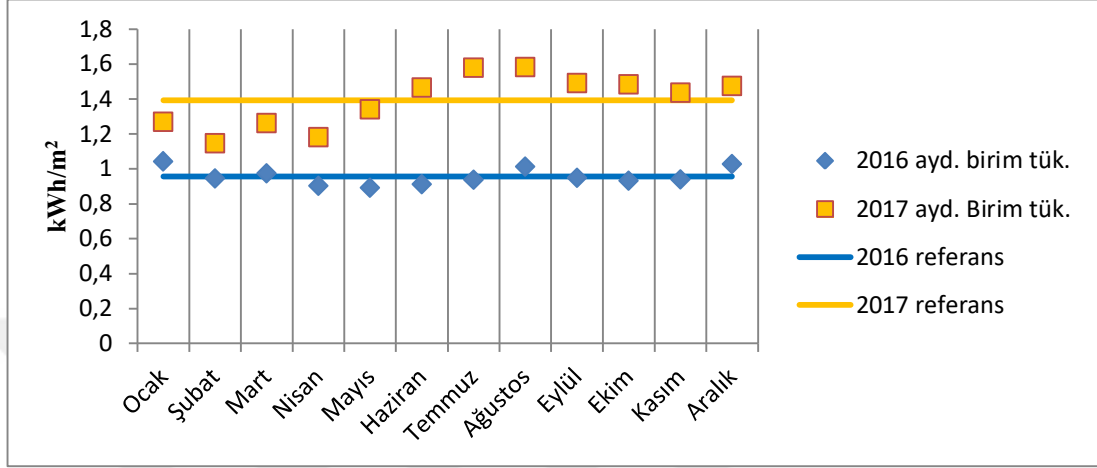
Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15’de verilen değerler doğrultusunda M2 hattı aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.11’de gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.11: 2016 ve 2017 yıllarına ait M2 hattı birim aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

M3 hattı aydınlatma ve priz tüketimine ait EnPG

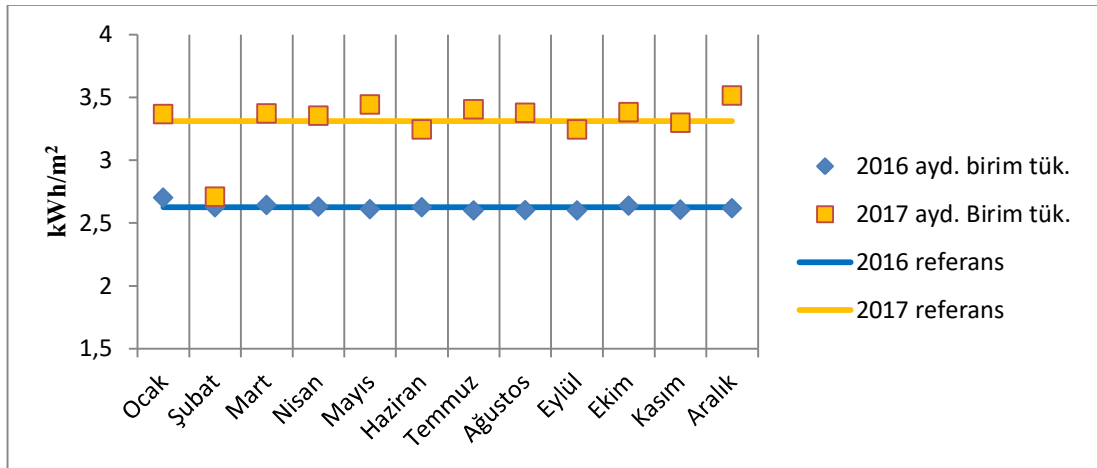
Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15’de verilen değerler doğrultusunda M3 hattı aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.12: 2016 ve 2017 yıllarına ait M3 hattı birim aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

M4 hattı aydınlatma ve priz tüketimine ait EnPG

Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15’de verilen değerler doğrultusunda M4 hattı aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.13’de gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.13: 2016 ve 2017 yıllarına ait M4 hattı birim aydınlatma ve priz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

Yukarıda verilen grafiklerde hatlar bazında aydınlatma ve priz tüketim performanslarının iyi ve kötü olduğu dönemler belirlenmiş ve Çizelge 4.17’de bu dönemler dokümanite edilmiştir. Değerlendirme referans değerden $\pm$ %1 sapma doğrultusunda yapılmıştır. Referans değerden + %1 sapma kötü dönemleri, - %1 sapma iyi dönemleri, $\pm$ %1 aralığında kalan dönemler ise standart tüketim dönemleri olarak kabul edilmiştir. Kötü performans dönemleri kırmızı, iyi performans dönemleri yeşil, standart performans dönemleri ise beyaz renkle ifade edilmiştir.

Çizelge 4.17: EnPG -2- (Aydınlatma_priz 2016-2017) performans değerlendirme formu.

METRO İSTANBUL AŞ EnPG-2- Aydınlatma_Priz Performans Değerlendirme Formu		Doküman No									017		
		Yayın Tarihi											
		Revizyon No./Tarihi											
Hat	Yıl	Performans Dönemleri											
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
M1	2016												
	2017												
M2	2016												
	2017												
M3	2016												
	2017												
M4	2016												
	2017												
HAZIRLAYAN		KONTROL			YÖNETİM TEMSİLCİSİ					ONAY			

4.3.4.3 Havalandırma tüketimi EnPG'leri (EnPG_3)

EnPG_{HAVALANDIRMA} için Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19'daki formlar oluşturulmuştur. EnPG_{HAVALANDIRMA} EnYS kapsamına alınan M1, M2, M3 ve M4 hatlarına ait istasyonlarda yapılmıştır. T1 ve T4 tramvay hatlarına ait istasyonlar yer üstünde yer aldığından bu hatlara ait havalandırma tüketimleri mevcut değildir.

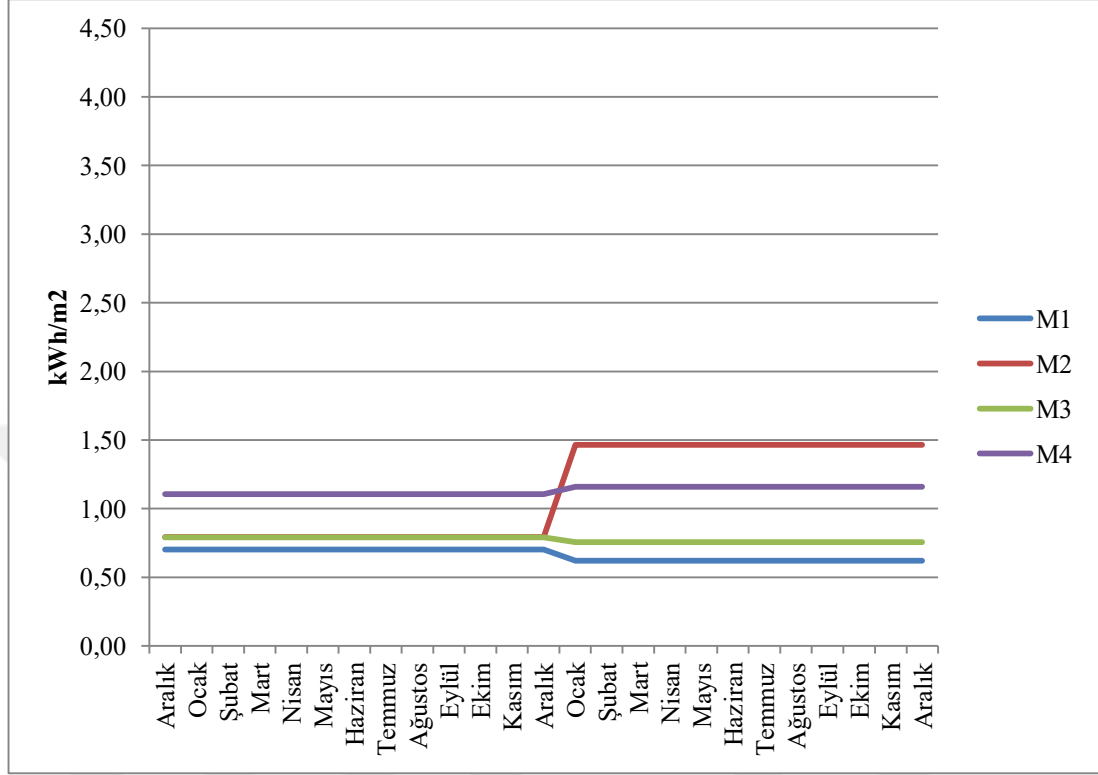
Çizelge 4.18: EnPG -3- (Havalandırma 2016) formu.

METRO İSTANBUL AŞ EnPG -3-				Doküman No	018	
				Yayın Tarihi		
				Revizyon No./Tarihi		
Hat	Ay	Havalandırma (Kwh)	m2	Havalandırma (kWh)/m2	Ref. Çizgi (kWh)/m2	Sapma %
M1	Ocak	129.143	191.169	0,68	0,70	-3,88
	Şubat	135.144	191.169	0,71	0,70	0,73
	Mart	139.421	191.169	0,73	0,70	3,78
	Nisan	129.393	191.169	0,68	0,70	-3,68
	Mayıs	129.397	191.169	0,68	0,70	-3,68
	Haziran	131.708	191.169	0,69	0,70	-1,86
	Temmuz	124.397	191.169	0,65	0,70	-7,84
	Ağustos	142.080	191.169	0,74	0,70	5,58
	Eylül	140.647	191.169	0,74	0,70	4,62
	Ekim	130.336	191.169	0,68	0,70	-2,93
	Kasım	138.174	191.169	0,72	0,70	2,91
	Aralık	140.026	191.169	0,73	0,70	4,19
M2	Ocak	264.768	336.088	0,79	0,79	-0,60
	Şubat	261.010	336.088	0,78	0,79	-2,05
	Mart	273.313	336.088	0,81	0,79	2,54
	Nisan	264.768	336.088	0,79	0,79	-0,60
	Mayıs	261.010	336.088	0,78	0,79	-2,05
	Haziran	273.313	336.088	0,81	0,79	2,54
	Temmuz	264.768	336.088	0,79	0,79	-0,60
	Ağustos	261.010	336.088	0,78	0,79	-2,05
	Eylül	273.313	336.088	0,81	0,79	2,54
	Ekim	264.768	336.088	0,79	0,79	-0,60
	Kasım	261.010	336.088	0,78	0,79	-2,05
	Aralık	273.313	336.088	0,81	0,79	2,54
M3	Ocak	240.563	347.530	0,69	0,79	13,98
	Şubat	216.999	347.530	0,62	0,79	26,35
	Mart	248.723	347.530	0,72	0,79	10,24
	Nisan	248.253	347.530	0,71	0,79	10,45
	Mayıs	295.126	347.530	0,85	0,79	7,10
	Haziran	281.277	347.530	0,81	0,79	2,52
	Temmuz	312.933	347.530	0,90	0,79	12,38
	Ağustos	351.678	347.530	1,01	0,79	22,04
	Eylül	307.415	347.530	0,88	0,79	10,81
	Ekim	267.635	347.530	0,77	0,79	-2,45
	Kasım	240.116	347.530	0,69	0,79	14,19
	Aralık	279.510	347.530	0,80	0,79	1,90
M4	Ocak	407.619	404.936	1,01	1,11	-9,80
	Şubat	449.743	404.936	1,11	1,11	0,48
	Mart	437.012	404.936	1,08	1,11	-2,41
	Nisan	366.991	404.936	0,91	1,11	21,96
	Mayıs	382.407	404.936	0,94	1,11	17,04
	Haziran	497.104	404.936	1,23	1,11	9,97
	Temmuz	545.426	404.936	1,35	1,11	17,94
	Ağustos	554.784	404.936	1,37	1,11	19,33
	Eylül	506.371	404.936	1,25	1,11	11,61
	Ekim	425.889	404.936	1,05	1,11	-5,09
	Kasım	412.026	404.936	1,02	1,11	-8,63
	Aralık	385.414	404.936	0,95	1,11	-16,13
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY

Çizelge 4.19: EnPG -3- (Havalandırma 2017) formu.

				Doküman No	018	
METRO İSTANBUL AŞ EnPG -3-				Yayın Tarihi		
				Revizyon No./Tarihi		
Hat	Ay	Havalandırma (Kwh)	m2	Havalandırma (kWh)/m2	Ref. Çizgi (kWh)/m2	Sapma %
M1	Ocak	116.324	191.169	0,61	0,62	-2,04
	Şubat	108.166	191.169	0,57	0,62	-9,74
	Mart	114.310	191.169	0,60	0,62	-3,84
	Nisan	113.893	191.169	0,60	0,62	-4,22
	Mayıs	123.925	191.169	0,65	0,62	4,22
	Haziran	129.967	191.169	0,68	0,62	8,67
	Temmuz	119.521	191.169	0,63	0,62	0,69
	Ağustos	109.137	191.169	0,57	0,62	-8,76
	Eylül	108.822	191.169	0,57	0,62	-9,08
	Ekim	119.380	191.169	0,62	0,62	0,57
	Kasım	126.199	191.169	0,66	0,62	5,94
	Aralık	134.758	191.169	0,70	0,62	11,92
M2	Ocak	296.611	336.088	0,88	1,47	-66,07
	Şubat	309.894	336.088	0,92	1,47	-58,95
	Mart	345.506	336.088	1,03	1,47	-42,57
	Nisan	299.853	336.088	0,89	1,47	-64,28
	Mayıs	393.376	336.088	1,17	1,47	-25,22
	Haziran	479.958	336.088	1,43	1,47	-2,63
	Temmuz	845.667	336.088	2,52	1,47	41,75
	Ağustos	1.016.401	336.088	3,02	1,47	51,54
	Eylül	761.023	336.088	2,26	1,47	35,27
	Ekim	484.644	336.088	1,44	1,47	-1,64
	Kasım	360.812	336.088	1,07	1,47	-36,52
	Aralık	317.329	336.088	0,94	1,47	-55,23
M3	Ocak	245.083	347.530	0,71	0,75	-6,94
	Şubat	247.162	347.530	0,71	0,75	-6,04
	Mart	266.298	347.530	0,77	0,75	1,58
	Nisan	218.765	347.530	0,63	0,75	-19,80
	Mayıs	246.816	347.530	0,71	0,75	-6,19
	Haziran	278.048	347.530	0,80	0,75	5,74
	Temmuz	305.790	347.530	0,88	0,75	14,29
	Ağustos	323.072	347.530	0,93	0,75	18,88
	Eylül	292.827	347.530	0,84	0,75	10,50
	Ekim	240.037	347.530	0,69	0,75	-9,18
	Kasım	238.533	347.530	0,69	0,75	-9,87
	Aralık	242.579	347.530	0,70	0,75	-8,04
M4	Ocak	334.305	404.936	0,83	1,16	-40,27
	Şubat	306.294	404.936	0,76	1,16	-53,09
	Mart	388.591	404.936	0,96	1,16	-20,67
	Nisan	417.606	404.936	1,03	1,16	-12,29
	Mayıs	468.306	404.936	1,16	1,16	-0,13
	Haziran	597.605	404.936	1,48	1,16	21,53
	Temmuz	721.210	404.936	1,78	1,16	34,98
	Ağustos	707.243	404.936	1,75	1,16	33,70
	Eylül	576.403	404.936	1,42	1,16	18,65
	Ekim	406.298	404.936	1,00	1,16	-15,41
	Kasım	352.076	404.936	0,87	1,16	-33,19
	Aralık	351.090	404.936	0,87	1,16	-33,56
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY

Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19’da verilen değerler doğrultusunda hatların EnPG referans çizgileri Şekil 4.14’te gösterilmiştir. Grafikteki enerji referans noktaları 2016 ve 2017 yıllarındaki referans değerleridir.

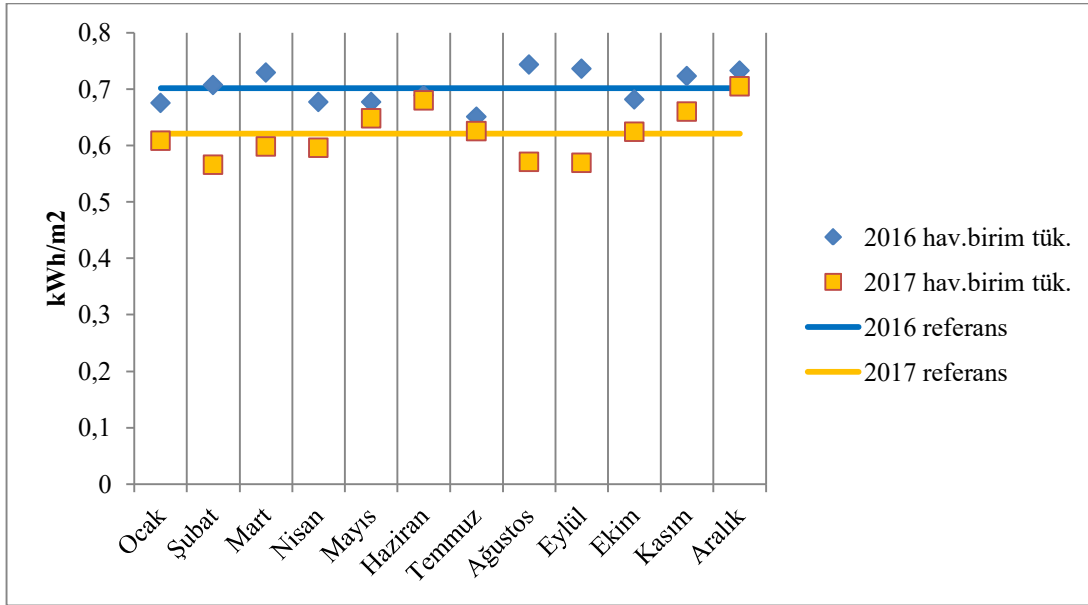


Şekil 4.14: 2016 ve 2017 yıllarına birim havalandırma tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.

Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19’da verilen değerler doğrultusunda hatların havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafikleri oluşturulmuştur. Bu grafikler değişim ve sapmaların daha anlaşılabilir ve yorumlanabilir olması için oluşturulmuştur. Ayrıca oluşturulan grafikler ile havalandırma tüketimine ait EnPG’lerin gözden geçirilmesi ve referans noktasına göre karşılaştırılması kolaylık kazanmıştır.

M1 hattı havalandırma tüketimine ait EnPG

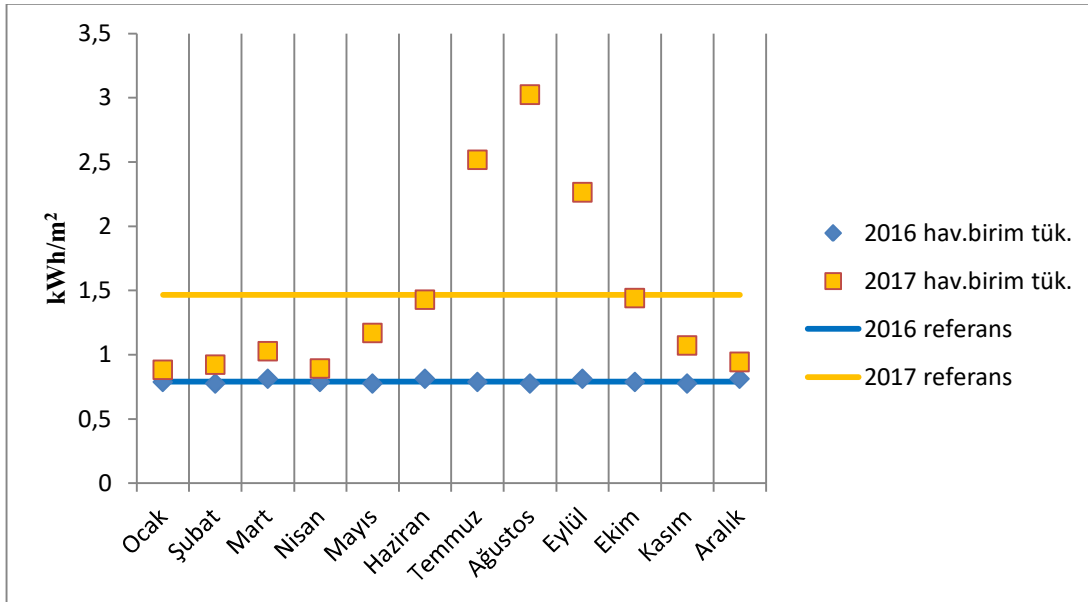
Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19’da verilen değerler doğrultusunda M1 hattı havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.15’te gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.15: 2016 ve 2017 yıllarına ait M1 hattı birim havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

M2 hattı havalandırma tüketimine ait EnPG

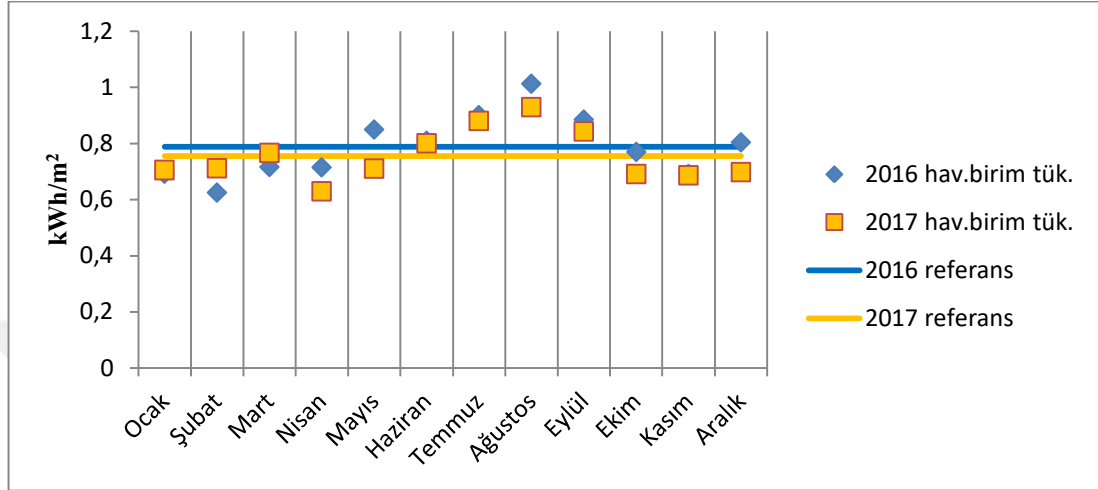
Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19’da verilen değerler doğrultusunda M2 hattı havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.16’da gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.16: 2016 ve 2017 yıllarına ait M2 hattı birim havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

M3 hattı havalandırma tüketimine ait EnPG

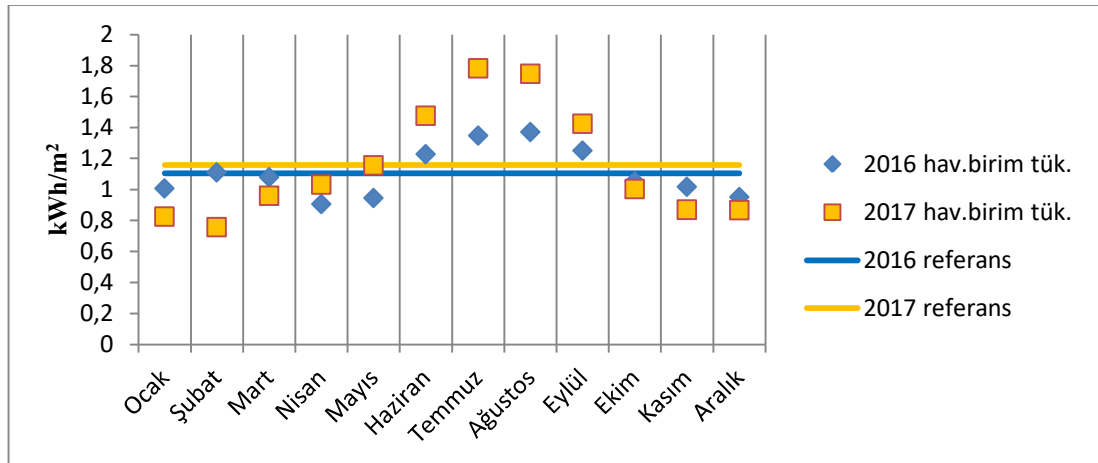
Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19’da verilen değerler doğrultusunda M3 hattı havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.17’de gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.17: 2016 ve 2017 yıllarına ait M3 hattı birim havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

M4 hattı havalandırma tüketimine ait EnPG

Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19’da verilen değerler doğrultusunda M4 hattı havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.18’de gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.18: 2016 ve 2017 yıllarına ait M4 hattı birim havalandırma enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

Yukarıda verilen grafiklerde hatlar bazında havalandırma tüketim performanslarının iyi ve kötü olduğu dönemler belirlenmiş ve Çizelge 4.20’de bu dönemler dokümente edilmiştir. Değerlendirme referans değerden $\pm$ %1 sapma doğrultusunda yapılmıştır. Referans değerden + %1 sapma kötü dönemleri, - %1 sapma iyi dönemleri, $\pm$ %1 aralığında kalan dönemler ise standart tüketim dönemleri olarak kabul edilmiştir. Kötü performans dönemleri kırmızı, iyi performans dönemleri yeşil, standart performans dönemleri ise beyaz renkle ifade edilmiştir.

Çizelge 4.20: EnPG -3- (Havalandırma 2016-2017) performans değerlendirme formu

	METRO İSTANBUL AŞ EnPG-2- Havalandırma Performans Değerlendirme Formu				Doküman No					019			
					Yayın Tarihi								
					Revizyon No./Tarihi								
Hat	Yıl	Performans Dönemleri											
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
M1	2016												
	2017												
M2	2016												
	2017												
M3	2016												
	2017												
M4	2016												
	2017												
HAZIRLAYAN		KONTROL				YÖNETİM TEMSİLCİSİ					ONAY		

4.3.4.4 Yürüyen merdiven ve asansör tüketimi EnPG'leri (EnPG_4)

EnPG_{YÜRÜYEN_MERD_ASANSÖR} için Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22'deki formlar oluşturulmuştur. EnPG_{YÜRÜYEN_MERD_ASANSÖR} EnYS kapsamına alınan M1, M2, M3 ve M4 hatlarına ait istasyonlarda yapılmıştır. T1 ve T4 tramvay hatlarına ait istasyonlar yer üstünde yer aldığından bu hatlara ait yürüyen merdiven ve asansör tüketimleri mevcut değildir.

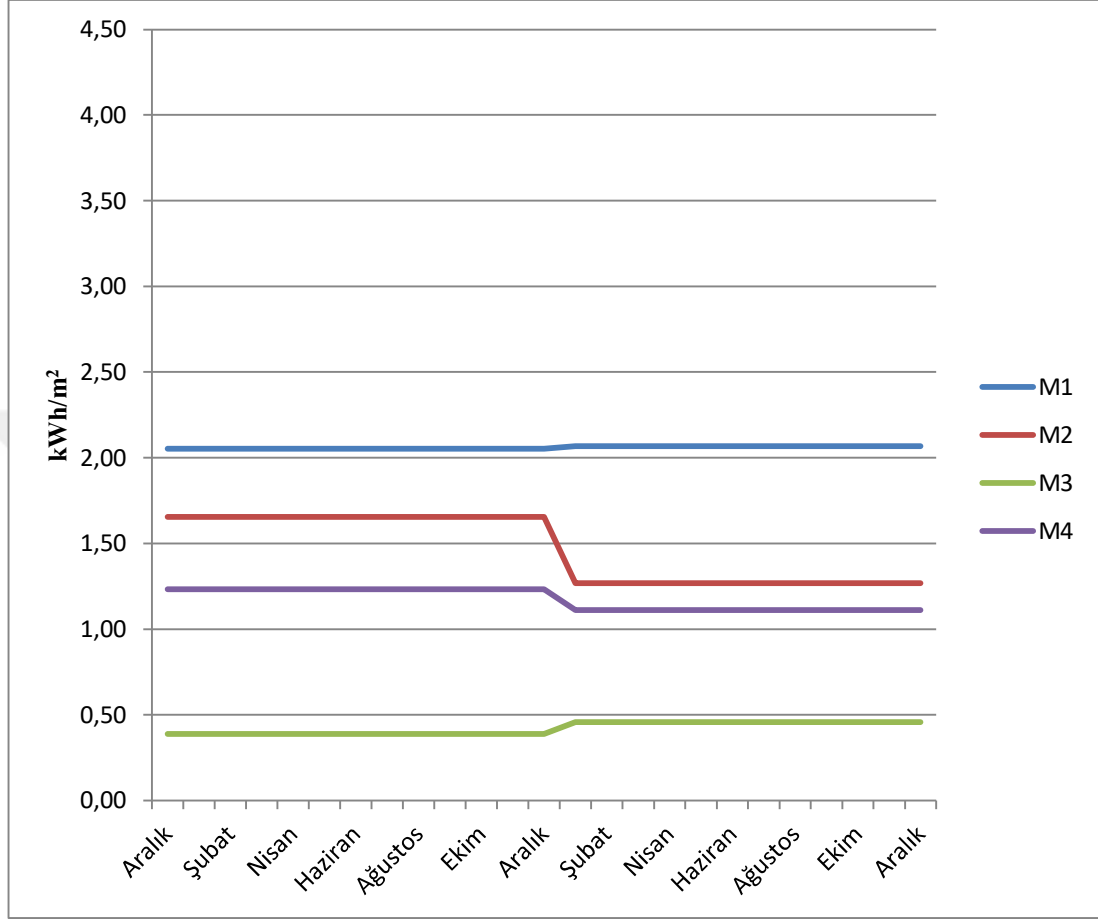
Çizelge 4.21: EnPG -4- (Yürüyen merdiven_asansör 2016) formu.

METRO İSTANBUL AŞ EnPG -4- (Yür.Merd._Asan. 2016)				Doküman No	020	
				Yayın Tarihi		
				Revizyon No./Tarihi		
Hat	Ay	Yür.Merd. Asan.(Kwh)	m2	Yür.Merd. Asan. (kWh)/m2	Ref. Çizgi(kWh)/m2	Sapma %
M1	Ocak	397.943	191.169	2,08	2,05	1,35
	Şubat	384.261	191.169	2,01	2,05	-2,16
	Mart	395.584	191.169	2,07	2,05	0,76
	Nisan	391.344	191.169	2,05	2,05	-0,31
	Mayıs	387.850	191.169	2,03	2,05	-1,22
	Haziran	384.889	191.169	2,01	2,05	-2,00
	Temmuz	396.102	191.169	2,07	2,05	0,89
	Ağustos	392.160	191.169	2,05	2,05	-0,11
	Eylül	390.142	191.169	2,04	2,05	-0,62
	Ekim	393.659	191.169	2,06	2,05	0,28
	Kasım	395.651	191.169	2,07	2,05	0,78
	Aralık	401.303	191.169	2,10	2,05	2,18
M2	Ocak	556.773	336.088	1,66	1,65	0,15
	Şubat	535.264	336.088	1,59	1,65	-3,86
	Mart	575.704	336.088	1,71	1,65	3,44
	Nisan	556.773	336.088	1,66	1,65	0,15
	Mayıs	535.264	336.088	1,59	1,65	-3,86
	Haziran	575.704	336.088	1,71	1,65	3,44
	Temmuz	556.773	336.088	1,66	1,65	0,15
	Ağustos	535.264	336.088	1,59	1,65	-3,86
	Eylül	575.704	336.088	1,71	1,65	3,44
	Ekim	556.773	336.088	1,66	1,65	0,15
	Kasım	535.264	336.088	1,59	1,65	-3,86
	Aralık	575.704	336.088	1,71	1,65	3,44
M3	Ocak	168.154	347.530	0,48	0,39	19,45
	Şubat	150.325	347.530	0,43	0,39	9,90
	Mart	137.369	347.530	0,40	0,39	1,40
	Nisan	125.956	347.530	0,36	0,39	-7,53
	Mayıs	122.874	347.530	0,35	0,39	-10,23
	Haziran	114.612	347.530	0,33	0,39	-18,17
	Temmuz	119.979	347.530	0,35	0,39	-12,89
	Ağustos	125.298	347.530	0,36	0,39	-8,10
	Eylül	116.392	347.530	0,33	0,39	-16,37
	Ekim	136.124	347.530	0,39	0,39	0,50
	Kasım	139.999	347.530	0,40	0,39	3,26
	Aralık	168.210	347.530	0,48	0,39	19,48
M4	Ocak	504.725	404.936	1,25	1,23	1,06
	Şubat	509.472	404.936	1,26	1,23	1,98
	Mart	507.562	404.936	1,25	1,23	1,61
	Nisan	496.141	404.936	1,23	1,23	-0,66
	Mayıs	491.647	404.936	1,21	1,23	-1,58
	Haziran	497.618	404.936	1,23	1,23	-0,36
	Temmuz	490.428	404.936	1,21	1,23	-1,83
	Ağustos	488.384	404.936	1,21	1,23	-2,25
	Eylül	493.995	404.936	1,22	1,23	-1,09
	Ekim	508.122	404.936	1,25	1,23	1,72
	Kasım	503.471	404.936	1,24	1,23	0,81
	Aralık	501.189	404.936	1,24	1,23	0,36

Çizelge 4.22: EnPG -4- (Yürüyen merdiven_ asansör 2017) formu.

				METRO İSTANBUL AŞ	Doküman No	020	
				EnPG -4-	Yayın Tarihi		
				(Yür.Merd. _Asan.2017)	Revizyon No./Tarihi		
Hat	Ay	Yür.Merd. _Asan. (Kwh)	m2	Yür.Merd. _Asan. (kWh)/m2	Ref. Çizgi (kWh)/m2	Sapma %	
M1	Ocak	411.808	191.169	2,15	2,07	4,06	
	Şubat	376.202	191.169	1,97	2,07	-5,02	
	Mart	401.146	191.169	2,10	2,07	1,51	
	Nisan	393.142	191.169	2,06	2,07	-0,50	
	Mayıs	381.748	191.169	2,00	2,07	-3,50	
	Haziran	396.637	191.169	2,07	2,07	0,39	
	Temmuz	412.096	191.169	2,16	2,07	4,12	
	Ağustos	391.928	191.169	2,05	2,07	-0,81	
	Eylül	378.387	191.169	1,98	2,07	-4,42	
	Ekim	380.371	191.169	1,99	2,07	-3,87	
	Kasım	395.603	191.169	2,07	2,07	0,13	
	Aralık	422.119	191.169	2,21	2,07	6,40	
M2	Ocak	408.661	336.088	1,22	1,27	-4,26	
	Şubat	400.771	336.088	1,19	1,27	-6,31	
	Mart	432.315	336.088	1,29	1,27	1,45	
	Nisan	426.387	336.088	1,27	1,27	0,08	
	Mayıs	444.005	336.088	1,32	1,27	4,04	
	Haziran	423.732	336.088	1,26	1,27	-0,55	
	Temmuz	422.150	336.088	1,26	1,27	-0,93	
	Ağustos	420.511	336.088	1,25	1,27	-1,32	
	Eylül	409.763	336.088	1,22	1,27	-3,98	
	Ekim	444.709	336.088	1,32	1,27	4,19	
	Kasım	439.339	336.088	1,31	1,27	3,02	
	Aralık	440.400	336.088	1,31	1,27	3,26	
M3	Ocak	163.336	347.530	0,47	0,46	2,54	
	Şubat	149.736	347.530	0,43	0,46	-6,31	
	Mart	176.251	347.530	0,51	0,46	9,68	
	Nisan	165.851	347.530	0,48	0,46	4,02	
	Mayıs	162.233	347.530	0,47	0,46	1,87	
	Haziran	149.735	347.530	0,43	0,46	-6,32	
	Temmuz	149.286	347.530	0,43	0,46	-6,64	
	Ağustos	149.954	347.530	0,43	0,46	-6,16	
	Eylül	149.224	347.530	0,43	0,46	-6,68	
	Ekim	159.458	347.530	0,46	0,46	0,17	
	Kasım	161.624	347.530	0,47	0,46	1,50	
	Aralık	173.616	347.530	0,50	0,46	8,31	
M4	Ocak	403.172	404.936	1,00	1,11	-11,72	
	Şubat	322.343	404.936	0,80	1,11	-39,74	
	Mart	418.241	404.936	1,03	1,11	-7,70	
	Nisan	415.768	404.936	1,03	1,11	-8,34	
	Mayıs	440.228	404.936	1,09	1,11	-2,32	
	Haziran	453.740	404.936	1,12	1,11	0,73	
	Temmuz	472.725	404.936	1,17	1,11	4,71	
	Ağustos	475.262	404.936	1,17	1,11	5,22	
	Eylül	470.905	404.936	1,16	1,11	4,35	
	Ekim	504.795	404.936	1,25	1,11	10,77	
	Kasım	504.201	404.936	1,25	1,11	10,66	
	Aralık	523.896	404.936	1,29	1,11	14,02	
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY	

Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de verilen değerler doğrultusunda hatların EnPG referans çizgileri Şekil 4.18’de gösterilmiştir. Grafikteki enerji referans noktaları 2016 ve 2017 yıllarındaki referans değerleridir.



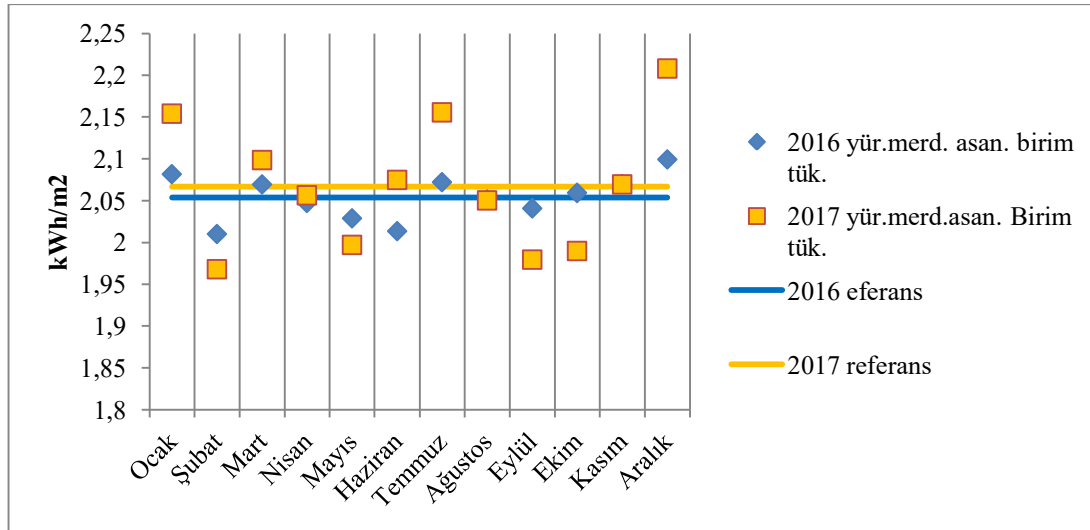
Şekil 4.18: 2016 ve 2017 yıllarına birim yürüyen merdiven ve asansör tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.

Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de verilen değerler doğrultusunda hatların yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafikleri oluşturulmuştur. Bu grafikler değişim ve sapmaların daha anlaşılabilir ve yorumlanabilir olması için oluşturulmuştur. Ayrıca oluşturulan grafikler ile yürüyen merdiven ve asansör tüketimine ait EnPG’lerin gözden geçirilmesi ve referans noktasına göre karşılaştırılması kolaylık kazanmıştır.

M1 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimine ait EnPG

Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de verilen değerler doğrultusunda M1 hattı yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin

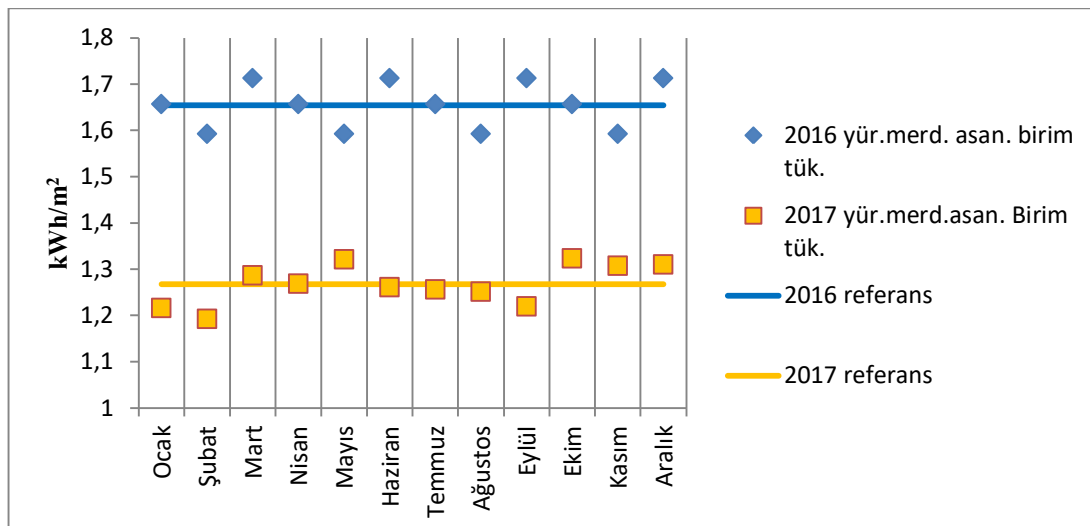
ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.19’da gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.19: 2016 ve 2017 yıllarına ait M1 hattı birim yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

M2 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimine ait EnPG

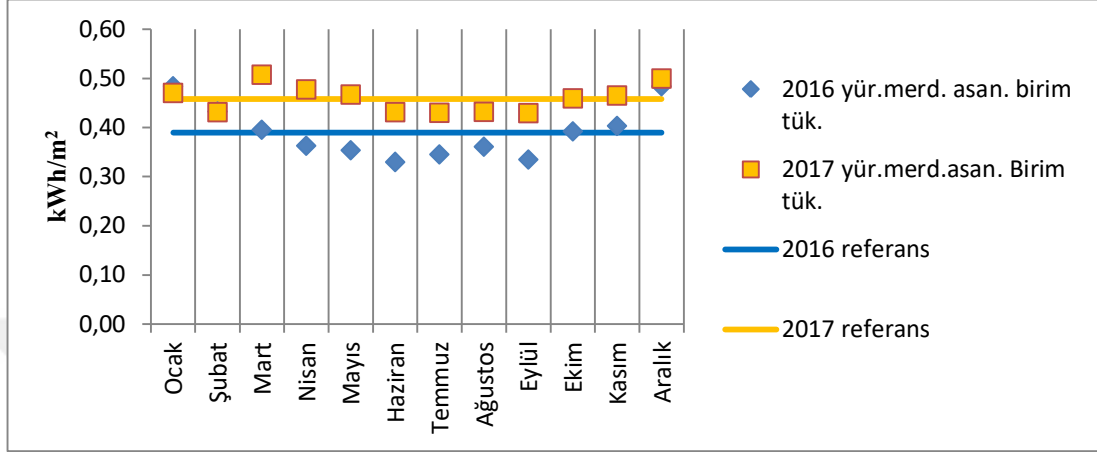
Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de verilen değerler doğrultusunda M2 hattı yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.20’de gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.20: 2016 ve 2017 yıllarına ait M2 hattı birim yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

M3 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimine ait EnPG

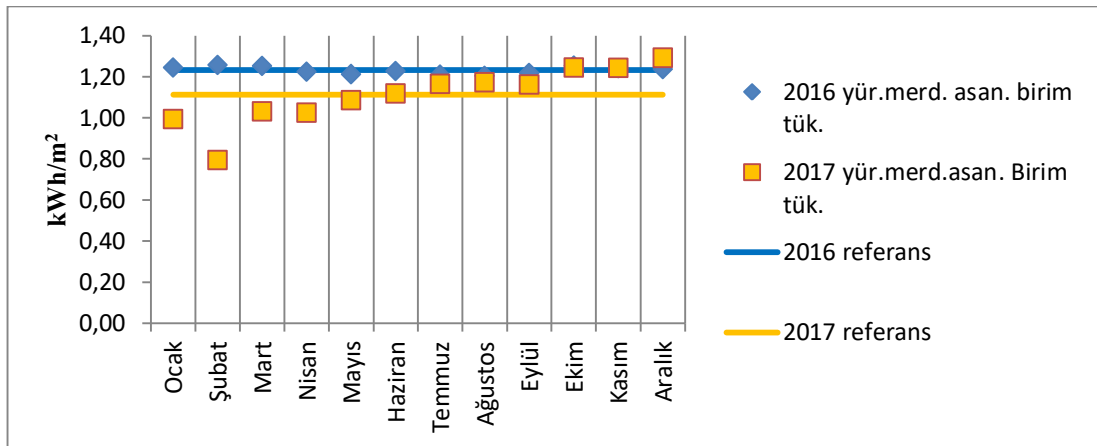
Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de verilen değerler doğrultusunda M3 hattı yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.21’de gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.21: 2016 ve 2017 yıllarına ait M3 hattı birim yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

M4 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimine ait EnPG

Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de verilen değerler doğrultusunda M4 hattı yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının EnPG grafiği Şekil 4.22’de gösterilmiştir. Referans çizgilerinin altında olan dönemler performansın iyi olduğu dönemlerdir.



Şekil 4.22: 2016 ve 2017 yıllarına ait M4 hattı birim yürüyen merdiven ve asansör enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

Yukarıda verilen grafiklerde hatlar bazında yürüyen merdiven ve asansör tüketim performanslarının iyi ve kötü olduğu dönemler belirlenmiş ve Çizelge 4.23'te bu dönemler dokümanite edilmiştir. Değerlendirme referans değerden $\pm$ %1 sapma doğrultusunda yapılmıştır. Referans değerden + %1 sapma kötü dönemleri, - %1 sapma iyi dönemleri, $\pm$ %1 aralığında kalan dönemler ise standart tüketim dönemleri olarak kabul edilmiştir. Kötü performans dönemleri kırmızı, iyi performans dönemleri yeşil, standart performans dönemleri ise beyaz renkle ifade edilmiştir.

Çizelge 4.23: EnPG -4- (Yür.merd._asan. 2016-2017) performans değerlendirme formu

METRO İSTANBUL AŞ EnPG-2- Havalandırma Performans Değerlendirme Formu		Doküman No									021		
		Yayın Tarihi											
		Revizyon No./Tarihi											
Hat	Yıl	Performans Dönemleri											
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
M1	2016												
	2017												
M2	2016												
	2017												
M3	2016												
	2017												
M4	2016												
	2017												
HAZIRLAYAN		KONTROL			YÖNETİM TEMSİLCİSİ					ONAY			

4.3.4.5 Yerleşke idari bina tüketimi EnPG'leri (EnPG_5)

EnPG_{YERLEŞKE_IDARI_BİNA} için Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25'deki form oluşturulmuştur. EnPG_{YERLEŞKE_IDARI_BİNA} EnYS kapsamına alınan Esenler yerleşkesi idari binası için yapılmıştır.

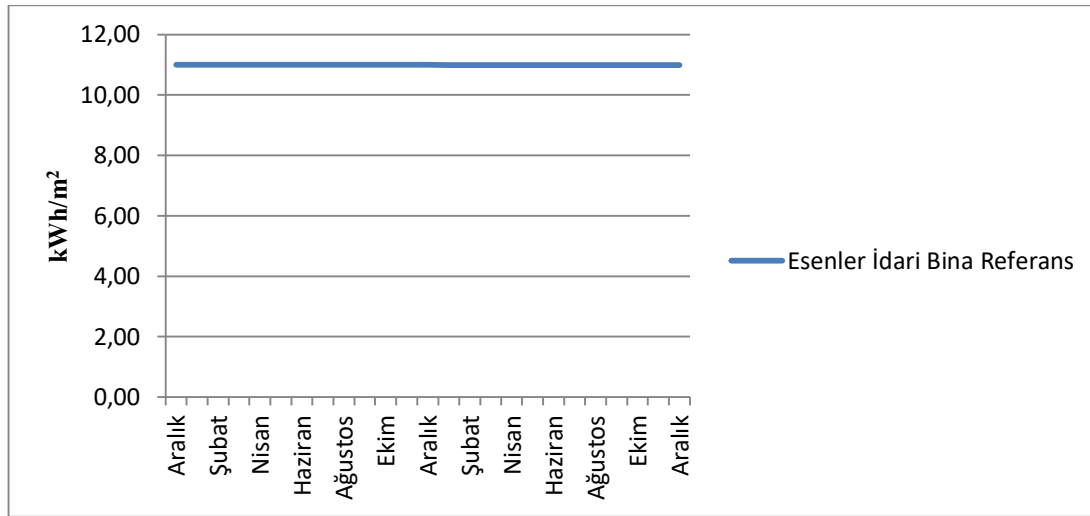
Çizelge 4.24: EnPG -5- (Yerleşke idari bina 2016) formu.

				METRO İSTANBUL AŞ EnPG -5- Yerleşke İdari Bina 2016	Doküman No	022
					Yayın Tarihi	
					Revizyon No./Tarihi	
Yerleşke	Ay	Esenler İdari (Kwh)	m2	Esenler İdari (kWh)/m2	Ref. Çizgi (kWh)/m2	Sapma %
Esenler	Ocak	145.934	13.608	10,72	10,99	-2,49
	Şubat	145.713	13.608	10,71	10,99	-2,65
	Mart	146.369	13.608	10,76	10,99	-2,19
	Nisan	149.069	13.608	10,95	10,99	-0,34
	Mayıs	149.315	13.608	10,97	10,99	-0,17
	Haziran	150.090	13.608	11,03	10,99	0,35
	Temmuz	152.116	13.608	11,18	10,99	1,67
	Ağustos	155.256	13.608	11,41	10,99	3,66
	Eylül	153.116	13.608	11,25	10,99	2,32
	Ekim	150.656	13.608	11,07	10,99	0,72
	Kasım	149.212	13.608	10,97	10,99	-0,24
	Aralık	147.982	13.608	10,87	10,99	-1,07
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY

Çizelge 4.25: EnPG -5- (Yerleşke idari bina 2017) formu.

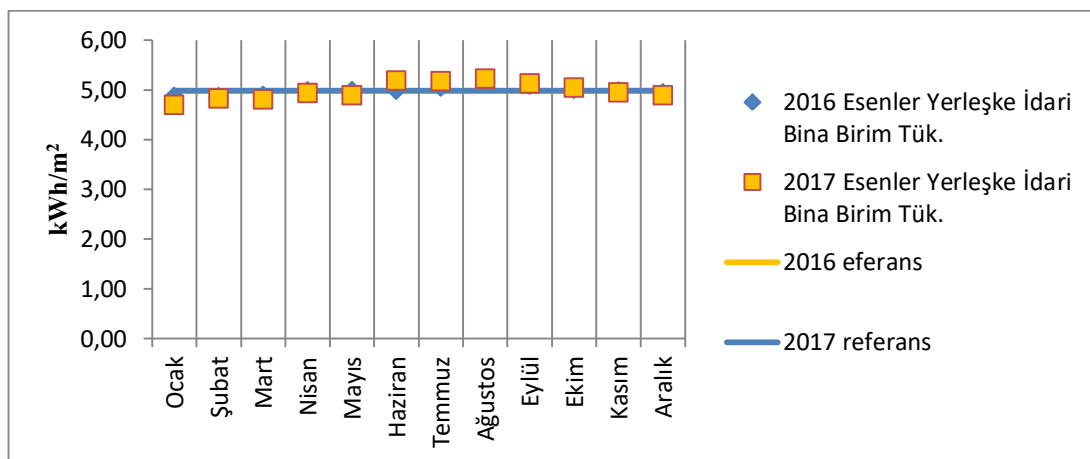
				METRO İSTANBUL AŞ EnPG -5- Yerleşke İdari Bina 2017	Doküman No	023
					Yayın Tarihi	
					Revizyon No./Tarihi	
Yerleşke	Ay	Esenler İdari (Kwh)	m2	Esenler İdari (kWh)/m2	Ref. Çizgi (kWh)/m2	Sapma %
Esenler	Ocak	141.001	13.608	10,36	10,99	-6,03
	Şubat	144.913	13.608	10,65	10,99	-3,17
	Mart	144.242	13.608	10,60	10,99	-3,65
	Nisan	148.243	13.608	10,89	10,99	-0,85
	Mayıs	146.922	13.608	10,80	10,99	-1,75
	Haziran	155.664	13.608	11,44	10,99	3,96
	Temmuz	155.396	13.608	11,42	10,99	3,79
	Ağustos	156.906	13.608	11,53	10,99	4,72
	Eylül	153.911	13.608	11,31	10,99	2,87
	Ekim	151.379	13.608	11,12	10,99	1,24
	Kasım	148.512	13.608	10,91	10,99	-0,67
	Aralık	146.911	13.608	10,80	10,99	-1,76
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY

Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25’de verilen değerler doğrultusunda yerleşke idari binalarının EnPG referans çizgileri Şekil 4.23’de gösterilmiştir. Grafikteki enerji referans noktaları 2016 ve 2017 yıllarındaki referans değerleridir.



Şekil 4.23: 2016 ve 2017 yıllarına birim yerleşke idari bina elektrik enerjisi tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.

Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25’de verilen değerler doğrultusunda yerleşke idari bina enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının Şekil 4.24’te EnPG grafiği oluşturulmuştur. Bu grafik değişim ve sapmaların daha anlaşılabilir ve yorumlanabilir olması için oluşturulmuştur. Ayrıca oluşturulan grafik ile yerleşke idari bina tüketimine ait EnPG’lerin gözden geçirilmesi ve referans noktasına göre karşılaştırılması kolaylık kazanmıştır.



Şekil 4.24: 2016 ve 2017 yıllarına ait Esenler yerleşkesi idari bina elektrik enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

4.3.4.6 Yerleşke Atölye tüketimi EnPG'leri (EnPG_6)

EnPG_{YERLEŞKE_ATÖLYE} için Çizelge 4.26 ve Çizelge 4.27'deki form oluşturulmuştur. EnPG_{YERLEŞKE_ATÖLYE} EnYS kapsamına alınan Esenler yerleşkesi atölye binası için yapılmıştır.

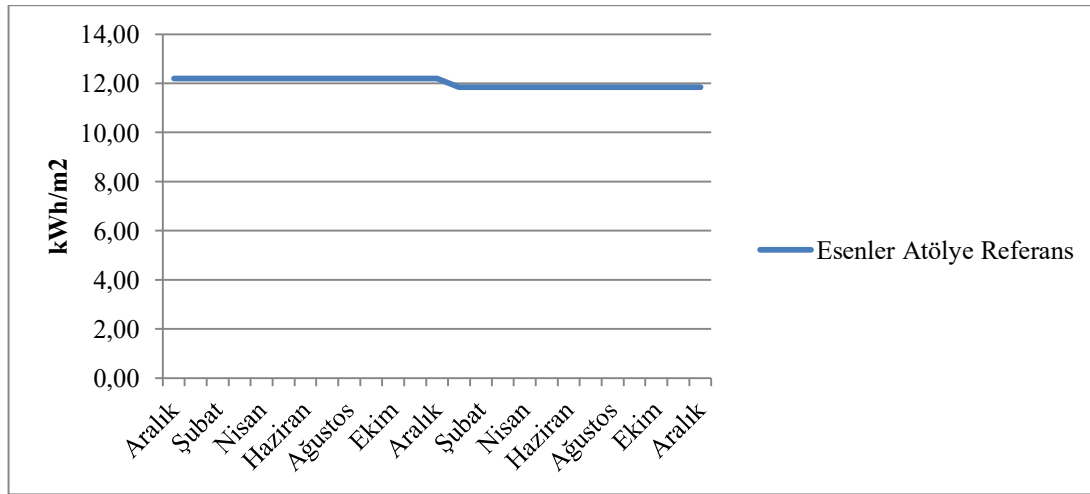
Çizelge 4.26: EnPG -6- (Yerleşke atölye binası 2016) formu.

			METRO İSTANBUL AŞ EnPG -6- Yerleşke_Atölye_Bina 2016	Doküman No	023	
				Yayın Tarihi		
				Revizyon No./Tarihi		
Yerleşke	Ay	Esenler İdari(Kwh)	m2	Esenler İdari (kWh)/m2	Ref. Çizgi (kWh)/m2	Sapma %
Esenler	Ocak	193.926	13.608	14,25	12,20	14,41
	Şubat	138.911	13.608	10,21	12,20	-19,48
	Mart	138.541	13.608	10,18	12,20	-19,80
	Nisan	137.225	13.608	10,08	12,20	-20,95
	Mayıs	147.079	13.608	10,81	12,20	-12,85
	Haziran	154.338	13.608	11,34	12,20	-7,54
	Temmuz	169.998	13.608	12,49	12,20	2,37
	Ağustos	214.308	13.608	15,75	12,20	22,55
	Eylül	198.648	13.608	14,60	12,20	16,45
	Ekim	163.632	13.608	12,02	12,20	-1,43
	Kasım	161.183	13.608	11,84	12,20	-2,97
	Aralık	173.910	13.608	12,78	12,20	4,56
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY

Çizelge 4.27: EnPG -6- (Yerleşke atölye binası 2017) formu.

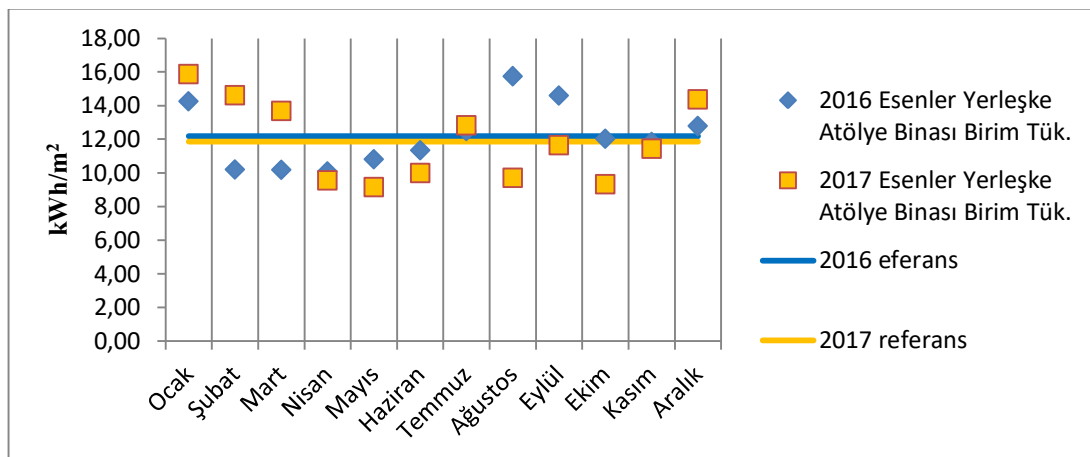
			METRO İSTANBUL AŞ EnPG -6- Yerleşke Atölye Bina 2017	Doküman No	023		
				Yayın Tarihi			
				Revizyon No./Tarihi			
Yerleşke	Ay	Esenler İdari (Kwh)	m2	Esenler İdari (kWh)/m2	Ref. Çizgi (kWh)/m2	Sapma %	
Esenler	Ocak	215.868	13.608	15,86	11,85	25,32	
	Şubat	198.937	13.608	14,62	11,85	18,96	
	Mart	186.107	13.608	13,68	11,85	13,37	
	Nisan	129.986	13.608	9,55	11,85	-24,03	
	Mayıs	124.511	13.608	9,15	11,85	-29,48	
	Haziran	135.900	13.608	9,99	11,85	-18,63	
	Temmuz	174.662	13.608	12,84	11,85	7,70	
	Ağustos	131.962	13.608	9,70	11,85	-22,17	
	Eylül	158.511	13.608	11,65	11,85	-1,71	
	Ekim	126.986	13.608	9,33	11,85	-26,96	
	Kasım	155.593	13.608	11,43	11,85	-3,62	
	Aralık	195.601	13.608	14,37	11,85	17,58	
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY	

Çizelge 4.26 ve Çizelge 4.27’de verilen değerler doğrultusunda Esenler yerleşkesi atölye binasının EnPG referans çizgileri Şekil 4.25’te gösterilmiştir. Grafikteki enerji referans noktaları 2016 ve 2017 yıllarındaki referans değerleridir.



Şekil 4.25: 2016 ve 2017 yıllarına birim esenler yerleşke atölye binası elektrik enerjisi tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.

Çizelge 4.26 ve Çizelge 4.27’de verilen değerler doğrultusunda Esenler yerleşkesi atölye binası enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının Şekil 4.26’da EnPG grafiği oluşturulmuştur. Bu grafik değişim ve sapmaların daha anlaşılabilir ve yorumlanabilir olması için oluşturulmuştur. Ayrıca oluşturulan grafik ile Esenler yerleşke atölye binası elektrik enerjisi tüketimine ait EnPG’lerin gözden geçirilmesi ve referans noktasına göre karşılaştırılması kolaylık kazanmıştır.



Şekil 4.26: 2016 ve 2017 yıllarına ait Esenler yerleşkesi atölye binası elektrik enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

4.3.4.7 Yerleşke doğalgaz tüketimi EnPG'leri (EnPG_7)

EnPG_{YERLEŞKE_DOĞALGAZ} için Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29'daki form oluşturulmuştur. EnPG_{YERLEŞKE_DOĞALGAZ} EnYS kapsamına alınan Esenler ve Seyrantepe yerleşkeleri için yapılmıştır.

Çizelge 4.28: EnPG -7- (Yerleşke doğalgaz tüketimi 2016) formu

		METRO İSTANBUL AŞ EnPG -7-		Doküman No	024	
				Yayın Tarihi		
				Revizyon No./Tarihi		
Yerleşke	Ay	Doğalgaz Tüketimi (m3)	HDD	Esenler İdari (m3)/HDD	Ref. Çizgi (m3)/HDD	Sapma %
Esenler	Ocak	79.033,14	374	211,32	223,57	-5,80
	Şubat	54.979,58	232	236,98	223,57	5,66
	Mart	48.107,13	229	210,07	223,57	-6,42
	Nisan	13.744,89	55	249,91	223,57	10,54
	Mayıs	3.436,22	15	229,08	223,57	2,41
	Haziran	0,00	0	0,00	223,57	0,00
	Temmuz	0,00	0	0,00	223,57	0,00
	Ağustos	0,00	0	0,00	223,57	0,00
	Eylül	0,00	0	0,00	223,57	0,00
	Ekim	13.744,89	57	241,14	223,57	7,29
	Kasım	37.798,46	172	219,76	223,57	-1,73
	Aralık	92.778,04	403	230,22	223,57	2,89
Seyrantepe	Ocak	31.771,82	374	84,95	91,87	-8,15
	Şubat	23.299,33	232	100,43	91,94	8,45
	Mart	18.357,05	229	80,16	91,94	-14,69
	Nisan	7.060,40	55	128,37	91,94	28,38
	Mayıs	1.412,08	15	94,14	91,94	2,34
	Haziran	0,00	0	0,00	91,94	0,00
	Temmuz	0,00	0	0,00	91,94	0,00
	Ağustos	0,00	0	0,00	91,94	0,00
	Eylül	0,00	0	0,00	91,94	0,00
	Ekim	7.060,40	57	123,87	91,94	25,78
	Kasım	14.120,81	172	82,10	91,94	-11,99
	Aralık	38.126,18	403	94,61	91,94	2,82
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY	

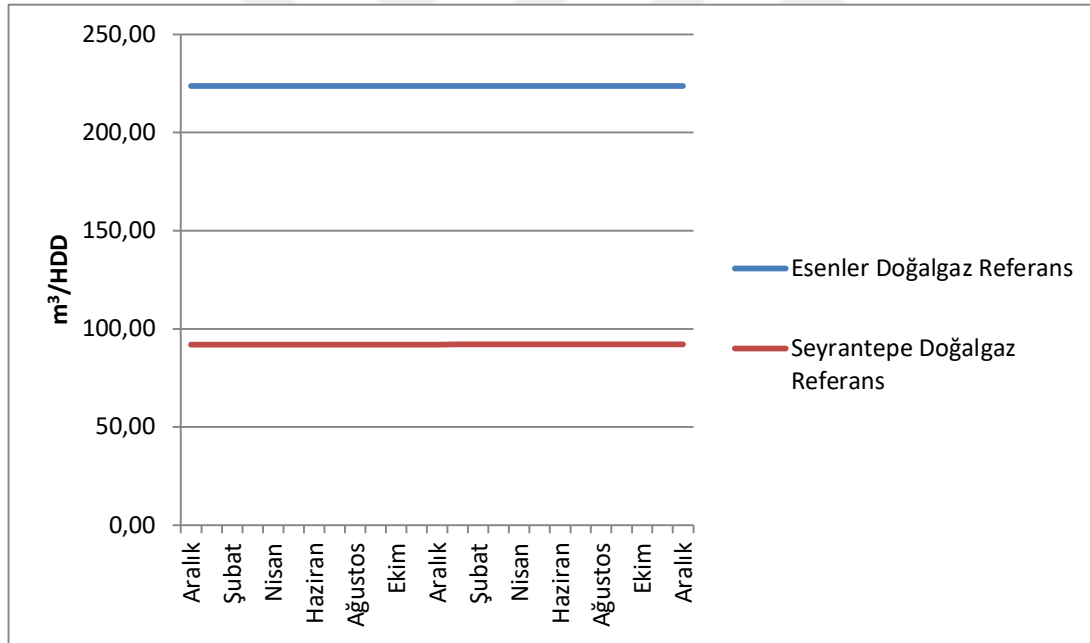
Çizelge 4.29: EnPG -7- (Yerleşke doğalgaz tüketimi 2017) formu

		METRO İSTANBUL AŞ EnPG -7-		Doküman No	024	
				Yayın Tarihi		
				Revizyon No./Tarihi		
Yerleşke	Ay	Doğalgaz Tüketimi (m3)	HDD	Esenler İdari (m3)/HDD	Ref. Çizgi (m3)/HDD	Sapma %
Esenler	Ocak	79.056,14	374	211,38	223,63	-5,80
	Şubat	54.995,58	232	237,05	223,63	5,66
	Mart	48.121,13	229	210,14	223,63	-6,42
	Nisan	13.748,89	55	249,98	223,63	10,54
	Mayıs	3.437,22	15	229,15	223,63	2,41
	Haziran	0,00	0	0,00	223,63	0,00
	Temmuz	0,00	0	0,00	223,63	0,00
	Ağustos	0,00	0	0,00	223,63	0,00
	Eylül	0,00	0	0,00	223,63	0,00
	Ekim	13.748,89	57	241,21	223,63	7,29
	Kasım	37.809,46	172	219,82	223,63	-1,73
	Aralık	92.805,04	403	230,29	223,63	2,89

Çizelge 4.29 (devam): EnPG -7- (Yerleşke doğalgaz tüketimi 2017) formu

Yerleşke	Ay	Doğalgaz Tüketimi (m3)	HDD	Esenler İdari (m3)/HDD	Ref. Çizgi (m3)/HDD	Sapma %
Seyrantepe	Ocak	31.794,32	374	85,01	91,94	-8,15
	Şubat	23.315,83	232	100,50	91,94	8,52
	Mart	18.370,05	229	80,22	91,94	-14,61
	Nisan	7.065,40	55	128,46	91,94	28,43
	Mayıs	1.413,08	15	94,21	91,94	2,41
	Haziran	0,00	0	0,00	91,94	0,00
	Temmuz	0,00	0	0,00	91,94	0,00
	Ağustos	0,00	0	0,00	91,94	0,00
	Eylül	0,00	0	0,00	91,94	0,00
	Ekim	7.065,40	57	123,95	91,94	25,83
	Kasım	14.130,81	172	82,16	91,94	-11,91
	Aralık	38.153,18	403	94,67	91,94	2,89
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY	

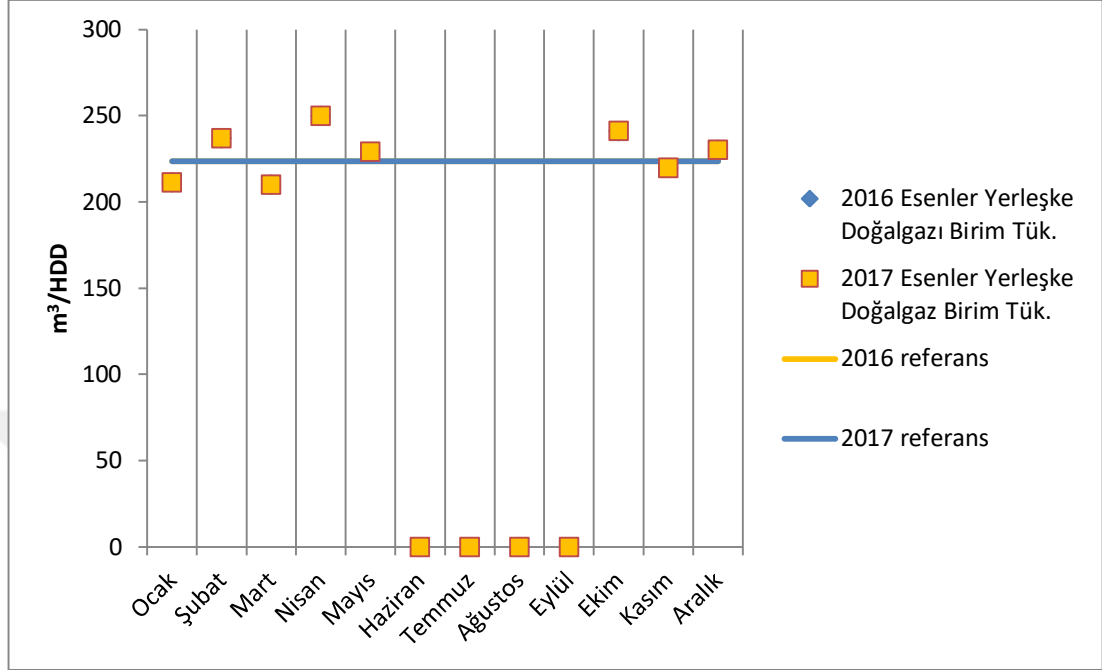
Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29’da verilen değerler doğrultusunda Esenler ve Seyrantepe yerleşkeleri doğalgaz tüketimi EnPG referans çizgileri Şekil 4.27’de gösterilmiştir. Grafikteki enerji referans noktaları 2016 ve 2017 yıllarındaki referans değerleridir.



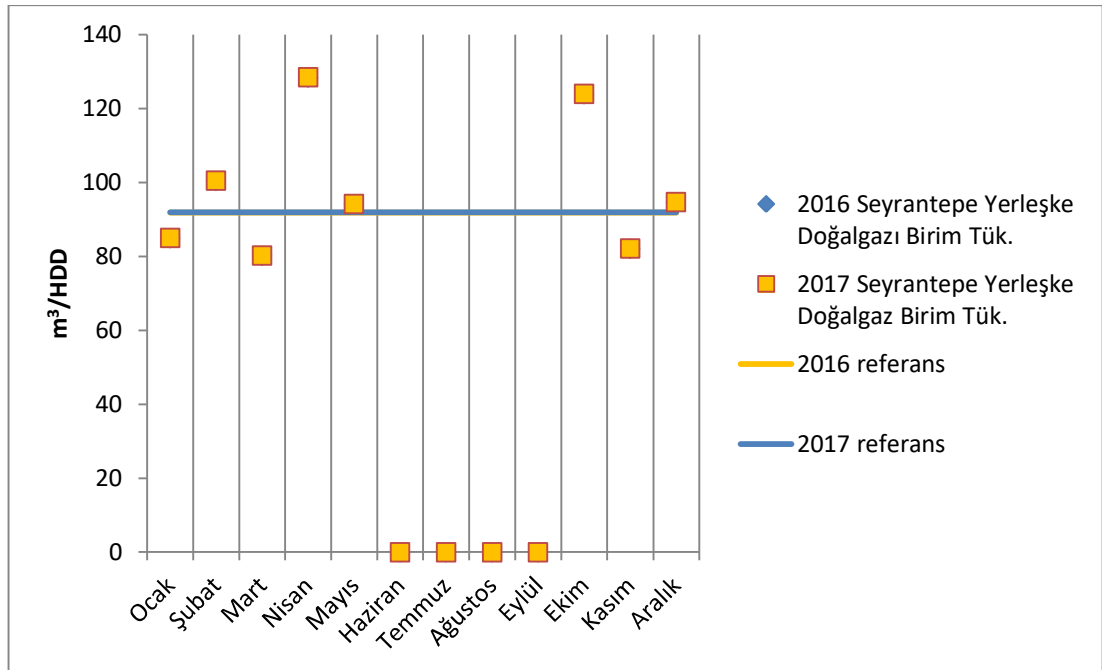
Şekil 4.27: 2016 ve 2017 yıllarına birim esenler ve seyrantepe yerleşke doğalgaz enerjisi tüketimlerine ait enerji referans çizgileri.

Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29’da verilen değerler doğrultusunda Esenler ve Seyrantepe yerleşkeleri doğalgaz tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimlerinin ve sapmalarının Şekil 4.28 ve Şekil 4.29’da EnPG grafikleri oluşturulmuştur. Bu grafikler değişim ve sapmaların daha anlaşılabilir ve

yorumlanabilir olması için oluşturulmuştur. Ayrıca oluşturulan grafik ile Esenler ve Seyrantepe yerleşkeleri doğalgaz enerjisi tüketimine ait EnPG'lerin gözden geçirilmesi ve referans noktasına göre karşılaştırılması kolaylık kazanmıştır.



Şekil 4.28: 2016 ve 2017 yıllarına ait Esenler yerleşkesi doğalgaz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.



Şekil 4.29: 2016 ve 2017 yıllarına ait Seyrantepe yerleşkesi doğalgaz enerji tüketimlerinin referans çizgisine göre aylık değişimleri ve sapmaları.

Yukarıda verilen grafiklerde hatlar bazında yürüyen merdiven ve asansör tüketim performanslarının iyi ve kötü olduğu dönemler belirlenmiş ve Çizelge 4.30'da bu dönemler dokümanite edilmiştir. Değerlendirme referans değerden $\pm$ %10 sapma doğrultusunda yapılmıştır. Referans değerden + %10 sapma kötü dönemleri, - %10 sapma iyi dönemleri, $\pm$ %10 aralığında kalan dönemler ise standart tüketim dönemleri olarak kabul edilmiştir. Kötü performans dönemleri kırmızı, iyi performans dönemleri yeşil, standart performans dönemleri ise beyaz renkle ifade edilmiştir.

Çizelge 4.30: EnPG -5_6_7- (Yerleşke Enerji Tüketim. 2016-2017) performans değerlendirme formu.

	METRO İSTANBUL AŞ EnPG-5_6_7- Yerleşke Performans Değerlendirme Formu					Doküman No				025			
						Yayın Tarihi							
						Revizyon No./Tarihi							
Yerleşke Enerji	Yıl	Performans Dönemleri											
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Esenler İdari Bina Elektrik	2016												
	2017												
Esenler Atölye Bina Elektrik	2016												
	2017												
Esenler Yerleşke Doğalgaz	2016												
	2017												
Seyrantepe Yerleşke Doğalgaz	2016												
	2017												
HAZIRLAYAN		KONTROL				YÖNETİM TEMSİLCİSİ				ONAY			

4.3.4.8 İstasyon iç ihtiyaç EnPG'leri (EnPG_8)

EnPG_{İSTASYON_İÇ_İHTİYAÇ} için EK.I Çizelge I.1 form oluşturulmuştur. EnPG_{İSTASYON_İÇ_İHTİYAÇ} EnYS kapsamına alınan M1, M2, M3, M4 hatlarına ait istasyonlar bazında yapılmıştır. Bu formda diğer formlardan farklı olarak EnYS kapsamındaki metro hatları istasyonlarına ait aydınlatma ve priz, yürüyen merdiven ve asansör ile havalandırma tüketimleri işlenmiştir. Formda bahse konu istasyonların senelik toplam tüketim performansları üzerinden değerlendirme yapılabilmektedir. Örneğin; M1 hattı Aksaray istasyonuna ait 2016 yılı aydınlatma ve priz tüketimi performansı (kWh/m²) 7,00 iken bu değer 2017 yılında 6,85 olmuştur. Yani performans bir önceki yıla oranla %2,18 daha iyidir. EnPG_8 formunda 2017 yılında bir önceki yıla göre kötü performans sergilemiş olan kısımlar sarı renk ile belirtilmiştir. 2016 yılına göre %20 ve üzerinde bir oranla kötü performans sergileyen istasyonlar ve tüketim alanları EnYS kapsamında aylık bazda incelemeye alınmıştır. Bu istasyonlar ve tüketim alanları için EnPG_8.1 formu oluşturulmuştur. Bu form Çizelge 4.31'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.31: EnPG -8.1- (İstasyon iç ihtiyaç 2016-2017) kötü performans değişimleri formu.

		METRO İSTANBUL AŞ EnPG -8.-		Doküman No	027
				Yayın Tarihi	
				Revizyon No./Tarihi	
HAT	İSTASYON	Aydınlatma_Priz Sapma %	Yür.Merd._Asan. Sapma %	Havalandırma Sapma %	
M1	AKSARAY		35,24		
	TOPKAPI			67,97	
	KOCATEPE		38,18		
	TERAZİDERE	22,25			
	BAKIRKÖY			87,36	
	ATAKÖY			27,66	
	ESENLER			20,75	
M2	YENİKAPI			44,70	
	ŞİŞHANE			47,65	
	OSMANBEY			22,81	
	LEVENT			49,85	
	SANAYİ MAH.			63,49	
	SEYRANTEPE	51,75		69,24	
	İTÜ			82,64	
	ATATÜRK OTO SANAYİ			34,43	
	DARÜŞŞAFKA			74,13	
	HACIOSMAN		26,26	88,27	

Çizelge 4.31 (devam): EnPG -8.1- (istasyon iç ihtiyaç 2016-2017) kötü performans değişimleri formu.

HAT	İSTASYON	Aydınlatma _Priz Sapma %	Yür.Merd._Asan. Sapma %	Havalandırma Sapma %
M3	METROKENT	15,68	12,03	
	BAŞAK KONUTLARI	54,21	11,77	
	SİTELER	34,37	25,27	
	TURGUT ÖZAL	34,77	62,37	26,62
	İKİTELLİ SANAYİ	25,68		
	İSTOÇ	33,68		
	MAHMUTBEY	57,55		
	YENİ MAHALLE	25,82		
	ZİYA GÖKALP	29,28	20,81	
	OLİMPİYAT	20,01		
	AYRILIKÇEŞME	47,73		
	ACIBADEM	33,28		
	YENİSAHRA	25,69		
	KOZYATAĞI	22,18		
	BOSTANCI		30,09	63,76
	MALTEPE	24,05		34,16
	HUZUREVİ	19,45		
	GÜLSUYU	19,90		
	HASTANE-ADLIYE	31,70		
	ESENKENT	21,63		47,20
	SOĞANLIK	20,31		67,56
	KARTAL	26,09		
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY

Çizelge 4.31’de gösterilen EnPG_8.1 formuna ilave olarak hatların istasyon bazında iç ihtiyaç performans sıralamasını gösteren EnPG_8.2 formu oluşturulmuştur. Bu form Çizelge 4.32’de gösterilmektedir. Bu formun oluşturulmasındaki amaç istasyon iç ihtiyaç performans karakteristiklerini belirlemektir. Örneğin en kötü aydınlatma ve priz tüketim performansı sergileyen istasyonun ya da hattın belirlenmesi. Bu formda referans değerlerin üstünde kalan performanslar kötü performans olarak değerlendirilmi ve sarı renkle belirtilmiştir.

Çizelge 4.32: EnPG -8.2- (İstasyon iç ihtiyaç 2016-2017) performans formu.

		METRO İSTANBUL AŞ EnPG -8.2.-			Doküman No		028	
					Yayın Tarihi			
				Revizyon No/Tarihi				
HAT	İSTASYON	PERFORMANSLAR						
		2016 YILI (kWh/m ²)			2017 YILI (kWh/m ²)			
		Ayd. Priz	Yür.Merd.Asan.	Havalandırma	Ayd. Priz	Yür.Merd.Asan.	Havalandırma	
M1	AKSARAY	7,00	1,75	1,58	6,85	2,70	0,50	
	EMNİYET	4,53	1,07	0,09	4,40	0,99	0,02	
	TOPKAPI	0,84	2,66	0,05	0,83	2,47	0,14	
	BAYRAMPAŞA	2,63	2,95	0,00	2,93	2,93	0,00	
	SAĞMALCILAR	2,04	1,05	0,00	1,80	1,02	0,00	
	KOCATEPE	2,59	2,96	0,00	2,64	4,78	0,00	
	OTOGAR	3,11	1,27	0,00	3,21	1,55	0,00	
	TERAZİDERE	3,31	2,18	0,00	4,26	2,04	0,00	
	DAVUTPAŞA	3,06	4,36	0,00	3,44	3,84	0,00	
	MERTER	5,50	6,18	0,00	5,52	6,64	0,00	
	ZEYTİNBURNU	6,48	3,47	0,00	7,27	4,19	0,00	
	BAKIRKÖY	3,83	1,57	0,06	3,48	0,90	0,49	
	BAHÇELİEVLER	8,16	3,34	0,13	8,43	3,10	0,16	
	ATAKÖY	4,95	2,03	0,08	4,61	2,14	0,11	
	YENİBOSNA	7,88	3,43	0,00	5,15	2,56	0,00	
	DTM	3,01	3,90	0,00	3,46	4,75	0,00	
	HAVALİMANI	7,04	2,88	0,11	6,87	3,12	0,07	
	ESENLER	3,30	1,67	0,05	3,25	1,77	0,07	
	MENDERES	2,14	1,60	1,02	2,20	1,63	0,95	
	ÜÇYÜZLÜ	0,69	0,52	0,33	0,69	0,54	0,32	
BAĞCILAR MEYDAN	3,22	2,42	1,54	3,49	2,36	1,36		
KİRAZLI	7,16	5,37	3,42	7,16	5,14	2,86		
REFERANS	3,26	2,05	0,70	3,26	2,07	0,62		
M2	YENİKAPI	2,37	1,54	0,84	2,52	1,47	1,52	
	VEZNECİLER	4,19	1,06	1,20	4,00	0,83	0,56	
	HALIÇ	13,15	2,62	3,92	12,07	2,08	2,97	
	ŞİŞHANE	2,26	2,63	0,19	1,44	2,53	0,36	
	TAKSİM	5,97	2,82	2,34	5,11	2,02	2,62	
	OSMANBEY	1,90	2,01	1,49	2,37	1,21	1,93	
	MECİDİYEKÖY	3,34	3,87	0,44	2,71	0,78	0,26	
	GAYRETTEPE	2,30	1,57	1,10	1,02	0,72	0,76	
	LEVENT	2,22	1,64	0,63	2,01	1,24	1,27	
	4 LEVENT	4,41	2,12	1,77	3,29	1,74	2,05	
	SANAYİ MAH.	3,86	2,46	0,53	3,08	1,98	1,46	
	SEYRANTEPE	1,78	0,35	0,71	3,70	0,28	2,32	
	İTÜ	3,45	1,11	0,36	3,19	1,26	2,10	
	ATATÜRK SANAYİ OTO	2,77	1,61	0,79	2,18	1,20	1,21	

Çizelge 4.32 (Devam): EnPG -8.2- (istasyon iç ihtiyaç 2016-2017) performans formu.

HAT	İSTASYON	Ayd. Priz	Yür.Merd.Asan.	Havalandırma	Ayd. Priz	Yür.Merd.Asan.	Havalandırma
M2	DARÜŞŞAFAKA	3,21	1,85	0,34	2,62	1,52	1,31
	HACI OSMAN	1,61	0,94	0,12	1,30	1,27	1,03
	REFERANS	2,88	1,65	0,79	2,72	1,47	1,48
M3	METROKENT	1,36	0,69	0,69	1,61	0,78	0,66
	BAŞAK KONUTLARI	1,21	0,68	2,17	2,64	0,77	1,74
	SİTELER	1,52	0,76	0,90	2,32	1,02	0,84
	TURGUT ÖZAL	1,57	0,29	0,50	2,41	0,77	0,68
	İKİTELLİ SANAYİ	0,58	0,10	0,36	0,78	0,09	0,33
	İSTOÇ	1,37	0,62	0,54	2,06	0,75	0,36
	MAHMUTBEY	0,41	0,32	0,67	0,96	0,39	0,65
	YENİ MAHALLE	0,64	0,60	0,95	0,86	0,63	1,08
	KİRAZLI	1,29	0,82	1,10	1,53	0,67	0,83
	ZİYA GÖKALP	1,68	0,59	2,16	2,37	0,75	2,48
	OLİMPİYAT	1,65	0,20	1,39	2,06	0,23	1,30
	REFERANS	0,96	0,47	0,79	1,39	0,46	0,75
M4	KADIKÖY	3,56	1,58	1,09	3,61	1,58	1,33
	AYRILIKÇEŞME	2,22	2,10	1,13	4,26	1,65	1,08
	ACIBADEM	2,87	2,29	2,29	4,30	1,61	1,32
	ÜNALAN	2,57	1,05	1,52	2,21	0,58	1,17
	GÖZTEPE	3,25	1,33	0,94	3,74	1,07	1,12
	YENİSAHRA	2,94	1,54	1,05	3,95	1,10	1,13
	KOZYATAĞI	2,65	1,05	1,45	3,40	1,13	1,16
	BOSTANCI	2,31	0,84	0,29	2,51	1,20	0,79
	KÜÇÜKYALI	3,24	2,12	2,18	3,92	1,60	1,78
	MALTEPE	4,23	1,89	2,73	5,57	1,65	4,14
	HUZUREVİ	2,17	0,57	1,25	2,69	0,44	0,90
	GÜLSUYU	2,11	0,88	1,44	2,63	0,73	1,17
	HASTANE-ADLIYE	1,99	0,87	0,64	2,91	0,67	0,52
	ESENKENT	3,05	0,92	0,74	3,90	1,27	1,41
	SOĞANLIK	2,63	0,66	0,34	3,29	1,08	1,04
	KARTAL	2,04	1,50	1,00	2,76	1,12	0,66
	REFERANS	2,62	1,30	1,11	3,31	1,11	1,16
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY	

Çizelge 4.32’de verilen EnPG_8.2 formundaki veriler doğrultusunda M1, M2, M3 ve M4 hatları arasında iç ihtiyaç performans karşılaştırması yapılmıştır. Karşılaştırma Çizelge 4.33’te EnPG_8.3 formunda gösterilmektedir. Bu form ile istasyon iç ihtiyaç performansı bakımından enerji tüketim alanlarında hatların karakteristikleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.33: EnPG -8.3- 2016-2017 yıllarına ait istasyon iç ihtiyaç performanslarının hat bazında değerlendirilmesi formu.

	METRO İSTANBUL AŞ EnPG -8.3.-			Doküman No		029
				Yayın Tarihi		
				Revizyon No/Tarihi		
HAT	PERFORMANSLAR					
	2016 YILI (kWh/m ²)			2017 YILI (kWh/m ²)		
	Ayd. Priz	Yür.Merd.Asan.	Havalandırma	Ayd. Priz	Yür.Merd.Asan.	Havalandırma
M1	4,20	2,66	0,46	4,18	2,78	0,38
M2	3,67	1,89	1,05	3,29	1,38	1,48
M3	1,21	0,51	1,04	1,78	0,62	1,00
M4	2,74	1,32	1,26	3,48	1,16	1,29
Ortalama Referans	2,43	1,37	0,85	2,67	1,23	1,00
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY

Çizelge 4.33 incelendiğinde;

- En kötü aydınlatma ve priz enerji performansının M1 hattında, sonrasında M2 ve M4 hatlarında,
- En kötü yürüyen merdiven ve asansör enerji performansının M1 hattında, sonrasında M2 hattında,
- En kötü havalandırma enerji performansının M4 hattında, sonrasında sırasıyla M2 ve M3 hatlarında,

gerçekleştiği görülmektedir.

4.3.5 Enerji hedefleri, amaçları ve eylem planları

ISO 50001 EnYS 4.4.6 maddesi referans alınarak kuruluşa ait enerji politikasına uygun enerji hedefleri ve amaçları belirlenmiş ve eylem planları oluşturulmuştur. Amaçlar ve hedefler oluşturulurken EnPG'lerden faydalanılmıştır. EnPG'lerden elde edilen performansların her biri için hedefler belirlenmiştir. Böylelikle enerji verimliliği ve sürekli iyileşme olması hedeflenmiştir. EnYS eylem planında belirlenen faaliyetler ile hedef ve amaçlara ulaşılması istenmiştir.

Hedef ve amaçlar belirlenirken yasal ve diğer şartlar göz önünde bulundurulmuştur. Yasal ve diğer şartlarda herhangi bir uygunsuzluk olmadığı için bunlarla ilgili hususlar EnYS eylem planına alınmamıştır. Ayrıca her bir amaç ve hedefle ilgili sorumlu ve yapılacak faaliyetin bitirilme tarihi oluşturulan EnYS faaliyet plan ve programında yer verilmiştir.

Bu tez çalışmasında tezin 4.2.4 başlığı altında, enerji performans göstergeleri (EnPG), oluşturulan EnPG'lerin referans çizgisi altında kalan 2016 ve 2017 yılları en iyi geçmiş performanslara ait değerlerin aritmetik ortalaması alınarak hedef belirlenmesi yapılmıştır. En iyi dönemlerin aritmetik ortalaması düşük olan yılın değeri hedef değer olarak belirlenmiştir.

4.3.5.1 CER tüketimi hedefleri

CER tüketimleri hedef belirleme hat bazında yapılmıştır. Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'te verilen değerler doğrultusunda hatların hedef değerleri belirlenmiş ve Çizelge 4.34'te oluşturulan formda bu değerler dokümanite edilmiştir. Çizelge 4.34'te verilen hedef değerler her bir hat için değerlendirilmiştir.

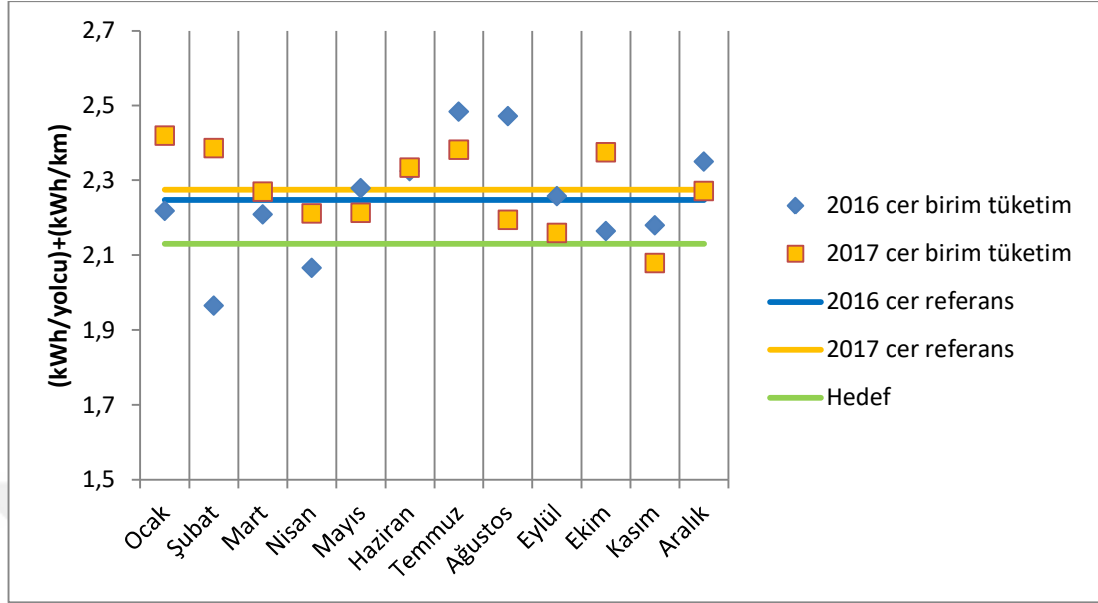
Çizelge 4.34: CER tüketimi hedef değer formu.

		METRO İSTANBUL AŞ CER TÜKETİMİ HEDEF DEĞER FORMU		Doküman No	030
				Yayın Tarihi	
				Revizyon No./Tarihi	
HAT	2016 YILI EN İYİ DÖNEMLER ORTALAMASI [(kWh/km)+(kWh/yolcu)]	2017 YILI EN İYİ DÖNEMLER ORTALAMASI [(kWh/km)+(kWh/yolcu)]	HEDEF [(kWh/km)+(kWh/yolcu)]		
	A	B	$C = \begin{cases} A, & A < B \\ B, & B < A \\ A, & A = B \end{cases}$		
M1	2,13	2,23	2,13		
M2	2,43	2,35	2,35		
M3	3,10	2,86	2,86		
M4	2,12	1,76	1,76		
T1	3,35	3,06	3,06		
T4	4,22	4,05	4,05		
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY	

M1 hattı CER tüketimine ait hedef belirleme

M1 hattı için CER tüketimi hedef değeri 2,13 (kWh/yolcu+kWh/km) belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi

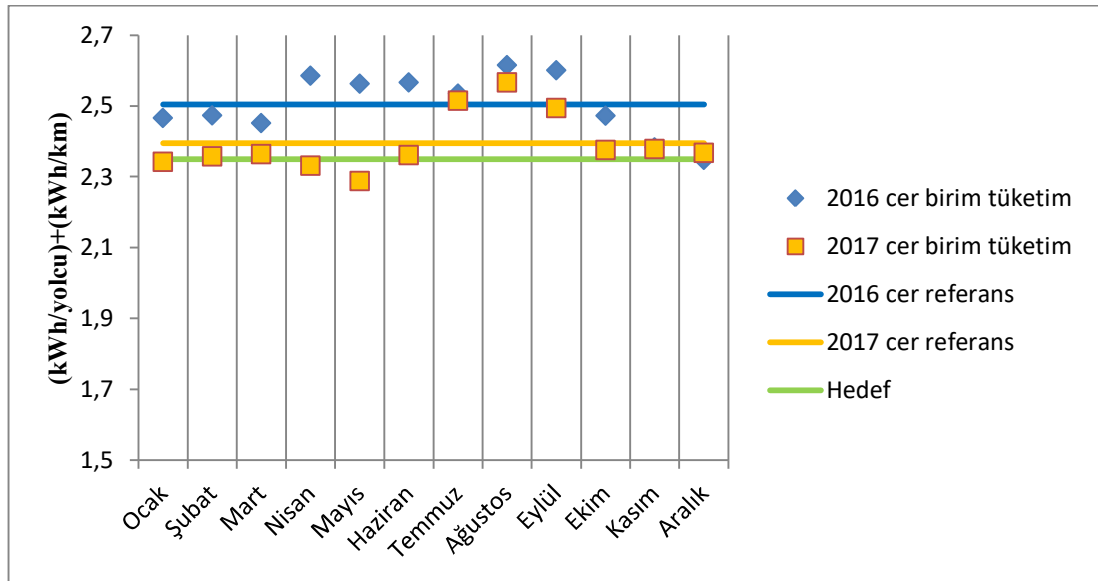
hedeflenmiştir. Böylelikle M1 hattında %5,75 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M1 hattı CER tüketimi hedef grafiği Şekil 4.30'da gösterilmektedir.



Şekil 4.30: M1 hattı CER hedef doğrusu.

M2 hattı CER tüketimine ait hedef belirleme

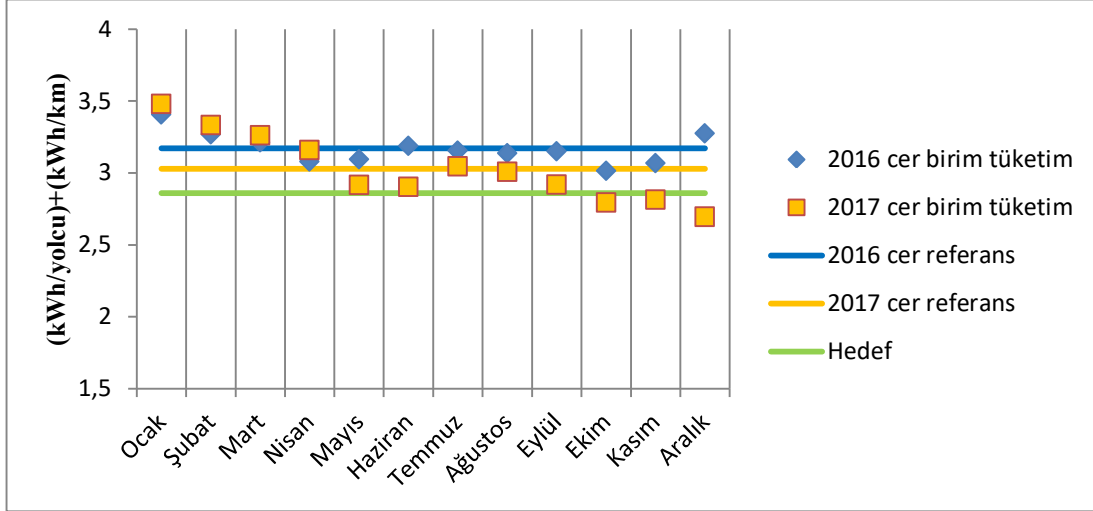
M2 hattı için CER tüketimi hedef değeri 2,35 (kWh/yolcu+kWh/km) belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M4 hattında %3,89 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M2 hattı CER tüketimi hedef grafiği Şekil 4.31'de gösterilmektedir.



Şekil 4.31: M2 hattı CER hedef doğrusu.

M3 hattı CER tüketimine ait hedef belirleme

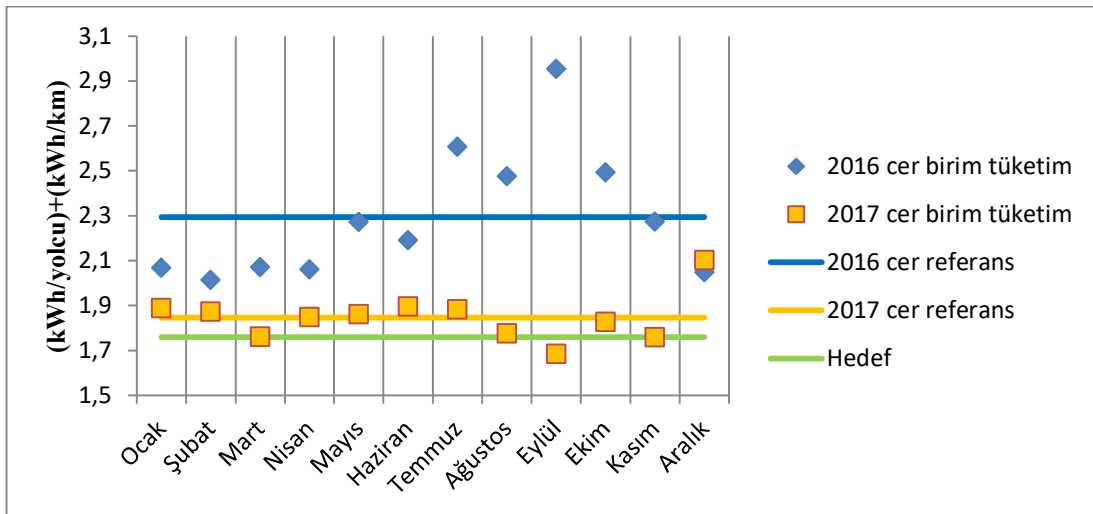
M3 hattı için CER tüketimi hedef değeri 2,86 (kWh/yolcu+kWh/km) belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M4 hattında %7,74 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M3 hattı CER tüketimi hedef grafiği Şekil 4.32’de gösterilmektedir.



Şekil 4.32: M3 hattı CER hedef doğrusu.

M4 hattı CER tüketimine ait hedef belirleme

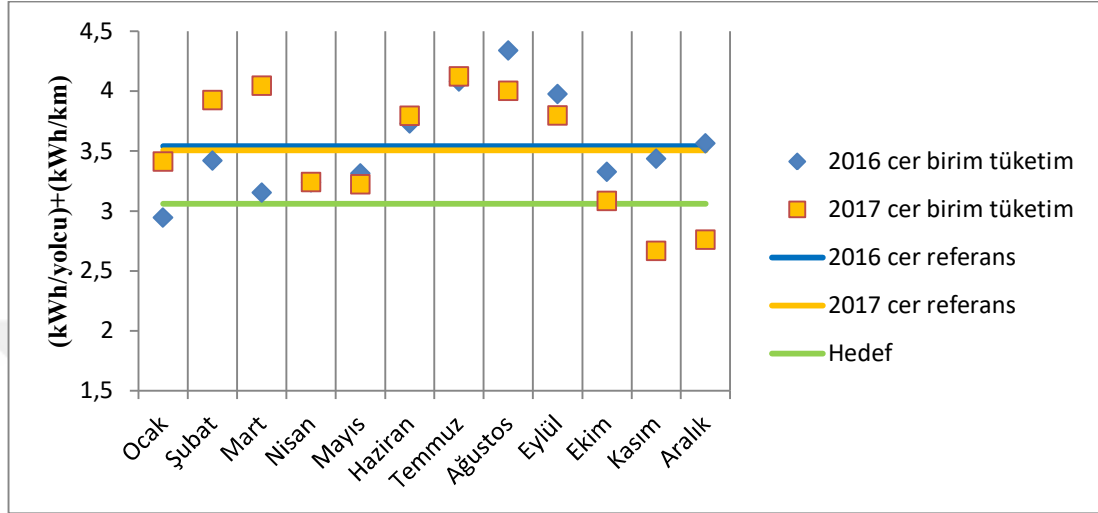
M4 hattı için CER tüketimi hedef değeri 1,76 (kWh/yolcu+kWh/km) belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M4 hattında %14,98 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M4 hattı CER tüketimi hedef grafiği Şekil 4.33’de gösterilmektedir.



Şekil 4.33: M4 hattı CER hedef doğrusu.

T1 hattı CER tüketimine ait hedef belirleme

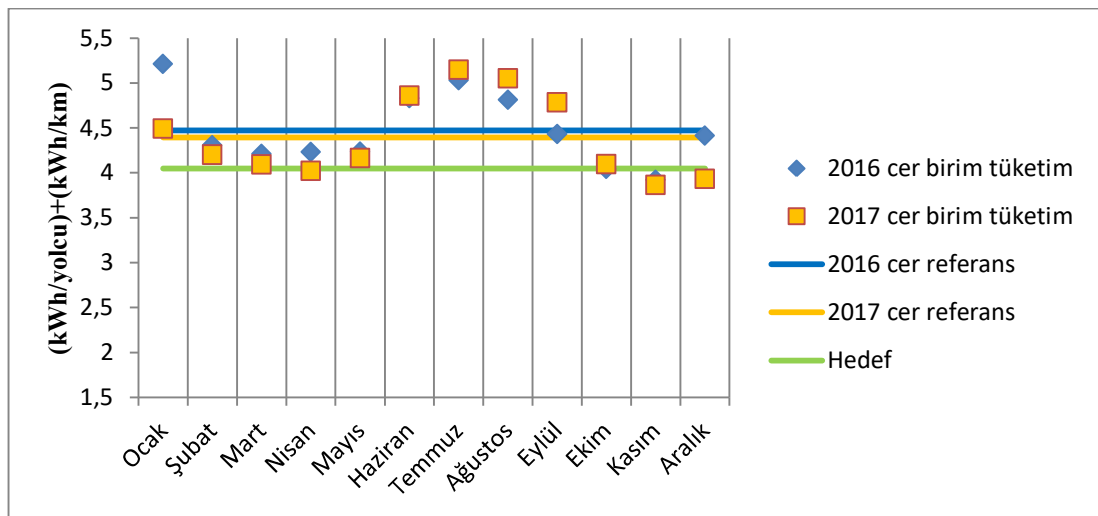
T1 hattı için CER tüketimi hedef değeri 3,06 (kWh/yolcu+kWh/km) belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle T4 hattında %13,19 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. T4 hattı CER tüketimi hedef grafiği Şekil 4.35’de gösterilmektedir.



Şekil 4.34: T1 hattı CER hedef doğrusu.

T4 hattı CER tüketimine ait hedef belirleme

T4 hattı için CER tüketimi hedef değeri 4,05 (kWh/yolcu+kWh/km) belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle T4 hattında %8,58 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. T4 hattı CER tüketimi hedef grafiği Şekil 4.35’de gösterilmektedir.



Şekil 4.35: T4 hattı CER hedef doğrusu.

4.3.5.2 Aydınlatma ve priz tüketimi hedefleri

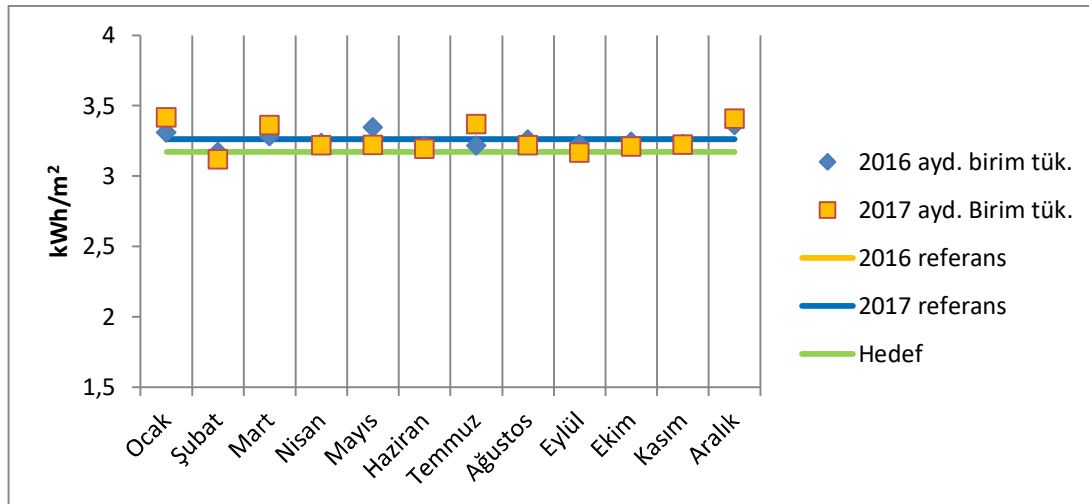
Aydınlatma ve priz tüketimleri hedef belirleme hat bazında yapılmıştır. Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16’da verilen değerler doğrultusunda hatların hedef değerleri belirlenmiş ve Çizelge 4.35’te oluşturulan formda bu değerler dokümanite edilmiştir. Çizelge 4.35’te verilen hedef değerler her bir hat için değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.35: Aydınlatma ve priz tüketimi hedef değer formu

		METRO İSTANBUL AŞ AYDINLATMA ve PRİZ TÜKETİMİ HEDEF DEĞER FORMU		Doküman No	031
				Yayın Tarihi	
				Revizyon No./Tarihi	
HAT	2016 YILI EN İYİ DÖNEMLER ORTALAMASI (kWh/m ²)	2017 YILI EN İYİ DÖNEMLER ORTALAMASI (kWh/m ²)	HEDEF (kWh/m ²)		
	A	B	$C = \begin{cases} A, & A < B \\ B, & B < A \\ A, & A = B \end{cases}$		
M1	3,22	3,17	3,17		
M2	2,76	2,64	2,64		
M3	0,93	1,24	0,93		
M4	2,61	3,12	2,61		
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY	

M1 hattı aydınlatma ve priz tüketimine ait hedef belirleme

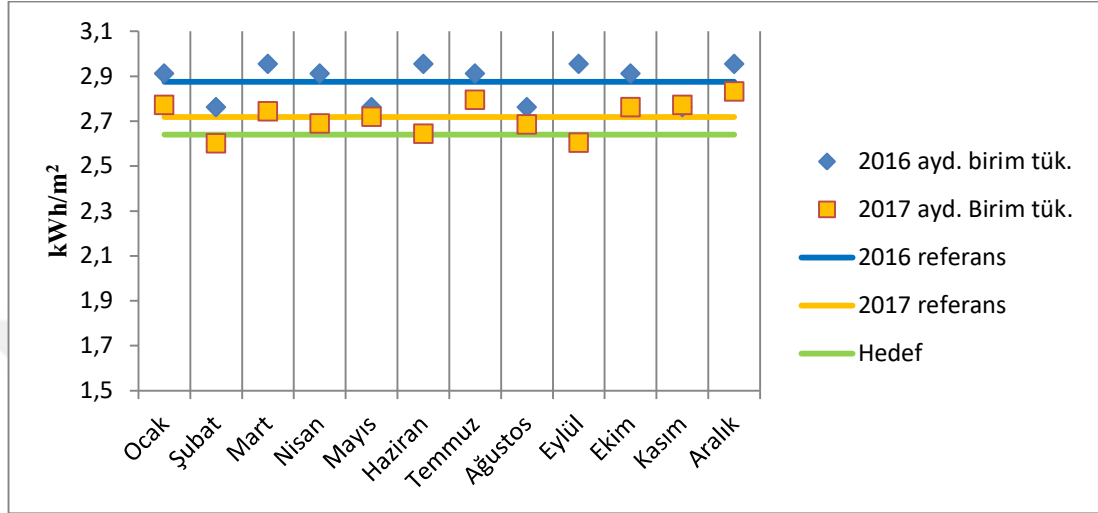
M1 hattı için aydınlatma ve priz tüketimi hedef değeri 3,17 kWh/m² belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M1 hattında %2,61 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M1 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef grafiği Şekil 4.36’da gösterilmektedir.



Şekil 4.36: M1 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef doğrusu.

M2 hattı aydınlatma ve priz tüketimine ait hedef belirleme

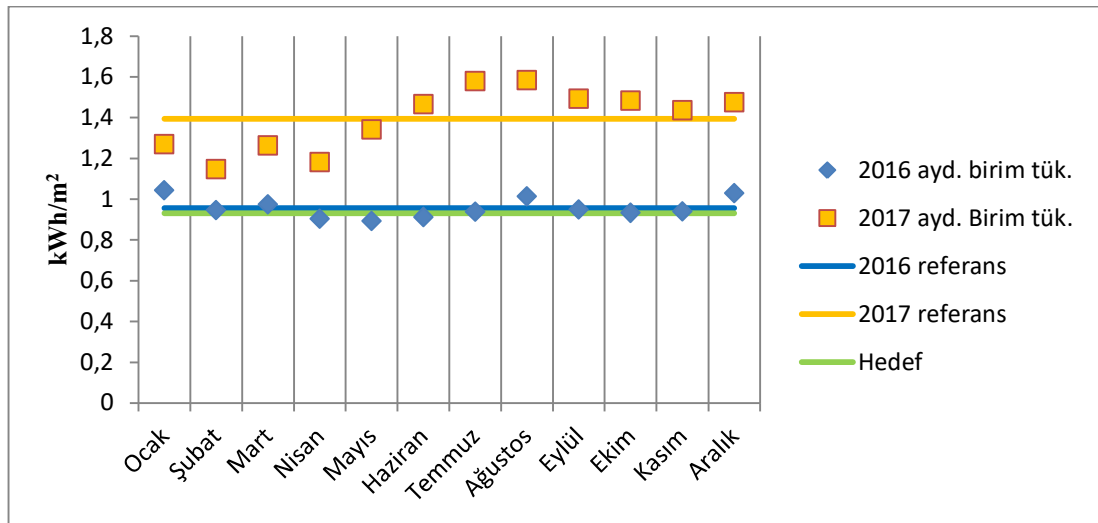
M2 hattı için aydınlatma ve priz tüketimi hedef değeri $2,64 \text{ kWh/m}^2$ belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M2 hattında %5,71 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M2 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef grafiği Şekil 4.37’de gösterilmektedir.



Şekil 4.37: M2 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef doğrusu.

M3 hattı aydınlatma ve priz tüketimine ait hedef belirleme

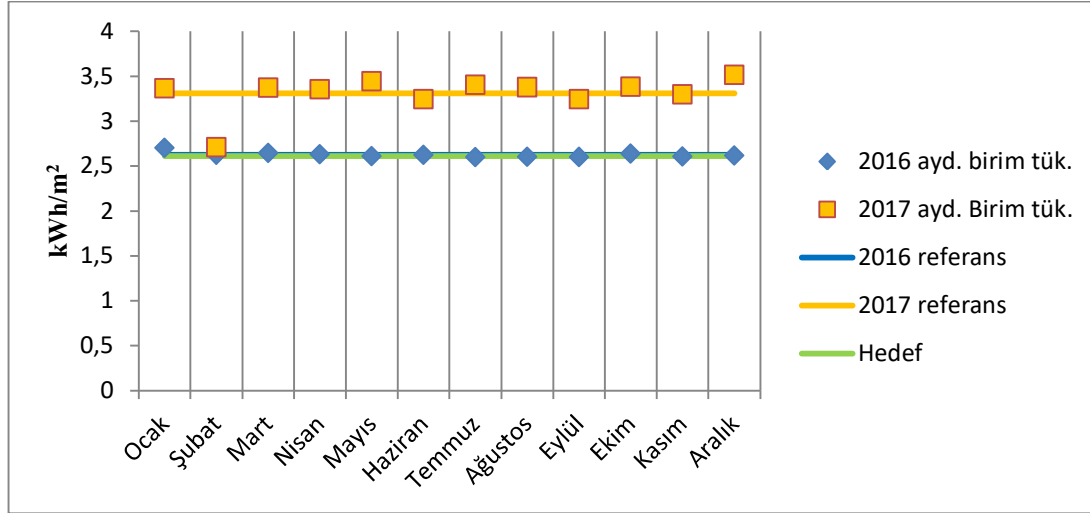
M3 hattı için aydınlatma ve priz tüketimi hedef değeri $0,93 \text{ kWh/m}^2$ belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M3 hattında %20,85 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M3 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef grafiği Şekil 4.38’de gösterilmektedir.



Şekil 4.38: M3 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef doğrusu.

M4 hattı aydınlatma ve priz tüketimine ait hedef belirleme

M4 hattı için aydınlatma ve priz tüketimi hedef değeri $2,61 \text{ kWh/m}^2$ belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M4 hattında %11,97 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M4 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef grafiği Şekil 4.39’da gösterilmektedir.



Şekil 4.39: M4 hattı aydınlatma ve priz tüketimi hedef doğrusu.

4.3.5.3 Havalandırma tüketimi hedefleri

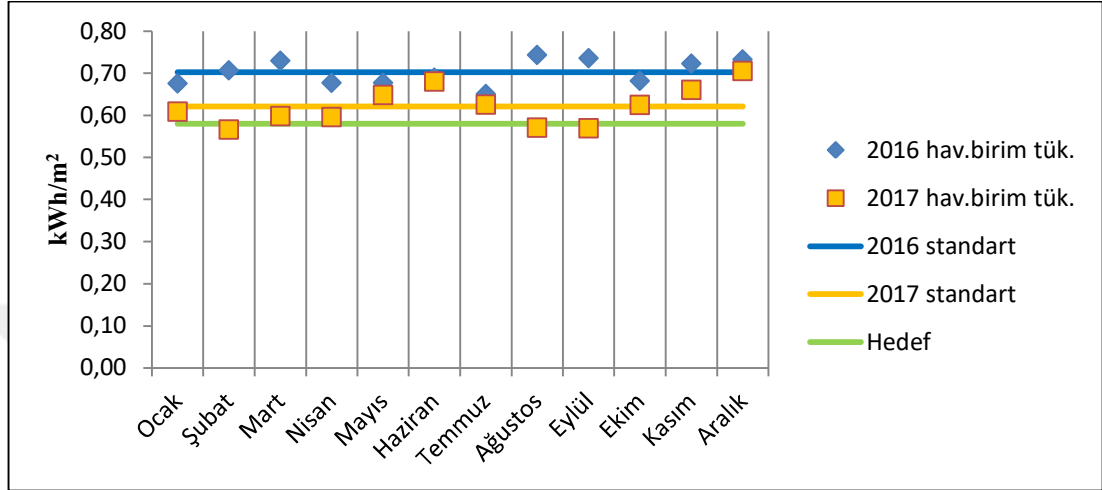
Havalandırma tüketimleri hedef belirleme hat bazında yapılmıştır. Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19’te verilen değerler doğrultusunda hatların hedef değerleri belirlenmiş ve Çizelge 4.36’da oluşturulan formda bu değerler dokümente edilmiştir. Çizelge 4.36’da verilen hedef değerler her bir hat için değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.36: Havalandırma tüketimi hedef değer formu

		METRO İSTANBUL AŞ HAVALANDIRMA TÜKETİMİ HEDEF DEĞER FORMU		Doküman No	032
				Yayın Tarihi	
				Revizyon No./Tarihi	
HAT	2016 YILI EN İYİ DÖNEMLER ORTALAMASI (kWh/m ²)	2017 YILI EN İYİ DÖNEMLER ORTALAMASI (kWh/m ²)		HEDEF (kWh/m ²)	
	A	B		$C = \begin{cases} A, & A < B \\ B, & B < A \\ A, & A = B \end{cases}$	
M1	0,68	0,58		0,58	
M2	0,78	1,04		0,78	
M3	0,70	0,69		0,69	
M4	0,99	0,93		0,93	
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY	

M1 hattı havalandırma tüketimine ait hedef belirleme

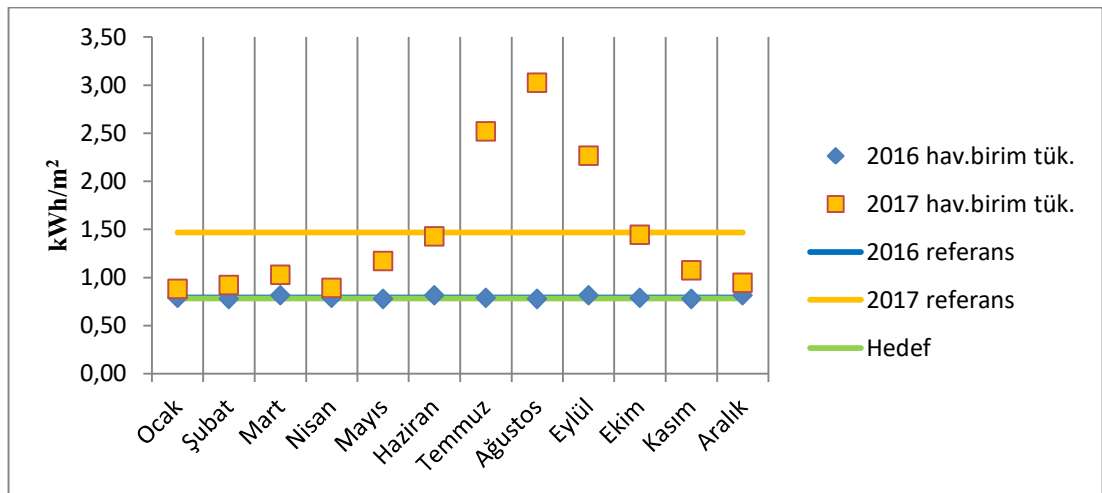
M1 hattı için havalandırma tüketimi hedef değeri $0,58 \text{ kWh/m}^2$ belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M1 hattında %12,12 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M1 hattı havalandırma tüketimi hedef grafiği Şekil 4.40'ta gösterilmektedir.



Şekil 4.40: M1 hattı havalandırma tüketimi hedef doğrusu.

M2 hattı havalandırma tüketimine ait hedef belirleme

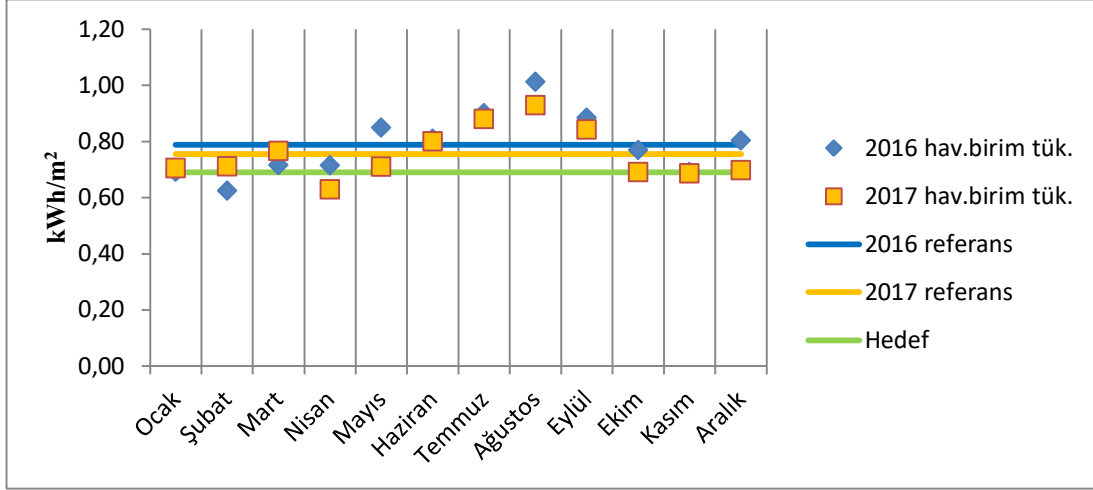
M2 hattı için havalandırma tüketimi hedef değeri $0,78 \text{ kWh/m}^2$ belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M2 hattında %30,97 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M2 hattı havalandırma tüketimi hedef grafiği Şekil 4.41'de gösterilmektedir.



Şekil 4.41: M2 hattı havalandırma tüketimi hedef doğrusu.

M3 hattı havalandırma tüketimine ait hedef belirleme

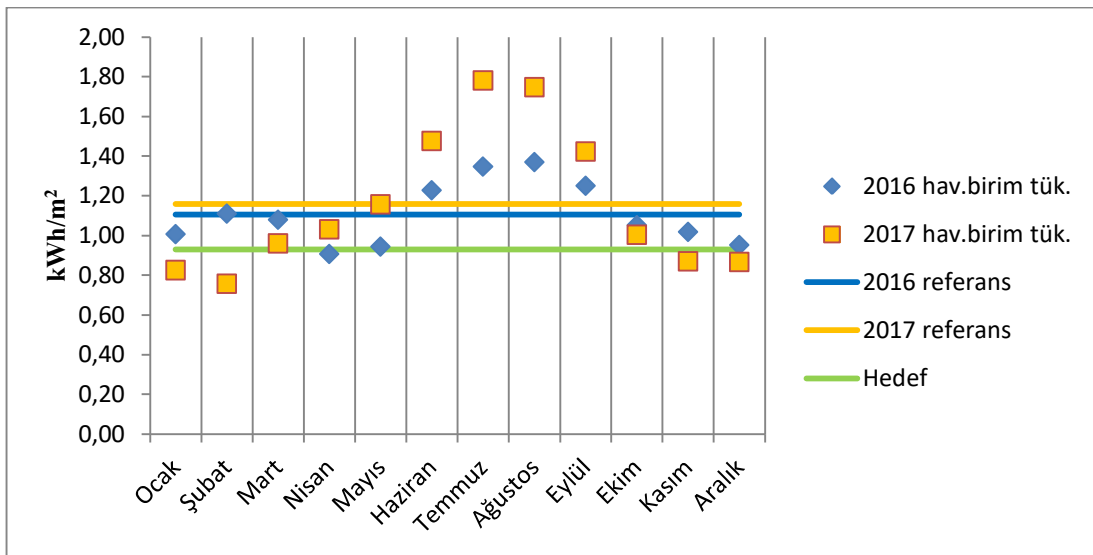
M3 hattı için havalandırma tüketimi hedef değeri $0,69 \text{ kWh/m}^2$ belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M3 hattında %10,38 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M3 hattı havalandırma tüketimi hedef grafiği Şekil 4.42’de gösterilmektedir.



Şekil 4.42: M3 hattı havalandırma tüketimi hedef doğrusu.

M4 hattı havalandırma tüketimine ait hedef belirleme

M4 hattı için havalandırma tüketimi hedef değeri $0,93 \text{ kWh/m}^2$ belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M4 hattında %18,06 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M4 hattı havalandırma tüketimi hedef grafiği Şekil 4.43’te gösterilmektedir.



Şekil 4.43: M4 hattı havalandırma tüketimi hedef doğrusu.

4.3.5.4 Yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedefleri

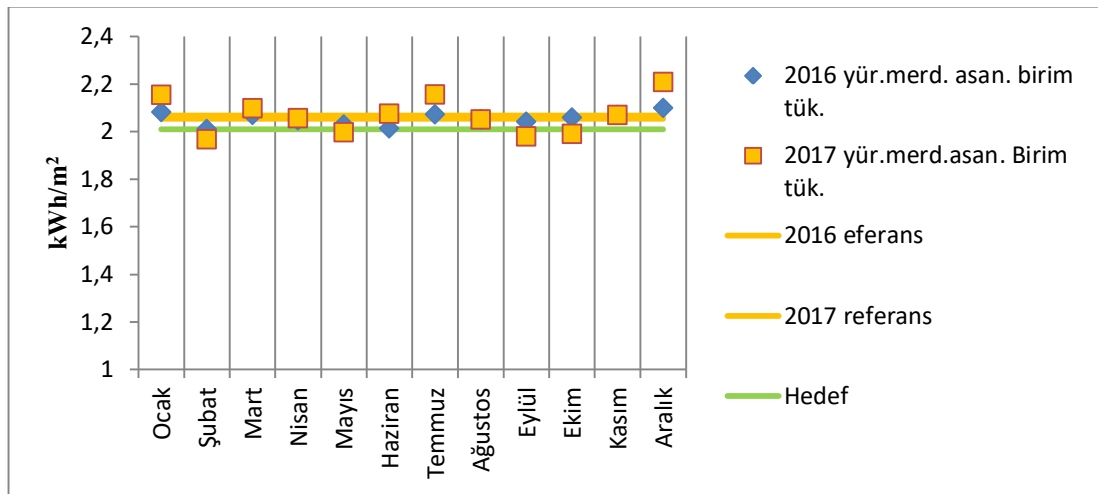
Yürüyen merdiven ve asansör tüketimleri hedef belirleme hat bazında yapılmıştır. Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de verilen değerler doğrultusunda hatların hedef değerleri belirlenmiş ve Çizelge 4.37’de oluşturulan formda bu değerler dokümante edilmiştir. Çizelge 4.37’de verilen hedef değerler her bir hat için değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.37: Yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef değer formu

		METRO İSTANBUL AŞ YÜRÜYEN MERDİVEN ve ASANSÖR TÜKETİMİ HEDEF DEĞER FORMU		Doküman No	033
				Yayın Tarihi	
				Revizyon No./Tarihi	
HAT	2016 YILI EN İYİ DÖNEMLER ORTALAMASI (kWh/m ²)		2017 YILI EN İYİ DÖNEMLER ORTALAMASI (kWh/m ²)	HEDEF (kWh/m ²)	
	A		B	$C = \begin{cases} A, & A < B \\ B, & B < A \\ A, & A = B \end{cases}$	
M1	2,03		2,01	2,01	
M2	1,61		1,23	1,23	
M3	0,35		0,43	0,35	
M4	1,22		0,99	0,99	
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY	

M1 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimine ait hedef belirleme

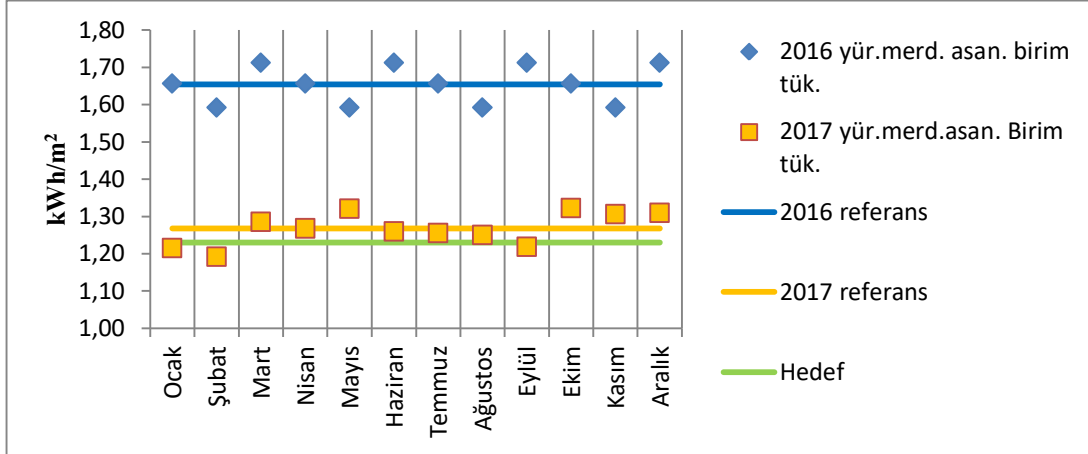
M1 hattı için yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef değeri 2,01 kWh/m² belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M1 hattında %2,42 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M1 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef grafiği Şekil 4.44’te gösterilmektedir.



Şekil 4.44: M1 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef doğrusu.

M2 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimine ait hedef belirleme

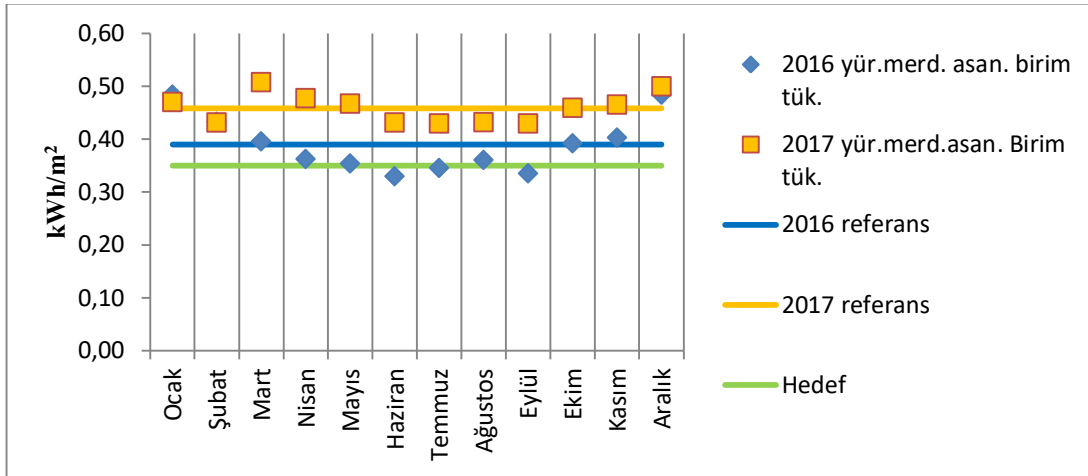
M2 hattı için yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef değeri $1,23 \text{ kWh/m}^2$ belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M2 hattında %15,75 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M2 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef grafiği Şekil 4.45'te gösterilmektedir.



Şekil 4.45: M2 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef doğrusu.

M3 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimine ait hedef belirleme

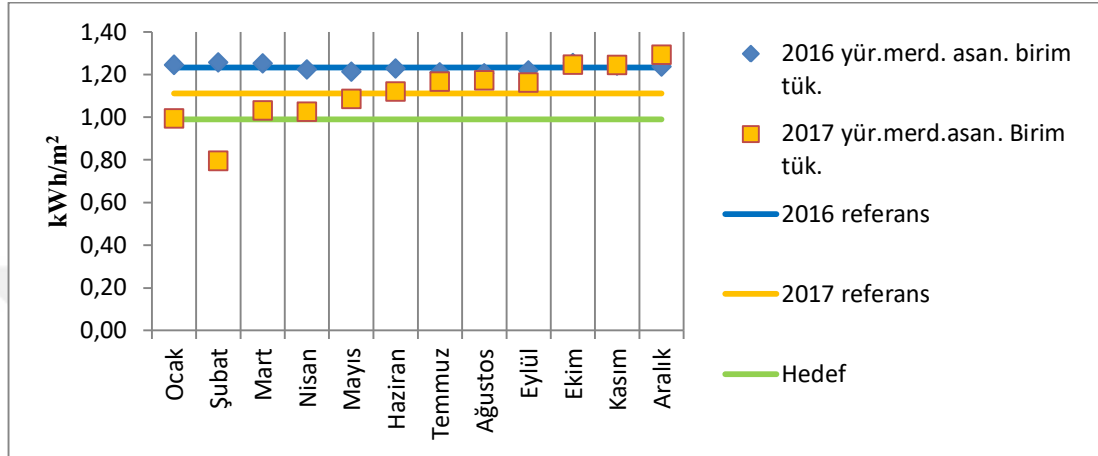
M3 hattı için yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef değeri $0,35 \text{ kWh/m}^2$ belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M3 hattında %17,64 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M3 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef grafiği Şekil 4.46'da gösterilmektedir.



Şekil 4.46: M3 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef doğrusu.

M4 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimine ait hedef belirleme

M4 hattı için yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef değeri 0,99 kWh/m² belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle M4 hattında %15,38 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. M4 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef grafiği Şekil 4.47’de gösterilmektedir.



Şekil 4.47: M4 hattı yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef doğrusu.

4.3.5.5 Yerleşke tüketimi hedefleri

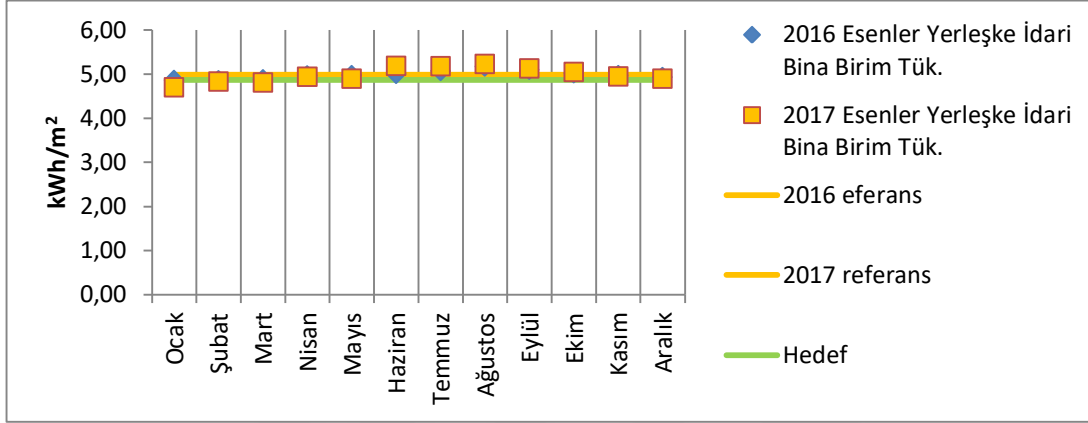
Yerleşke tüketimleri hedef belirleme EnYS kapsamındaki Esenler yerleşkesi idari ve atölye binası elektrik tüketimi, Esenler ve Seyrantepe yerleşkeleri doğalgaz tüketimi bazında yapılmıştır. Çizelge 4.24, Çizelge 4.25, Çizelge 4.26, Çizelge 4.27, Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29’da verilen değerler doğrultusunda yerleşkelerin hedef değerleri belirlenmiş ve Çizelge 4.38’de oluşturulan formda bu değerler dokümanite edilmiştir.

Çizelge 4.38: Yerleşke tüketimleri hedef değer formu

		METRO İSTANBUL AŞ YERLEŞKE TÜKETİMLERİ HEDEF DEĞER FORMU		Doküman No	034
				Yayın Tarihi	
				Revizyon No./Tarihi	
YERLEŞKE	ENERJİ	2016 YILI EN İYİ DÖNEMLER	2017 YILI EN İYİ DÖNEMLER	HEDEF	
		A	B	$C = \begin{cases} A, & A < B \\ B, & B < A \\ A, & A = B \end{cases}$	
ESENLER İDARİ	ELEKTRİK	4,92 (kWh/m ²)	4,86 (kWh/m ²)	4,86 (kWh/m ²)	
ESENLER ATÖLYE	ELEKTRİK	10,93 (kWh/m ²)	10,11 (kWh/m ²)	10,11 (kWh/m ²)	
ESENLER	DOĞALGAZ	213,72 (m ³ /HDD)	213,78 (m ³ /HDD)	213,72 (m ³ /HDD)	
SEYRANTEPE	DOĞALGAZ	82,40 (m ³ /HDD)	82,46 (m ³ /HDD)	82,40 (m ³ /HDD)	
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY	

Esenler yerleşkesi idari bina elektrik tüketimine ait hedef belirleme

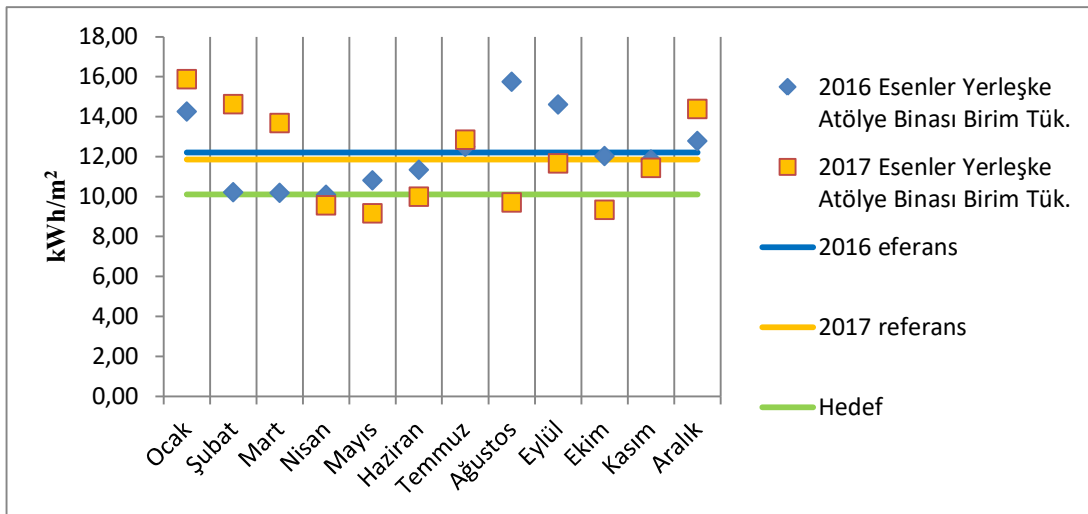
Esenler yerleşkesi idari bina elektrik tüketimin hedef değeri $4,86 \text{ kWh/m}^2$ belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle Esenler yerleşkesi idari bina elektrik tüketiminde %2,50 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. Esenler yerleşkesi idari bina elektrik tüketimi hedef grafiği Şekil 4.48’de gösterilmektedir.



Şekil 4.48: Esenler yerleşkesi idari bina elektrik tüketimi hedef doğrusu.

Esenler yerleşkesi atölye binası elektrik tüketimine ait hedef belirleme

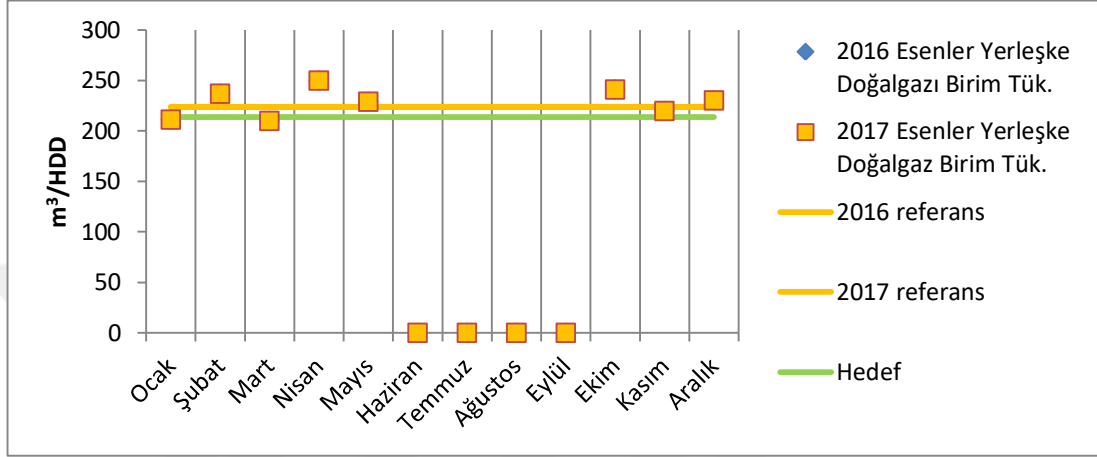
Esenler yerleşkesi atölye binası elektrik tüketimin hedef değeri $10,11 \text{ kWh/m}^2$ belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle Esenler yerleşkesi atölye binası elektrik tüketiminde %15,92 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. Esenler yerleşkesi atölye binası elektrik tüketimi hedef grafiği Şekil 4.49’da gösterilmektedir.



Şekil 4.49: Esenler yerleşkesi atölye binası elektrik tüketimi hedef doğrusu.

Esenler yerleşkesi doğalgaz tüketimine ait hedef belirleme

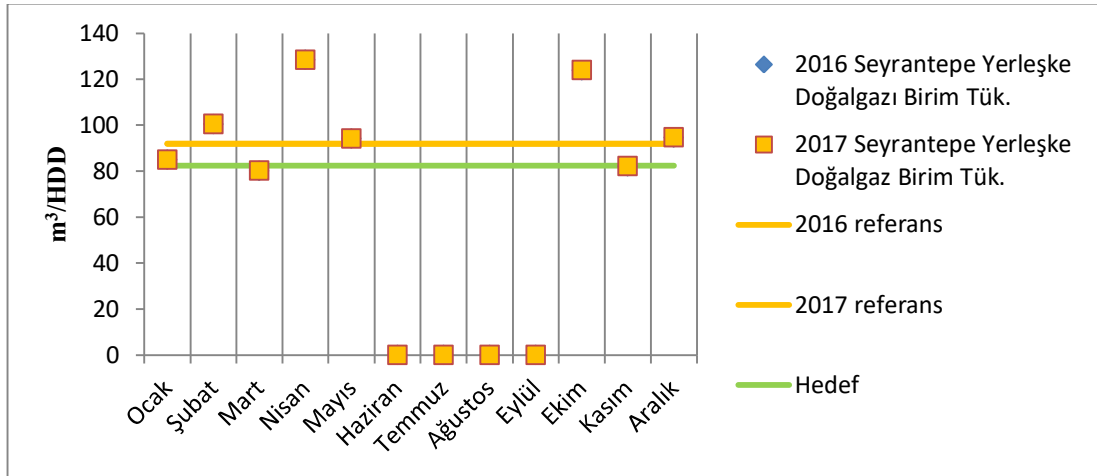
Esenler yerleşkesi doğalgaz tüketimi hedef değeri 213,72 m³/HDD belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle Esenler yerleşkesi doğalgaz tüketiminde %4,00 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. Esenler yerleşkesi doğalgaz tüketimi hedef grafiği Şekil 4.50’de gösterilmektedir.



Şekil 4.50: Esenler yerleşkesi doğalgaz tüketimi hedef doğrusu.

Seyrantepe yerleşkesi doğalgaz tüketimine ait hedef belirleme

Seyrantepe yerleşkesi doğalgaz tüketimi hedef değeri 82,40 m³/HDD belirlenmiştir. 2016 ve 2017 yılları referans değerlerinin belirlenen bu değere indirilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle Seyrantepe yerleşkesi doğalgaz tüketiminde %10 oranında iyileştirme hedeflenmiştir. Seyrantepe yerleşkesi doğalgaz tüketimi hedef grafiği Şekil 4.51’de gösterilmektedir.



Şekil 4.51: Seyrantepe yerleşkesi doğalgaz tüketimi hedef doğrusu.

4.3.5.6 EnYS eylem planı

Hedef ve amaçlara ulaşmak için EnYS kapamına alınan hatlar ve tüketim alanları için eylem planları formu oluşturulmuştur. Oluşturulan EnYS eylem planı formu EK.İ Çizelge İ.1’de gösterilmiştir.

4.4 Uygulama ve İşletim

Uygulama ve işletimde tezin 4.3 başlığı, enerji planlaması, altında oluşturulan eylem planı ve diğer dokümanlardan faydalanılmıştır.

4.4.1 Yeterlilik, eğitim ve farkındalık

İlk olarak EnYS’ye dahil olan personelin görev tanımlarını içeren form oluşturulmuştur. Oluşturulan form Çizelge 4.39’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.39: Görev tanımları formu.

METRO İSTANBUL AŞ EnYS GÖREV TANIMLARI FORMU	Doküman No	036
	Yayın Tarihi	
	Revizyon No./Tarihi	
A.GENEL MÜDÜR		
Kuruluşun hedef, strateji, politika ve prensiplerini belirler. Yönetim kurulu toplantılarını düzenler ve başkanlık eder. Yatırımları onaylar. Enerji yönetim sistemi kapsamında gerekli hedeflerin belirlenmesi, çalışmaların yürütülmesi ve tasarrufu ile ilgili destek vermek.		
B.GENEL MÜDÜR YARDIMCISI		
Kuruluşun sürekli ve sistematik olarak gelişmesini ve büyümesini sağlayacak politikalar oluşturmak, bu politikalar çerçevesinde hedefler tespit etmek ve Genel Müdürlüğe bağlı tüm birimler ve çalışanlarına bu doğrultuda sevk ve idare etmek. Kuruluş çalışanlarının yetki ve sorumluluklarını belirlemek, görevlendirmek, verimli çalışmalarını sağlamak ve motive etmek. EnYS kurma, işletme, iyileştirme ve geliştirme çalışmalarına katılmak ve bu konuda personele her türlü desteği sağlamak, motive etmek. Kuruluş faaliyetlerini periyodik yönetim gözden geçirmesi toplantılarıyla firma kültürü çerçevesinde gerçekleştirmek. Enerji alım fiyatlarını incelemek ve onaylamak. Enerji yönetim sistemi kapsamında gerekli hedeflerin belirlenmesi, çalışmaların yürütülmesi ve enerji tasarrufuna destek vermek.		
C.ENERJİ YÖNETİM TEMSİLCİSİ		
EnYS kapsamında yapılan tüm çalışmaları koordine etmek. ISO 50001 standardına uygun olarak EnYS oluşturulması, uygulanması, sürdürülmesi ve sürekli iyileştirilmesi sağlamak. Oluşturulacak enerji yönetim birimi personelinin belirlemek. Enerji performansı hakkında üst yönetime rapor vermek. Enerji yönetim faaliyetlerinin planlanması ve enerji politikasını destekler şekilde tasarlanmasını, Sorumluluk ve yetkilerin tanımlanması ve duyurulması sağlamak., EnYS’nin etkin olarak işletimi ve kontrolü için gerekli kıstas ve yöntemlerin belirlenmesi, Kuruluşun her seviyesinde enerji politikası ve hedefleri konusundaki farkındalığın artırılması sağlamak.		

Çizelge 4.39 (devam): Görev tanımları formu

D.ENERJİ YÖNETİM BİRİMİ			
EnYS kapsamında yapılan tüm çalışmaları planlamak, uygulamak ve kontrol etmek. Enerji yöneticisi başkanlığında belirlenen periyotlarda gözden geçirme toplantıları yapmak ve bu toplantılara rapor sunmak. Hedefler belirlemek ve b hedeflere ulaşabilmek için eylem planları hazırlamak. Enerji verimliliğinin sürekli iyileştirilmesi için araştırmalar yapmak ve verimli teknolojilerin yatırımları için fizibilite raporları hazırlamak. Gerekli görüldüğü takdirde enerji yönetim temsilcisi ile birlikte yönetimin gözden geçirme toplantılarına katılmak.			
E.ENERJİ YÖNETİCİSİ			
Enerji verilerini toplamak ve analiz etmek. Enerji satın alınmasını denetlemek. Enerji tasarruf imkanlarını değerlendirmek. Enerji tasarruf projelerini denetlemek. Gerekliğinde personele eğitim vermek.			
F.EĞİTİM SORUMLUSU			
EnYS kapsamında enerji politikası, prosedürleri ve EnYS şartlarına uyumun önemini belirtmek ve bu konuda eğitimler düzenlemek. İyileştirilmiş enerji performanslarının getileri hakkında personeli bilgilendirmek. EnYS hedef ve amaçlara ulaşmak için oluşturulan eylem planları ve prosedürlerinden sapmanın potansiyel sonuçları hakkında bilgi vermek.			
G.BAKIM ve ONARIM SORUMLUSU			
EnYS eylem planlarında belirtilen hususlar doğrultusunda Enerji Ynetim Birimi ile koordineli çalışmak. Bakım ve Onarım faaliyetlerini hizmet kalitesinden ödün vermeden zamanında gerçekleştirmek. EnYS hedef ve amaçlara ulaşmada her türlü desteği sağlamak.			
H.İSTASYON SORUMLUSU			
İstasyonların sorunsuz bir şekilde işletimleri için her türlü tedbirleri almak. Olumsuz durumları raporlamak.			
I.VATMAN			
Konforlu ve güvenli bir ulaşım hizmeti sağlamak. Doğabilecek her türlü olumsuzluğu derhal en yakın istasyon amirine raporlamak. Verimli sürüş tekniklerini uygulamak.			
HAZIRLAYAN	KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY

EnYS kapsamında örnek yıllık eğitim planı oluşturulmuştur. Yıllık eğitim planı Çizelge 4.40'ta gösterilmektedir. Eğitim faaliyetleri ile kuruluş bünyesinde çalışanların, tedarikçilerin ve taşeronların enerji yönetim sistemi, enerji politikası, sistem bakımı, düzeltici ve önleyici faaliyet uygulamaları ve enerji verimliliği konularında bilinçlenmeleri hedeflenmiştir.

Eğitim duyuruları için Çizelge 4.41'de iç yazışma formuyla oluşturulmuştur. Eğitimlere katılanlar Çizelge 4.42'de oluşturulan katılım kayıt formu ile takip edilip dokümanite edilmiştir. Eğitim sonunda eğitim değerlendirmeleri, eğitimci tarafından oluşturulan bu form üzerinde yapılmaktadır. Eğitim sonu değerlendirmesinin ise Çizelge 4.43'te oluşturulan eğitim değerlendirme formu ile her bir katılımcı tarafından yapılması istenmiştir. Ayrıca personelin aldığı eğitimler, her personel için Çizelge 4.44'te oluşturulan personel eğitim takip formu ile takip edilmektedir.

Çizelge 4.40: EnYS yıllık eğitim planı formu

		METRO İSTANBUL AŞ EnYS YILLIK EĞİTİM PLANI FORMU		Doküman No	037
				Yayın Tarihi	
				Revizyon No./Tarihi	
EĞİTİM ADI	EĞİTİM KONUSU	KATILACAKLAR	EĞİTİMİ VEREN	EĞİTİM TARİHİ	
Enerji Verimliliği	Enerji verimliliği ve Farkındalığı.Metro İstanbul enerji tüketimleri hakkında genel bilgilendirme.	Tüm personel	Enerji Yönetim Temsilcisi		
Enerji Yönetimi	Enerji yönetimi genel hususları ve Metro İstanbul Enerji Politikası anlam ve içeriği	Tüm personel	Enerji Yönetim Temsilcisi		
Enerji Yönetimi	ISO 50001	Tüm teknik personel	Enerji Yönetim Temsilcisi		
Bakım ve Onarım Faaliyeti Uygulama Eğitimi	Rutin bakım ve onarım faaliyetleri prensipleri.	Yeni bakım ve onarım personeli	Bakım ve Onarım Sorumlusu		
Düzeltilici/Önleyici Faaliyetler uygulama Eğitimi	Düzeltilici/Önleyici Faaliyet prosedürü hakkında .	Bakım ve onarım personeli	Bakım ve Onarım Sorumlusu		
Enerji Ölçme ve İzleme	Kuruluşun enerji ölçme ve izleme sistemi ve prosedürü	Enerji Yönetim Birimi	Eğitim Sorumlusu		
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Dünyada raylı ulaşım sistemlerinde kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları.	Tüm Teknik personel	Eğitim Sorumlusu		
Enerji Verimliliği	Dünyada raylı ulaşım sistemlerinde kullanılan verimli enerji teknolojileri	Tüm Teknik personel	Eğitim Sorumlusu		
Enerji Verimliliği	Enerji verimliliği ve Farkındalığı.Metro İstanbul enerji tüketimleri hakkında genel bilgilendirme.	Tedarikçiler	Enerji Yönetim Temsilcisi		
Enerji Yönetimi	Enerji yönetimi genel hususları ve Metro İstanbul Enerji Politikası anlam ve içeriği	Tedarikçiler	Enerji Yönetim Temsilcisi		
Enerji Verimliliği	Enerji verimliliği ve Farkındalığı.Metro İstanbul enerji tüketimleri hakkında genel bilgilendirme.	Taşıeronlar	Enerji Yönetim Temsilcisi		
Enerji Yönetimi	Enerji yönetimi genel hususları ve Metro İstanbul Enerji Politikası anlam ve içeriği	Taşıeronlar	Enerji Yönetim Temsilcisi		
Verimli Sürüş Teknikleri	Araçların teknik özellikleri ve verimli sürüş teknikleri.	Vatmanlar	Eğitim Sorumlusu		
Yakma Sistemleri	Verimli Kazan Yakma Teknikleri	Kazan Görevlileri	Eğitim Sorumlusu		
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY	

Çizelge 4.42: EnYS eğitim katılım kayıt formu.

		METRO İSTANBUL AŞ EnYS EĞİTİM KATILIM KAYIT FORMU	Doküman No	039
			Yayın Tarihi	
			Revizyon No./Tarihi	
EĞİTİM ADI				
EĞİTİM KONUSU				
EĞİTİMİN VERİLDİĞİ YER				
EĞİTİMİ VEREN				
EĞİTİM TARİHİ				
EĞİTİME KATILAN PERSONELİN BİLGİLERİ				
NO	ADI SOYADI	GÖREVİ	İMZA	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
EĞİTİMCİNİN DEĞERLENDİRMESİ (EĞİTİM DEĞERLENDİRMESİ)				
EĞİTİMCİNİN DEĞERLENDİRMESİ (KATILIMCI DEĞERLENDİRMESİ)				
EĞİTİMCİ		EĞİTİM SORUMLUSU	ONAY	

Çizelge 4.43: EnYS eğitim değerlendirme formu.

	METRO İSTANBUL AŞ EnYS EĞİTİM DEĞERLENDİRME FORMU	Doküman No	040
		Yayın Tarihi	
		Revizyon No./Tarihi	
EĞİTİM ADI			
EĞİTİM KONUSU			
EĞİTİMİN VERİLDİĞİ YER			
EĞİTİMİ VEREN			
EĞİTİM TARİHİ VE SÜRESİ			
DEĞERLENDİRME			
Sorular	Evet	Hayır	Hayır ise lütfen düşüncelerinizi yazınız
Eğitim öncesi bilgilendirme yeterli miydi?			
Fiziksel ortam uygun muydu*			
Verilen eğitim size gerekli faydayı sağladı mı?			
Eğitim dokümanları yeterli miydi?			
Eğitimci konusuna yeterince hakim mi?			
Eğitimcinin katılımcılara yaklaşımı iyi miydi?			
Sorularınıza tatmin edici cevaplar aldınız mı?			
Uygulamalar yeterli miydi?			
Ekleme istediğiniz diğer hususlar ve görüşler			
EĞİTİMCİ	EĞİTİM SORUMLUSU	ONAY	

Çizelge 4.43: Personel EnYS eğitim takip kayıt formu.

	METRO İSTANBUL AŞ EnYS PERSONEL EnYS EĞİTİM TAKİP FORMU	Doküman No	041
		Yayın Tarihi	
		Revizyon No./Tarihi	
PERSONEL BİLGİLERİ			
ADI SOYADI			
BÖLÜMÜ			
ÜNVANI			
EĞİTİM BİLGİLERİ			
EĞİTİM ADI	EĞİTİM KONUSU	TARİHİ	EĞİTİMCİ
KATILIMCI	EĞİTİM SORUMLUSU	KATILIMCI AMİRİ	ONAY

4.4.2 İletişim

EnYS iletişimi için prosedür oluşturulmuştur. İç iletişim metotları bu prosedürde belirtilmiş ve enerji politikası, enerji amaçları ve hedefleri, mevcut enerji kullanımı ve kuruluş içerisindeki eğitimler hakkında bilgi, uygulanmak zorunda olunan yasal yükümlülükler ve iyileştirme konusunda fırsatlar için kullanılmıştır. İletişimde, bölümlerde öneri ve iyileştirme kutuları ile iç iletişim en alt çalışanlara kadar yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Enerji yönetim sistemi ve enerji performansı hakkında kuruluş dışı iletişim yapılması ilk aşamada uygun görülmemiştir. Kuruluş dışı iletişimde sadece 5627 sayılı enerji verimliliği kanununu gereği her yıl mart ayı sonuna kadar bir önceki yılın enerji tüketimleri ENVER portalı üzerinden Enerji Bakanlığı'na bildirilmektedir.

4.4.3 Dokümantasyon

Enerji yönetim sisteminin kapsam ve sınırlarını ile temel unsurlar olan enerji politikası, enerji hedefleri, amaçları ve planları, önemli enerji boyutları ve programları, sistemin uygulanması için prosedürler ve prosedürlerin uygulaması sonucu ortaya çıkan kayıtlar dokümente edilmiştir.

4.4.3.1 Dokümanların kontrolü

EnYS dokümantasyon kontrolü için prosedür oluşturulmuştur. Bu prosedür ile dokümanların yayınlanmadan önce yeterlilik açısından onaylanması sağlanmıştır. Dokümanların belirli periyotlarla gözden geçirilmesi, güncellenmesi ve yeniden onaylanması belirtilmiştir. Dokümanlarda değişiklik veya revizyon durumlarının nasıl gösterileceği tarif edilmiştir. Uygulanabilir dokümanların güncel baskılarının kullanım noktalarında mevcudiyetinin ve okunabilir kalmasının sağlanması belirtilmiştir. EnYS için gerekli olan dış kaynak dokümanları tanımlanması ve dağıtımlarının kontrol altında bulundurulması sağlanmıştır. EnYS kapsamında oluşturulan dokümanları gösteren bir form hazırlanmıştır. Bu form Çizelge 4.44'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.44: EnYS doküman formu.

		METRO İSTANBUL AŞ EnYS DOKÜMAN FORMU		Doküman No	044
				Yayın Tarihi	
				Revizyon No./Tarihi	
DOKÜMAN NO	DOKÜMAN ADI	YAYIN TARİHİ	REVİZYON NO.	REVİZYON TARİHİ	
1	Enerji Yönetim prosedürü				
2	Enerji Politikası ve Diğer Hususlar				
3	Yasal Yükümlülükler ve Diğer Şartlar				
4	Yasal ve diğer şartların izlenmesi ve uygunluğunun değerlendirilmesi prosedürü				
5	Enerji Gözden Geçirme Prosedürü				
6	Enerji Bileşenleri				
7	Eneji ölçme ve izleme prosedürü				
8	Enerji Tüketim Formu				
9	Enerji Tüketim Alanları Formu				
10	Enerji Şeması Formu				
11	Önceliklendirme ve verimlilik fırsatları formu				
12	Enerji referans noktaları ve değerleri				
13	Enerji performans göstergeleri				
14	EnPG -1- (CER) formu				

Çizelge 4.44 (devam): EnYS doküman formu.

15	EnPG -1- (CER) performans değerlendirme formu			
16	EnPG -2- (aydınlama Priz) formu			
17	EnPG -2- (aydınlama priz) performans değerlendirme formu			
18	EnPG -3- (havalandırma) formu			
19	EnPG -3- (havalandırma) performans değerlendirme formu			
20	EnPG -4- (yürüyen merdiven asansör) formu			
21	EnPG -4- (yür.merd._asan.) performans değerlendirme formu			
22	EnPG -5- (yerleşke idari bina) formu			
23	EnPG -6- (yerleşke atölye binası) formu			
24	EnPG -7- (yerleşke doğalgaz tüketimi) formu			
25	EnPG -5_6_7- (Yerleşke Enerji Tüketim.) performans değerlendirme formu			
26	EnPG -8- İstasyon İç İhtiyaç Formu			
27	EnPG -8.1- (istasyon iç ihtiyaç) kötü performans değişimleri formu			
28	EnPG -8.2- (istasyon iç ihtiyaç) performans formu			
29	EnPG -8.3- iç ihtiyaç performanslarının hat bazında değerlendirilmesi formu			
30	CER tüketimi hedef değer formu			
31	Aydınlatma ve priz tüketimi hedef değer formu			
32	Havalandırma tüketimi hedef değer formu			
33	Yürüyen merdiven ve asansör tüketimi hedef değer formu			
34	Yerleşke tüketimleri hedef değer formu			
35	EnYS Eylem Planı			
36	Görev tanımları formu			

Çizelge 4.44 (devam): EnYS doküman formu.

37	EnYS yıllık eğitim planı formu			
38	EnYS iç yazışma formu			
39	EnYS eğitim katılım kayıt formu			
40	EnYS eğitim değerlendirme formu			
41	Personel EnYS eğitim takip kayıt formu			
42	EnYS İletişim Prosedürü			
43	EnYS Dokümantasyon Kontrolü Prosedürü			
44	EnYS doküman formu			
45	EnYS doküman dağıtım formu			
46	EnYS dış kaynaklı doküman listesi formu			
47	EnYS enerji kontrol listesi formu			
48	EnYS bakım planı formu			
49	EnYS bakım sicil formu			
50	EnYS hizmet, ürün ve donanım sicil formu			
51	EnYS enerji sicil formu			
52	EnYS performans izleme ve ölçme prosedürü			
53	EnYS performans rapor formu			
54	EnYS yasal ve diğer şartlarla uyumluluğunun değerlendirilmesi formu			
55	EnYS iç tetkik sonuçları formu.			
56	EnYS iç tetkik formu			
57	Düzeltilici ve önleyici faaliyet prosedürü			
58	EnYS düzeltilici ve önleyici faaliyet istek formu			
59	EnYS düzeltilici ve önleyici faaliyet takip formu			
60	Kayıtların kontrolü prosedürü			
61	EnYS arşiv formu			
62	EnYS kayıtlar ve saklama formu			
63	EnYS yönetimin gözden geçirmesi toplantı tutanak formu			
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY

Dokümanların dağıtımı için Çizelge 4.45'te form oluşturulmuştur. Böylelikle dokümanların dağıtımının kontrolü sağlanmıştır. Dış kaynaklı dokümanların listesi ise Çizelge 4.46'da gösterilen form ile belgelendirilmiştir.

Çizelge 4.45: EnYS doküman dağıtım formu.

		METRO İSTANBUL AŞ EnYS DOKÜMAN DAĞITIM FORMU		Doküman No	045
				Yayın Tarihi	
				Revizyon No./Tarihi	
DAĞITIM YAPILAN BİRİM					
DOKÜMAN BİLGİLERİ					
DOKÜMAN NO	DOKÜMAN ADI	REVİZYON NO.	DAĞITIM TARİHİ	GERİ ALMA TARİHİ	
2	Enerji Politikası ve Diğer Hususlar	00			
3	Yasal Yükümlülükler ve Diğer Şartlar	00			
4	Yasal ve diğer şartların izlenmesi ve uygunluğunun değerlendirilmesi prosedürü	00			
5	Enerji Gözden Geçirme Prosedürü	00			
7	Eneji ölçme ve izleme prosedürü	00			
8	Enerji Tüketim Formu	00			
35	EnYS Eylem Planı	00			
42	EnYS İletişim Prosedürü	00			
43	EnYS Dokümantasyon Kontrolü Prosedürü	00			
HAZIRLAYAN	KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY

Çizelge 4.46: EnYS dış kaynaklı doküman listesi formu.

	METRO İSTANBUL AŞ EnYS DOKÜMAN DAĞITIM FORMU	Doküman No	046
		Yayın Tarihi	
		Revizyon No./Tarihi	
DOKÜMAN ADI	TAKİP YÖNTEMİ	SORUMLU	
5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu	İnternet	Enerji Yöneticisi	
TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı	İnternet	Enerji Yöneticisi	
Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği	İnternet	Enerji Yöneticisi	
TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Standardı	İnternet	Enerji Yöneticisi	
Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik	İnternet	Enerji Yöneticisi	
Enerji İle İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik	İnternet	Enerji Yöneticisi	
Sıvı ve Gaz Yakıtlı Yeni Sıcak Su Kazanlarının Verimlilik Gereklilerine Dair Yönetmelik	İnternet	Enerji Yöneticisi	
Genel Aydınlatma Yönetmeliği	İnternet	Enerji Yöneticisi	
Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik	İnternet	Enerji Yöneticisi	
Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliği	İnternet	Enerji Yöneticisi	
Enerji Verimliliği Strateji Belgesi	İnternet	Enerji Yöneticisi	
İklim Değişikliği Strateji Belgesi	İnternet	Enerji Yöneticisi	
Onuncu Kalkınma Planı	İnternet	Enerji Yöneticisi	
Enerji Verimliliği Ulusal Eylem Planı	İnternet	Enerji Yöneticisi	
HAZIRLAYAN	KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY

4.4.4 Faaliyetlerin kontrolü

Enerji politikasından, amaçlarından ve hedeflerinden sapmaya yol açabilecek durumların önlenmesi ve enerji kontrol listesinin doldurulması için Çizelge 4.47'deki form oluşturulmuştur. Bakım planlarının hazırlanması için Çizelge 4.48'deki form oluşturulmuştur. Bakım ve onarım işlemlerinin dokümante edilebilmesi için Çizelge 4.49'daki form oluşturulmuştur.

Çizelge 4.47: EnYS enerji kontrol listesi formu.

		METRO İSTANBUL AŞ EnYS ENERJİ KONTROL LİSTESİ	Doküman No		047
			Yayın Tarihi		
			Revizyon No./Tarihi		
KONTROLÜN YAPILDIĞI ALAN					
KONROLÜ YAPAN KİŞİ					
NO	PERİYOT	KONTROL KONULARI	E	H	UYGUNSUZLUK
1	AYLIK	Personel gerekli eğitimleri almış mı?			
2	AYLIK	Kuvvetli akım pano kontrolleri ve bakımları yapılmış mı?			
3	AYLIK	Jeneratör kontrolleri ve bakımları yapılmış mı?			
4	AYLIK	Kompanzasyon kontrolleri ve bakımları yapılmış mı?			
5	AYLIK	Asansör ve yürüyen merdiven kontrolleri ve bakımları yapılmış mı?			
6	AYLIK	Havalandırma kontrolleri ve bakımları yapılmış mı?			
7	AYLIK	Tren bakımları yapılmış mı?			
8	AYLIK	Enerji besleme kabloları kontrolleri ve bakımları yapılmış mı?			
9	AYLIK	Aydınlatma tesisatı kontrolleri ve bakımları yapılmış mı?			
10	AYLIK	CER trafo kontrolleri ve bakımları yapılmış mı?			
11	AYLIK	Yardımcı servis trafoları kontrolleri ve bakımları yapılmış mı?			
12	AYLIK	Enerji faturaları kontrolleri yapılıyor mu?			
AÇIKLAMALAR					
HAZIRLAYAN	KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY

Çizelge 4.48: EnYS bakım planı formu.

			METRO İSTANBUL AŞ EnYS BAKIM PLANI FORMU		Doküman No		048
					Yayın Tarihi		
					Revizyon No./Tarihi		
NO	HAT	BAKIM YAPILACAK ALAN	BAKIM PERİYODU				
			GÜNLÜK	HAFTALIK	AYLIK	6 AYLIK	YILLIK
1		CER	X				
2		AYDINLATMA ve PRİZ	X				
3		HAVALANDIRMA	X				
4		YÜRÜYEN MERD. ASANSÖR	X				
		ESENLER İDARİ BİNA			X		
		ESENLER ATÖLYE BİNASI	X				
		ESENLER ve SEYRANTEPE YERLEŞKESİ ISITMA SİSTEMLERİ ve YALITIM			X		
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY	

Çizelge 4.49: EnYS bakım sicil formu.

			METRO İSTANBUL AŞ EnYS BAKIM SİCİL FORMU		Doküman No		049
					Yayın Tarihi		
					Revizyon No./Tarihi		
TEÇHİZAT ADI	TEÇHİZAT KODU	LOKASYON	İMALAT YILI	MARKA/MODEL	DEVREYE ALINDIĞI YIL		
BAKIM / ARIZA ONARIM TARİHİ	BAKIM TÜRÜ / ARIZA TANIMI	YAPILAN İŞLEMLER	DEĞİŞEN PARÇALAR	BAKIM / ONARIM YAPAN KİŞİ İMZA	AÇIKLAMALAR TAVSİYELER		
HAZIRLAYAN	KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY		

4.4.5 Enerji Hizmetleri, ürünler, donanım ve enerjinin tedariki

Kuruluşun önemli enerji kullanıcıları üzerinde etkisi olan veya olabilecek enerji hizmetleri, ürün ve donanımların tedariki sırasında bunların enerji kullanımı, tüketimi ve verimliliklerini gösteren bir form oluşturulmuştur. Bu form Çizelge 4.50’de gösterilmektedir. Enerji satın alınması için enerji sicil formu oluşturulmuştur. Bu form Çizelge 4.51’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.50: EnYS hizmet, ürün ve donanım sicil formu.

		METRO İSTANBUL AŞ EnYS HİZMET, ÜRÜN ve DONANIM FORMU			Doküman No	050
					Yayın Tarihi	
					Revizyon No./Tarihi	
HİZMET, ÜRÜN ve DONANIM ADI	BİRİM ENERJİ TÜKETİMİ	VERİMLİLİK SINIFI	ÖMRÜ	KULLANILACAĞI ALAN	İLK YATIRIM MALİYETİ	GERİ ÖDEME SÜRESİ
HAZIRLAYAN	KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ			ONAY

Çizelge 4.51: EnYS enerji sicil formu.

			METRO İSTANBUL AŞ EnYS ENERJİ SİCİL FORMU			Doküman No	051
						Yayın Tarihi	
						Revizyon No./Tarihi	
YIL	DÖNEM	ENERJİ TÜRÜ	ENERJİNİN KULLANILACAĞI YER	TEDARİKÇİ	ENERJİ TARİFE SINIFI	ENERJİ BİRİM FİYATI	
HAZIRLAYAN	KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ			ONAY	

4.5 Kontrol Etme ve Önlem Alma

4.5.1 İzleme, ölçme ve analiz etme

EnYS performans izleme ve ölçme prosedürü oluşturulmuştur. Bu prosedür ile önemli enerji kullanımları ve diğer enerji gözden geçirme çıktıları, önemli enerji kullanım alanlarına dair değişkenler, EnPG'ler, eylem planlarının hedef ve amaçlara ulaşmadaki etkinliği, mevcut tüketimin hedeflenen enerji tüketimine göre değerlendirilmesi sağlanmıştır. Enerji yönetim temsilcisi tarafından hazırlanması gereken enerji performans rapor formu Çizelge 4.52'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.52: EnYS performans rapor formu.

	METRO İSTANBUL AŞ EnYS ENERJİ PERFORMANS RAPOR FORMU		Doküman No	053
Yayın Tarihi				
Revizyon No./Tarihi				
RAPORU DÜZENLEYEN	ENERJİ YÖNETİM TEMSİLCİSİ			
RAPORUN AİT OLDUĞU YIL				
TARİH				
..... YILI PERFORMANS RAPORU				
HAZIRLAYAN	KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY	

4.5.2 Yasal ve diğer şartlarla uyumluluğun değerlendirilmesi

EnYS kapsamında kuruluşun yasal ve diğer şartlarla uyumluluğunun değerlendirilmesi için Çizelge 4.53'te form oluşturulmuştur. Oluşturulan form ile yasal ve diğer şartlara uygunluğun karşılayıp karşılanmadığını yılda bir yapılan iç tetkiklerle kayıt altına alınması sağlanmıştır.

Çizelge 4.53: EnYS yasal ve diğer şartlarla uyumluluğunun değerlendirilmesi formu.

	METRO İSTANBUL AŞ EnYS YASAL ve DİĞER ŞARTLARLA UYUMLULUĞUN DEĞERLENDİRİLMESİ FORMU	Doküman No	054
		Yayın Tarihi	
		Revizyon No./Tarihi	
RAPORU DÜZENLEYEN	ENERJİ YÖNETİM TEMSİLCİSİ		
RAPORUN AİT OLDUĞU YIL			
TARİH			
YASAL ve DİĞER ŞART ADI			
UYUMLULUK RAPORU			
HAZIRLAYAN	KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY

4.5.3 EnYS iç tetkiki

EnYS için planlanmış düzenlemelere, belirlenen hedef ve amaçlara uygunluğun sağlanması ve EnYS'nin etkin bir biçimde uygulanması, sürdürülmesi ve enerji performansının iyileştirilmesi için planlı aralıklarla iç tetkik toplantıları yapılması gerekmektedir. Ayrıca tetkik edilecek alanların durum ve önemleri, geçmiş tetkiklerin sonuçları göz önünde bulundurularak bir tetkik planı ve takvimi oluşturulmalıdır. Bu sebeple EnYS iç tetkik planı oluşturulmuştur. İç tetkiklerin üç ayda bir yapılması planlanmıştır. Böylelikle çeyrek dilimlerle yeni fiyatları belirlenen enerji bedelleri ile eş zamanlı bir tetkik yapılmış olacaktır. Bu plan Çizelge 4.54'te gösterilmektedir. Çizelge 4.55'te ise iç tetkik sonuç formu oluşturulmuştur. Bu form ile tetkik sonuçları muhafaza edilmiş ve üst yönetime raporlanmış olacaktır. Burada önemli bir husus ise tetkikçilerin objektifliği ve tarafsızlık ilkesidir.

Çizelge 4.54: EnYS iç tetkik planı formu.

		METRO İSTANBUL AŞ EnYS İÇ TETKİK PLANI FORMU				Doküman No	055
						Yayın Tarihi	
						Revizyon No./Tarihi	
TETKİK KURULU							
TARİH							
TETKİK KONUSU	ALAN	TETKİK PERİYODU					
		1.ÇEYREK	2.ÇEYREK	3.ÇEYREK	4.ÇEYREK		
		MART	HAZİRAN	EYLÜL	ARALIK		
CER	M1-M2-M3-M4-T1-T4	X	X	X	X		
AYD.PRİZ	M1-M2-M3-M4	X	X	X	X		
HAVALANDIRMA	M1-M2-M3-M4	X	X	X	X		
YÜR.MER.ASAN.	M1-M2-M3-M4	X	X	X	X		
ELEKTRİK TÜK.	ESENLER İDARİ BİNA ESENLER ATÖLYELER	X	X	X	X		
DOĞALGAZ TÜK.	ESENLER YERLEŞKE SEYRANTEPE YER.		X			X	
HAZIRLAYAN		KONTROL		YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY	

Çizelge 4.55: EnYS iç tetkik formu.

		METRO İSTANBUL AŞ EnYS İÇ TETKİK FORMU				Doküman No	056
						Yayın Tarihi	
						Revizyon No./Tarihi	
TETKİK KURULU							
TARİH							
TETKİK KONUSU	TETKİK PERİYODU				GÜNCEL PERİYOT PERFORMANSI	ÖNCEKİ PERİYOT PERFORMANSI	HEDEF PERFORMANSTAN SAPMA
	1	2	3	4			
M1 CER							
M1 AYD.PRİZ							
M1 HAVALANDIRMA							
M1 YÜR.MER.ASAN.							
M2 CER							
M2 AYD.PRİZ							
M2 HAVALANDIRMA							
M2 YÜR.MER.ASAN.							
M3 CER							
M3 AYD.PRİZ							
M3 HAVALANDIRMA							
M3 YÜR.MER.ASAN.							
M4 CER							
M4 AYD.PRİZ							
M4 HAVALANDIRMA							
M4 YÜR.MER.ASAN.							
T1 CER							
T4 CER							
ESENLER İDARİ ELK							
ESENLER ATÖLYE ELK							
ESENLER YER.DOĞALGAZ							
SEYRANTEPE YER. DOĞALGAZ							
TETKİK BULGULARI ve RAPORU							
HAZIRLAYAN	KONTROL				YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY	

4.5.4 Uygunsuzluklar, düzeltme, düzeltici ve önleyici faaliyetler

Düzeltilici ve önleyici faaliyet prosedürü oluşturulmuştur. Düzeltici ve önleyici faaliyetlerin dokümantasyonun sağlanması için Çizelge 4.56'da düzeltici ve önleyici faaliyet istek formu oluşturulmuştur. Yapılan işlemleri kayıt altına almak ve üst yönetime raporlamak için düzeltici ve önleyici faaliyet takip formu oluşturulmuştur. Bu form Çizelge 4.57'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.56: EnYS düzeltici ve önleyici faaliyet istek formu.

		METRO İSTANBUL AŞ EnYS DÜZELTİCİ ve ÖNLEYİCİ FAALİYET İSTEK FORMU		Doküman No	058
				Yayın Tarihi	
				Revizyon No./Tarihi	
DÜZELTİCİ ve ÖNLEYİCİ FAALİYET NO					
TARİH					
UYGUNSUZLUĞUN TANIMI					
UYGUNSUZLUĞUN MUHTEMEL SEBEBİ					
ÖNERİLEN DÜZELTİCİ ve ÖNLEYİCİ FAALİYET					
ÖNEREN KİŞİ	ÜNVANI	İMZA	TARİH		
İNCELEME RAPORU					
FAALİYETİN NİTELİĞİ	DÜZELTİCİ		ÖNLEYİCİ		
FAALİYETİN KABULÜ	KABUL EDİLDİ		KABUL EDİLMEDİ		
KABUL EDİLMEME SEBEBİ					
FAALİYET					
TERMİN TARİHİ					
YAPACAK BİRİM					
TAKİP EDECEK KİŞİ			İMZA		
FAALİYETİN TAKİBİ			FAALİYETİN KAPATILMASI		
FAALİYET YETERSİZDİR		FAALİYET ETKİN ve YETERLİ ŞEKİLDE KAPATILMIŞTIR			
FAALİYET YETERLİ ve ETKİN ŞEKİLDE TAMAMLANMIŞTIR		FAALİYET UYGULAMASI KAPATILMAMIŞTIR. YÖNETİMİN GÖZDEN GEÇİRME TOPLANTISINA SUNULACAKTIR			
AÇIKLAMA			AÇIKLAMA		
FAALİYETİ UYGULAMASINI TAKİP EDEN			YÖNETİM TEMSİLCİSİ		
AD SOYAD	ÜNVAN	İMZA	AD SOYAD	İMZA	TARİH
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY

Çizelge 4.57: EnYS düzeltici ve önleyici faaliyet takip formu.

					METRO İSTANBUL AŞ EnYS DÜZELTİCİ ve ÖNLEYİCİ FAALİYET TAKİP FORMU		Doküman No	059
							Yayın Tarihi	
							Revizyon No./Tarihi	
FAALİYET NO	BAŞLAMA TARİHİ	PLANLANAN BİTİŞ TARİHİ	GERÇEKLEŞEN BİTİŞ TARİHİ	SORUMLU BİRİM	FAALİYET NİTELİĞİ		SONUÇ	
					DÜZELTİCİ	ÖNLEYİCİ		
HAZIRLAYAN			KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY		

4.5.5 Kayıtların kontrolü

EnYS kapsamında oluşturulan kayıtların kontrolü için prosedür oluşturulmuştur. EnYS arşivine giren ve çıkan kayıtlar Çizelge 4.58’de oluşturulan arşiv formu ile dokümante edilmiştir. Ayrıca kayıtlar ve saklama süreleri listesi için Çizelge 4.59’daki form oluşturulmuştur.

Çizelge 4.58: EnYS arşiv formu.

				METRO İSTANBUL AŞ EnYS ARŞİV FORMU		Doküman No	061
						Yayın Tarihi	
						Revizyon No./Tarihi	
DOKÜMAN NO	DOKÜMAN ADI	ARŞİVE GELİŞ TARİHİ	ARŞİVDEN ÇIKIŞ TARİHİ	AÇIKLAMA			
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY		

Çizelge 4.59: EnYS kayıtlar ve saklama formu.

				METRO İSTANBUL AŞ EnYS KAYITLAR ve ARŞİV SAKLAMA FORMU		Doküman No	062
						Yayın Tarihi	
						Revizyon No./Tarihi	
DOKÜMAN NO	DOKÜMAN ADI	SAKLAMA SÜRELERİ					
		BÖLÜM SAKLAMA SÜRESİ		ARŞİV SAKLAMA SÜRESİ			
HAZIRLAYAN		KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ		ONAY		

4.5.6 Yönetimin gözden geçirmesi

Yönetimin gözden geçirme toplantısı EnYS ile enerji politikasının uyumluluğu ve enerji hedeflerinin planlanan aralıklarla görüşüldüğü toplantılardır. Yönetim gözden geçirme toplantılarının kayıt altına alınıp dokümanite edilmesi için Çizelge 4.60’da gösterilen yönetimin gözden geçirmesi toplantı tutanak formu oluşturulmuştur. Oluşturulan formda ISO 50001 standardı madde 4.7.2, yönetim gözden geçirmesi girdileri, doğrultusunda toplantı gündemi belirlenmiştir. Toplantı sonuçları ise ISO 50001 standardı madde 4.7.3, yönetim gözden geçirmesi çıktıları doğrultusunda başlıklar oluşturularak belirtilmiştir. Yönetim gözden geçirmesi toplantılarının yılda bir kez düzenlenmesi uygun görülmüştür. Olağanüstü durumlar dışında toplantıların ilgili yılın aralık ayı ilk Cuma günü yapılması planlanmıştır.

Çizelge 4.60: EnYS yönetimin gözden geçirmesi toplantı tutanak formu.

	METRO İSTANBUL AŞ EnYS YÖNETİMİN GÖZDEN GEÇİRMESİ TOPLANTI TUTANAK FORMU	Doküman No	063
		Yayın Tarihi	
		Revizyon No./Tarihi	
TARİH			
TOPLANTIYA KATILANLAR			
GÖREVİ	İMZA		
GENEL MÜDÜR			
GENEL MÜDÜR YARDIMCISI (İŞLETME)			
GENEL MÜDÜR YARDIMCISI (MALİ ve İDARİ İŞLER)			
GENEL MÜDÜR YARDIMCISI (TEKNİK İŞLER)			
GENEL MÜDÜR YARDIMCISI (PROJE)			
ENERJİ YÖNETİM TEMSİLCİSİ			
BAKIM MÜDÜRÜ (METRO_ ANADOLU)			
BAKIM MÜDÜRÜ (METRO_ AVRUPA)			
BAKIM MÜDÜRÜ (HAFİF METRO_ TRAMVAY)			
RAYLI SİSTEMLER ARAÇ YENİLEME MÜDÜRÜ			
AR-GE MÜDÜRÜ			
ENERJİ YÖNETİCİSİ			

Çizelge 4.60 (devam): EnYS yönetimin gözden geçirmesi toplantı tutanak formu

GÜNDEM MADDELERİ			
1. Bir önceki yönetim gözden geçirilmesine ait faaliyetlerin gözden geçirilmesi 2. Enerji politikasının gözden geçirilmesi 3. Yasal ve diğer şartların gözden geçirilmesi ve değerlendirilmesi 4. Enerji boyutlarının gözden geçirilmesi ve değerlendirilmesi 5. Enerji performanslarının gözden geçirilmesi ve değerlendirilmesi 6. Enerji hedefleri ile amaçlarının durumu 7. EnYS tetkik sonuçları 8. Düzeltici ve önleyici faaliyetlerin durumu ve değerlendirilmesi 9. Genel enerji performansı 10. Sonraki dönem için öngörülen enerji tüketimi planlaması 11. İyileştirme konusundaki tavsiyeler			
DEĞERLENDİRİLEN HUSUSLAR			
ENERJİ PERFORMANSINDAKİ DEĞİŞİKLİKLER			
ENERJİ POLİTİKASINDAKİ DEĞİŞİKLİKLER			
EnPG'lerdeki DEĞİŞİKLİKLER			
HEDEF, AMAÇ ve DİĞER UNSURLARDAKİ DEĞİŞİKLİKLER			
KAYNAKLARIN TAHSİSİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLER			
ALINAN KARARLAR			
HAZIRLAYAN	KONTROL	YÖNETİM TEMSİLCİSİ	ONAY

5. BULGULAR ve DEĞERLENDİRME

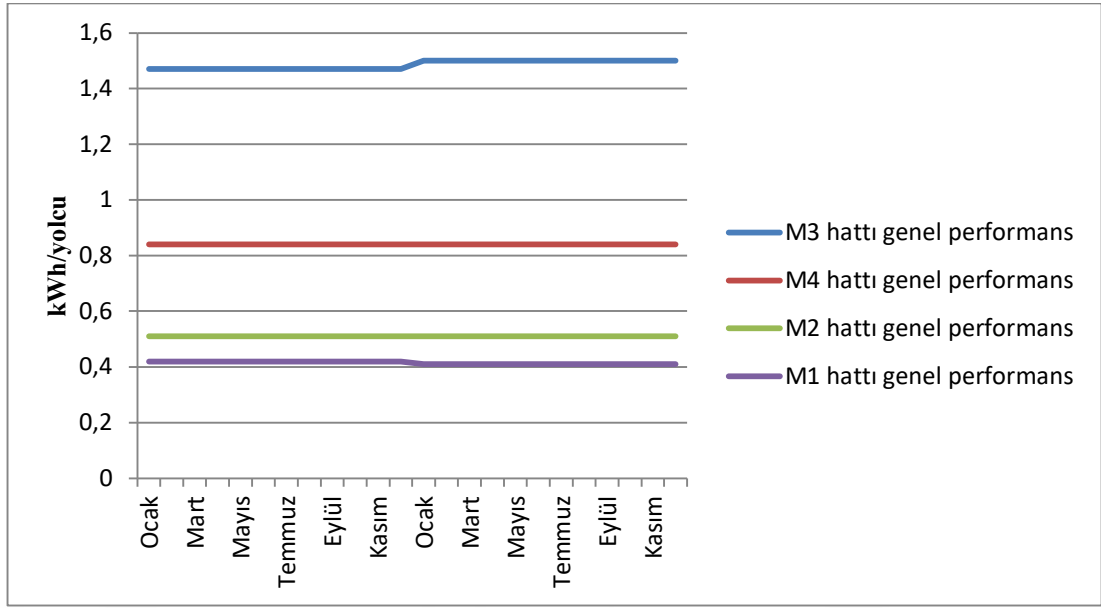
EnYS kapsamında 2016 ve 2017 yıllarında yapılan ve tezin dördüncü bölümünde verilen birim enerji tüketim değerleri ve hatların kıyaslanabilmesi için Çizelge 5.1’de özet tablo oluşturulmuştur. Oluşturulan tablo EnYS kapsamındaki hatların genel performansı (kWh/yolcu) ile CER, aydınlatma ve priz, havalandırma, yürüyen merdiven ve asansör performanslarının 2016 ve 2017 yılları için özetidir. Tabloda ayrıca 2016 ve 2017 yılı performans değerlerinin ortalamaları da gösterilmektedir. Buradaki amaç hem 2016 ve 2017 yıllarındaki performans değişimlerini görmek hem de bu yıllara ait genel karakterişi belirlemektir. Tabloda kırmızı ile belirtilen kısımlar ise o bölüme ait performansların en kötüsü olup sergilendiği hattın değerini vurgulamaktadır. Bu tablo esas alınarak EnYS kapsamındaki hatlarda tespit edilen bulgular ve değerlendirmeler genel performans değerlendirmesi, CER performansı değerlendirmesi, aydınlatma ve priz performansı değerlendirmesi, havalandırma performansı değerlendirmesi ve asansör ve yürüyen merdiven performansı değerlendirmesi olarak tezin bu bölümünde anlatılacaktır. Ayrıca performans değerlendirmelerinin dışında elektrik enerjisi faturalandırmasına esas tarifeler arasında analiz yapılarak fatura değerlendirmesi yapılacaktır. Böylece faturaların doğru tarife üzerinden ödenip ödenmediği kontrol edilecektir.

5.1 EnYS Kapsamındaki Hatların (M1-M2-M3-M4-T1-T4) Genel Performans Bulgu ve Değerlendirmeleri

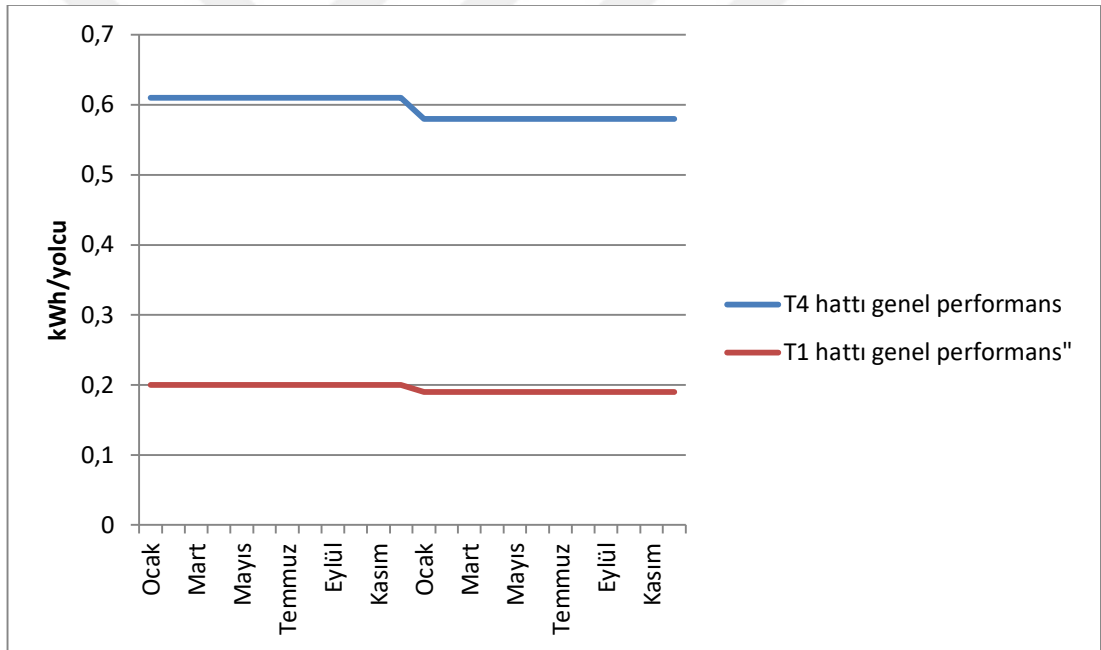
Genel performans değerlendirmesi hatlarda harcanan yıllık enerji miktarının o hatta taşınan yıllık yolcu sayısına oranı ile hesaplanmış ve değerlendirilmiştir. Hatların genel performansları Çizelge 5.1’de gösterilmiştir. Metro sistemleri genel performans değerlendirmesi kendi aralarında, tramvay sistemleri genel performans değerlendirmesi ise kendi aralarında yapılmıştır. Çünkü metro sistemlerinde tramvay sistemlerinden farklı olarak istasyon tüketimleri doğal olarak daha yüksek değerlerdedir. Değerlendirmelerin daha iyi anlaşılabilmesi için performansların grafiksel gösterimleri Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.1: Hat performans karşılaştırma tablosu

Hat No	Dönem	Toplam (kWh/yolcu)	Cer (kWh/yolcu+kWhkm)	Cer ort. (kWh/yolcu+kWh/km)	Ayd. (kWh/m2)	Ayd. Ort. (kWh/m2)	Hav. (kWh/m2)	Hav. Ort (kWh/m2)	Asan.Yür.Merd. (kWh/m2)	Asan.Yür.Merd. Ort. (kWh/m2)
M1	2016	0,42	2,25	2,26	3,26	3,26	0,70	0,66	2,05	2,06
	2017	0,41	2,27		3,26		0,62		2,07	
M2	2016	0,51	2,50	2,45	2,88	2,8	0,79	1,13	1,65	1,46
	2017	0,51	2,39		2,72		1,47		1,27	
M3	2016	1,47	3,17	3,10	0,96	1,18	0,79	0,77	0,47	0,47
	2017	1,50	3,03		1,39		0,75		0,46	
M4	2016	0,84	2,29	2,07	2,62	2,97	1,11	1,14	1,30	1,21
	2017	0,84	1,85		3,31		1,16		1,11	
T1	2016	0,20	3,54	3,53						
	2017	0,19	3,51							
T4	2016	0,61	4,47	4,43						
	2017	0,58	4,39							



Şekil 5.1: Metro hatları 2016-2017 yılı genel performansları.



Şekil 5.2: Tramvay hatları 2016-2017 yılı genel performansları.

Bulgu 1:

Çizelge 5.1, Şekil 5.1’den anlaşıldığı üzere genel performans açısından metro hatları arasında en verimsiz hat ortalama 1,485 kWh/yolcu ile M3 hattıdır. Metro hatlarındaki performans açısından en verimli hat ise ortalama 0,415 kWh/yolcu ile M1 hattıdır. M3 hattının genel performans değerlerinin diğer metro hatları performanslarına göre 2-3 kat daha kötü olduğu anlaşılmaktadır.

Bulgu 1 değerlendirme:

Yapılan saha çalışmalarında M3 hattının tüm istasyonları incelenmiştir. Yapılan inceleme neticesinde M3 hattının sefer sayısının yolcu sayısına oranla çok sık olduğu görülmüştür. Pik saatlerde, sabah işe ve okula gidiş ile akşam iş ve okuldan eve dönüş, sefer sıklığı 3 dk olan hattın bu saatler dışında sefer sıklığının 8 dk olduğu tespit edilmiştir. Hafta içi pik saatlerde hattın tam kapasite çalıştığı görülmüştür. Ancak pik saatler dışındaki zaman diliminde hattın az yolcuya hizmet verdiği görülmüştür. Bu sebeple M3 hattının genel performansının diğer metro hatlarına oranla daha kötü olduğu anlaşılmıştır.

Bulgu 1 çözüm önerisi:

M3 hattı pik saatler dışındaki sefer sıklığı süresinin 10 dk olması halinde şu an ki duruma göre %7,87 oranında iyileştirme yapılabileceği hesaplanmıştır. İlgili hesaplama Çizelge 5.2’de gösterilmektedir. Hesaplama % iyileştirme bulunacağı için kolaylık olması açısından harcanan enerji miktarı 100 birim miktar olarak alınmıştır. Yeni düzenleme ile günlük 178 olan toplam sefer sayısı 164 sefere indirilmiştir. Hizmet kalitesi açısından müşteri memnuniyeti göz önüne alınarak sefer sıklığı 10 dk olacak şekilde düzenleme yapılması uygun görülmüştür.

Çizelge 5.2: M3 hattı sefer sıklığı düzenlemesi yapılarak elde edilecek iyileştirme hesabı

		Mevcut Hal			Düzenlenmiş Hal		
Saat Dilimi	Süre (Saat)	Sefer Sıklığı	Saatteki Sefer Sayısı	Toplam Sefer Sayısı	Sefer Sıklığı	Saatteki Sefer Sayısı	Toplam Sefer Sayısı
06:00-07:00	1	8 dk	7	7	10 dk	6	6
07:00-09:00	2(Pik)	3 dk	20	40	3 dk	20	40
09:00-17:00	8	8 dk	7	56	10 dk	6	48
17:00-19:00	2(Pik)	3 dk	20	40	3 dk	20	40
19:00-00:00	5	8 dk	7	35	10 dk	6	30
Günlük Toplam Sefer Sayısı				178			164
Günlük Harcanan Enerji (birim)				100			92,13
Yapılacak İyileştirme Oranı							%7,87

Bulgu 2:

Bulgu 1'e benzer şekilde tramvay hatları kendi aralarında karşılaştırıldığında T4 hattı genel performansının T1 hattı genel performansından 3 kat daha kötü olduğu anlaşılmaktadır.

Bulgu 2 değerlendirme:

Yapılan saha çalışmalarında T4 hattının tüm istasyonları incelenmiştir. Yapılan inceleme neticesinde T4 hattının sefer sayısının yolcu sayısına oranla çok sık olduğu görülmüştür. Pik saatlerde, sabah işe ve okula gidiş ile akşam iş ve okuldan eve dönüş, sefer sıklığı 4 dk olan hattın bu saatler dışında sefer sıklığının 6 dk olduğu tespit edilmiştir. Hafta içi pik saatlerde hattın tam kapasite çalıştığı görülmüştür. Ancak pik saatler dışındaki zaman diliminde hattın az yolcuya hizmet verdiği görülmüştür. Bu sebeple T4 hattının genel performansının T1 hattına oranla daha kötü olduğu anlaşılmıştır.

Bulgu 2 çözüm önerisi:

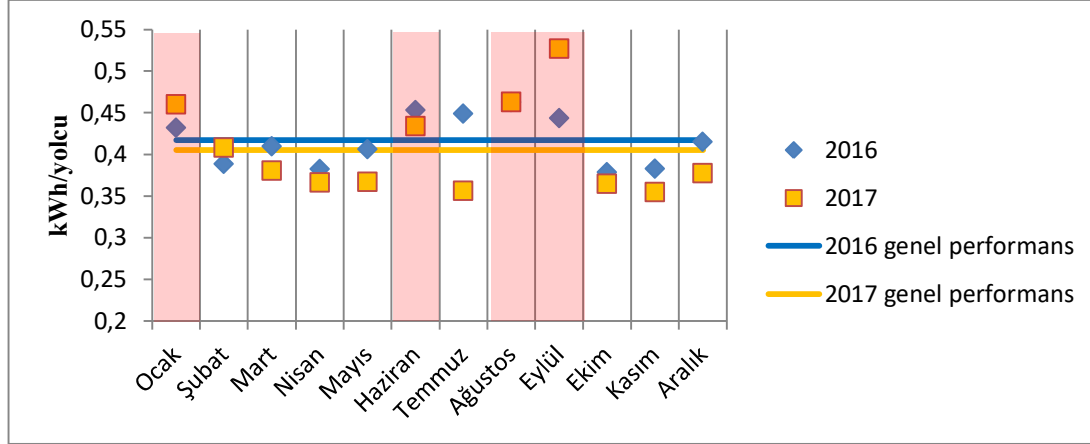
T4 hattı pik saatler dışındaki sefer sıklığı süresinin 8 dk olması halinde şu an ki duruma göre %17 oranında iyileştirme yapılabileceği hesaplanmıştır. İlgili hesaplama Çizelge 5.3'te gösterilmektedir. Hesaplamada % iyileştirme bulunacağı için kolaylık olması açısından harcanan enerji miktarı 100 birim miktar olarak alınmıştır. Yeni düzenleme ile günlük 200 olan toplam sefer sayısı 166 sefere indirilmiştir. Hizmet kalitesi açısından müşteri memnuniyeti göz önüne alınarak sefer sıklığı 8 dk olacak şekilde düzenleme yapılması uygun görülmüştür.

Çizelge 5.3: Hat performans karşılaştırma tablosu

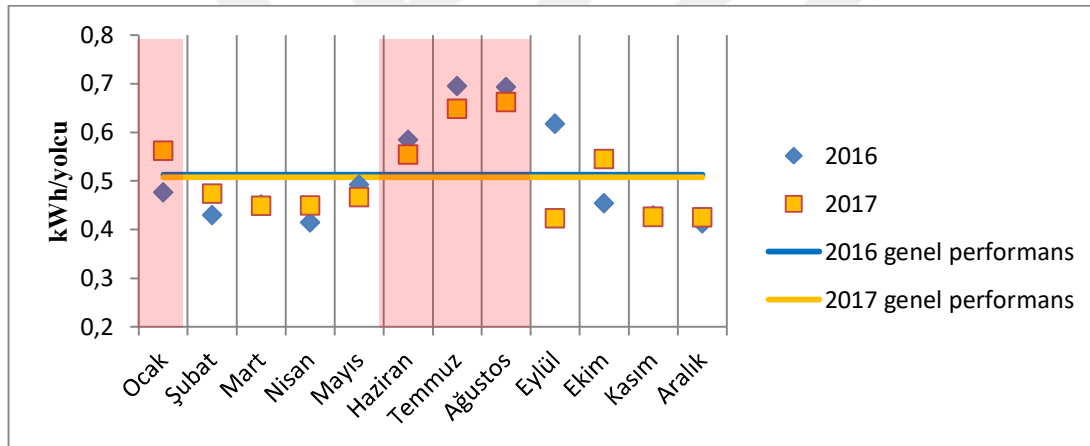
Saat Dilimi	Süre (Saat)	Mevcut Hal			Düzenlenmiş Hal		
		Sefer Sıklığı	Saatteki Sefer Sayısı	Toplam Sefer Sayısı	Sefer Sıklığı	Saatteki Sefer Sayısı	Toplam Sefer Sayısı
06:00-07:00	1	6 dk	10	10	8 dk	7	7
07:00-09:00	2(Pik)	4 dk	15	30	4 dk	15	30
09:00-17:00	8	6 dk	10	80	8 dk	8	64
17:00-19:00	2(Pik)	4 dk	15	30	4 dk	15	30
19:00-00:00	5	6 dk	10	50	8 dk	7	35
Günlük Toplam Sefer Sayısı				200			166
Günlük Harcanan Enerji (birim)				100			83,00
Yapılacak İyileştirme Oranı							%17,00

Bulgu 3:

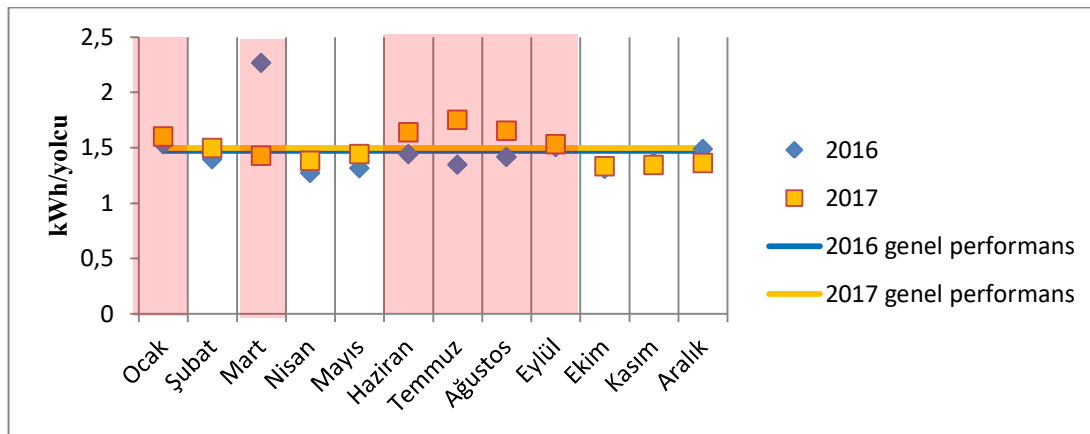
Hatların 2016 ve 2017 yıllarındaki genel performanslarının aylık bazda değişimleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir. Kötü performanslar kırmızı bölge ile belirtilmiştir.



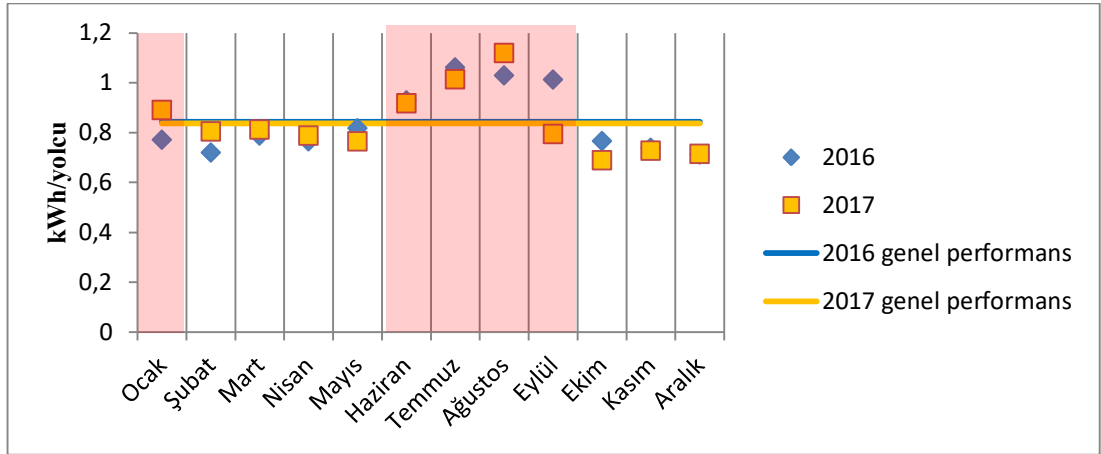
Şekil 5.3: M1 hattı genel performans değişimleri.



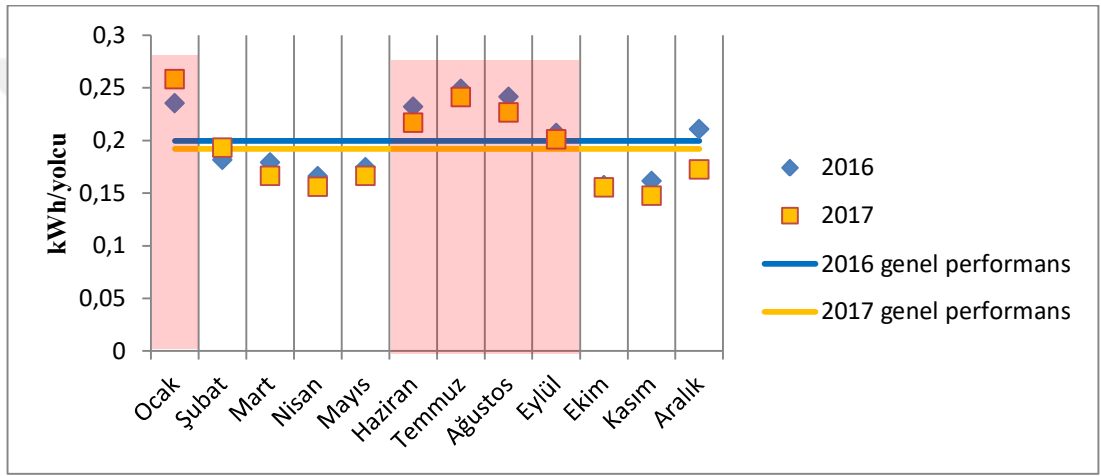
Şekil 5.4: M2 hattı genel performans değişimleri.



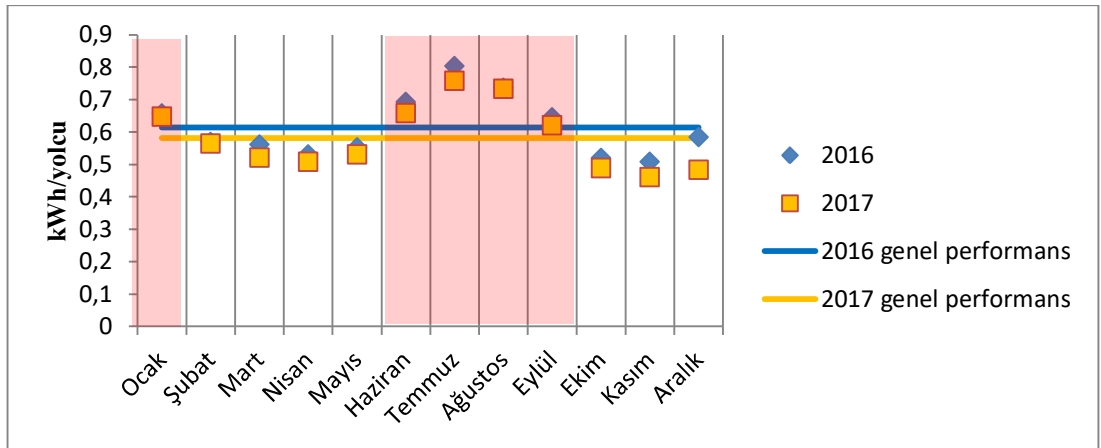
Şekil 5.5: M3 hattı genel performans değişimleri.



Şekil 5.6: M4 hattı genel performans değişimleri.



Şekil 5.7: T1 hattı genel performans değişimleri.



Şekil 5.8: T4 hattı genel performans değişimleri.

Şekil 5.3-5.8 incelendiğinde genel performanların genellikle ocak, haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında referans değerinin üzerinde seyrettiği tespit edilmiştir.

Bulgu 3 değerlendirme:

Bulgu 3’te tespit edilen hususun haziran, temmuz, ağustos ve eylül dönemleri için soğutma yüklerine olan talebin artmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Ancak ocak ayındaki artışların sebebinin EnYS kapsamında detaylı enerji taraması yaptırılarak tespit ettirilmesinin gerekli olduğunu belirtmek isteriz. Belirtilen döneme ait yapılacak olan detaylı enerji taraması neticesinde tespit edilen husus ya da hususların EnYS kapsamında eylem planına dahil edilmesi gerekmektedir.

5.2 EnYS Kapsamındaki Hatların (M1-M2-M3-M4-T1-T4) CER Performans

Bulgu ve Değerlendirmeleri

EnYS kapsamındaki hatların CER performansları Çizelge 5.1’de gösterilmiştir. CER performans değerlendirmeleri hem metrolar arasında hem tramvaylar arasında hem de metro ve tramvay sistemleri arasında yapılmıştır. Değerlendirmelerin daha iyi anlaşılabilmesi için performansların grafiksel gösterimi oluşturulmuştur. Oluşturulan grafik tezin dördüncü bölümünde Şekil 4.2’de gösterilmektedir.

Bulgu 4:

Çizelge 5.1 ve Şekil 4.2’den anlaşıldığı üzere, CER performansı açısından metro hatları arasında en verimsiz hat ortalama 3,10 [(kWh/yolcu)+(kWh/km)] ile M3 hattıdır. Metro hatlarındaki performans açısından en verimli hat ise ortalama 2,07 [(kWh/yolcu)+(kWh/km)] ile M4 hattıdır. M3 hattının CER performans değerlerinin diğer metro hatları performanslarına göre 1.5 kat daha kötü olduğu anlaşılmıştır.

Bulgu 4 değerlendirme:

Bulgu 1 değerlendirmesindeki husus bu değerlendirme için de geçerlidir.

Bulgu 4 çözüm önerisi:

Bulgu 1 çözüm önerisindeki husus bu çözüm önerisi için de geçerlidir.

Bulgu 5:

Çizelge 5.1 ve Şekil 4.2’den anlaşıldığı üzere, CER performansı açısından tramvay hatları arasında en verimsiz hat ortalama 4,43 [(kWh/yolcu)+(kWh/km)] ile T4 hattıdır. Tramvay hatlarındaki performans açısından en verimli hat ise ortalama 3,53

$[(kWh/yolcu)+(kWh/km)]$ ile T1 hattıdır. T4 hattının CER performans değerlerinin T1 hattı CER performanslarına göre 1.25 kat daha kötü olduğu anlaşılmıştır.

Bulgu 5 değerlendirme:

Bulgu 2 değerlendirmesindeki husus bu değerlendirme için de geçerlidir.

Bulgu 5 çözüm önerisi:

Bulgu 2 çözüm önerisindeki husus bu çözüm önerisi için de geçerlidir. Ayrıca verimli sürüş teknikleri eğitimleri verilmelidir.

Bulgu 6:

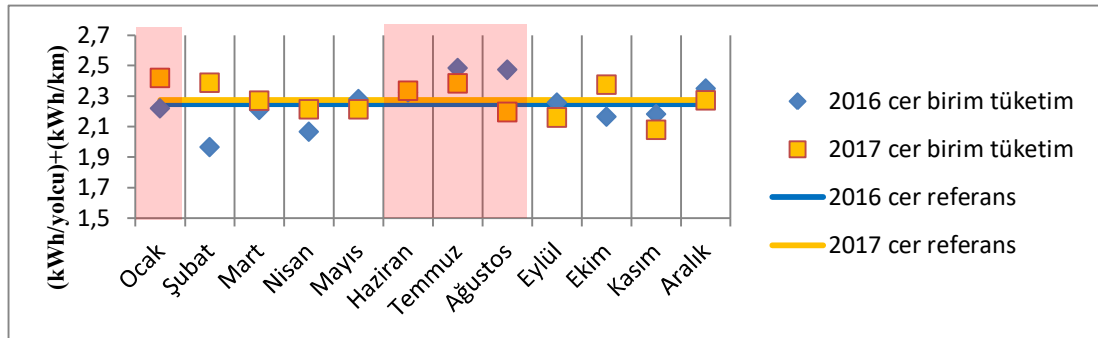
Çizelge 5.1, Şekil 4.2'den anlaşıldığı üzere, metro hatlarına ait CER performanslarının tramvay hatlarına ait CER performanslarından daha iyi olduğu anlaşılmıştır. En kötü CER performansına sahip M3 hattının bile en iyi CER performansına sahip T4 hattından daha iyi olduğu görülmektedir.

Bulgu 6 değerlendirme:

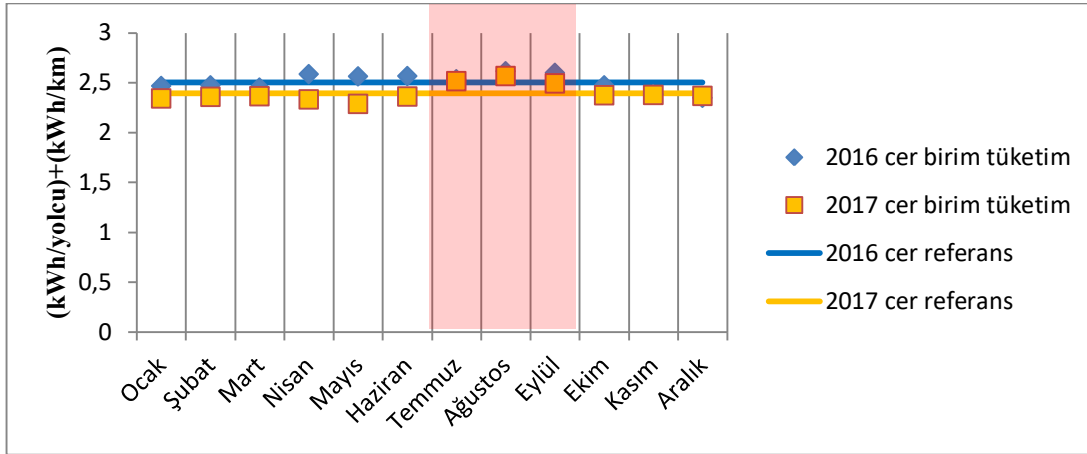
Bulgu 6'da tespit edilen husus değerlendirildiğinde, tramvay hatlarındaki CER performansının metro hatlarına oranla daha kötü olmasının en büyük sebebi; istasyon sayılarına ve trafiğe bağlı olarak durma ve kalkma frekansının yüksek olmasıdır. Bu değerlendirme sadece CER performanslarının metro ve tramvaylar için karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır. Bu sebeple bu tespit için herhangi bir çözüm önerisi yapılmamıştır.

Bulgu 7:

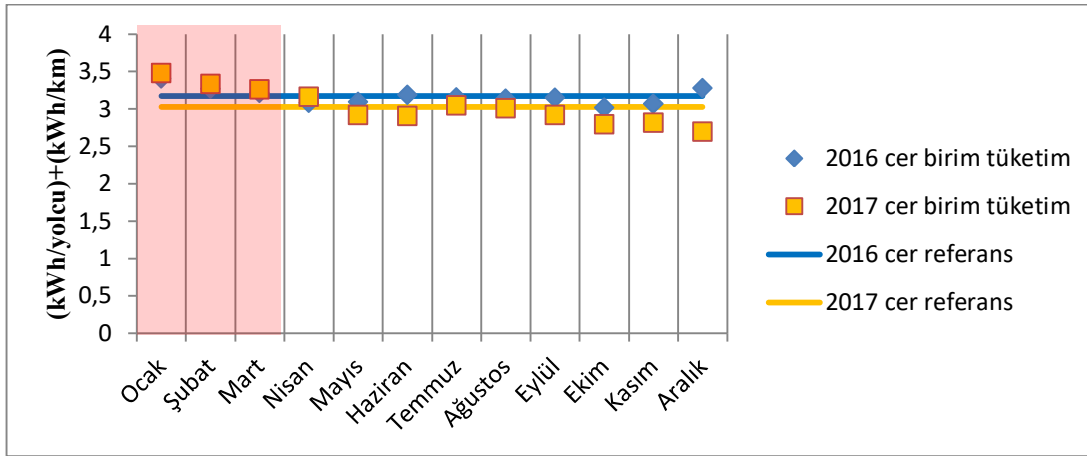
Hatların 2016 ve 2017 yıllarındaki CER performanslarının aylık bazda değişimleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir. Kötü performanslar kırmızı bölge ile belirtilmiştir.



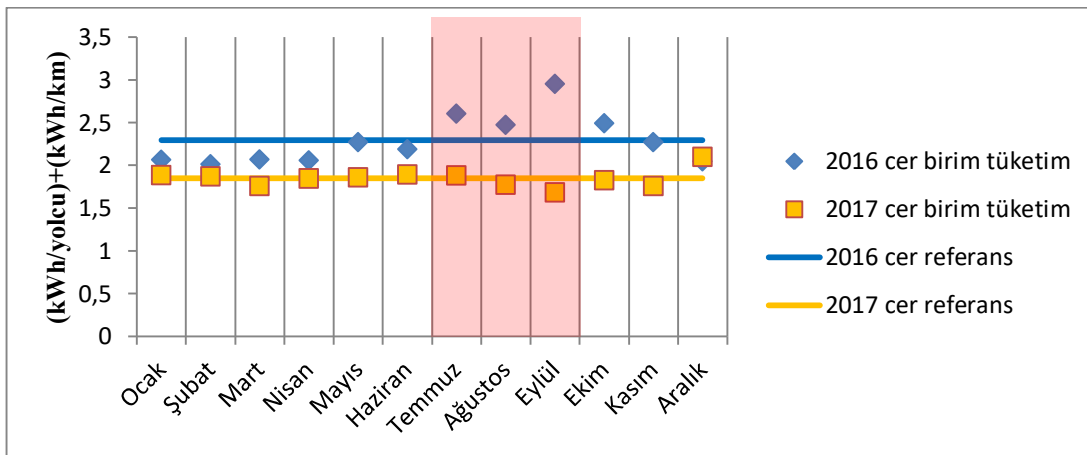
Şekil 5.9: M1 hattı CER performans değişimleri.



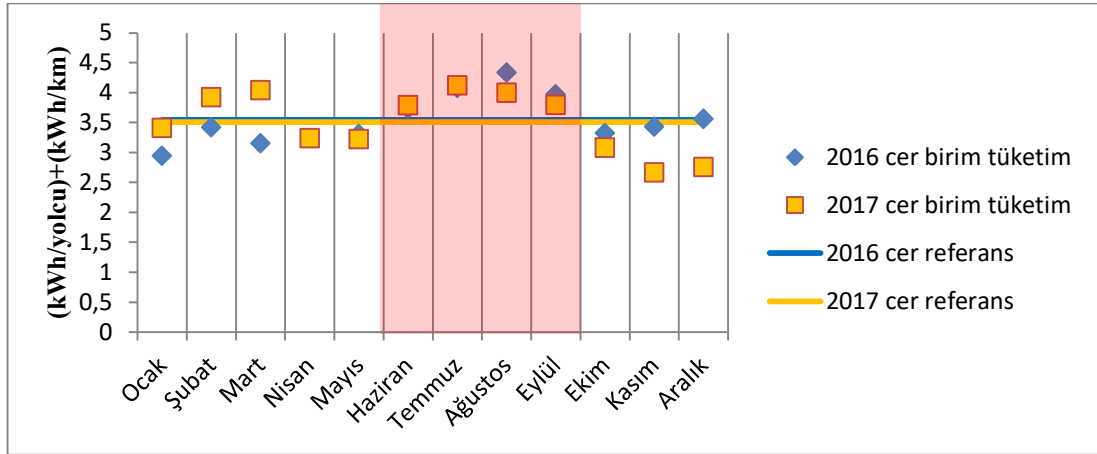
Şekil 5.10: M2 hattı CER performans değişimleri.



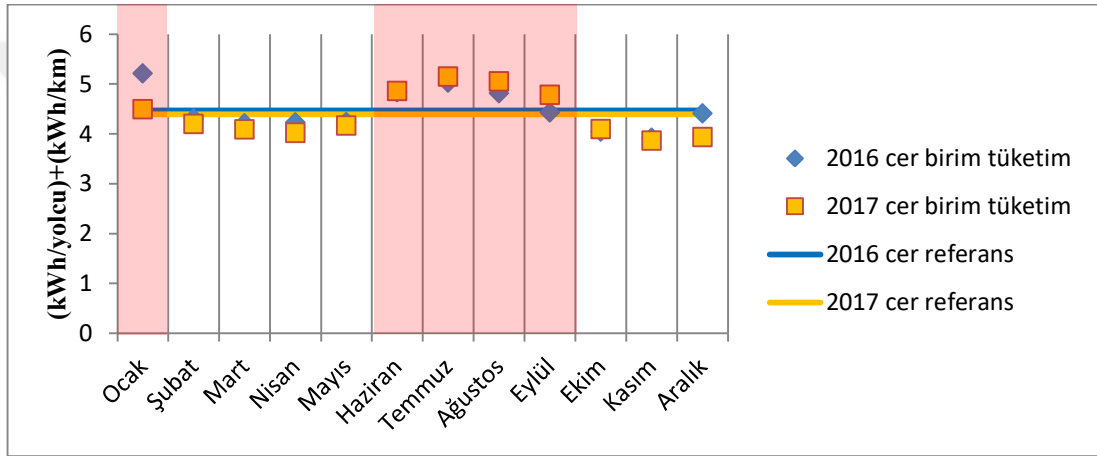
Şekil 5.11: M3 hattı CER performans değişimleri.



Şekil 5.12: M4 hattı CER performans değişimleri.



Şekil 5.13: T1 hattı CER performans değişimleri.



Şekil 5.14: T4 hattı CER performans değişimleri.

Şekil 5.9-5.14 incelendiğinde CER performansların M3 hattı hariç genellikle haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında referans değerin üzerinde seyrettiği tespit edilmiştir. M3 hattında ise diğer hatların aksine CER performansları ocak, şubat ve mart dönemlerinde referans değerin üzerinde olup haziran, temmuz, ağustos ve eylül dönemlerinde ortalamanın referans altındadır.

Bulgu 7 değerlendirme:

Bulgu 7'de tespit edilen hususun haziran, temmuz, ağustos ve eylül dönemleri için soğutma yüklerine olan talebin artmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Ancak M1 ve T4 hatlarına ait ocak ayındaki artışlar ile M3 hattındaki kış dönemi kötü performansların sebebinin EnYS kapsamında detaylı enerji taraması yaptırılarak tespit ettirilmesinin gerekli olduğunu belirtmek isteriz. Belirtilen döneme ait

yapılacak olan detaylı enerji taraması neticesinde tespit edilen husus ya da hususların EnYS kapsamında eylem planına dahil edilmesi gerekmektedir.

5.3 EnYS Kapsamındaki Metro Hatların (M1-M2-M3-M4) Aydınlatma ve Priz Tüketimi Performans Bulgu ve Değerlendirmeleri

EnYS kapsamındaki metro hatlarının aydınlatma ve priz tüketim performansları Çizelge 5.1’de gösterilmiştir. aydınlatma ve priz tüketim performans değerlendirmeleri metro hatları arasında yapılmıştır. Değerlendirmelerin daha iyi anlaşılabilmesi için performansların grafiksel gösterimi oluşturulmuştur. Oluşturulan grafik tezin dördüncü bölümünde Şekil 4.9’da gösterilmektedir.

Bulgu 8:

Çizelge 5.1 ve Şekil 4.9’dan anlaşıldığı üzere, aydınlatma ve priz tüketim performansı açısından en verimsiz metro hattı ortalama 3,23 kWh/m² ile M1 hattıdır. Metro hatlarındaki performans açısından en verimli hat ise ortalama 1,18 kWh/m² ile M3 hattıdır. M1 hattının aydınlatma ve priz tüketim performans değerlerinin diğer metro hatları performanslarına göre 1.5-2 kat daha kötü olduğu anlaşılmıştır.

Performans değerlendirmesinin daha sağlıklı gerçekleştirilabilmesi için saha çalışması yapılmıştır. Yapılan saha çalışmasında EnYS kapsamındaki M1, M2, M3 ve M4 hatlarına ait tüm istasyonların aydınlatma şiddeti (lüks) ölçülmüştür. Ölçüm için Testo marka kalibre edilmiş aydınlık seviyesi ölçer (lüksmetre) kullanılmıştır. Ölçümler istasyonların yolcu bekleme, asansör ve turnike kısımlarında yapılmıştır. Her bir istasyonda yaklaşık 150 değişik noktada aydınlık seviyesi ölçümü yapılmıştır. Toplamda ise 5651 noktada ölçüm yapılarak istasyonların aydınlık seviyeleri karakteristiği oluşturulmuştur. Yapılan ölçümler Çizelge 5.4’te gösterilmektedir. Yer üstü istasyonlarda ölçüm yapılmamıştır. Oluşturulan bu çizelgede hem istasyon bazındaki ölçümler hem de hatların ortalama aydınlık seviyeleri gösterilmektedir. Çizelgedeki referans aydınlık şiddetleri TS EN 12464-1 standardına göre metro istasyonlarındaki koridor ve dolaşım alanları ile merdiven, yürüme bantları ve asansör bölgelerinde sağlanması gereken minimum aydınlatma seviyelerini ifade etmektedir. Bu sebeple en az aydınlık düzeyleri koridor, dolaşım alanları, merdiven, asansör ve yürüyen merdiven bölgeleri için 100 lx alınmıştır [53].

Çizelge 5.4: Metro istasyonları aydınlatma seviyeleri.

İstasyon Bilgileri					
Hat Adı	İstasyon Adı	m2	Aydınlatma Şiddeti (lx)	Referans Aydınlık Şiddeti (lx)	Ortalama Aydınlık Şiddeti (lx)
M1	AKSARAY	4.881	153,86	100,00	175,77
M1	EMNİYET	6.750	164,40	100,00	
M1	TOPKAPI	6.750	204,69	100,00	
M1	BAYRAMPAŞA	2.600	Yer üstü	100,00	
M1	SAĞMALCILAR	3.125	Yer üstü	100,00	
M1	KOCATEPE	3.050	Yer üstü	100,00	
M1	OTOĞAR	5.275	247,30	100,00	
M1	TERAZİDERE	2.510	Yer üstü	100,00	
M1	DAVUTPAŞA	2.730	Yer üstü	100,00	
M1	MERTER	2.360	Yer üstü	100,00	
M1	ZEYTİNBURNU	3.330	Yer üstü	100,00	
M1	BAKIRKÖY	7.887	174,57	100,00	
M1	BAHÇELİEVLER	7.196	103,94	100,00	
M1	ATAKÖY	3.628	Yer üstü	100,00	
M1	YENİBOSNA	3.690	Yer üstü	100,00	
M1	DTM	2.280	Yer üstü	100,00	
M1	HAVALİMANI	2.660	103,40	100,00	
M1	ESENLER	13.608	Yer üstü	100,00	
M1	MENDERES	20.404	205,39	100,00	
M1	ÜÇYÜZLÜ	48.665	196,19	100,00	
M1	BAĞCILAR MEYDAN	22.960	159,40	100,00	209,91
M1	KIRAZLI	14.830	220,28	100,00	
M2	YENİKAPI	24.386	197,18	100,00	
M2	VEZNECİLER	9.638	202,24	100,00	
M2	HALIÇ	4.219	Ölçüm yapılmadı	100,00	
M2	ŞİŞHANE	22.886	214,51	100,00	
M2	TAKSİM	18.076	176,08	100,00	
M2	OSMANBEY	15.015	210,50	100,00	
M2	MECİDİYEKÖY	14.066	298,14	100,00	
M2	GAYRETTEPE	26.303	157,37	100,00	
M2	LEVENT	19.946	180,14	100,00	
M2	4 LEVENT	13.608	153,86	100,00	
M2	SANAYİ MAH.	20.404	182,46	100,00	
M2	İTÜ	22.960	279,71	100,00	
M2	ATATÜRK OTO SANAYİ	14.830	192,58	100,00	
M2	DARÜŞŞAFAKA	18.000	211,58	100,00	
M2	HACI OSMAN	43.086	282,44	100,00	
M3	METROKENT	37.000	227,86	100,00	224,55
M3	BAŞAK KONUTLARI	16.000	237,34	100,00	
M3	SİTELER	16.000	224,63	100,00	
M3	TURGUT ÖZAL	15.000	224,08	100,00	
M3	İKİTELLİ SANAYİ	110.000	195,65	100,00	
M3	İSTOÇ	21.000	208,20	100,00	
M3	MAHMUTBEY	51.000	200,31	100,00	
M3	YENİ MAHALLE	27.000	206,96	100,00	
M3	KIRAZLI	16.530	223,51	100,00	
M3	ZİYA GÖKALP	14.000	383,67	100,00	
M3	OLİMPİYAT	24.000	137,90	100,00	
M4	KADIKÖY	21.121	257,78	100,00	243,55
M4	AYRILIKÇEŞME	24.606	Ölçüm yapılmadı	100,00	
M4	ACIBADEM	16.892	229,09	100,00	
M4	ÜNALAN	27.687	Ölçüm yapılmadı	100,00	
M4	GÖZTEPE	22.529	220,06	100,00	
M4	YENİSAHRA	21.402	Ölçüm yapılmadı	100,00	
M4	KOZYATAĞI	23.709	214,37	100,00	
M4	BOSTANCI	48.230	225,22	100,00	
M4	KÜÇÜKYALI	15.523	Ölçüm yapılmadı	100,00	
M4	MALTEPE	14.665	284,97	100,00	
M4	HUZUREVİ	22.436	260,18	100,00	
M4	GÜLSUYU	25.685	Ölçüm yapılmadı	100,00	
M4	HASTANE-ADLIYE	33.477	Ölçüm yapılmadı	100,00	
M4	ESENKENT	29.385	245,76	100,00	
M4	SOĞANLIK	24.112	Ölçüm yapılmadı	100,00	
M4	KARTAL	33.477	254,56	100,00	

Çizelge 5.4 incelendiğinde istasyonlardaki aydınlatma seviyelerinin asgari aydınlatma seviyesinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen bir diğer husus ise M1 hattındaki aydınlatma seviyesinin diğer hatlara oranla düşük olmasıdır. Aydınlatma ve priz tüketimi performansı açısından $3,23 \text{ kWh/m}^2$ ile en kötü performanslı olan M1 hattı, aydınlatma seviyesi bakımından da diğer hatlara oranla en kötü durumdadır. Yani M1 hattındaki istasyonlarda aydınlatma tüketimi fazla ancak aydınlatma seviyesi düşüktür.

Yapılan saha çalışmasında istasyonlarda kullanılan armatürlerin eski tip yani ATY-4x18W yada U-2x36W floresan armatür olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen bir diğer husus ise yürüyen merdiven bölgelerindeki aydınlatmaların tavan tipi olmasıdır. Tavan yüksekliklerinin fazla (10-15m) olması sebebi ile yeterli seviyede aydınlatma sağlanabilmesi için gereğinden fazla sayıda armatür kullanılmıştır. Bu husus ayrıca bu tür yüksek bölgelerdeki aydınlatmaların bakım ve onarımlarının yapılabilmesi adına büyük engel teşkil etmektedir.

Bulgu 8 değerlendirme:

Bulgu 8’de tespit edilen hususlar değerlendirildiğinde;

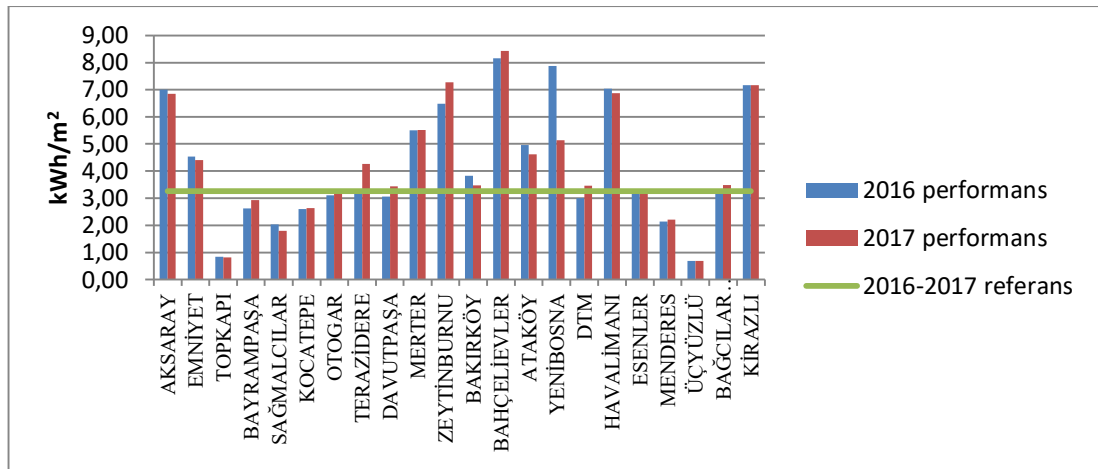
İstasyon aydınlık seviyelerinin asgari aydınlık seviyesinin en az 2 katı üstünde olması optimum seviyenin üzerinde bir aydınlatma yapıldığı anlamına gelmektedir. Ancak metro sistemlerinde konfor şartları ve güvenlik hususu göz önüne alındığında bu seviyenin tüketimde anormallik yaratacak seviyede yüksek olmadığı anlaşılmıştır. Çünkü led gibi yeni teknolojilerde daha küçük güçlerde daha yüksek aydınlatma seviyelerine ulaşılmaktadır. Buradaki ana husus diğer istasyonlar ile aynı tip aydınlatma armatürü kullanan M1 hattındaki aydınlatma seviyesinin düşük olmasıdır. Bunun en büyük sebebi ise armatür bakımlarının yapılmamış olmasıdır. Yapılan saha çalışmasında M1 hattındaki armatür kapaklarının kirli olduğu görülmüştür. Bu da aydınlatmanın seviyesini doğal olarak düşürmektedir. Diğer husus ise M1 hattındaki armatür yerleşimlerinin diğer istasyonlara oranla daha hatalı olmasıdır.

Bir diğer husus ise metro hatlarındaki armatürlerin eski tip yani ATY-4x18W yada U-2x36W floresan armatür olmasıdır. Bu tür armatürlerin kullanılması her ne kadar yasal olarak engellenmiş olmasa da verimlilik açısından eski teknoloji olmaları sebebi ile kullanılması uygun değildir.

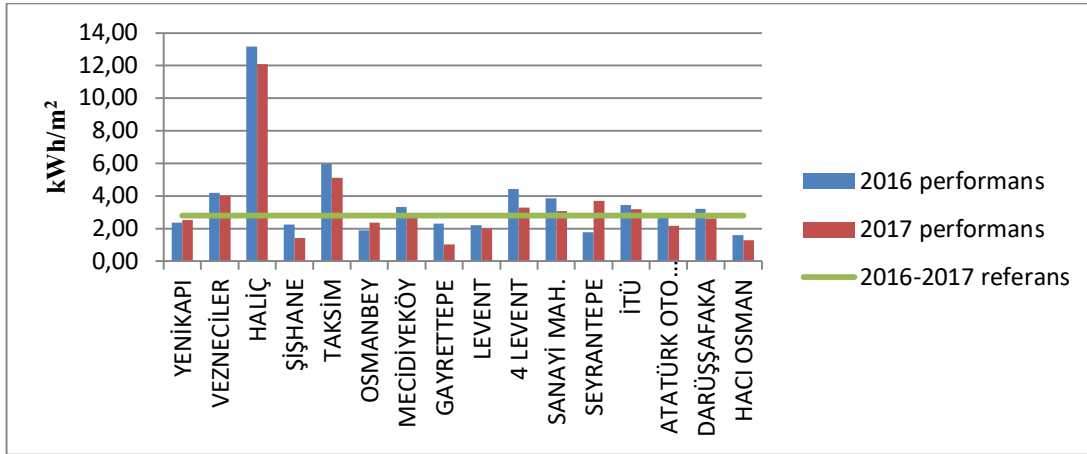
Yürüyen merdiven bölgelerindeki aydınlatmaların tavan tipi olması ise aydınlatma verimliliği açısından uygun bir durum değildir. Bu husus ayrıca bu tür yüksek bölgelerdeki aydınlatmaların bakım ve onarımlarının yapılabilmesi adına büyük engel teşkil etmekte olup aydınlatma performansını önemli derecede olumsuz etkilemektedir.

Bulgu 8 çözüm önerileri:

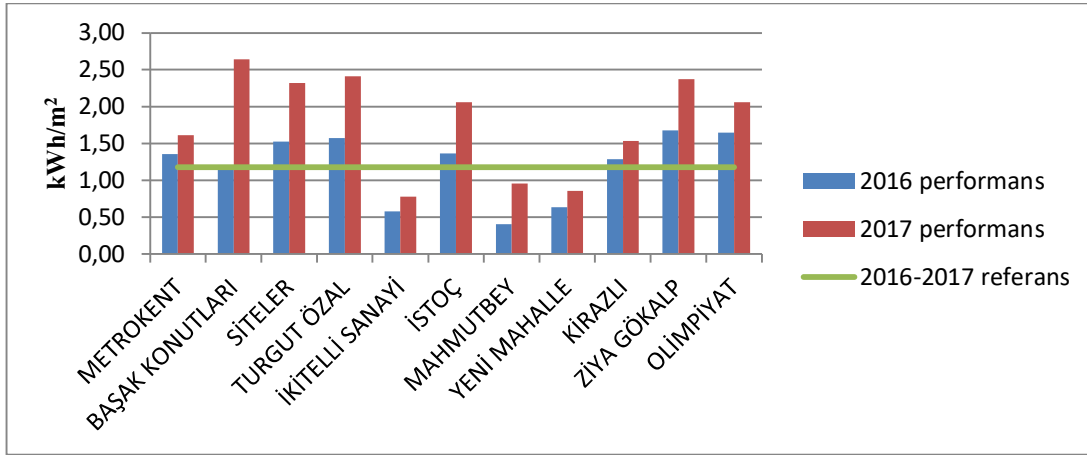
- a. Aydınlatma performansının iyileştirilmesi için ilk olarak yürüyen merdiven bölgelerindeki tavan tipi aydınlatmalardan vazgeçilmesi gerekmektedir. Bu bölgelerde yanal tip (yürüyen merdivenlerin yanındaki duvarlara yatay aydınlatma yapılması) aydınlatmaya geçilmesi hem verimlilik açısından hem de bakım onarım açısından oldukça önemli bir husustur. Böylelikle 10-15m gibi yüksekliklerden elde edilecek aydınlatma seviyeleri için daha az armatür kullanılmış olacak ve aynı seviyedeki aydınlatma değeri için daha az güç tüketilmiş olacaktır.
- b. Eski tip armatürlerin yeni nesil aydınlatma teknolojileri (led) ile belli bir program dahilinde EnYS planına dahil edilip değiştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada önereceğimiz husus en eski ve en kötü performansa sahip kısımlardan değişime başlanmasıdır. Bu sebeple, EK.I Çizelge I.1’de (EnPG_8) iç ihtiyaç formunda verilen istasyonların aydınlatma ve priz tüketim performansları incelenmiştir. Bu çizelgede verilen performanslar doğrultusunda hatların istasyon aydınlatma ve priz tüketim performanslarını gösteren grafikler oluşturulmuştur. Oluşturulan grafikler aşağıda gösterilmektedir.



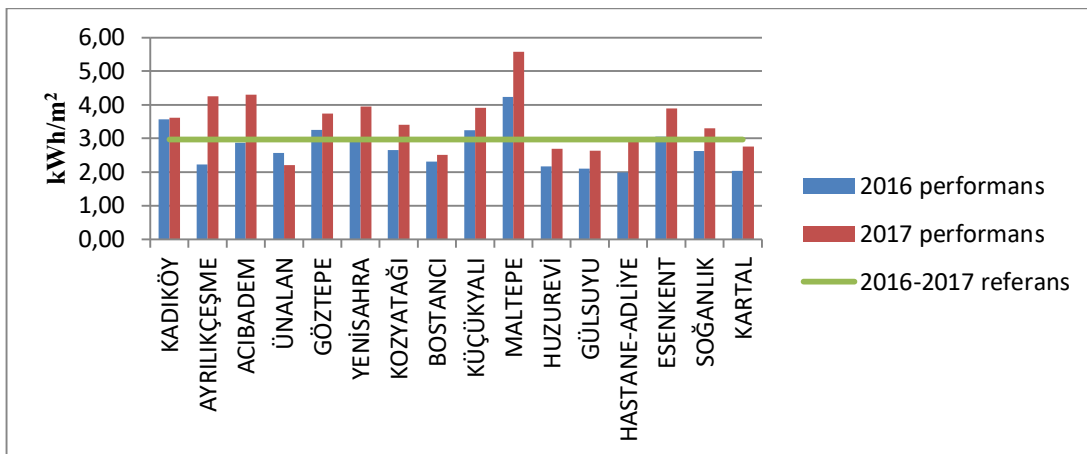
Şekil 5.15: M1 hattı istasyon bazında aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri.



Şekil 5.16: M2 hattı istasyon bazında aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri.



Şekil 5.17: M3 hattı istasyon bazında aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri.



Şekil 5.18: M4 hattı istasyon bazında aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri.

En kötü performans ve en eski hat kriterleri çerçevesinde armatür dönüşümlerinin sırasıyla M1, M2, M4 ve M3 hatlarında yapılması uygun olacaktır. M1 hattında ise Şekil 5.15'te gösterildiği üzere değişimlerin referans değerin üzerinde kalan en kötü performanslı istasyonlardan başlaması önerilmektedir. Ayrıca M2 hattı Haliç istasyonunda ivedilikle armatür değişimine gidilmesi önerilmektedir. Çünkü Haliç istasyonundaki aydınlatma ve priz tüketimi performansı tüm istasyonlar arasındaki en kötü performanstır. M3 ve M4 hatlarının işletmeye yeni açılmış olması sebebi ile bu hatlarda ilk etapta armatür değişimi yapılması önerilmemektedir. M1 ve M2 hatlarındaki ilk etapta armatür değişimi yapılması gereken istasyonlar Çizelge 5.5'te sırasıyla gösterilmiştir.

Çizelge 5.5: Led armatür dönüşüm sıralaması.

Değişim Sırası	Hat	İstasyon Adı	Ortalama Ayd.Priz Perf. (kWh/m ²)
1	M2	HALİÇ	12,61
2	M1	BAHÇELİEVLER	8,29
3	M1	KİRAZLI	7,16
4	M1	HAVALİMANI	6,96
5	M1	AKSARAY	6,92
6	M1	ZEYTİNBURNU	6,87
7	M1	YENİBOSNA	6,51
8	M2	TAKSİM	5,54
9	M1	MERTER	5,51
10	M1	ATAKÖY	4,78
11	M1	EMNİYET	4,46
12	M1	TERAZİDERE	3,79
13	M1	BAKIRKÖY	3,66

Bulgu 9:

M3 hattında 2017 yılı aydınlatma ve priz tüketim performansı 2016 yılına göre %30,94 kötüleşerek 0,96 kWh/m²'den 1,39 kWh/m² değerine yükselmiştir. Aynı şekilde M4 hattında ise %20,85 kötüleşerek 2,62 kWh/m²'den 3,31 kWh/m² değerine yükselmiştir.

Bulgu 9 değerlendirme:

Bulgu 9'daki husus araştırıldığında artış sebebinin M3 hattındaki yetersiz aydınlatma hakkında yapılan şikayet üzerine tüm aydınlatmaların 2017 senesinde devreye alınması olduğu anlaşılmıştır. Yapılan saha çalışmasında ise M3 hattı istasyonlarında tüm aydınlatmaların devrede olduğu görülmüştür. Ancak M3 hattı istasyonlarının

doluluk oranının az olduğu göz önüne alındığında peronlar, yürüyen merdivenler, asansör ve turnike bölgeleri dışındaki aydınlatmaların tam zamanlı devrede olmasının verimsiz bir kullanım oluşturduğu anlaşılmaktadır. Benzer husus M4 hattı istasyonları içinde geçerlidir.

Bulgu 9 çözüm önerisi:

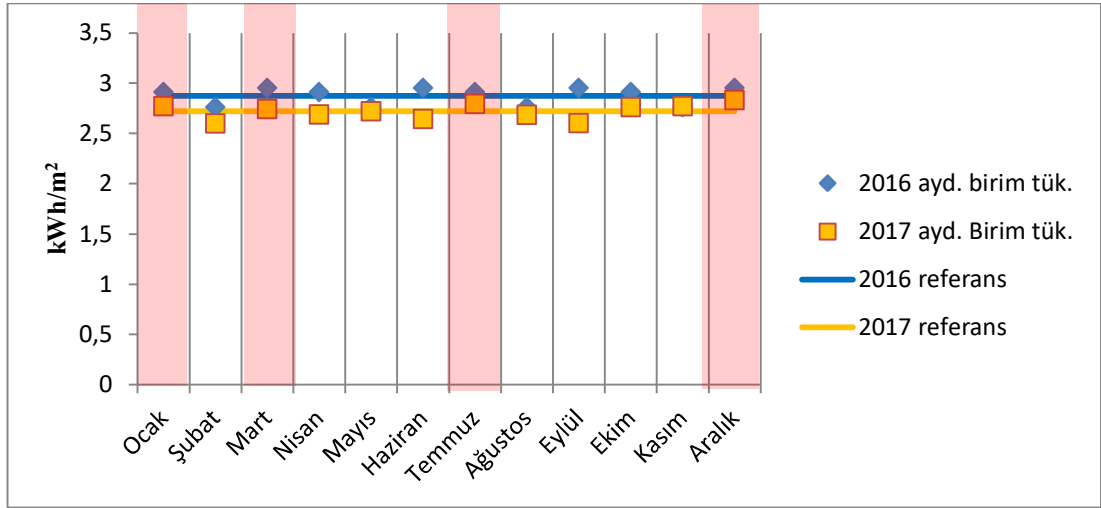
M3 hattında istasyon doluluk oranları ve zamanları göz önüne alınarak aydınlatma bölgelerinde asgari aydınlatma seviyelerini verecek şekilde düzenleme yapılmalıdır. M3 ve M4 hattı istasyonlarındaki peronlar, yürüyen merdivenler, asansör ve turnike bölgeleri dışında devrede olan aydınlatma sayısının ve çalışma sürelerinin azaltılması yolunda düzenleme yapılmalıdır. M3 hattına ait istasyonlardaki tren bekleme bölgelerinde dimmer kontrollü varlık sensörü uygulamasına geçilmelidir.

Bulgu 10:

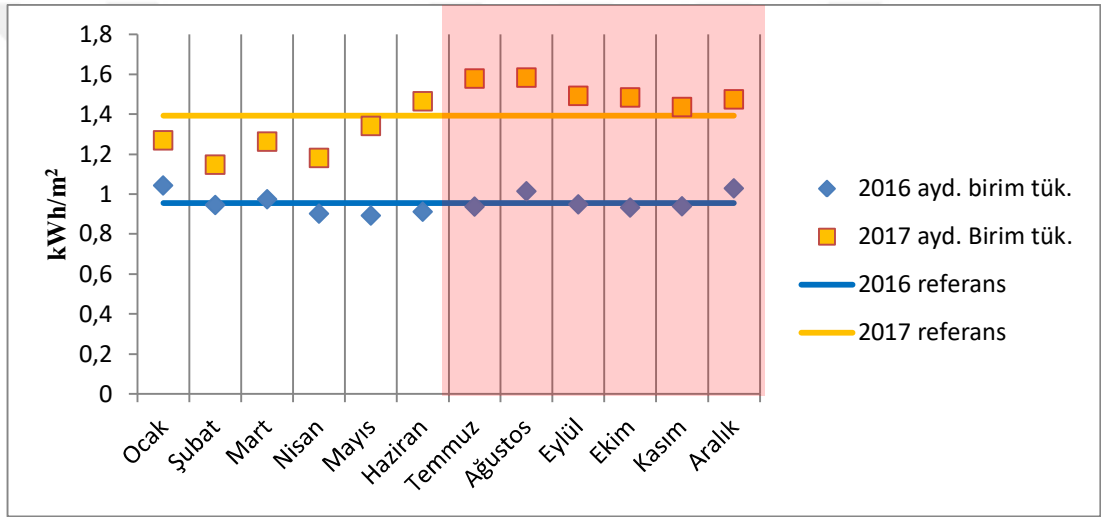
Hatların 2016 ve 2017 yıllarındaki aydınlatma ve priz tüketimi performanslarının aylık bazda değişimleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir. Kötü performanslar kırmızı bölge ile belirtilmiştir.



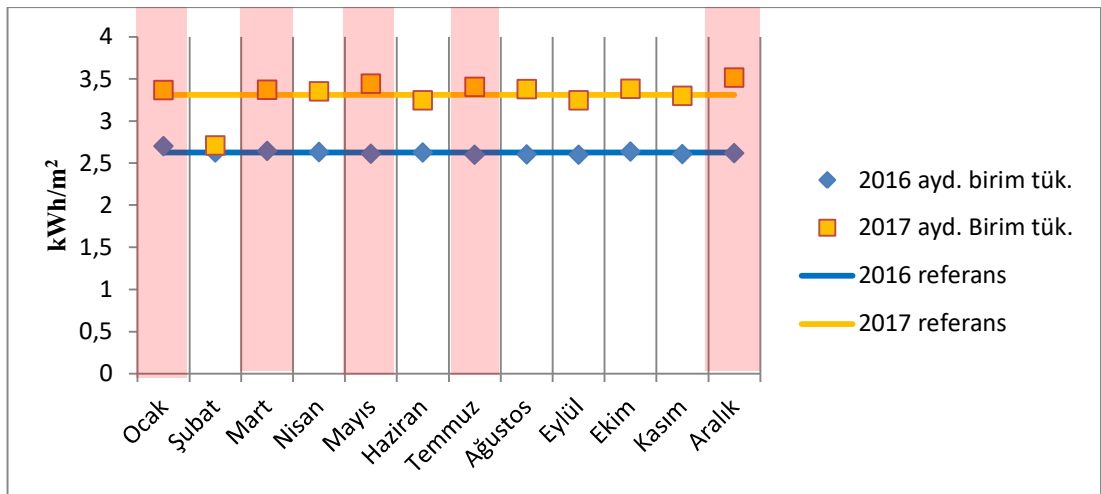
Şekil 5.19: M1 hattı aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri.



Şekil 5.20: M2 hattı aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri.



Şekil 5.21: M3 hattı aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri.



Şekil 5.22: M4 hattı aydınlatma ve priz tüketimi performans değişimleri.

Şekil 5.19-22 incelendiğinde M1, M2 ve M4 hatlarında aydınlatma ve priz tüketimi performanslarında ocak, mart, temmuz ve aralık aylarında kötüleşme görülmektedir.

Bulgu 10 değerlendirme:

M1, M2 ve M4 hatların ait ocak, mart, temmuz ve aralık ayları aydınlatma ve priz performanslarındaki düşmelerin sebebinin EnYS kapsamında detaylı enerji taraması yaptırılarak tespit ettirilmesinin gerekli olduğunu belirtmek isteriz. Belirtilen döneme ait yapılacak olan detaylı enerji taraması neticesinde tespit edilen husus ya da hususların EnYS kapsamında eylem planına dahil edilmesi gerekmektedir.

5.4 EnYS Kapsamındaki Metro Hatların (M1-M2-M3-M4) Havalandırma Performans Bulgu ve Değerlendirmeleri

EnYS kapsamındaki metro hatlarının havalandırma tüketim performansları Çizelge 5.1’de gösterilmiştir. Aydınlatma ve priz tüketim performans değerlendirmeleri metro hatları arasında yapılmıştır. Değerlendirmelerin daha iyi anlaşılabilmesi için performansların grafiksel gösterimi oluşturulmuştur. Oluşturulan grafik tezin dördüncü bölümünde Şekil 4.14’te gösterilmektedir.

Bulgu 11:

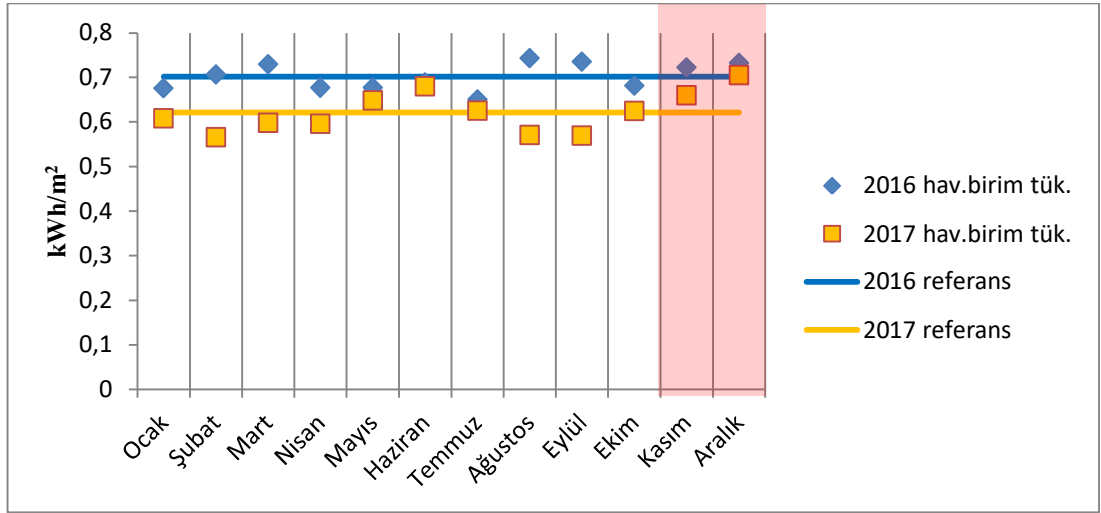
Çizelge 5.1 ve Şekil 4.14 incelendiğinde M2 hattında 2016 yılında $0,79 \text{ kWh/m}^2$ olan tüketimin 2017 yılında %46,26 artarak $1,47 \text{ kWh/m}^2$ olduğu görülmektedir. Performansın %46,26 oranında düştüğü anlaşılmıştır.

Bulgu 11 değerlendirme:

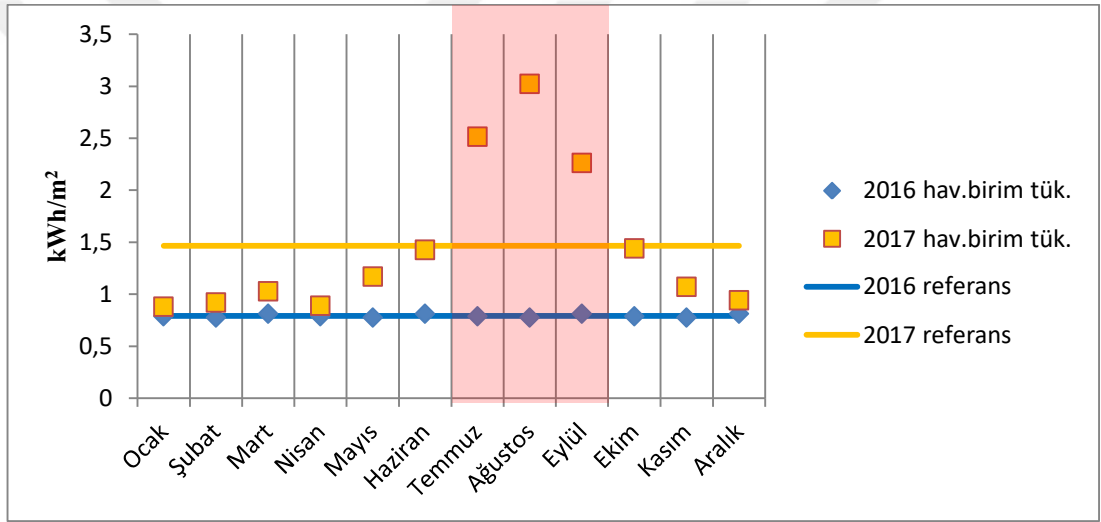
Bulgu 11’deki husus incelendiğinde 2017 yılındaki birim enerji tüketimindeki artışın sel nedeniyle oluşan istasyonlardaki nemin dışarı atılması için havalandırma fanlarının haziran, temmuz, eylül ve ekim dönemlerinde tam güçte çalıştırılması olduğu anlaşılmıştır. Bu sebeple EK.İ Çizelge İ.1’de oluşturulan EnYS eylem planında belirtilen husus dışında ilave bir çözüm önerisi getirilmemiştir.

Bulgu 12:

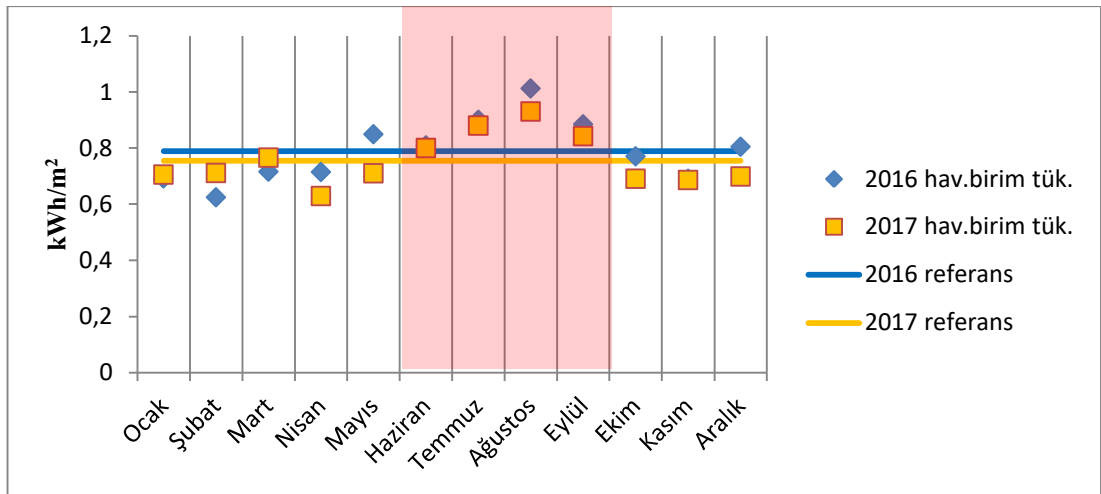
Hatların 2016 ve 2017 yıllarındaki havalandırma tüketimi performanslarının aylık bazda değişimleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir. Kötü performanslar kırmızı bölge ile belirtilmiştir.



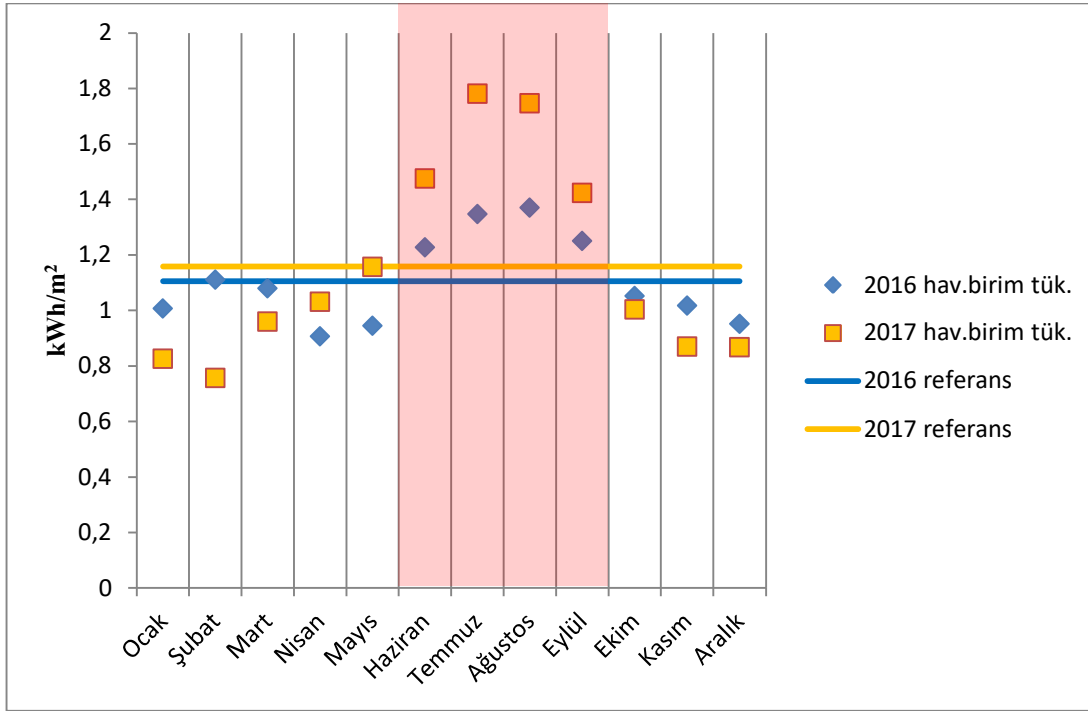
Şekil 5.23: M1 hattı havalandırma tüketimi performans değişimleri.



Şekil 5.24: M2 hattı havalandırma tüketimi performans değişimleri.



Şekil 5.25: M3 hattı havalandırma tüketimi performans değişimleri.



Şekil 5.26: M4 hattı havalandırma tüketimi performans değişimleri.

Şekil 5.23-26 incelendiğinde M2, M3 ve M4 hatlarına ait havalandırma performanslarında haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında düşme olduğu tespit edilmiştir. M1 hattında ise bu durumun diğer hatların tam tersine kasım ve aralık aylarında gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Bulgu 12 değerlendirme:

Bulgu 12’de tespit edilen hususlar incelendiğinde. M2, M3 ve M4 hatlarında yaz aylarındaki performans düşmesinin sebebinin istasyonlardaki havalandırma yüklerine olan talebin bu dönemlerde artış göstermesinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Bu sebeple bu hatlar için EK.İ Çizelge İ.1’de oluşturulan EnYS eylem planında belirtilen hususlar dışında ilave bir çözüm önerisi getirilmemiştir.

M1 hattındaki havalandırma performansının kış dönemlerinde düşüş sergilemesi enerji verimliliği açısından uygun bir durum değildir. Bu sebeple M1 hattına ait kasım ve aralık ayları havalandırma tüketimi performanslarındaki düşmelerin sebebinin EnYS kapsamında detaylı enerji taraması yaptırılarak tespit ettirilmesinin gerekli olduğunu belirtmek isteriz. Belirtilen döneme ait yapılacak olan detaylı enerji taraması neticesinde tespit edilen husus ya da hususların EnYS kapsamında eylem planına dahil edilmesi gerekmektedir.

5.5 EnYS Kapsamındaki Metro Hatların (M1-M2-M3-M4) Asansör ve Yürüyen Merdiven Tüketimi Performans Bulgu ve Değerlendirmeleri

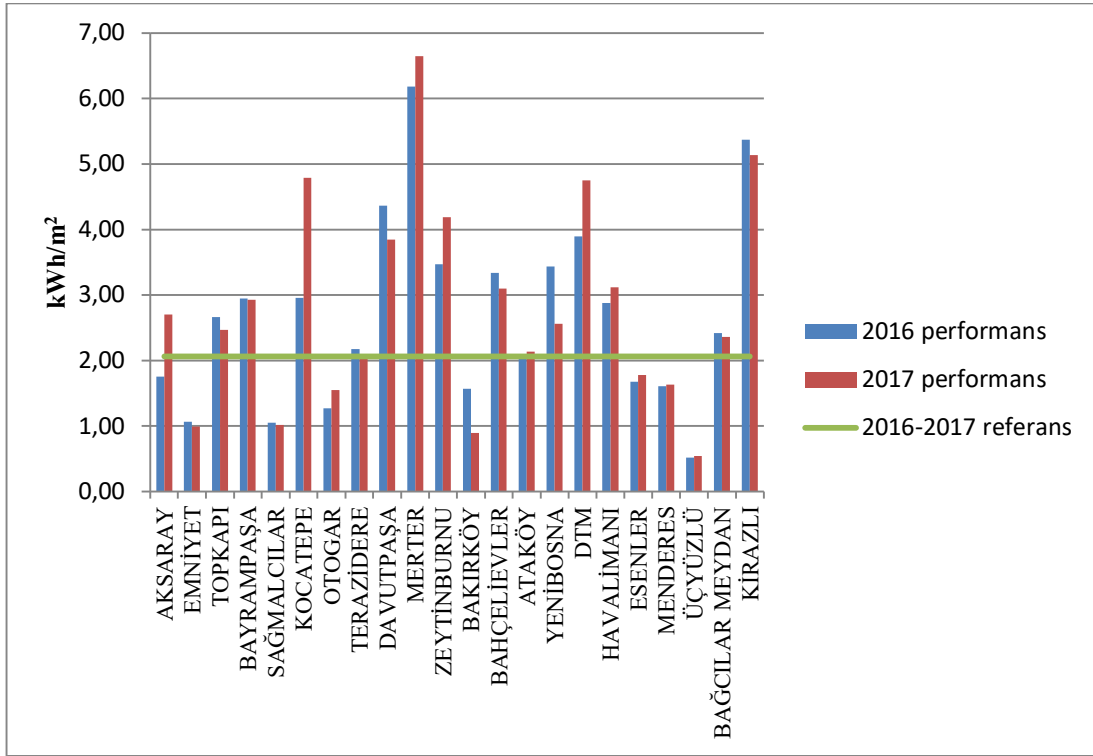
EnYS kapsamındaki metro hatlarının asansör ve yürüyen merdiven tüketim performansları Çizelge 5.1’de gösterilmiştir. Aydınlatma ve priz tüketim performans değerlendirmeleri metro hatları arasında yapılmıştır. Değerlendirmelerin daha iyi anlaşılabilmesi için performansların grafiksel gösterimi oluşturulmuştur. Oluşturulan grafik tezin 4. bölümünde Şekil 4.18’de gösterilmektedir.

Bulgu 13:

Çizelge 5.1 ve Şekil 4.18 incelendiğinde en kötü asansör ve yürüyen merdiven tüketimi performansının M1 hattında gerçekleştiği görülmektedir. Bu hattaki 2016 ve 2017 yıllarına ait asansör ve yürüyen merdiven tüketim performansı ortalaması 2,06 kWh/m² olup diğer hatlardaki performans değerlerinden 1.5-2 kat daha kötüdür. Bu sebeple bu husus EK.İ Çizelge İ.1’de oluşturulan EnYS eylem planına alınmıştır.

Bulgu 13 değerlendirme:

Yapılan saha araştırmasında M1 hattı istasyonlarındaki asansör ve yürüyen merdiven teknolojilerinin eski olduğu anlaşılmıştır. Motor verimleri diğer hatlardakine oranla daha düşük sistemlerdir. Bu sebeple bu hatta ait istasyonlardaki asansör ve yürüyen merdiven tüketimlerinin yüksek, performanslarının ise düşük olduğu anlaşılmış ve M1 hattı asansör ve yürüyen merdiven tüketimleri EK.İ Çizelge İ.1’de oluşturulan EnYS eylem planına dahil edilmiştir. Eylem planında belirtilen “Tork Motoru uygulama alanlarının tespiti ve uygulamanın gerçekleştirilmesi” hususu için EK.I Çizelge I.1’de (EnPG_8) iç ihtiyaç formunda verilen M1 hattı istasyonlarına ait asansör ve yürüyen merdiven tüketim performansları incelenmiştir. Bu çizelgede verilen performanslar doğrultusunda hatların istasyon asansör ve yürüyen merdiven tüketim performanslarını gösteren grafik oluşturulmuştur. Grafiklerin oluşturulmasındaki amaç M1 hattı istasyonlarına ait asansör ve yürüyen merdiven tüketim performansları referans değerin üzerinde olan istasyonların tespit edilmesidir. Oluşturulan grafik Şekil 5.27’de gösterilmektedir. Şekil 5.7 incelendiğinde referans değerin üzerinde kalan performanslar Çizelge 5.6’da sırasıyla gösterilmiştir. Tork motoru uygulanacak istasyonların Çizelge 5.6’da verilen sıralama ile devreye alınması optimum bir çözüm olacaktır.



Şekil 5.27: M1 hattı istasyon bazında asansör ve yürüyen merdiven tüketimi performans değişimleri.

Çizelge 5.6: M1 hattı asansör ve yürüyen merdiven tüketimlerine ait 2016 ve 2017 yılları en kötü performans gösteren istasyonlar sıralaması.

Sıra No.	Hat	İstasyon Adı	Ortalama Yür.Merd. Asan. Perf. (kWh/m ²)
1	M1	MERTER	6,41
2	M1	KİRAZLI	5,25
3	M1	DTM	4,32
4	M1	DAVUTPAŞA	4,10
5	M1	KOCATEPE	3,87
6	M1	ZEYTİNBURNU	3,83
7	M1	BAHÇELİEVLER	3,22
8	M1	YENİBOSNA	3,00
9	M1	HAVALİMANI	3,00
10	M1	BAYRAMPAŞA	2,94
11	M1	TOPKAPI	2,56
12	M1	BAĞCILAR MEYDAN	2,39
13	M1	AKSARAY	2,23

5.6 Fatura Analizi Bulgu ve Değerlendirmeleri

EnYS kapsamında kuruluşa ait elektrik enerjisi faturaları incelenmiştir. Faturalandırmaların incelenme amacı optimum tarifeyi tespit etmektir. Bir başka deyişle ödeme yapılan tarifenin uygun bir tarife olup olmadığının değerlendirilmesidir. Bu husus enerji yönetimi açısından oldukça önemlidir. Çünkü analiz neticesinde tespit edilebilecek daha uygun bir tarifeye geçmek herhangi bir yatırım gerekmemektedir. Diğer bir deyişle hiçbir yatırım yapılmaksızın enerji maliyetlerini azaltma imkanı söz konusudur. Bu sebeple tezin bu bölümünde öncelikle ülkemizde uygulamada olan elektrik enerjisi faturalandırma esaslarından bahsedilmiştir. Daha sonra ise kuruluşa ait mevcut faturalandırma tarifesini diğer tarifeler ile kıyaslanıp en uygun tarife tespit edilmiştir.

5.6.1 Fatura tarifeleri ve özellikleri

Ülkemizde elektrik enerjisi faturalandırması üç farklı şekilde yapılmaktadır. Bunlar; tek terimli, çift terimli ve puant tarifelerdir. Ücretlendirmeler ise bu tarifeler üzerinden alçak gerilim ve orta gerilim olmak üzere iki farklı abone gruplarına göre (mesken, sanayi, ticarethane, resmi daire, şantiye, tarımsal sulama vb.) yapılmaktadır.

5.6.1.1 Tek terimli tarife

Yalnızca tüketilen elektrik enerjisi kilowattsaat (kWh) miktarı üzerinden bedel alma esasına dayalı tarife sınıfıdır. Bu tarifelerden elektrik enerjisi satın alanlar, abone gruplarına göre (mesken, sanayi, ticarethane, resmi daire, şantiye, tarımsal sulama vb.) değişik fiyat ödemektedirler. Tek terimli tarifeyi seçen sanayi ve hizmet sektörü aboneleri genelde tek vardiya (günde 8 saat) çalışan abonelerdir. Bu tarifiedeki bedel hesaplama yöntemi aşağıdaki formülde gösterilmiştir. Formülde, AEB aylık enerji bedeli (TL), ATEM aylık tüketilen enerji miktarı (kWh), EBB enerji birim bedelidir (kr/kWh).

$$AEB = ATEM \times EBB / 100 \quad (5.1)$$

5.6.1.2 Çift terimli tarife

Hem tüketilen elektrik enerjisi miktarı (kWh) hem de sözleşme gücü karşılığı (kW) üzerinden tüketim bedeli almaya dayanan bir tarife sınıfıdır. Çift terimli tarifenin

amacı büyük güç çeken tüketicilerle yapılan anlaşmalarla sistemden çekilen gücün bilinmesi ve bu gücün onlara için hazır tutulmasının sağlanmasıdır. Bu tarifiede bir güç bedelinin alınması söz konusu olmasına rağmen çektikleri aktif enerjide bir indirim yapılmaktadır. Bu tarifiedeki bedel hesaplama yöntemi aşağıdaki formülde gösterilmiştir. Formülde, AEB aylık enerji bedeli (TL), ATEM aylık tüketilen enerji miktarı (kWh), EBB enerji birim bedelidir (kr/kWh), SG sözleşme gücü (kW) ve GB ise güç bedelidir (kr/ay/kW).

$$AEB = [ATEM \times EBB / 100] + [SG \times GB / 100] \quad (5.2)$$

5.6.1.3 Puant tarife

Aşağıda belirtilen saatler Türkiye elektrik sisteminin günlük yük eğrisi dikkate alınarak tespit edilmiştir.

06:00 – 17:00 saatleri arası Normal Tarife

17:00 – 22:00 saatleri arası Yüksek Tarife

22:00 – 06:00 saatleri arası Düşük Tarife

Yani gündüz normal tarife, akşam pahalı tarife(%50), gece ise ucuz tarife(%50) olarak belirlenmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken özellikle fazla enerji harcayan elektrikli cihazların 22:00'dan sonra kullanılması gerektiğidir. Aydınlatma ve sanayi yükünün üst üste geldiği akşam puantı, genel olarak elektrik şebekesinin sağlaması gerektiği en yüksek değerdir. Bu durumda üretim yada işletme maliyeti en yüksek olan santraller devreye alınmakta ve üretim maliyeti doğal olarak yükselmektedir. Bu nedenlerden dolayı akşam puantının oluşturduğu saat 17.00 – 22:00 arası elektrik enerjisi fiyatı en yüksek değerdedir.

Bu tarifiedeki bedel hesaplama yöntemi aşağıdaki formülde gösterilmiştir. Formülde, AEB aylık enerji bedeli (TL), $ATEM_1$ 06-00-17:00 saatleri arasında aylık tüketilen enerji miktarı (kWh), $ATEM_2$ 17:00-22:00 saatleri arasında aylık tüketilen enerji miktarı (kWh), $ATEM_3$ 22:00-06:00 saatleri arasında aylık tüketilen enerji miktarı (kWh), EBB_1 06-00-17:00 saatleri arasında tüketilen enerji birim bedelidir (kr/kWh), EBB_2 17:00-22:00 saatleri arasında tüketilen birim bedelidir (kr/kWh), EBB_3 22:00-06:00 saatleri arasında tüketilen birim bedelidir (kr/kWh).

$$AEB = (ATEM_1 \times EBB_1) + (ATEM_2 \times EBB_2) + (ATEM_3 \times EBB_3) \quad (5.3)$$

5.6.2 Metro İstanbul AŞ fatura analizi

Kuruluşun elektrik enerjisi tüketimine esas fatura analizi Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun (EPDK) 2016 ve 2017 yılları için belirlemiş olduğu birim fiyatlar üzerinden EnYS kapsamına alınan hatlar için yapılmıştır. Bu yıllara ait tarifeler ve fiyatlandırmalar EK.J Çizelge J.1, Çizelge J.2, Çizelge J.3, Çizelge J.4, Çizelge J.4, Çizelge J.6, Çizelge J.7 ve Çizelge J.8’de gösterilmiştir. EK.J’de verilen çizelgeler her yıla ait çeyrek periyotlarla düzenlenen enerji bedelleridir.

EnYS kapsamındaki hatlarda elektrik enerjisi tüketimlerine esas faturalandırmalar Orta Gerilim (O.G) tek terimli tek zamanlı sanayi abone grubu üzerinden yapılmıştır. Karşılaştırma ve analiz ise çift terimli tek zamanlı O.G sanayi grubu ile mevcut tarife arasında yapılmıştır. Puant tarife analize dâhil edilmemiştir. Çünkü Metro İstanbul çalışma saatleri 06.00-00:00 arasındadır ve puant tarifede enerji birim fiyat bedelinin yüksek uygulandığı 17:00-22:00 saatleri arası sistemin en yoğun çalıştığı pik saatleri kapsamaktadır. Ayrıca puant tarifede indirimli fiyat tarifesinin uygulandığı 22:00-00:00 saatleri arasında sistem yoğunluğu az olup 00:00’dan sonra ulaşım hizmetleri verilmemektedir. Bu sebeple puant tarife Metro İstanbul AŞ için uygun bir tarife değildir ve değerlendirmeye alınmamıştır.

Kuruluşun elektrik enerjisi tüketimine esas faturalandırmalar incelendiğinde EnYS kapsamındaki hatların faturalandırmasının M1 hattına ait beş farklı sayaç abonesi, M2 hattına ait dört farklı sayaç abonesi, M3 hattına ait dört farklı sayaç abonesi, M4 hattına ait altı farklı sayaç abonesi, T1 hattına ait üç farklı sayaç abonesi ve T1 hattın ait üç farklı sayaç abonesi olmak üzere toplam yirmibeş farklı sayaç abonesi üzerinden yapıldığı anlaşılmıştır. Faturalandırmaya esas yukarıda bahsedilen sayaç abone noktaları ve bu sayaçlara ait abone numaralarını içeren bir tablo oluşturulmuştur. Oluşturulan tablo Çizelge 5.7’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.7’de verilen sayaç abone noktaları ile ilgili hatların 2016 ve 2017 yıllarına ait tüketimleri ve toplam enerji bedelleri (kdv ve diğer bedeller hariç) Çizelge 5.8, Çizelge 5.9, Çizelge 5.10, Çizelge 5.11, Çizelge 5.12 ve Çizelge 5.13’te gösterilmiştir. Bu çizelgeler sırasıyla M1, M2, M3, M4, T1 ve T4 hatları için oluşturulmuştur.

Çizelge 5.7: EnYS kapsamındaki hatların elektrik enerjisi tüketimi faturalandırma noktaları.

Hat	Faturalandırma Noktaları	Abone No.
M1	Havalimanı	4957638
	Otogar/Kirazlı	7492449
	B.Paşa/Sağmalcılar	6055916
	Topkapı/Ulubatlı	6055914
	Yenibosna	5829516
M2	Atatürk OSB/Taksim	2893358
	4. Levent	2637083
	Taksim/Altıntepe	2308209
	Taksim/Yenikapı	3285719
M3	Masko İkitelli	7419135
	Masko 2 İkitelli Yedek	7518562
	Bağcılar Kirazlı	7419666
	Bağcılar Yedek	7419667
M4	Ayrılık Çeşmesi 1	4010035497
	Ayrılık Çeşmesi 2	4010035498
	Kartal	4005851280
	Kartal Yedek	4004236003
	K.Bakkalköy (Kozyatağı A)	4005234454
	K.Bakkalköy Yedek	4004040050
T1	Gülhane	3218832
	Güneştepe (Haseki)	3612152
	Topkapı/Pazartekke	3218834
T4	TM1	4413185
	TM6	6372991
	TM9	4462487

Çizelge 5.8: M1 hattı 2016-2017 yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).

Yıl	Dönem	Havallimanı		Kirazlı	Sıgmalıçlar	Ulubatlı		Yenibosna	Aktif Enerji Tüketimi (kWh)		Enerji Birim Fiyatı (kr/kWh) (Vergiler Hariç)	Enerji Bedeli (TL) (Vergiler Hariç)	
		A	B			C	D		E	(AET=A+B+C+D+E)		EBF	EB (EB=(AETxEBF)/100)
2016	Ocak	147.632,40	1.235.859,00	1.771.547,40	1.079.629,20	1.165.299,60	1.018.081,20	1.079.574,00	5.399.967,60	26,0174	26,0174	1.404.931,17 ₺	
	Şubat	135.847,20	1.042.900,50	1.572.247,80	960.590,40	1.018.081,20	1.079.574,00	1.079.574,00	4.729.667,10	26,0174	26,0174	1.230.536,41 ₺	
	Mart	136.509,60	1.057.942,50	1.694.667,60	1.027.879,20	1.079.574,00	1.027.879,20	1.079.574,00	4.996.572,90	26,0173	26,0173	1.299.978,36 ₺	
	Nisan	128.422,80	1.004.674,50	1.526.293,80	969.008,40	1.025.257,20	1.025.257,20	1.025.257,20	4.653.656,70	26,0173	26,0173	1.210.755,82 ₺	
	Mayıs	134.715,60	1.066.740,00	1.550.016,00	1.045.653,60	2.954.214,40	1.123.706,40	2.954.214,40	6.751.339,60	26,0173	26,0173	1.756.516,28 ₺	
	Haziran	137.310,00	1.121.008,50	1.595.514,60	1.038.091,20	1.123.706,40	1.038.091,20	1.123.706,40	5.015.630,70	26,0173	26,0173	1.304.931,69 ₺	
	Temmuz	154.698,00	1.217.056,50	1.679.225,40	1.208.438,40	1.281.633,60	1.208.438,40	1.281.633,60	5.442.554,40	26,0173	26,0173	1.416.005,71 ₺	
	Ağustos	151.993,20	1.057.563,00	1.787.817,60	1.274.319,60	1.174.959,60	1.274.319,60	1.174.959,60	5.606.146,50	26,0173	26,0173	1.458.567,95 ₺	
	Eylül	140.456,40	1.064.739,00	1.632.360,60	1.121.443,20	998.926,80	1.121.443,20	998.926,80	4.950.750,00	26,0173	26,0173	1.288.051,48 ₺	
	Ekim	130.603,20	1.064.739,00	1.618.905,60	1.107.091,20	1.066.408,80	1.107.091,20	1.066.408,80	4.987.747,80	26,0173	26,0173	1.297.677,31 ₺	
	Kasım	131.017,20	982.974,00	2.236.014,00	523.102,80	1.059.840,00	523.102,80	1.059.840,00	4.932.948,00	26,0173	26,0173	1.283.419,88 ₺	
	Aralık	144.513,60	1.156.681,50	2.719.690,20	351.596,40	1.223.370,00	351.596,40	1.223.370,00	5.595.851,70	26,0173	26,0173	1.455.889,52 ₺	
2017		1.673.719,20	13.126.698,00	21.384.300,60	11.706.843,60	15.171.271,60	11.706.843,60	15.171.271,60	63.062.833,00			16.407.261,58 ₺	
	Ocak	134.494,80	1.242.517,50	1.763.308,80	1.338.958,80	1.244.318,40	1.338.958,80	1.244.318,40	5.723.598,30	26,0173	26,0173	1.489.125,74 ₺	
	Şubat	135.268,00	1.011.989,00	1.599.530,00	1.006.296,00	1.071.680,00	1.006.296,00	1.071.680,00	4.824.763,00	26,0173	26,0173	1.255.273,06 ₺	
	Mart	168.553,00	1.089.510,00	1.671.442,00	1.123.762,00	1.095.334,00	1.123.762,00	1.095.334,00	5.148.601,00	26,0173	26,0173	1.339.526,97 ₺	
	Nisan	140.981,00	999.431,00	1.715.864,00	1.042.756,00	959.928,00	1.042.756,00	959.928,00	4.858.960,00	26,0173	26,0173	1.264.170,20 ₺	
	Mayıs	137.144,00	1.031.102,00	1.602.097,00	1.055.479,00	1.056.970,00	1.055.479,00	1.056.970,00	4.882.792,00	26,0173	26,0173	1.270.370,64 ₺	
	Haziran	141.671,00	1.140.605,00	1.614.848,00	1.124.507,00	1.081.285,00	1.124.507,00	1.081.285,00	5.102.916,00	26,0173	26,0173	1.327.640,96 ₺	
	Temmuz	137.503,00	1.130.462,00	398.351,00	1.110.928,00	1.140.542,00	1.110.928,00	1.140.542,00	3.917.786,00	26,0173	26,0173	1.019.302,14 ₺	
	Ağustos	145.204,00	1.086.647,00	1.714.540,00	1.218.595,00	1.172.586,00	1.218.595,00	1.172.586,00	5.337.572,00	26,0173	26,0173	1.388.692,12 ₺	
	Eylül	145.093,00	1.078.332,00	2.529.046,00	1.475.165,00	1.106.070,00	1.475.165,00	1.106.070,00	6.333.706,00	26,0173	26,0173	1.647.859,29 ₺	
	Ekim	141.836,00	1.072.916,00	1.660.140,00	1.110.320,00	1.085.039,00	1.110.320,00	1.085.039,00	5.070.251,00	26,0173	26,0173	1.319.142,41 ₺	
	Kasım	137.006,00	1.008.297,00	1.575.643,00	1.068.341,00	1.067.320,00	1.068.341,00	1.067.320,00	4.856.607,00	26,0173	26,0173	1.263.558,01 ₺	
	Aralık	146.804,00	1.107.726,00	1.813.527,00	975.025,00	1.155.364,00	975.025,00	1.155.364,00	5.198.446,00	26,0173	26,0173	1.352.495,29 ₺	
		1.711.557,80	12.999.534,50	19.658.336,80	13.650.132,80	13.236.436,40	13.650.132,80	13.236.436,40	61.255.998,30			15.937.156,85 ₺	

Çizelge 5.9: M2 hattı 2016-2017 yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).

Yıl	Dönem	Atatürk OSB		Levent	Taksim	Yenikapı		Aktif Enerji Tüketimi (kWh)		Enerji Birim Fiyatı (kr/kWh) (Vergiler Hariç)	Enerji Bedeli (TL) (Vergiler Hariç)	
		A kWh	B kWh			C kWh	D kWh	AET (AET=A+B+C+D)	EBF		EB (EB=AE+TxEBF)	
2016	Ocak	227.717,00	2.958.138,00	2.407.794,00	15.894,00			5.609.543,00	26,0174		1.459.457,24 ₺	
	Şubat	1.740.692,00	1.315.325,00	2.203.382,00	0,00			5.259.399,00	26,0174		1.368.358,88 ₺	
	Mart	1.800.502,00	1.374.971,00	2.354.072,00	0,00			5.529.545,00	26,0174		1.438.643,84 ₺	
	Nisan	1.459.751,00	965.950,00	1.961.085,90	563.981,10			4.950.768,00	26,0173		1.288.056,16 ₺	
	Mayıs	1.438.052,00	1.595.720,00	1.513.408,00	1.331.562,00			5.878.742,00	26,0173		1.529.489,94 ₺	
	Haziran	2.575.638,00	481.200,00	1.766.299,00	1.255.242,00			6.078.379,00	26,0173		1.581.430,10 ₺	
	Temmuz	1.888.490,00	1.131.520,00	2.459.377,00	828.359,00			6.307.746,00	26,0173		1.641.105,20 ₺	
	Ağustos	1.659.332,00	1.633.640,00	2.447.942,00	1.150.762,10			6.891.676,10	26,0173		1.793.028,05 ₺	
	Eylül	1.095.404,00	1.584.880,00	2.007.171,00	1.073.281,10			5.760.736,10	26,0173		1.498.787,99 ₺	
	Ekim	1.159.550,00	1.475.770,00	2.067.104,00	1.086.264,00			5.788.688,00	26,0173		1.506.060,32 ₺	
	Kasım	972.027,00	1.550.910,00	2.928.267,00	28.793,00			5.479.997,00	26,0173		1.425.747,26 ₺	
	Aralık	1.160.409,00	1.620.600,00	2.627.738,00	1.040,00			5.409.787,00	26,0173		1.407.480,51 ₺	
		17.177.564,00	17.688.624,00	26.743.639,90	7.335.178,30			68.945.006,20			17.937.645,50 ₺	
2017	Ocak	2.877.099,30	1.057.953,60	2.162.352,20	195.005,00			6.292.410,10	26,0173		1.637.115,21 ₺	
	Şubat	2.431.549,00	871,00	2.904.541,00	376,00			5.337.337,00	26,0173		1.388.630,98 ₺	
	Mart	691.502,00	1.927.332,00	3.243.359,00	376,00			5.862.569,00	26,0173		1.525.282,16 ₺	
	Nisan	672.308,00	1.788.692,00	2.964.377,00	113.787,00			5.539.164,00	26,0173		1.441.140,92 ₺	
	Mayıs	694.513,00	1.834.787,00	3.220.430,00	2.509,00			5.752.239,00	26,0173		1.496.577,28 ₺	
	Haziran	700.159,00	1.858.111,00	3.025.796,00	3.262,00			5.587.328,00	26,0173		1.453.671,89 ₺	
	Temmuz	1.043.464,00	2.074.327,00	3.181.226,00	439,00			6.299.456,00	26,0173		1.638.948,37 ₺	
	Ağustos	2.818.763,00	1.228.194,00	3.034.904,00	439,00			7.082.300,00	26,0173		1.842.623,24 ₺	
	Eylül	439,00	3.477.078,00	1.674.328,00	0,00			5.151.845,00	26,0173		1.340.370,97 ₺	
	Ekim	6.085,00	3.830.468,00	4.105.094,00	31.740,00			7.973.387,00	26,0173		2.074.460,02 ₺	
	Kasım	376,00	3.268.307,00	3.057.120,00	2.572,00			6.328.375,00	26,0173		1.646.472,31 ₺	
	Aralık	1.317,00	3.302.046,00	3.079.692,00	15.180,00			6.398.235,00	26,0173		1.664.647,99 ₺	
		11.937.574,30	25.648.166,60	35.653.219,20	365.685,00			73.604.645,10			19.149.941,33 ₺	

Çizelge 5.10: M3 hattı 2016-2017 yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).

Yıl	Dönem	İkithelli A		İkithelli B		Kırsalı A		Kırsalı B		Aktif Enerji Tüketimi (kWh)		Enerji Birim Fiyatı (kr/kWh) (Vergiler Hariç)	Enerji Bedeli (TL) (Vergiler Hariç)		
		A	kWh	B	kWh	C	kWh	D	kWh	AET	(AET=A+B+C+D)		EBF	EB	(EB=AETxEBF)
2016	Ocak	1.682.820,30	338,10	338,10	372.255,00	543.582,00	372.255,00	2.598.995,40	26,0174	676.191,03 ₺					
	Şubat	1.634.761,80	338,10	338,10	378.844,50	365.389,50	378.844,50	2.379.333,90	26,0174	619.040,82 ₺					
	Mart	1.621.914,00	40.523,70	2.036.214,00	395.922,00	2.036.214,00	395.922,00	4.094.573,70	26,0174	1.065.301,62 ₺					
	Nisan	1.468.996,20	338,10	465.646,50	353.142,00	465.646,50	353.142,00	2.288.122,80	26,0173	595.307,77 ₺					
	Mayıs	1.550.091,90	338,10	474.306,00	364.768,50	474.306,00	364.768,50	2.389.504,50	26,0173	621.684,55 ₺					
	Haziran	1.564.340,40	338,10	588.259,50	202.894,50	588.259,50	202.894,50	2.355.832,50	26,0173	612.924,01 ₺					
	Temmuz	1.736.674,80	289,80	303.945,00	487.140,00	303.945,00	487.140,00	2.528.049,60	26,0173	657.730,25 ₺					
	Ağustos	1.731.748,20	338,10	540.270,00	325.197,00	540.270,00	325.197,00	2.597.553,30	26,0173	675.813,23 ₺					
	Eylül	1.541.253,00	2.076,90	376.878,00	410.032,50	376.878,00	410.032,50	2.330.240,40	26,0173	606.265,64 ₺					
	Ekim	1.600.662,00	338,10	374.946,00	487.726,50	374.946,00	487.726,50	2.463.672,60	26,0173	640.981,09 ₺					
	Kasım	1.473.198,30	289,80	562.833,00	412.792,50	562.833,00	412.792,50	2.449.113,60	26,0173	637.193,23 ₺					
	Aralık	1.844.915,10	338,10	412.896,00	527.401,50	412.896,00	527.401,50	2.785.550,70	26,0173	724.725,08 ₺					
		19.451.376,00	45.885,00	7.045.165,50	4.718.116,50	31.260.543,00				8.133.158,33 ₺					
2017	Ocak	2.102.499,00	338,10	380.445,50	471.339,00	2.954.621,60	26,0173	768.712,77 ₺							
	Şubat	1.825.933,00	290,00	366.011,00	362.423,00	2.554.657,00	26,0173	664.652,78 ₺							
	Mart	1.821.973,00	338,00	463.577,00	491.073,00	2.776.961,00	26,0173	722.490,27 ₺							
	Nisan	997.105,00	760.290,00	350.624,00	453.296,00	2.561.315,00	26,0173	666.385,01 ₺							
	Mayıs	994.256,00	801.490,00	405.410,00	444.395,00	2.645.551,00	26,0173	688.300,94 ₺							
	Haziran	925.863,00	817.526,00	502.493,00	418.175,00	2.664.057,00	26,0173	693.115,70 ₺							
	Temmuz	1.026.327,00	865.633,00	515.775,00	396.819,00	2.804.554,00	26,0173	729.669,23 ₺							
	Ağustos	1.207.597,00	716.386,00	473.927,00	428.249,00	2.826.159,00	26,0173	735.290,27 ₺							
	Eylül	1.022.366,00	839.840,00	396.923,00	422.591,00	2.681.720,00	26,0173	697.711,14 ₺							
	Ekim	1.012.996,00	882.055,00	349.520,00	467.544,00	2.712.115,00	26,0173	705.619,10 ₺							
	Kasım	1.096.313,00	797.771,00	319.988,00	467.268,00	2.681.340,00	26,0173	697.612,27 ₺							
	Aralık	1.048.883,00	865.488,00	396.267,00	500.699,00	2.811.337,00	26,0173	731.433,98 ₺							
		15.082.111,00	7.347.445,10	4.920.960,50	5.323.871,00	32.674.387,60				8.500.993,45 ₺					

Çizelge 5.11: M4 hattı 2016-2017 yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).

Yıl	Dönem	AÇçemesi A		AÇçemesi B		Kartal A	Kartal B	Kozyağatı A		Kozyağatı B		Aktif Enerji Tüketimi (kWh)		Enerji Birim Fiyatı (kr/kWh) (Vergiler Hariç)		Enerji Bedeli (TL) (Vergiler Hariç)	
		A kWh	B kWh	C kWh	D kWh	E kWh	F kWh	AET (AET=A+B+C+D+E+F)	EBF	EB (EB=AETxEBF)							
2016	Ocak	864.459,60	822.700,80	996.967,20	855.158,40	855.130,80	1.176.891,60	5.571.308,40	26,0174	1.449.509,59 ₺							
	Şubat	874.864,80	651.718,80	1.017.363,60	770.481,60	953.442,00	1.025.257,20	5.293.128,00	26,0174	1.377.134,28 ₺							
	Mart	930.837,60	933.100,80	974.142,00	936.385,20	1.083.106,80	1.019.019,60	5.876.592,00	26,0174	1.528.936,45 ₺							
	Nisan	938.482,80	849.693,60	1.076.344,80	836.280,00	1.016.011,20	970.140,00	5.686.952,40	26,0173	1.479.591,47 ₺							
	Mayıs	943.782,00	757.178,40	1.153.569,60	922.116,00	1.076.896,80	1.122.768,00	5.976.310,80	26,0173	1.554.874,71 ₺							
	Haziran	935.998,80	733.304,40	921.702,00	1.131.075,60	1.042.534,80	1.157.240,40	5.921.856,00	26,0173	1.540.707,04 ₺							
	Temmuz	716.026,80	692.953,20	1.133.587,20	1.021.117,20	1.071.018,00	1.544.716,80	6.179.419,20	26,0173	1.607.718,03 ₺							
	Ağustos	1.012.809,60	907.874,40	1.299.380,40	850.880,40	947.618,40	1.374.866,40	6.393.429,60	26,0173	1.663.397,76 ₺							
	Eylül	977.040,00	889.272,00	1.165.492,80	872.905,20	950.074,80	1.212.357,60	6.067.142,40	26,0173	1.578.506,64 ₺							
	Ekim	875.582,40	769.570,80	1.166.403,60	1.484.880,00	917.865,60	1.377.184,80	6.591.487,20	26,0173	1.714.927,00 ₺							
	Kasım	1.296.013,20	1.213.682,40	852.922,80	960.314,40	933.432,00	1.285.249,20	6.541.614,00	26,0173	1.701.951,34 ₺							
	Aralık	1.378.896,00	1.290.741,60	1.051.311,60	120.308,40	1.073.502,00		4.914.759,60	26,0173	1.278.687,75 ₺							
2017	Ocak	1.233.885,60	1.171.675,20	57.739,20	2.022.776,40	996.056,40	1.532.600,40	7.014.733,20	26,0173	1.825.044,18 ₺							
	Şubat	1.104.580,00	1.006.682,00	71.374,00	1.741.312,00	1.001.273,00	1.606.016,00	6.531.237,00	26,0173	1.699.251,52 ₺							
	Mart	956.119,00	839.620,00	487.416,00	1.690.859,00	1.732.783,00	1.829.742,00	7.536.539,00	26,0173	1.960.803,96 ₺							
	Nisan	900.560,00	900.119,00	917.203,00	1.046.095,00	1.495.478,00	1.667.978,00	6.927.433,00	26,0173	1.802.331,03 ₺							
	Mayıs	844.174,00	765.762,00	954.712,00	1.058.984,00	1.403.018,00	1.573.338,00	6.599.988,00	26,0173	1.717.138,68 ₺							
	Haziran	967.463,00	847.403,00	932.604,00	1.026.968,00	1.449.690,00	1.365.400,00	6.589.528,00	26,0173	1.714.417,27 ₺							
	Temmuz	696.955,00	705.704,00	927.001,00	1.008.256,00	1.501.523,00	2.062.051,00	6.901.490,00	26,0173	1.795.581,36 ₺							
	Ağustos	1.345.003,00	1.080.236,00	849.142,00	1.026.058,00	1.009.249,00	2.253.871,00	7.563.559,00	26,0173	1.967.833,84 ₺							
	Eylül	987.335,00	691.408,00	836.804,00	1.055.038,00	983.581,00	1.613.689,00	6.167.855,00	26,0173	1.604.709,34 ₺							
	Ekim	1.209.460,00	878.591,00	955.484,00	1.095.830,00	633.613,00	1.823.366,00	6.596.344,00	26,0173	1.716.190,61 ₺							
	Kasım	1.401.169,00	930.148,00	916.651,00	1.088.737,00	1.158.234,00	1.346.438,00	6.841.377,00	26,0173	1.779.941,58 ₺							
	Aralık	1.157.213,00	809.646,00	1.016.922,00	1.119.318,00	1.111.700,00	1.541.405,00	6.756.204,00	26,0173	1.757.781,86 ₺							
	12.803.916,6	10.626.994,2	8.923.052,20	14.980.231,4	14.476.198,4	20.215.894,4	82.026.287,20		21.341.025,22 ₺								

Çizelge 5.12: T1 hattı 2016-2017 yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).

Yıl	Dönem	Gülhane	Haseki	Pazartekke	Aktif Enerji Tüketimi (kWh)		Enerji Birim Fiyatı (kr/kWh) (Vergiler Hariç)	Enerji Bedeli (TL) (Vergiler Hariç)	
		A kWh	B kWh	C kWh	AET (AET=A+B+C)	EBF		EB (EB= AETxEBF)	
2016	Ocak	521.529,60	544.605,60	1.003.950,00	2.070.085,20	26,0174		538.582,35 ₺	
	Şubat	409.556,40	438.028,80	834.417,00	1.682.002,20	26,0174		437.613,24 ₺	
	Mart	456.890,40	447.216,00	874.078,20	1.778.184,60	26,0174		462.637,40 ₺	
	Nisan	455.234,40	417.806,40	844.104,60	1.717.145,40	26,0173		446.754,87 ₺	
	Mayıs	521.805,60	442.147,20	845.015,40	1.808.968,20	26,0173		470.644,68 ₺	
	Haziran	617.108,40	552.393,60	955.636,20	2.125.138,20	26,0173		552.903,58 ₺	
	Temmuz	619.233,60	502.656,00	1.219.188,60	2.341.078,20	26,0173		609.085,34 ₺	
	Ağustos	601.900,80	480.163,20	1.211.529,60	2.293.593,60	26,0173		596.731,13 ₺	
	Eylül	500.774,40	442.094,40	974.100,60	1.916.969,40	26,0173		498.743,68 ₺	
	Ekim	437.211,60	384.964,80	872.380,80	1.694.557,20	26,0173		440.878,03 ₺	
	Kasım	507.757,20	787.406,40	343.909,80	1.639.073,40	26,0173		426.442,64 ₺	
	Aralık	521.226,00	1.210.941,60	365.603,40	2.097.771,00	26,0173		545.783,37 ₺	
	6.170.228,40	6.650.424,00	10.343.914,20	23.164.566,60			6.026.800,32 ₺		
2017	Ocak	983.802,00	565.752,00	706.242,60	2.255.796,60	26,0173		586.897,37 ₺	
	Şubat	430.836,00	414.982,00	888.941,00	1.734.759,00	26,0173		451.337,45 ₺	
	Mart	416.291,00	439.349,00	919.867,00	1.775.507,00	26,0173		461.938,98 ₺	
	Nisan	371.330,00	395.762,00	910.924,00	1.678.016,00	26,0173		436.574,46 ₺	
	Mayıs	451.508,00	470.237,00	873.706,00	1.795.451,00	26,0173		467.127,87 ₺	
	Haziran	568.367,00	448.034,00	1.036.408,00	2.052.809,00	26,0173		534.085,48 ₺	
	Temmuz	514.216,00	547.193,00	1.188.967,00	2.250.376,00	26,0173		585.487,08 ₺	
	Ağustos	522.302,00	525.070,00	1.182.508,00	2.229.880,00	26,0173		580.154,57 ₺	
	Eylül	540.712,00	424.934,00	1.063.193,00	2.028.839,00	26,0173		527.849,13 ₺	
	Ekim	427.138,00	417.067,00	916.182,00	1.760.387,00	26,0173		458.005,17 ₺	
	Kasım	280.720,00	393.941,00	898.628,00	1.573.289,00	26,0173		409.327,32 ₺	
	Aralık	755.633,00	482.777,00	609.698,00	1.848.108,00	26,0173		480.827,80 ₺	
	6.262.855,00	5.525.098,00	11.195.264,60	22.983.217,60			5.979.612,67 ₺		

Çizelge 5.13: T4 hattı 2016-2017 yılı elektrik enerjisi tüketimi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).

Yıl	Dönem	TM1	TM6	TM9	Aktif Enerji Tüketimi (kWh)		Enerji Birim Fiyatı (kr/kWh) (Vergiler Hariç)	Enerji Bedeli (TL) (Vergiler Hariç)	
		A kWh	B kWh	C kWh	(AET=A+B+C)	EBF		EB (EB=AETxEBF)	
2016	Ocak	911.007,00	848.700,00	774.628,50	2.534.335,50		26,0174	659.368,20 ₺	
	Şubat	744.510,00	748.029,00	736.885,50	2.229.424,50		26,0174	580.038,29 ₺	
	Mart	827.965,50	755.412,00	792.706,50	2.376.084,00		26,0174	618.195,28 ₺	
	Nisan	760.725,00	760.104,00	768.315,00	2.289.144,00		26,0173	595.573,46 ₺	
	Mayıs	787.324,50	767.970,00	795.880,50	2.351.175,00		26,0173	611.712,25 ₺	
	Haziran	862.155,00	813.510,00	794.707,50	2.470.372,50		26,0173	642.724,22 ₺	
	Temmuz	843.939,00	900.864,00	926.808,00	2.671.611,00		26,0173	695.081,05 ₺	
	Ağustos	883.269,00	798.640,50	993.186,00	2.675.095,50		26,0173	695.987,62 ₺	
	Eylül	686.826,00	731.296,50	836.763,00	2.254.885,50		26,0173	586.660,33 ₺	
	Ekim	689.206,50	744.441,00	821.445,00	2.255.092,50		26,0173	586.714,18 ₺	
	Kasım	762.312,00	1.090.683,00	340.653,00	2.193.648,00		26,0173	570.727,98 ₺	
	Aralık	873.954,00	1.339.876,50	250.746,00	2.464.576,50		26,0173	641.216,26 ₺	
		9.633.193,50	10.299.526,50	8.832.724,50	28.765.444,50			7.483.999,13 ₺	
2017	Ocak	854.668,50	1.022.235,00	685.342,50	2.562.246,00		26,0173	666.627,23 ₺	
	Şubat	712.494,00	696.624,00	756.102,00	2.165.220,00		26,0173	563.331,78 ₺	
	Mart	774.939,00	709.872,00	861.707,00	2.346.518,00		26,0173	610.500,63 ₺	
	Nisan	701.765,00	711.183,00	812.303,00	2.225.251,00		26,0173	578.950,23 ₺	
	Mayıs	628.935,00	917.045,00	807.266,00	2.353.246,00		26,0173	612.251,07 ₺	
	Haziran	830.312,00	857.601,00	820.341,00	2.508.254,00		26,0173	652.579,97 ₺	
	Temmuz	851.805,00	874.610,00	916.803,00	2.643.218,00		26,0173	687.693,96 ₺	
	Ağustos	937.917,00	615.066,00	1.070.673,00	2.623.656,00		26,0173	682.604,45 ₺	
	Eylül	907.247,00	419.003,00	1.154.715,00	2.480.965,00		26,0173	645.480,11 ₺	
	Ekim	811.785,00	287.385,00	1.250.487,00	2.349.657,00		26,0173	611.317,31 ₺	
	Kasım	717.635,00	652.568,00	814.476,00	2.184.679,00		26,0173	568.394,49 ₺	
	Aralık	679.478,00	808.922,00	790.085,00	2.278.485,00		26,0173	592.800,28 ₺	
	9.408.980,50	8.572.114,00	10.740.300,50	28.721.395,00				7.472.531,50 ₺	

Çizelge 5.8-13'te hesaplanan bedellerin 2016 ve 2017 yılları için toplam miktarı hesaplanmıştır. Hesaplanan toplam miktar Çizelge 5.14'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.14: M1, M2, M3, M4, T1 ve T4 hatlarının 2016 ve 2017 yıllarına ait toplam elektrik enerjisi bedeli (kdv ve diğer ve diğer bedeller hariç).

Yıl	Enerji Bedelleri (TL) (Vergiler Hariç)						Toplam Enerji Bedeli (TL) (Vergiler Hariç)
	M1	M2	M3	M4	T1	T4	Toplam EB
	A	B	C	D	E	F	EB=A+B+C+D+E+F
2016	16.407.261,58	17.937.645,50	8.133.158,33	18.475.942,06	6.026.800,32	7.483.999,13	74.464.806,91
2017	15.937.156,85	19.149.941,33	8.500.993,45	21.341.025,22	5.979.612,67	7.472.531,50	78.381.261,01
	32.344.418,43	37.087.586,83	16.634.151,7	39.816.967,26	12.006.412,9	14.956.530,6	152.846.067,91

Çizelge 5.14 incelendiğinde EnYS kapsamındaki M1, M2, M3, M4, T1 ve T4 hatlarına 2016 yılında toplam 74.464.806,91 TL, 2017 yılında 78.381.261,01 TL olmak üzere toplamda 152.846.067,9 TL (vergiler hariç) tutarında enerji bedeli ödenmiştir. Bu bedel O.G tek terimli tek zamanlı sanayi abone grubu üzerinden hesaplanmış ve ödenmiştir.

Faturalandırma analizi yapılan O.G çift terimli tek zamanlı sanayi abone grubu için Çizelge 5.7'de verilen sayaçlara ait 2016 ve 2017 yıllarında çekilen demant güç değerleri EnYS kapsamında kurulan enerji ölçme ve izleme sistemi üzerinden izlenmiştir. İzlenen sayaç noktalarının 2016 ve 2017 yıllarına ait demant enerji grafikleri EK.K'da gösterilmektedir. Bu grafikler üzerinden alınan demant değerlerin en yüksek frekansla gerçekleşen tepe noktası o sayaca ait aylık çekilen en yüksek güç olarak belirlenmiş ve bu değer sözleşme gücü olarak alınmıştır. Bu değerler Çizelge 5.15'te gösterilmektedir

Çizelge 5.15: M1, M2, M3, M4, T1 ve T4 hatlarının 2016 ve 2017 yıllarına ait demant güç değerleri.

Hat	Faturalandırma Noktaları	Abone No.	Ölçüm Noktası Adı	Demant Güç (Kw)
M1	Havalimanı	4957638	Havalimanı	380
	Otogar/Kirazlı	7492449	Kirazlı	2500
	B.Paşa/Sağmalcılar	6055916	Sağmalcılar	4500
	Topkapı/Ulubatlı	6055914	Ulubatlı	2500
	Yenibosna	5829516	Yenibosna	2500

Çizelge 5.15(devam): M1, M2, M3, M4, T1 ve T4 hatlarının 2016 ve 2017 yıllarına ait demant güç değerleri.

M2	Atatürk OSB/Taksim	2893358	Atatürk OSB	4000
	4. Levent	2637083	Levent	4000
	Taksim/Altıntepe	2308209	Taksim	4000
	Taksim/Yenikapı	3285719	Yenikapı	3000
M3	Masko İkitelli	7419135	İkitelli A	3800
	Masko 2 İkitelli Yedek	7518562	İkitelli B	3000
	Bağcılar Kirazlı	7419666	Kirazlı A	2000
	Bağcılar Yedek	7419667	Kirazlı B	2000
M4	Ayrılık Çeşmesi 1	4010035497	Ayrılık Çeşmesi A	2800
	Ayrılık Çeşmesi 2	4010035498	Ayrılık Çeşmesi B	2500
	Kartal	4005851280	Kartal A	2500
	Kartal Yedek	4004236003	Kartal B	3000
	K.Bakkalköy (Kozyatağı A)	4005234454	Kozyatağı A	3000
	K.Bakkalköy Yedek	4004040050	Kozyatağı B	3800
T1	Gülhane	3218832	Gülhane	1800
	Güneştepe (Haseki)	3612152	Haseki	1800
	Topkapı/Pazartekke	3218834	Pazartekke	3000
T4	TM1	4413185	TM1	2500
	TM6	6372991	TM6	2000
	TM9	4462487	TM9	3000

O.G çift terimli tek zamanlı sanayi abone grubunun hangi şartlarda daha uygun olduğunun belirlenebilmesi için sınır kullanım oranı belirlenmiştir. 30 günlük bir ayda 720 saat vardır. Saatlik ortalama kullanımın sözleşme gücüne hangi oranından itibaren çift terimli tarifenin avantajlı olacağını sanayi abonesi için;

Ω kullanım oranı olmak üzere;

$$\text{Çift terimli tarifede toplam bedel} = GB + 720 (\text{sa}) \times \Omega \times EBB_{OG_ÇİFT_TERİM_SAN}. \quad (5.4)$$

$$\text{Tek terimli tarifede toplam bedel} = 720 (\text{sa}) \times \Omega \times EBB_{OG_ÇİFT_TERİM_SAN}. \quad (5.5)$$

$$\text{Sınır kullanım oranı}(\Omega) = GB / (EBB_{OG_TEK_TERİM_SAN} - EBB_{OG_ÇİFT_TERİM_SAN}) / 720 \quad (5.6)$$

Dolayısıyla ortalama saatlik kullanımın sözleşme gücüne oranı sınır kullanım oranı'nın üzerinde ise çift terimli tarife altında ise tek terimli tarife uygundur. Elektrik enerji kullanım bedellerinin her yıl çeyrek periyotlar ile revize edildiği göz önüne alındığında yukarıdaki sınır kullanım değerleri her bir ay (dönem) için revize edilmeledir. Yapılan analizde 2016 ve 2017 yıllarına ait EK.J'de verilen EPDK fiyatları baz alınarak sınır kullanım oranları belirlenmiştir. Belirlenen oranlar Çizelge 5.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.16: Sınır kullanım oran değerleri.

Yıl	Dönem	EBB _{OG_TEK_TERİM_SANAYİ} (kr/kWh)	EBB _{OG_ÇİFT_TERİM_SANAYİ} (kr/kWh)	Güç Bedeli (kr/kWh/ay)	Sınır Kullanım Oranı Ω
2016	Ocak	26,0174	25,4855	191,8985	0,50
	Şubat	26,0174	25,4855	191,8985	0,50
	Mart	26,0174	25,4855	191,8985	0,50
	Nisan	26,0173	25,4854	182,4989	0,48
	Mayıs	26,0173	25,4854	182,4989	0,48
	Haziran	26,0173	25,4854	182,4989	0,48
	Temmuz	26,0173	25,4854	180,2650	0,47
	Ağustos	26,0173	25,4854	180,2650	0,47
	Eylül	26,0173	25,4854	180,2650	0,47
	Ekim	26,0173	25,4854	180,2650	0,47
	Kasım	26,0173	25,4854	180,2650	0,47
	Aralık	26,0173	25,4854	180,2650	0,47
2016 yılı Ortalama Sınır Kullanım Oranı					0,48
2017	Ocak	26,0174	25,4854	190,3399	0,50
	Şubat	26,0174	25,4854	190,3399	0,50
	Mart	26,0174	25,4854	190,3399	0,50
	Nisan	26,0173	25,4854	190,3399	0,50
	Mayıs	26,0173	25,4854	190,3399	0,50
	Haziran	26,0173	25,4854	190,3399	0,50
	Temmuz	26,0173	25,4854	190,3399	0,50
	Ağustos	26,0173	25,4854	190,3399	0,50
	Eylül	26,0173	25,4854	190,3399	0,50
	Ekim	26,0173	25,4854	187,4289	0,49
	Kasım	26,0173	25,4854	187,4289	0,49
	Aralık	26,0173	25,4854	187,4289	0,49
2017 yılı Ortalama Sınır Kullanım Oranı					0,50

Çizelge 5.16’da belirtilen sınır kullanım oran değerleri Çizelge 5.15’te verilen sayaç noktalarına ait demant değerler ve Çizelge 5.8-13’te verilen tüketimler baz alınarak sayaç aboneliklerinin O.G çift terimli tek zamanlı sanayi abone grubuna geçme uygunluğu değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme Çizelge 5.17’de gösterilmektedir. Değerlendirme ilgili sayacın o yıla ait ortalama saatlik güç kullanımı üzerinden yapılmıştır. Sınır kullanım oranı olarak o yıla ait ortalama sınır değer kullanılmıştır. Çizelge 5.16’da gösterildiği üzere bu oran 2016 yılı için 0,48, 2017 yılı için ise 0,50’dir.

Çizelge 5.17: Tarife değişikliği uygunluk değerlendirmesi

HAT	Ölçüm Noktası Adı	YIL	Ortalama Saatlik Tüketim kW	Demant Güç kW	Sınır Kullanım Oranı	Referans Sınır Kullanım Oranı	Uygunluk Değerlendirmesi
					Ω	Ω	
M1	Havalimanı	2016	191,06	380	0,50	0,48	Uygun
		2017	195,38	380	0,51	0,50	Uygun
	Kirazlı	2016	1.498,48	2500	0,60	0,48	Uygun
		2017	1.483,97	2500	0,59	0,50	Uygun
	Sağmalcılar	2016	2.441,13	4500	0,54	0,48	Uygun
		2017	2.244,10	4500	0,50	0,50	Sınırdaki
	Ulubatlı	2016	1.336,40	2500	0,53	0,48	Uygun
		2017	1.558,23	2500	0,62	0,50	Uygun
	Yenibosna	2016	1.731,88	2500	0,69	0,48	Uygun
		2017	1.511,01	2500	0,60	0,50	Uygun
M2	Atatürk OSB	2016	1.960,91	4000	0,49	0,48	Uygun
		2017	1.362,74	4000	0,34	0,50	Uygun Değil
	Levent	2016	2.019,25	4000	0,50	0,48	Uygun
		2017	2.927,87	4000	0,73	0,50	Uygun
	Taksim	2016	3.052,93	4000	0,76	0,48	Uygun
		2017	4.070,00	4000	1,02	0,50	Uygun
	Yenikapı	2016	837,35	3000	0,28	0,48	Uygun Değil
		2017	41,74	3000	0,01	0,50	Uygun Değil
M3	İkitelli A	2016	2.220,48	3800	0,58	0,48	Uygun
		2017	1.721,70	3800	0,45	0,50	Uygun Değil
	İkitelli B	2016	5,24	3000	0,00	0,48	Uygun Değil
		2017	838,75	3000	0,28	0,50	Uygun Değil
	Kirazlı A	2016	804,24	2000	0,40	0,48	Uygun Değil
		2017	561,75	2000	0,28	0,50	Uygun Değil
	Kirazlı B	2016	538,60	2000	0,27	0,48	Uygun Değil
		2017	607,75	2000	0,30	0,50	Uygun Değil

Çizelge 5.17 (devam): Tarife değişikliği uygunluk değerlendirmesi

M4	Ayrılık Çeşmesi A	2016	1.340,73	2800	0,48	0,48	Sınırdadır
		2017	1.461,63	2800	0,52	0,50	Uygun
	Ayrılık Çeşmesi B	2016	1.199,98	2500	0,48	0,48	Sınırdadır
		2017	1.213,13	2500	0,49	0,50	Uygun Değil
	Kartal A	2016	1.462,24	2500	0,58	0,48	Uygun
		2017	1.018,61	2500	0,41	0,50	Uygun Değil
	Kartal B	2016	1.228,53	3000	0,41	0,48	Uygun Değil
		2017	1.710,07	3000	0,57	0,50	Uygun
	Kozyatağı A	2016	1.360,80	3000	0,45	0,48	Uygun Değil
		2017	1.652,53	3000	0,55	0,50	Uygun
	Kozyatağı B	2016	1.514,35	3800	0,40	0,48	Uygun Değil
		2017	2.307,75	3800	0,61	0,50	Uygun
T1	Gülhane	2016	704,36	1800	0,39	0,48	Uygun Değil
		2017	714,94	1800	0,40	0,50	Uygun Değil
	Haseki	2016	759,18	1800	0,42	0,48	Uygun Değil
		2017	630,72	1800	0,35	0,50	Uygun Değil
	Pazartekke	2016	1.180,81	3000	0,39	0,48	Uygun Değil
		2017	1.278,00	3000	0,43	0,50	Uygun Değil
T4	TM1	2016	1.099,68	2500	0,44	0,48	Uygun Değil
		2017	1.074,08	2500	0,43	0,50	Uygun Değil
	TM6	2016	1.175,75	2000	0,59	0,48	Uygun
		2017	978,55	2000	0,49	0,50	Sınırdadır
	TM9	2016	1.008,30	3000	0,34	0,48	Uygun Değil
		2017	1.226,06	3000	0,41	0,50	Uygun Değil

Çizelge 5.17’de sınır kullanım oranlarına göre yapılan tarife değişikliği uygunluk değerlendirmesi olumlu çıkan abonelikler yeşil renk ile belirtilmiştir. Uygunluk değerlendirmesinde referans değerlere uzaklıkları toplamı pozitif çıkan noktalarda uygun olarak değerlendirilmiştir. Çünkü bu noktalardan elde edilebilecek tasarruf miktarları zarar miktarlarının üzerindedir ve dolayısıyla zarar tolere edilmektedir. Uygun olarak belirlenen hatların 2016 ve 2017 yıllarında O.G çift terimli tek zamanlı sanayi abone grubu üzerinden enerji bedeli ödeme esasına dayalı senaryosu Çizelge 5.18’te gösterilmiştir. Bu senaryoda uygun olarak belirlenen noktaların 2016 yılından itibaren O.G çift terimli tek zamanlı sanayi abone grubu üzerinden faturalandırma yapılma durumundaki edilecek tasarruf miktarı belirlenmiştir. Bir başka deyişle mevcut tarife, O.G tek terimli tek zamanlı sanayi abone grubu, üzerinden sadece 2016 ve 2017 yıllarında gerçekleşen kayıp tutarı belirlenmiştir. Hesaplama Çizelge 5.8-13’deki ilgili hatların aylık enerji tüketimleri, EK.J’de verilen EPDK birim enerji bedelleri ve Çizelge 5.15’te verilen demant enerji değerleri esas alınmıştır.

Çizelge 5.18: Tarife değişikliği senaryosu neticesinde 2016 ve 2017 yıllarında elde edilebilecek tasarruf miktarı

Ölçüm Noktası Adı	YIL	Demant Güç kW	Mevcut Tarife İle Ödenen (TL) (A)	Değişim Yapılan Tarife İle Ödenen (TL) (B)	Edinilen Kazanım (TL) (A-B)	Net Kazanım (TL) (C+D)
Havalimanı	2016 C	380	435.456,97	434.932,62	524,34	982,24
	2017 D	380	445.301,57	444.843,67	457,90	
Kirazlı	2016 C	2500	3.415.215,74	3.400.514,38	14.701,35	26.965,58
	2017 D	2500	3.382.131,23	3.369.867,01	12.264,22	
Sağmalcılar	2016 C	4500	5.563.622,68	5.549.094,78	14.527,90	16.705,07
	2017 D	4500	5.114.573,49	5.112.396,33	2.177,17	
Ulubatlı	2016 C	2500	3.045.807,69	3.038.658,54	7.149,15	22.874,03
	2017 D	2500	3.551.399,47	3.535.674,59	15.724,88	
Yenibosna	2016 C	2500	3.947.158,51	3.921.582,07	25.576,44	39.100,81
	2017 D	2500	3.443.766,78	3.430.242,41	13.524,37	
Levent	2016 C	4000	4.602.108,02	4.596.213,51	5.894,51	51.306,26
	2017 D	4000	6.672.963,43	6.627.551,68	45.411,75	
Taksim	2016 C	4000	6.957.979,99	6.903.921,85	54.058,14	152.692,09
	2017 D	4000	9.276.013,31	9.177.379,36	98.633,95	
İkitelli A	2016 C	3800	5.060.727,79	5.041.047,64	19.680,15	13.444,51
	2017 D	3800	3.923.963,82	3.930.199,46	-6.235,64	
Ayrılık Çeşmesi A	2016 C	2800	3.055.680,86	3.054.944,20	736,66	5.134,30
	2017 D	2800	3.331.236,69	3.326.839,04	4.397,64	
Kartal A	2016 C	2500	3.332.607,75	3.319.595,24	13.012,52	3.591,20
	2017 D	2500	2.321.537,88	2.330.959,19	-9.421,31	
Kozyatağı A	2016 C	3000	3.101.429,79	3.104.167,41	-2.737,61	6.004,64
	2017 D	3000	3.766.319,70	3.757.577,44	8.742,26	
Kozyatağı B	2016 C	3800	3.822.394,27	3.828.030,69	-5.636,42	15.433,75
	2017 D	3800	5.259.634,86	5.238.564,69	21.070,17	
TM6	2016 C	2000	2.679.661,06	2.668.973,52	10.687,54	10.778,13
	2017 D	2000	2.230.235,04	2.230.144,46	90,59	
				2016 Edinilen Kazanım	158.174,66 TL	
					52.316,46 USD	
				2017 Edinilen Kazanım	206.837,95 TL	
					56.517,12 USD	
				Toplam Kazanım	365.012,61 TL	
					108.698,80 USD	

Çizelge 5.18’de gösterildiği üzere belirlenen abone noktalarında O.G çift terimli tek zamanlı sanayi abone grubu üzerinden faturalandırma yapılması uygun olacaktır. Oluşturduğumuz senaryoya göre kuruluş Çizelge 5.18’de belirtilen sayaç abone gruplarını 2016 yılında O.G çift terimli tek zamanlı sanayi abone grubu olarak revize etmiş olsaydı bu yıllarda ödemiş olduğu toplam fatura bedelinden 365.012,61 TL daha az bir bedel ödemiş olacaktı. Bahse konu bedelin günümüz şartlarında daha iyi değerlendirilmesi için 2016-2017 yıllarına ait dolar bazlı karşılığı hesaplanmıştır. Hesaplama 2016 -2017 yıllarına ait T.C Merkez Bankası efektif dolar satış fiyatının ortalama değeri üzerinden yapılmıştır. Yapılan hesaplamada 2016 yılı T.C.M.B Efektif dolar satış ortlaması 3,03123 TL, 2017 yılı T.C.M.B Efektif dolar satış ortlaması ise 3,65974 TL alınmıştır [62]. Böylelikle toplam kazanım bedeli 2016 yılı için 52.181,68 USD, 2017 yılı için 56.517,12 USD olmak üzere 108.698,8 USD olarak hesaplanmıştır. Tasarrufun herhangi bir yatırım gerektirmeksizin yapılabilecek olması bu aksiyonun önemini bizzat belirtmektedir. Ancak sınır kullanım oranı (Ω) efektifliğinin yılın çeyrek periyotlarında EPDK tarafından güncellenen birim fiyatlar doğrultusunda Eşitlik 5.6’da verilen formül kullanılarak revize edilmesi ve revize neticesinde uygunluk kontrolü yapılp tarife değişim aksiyonu uygulanması gerekliliğini belirtmek isteriz.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında ilk olarak elektrikli raylı ulaşım türleri genel hatları ile işlenmiş ve ülkemizde işletmede olan kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemlerinin özellikleri anlatılmıştır. Ülkemizde işletmede olan kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemlerinden hem sistem çeşitliliği hem de hat uzunluğu bakımından işletmeciliği Metro İstanbul AŞ tarafından yapılan İstanbul kent içi raylı ulaşım sisteminin ülkemizdeki en gelişmiş kent içi raylı ulaşım sistemi olduğu görülmüştür. Ayrıca dünya genelindeki örnek metropollerin banliyöler hariç kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemleri incelenmiş ve Metro İstanbul ile karşılaştırılmıştır. Toplam hat uzunluğu 154,25 km olan Metro İstanbul'un her ne kadar ülkemizde en büyük kent içi raylı ulaşım sistemini oluştursa da dünya genelinde kıyaslandığında emsal metropollerin gerisinde olduğu görülmüştür.

Elektrikli raylı ulaşım türlerinden ve İstanbul kent içi elektrikli raylı ulaşım sisteminden bahsedildikten sonra sistemin genel çalışma prensibi üzerinde durulmuştur. Böylece kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemleri ve çalışma prensipleri hakkında literatür taraması yapılmış ve çalışmanın ana konusunu oluşturan enerji yönetimi hususuna geçilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde enerji yönetimi hususlarından genel olarak bahsedilmiş ve PUKÖ döngüsünü esas alan ISO 50001 EnYS standardı üzerinde durulmuştur. ISO 50001 EnYS standardının gereklilikleri ve şartları bu bölümde detaylı şekilde anlatılmış ve böylece çalışmanın ana konusunu oluşturan Metro İstanbul AŞ ISO 50001 EnYS modellemesi için yapılması gereken hususlar belirtilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde Metro İstanbul AŞ'ye ISO 50001 EnYS modellemesi yapılmıştır. Bu kapsamda ilk olarak işletmeye ait enerji performanslarını sürekli olarak iyileştirmek ve enerji hedefleri ile enerji amaçlarının düzenlenmesi konusunda faaliyet çerçevesi belirlemek için enerji politikası oluşturulmuştur. Böylece üst yönetimin EnYS hakkındaki düşünceleri ve bu konuya

verilen önem bütün çalışanlara, tedarikçilere ve taşeronlara bildirilmesi sağlanmıştır. İşletmeye ait faaliyetlerden dolayı ortaya çıkan enerji boyutları bulunmuş, yürürlükteki yasal ve diğer şartlar tespit edilip gözden geçirilmiş ve enerji hedefleri, amaçları ve öncelikleri belirlenmiştir. Enerji politikasını uygulamaya geçirmek, hedeflere ulaşmak ve amaçları karşılamak için programlar oluşturulmuş ve dokümanter edilmiştir. Oluşturulan politikaya uyumu denetlemek için planlar, tetkikler, izlemeler, düzeltici ve önleyici faaliyetler ve bunların düzenli aralıklarla gözden geçirilmesi için modelleme yapılmıştır.

İşletmede iki tip enerji kullanımının olduğu anlaşılmıştır. Tüketilen bu iki enerji tipinden elektrik enerjisinin ana tüketimi oluşturduğu, doğalgaz enerjisinin ise sadece ısıtma amacı ile idari binalarda tüketildiği tespit edilmiştir. Tüketilen enerjinin ölçülmesi ve izlenmesi için 2015 yılında tüm işletmeyi alt bileşenleri ile birlikte ölçen bir enerji izleme sistemi kurulmuştur. Kuruşun 2016 ve 2017 yıllarına ait tüketilen enerji verileri ise bu ölçme sistemi aracılığı ile incelenmiştir. İlk etapta inceleme işletmede olan hatların yıllık toplam tüketimleri üzerinden yapılmış ve bunların aylık bazda değişimleri incelenmiştir. Önemli tüketiciler belirlenmiş ve bu önemli tüketicilere ait alt bileşenlerin enerji tüketim değerleri incelenmiştir. Alt bileşenler olarak ise; hareketli sistemi oluşturan CER tüketimleri ile sabit tesisler olarak adlandırılan istasyonlara ait aydınlatmaların, prizlerin, ticari alanların, havalandırma sistemlerinin, asansör ve yürüyen merdiven sistemlerinin elektrik enerjisi tüketimi ve ayrıca atölye ve idari binalara ait elektrik ve doğalgaz tüketimleri belirlenmiştir. Tüm bu genel ve alt bileşen tüketimlerine ait analizler neticesinde enerji temel çizgileri oluşturulmuştur. Enerji temel çizgileri belirlenirken modelleme olarak CER tüketimleri için (kWh/yolcu+kWh/km), Aydınlatma-Priz-Havalandırma-Yürüyen Merdiven-Asansör tüketimleri için kWh/m², İdari bina ve atölyeler elektrik tüketimleri için kWh/m², doğalgaz tüketimleri için ise m³/ ısıtma derece-gün (HDD) esas alınmıştır. Enerji temel çizgileri ile birlikte tüm tüketim değerlerinin 2016 ve 2017 yıllarına ait spesifik enerji tüketimleri oluşturulmuş, ilgili grafikler ile kırılma noktaları incelenmiş ve standart (referans) doğruları oluşturulmuştur. Bu işlemlerin akabinde enerji temel çizgilerine ait enerji performans göstergeleri oluşturulmuştur. EnPG'ler oluşturulduktan sonra amaç ve hedefler belirlenmiş, sapma değerleri hesaplanmıştır. Amaç ve hedeflerin efektif bir şekilde uygulanabilmesi için

puanlama yöntemi ile önceliklendirme yapılmış ve enerji verimliliği fırsatları belirlenmiştir. Tüm bu işlemlerin ardından ISO 50001 standardında formlar oluşturulmuş ve enerji yönetim sistemi modellenmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde yukarıda bahsi geçen hususların dışında metro ve tramvay hatları kendi aralarında genel ve alt bileşenleri ile birlikte kıyaslanmış en verimli ve en verimsiz tüketimler belirlenmiştir. En verimsiz tüketimlerin sebepleri araştırılmış ve öneriler sunulmuştur. Tüketimlerin aylık bazdaki değişimleri incelenmiş, tespit edilen hususlar değerlendirilmiş ve öneriler sunulmuştur. Ayrıca Metro İstanbul'un elektrik tüketimine esas abone grupları incelenmiş ve abone grubu değişikliği ile edilebilecek potansiyel tasarruf alanları ve bedelleri belirlenmiş ve öneriler sunulmuştur.

Yapılan çalışmada EnYS kapsamında oluşturulan eylem planı çerçevesinde 2016-2017 yıllarına ait referans doğrularının belirlenen hedef değerlere ulaşması halinde kuruluşun; CER tüketimlerinde ortalama %9, aydınlatma ve priz tüketimlerinde %10,29, havalandırma tüketimlerinde %17,88, yürüyen merdiven ve asansör tüketimi performansında %12,79, Esenler yerleşkesi idari binasına ait elektrik tüketimi performansında %2,50, Esenler yerleşkesi atölye binasına ait elektrik tüketimi performansında %15,92, Esenler yerleşkesine ait doğalgaz tüketimi performansında %4,00, Seyrantepe yerleşkesine ait doğalgaz tüketimi performansında %10,00 oranında iyileşme olacağı hesaplanmıştır. Ayrıca M3 ve T4 hatlarına ait sefer sıklığı düzenlemesi ile şu an ki duruma göre M3 hattında %7,87 ve T4 hattında ise %17 oranında CER tüketimi performansında iyileşme olacağı hesaplanmıştır.

Yukarıda bahsedilen hususlar dışında ayrıca kuruluşun elektrik enerjisi faturalandırması analiz edilmiştir. Kuruluşun elektrik enerjisinin OG tek terimli tek zamanlı sanayi grubu üzerinden faturalandırıldığı tespit edilmiştir. Abone noktalarının 2016 ve 2017 yıllarına ait demant güçleri incelenmiştir. OG çift terimli tek zamanlı sanayi grubu üzerinden faturalandırılması uygun olan sayaç abonelikleri tespit edilmiştir. Bu sayaç abone noktalarında tarife değişikliği yapıldığında yılda ortalama 54.349,4 USD tasarruf edilebileceği tespit edilmiştir.

Kestirimci bakım teknikleri, verimli sürüş teknikleri, aydınlatma sistemlerinde led dönüşümü ve öncelikli değişim yerlerinin belirlenmesi, yürüyen merdiven sistemleri performansını artırmak için tork motoru uygulama yerlerinin tespit edilmesi, fan motorlarında invertör kullanılması, sıcak su kazanlarında dış hava kompanzasyonu yapılması, talimatların asılması, kompresör yüklerinin araştırılarak kompresör gücünün yeniden dizayn edilmesi gibi verimlilik artırıcı hangi proje uygulamaya sokulursa sokulsun bu projeler ISO 50001 EnYS'nin ürünüdür.

Yapılan EnYS çalışması her ne kadar İstanbul kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemleri için yapılmış olursa olsun diğer tüm kentlerde faaliyette olan kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemleri içinde yapılması gerekmektedir. Ayrıca bu kapsamda yapılan çalışmalarda sistemin yıl içindeki toplam taşınan yolcu, yapılan km, bilanço v.b bilgilerin tek tek tablolandığı sektör raporlarına ilave olarak; enerji tüketim miktarları, gerçek spesifik enerji tüketim miktarları, bu gerçek spesifik enerji tüketim miktarlarının hedeflenen enerji tüketim performanslarından ne kadar saptığı ve verimlilik değerlerinin de yer aldığı yıllık raporların yayımlanıp kamuoyuyla paylaşılması sağlanmalıdır. Bu analizlerin sadece bu tür kuruluşların teknik bürolarında yer alan bir kaç mühendisin bilgisi dahilinde kalması ülkemizde kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemleri için bütünlüklü bir müdahaleyi olanaksız kılmaktadır. Bu sebeple Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın ve Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM) gibi paydaşların öncülüğünde bir bilgi havuzu oluşturulup bu bilgi havuzunda kent içi elektrikli raylı ulaşım hizmetleri yapan kuruluşların enerji tiplerine ve kullanım alanlarına göre katagorize edilmesi sağlanmalı ve aynı kulvardaki kuruluşlar kendi aralarında verimlilik, hedeflenen tüketim performansı, hedeflenen spesifik enerji tüketimi ve gerçek enerji performansları gibi alanlarda aylara ve yıllara göre kıyaslanmalıdır. Öyle ki aynı enerji tipini kullanan kent içi elektrikli raylı ulaşım işletmelerinde verimlilik artışı sağlanan veya spesifik enerji tüketim miktarı bir önceki periyoda göre düşen kuruluşlara tüzel kurum bazında vergilendirme diliminde avantaj sağlama, çalışan personel için ise teşvik primumi ödenmesi ve düşük enerji birim fiyatı üzerinden faturalandırma yapılması gibi ödüllendirme sistemleri kurulmalıdır. Yani tıpkı spor branşlarında olduğu gibi katagorilerine göre bu tür işletmeler için bir verimlilik ve enerji tüketim performansı ligi oluşturulabilir. Böylelikle enerjinin tüketildiği alanlar (CER, aydınlatma,

yürüyen merdiven vb) sürekli bir verimlilik ve performans rekabeti içerisinde olacaklardır.

Enerji Yönetiminde sürekli iyileştirilebilen sistematik bir yaklaşım geliştirilebilmesi için ülkemizde faaliyette olan diğer kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemlerinde de bu tezde referans alınan ISO 50001 standardına uygun şekilde EnYS kurulmalı ve bu yönetim sisteminin en önemli aşaması olan enerji gözden geçirmesi işlemi için kullanılacak veriler sürekli analiz edilmelidir. Böylelikle benzer çalışmaların benzer kuruluşlar tarafından yapılması ve uygulamaya geçirilmesi ile Enerji Verimliliği Strateji Belgesinde belirtilen temel hedef olan 2023 yılında Türkiye'nin gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) başına tüketilen enerji miktarının yani enerji yoğunluğunun 2011 değerine göre %20 azaltılması hedefine katkı sağlanacaktır.

Bu tez çalışmasının bir adım daha öteye götürülüp çalışmaların devam ettirilmesi için şu beş ana başlıkta çalışma yapılabilir.

1. Kent içi elektrikli ulaşım sistemlerinde topografik yapının CER tüketim performansına etkileri benzetim programı aracı ile araştırılıp yeni yapılacak hatların belirlenecek kriterler çerçevesinde inşa edilmesi halinde elde edilecek tasarruf oranları hesaplanabilir.
2. Metro İstanbul AŞ bünyesindeki M1, M2, M3 ve M4 hatlarına ait sabit tesislerin (istasyonlar) mevcut aydınlatma dönüşüm maliyeti ve geri ödeme süreleri hesaplanabilir. Ayrıca istasyonlardaki mevcut aydınlatmaların minimum aydınlatma seviyesine (100 lx) indirildiği zaman elde edilecek tasarruf miktarı incelenebilir.
3. SET değerlerinin çok yüksek çıktığı aylarda kuruluşa ait hangi işletme parametrelerinin değiştiğine dair detaylı taramalar yapılp nedenleri belirlenebilir.
4. En verimli CER tüketimine sahip performansın işletme parametreleri incelenip diğer CER tüketim performans parametreleri ile kıyaslanabilir. Bu araştırma diğer tüketim alanları içinde yapılabilir.
5. Bir yolcunun kent içi elektrikli raylı ulaşım sistemi ile ortalama kaç km yol yaptığı üzerine bir yazılımsal çalışma ve uygulama yapılabilir. Böylece performans değerlendirmeleri daha efektif yapılabilir. Bu, diğer dünya metro faaliyet raporlarında geçen bir husus olması sebebi önem teşkil etmektedir.



KAYNAKLAR

- [1] TOPCAN, H.C, 2018. Türkiye’de Enerji verimliliği Mevzuatı, Politikaları ve Uygulamaları, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, s.1-3, Ankara.
- [2] ÇINAR, T., 2008. Tekstil Sanayisinde Enerji Yönetimi ve Enerji Verimlilik Analizi, s.7, Denizli.
- [3] KILIÇ, B., TUNA, S., 2009. Raylı Sistemlerde Enerji Verimlilik Potansiyel Değerlendirmesi, Enerji Verimliliği, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul.
- [4] MET, A., 2010. Termik Santrallerde Enerji Yönetimi, s.1-2, İstanbul.
- [5] AYDIN, T., 2012. Hafif Raylı Sistemlerin Elektrik Güç Beslemesinde Güvenilirlik Analizi, s.3-11, İstanbul.
- [6] GEMİCİ, S., 2006. “Elektrikli ulaşım sistemlerinde enerji depolama yöntemlerinin incelenmesi, s.5, İstanbul.
- [7] **Url-1** <<https://www.metro.istanbul/icerik/hakkimizda>>, alındığı tarih: 24.04.2019.
- [8] **Url-2** <<http://www.marmaray.gov.tr>>, alındığı tarih: 24.04.2019.
- [9] **Url-3** <<http://www.ankarametrosu.com.tr/geneltnt.aspx>>, alındığı tarih: 24.04.2019.
- [10] **Url-4** <<http://www.ankaray.com.tr/ankaray-bilgileri/genel-tanitim>>, alındığı tarih: 24.04.2019.
- [11] **Url-5** <<https://www.izmirmetro.com.tr/Sayfa/13/1/tarihce>>, alındığı tarih: 24.04.2019.
- [12] **Url-6** <<http://www.izban.com.tr/Sayfalar/Single.aspx?MenuId=8>>, alındığı tarih: 24.04.2019.
- [13] **Url-7** <<https://adanaulasim.com.tr/rayli-sistem-hizmeti/>>, alındığı tarih: 24.04.2019.
- [14] **Url-8** <<http://www.antalyaulasim.com.tr/icerik/antray-hakkinda>>, alındığı tarih: 24.04.2019.
- [15] **Url-9** <<https://www.kayseriulasim.com.tr/kayseri-ulasim/yeni-rayli-sistem-hatlari>>, alındığı tarih: 24.04.2019.
- [16] **Url-10** <<http://atus.konya.bel.tr/tranvaytarihce.php?langCode=tr>>, alındığı tarih: 24.04.2019.
- [17] **Url-11** <http://samulas.com.tr/hizmetler_hafif-rayli-sistem/>, alındığı tarih: 24.04.2019.

- [18] **Url-12** <<http://www2.estram.com.tr/Cntnt/15>>, alındığı tarih: 24.04.2019.
- [19] **Url-13** <<https://www.burulas.com.tr/bursaray-hat-ozellikleri.aspx>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [20] **Url-14** <<https://www.burulas.com.tr/tramvay-bilgiler.aspx?VehicleType=218&ResultType=HatOzellikleri>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [21] **Url-15** <<http://gaziulas.com/Icerik.aspx?ID=19>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [22] **Url-16** <https://www.tokyometro.jp/lang_en/corporate/enterprise/transportation/conditions/index.html>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [23] **Url-17** <<https://www.kotsu.metro.tokyo.jp/eng/services/subway.html>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [24] Metropolitan Transportation Authority, State of New York. 2016 Comprehensive Annual Financial Report for the Years Ended December 31, 2016 and 2015, s. 168.
- [25] **Url-18** <<http://web.mta.info/nyct/facts/ridership/>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [26] **Url-19** <<https://tfl.gov.uk/corporate/about-tfl/what-we-do/london-underground/facts-and-figures>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [27] **Url-20** <<https://tfl.gov.uk/corporate/about-tfl/what-we-do/london-underground>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [28] **Url-21** <chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbdmfmadadm/https://www.tmb.cat/documents/20182/111197/Presentacio_institucional_2018_EN/048adca5-7593-4e58-8cef-d2517494f233>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [29] **Url-22** <<https://www.transitchicago.com/facts/>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [30] **Url-23** <<chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbdmfmadadm/http://www.delhimetrorail.com/OtherDocuments/DMRC-English-AR-Year-2017-18.pdf>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [31] **Url-24** <http://www.gzmtr.com/ygwm/xwzx/gsxw/201712/t20171227_55523.html>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [32] **Url-25** <<http://www.gzmtr.com/ygwm/gsgk/gsj/>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [33] Hochbahn, 2017, Annual Report 2017-, s.15, Hamburg.

- [34] **Url-26**
<http://www.mtr.com.hk/archive/corporate/en/publications/images/business_overview_e.pdf>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [35] **Url-27** <<http://www.mosmetro.ru/press/digits/>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [36] **Url-28**
<<https://web.archive.org/web/20130926181613/http://www.france.fr/en/paris-and-its-surroundings/brief-history-paris-metro>>, alındığı tarih: 24.04.2019
- [37] MASOUMI, M., ÖCALIR, E.V., Türkiye’deki kent içi raylı ulaşım sistemlerinin performanslarının veri zarflama analizi ile karşılaştırılması. Politeknik dergisi, s. 973.
- [38] ÜSTÜNİŞİK, B. ve Bayazıt, S. (1996). Türkiyede Kentsel Ulaşım Planlaması Yaklaşımları ve Kent İçi Raylı Taşımacılık Projeleri, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 384, s.53-62. Ankara
- [39] ARLI Veysel, 2010, Kent İçi Raylı Sistemler, Teknik Dergi, EMO Antalya Şubesi Yayını, s. 15-16.
- [40] TOPRAK, R. ve AKTÜRK, N., 2001, Raylı toplu taşıma sistemleri ve raylı toplu taşıma sistemlerinde güvenliği tehdit eden tehlikeler, 3. Ulaşım ve Trafik Kongresi- Sergisi Bildiriler Kitabı, Makina Mühendisleri Odası, sayfa 280, 99-108, Antalya.
- [41] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Metro İstanbul AŞ, 2017, Faaliyet Raporu -2017-, s. 34, İstanbul
- [42] DEMİRER, O., 1995. “Ulaşım Sistemleri Besleme Düzeninin İncelenmesi, Değerlendirilmesi ve Optimizasyonu”, doktora tezi, s. 15-17, Kocaeli.
- [43] T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Sanayide Enerji Yönetim Esasları Cilt-1, s.3.1-4.1, Ankara.
- [44] Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik, madde 11.
- [45] PATRICK, D.R., Fardo, S.W., Richardson, R. E., Patrick, S.R., 2007. Second Edition:Energy Conservation Guidebook, s.1-7, 397-423.
- [46] PIPER, J.E.,1999. Operations and Maintenance Manual for Energy Management, s.273-282, USA.
- [47] MET, A., 2010. Termik Santrallerde Enerji Yönetimi, s.27-37, İstanbul.
- [48] MULL, T.E.,2001. Practical Guide to Energy Management for Facilities Engineers and Plant Managers, s.1-7, 47-64, New York.
- [49] ALBERT THUMANN, P.E., C.E.M. Scott Dunning, Ph.D., C.E.M.,2008 Ninth Edition: Plant Engineers and Managers Guide to Energy Conservation, p.1-57, 287-301.

- [50] TS EN ISO 50001 Standardı, 2013, s.1-11
- [51] TOPCAN, H.C, 2018. Türkiye’de Enerji verimliliği Mevzuatı, Politikaları ve Uygulamaları, s.19, Ankara.
- [52] TS EN ISO 50001 Standardı, 2013, EK.A s.6-15
- [53] TS EN 12464-1 Standardı, 2013, s.15
- [54] EPDK, 2016. 1/1/2016 tarihinden itibaren uygulanacak Nihai Tarife Tablosu, EK-2.
- [55] EPDK, 2016. 4/1/2016 tarihinden itibaren uygulanacak Nihai Tarife Tablosu, EK-2.
- [56] EPDK, 2016. 7/1/2016 tarihinden itibaren uygulanacak Nihai Tarife Tablosu, EK-2.
- [57] EPDK, 2016. 10/1/2016 tarihinden itibaren uygulanacak Nihai Tarife Tablosu, EK-2.
- [58] EPDK, 2017. 1/1/2017 tarihinden itibaren uygulanacak Nihai Tarife Tablosu, EK-2.
- [59] EPDK, 2017. 4/1/2017 tarihinden itibaren uygulanacak Nihai Tarife Tablosu, EK-2.
- [60] EPDK, 2017. 7/1/2017 tarihinden itibaren uygulanacak Nihai Tarife Tablosu, EK-2.
- [61] EPDK, 2017. 10/1/2017 tarihinden itibaren uygulanacak Nihai Tarife Tablosu, EK-2.
- [62] **Url-28** <<https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?/evds/serieMarket>>, alındığı tarih: 17.06.2019

EKLER

	<u>Sayfa</u>
EK.A : İstanbul kent içi raylı ulaşım sistemlerin özellikleri	188
EK.B : Enerji izleme ve ölçme sistemi	189
EK.C : Regresyon sonucu anlamlılık katsayıları	192
EK.D : Örnek Fabrika Üretim, Hedef ve Standart Grafikleri	193
EK E : ISO 50001 tanımlar ve tarifler	194
EK.F : Enerji yönetim prosedürü	197
EK.G : Enerji ölçme ve izleme prosedürü	199
EK.H : Önceliklendirme ve enerji verimliliği fırsatları (Enerji Tüketim Bilançosu)	204
EK.I : 2016 ve 2017 yıllarına ait istasyon iç ihtiyaçları.....	207
EK.İ : EnYS eylem planı.....	209
EK.J : EPDK 2016 ve 2017 yılları elektrik birim fiyatları	212
EK.K : Demant güç grafikleri	216

EK.A : İstanbul kent içi raylı ulaşım sistemlerin özelliklikleri

Çizelge A.1 : İstanbul kent içi raylı ulaşım sistemlerin özelliklikleri

HAT	GÜZERGAH	ULAŞIM TİPİ	FAALİYETE GEÇİŞ YILI	HAT UZUNLUĞU (km)	İSTASYON SAYISI	SEFER SÜRESİ (dk)	GÜNLÜK SEFER SAYISI (Tek yön)	SEFER SIKLIĞI (Pik Saatte)	YOLCU KAPASİTESİ (Yolcu/Gün)	BESLEME GERİLİMİ
M1	Aksaray-Atatürk Havaalanı/Kirazlı	Hafif Metro	1989	26,8	18 / 13	35 / 25	170	6 dk / 4 dk	400.000	750 Vdc
M2	Yenikapı - Hacıosman	Metro	2000	23,5	16	31	225	Yenikapı- Hacıosman: 5dk Taksim- Hacıosman: 2,5dk Sanayi-Seyrantepe: 9dk	320.000	750 Vdc
M3	Başakşehir- Olimpiyatköy	Metro	2013	15,9	11	20	-	3 dk	70.000 yolcu/saat	1500 Vdc
M4	Kadıköy-Kartal	Metro	2012	26,2	19	82	-	4 dk	70.000 yolcu/saat	1500 Vdc
M5	Üsküdar Çekmeköy	Metro	2017	20	16	32	334	5 dk	180.000	750 Vdc
M6	Levent-Boğaziçi Ünv./Hisarüstü	Metro	2015	3,3	4	7	156	5 dk	750 Vdc	750 Vdc
T1-T2	Kabataş-Bağcılar	Tramvay	1992-2006	19,3	31	65	295	2 dk	320.000	750 Vdc
T3	Kadıköy-Moda	Nostaljik Tramvay	2003	2,6	10	20	82	10 dk	1.800	750 Vdc
T4	Topkapı-Habipler	Tramvay	2007	15,3	22	45	431	4 dk	170.000	750 Vdc
F1	Taksim-Kabataş Füniküler Hattı	Füniküler	2006	0,64	2	2,5	195	3 dk	35.000	750 Vdc
TF1	Maçka-Taşkışla	Teleferik	1993	0,3	2	3,5	90	5 dk	1.000	750 Vdc
TF2	Eyüp-Piyerloti	Teleferik	2005	0,42	2	2,75	200	5 dk	4.000	750 Vdc

EK.B : Enerji izleme ve ölçme sistemi

Enerji izleme ve ölçme sistemi için üç katmandan oluşan bir ölçme mimarisi oluşturulmuştur. Bu katmanlar sırasıyla, saha katmanı, iletişim katmanı ve yönetim katmanıdır. Saha katmanında analizörler ile ölçümler ve izlemeler yapılmıştır. İletişim katmanında ise saha katmanında alınan veriler yönetim katmanına iletilmiştir. Yönetim katmanında ise veriler istenilen şekilde raporlar üretebilir bir yazılım ve arayüz ile kullanıcıya sunulmuştur.

a. Sistemin Bileşenleri

Enerji Kalite Analizörleri (Ana Giriş) Tip A

Enerji Analizörleri (CER Giriş) Tip B

Standart Enerji Analizörü (Yardımcı Tesisler Girişleri) Tip C

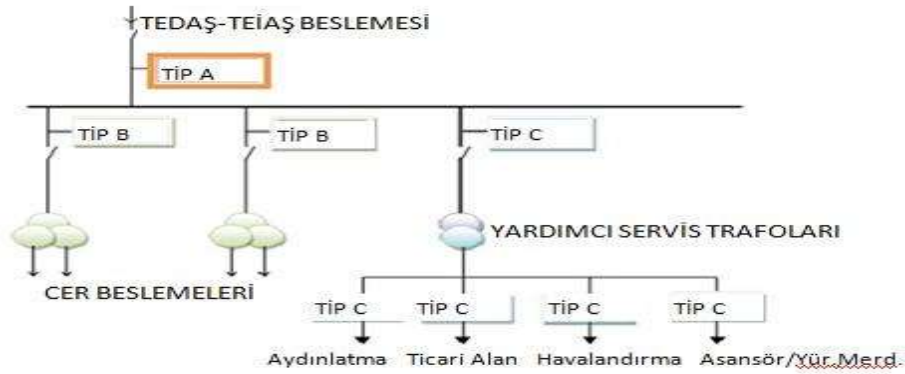
Enerji İzleme ve Yönetimi Yazılımı

İletişim Alt Sistemleri

Server Bilgisayarlar

b. Saha Katmanı

Saha katmanında izleme ve ölçümler üç farklı tip analizör ile yapılmıştır. Ana giriş hücre ölçümleri için 30 adet Tip A, CER (Tren) tüketimlerini ölçmek için 132 adet Tip B ve sabit tesisler ve bu tesislere ait havalandırma, aydınlatma, priz, ticari alanlar, yürüyen merdiven, asansör, idari ofisler, atölyeler v.b alanların ölçümü için 1420 adet DIN raya montaj ve 230 adet panoya montaj olmak üzere toplam 1650 adet Tip C analizörü kullanılmıştır. Saha katmanı mimarisi Şekil B.1’de gösterilmektedir.

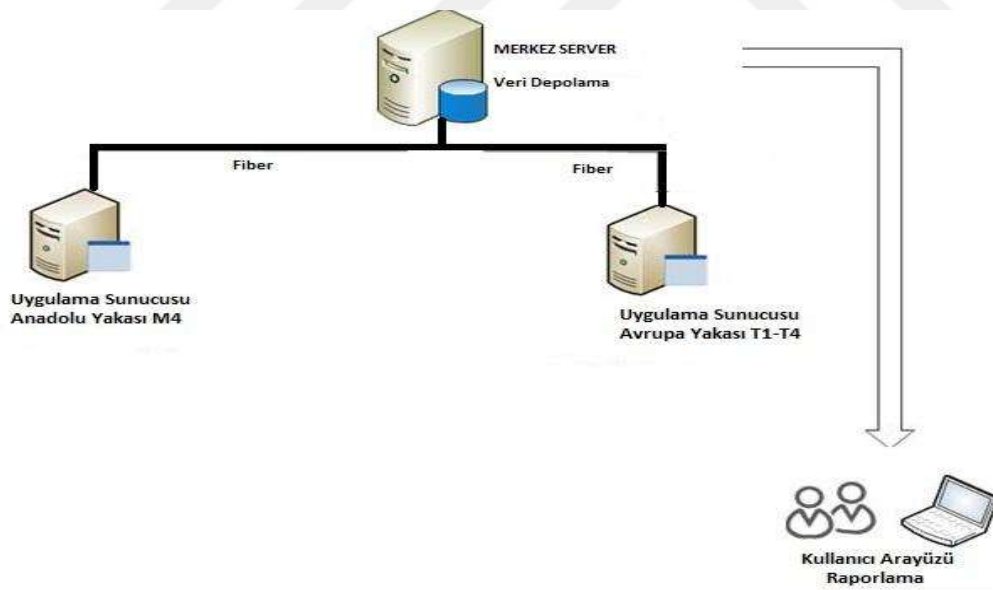


Şekil B.1: Saha katman mimarisi

Saha katmanında Tip A analizörü olarak Schneider Electric ION7650 enerji kalite analizörü kullanılmıştır. Tip B analizörü olarak Schneider Electric PowerLogic PM820 enerji kalite analizörü kullanılmıştır. Tip C analizörü olarak raya montaj modeli için Schneider Electric PowerLogic PM3255 ve panoya montaj modeli için ise PM5330 kullanılmıştır.

c. İletişim Katmanı

Sistemin ikinci katmanı olan ağ iletişim katmanı ise Metro İstanbul AŞ'nin alt yapısına uygun olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu sebeple sistem, Modbus RTU protokolünü kullanarak RS-485/RS-232 ağında doğrudan seri iletişim yeteneğine sahip Modbus TCP protokolünü kullanan yazılım, ethernet-seri ağ geçidi üzerinden ağ geçidi tarafından desteklenen herhangi bir protokolü kullanan ve modbus TCP'ye dönüştüren cihazlara Ethernet/TCP bağlantılarını yapabilen, OPC DA 2.x spesifikasyonu ile uyumlu dış OPC sunucularına bağlantı kurabilecek ayrıca aralarında farklı fiziksel iletişim kanalları bulunanlarda olmak üzere birden çok cihazla aynı anda iletişim kurabilme yeteneğine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. İletişim mimarisi Şekil B.2'de gösterilmektedir.



Şekil B.2: İletişim katman mimarisi

d. Yönetim Katmanı

Sistemin en son katmanı olan yönetim katmanı ise enerji izleme ve yönetimi yazılımı ile sunucu bilgisayarından oluşması tasarlanmıştır. Enerji izleme ve yönetimi

yazılımının O.G şebeke beslemelerinden başlayıp A.G dağıtım noktalarına kadar tüm sistemin dağıtım altyapısını izlemesi amaçlanan web tabanlı bir izleme sistemi olarak tasarlanmıştır. Sistem ister tek bir tesis, ister bir tesisler ağı olsun enerji kullanımı ve verimliliğini yönetmek ve ölçmek için kurumun toplamındaki ve alt sistemlerinde ki enerji kalitesi ve tüketimini izlemek ve yönetmek amacı doğrultusunda tasarlanmıştır. Yazılım katmanının kendisinden önce gelen katmanlar ile uyumlu olması esas alınmıştır. Katmanın diğer bileşeni olan sunucu bilgisayarlar ise Anadolu yakası uygulama sunucusu (Esentepe), Avrupa yakası uygulama sunucusu (Seyrantepe) ve merkez sunucusu (Esenler) olmak üzere üç kısımda tasarlanmıştır.



EK.C : Regresyon sonucu anlamlılık katsayıları

a. Amaç

Metro İstanbul hatlarında hat bazında CER tüketimleri oluşmaktadır. CER tüketimleri yapılan yol, tren içi yolcu sayısı, yolcu ağırlığı, yol eğimi gibi etkenlerle değişmektedir. EnYS kapsamında ise bu değişkenlere bağlı olarak CER tüketim denklemi oluşturulmak istenmiştir. Ancak CER tüketim denklemi çok farklı değişkenleri içermesi ve bu değişkenler arasında herhangi bir anlamlılık olmaması sebebi ile oluşturulamamıştır. Bu sebeple EnYS kapsamındaki hatların CER tüketim parametreleri arasında anlamlılık testi yapılmıştır.

b. Yöntem

Microsoft Excel programının veri çözümleyici eklentisinden regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizinde EnYS kapsamındaki hatların CER tüketimlerinin 2016 ve 2017 yılları arasındaki aylık değişimleri üretim gibi düşünülmüş ve Y eksenini olarak seçilmiştir. 2016 ve 2017 yılları arasındaki aylık yolcu ve yapılan yol (km) değişimleri ise tüketim gibi düşünülmüş ve X eksenini olarak seçilmiştir. Yani kısacası;

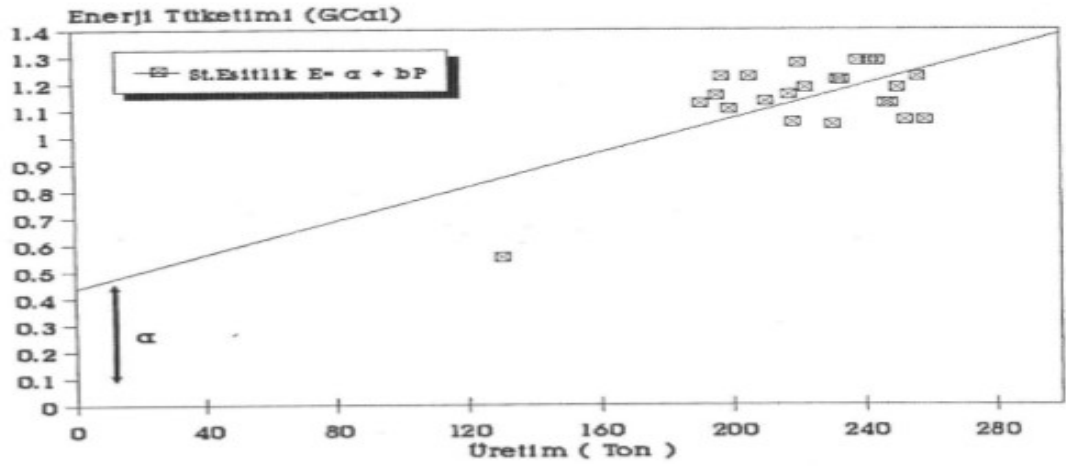
$$Y (\text{CER tüketimi}) = A \times X1 (\text{yolcu sayısı}) + B \times X2 (\text{yapılan km})$$

A ve B katsayıları bulunarak CER tüketimi denklemi oluşturulmak istenilmiştir. Ancak denklem anlamsızlık katsayısının çok yüksek olmaması sebebi ile oluşturulamamıştır. Bu anlamsızlık katsayıları Çizelge C.1’de gösterilmiştir.

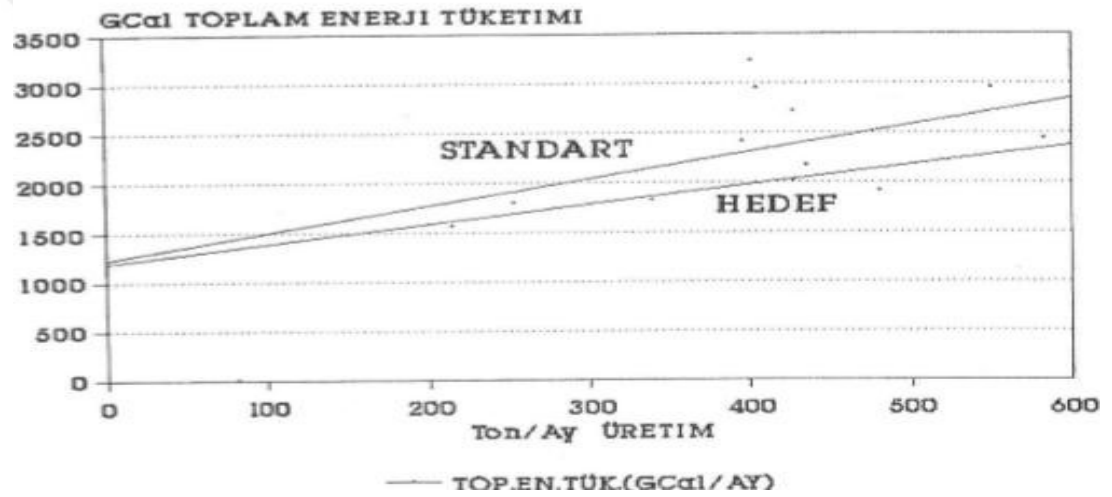
Çizelge C.1: CER tüketimini ile tüketimi etkileyen parametreler (yolcu sayısı–yapılan km) arasındaki regresyon analizi sonucu elde edilen anlamlılık katsayıları.

Hat Adı	Anlamlılık Katsayısı (2016 CER)	Anlamlılık Katsayısı (2017 CER)
M1	9,10198E ⁻⁰⁵	0,268598
M2	0,006627474	0,003303
M3	0,008263	0,330599
M4	0,876949	0,018568
T1	0,128231	0,289752
T4	0,016714	0,010007

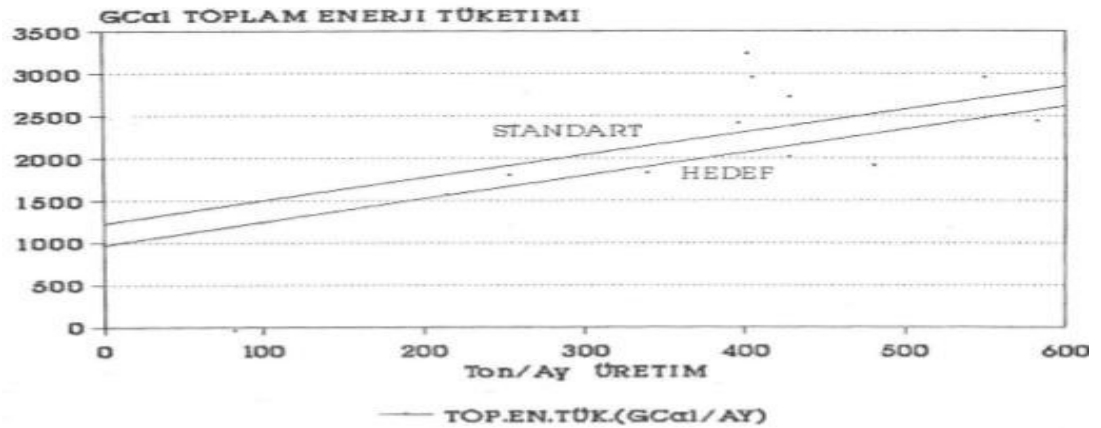
EK.D : Örnek Fabrika Üretim, Hedef ve Standart Grafikleri



Şekil D.1 : Bir kumaş fabrikasına ait enerji tüketiminin üretime karşı grafiği [43]



Şekil D.2 : Bir kumaş fabrikasına ait hedef doğrusu [43]



Şekil D.3 Bir kumaş fabrikasında Üretime bağlı olmayan enerji miktarının azaltılmasıyla elde edilen hedef doğrusu [43].

EK E : ISO 50001 tanımlar ve tarifler

Sınırlar

Kuruluş tarafından tanımlandığı şekliyle fiziksel sınırlar veya saha sınırları ve/veya kuruluşla ilgili sınırlar.

Sürekli iyileştirme

Enerji performansı ve enerji yönetim sistemini iyileştirmeye sonuçlanan sürekli tekrar eden proses.

Düzeltilme

Saptanmış bir uygunsuzluğu ortadan kaldırmaya yönelik faaliyet

Düzeltilici faaliyet

Saptanmış bir uygunsuzluğun nedenini ortadan kaldırmaya yönelik faaliyet.

Enerji

Elektrik yakıtlar, buhar, ısı, basınçlı hava ve benzeri diğer kaynaklar.

Enerji referans noktası

Enerji performansının karşılaştırılması için temel oluşturan nicel referans/referanslar

Enerji tüketimi

Sağlanan enerji miktarı.

Enerji verimliliği

Bir faaliyet, mal, hizmet veya enerji çıktısı ile bir enerji girdisi arasındaki oran veya diğer nicel bağlantı.

Enerji yönetim sistemi (EnYS)

Enerji politikası ve hedeflerini oluşturmak için birbirleriyle bağlantılı veya etkileşen öğeler grubu ve bu hedeflere ulaşma için süreç ve prosedürler.

Enerji yönetim ekibi

Enerji yönetim sistemi faaliyetlerinin etkin olarak uygulanması ve enerji performansında iyileştirmeler sağlanmasından sorumlu kişi/kişiler.

Enerji hedefi

Kuruluşun enerji politikasını, iyileştirilmiş enerji performansı açısından yerine getirmek üzere düzenlenen, belirtilmiş sonuç veya kazanım.

Enerji performansı

Enerji verimliliği, enerji kullanımı ve enerji tüketimi ile ilgili ölçülebilir sonuçlar.

Enerji performans göstergesi (EnPG)

Enerji performansının kuruluş tarafından tanımlanan nicel değeri veya ölçüsü.

Enerji politikası

Kuruluşun, enerji performansı ile ilgili olarak üst yönetimi tarafından resmi şekilde ifade edilen genel niyetlerinin ve istikametinin beyanı.

Enerji gözden geçirmesi

İyileştirme fırsatlarının belirlenmesini sağlayan veriler ve diğer bilgilere dayanılarak kuruluşun enerji performansının tespit edilmesi.

Enerji hizmetleri

Enerjinin tedariki ve/veya kullanımı ile ilgili faaliyetler ve bunların sonuçları

Enerji amacı

Kuruluşa ya da bölümlerine uygulanabilen, enerji hedeflerine göre oluşturulan ve bu hedeflere ulaşmak için düzenlenmesi ve karşılanması gereken, ayrıntılı ve ölçülebilir enerji performansı şartı.

Enerji kullanımı

Enerjinin sağlanma yolu veya şekli.

İlgili taraf

Kuruluşun enerji performansı ile ilgili veya enerji performansından etkilenen kişi ya da grup.

İç tetkik

Şartların ne ölçüde yerine getirildiğini belirlemeye yönelik delil elde edilmesini ve bunların objektif olarak değerlendirilmesini amaçlayan sistematik, bağımsız ve dokümante edilmiş proses

Uygunsuzluk

Bir şartın yerine getirilmemesi.

Kuruluş

Kendisine ait fonksiyonları ve idaresi olan. enerjisinin kullanımı ve tüketiminin kontrol altında bulundurulması konusunda yetkili bir merciisi bulunan; tüzel kişiliği

olsun veya olmasın, resmi veya özel; şirket, anonim şirket, firma., işletme, kurum veya enstitü ya da bunların bir bölümü veya birleşimi.

Önleyici faaliyet

Potansiyel bir uygunsuzluğun nedenini ortadan kaldırmaya yönelik faaliyet

Prosedür

Bir faaliyetin ya da bir prosesin yürütülmesi için belirtilen yol.

Kayıt

Elde edilen sonuçları belirten veya gerçekleştirilen faaliyetlerin delillerini sağlayan doküman.

Kapsam

Kuruluşun, çeşitli sınırları olabilen bir EnYS aracılığı ile belirttiği, içerilen faaliyetler, tesisler ve kararlar.

Önemli enerji kullanımı

Büyük miktarda enerji tüketimi oluşturan ve/veya enerji performansının iyileştirilmesinde kayda değer bir potansiyel sağlayan enerji kullanımı.

Üst yönetim

Bir kuruluşu en üst seviyede sevk ve idare eden kişi veya grup.

EK.F : Enerji yönetim prosedürü

	METRO İSTANBUL AŞ ENERJİ YÖNETİM PROSEDÜRÜ	Doküman No	001
		Yayın Tarihi	
		Revizyon No./Tarihi	

1. AMAC

Bu prosedürün amacı, Metro İstanbul ‘un enerji yönetimi için bir sistem oluşturmaktır.

2. KAPSAM

Bu prosedür, Metro İstanbul’da yürütülen tüm enerji yönetimi faaliyetlerini kapsar.

3. KAYNAK DOKÜMANLAR

ISO 50001 standardı

4. TANIMLAR

Metro İstanbul : Metro İstanbul San. Tic. AŞ.

EnYS : Enerji yönetim sistemi

Yönetim : Yönetim Kurulu, Genel Müdür, Genel Md.Yrd.ları ve Birim Müdürleri’nden oluşan idari kadrolar bütünü.

Kanun : 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu

Yönetmelik : Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmeliği

Standart : TS EN ISO 50001

5. SORUMLULUKLAR

Bu prosedürün hazırlanması ve güncel tutulmasından Mühendislik Hizmetleri Müdürlüğü,

Bu prosedürün onaylanması, yayınlanmasından ve denetiminden Süreç Yönetim Şefliği sorumludur,

Prosedürün kapsadığı aktivitelerin/işlemlerin uygulanmasından Enerji Yönetim Temsilcileri, Mühendislik Hizmetleri Müdürlüğü ve Enerji Yönetim Birimi sorumludur.

6. UYGULAMA

a. Metro İstanbul A.AŞ’de EnYS olarak TS EN ISO 50001 standardı şartları uygulanır.

b. Metro İstanbul A.AŞ’de EnYS için Enerji Yönetim Birimi oluşturulmuştur.

c. Metro İstanbul AŞ Enerji Yönetim Birimi;

1 Enerji Yöneticisi (enerji yöneticiliği sertifikasına sahip mühendis)
1 makine mühendisi,
1 elektrik/elektrik-elektronik/enerji sistemleri mühendisi,
1 çevre mühendisi,
1 makine teknikeri,
1 elektrik teknikeri,
Olarak teşkil edilmiştir.

- d. Metro İstanbul AŞ Enerji Yönetim Birimine enerji yöneticisi olarak görevlendirilmiştir.
- e. Metro İstanbul AŞ EnYS işleyişinden silsile olarak sırasıyla; Enerji Yönetim Birimi, Enerji Yönetim Temsilcisi/Temsilcileri, Genel Müdür Yard. ve Genel Müdür sorumludur.
- f. Metro İstanbul AŞ Enerji Yönetim Birimi doğrudan Enerji Yönetim Temsilcilerine bağlıdır.
- g. Metro İstanbul AŞ Enerji Yönetim Temsilcisi/Temsilcileri olarak görevlendirilmiştir.
- h. Metro İstanbul A.AŞ'de EnYS iç tetkik toplantıları Enerji Yönetim Temsilcisi/Temsilcileri başkanlığında her yıl Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarının ilk Cuma günleri toplanmak suretiyle gerçekleştirilir.
- i. Metro İstanbul A.AŞ'de EnYS yönetim gözden geçirme toplantıları her yıl aralık ayının ilk Cuma günü gerçekleşir.
- j. Metro İstanbul A.AŞ'de EnYS kapsamında Enerji Politikası oluşturulmuştur.
- k. Metro İstanbul A.AŞ'de EnYS'ne azami derecede yönetim desteği verilecektir.
- l. Metro İstanbul A.AŞ'de EnYS'de temel amaç, enerji verimliliğini sürekli sağlamak ve enerji performansını belirlenen hedefler doğrultusunda sürekli iyileştirmektir.

7. REVİZYON BİLGİLERİ

Revizyon No	Tarih	Değişiklik Gerekçesi	Hazırlayan
Rev.00			

EK.G : Enerji ölçme ve izleme prosedürü

	METRO İSTANBUL AŞ EnYS ENERJİ ÖLÇME ve İZLEME PROSEDÜRÜ	Doküman No	007
		Yayın Tarihi	
		Revizyon No./Tarihi	

1. AMAC

Bu prosedürün amacı, Metro İstanbul ‘un ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi faaliyetlerinin izlenmesi ve ölçümü için bir sistem oluşturmaktır.

2. KAPSAM

Bu prosedür, Metro İstanbul’da yürütülen tüm ölçüm izleme faaliyetlerini kapsar.

3. KAYNAK DOKÜMANLAR

4. TANIMLAR

Metro İstanbul : Metro İstanbul San. Tic. AŞ.

PME : WEB tabanlı Power Monitoring Expert Yazılımı

YÖNETİM : Yönetim Kurulu, Genel Müdür, Genel Md.Yrd.ları ve Birim Müdürleri’nden oluşmaktadır.

5. SORUMLULUKLAR

Bu prosedürün hazırlanması ve güncel tutulmasından Mühendislik Hizmetleri Müdürlüğü,

Bu prosedürün onaylanması, yayınlanmasından ve denetiminden Süreç Yönetim Şefliği sorumludur,

Prosedürün kapsadığı aktivitelerin/işlemlerin uygulanmasından Enerji Yönetim Temsilcileri, Mühendislik Hizmetleri Müdürlüğü ve Enerji Yönetim Birimi sorumludur.

6. UYGULAMA

6.1. İzleme ve Ölçme

İlgili faaliyetlerin izlenmesi ve gereken parametreler aşağıdaki şekilde tanımlanır .

- Metro İstanbul’da enerji türleri ve tüketim değerleri aylık, hat bazlı olarak Enerji İzleme Planına ve web tabanlı olarak çalışan Power Monitoring Expert (PME) yazılımına ve Metro İstanbul kurumsal SAP sisteminde yer alan DYS modülünün içindeki Enerji Yönetimi dosyasının içinde kayıtları tutulmaktadır.

- b. Ayrıca bu uzaktan izlemeli ölçümler neticesindeki cari tüketimler ; excel formatında Enerji Performans Göstergesi EnPG 1 CER Formu FRM 014, EnPG 2 Aydınlatma ve priz Formu FRM 016, EnPG 3 Havalandırma Formu FRM 018, EnPG 4 Yürüyen Merdiven ve Asansör Formu FRM 020, EnPG 5 Yerleşke İdari Bina Formu FRM 022, EnPG 6 Yerleşke Atölye Bina Formu FRM 023, EnPG 7 Yerleşke Doğalgaz Formu FRM 024 ve EnPG 8 İstasyon İç İhtiyaç Formu FRM 026 ile kayıt altına alınarak ilgili dosyalarına işlenir.
- c. Bu veriler aynı zamanda Enerji Şeması Formu olan FRM 010'a işlenerek çapraz kontrol oluşturulur. Bu şema bize Enerji Yönetimindeki planlamaların yeniden gözden geçirilmesine ve yeni eylem planların için altlık oluştururlar. Bu eylem planları EnYS Eylem Planı Formu FRM 035 ile doküman olarak kayıtlanmaktadır.
- d. Bütün bu veriler ışığında yıllık olarak hazırladığımız önceliklendirme ve verimlilik fırsatları (Enerji Tüketim Bilançosu) Formu olan FRM 011 oluşturulur. Burada Metro İstanbul Yıllık Enerji Tüketim Bilançosu hazırlanır. Bu bilançoda, toplam enerji tüketimine etkisi olan tüketimler daha net belirlenir. Daha sonra bu tablolar dikkate alınarak önceliklendirmeler ve uygulanabilirlikler göz önüne alınarak yeni eylem planları oluşturulur, yada düzeltmeler yapılır.
- e. SCADA ve PME yazılımından anlık, saatlik, günlük veya aylık olarak veriler ve enerji kalite parametreleri incelenir. Bu sonuçlara göre program üzerinden; işletme ve enerji performans verileri analiz edilir.
- f. Hat bazlı ve İstasyon bazlı enerji tüketim değerleri; Enerji Performans İzleme tablolarına göre Enerji Yönetim Temsilcisine aylık olarak raporlanır. Enerji Yönetim Temsilcisi tarafından gelen veriler analiz edilerek; Enerji Performans İzleme Planı dahilinde aylık enerji raporu hazırlanır.
- g. Enerji izleme ve ölçüm cihazlarımız yeni nesil cihazlar olup, auto calibration özelliği vardır. Cihaz belli periyotlar ile kendisi otomatik olarak kalibre etmektedir.
- h. Metro İstanbul enerji kullanım ve tüketiminin analiz edilmesi ve iyileştirilmesi amacıyla bir önceki yıla ait birim enerji tüketimleri

ortalamalarından (12 aylık ortalama) elde edilen kWh/yolcu, kWh/km değerleri, mevcut yılın enerji temeli olarak belirlenir. Enerji temeli hat bazlı belirlenir

- i. Enerji performans göstergeleri, ve Enerji Performan Göstergesi Formları, EnPG 1 CER Formu (FRM 014), EnPG 2 Aydınlatma ve priz Formu (FRM 016), EnPG 3 Havalandırma Formu (FRM 018), EnPG 4 Yürüyen Merdiven ve Asansör Formu (FRM 020), EnPG 5 Yerleşke İdari Bina Formu (FRM 022), EnPG 6 Yerleşke Atölye Bina Formu (FRM 023), EnPG 7 Yerleşke Doğalgaz Formu (FRM 024) ve EnPG 8 İstasyon İç İhtiyaç Formu (FRM 026) ve Enerji Performans Göstergeleri Formu (FRM 013) Enerji Yönetim Birimi tarafından yılda en az bir kez gözden geçirilerek, uygunluğu açısından enerji temeli ile karşılaştırılır. Aylık olarak yapılan enerji tüketim miktarları ve maliyet analizleri takip edilir.

j. **Enerji Ölçme ve İzleme Özellikleri:**

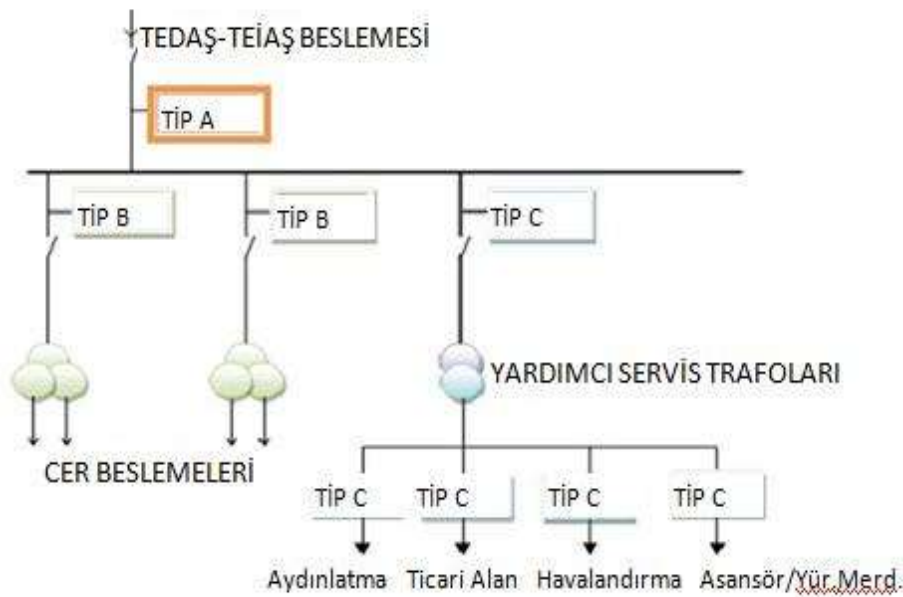
- Tek merkezden tüm hatların enerji dağıtım ve tedarik sistemlerinin İzlenmesi,
- Tüm enerji dağıtım şebekesinin ve enerji alımı yaptığımız TEDAŞ ve TEİAŞ noktalarındaki problemleri anında ve/veya geçmişe dayalı görmek ve takip etmek.
- Enerji kalitesinin, Enerji alım sözleşmesine ve EPDK standartlarına uygun olup olmadığını analiz etmek ve doğrulamak.
- Enerji kalitesinin analiz ve raporlanması ile (TS EN 50160 'a göre) hatlarımızda ki olumsuz açma ve kirli enerjiden kaynaklanan olumsuz durumların giderilmesini sağlamak.
- Enerji faturalarının doğruluğunu takip ederek yanlış, fazla veya mükerrer ödemelerin önüne geçmek.
- Toplam Enerji Tüketimimizi alt bileşenleri ile birlikte görmek (Cer ve Y.Tesisler)
- Elektriğin yanı sıra Doğalgaz, Su ve diğer enerji kaynaklarının tüketimini görerek, toplam enerji verimliliği konusunda yapılacak çalışmalara temel oluşturmak.

- Kurulması düşünölen İSO 50001 Enerji Yönetim Sisteminin temel bileşenlerinden birisi olan enerji ölçme ve İzleme ayağının oluşturulmasını sağlamak.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (Elektrik İşleri Etüd İdaresi) nün talep ettiğı ayrıntılı enerji tüketim değerlerinin ve verimliliğın artırılması ile ilgili çalışmaların temelini oluşturmak.

k. Sistemin Temel Bileşenleri:

- Enerji Kalite Analizörleri (Ana Giriş) Tip A
- Enerji Analizörleri 8 (CER Giriş) Tip B
- Standart Enerji Analizörü (Yardımcı Tesisler Girişleri) Tip C
- Enerji İzleme ve Yönetimi Yazılımı
- İletişim Alt Sistemleri
- Server Bilgisayarlar

1. Enerji Ölçüm İzleme Alt yapısının Blok Diyagramı :



6.2. Saha Kontrolleri

- Tüm hatlarda ve istasyonlarda enerji yöneticisi temsilcileri tarafından yılda en az bir kez enerji faaliyetlerinin kontrolü yapılır.
- Bu kontrollerde enerji verimliliğini etkileyen hususlar, enerji yönetim sistemi şartları ve ilgili yönetmelik kurallarına uygunluk durumu dikkate alınarak saha uygulamaları incelenir.

- c. Saha kontrollerinde tespit edilen eksiklikler için İstasyon Enerji Temsilcileri tarafından Düzeltici Faaliyet başlatılır. Enerji Yönetim Temsilcisine bilgi verilerek bu faaliyetlerin takibi sağlanır

7. ÇEVRE, İSG ve ENERJİ ÖNLEMLERİ

Bu madde, bu prosedür için boş bırakılmıştır.

8. DOKÜMANTASYON

- Enerji Performans Göstergeleri Formu (FRM 013)
- EnPG 1 CER Formu FRM 014,
- EnPG 2 Aydınlatma ve priz Formu FRM 016,
- EnPG 3 Havalandırma Formu FRM 018,
- EnPG 4 Yürüyen Merdiven ve Asansör Formu FRM 020,
- EnPG 5 Yerleşke İdari Bina Formu FRM 022,
- EnPG 6 Yerleşke Atölye Bina Formu FRM 023,
- EnPG 7 Yerleşke Doğalgaz Formu FRM 024 ve
- EnPG 8 İstasyon İç İhtiyaç Formu FRM 026

9. REVİZYON BİLGİLERİ

Revizyon No	Tarih	Değişiklik Gerekçesi	Hazırlayan
Rev.00			

EK.H : Önceliklendirme ve enerji verimliliği fırsatları (Enerji Tüketim Bilançosu)

Çizelge H.1: Önceliklendirme ve enerji verimliliği fırsatları (Enerji Tüketim Bilançosu) formu

METRO İSTANBUL AŞ EnYS										Doküman No		011				
ÖNCELİKLENDİRME ve VERİMLİLİK FIRSATLARI FORMU										Yayın Tarihi						
(ENERJİ TÜKETİM BİLANÇOSU)										Revizyon No/Tarihi						
Enerji Kullanıcısı	Tüketici	Enerji	Enerji Kullanım Durumu		Data Toplama		Önceliklendirme				Enerji Tüketimine Etkisi Olan Değişkenler		Enerji Verimliliği Fırsatı	Operasyonel Kontrol	Kritik İşletim Parametresi	
			Kullanım [kWh/yıl]	Tüketim Oranı [%]	Ölçüm	Ölçüm Doğruluğu	I		II Uygulanabilirliği		Toplam					
							Potansiyel Çarpımı	Teknik	Organizasyonel	Çarpım Etkisi	I+II	Dış Değişkenler				Personel
M1	CER	Elektrik	34.503.772,84	11,68	Analizör	Kalibrasyon	3	3	1	2	18	x	x	Araç içinde gün ışığından faydalanılması Enerji Verimli sınıfı tekniklerinin tespiti ve eğitimlerin gerçekleştirilmesi	Garaj sahasına giriş yapan araçların kışımalarının otomatik kapatılması	
M1	Aydınlatma	Elektrik	7.474.875,30	2,53	Analizör	Kalibrasyon	1	3	3	3	9			Hareket sensörü uygulanabilecek alanların tespit edilmesi Led dönüşümü	Yolcusuz alanların söndürülmesi ve gece gereksiz aydınlatmaların söndürülmesi	
M1	Havalandırma	Elektrik	1.609.866,51	0,55	Analizör	Kalibrasyon	1	3	3	3	9			Isı ve nem sensörleri ile havalandırmanın çalıştırılması Fan Motorlarında invertör kullanımı Motor Verimlilik Sınıfları		
M1	Yürüyen Merdiven	Elektrik	4.710.889,12	1,60	Analizör	Kalibrasyon	1	3	2	3	8			Tok motoru uygulanabilecek yerlerin tespit edilmesi ve uygulamaların gerçekleştirilmesi	İşletme bitikten sonra merdivenlerin enerjilerinin kapatılması, işletme için sabah tekrar açılmasının sağlanması ile ilgili talimat	
M2	CER	Elektrik	32.624.769,75	11,05	Analizör	Kalibrasyon	3	2	1	2	15					parklandığı zaman kendini kapatıyor
M2	Aydınlatma	Elektrik	11.597.341,58	3,93	Analizör	Kalibrasyon	1	2	3	3	8			Hareket sensörü uygulanabilecek alanların tespit edilmesi Led dönüşümü	Yolcusuz alanların söndürülmesi ve gece gereksiz aydınlatmaların söndürülmesi	
M2	Havalandırma	Elektrik	3.196.366,52	1,08	Analizör	Kalibrasyon	1	2	3	3	8			Isı ve nem sensörleri ile havalandırmanın çalıştırılması Fan Motorlarında invertör kullanımı Motor Verimlilik Sınıfları		
M2	Yürüyen Merdiven	Elektrik	6.670.964,83	2,26	Analizör	Kalibrasyon	1	2	2	3	7			Tok motoru uygulanabilecek yerlerin tespit edilmesi ve uygulamaların gerçekleştirilmesi	İşletme bitikten sonra merdivenlerin enerjilerinin kapatılması, işletme için sabah tekrar açılmasının sağlanması ile ilgili talimat	

Çizelge H.1 (Devam): Önceliklendirme ve enerji verimliliği fırsatları (Enerji Tüketim Bilançosu) formu

17	T1	CER	Elektrik	22.600.819,99	7,65	Analizör	Kalibrasyon	2	3	1	2	12			Enerji verimli satış teknikleri	talimat	haline	
																Klimaların otomatik olarak kapatılması talimat	otomatik kapatılması	
18	T4	CER	Elektrik	23.873.302,25	8,08	Analizör	Kalibrasyon	2	2	1	2	10			Enerji verimli satış teknikleri	talimat	haline	
19	T4	Aydınlatma	Elektrik	1.615.958,54	0,55	Analizör	Kalibrasyon	1	2	3	3	8			Çatıya ince film teknoloji ile elektrik üretiminin aydınlatma ile gerçekleştirilmesi	Kapalı istasyonlarda, aydınlatmanın işletme bitiminde kapatılması, talimatı		
20	Esenler	İdari Bina	Elektrik	1.794.828,51		Analizör	Kalibrasyon	1	3	3	3	9			Aydınlatmalar ve ofis amaç gereçlerinin kapatılması talimatı			
21	Esenler	Atelyeler	Elektrik	1.991.700,03	#BAŞV!	Analizör	Kalibrasyon	1	3	3	3	9			Kompresör yüklerinin araştırarak, kompresör gücünün yeniden dizayn edilmesi - basınçlı hava ihtiyacının kontrol edilmesi			
22	Esenler	İstima	Isıtma	3.298.390	1,10	Sayg	Kalibrasyon	1	3	3	3	9			Tüm ofislerde 22 ' nin set edilecek şekilde çalıştırılması	Klimaların sadece soğutma yüklerini karşılaması		
23	Genel	Eğitim	Genel										x		Enerji verimliliği ve farkındalığı eğitimi hazırlanarak, belirli aralıklarda çalışanlar ile paylaşılacaktır.			
24	Genel	Talimat	Genel										x		Operasyonel kontrole ilişkin talimatlar hazırlanacaktır.			
Potansiyel Çarpan Skalası																	Renk Açıklamaları	
Teknik Skala																	Çarpan Etkisi Skala	
Organizasyonel																	Çarpan Etkisi Skala	
(Enerji Tüketimi/Toplam Enerji Tüketimi)																	Çarpan Etkisi Skala	
<=5																	1	
%5<Tüketim<=10																	2	
>=10																	3	

EK.1 : 2016 ve 2017 yıllarına ait istasyon iç ihtiyaçları

Çizelge I.1: EnPG -8- (İstasyon İç İhtiyaç 2016_2017) formu

		METRO İSTANBUL AŞ EnYS EnPG_8										Doküman No Yayın Tarihi		26						
		İSTASYON İÇ İHTİYAÇ FORMU										Revizyon No./Tarihi								
İstasyon Bilgileri			2016 Yılı					2017 Yılı												
Hat Adı	İstasyon Adı	m2	İstasyon Aydınlatma – Priz kWh	Performans kWh/m ²	İstasyon Havalandırma kWh	Performans kWh/m ²	İstasyon Aydınlatma – Priz kWh	Performans kWh/m ²	Referans kWh/m ²	Sapma %	İstasyon Yürüyen Merdiven – Asansör kWh	Performans kWh/m ²	Referans kWh/m ²	Sapma %	İstasyon Havalandırma kWh	Performans kWh/m ²	Referans kWh/m ²	Sapma %		
M1	AKSARAY	4.881	409.927,63	7,00	102.480,00	1,75	92.323,71	1,58	401.193,00	6,85	7,00	-2,18	158.237,00	2,70	1,75	35,24	29.091,00	0,50	1,58	-217,36
M1	EMİNİYET	6.750	366.716,41	4,53	86.434,26	1,07	7.184,11	0,09	356.179,00	4,40	4,53	-2,96	80.547,00	0,99	1,07	-7,31	1.955,00	0,02	0,09	-267,47
M1	TOPKAPI	6.750	68.439,92	0,84	215.501,83	2,66	3.740,65	0,05	67.010,57	0,83	0,84	-2,13	199.867,00	2,47	2,66	-7,82	11.679,11	0,14	0,05	67,97
M1	BAYRAMPASA	2.600	81.909,76	2,63	91.979,04	2,95	0,00	0,00	91.563,00	2,93	2,63	10,54	91.394,43	2,93	2,95	-0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	SACMALLICILAR	3.125	76.335,69	2,04	39.500,00	1,05	0,00	0,00	67.416,80	1,80	2,04	-13,23	38.186,13	1,02	1,05	-3,44	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	KOCAİTEPE	3.050	94.967,26	2,59	108.232,74	2,96	0,00	0,00	96.581,55	2,64	2,59	1,67	175.086,04	4,78	2,96	38,18	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	OTOGAR	5.275	196.594,36	3,11	80.424,97	1,27	0,00	0,00	203.409,92	3,21	3,11	3,35	98.062,87	1,55	1,27	17,99	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	TERAZİDİRE	2.510	99.757,89	3,31	65.513,60	2,18	0,00	0,00	128.311,00	4,26	3,31	22,25	61.342,87	2,04	2,18	-6,80	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	DAVUTPAŞA	2.730	100.227,89	3,06	142.891,11	4,36	0,00	0,00	112.854,00	3,44	3,06	11,19	125.949,07	3,84	4,36	-13,45	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	MERTER	2.360	155.851,30	5,50	175.010,33	6,18	0,00	0,00	156.217,64	5,52	5,50	0,23	188.167,62	6,64	6,18	6,99	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	ZEYTLİBURNU	3.330	258.832,63	6,48	138.635,06	3,47	0,00	0,00	290.539,33	7,27	6,48	10,91	167.338,25	4,19	3,47	17,15	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	BAKIRKÖY	7.887	362.773,69	3,83	148.407,42	1,57	5.846,35	0,06	329.362,45	3,48	3,83	-10,14	84.773,36	0,90	1,57	-75,06	46.260,05	0,49	0,06	87,36
M1	BAHÇELİEVLER	7.196	704.640,27	8,16	288.261,93	3,34	1.135,77	0,13	727.712,86	8,43	8,16	3,17	267.624,61	3,10	3,34	-7,71	13.418,83	0,16	0,13	15,37
M1	ATAKÖY	3.628	215.709,12	4,95	88.244,64	2,03	3.476,30	0,08	200.816,57	4,61	4,95	-7,42	93.048,09	2,14	2,03	5,16	4.805,59	0,11	0,08	27,66
M1	YENİBOSNA	3.690	349.112,38	7,88	152.029,27	3,43	0,00	0,00	227.829,63	5,15	7,88	-53,23	113.528,00	2,56	3,43	-34,15	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	DTM	2.280	82.300,90	3,01	106.623,92	3,90	0,00	0,00	94.755,97	3,46	3,01	13,14	129.848,21	4,75	3,90	17,89	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	HAYALİMANI	2.660	224.622,46	7,04	91.891,01	2,88	3.619,95	0,11	219.429,23	6,87	7,04	-2,37	99.524,12	3,12	2,88	7,67	2.319,65	0,07	0,11	-56,06
M1	ESENLER	13.608	538.527,12	3,30	273.106,55	1,67	8.678,74	0,05	531.151,91	3,25	3,30	-1,39	289.802,38	1,77	1,67	5,76	10.950,50	0,07	0,05	20,75
M1	MENDERES	20.404	523.312,21	2,14	392.484,16	1,60	249.762,65	1,02	539.678,32	2,20	2,14	3,03	398.937,27	1,63	1,60	1,62	233.128,10	0,95	1,02	-7,14
M1	ÜÇYÜZLÜ	48.665	402.777,31	0,69	302.082,99	0,52	192.234,63	0,33	401.896,05	0,69	0,69	-0,22	316.772,33	0,54	0,52	4,64	186.709,38	0,32	0,33	-2,96
M1	BAĞCILAR MEYDAN	22.960	887.733,53	3,22	665.800,15	2,42	423.691,00	1,54	962.330,21	3,49	3,22	7,75	649.329,58	2,36	2,42	-2,54	375.257,61	1,36	1,54	-12,91
M1	KIRAZLI	14.830	1.273.805,54	7,16	955.354,15	5,37	607.952,64	3,42	1.274.926,86	7,16	7,16	0,09	914.021,14	5,14	5,37	-4,52	508.827,23	2,86	3,42	-19,48
M2	YENİKAPI	24.386	693.528,81	2,37	451.216,00	1,54	245.256,63	0,84	738.417,53	2,52	2,37	6,08	429.520,92	1,47	1,54	-5,05	443.511,95	1,52	0,84	44,70
M2	VEZNEÇİLER	9.638	484.249,83	4,19	122.143,92	1,06	139.349,74	1,20	462.965,63	4,00	4,19	-4,60	95.738,95	0,83	1,06	-27,58	64.979,77	0,56	1,20	-114,45
M2	HALIÇ	4.219	665.821,47	13,15	132.741,33	2,62	198.414,60	3,92	611.073,02	12,07	13,15	-8,96	105.423,91	2,08	2,62	-25,91	150.614,03	2,97	3,92	-31,74
M2	ŞİŞANE	22.886	620.693,24	2,26	721.471,18	2,63	52.186,47	0,19	394.184,54	1,44	2,26	-57,46	695.998,82	2,53	2,63	-3,66	99.678,90	0,36	0,19	47,65
M2	TAKSİM	18.076	1.295.060,74	5,97	612.494,98	2,82	507.550,71	2,34	1.108.996,50	5,11	5,97	-16,78	438.257,70	2,02	2,82	-39,76	567.871,60	2,62	2,34	10,62
M2	OSMANBEY	15.015	342.512,35	1,90	361.268,81	2,01	268.540,16	1,49	426.472,60	2,37	1,90	19,69	218.400,20	1,21	2,01	-65,42	347.909,20	1,93	1,49	22,81
M2	MECİDİYEKÖY	14.066	562.955,40	3,34	663.157,10	3,87	74.187,93	0,44	457.450,00	2,71	3,34	-23,06	132.292,50	0,78	3,87	-393,72	44.441,80	0,26	0,44	-46,93
M2	GAYRETTEPE	26.303	726.881,25	2,30	495.845,67	1,57	347.002,00	1,10	321.262,13	1,02	2,30	-126,26	226.072,72	0,72	1,57	-119,33	238.944,50	0,76	1,10	-45,22
M2	LEVANT	19.946	530.889,98	2,22	391.656,23	1,64	151.896,40	0,63	481.990,29	2,01	2,22	-10,15	296.031,10	1,24	1,64	-32,30	302.900,59	1,27	0,63	49,85
M2	4 LEVENT	13.608	720.256,81	4,41	346.016,92	2,12	288.950,55	1,77	536.866,82	3,29	4,41	-34,16	283.460,84	1,74	2,12	-22,07	334.794,50	2,05	1,77	13,69
M2	SANAYİ MAH.	20.404	944.085,16	3,86	602.544,09	2,46	130.592,09	0,53	754.578,92	3,08	3,86	-25,11	484.791,48	1,98	2,46	-24,29	357.664,27	1,46	0,53	63,49
M2	SEYRANTEPE	48.665	1.042.279,54	1,78	203.116,50	0,35	416.059,90	0,71	2.160.088,25	3,70	1,78	51,75	162.023,74	0,28	0,35	-25,36	1.352.419,42	2,32	0,71	69,24
M2	İTÜ	22.960	950.340,56	3,45	305.053,94	1,11	100.451,22	0,36	879.368,92	3,19	3,45	-8,07	345.816,35	1,26	1,11	11,79	578.503,51	2,10	0,36	82,64
M2	ATATÜRK OTOSANAYI	14.830	492.558,23	2,77	286.990,52	1,61	140.802,40	0,79	387.429,76	2,18	2,77	-27,1	213.929,75	1,20	1,61	-34,15	214.743,56	1,21	0,79	34,43
M2	DARÜSSAFKA	18.000	692.838,80	3,21	398.948,65	1,85	72.959,02	0,34	566.368,43	2,62	3,21	-22,33	327.834,02	1,52	1,85	-21,69	282.030,09	1,31	0,34	74,13
M2	HACI OSMAN	43.086	832.389,42	1,61	484.614,34	0,94	62.166,70	0,12	673.067,34	1,30	1,61	-23,6	657.148,77	1,27	0,94	26,26	530.065,47	1,03	0,12	88,27

Çizelge I.1 (devam) : EnPG -8- (İstasyon İç İhtiyaç 2016_2017) formu

İstasyon Bilgileri			2016 Yılı						2017 Yılı										
Hat Adı	İstasyon Adı	m2	İstasyon Aydınlatma – Priz kWh	Performans kWh/m ²	İstasyon Yürüyen Merdiven - Asansör kWh	İstasyon Havalandırma kWh	Performans kWh/m ²	İstasyon Aydınlatma Priz kWh	Performans kWh/m ²	Referans kWh/m ²	Sapma %	İstasyon Yürüyen Merdiven - Asansör kWh	Performans kWh/m ²	Referans kWh/m ²	Sapma %	İstasyon Havalandırma kWh	Performans kWh/m ²	Referans kWh/m ²	Sapma %
M3	METROKENT	37.000	602.601,20	1,36	306.419,50	0,69	304.142,59	714.682,54	1,61	1,36	15,68	348.329,40	0,78	0,69	12,03	293.208,85	0,66	0,69	-3,73
M3	BASAĞ KONUTLARI	16.000	232.061,23	1,21	129.795,93	0,68	417.100,19	506.759,16	2,64	1,21	54,21	147.108,50	0,77	0,68	11,77	334.998,70	1,74	2,17	-24,51
M3	SİTELER	16.000	292.564,15	1,52	146.302,46	0,76	172.580,64	445.795,96	2,32	1,52	34,37	195.769,80	1,02	0,76	25,27	161.839,05	0,84	0,90	-6,64
M3	TURGUT ÖZAL	15.000	283.075,59	1,57	125.098,60	0,29	90.066,28	433.945,25	2,41	1,57	34,77	138.447,86	0,77	0,29	62,37	122.738,44	0,68	0,50	26,62
M3	İKİTELLİ SANAYİ	110.000	763.753,10	0,58	476.343,60	0,10	474.818,88	1.027.601,07	0,78	0,58	25,68	119.724,30	0,09	0,10	-5,53	439.274,30	0,33	0,36	-8,09
M3	İSTOÇ	21.000	344.485,08	1,37	136.804,18	0,62	136.108,42	519.410,31	2,06	1,37	33,68	190.130,94	0,75	0,62	17,53	90.852,35	0,36	0,54	-49,81
M3	MAHUTBEY	51.000	248.637,08	0,41	193.892,26	0,32	408.924,50	585.697,51	0,96	0,41	57,55	238.221,94	0,39	0,32	18,61	394.763,66	0,65	0,67	-3,59
M3	YENİ MAHALLE	27.000	206.224,70	0,64	193.961,91	0,60	306.943,69	277.995,26	0,86	0,64	25,82	205.045,18	0,63	0,60	5,41	351.037,87	1,08	0,95	12,56
M3	KIRAZLI	16.530	255.747,62	1,29	162.932,01	0,82	218.114,41	304.077,98	1,53	1,29	15,89	133.121,56	0,67	0,82	-22,39	164.917,08	0,83	1,10	-32,26
M3	ZİYA GÖKALP	14.000	281.682,95	1,68	99.298,25	0,59	362.466,64	398.307,58	2,37	1,68	29,28	125.390,96	0,75	0,59	20,81	416.417,35	2,48	2,16	12,96
M3	OLİMPİYAT	24.000	474.291,18	1,65	57.442,98	0,20	398.960,74	592.930,32	2,06	1,65	20,01	66.496,66	0,23	0,20	13,62	374.960,41	1,30	1,39	-6,40
M4	KADIKÖY	21.121	902.062,78	3,56	399.639,83	1,58	276.513,85	913.978,06	3,61	3,56	1,30	399.197,15	1,58	1,58	-0,11	338.175,21	1,33	1,09	18,23
M4	AYRILIKÇESME	24.606	656.741,45	2,22	621.338,20	2,10	334.297,90	1.256.514,03	4,26	2,22	47,73	486.945,02	1,65	2,10	-27,60	318.864,01	1,08	1,13	-4,84
M4	ACIBADEM	16.892	582.194,21	2,87	464.375,89	2,29	464.409,46	872.631,58	4,30	2,87	33,28	327.161,71	1,61	2,29	-41,94	268.060,82	1,32	2,29	-73,25
M4	ÜNALAN	27.687	853.548,67	2,57	349.257,86	1,05	506.608,59	733.471,60	2,21	2,57	-16,37	192.479,19	0,58	1,05	-81,45	389.137,35	1,17	1,52	-30,19
M4	GÖZTEPE	22.529	877.486,51	3,25	359.526,82	1,33	255.401,52	1.012.048,25	3,74	3,25	13,30	288.134,03	1,07	1,33	-24,78	303.766,26	1,12	0,94	15,92
M4	YENİSAHRA	21.402	754.377,99	2,94	396.051,61	1,54	270.889,55	1.015.046,86	3,95	2,94	25,69	282.878,16	1,10	1,54	-40,01	289.456,94	1,13	1,05	6,41
M4	KOZYATAĞI	23.709	753.676,57	2,65	300.120,65	1,05	412.478,62	968.544,67	3,40	2,65	22,18	322.893,27	1,13	1,05	7,05	330.947,61	1,16	1,45	-24,64
M4	BOSTANCI	48.230	1.336.654,03	2,31	484.626,05	0,84	165.912,03	1.454.773,52	2,51	2,31	8,12	693.253,85	1,20	0,84	30,09	457.763,28	0,79	0,29	63,76
M4	KÜÇÜKYALI	15.523	604.208,33	3,24	394.853,86	2,12	406.155,51	729.356,08	3,92	3,24	17,16	298.095,38	1,60	2,12	-32,46	331.355,02	1,78	2,18	-22,57
M4	MALTEPE	14.665	744.396,11	4,23	333.062,61	1,89	479.581,20	980.162,99	5,57	4,23	24,05	290.125,09	1,65	1,89	-14,80	728.433,69	4,14	2,73	34,16
M4	HUZUREVİ	22.436	583.235,21	2,17	152.592,79	0,57	337.578,26	724.104,69	2,69	2,17	19,45	117.756,89	0,44	0,57	-29,58	243.463,13	0,90	1,25	-38,66
M4	GÜLSUYU	25.685	649.854,56	2,11	445.196,12	0,88	471.623,21	811.323,15	2,63	2,11	19,90	226.137,12	0,73	0,88	-20,11	359.133,83	1,17	1,44	-23,96
M4	HASTANE-ADLIYE	33.477	799.166,39	1,99	350.590,33	0,87	256.490,92	1.170.118,99	2,91	1,99	31,70	268.911,84	0,67	0,87	-30,37	209.531,57	0,52	0,64	-22,41
M4	ESENKENT	29.385	1.076.367,44	3,05	323.906,64	0,92	261.683,14	1.373.505,87	3,90	3,05	21,63	446.621,87	1,27	0,92	27,48	495.580,07	1,41	0,74	47,20
M4	SOĞANLIK	24.112	759.593,58	2,63	189.635,31	0,66	97.361,50	953.237,01	3,29	2,63	20,31	313.730,02	1,08	0,66	39,55	300.165,59	1,04	0,34	67,56
M4	KARTAL	33.477	819.557,81	2,04	601.550,91	1,50	400.226,87	1.108.926,32	2,76	2,04	26,09	450.951,53	1,12	1,50	-33,40	263.192,64	0,66	1,00	-52,07
			Bir önceki yılın performansına göre kötü olan tüketimler																

EK.İ : EnYS eylem planı

Çizelge İ.1: EnYS eylem planı formu

METRO İSTANBUL AŞ EnYS				Eylem Planı Formu					Doküman No		35
									Yayın Tarihi		
									Revizyon No./Tarihi		
No	Enerji Türü	Enerji Kullanım Alanı	Önceliklendirme Puanı	Eylem Planı Gerekeçe	Planlama Yılı	İş Planına Yansıyan Önlem / İyileştirme	Planlanan Termin Tarihi	Faaliyet Sorumlusu	Gözden Geçirme Ortamı	Gözden Geçirme Periyodu	Hedeflenen Verimlilik
1	Elektrik	M1 Aydınlatma	9	Önemli Tüketici		Hareket sensörü uygulanabilecek alanların tespit edilmesi ve uygulamaların gerçekleştirilmesi - hem tüneller hem de istasyonlar için değerlendirilecek			Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
2	Elektrik	M1 Aydınlatma	9	Önemli Tüketici		LED Dönüşümü Gerçekleştirilmesi			Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
3	Elektrik	M1 Havalandırma	9	Önemli Tüketici		Havalandırmanın ısı ve nem sensörleri ile çalıştırılması			Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
4	Elektrik	M1 Havalandırma	9	Önemli Tüketici		Fan motorlarında inverter kullanımı			Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
5	Elektrik	M1 Havalandırma	9	Önemli Tüketici		Motor Verimlilik sınıflarının tespiti ve verimsiz olanların değiştirilmesi			Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
6	Elektrik	M1 Yürüyen Merdiven	8	Önemli Tüketici		Tork Motoru uygulama alanlarının tespiti ve uygulamanın gerçekleştirilmesi			Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
7	Elektrik	M1 CER	18	Önemli Tüketici		Araç içinde gün ışığından faydalanılması			Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
8	Elektrik	M1 CER	18	Önemli Tüketici		Enerji Verimli sürüş tekniklerinin tespiti ve eğitimlerin gerçekleştirilmesi			Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
9	Elektrik	M2 Aydınlatma	8	Önemli Tüketici		Hareket sensörü uygulanabilecek alanların tespit edilmesi ve uygulamaların gerçekleştirilmesi			Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
10	Elektrik	M2 Aydınlatma	8	Önemli Tüketici		LED Dönüşümü Gerçekleştirilmesi			Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	

Çizelge İ.1 (Devam): EnYS eylem planı formu

11	Elektrik	M2 Havalandırma	8	Önemli Tüketici		Havalandırmanın ısı ve nem sensörleri ile çalıştırılması		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
12	Elektrik	M2 Havalandırma	8	Önemli Tüketici		Fan motorlarında inverter kullanımı		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
13	Elektrik	M2 Havalandırma	8	Önemli Tüketici		Motor Verimlilik sınıflarının tespiti ve verimsiz olanların değiştirilmesi		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
14	Elektrik	M3 CER	8	Önemli Tüketici		Araçta EKO mod olup olmadığı araştırılacak.		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
15	Elektrik	M4 Aydınlatma	8	Önemli Tüketici		Hareket sensörü uygulanabilecek alanların tespit edilmesi ve uygulamaların gerçekleştirilmesi		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
16	Elektrik	M4 Aydınlatma	8	Önemli Tüketici		LED Dönüşümü Gerçekleştirilmesi		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
17	Elektrik	M4 Havalandırma	8	Önemli Tüketici		Havalandırmanın ısı ve nem sensörleri ile çalıştırılması		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
18	Elektrik	M4 Havalandırma	8	Önemli Tüketici		Fan motorlarında inverter kullanımı		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
19	Elektrik	M4 Havalandırma	8	Önemli Tüketici		Motor Verimlilik sınıflarının tespiti ve verimsiz olanların değiştirilmesi		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
20	Elektrik	T1 CER	12	Önemli Tüketici		Enerji Verimli sürüş tekniklerinin tespiti ve eğitimlerin gerçekleştirilmesi		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
21	Elektrik	T4 CER	10	Önemli Tüketici		Enerji Verimli sürüş tekniklerinin tespiti ve eğitimlerin gerçekleştirilmesi		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
22	Elektrik	T4 Aydınlatma	8	Önemli Tüketici		Çatuya ince film teknolojisi ile elektrik üretiminin aydınlatma ile gerçekleştirilmesi		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
23	Elektrik	Esenler Atölyeler	9	Önemli Tüketici		Kompresör yüklerinin araştırarak, kompresör gücünün yeniden dizayn edilmesi - basınçlı hava ihtiyacının kontrol edilmesi		Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	

Çizelge İ.1 (Devam): EnYS eylem planı formu

24	Elektrik	Esenler Atölyeler	9	Önemli Tüketici		Atölye çatılarına gün ışığı aydınlatma projesi				Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
25	Elektrik	Esenler Atölyeler	9	Önemli Tüketici		Sodyum buharlı dış aydınlatmalar LED' e çevrilmesi				Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
26	Doğalgaz	Esenler ısıtma	9	Önemli Tüketici		güneş kolektörü fizibilitesi yapılarak uygunluğu araştırılacak/sıcak su üretimi için				Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
27	Doğalgaz	Esenler ısıtma	9	Önemli Tüketici		Sıcak su kazanlarında dış hava kompanzasyonu yapılması				Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
28	Genel	Eğitim	Genel	Personel Etkisi		Enerji Verimliliği ve farkındalığı eğitimi hazırlanacaktır.				Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
29	Genel	Talimatlar	Genel	Personel Etkisi		Operasyonsal kontrole ilişkin talimatlar hazırlanacaktır.				Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
30	Genel	Öneri Sistemi	Genel	İletişim		Çalışanlardan enerji verimliliği önerileri alınacak, paydaşlara enerji verimliliği farkındalığı çalışması yapılacaktır.				Enerji Gözden Geçirme Toplantıları	3 ayda 1	
HAZIRLAYAN				KONTROL			YÖNETİM TEMSİLCİSİ					ONAY

EK.J : EPDK 2016 ve 2017 yılları elektrik birim fiyatları

Çizelge J.1: 2016 yılı ilk çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [54]

Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Kapasite		Aktif Enerji				Reaktif Enerji
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece	
	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh
Orta Gerilim							
Çift Terimli							
Sanayi	191,8985	383,7969	25,4855	25,3523	41,2658	13,8740	16,3962
Ticarethane	191,8985	383,7969	29,7285	29,5899	46,1400	17,6526	16,3962
Mesken	191,8985	383,7969	29,5261	29,3875	45,9376	17,4502	16,3962
Tarımsal Sulama	191,8985	383,7969	26,3739	26,2473	41,3651	15,3429	16,3962
Aydınlatma	191,8985	383,7969	27,5499				16,3962
Tek Terimli							
Sanayi			26,0174	25,8842	41,7977	14,4059	16,3962
Ticarethane			31,6586	31,5200	48,0701	19,5827	16,3962
Mesken			31,4096	31,2710	47,8211	19,3337	16,3962
Tarımsal Sulama			27,9569	27,8303	42,9481	16,9259	16,3962
Aydınlatma			29,4036				16,3962

Çizelge J.2: 2016 yılı ikinci çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [55]

Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Kapasite		Aktif Enerji +Dağıtım				Reaktif Enerji
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece	
	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh
Orta Gerilim							
Çift Terimli							
Sanayi	182,4989	364,9978	25,4854	25,3522	41,2657	13,8739	15,5332
Ticarethane	182,4989	364,9978	29,7283	29,5897	46,5235	17,3558	15,5332
Mesken	182,4989	364,9978	29,5260	29,3874	46,3211	17,1539	
Tarımsal Sulama	182,4989	364,9978	26,3738	26,2472	41,7149	15,0736	15,5332
Aydınlatma	182,4989	364,9978	27,5498				
Tek Terimli							
Sanayi			26,0173	25,8841	41,7976	14,4058	15,5332
Ticarethane			31,6584	31,5198	48,4536	19,2859	15,5332
Mesken			31,4095	31,2709	48,2045	19,0374	
Tarımsal Sulama			27,9568	27,8302	43,2979	16,6566	15,5332
Aydınlatma			29,4034				

Çizelge J.3: 2016 yılı üçüncü çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [56]

Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Kapasite		Aktif Enerji +Dağıtım				Reaktif Enerji
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece	
	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh
Orta Gerilim							
Çift Terimli							
Sanayi	180,2650	360,5300	25,4854	25,3522	41,2657	13,8739	15,3431
Ticarethane	180,2650	360,5300	29,7283	29,5897	46,5235	17,3558	15,3431
Mesken	180,2650	360,5300	29,5260	29,3874	46,3211	17,1539	
Tarımsal Sulama	180,2650	360,5300	26,3738	26,2472	41,7149	15,0736	15,3431
Aydınlatma	180,2650	360,5300	27,5498				
Tek Terimli							
Sanayi			26,0173	25,8841	41,7976	14,4058	15,3431
Ticarethane			31,6584	31,5198	48,4536	19,2859	15,3431
Mesken			31,4095	31,2709	48,2045	19,0374	
Tarımsal Sulama			27,9568	27,8302	43,2979	16,6566	15,3431
Aydınlatma			29,4034				

Çizelge J.4: 2016 yılı dördüncü çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [57]

Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Kapasite		Aktif Enerji +Dağıtım				Reaktif Enerji
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece	
	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh
Orta Gerilim							
Çift Terimli							
Sanayi	180,2650	360,5300	25,4854	25,3522	41,2657	13,8739	15,3431
Ticarethane	180,2650	360,5300	29,7283	29,5897	46,5235	17,3558	15,3431
Mesken	180,2650	360,5300	29,5260	29,3874	46,3211	17,1539	
Tarımsal Sulama	180,2650	360,5300	26,3738	26,2472	41,7149	15,0736	15,3431
Aydınlatma	180,2650	360,5300	27,5498				
Tek Terimli							
Sanayi			26,0173	25,8841	41,7976	14,4058	15,3431
Ticarethane			31,6584	31,5198	48,4536	19,2859	15,3431
Mesken			31,4095	31,2709	48,2045	19,0374	
Tarımsal Sulama			27,9568	27,8302	43,2979	16,6566	15,3431
Aydınlatma			29,4034				

Çizelge J.5: 2017 yılı birinci çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [58]

Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Kapasite		Aktif Enerji +Dağıtım				Reaktif Enerji
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece	
	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh
Orta Gerilim							
Çift Terimli							
Sanayi	190,3399	380,6798	25,4854	25,3522	41,2657	13,8739	16,2006
Ticarethane	190,3399	380,6798	29,7283	29,5897	46,5235	17,3558	16,2006
Mesken	190,3399	380,6798	29,5260	29,3874	46,3211	17,1539	
Tarımsal Sulama	190,3399	380,6798	26,3738	26,2472	41,7149	15,0736	16,2006
Aydınlatma	190,3399	380,6798	27,5498				
Tek Terimli							
Sanayi			26,0173	25,8841	41,7976	14,4058	16,2006
Ticarethane			31,6584	31,5198	48,4536	19,2859	16,2006
Mesken			31,4095	31,2709	48,2045	19,0374	
Tarımsal Sulama			27,9568	27,8302	43,2979	16,6566	16,2006
Aydınlatma			29,4034				

Çizelge J.6: 2017 yılı ikinci çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [69]

Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Kapasite		Aktif Enerji +Dağıtım				Reaktif Enerji
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece	
	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh
Orta Gerilim							
Çift Terimli							
Sanayi	190,3399	380,6798	25,4854	25,3522	41,2657	13,8739	16,2006
Ticarethane	190,3399	380,6798	29,7283	29,5897	46,5235	17,3558	16,2006
Mesken	190,3399	380,6798	29,5260	29,3874	46,3211	17,1539	
Tarımsal Sulama	190,3399	380,6798	26,3738	26,2472	41,7149	15,0736	16,2006
Aydınlatma	190,3399	380,6798	27,5498				
Tek Terimli							
Sanayi			26,0173	25,8841	41,7976	14,4058	16,2006
Ticarethane			31,6584	31,5198	48,4536	19,2859	16,2006
Mesken			31,4095	31,2709	48,2045	19,0374	
Tarımsal Sulama			27,9568	27,8302	43,2979	16,6566	16,2006
Aydınlatma			29,4034				

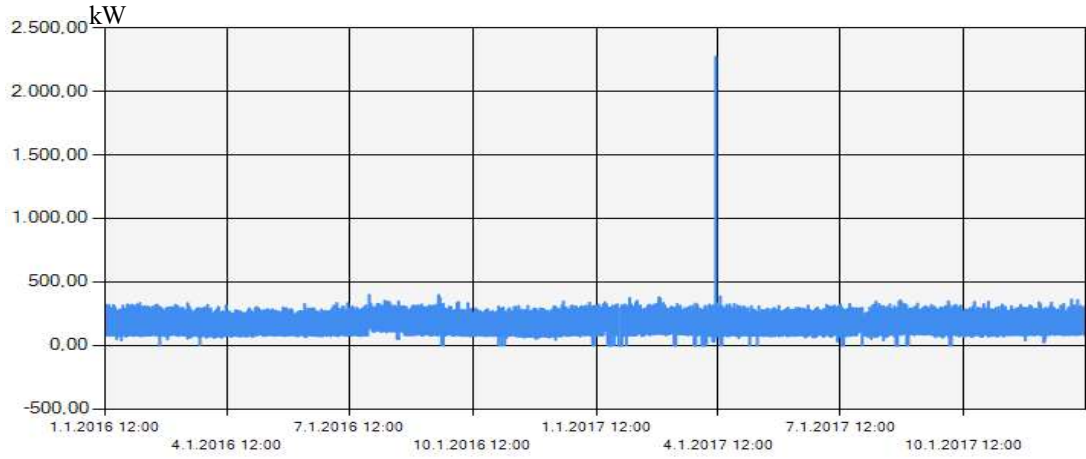
Çizelge J.7: 2017 yılı üçüncü çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [60]

Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Kapasite		Aktif Enerji +Dağıtım				Reaktif Enerji
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece	
	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh
Orta Gerilim							
Çift Terimli							
Sanayi	190,3399	380,6798	25,4854	25,3522	41,2657	13,8739	16,2006
Ticarethane	190,3399	380,6798	29,7283	29,5897	46,5235	17,3558	16,2006
Mesken	190,3399	380,6798	29,5260	29,3874	46,3211	17,1539	
Tarımsal Sulama	190,3399	380,6798	26,3738	26,2472	41,7149	15,0736	16,2006
Aydınlatma	190,3399	380,6798	27,5498				
Tek Terimli							
Sanayi			26,0173	25,8841	41,7976	14,4058	16,2006
Ticarethane			31,6584	31,5198	48,4536	19,2859	16,2006
Mesken			31,4095	31,2709	48,2045	19,0374	
Tarımsal Sulama			27,9568	27,8302	43,2979	16,6566	16,2006
Aydınlatma			29,4034				

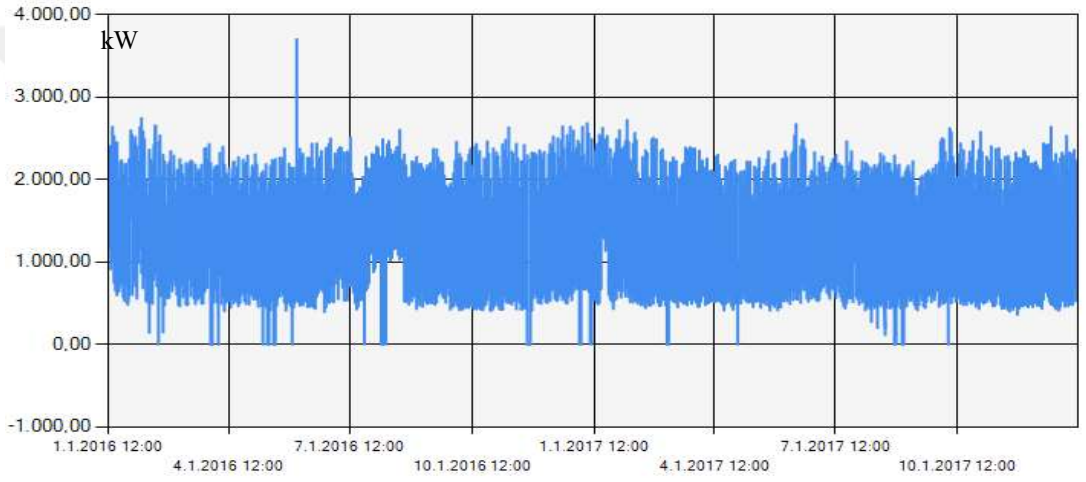
Çizelge J.8: 2017 yılı dördüncü çeyrek elektrik enerjisi birim fiyatlar [61]

Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Kapasite		Aktif Enerji +Dağıtım				Reaktif Enerji
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece	
	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh
Orta Gerilim							
Çift Terimli							
Sanayi	187,4289	374,8578	25,4854	25,3522	41,2657	13,8739	15,9528
Ticarethane	187,4289	374,8578	29,7283	29,5897	46,5235	17,3558	15,9528
Mesken	187,4289	374,8578	29,5260	29,3874	46,3211	17,1539	
Tarımsal Sulama	187,4289	374,8578	26,3738	26,2472	41,7149	15,0736	15,9528
Aydınlatma	187,4289	374,8578	27,5498				
Tek Terimli							
Sanayi			26,0173	25,8841	41,7976	14,4058	15,9528
Ticarethane			31,6584	31,5198	48,4536	19,2859	15,9528
Mesken			31,4094	31,2709	48,2045	19,0374	
Tarımsal Sulama			27,9568	27,8302	43,2979	16,6566	15,9528
Aydınlatma			29,4034				

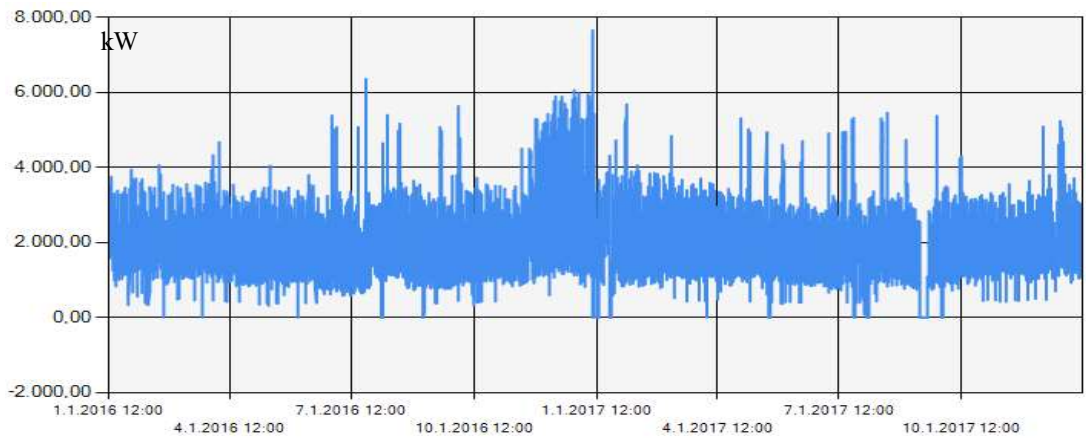
EK.K : Demant güç grafikleri



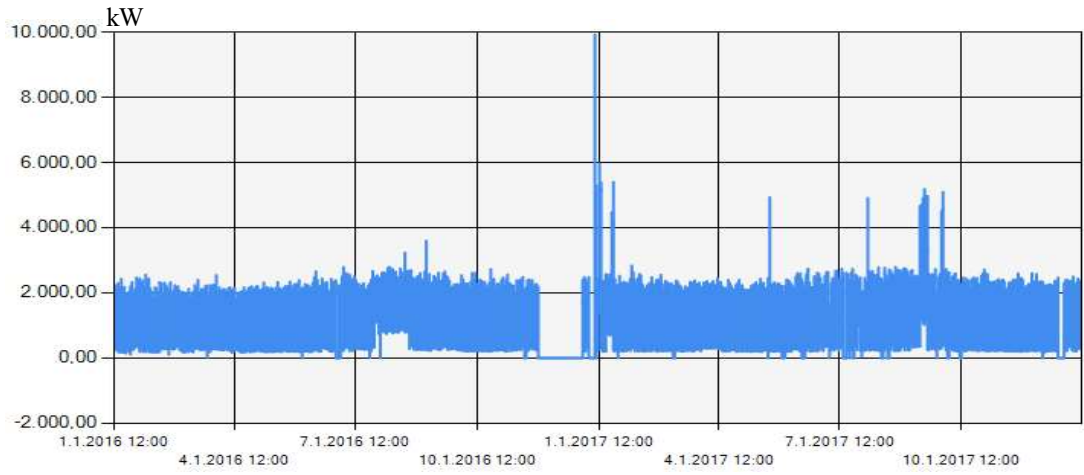
Şekil K.1 : M1 hattı havalimanı sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



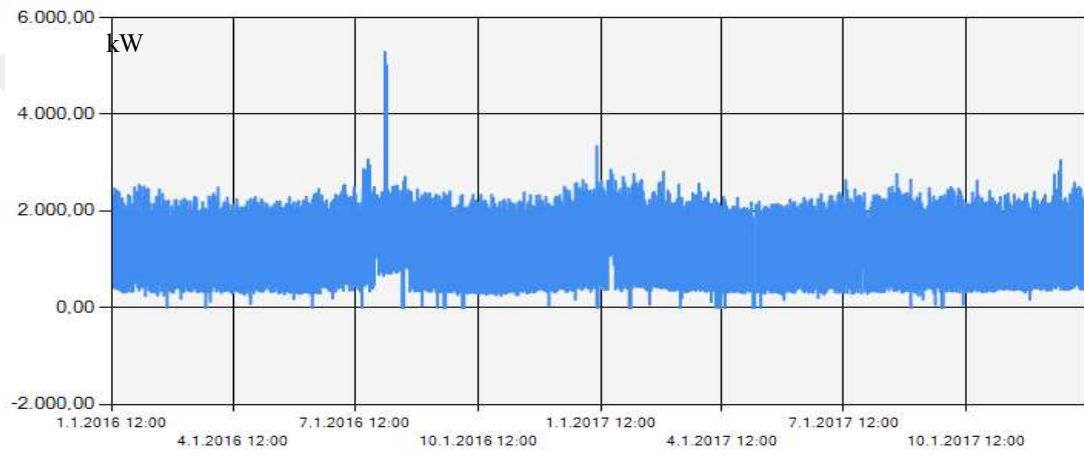
Şekil K.2 : M1 hattı kirazlı sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



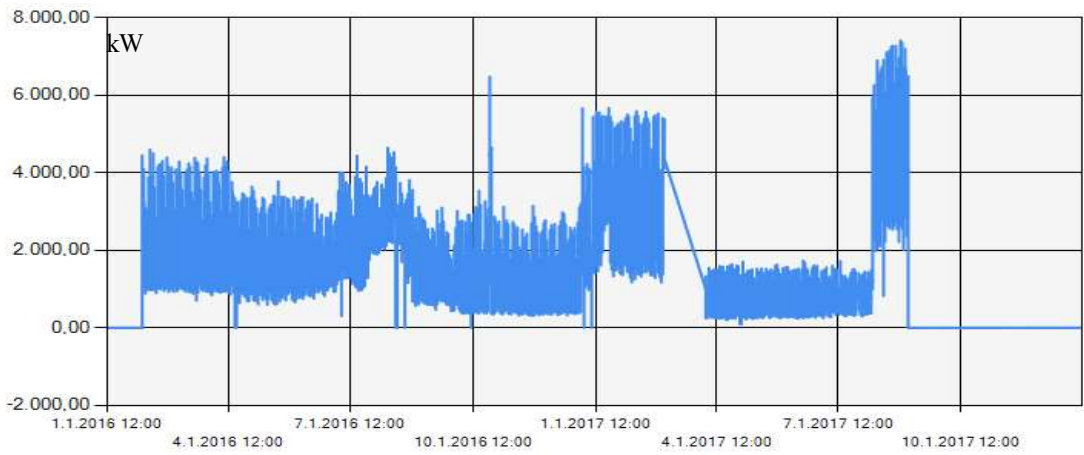
Şekil K.3 : M1 hattı sağmalcılar sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



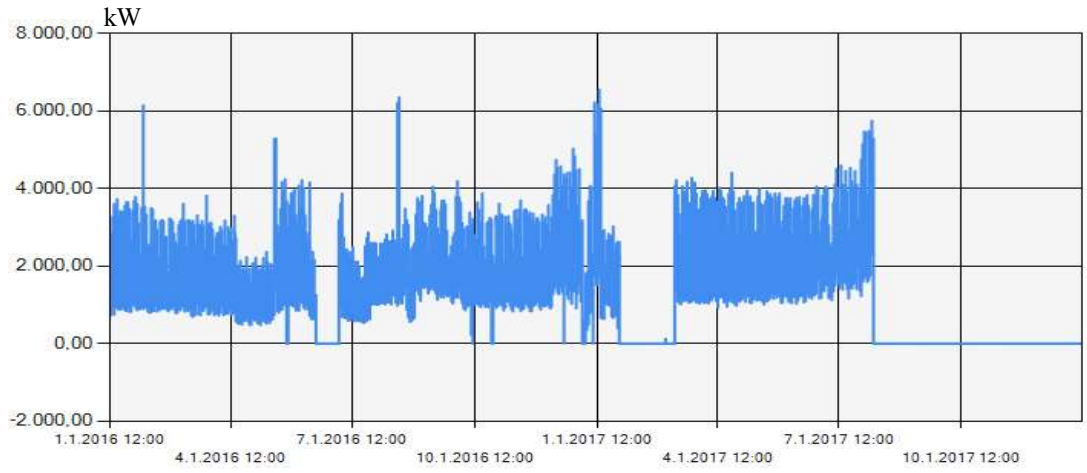
Şekil K.4 : M1 hattı ulubatlı sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



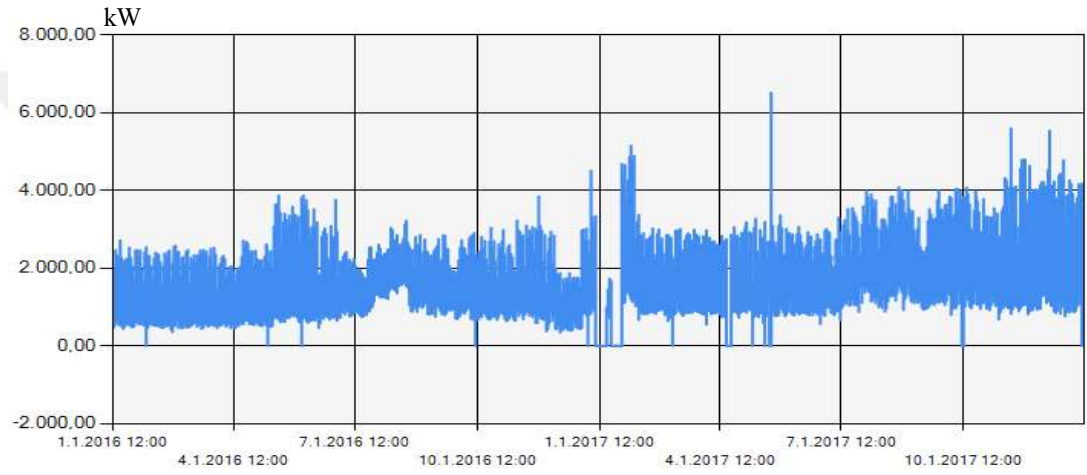
Şekil K.5 : M1 hattı yenibosna sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



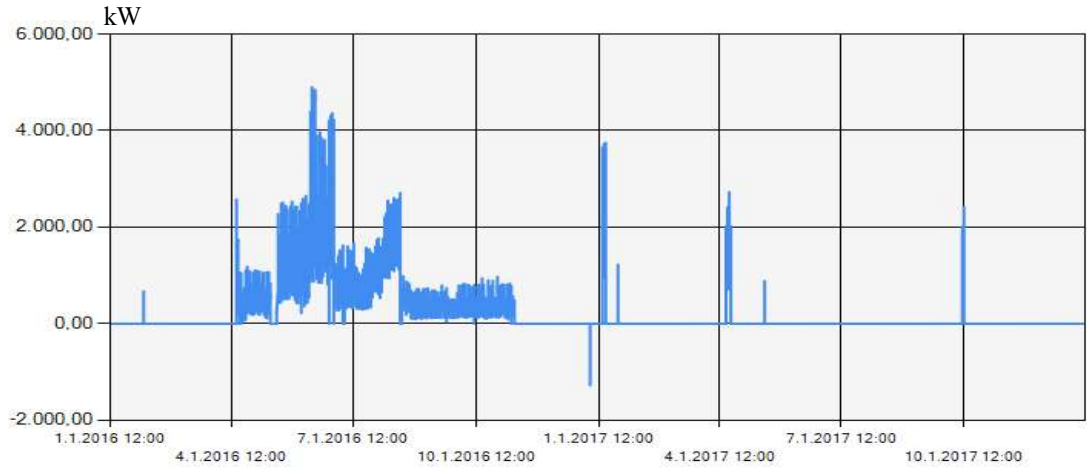
Şekil K.6 : M2 hattı Atatürk OSB sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



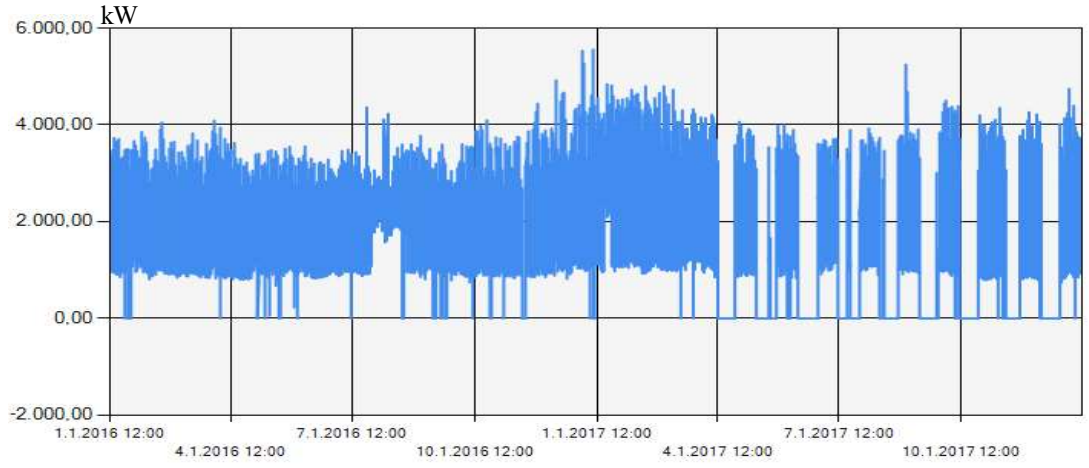
Şekil K.7 : M2 hattı Levent sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



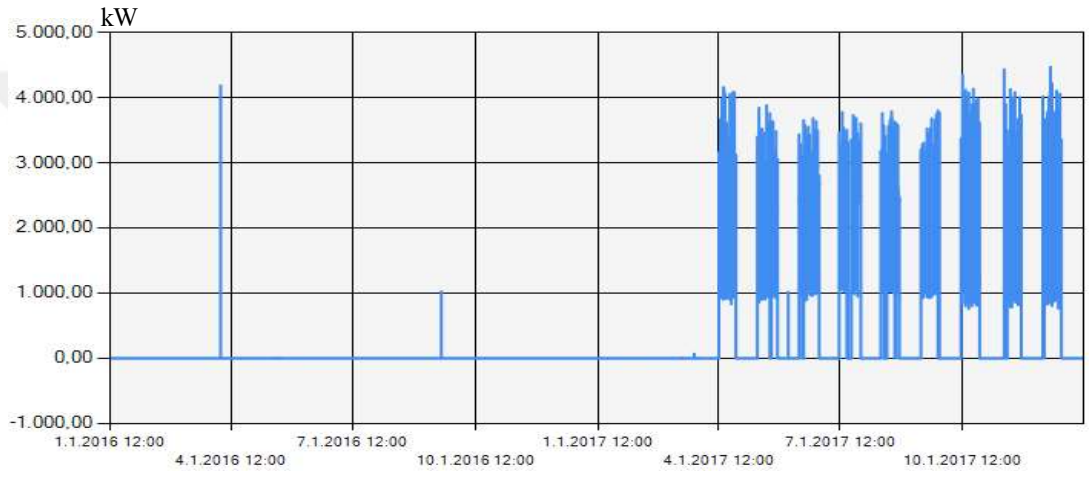
Şekil K.8 : M2 hattı taksim sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



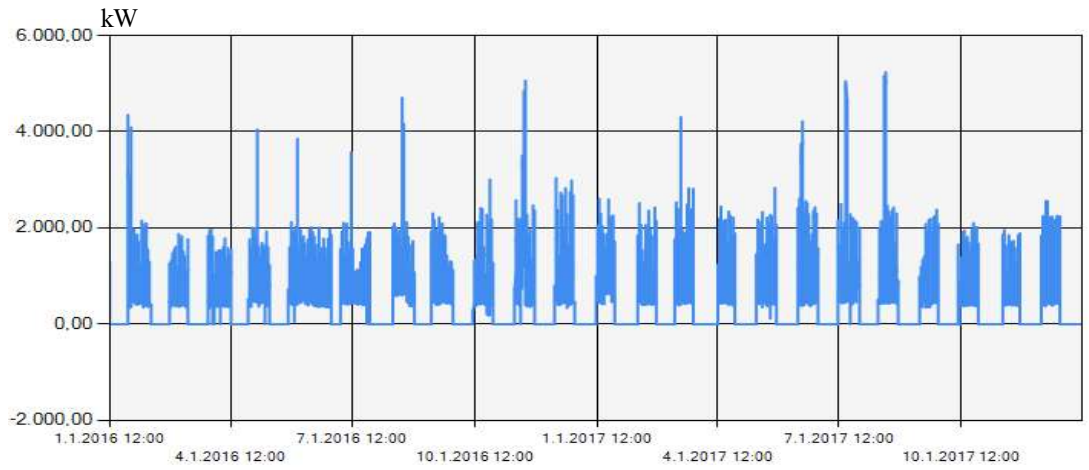
Şekil K.9 : M2 hattı yenikapı sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



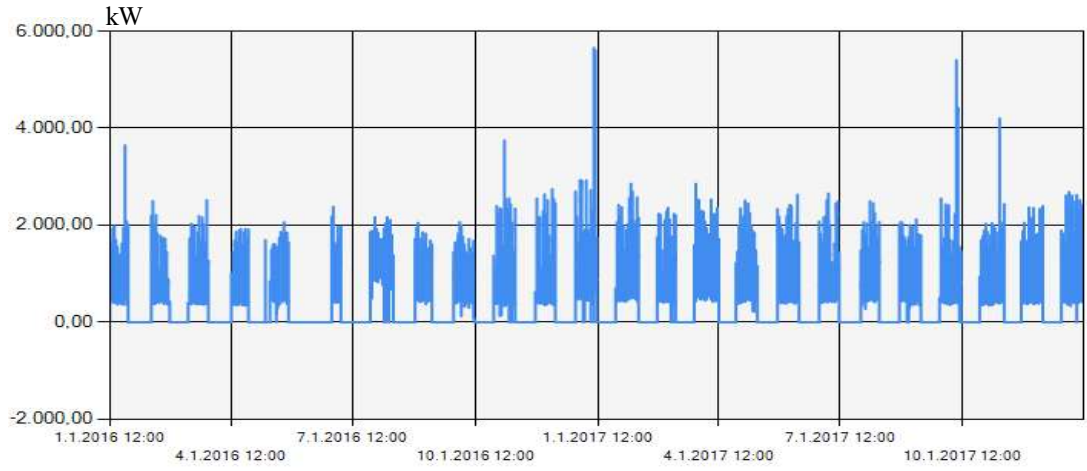
Şekil K.10 : M3 hattı ikitelli A sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



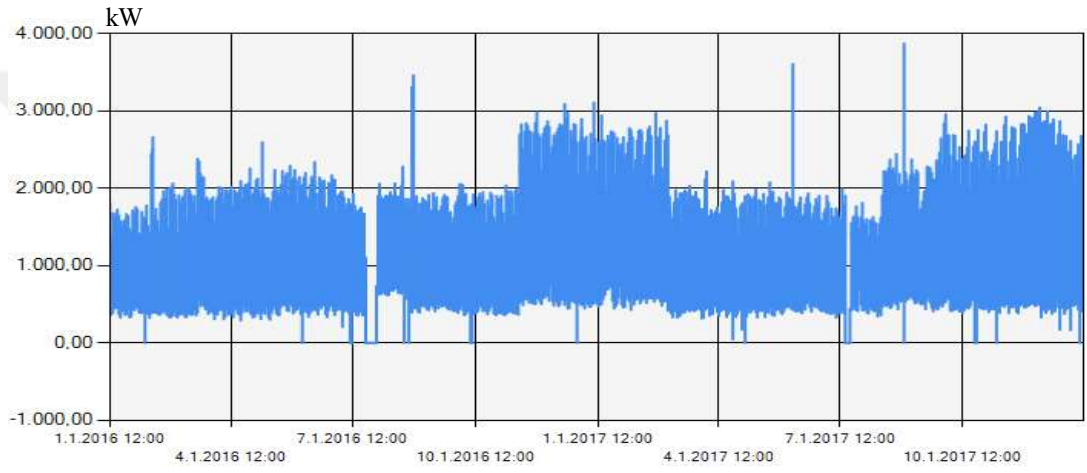
Şekil K.11 : M3 hattı ikitelli B sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



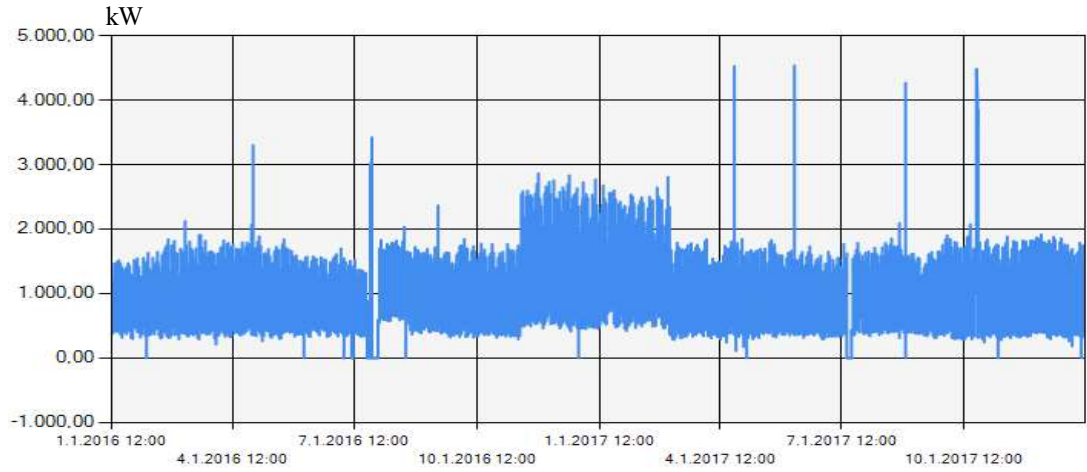
Şekil K.12 : M3 hattı kirazlı A sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



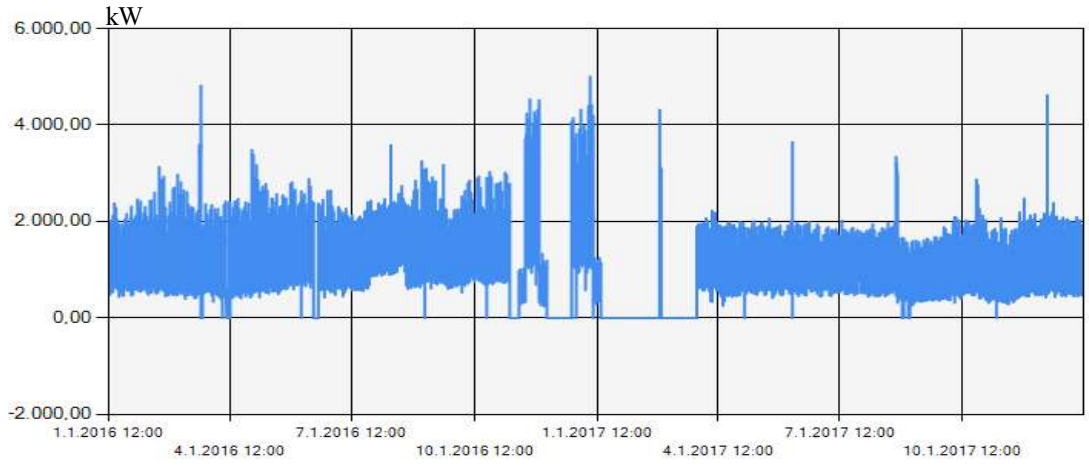
Şekil K.13 : M3 hattı kirazlı B sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



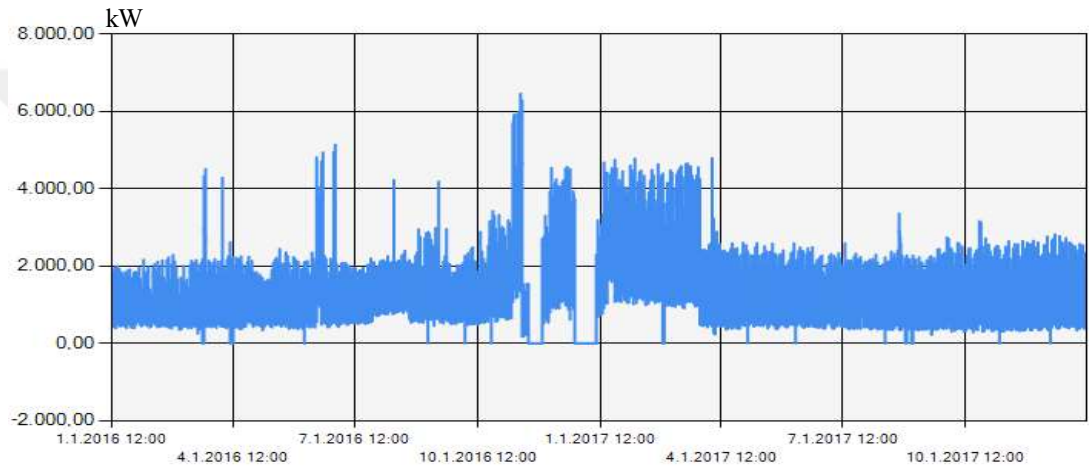
Şekil K.14 : M4 hattı ayrılıkçeşme A sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



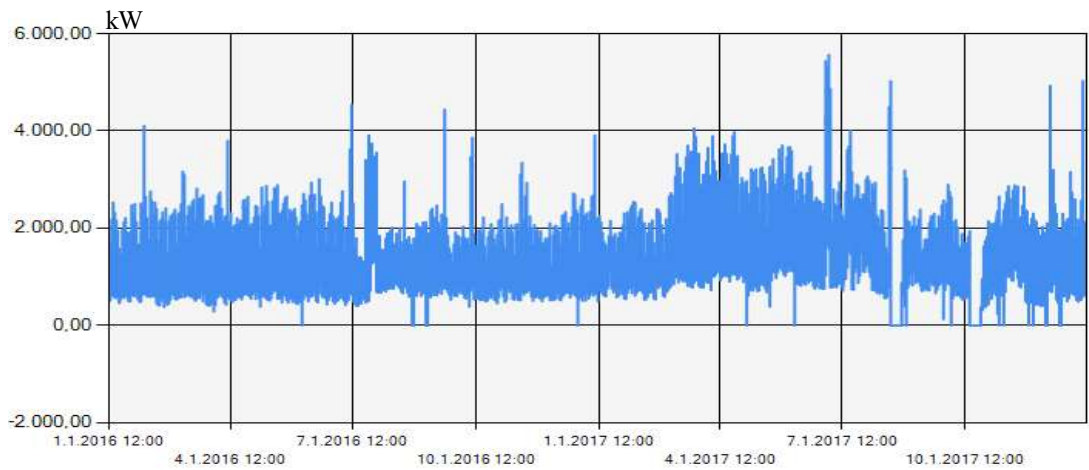
Şekil K.15 : M4 hattı ayrılıkçeşme B sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



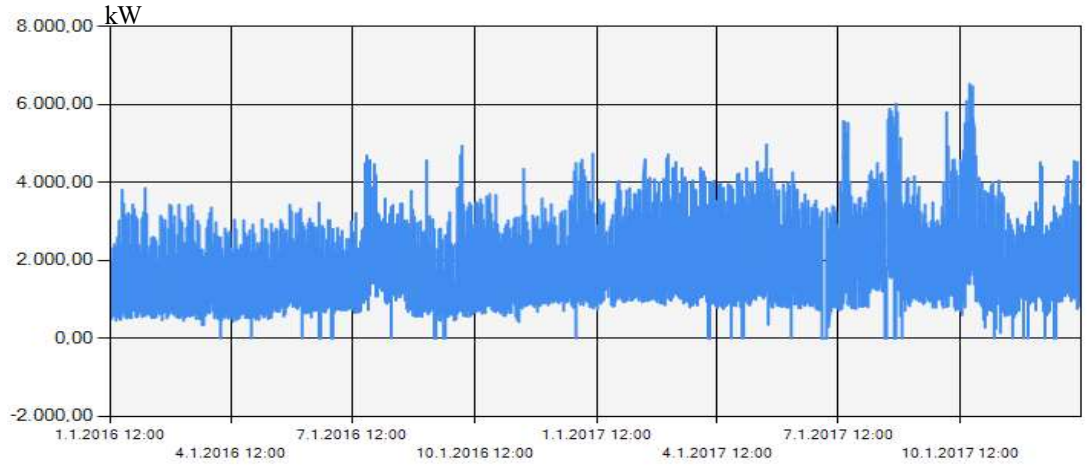
Şekil K.16 : M4 hattı kartal A sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



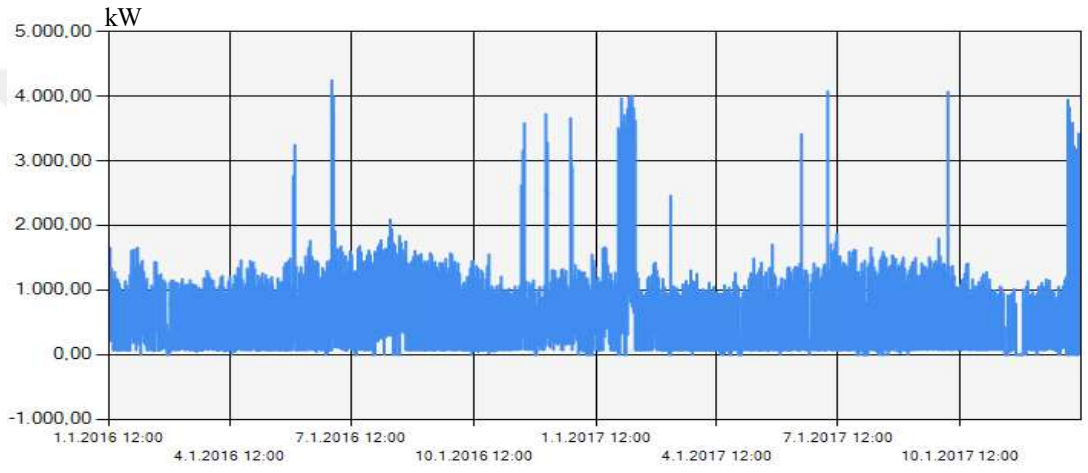
Şekil K.17 : M4 hattı kartal B sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



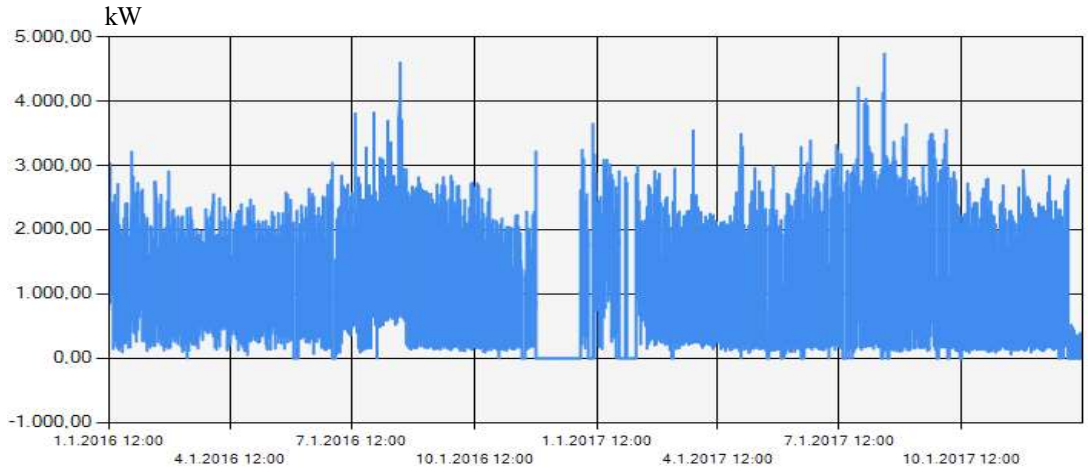
Şekil K.18 : M4 hattı kozyatağı A sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



Şekil K.19 : M4 hattı kozyatağı B sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



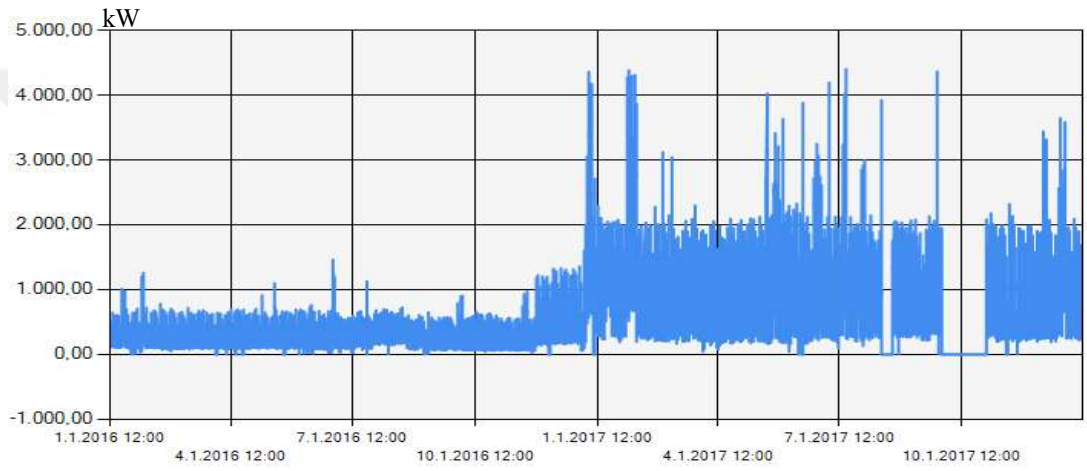
Şekil K.20 : T1 hattı gülhane sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



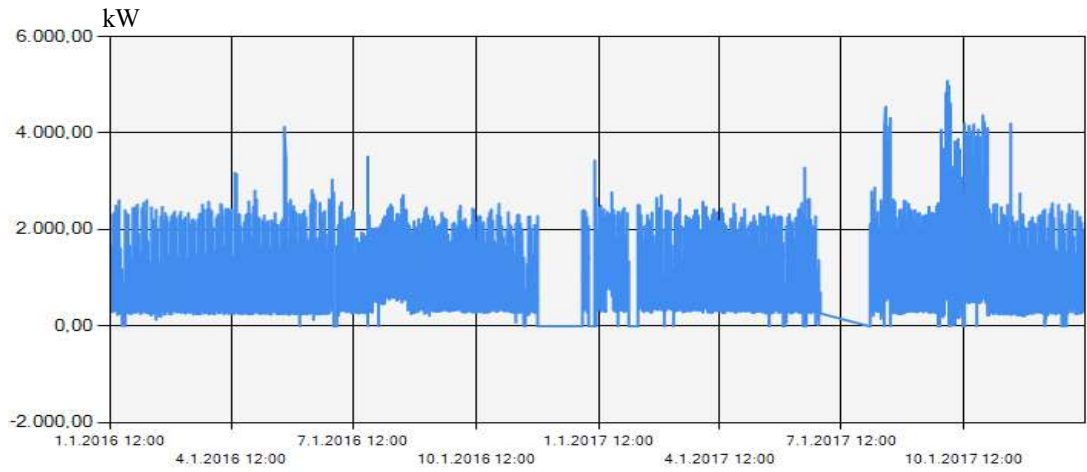
Şekil K.22 : T1 hattı pazartekke sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



Şekil K.23 : T4 hattı TM1 sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



Şekil K.24 : T4 hattı TM6 sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



Şekil K.25 : T4 hattı TM9 sayacı 2016 – 2017 yılı demant güç grafiği.



ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Sercan İSÇAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Manisa / 03.01.1984
E-Posta : sercan.iscan@yalova.edu.tr
Lisans : Kocaeli Üniversitesi

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

2010- : Yalova Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı
Elektrik Mühendisi
2008-2010 : Türk Silahlı Kuvvetleri Sahil Güvenlik Komutanlığı
Elektrik Mühendisi (Vekaleten Karargah Komutanlığı)
2007-2008 : AA Grup İnş.San.Tic.AŞ
Elektrik Saha Mühendisi

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- İstanbul Kent İçi Elektrikli Raylı Ulaşım Sistemlerine Ait Elektrik Enerjisi Tüketimleri İçin Enerji Analizi ve Enerji Yönetiminin İncelenmesi, 4. Uluslararası Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Kongresi, 23-24/04/2019