

STANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

**YEREL BİLİMSEL DEĞERLENDİRME KAPSAMINDA BAKIM VE ÖLÇÜM
UYGULAMALARININ ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN
MEVCUT BİR YERLEŞİME ÜZERİNDEN ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Murat KARAKA

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

MAYIS 2015

STANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

**YEREL BİLİMSEL DEĞERLENDİRME KAPSAMINDA BAKIM VE ÖLÇÜM
UYGULAMALARININ ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN
MEVCUT BİR YERLEŞİME ÜZERİNDEN ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Murat KARAKA
(301031037)**

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. A. Zerrin YILMAZ

MAYIS 2015

TÜ, Enerji Enstitüsü'nün 301031037 numaralı Yüksek Lisans Ö rencisi **Murat KARAKA** , ilgili yönetmeliklerin belirledi i gerekli tüm artları yerine getirdikten sonra hazırladı ı “**YE L B NA DE ERLEND RME KAPSAMINDA BAKIM VE ÖLÇÜM UYGULAMALARININ ENERJ VER ML L ÜZER NDEK ETK S N N MEVCUT B R YERLE KE ÜZER NDEN ANAL Z** ” ba lıklı tezini a a ıda imzaları olan jüri önünde ba arı ile sunmu tur.

Tez Danı manı : **Prof. Dr. A. Zerrin YILMAZ**
istanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Ahmet ARISOY**
istanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Hatice SÖZER
istanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2015**
Savunma Tarihi : **25 Mayıs 2015**

Aileme,

ÖNSÖZ

Bana her zaman umut ve azim a ılayan ve tez çalı mam boyunca rehberlik ederek sabırla yardımlarını esirgemeyen Prof. A. Zerrin Yılmaz'a, destek olan e im Dilan Birtane Karaka ve kızım Irmak Karaka 'a, Vakıf tesislerinde çalı ma imkânı veren Feyziye Mektepleri Vakfı Yöneticileri'ne te ekkür ederim.

Mayıs 2015

Murat Karaka
Elektrik Mühendisi

Ç NDEK LER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
Ç NDEK LER	ix
KISALTMALAR	xi
Ç ZELGE L STES	xiii
EK L L STES	xv
ÖZET	xvii
SUMMARY	xix
1. G R	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Literatür Özeti	4
2. B NALARDA ENERJ VER ML L N N ÖNEM	7
2.1 Dünya Genelinde Enerji Üretim ve Tüketim istatistikleri	8
2.2 Türkiye'nin Enerji Üretim ve Tüketim istatistikleri	9
2.3 Türkiye'de Enerji Verimlili i Konusunda Yürütülen Çalı malar.....	14
3. YE L B NA DE ERLEND RME S STEMLER	17
3.1 Ye il Bina De erlendirme Sistemlerinin Kar ıla tırılması	17
3.2 LEED Ye il Bina De erlendirme Sistemi.....	19
3.2.1 LEED mevcut binalar i letme ve bakım sistemi kategorisi	20
3.2.2 LEED mevcut binalar i letme ve bakım sistemi, enerji bölümü.....	20
3.2.1 ASHRAE standartlarında enerji etüdü, ölçme yöntemleri ve belirsizliklerin hesaplanması	22
3.2.1.1 ASHRAE standartlarına göre birinci seviye denetim ve analiz	23
3.2.1.2 ASHRAE standartlarına göre ikinci seviye denetim ve analiz	24
3.2.1.3 ASHRAE standartlarına göre üçüncü seviye denetim ve analiz	24
3.2.3.4 ASHRAE standartlarına göre ölçme yöntemleri ve belirsizliklerin hesaplanması	25
3.3 Devreye Alma ve Önleyici Bakım Süreçlerinin Enerji Verimlili ine Katkısı.....	26
4. BAKIM VE ÖLÇÜM UYGULAMALARININ ENERJ VER ML L ÜZER NDEK ETK LER N N FEYZ YE MEKTEPLER VAKFI OKULLARI AYAZA A YERLE KES ÜZER NDEN ANAL Z	29
4.1 Ayaza a Yerle kesi Genel Tanıtımı.....	29
4.2 ASHRAE Ticari Binalarda Enerji Etüdü Standartları Birinci Seviye Denetim ve Analizlerin Yapılması	30
4.2.1 Ayaza a Yerle kesi 2014 yılı enerji tüketim analizi ve bulgular	31
4.2.2 Yedi yıllık elektrik tüketim verilerinin de erlendirilmesi ve bulgular	35
4.2.3 İ letme sorunları üzerine analizler ve bulgular	36
4.2.4 Tarife analizleri	38
4.2.5 Doğalgaz tüketim verilerinin de erlendirilmesi ve bulgular	45
4.2.6 Birinci seviye denetim sonucunda elde edilen bulgular.....	50

4.3 ASHRAE Ticari Binalarda Enerji Etüdü Standartları İkinci Seviye Denetim ve Analizler için Gerekliliklerin Tespiti	52
4.3.1 Dengesiz yük ve harmoniklerin neden olduğu ekstra kayıpların incelenmesi ve bulgular.....	52
4.3.2 Aktif ve reaktif yüklerin kablolar üzerinde yarattığı kayıplarının incelenmesi ve bulgular.....	54
4.3.3 Soğutma gruplarında kayıpların incelenmesi ve bulgular.....	56
4.3.4 Klima santrali bakımı çalışmaları ve bakım sonucunda verimlilik artışı bulguları	59
4.3.5 İkinci seviye denetim çalışmaları bulgular.....	60
4.4 Yerleşimdeki Enerji Tüketen Sistemler ve Bakım Planı	61
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ	69

KISALTMALAR

ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (Amerikan Isıtma, So utma ve klimalendirme Birli i)
ANSI	: American National Standart Institute (Amerikan Ulusal Standart Enstitüsü)
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (Bina Ara tırma Enstitüsü Çevresel Metodolojisi)
BEDA	: Bo aziçi Elektrik Da ıtım Anonim irketi
CASBEE	: Comprehensive Assessment System for Building Environmental Energy Efficiency
EER	: Energy Efficiency Rate (Enerji Verimlilik Oranı)
EPA	: Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
FMV	: Feyziye Mektepleri Vakfı
GWh	: Giga Watt Hour (Giga Vat Saat)
IESNA	: Illuminating Engineering Society of North America (Güney Amerika Aydınlatma Mühendisleri Toplulu u)
kg	: Kilogram
kV	: Kilovolt
kWh	: Kilowatt-hours (Kilovat-saat)
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik)
LEED AP	: Leadership in Energy and Environmental Design Accredited Professional (LEED Yetkilendirilmi Uzman)
LEEDBOM	: LEED Existing Building Operational and Maintenance (LEED Mevcut Binalar İletme ve Bakım)
mm	: milimetre
OSOS	: Otomatik Sayaç Okuma Sistemi
OECD	: Organization for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve Birli i Örgütü)
O.G	: Orta Gerilim
Sm³	: Standart Metreküp
TEDA	: Türkiye Elektrik Da ıtım Anonim irketi
TEP	: Ton Equivalent Petroleum (Ton E de er Petrol)
USGBC	: United States Green Building Council (Birle ik Devletler Ye il Bina Konseyi)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Dünya birincil enerji tüketiminde ülkelerin payları (Milyon TEP).....	8
Çizelge 2.2 : Türkiye elektrik üretim ve tüketiminin yıllara göre değişimi (GWh)..	10
Çizelge 2.3 : Yerli ve ithal kaynak bazında ülkemiz elektrik kurulu gücü.....	11
Çizelge 2.4 : Türkiye yıllara göre ham petrol ve doğal gaz üretimi.	12
Çizelge 2.5 : Ham petrol ve doğal gaz tüketimi.	13
Çizelge 4.1 : Orta gerilim aboneliğinin yıllık elektrik tüketim verileri.	32
Çizelge 4.2 : Ispartakule Yerleşkesi 2014 yılı toplam elektrik tüketim verileri.	33
Çizelge 4.3 : Ayazapaşa Yerleşkesi Lise ve Ortaokul elektrik tüketim verileri.	33
Çizelge 4.4 : Ayazapaşa Yerleşkesi İlkokul ve Sera yıllık elektrik tüketim verileri. ...	34
Çizelge 4.5 : Ayazapaşa Yerleşkesi İlk Ev yıllık elektrik tüketim verileri.	34
Çizelge 4.6 : Yerleşkelerine göre yıllık elektrik tüketim özeti (kWh).....	35
Çizelge 4.7 : Yerleşkelerin kapalı alan ölçüleri (metrekare).	36
Çizelge 4.8 : Yerleşkelerine göre elektrik tüketim yoğunluğu.	36
Çizelge 4.9 : 2802290 no'lu aboneliğe ait aylık maksimum güçler.	37
Çizelge 4.10 : 2802290 no'lu aboneliğinin üç zamanlı elektrik tüketimleri.	40
Çizelge 4.11 : 2802290 no'lu abonelikte tarife fiyatlarının karlılığına tırılması.	41
Çizelge 4.12 : 2802200 no'lu aboneliğinin üç zamanlı elektrik tüketimleri.	42
Çizelge 4.13 : 2802200 no'lu abonelikte tarife fiyatlarının karlılığına tırılması.	42
Çizelge 4.14 : 2805503 no'lu aboneliğinin üç zamanlı elektrik tüketimleri.	43
Çizelge 4.15 : 2805503 no'lu abonelikte tarife fiyatlarının karlılığına tırılması.	43
Çizelge 4.16 : 2847225 no'lu aboneliğinin üç zamanlı elektrik tüketimleri.	44
Çizelge 4.17 : 2847225 no'lu abonelikte tarife fiyatlarının karlılığına tırılması.	44
Çizelge 4.18 : Ayazapaşa Yerleşkesi abonelerin aylık doğal gaz tüketimi (Sm ³).	46
Çizelge 4.19 : Yerleşkelerin yıllık doğal gaz tüketimleri(Sm ³).....	49
Çizelge 4.20 : Yerleşkelerin yıllar bazında doğal gaz tüketim yoğunluğu.	50
Çizelge 4.21 : Nötr akımının transformatör üzerinde yarattığı ekstra kayıplar.	53
Çizelge 4.22 : 2802290 no'lu aboneliğinin faz akımları ve nötr akımları ölçümleri....	54
Çizelge 4.23 : Soğutma sistemi ölçülen değerler.....	59
Çizelge 4.24 : Klima santrali bakım kontrol formu.	60
Çizelge 4.25 : Ayazapaşa Yerleşkesi enerji tüketen cihazlar için yıllık bakım planı. ...	62

EK L L STES

Sayfa

ekil 4.1 : Orta gerilim aboneli i transfer panosu termik manyetik alterler.....	38
ekil 4.2 : Lise Binasında dı cephe pencereler.	47
ekil 4.3 : Üç boyutlu ısı da ılımı grafi i.	47
ekil 4.4 : Görünür 1 ik görüntüsü.....	47
ekil 4.5 : Lise Binası pencere kenarı ısı enerjisi kaybı.	48
ekil 4.6 : Üç boyutlu ısı da ılımı grafi i.	48
ekil 4.7 : Görünür 1 ik görüntüsü.....	48
ekil 4.8 : Lise Binası birle im noktasından ısı kaybı.....	49
ekil 4.9 : Görünür 1 ik görüntüsü.....	49
ekil 4.10 : Kompanzasyon Panosu-Orta gerilim.	56
ekil 4.11 : Görünür 1 ik görüntüsü.....	56
ekil 4.12 : Ayaza a Yerle kesi so utma grupları.....	57
ekil 4.13 : Spor Salonu so utma grupları.	58

YEİL BINA DEERLENDİRME KAPSAMINDA BAKIM VE ÖLÇÜM UYGULAMALARININ ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN MEVCUT BİR YERLEŞKE ÜZERİNDEKİ ANALİZİ

ÖZET

Ülkemiz, kullandığı enerjinin çok büyük bir bölümünü ithal kaynaklardan elde etmektedir. Sürdürülebilir bir kalkınma için enerji verimliliği Türkiye’de kritik bir öneme sahiptir.

Enerji verimliliğini geliştirmenin düşük maliyetli yöntemlerinden birisi de binaların tasarlanması, inşaatı, devreye alınması ve işletilmesi süreçlerinde kalite standartlarının uygulanmasıdır.

YeİL Bina Sistemleri’ne ait standartlar ve uygulamaların kullanılmasıyla enerji verimliliğinin artırılması; az düzeyde mal ve teknoloji ithalatına ihtiyaç duyulan, var olan insan kaynakları, cihaz ve sistemlerin en etkili ve verimli biçimde kullanılmasını gerektiren, ülke ekonomisi açısından katma değeri yüksek olan süreçlerdir.

Mevcut yapılar, toplam enerji tüketiminde önemli bir yere sahiptirler ve bu yapılarda enerji verimliliğinin artırılması; enerji verimli yeni binaların inşaatı etmekten daha karlı süreçler ve uzmanlıklar gerektirmektedir.

Bu çalışmada çeşitli yeİL bina sistemleri incelenmiştir. Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik Mevcut Binaların İşletme ve Bakım (LEED EBOM) 2014 yılı versiyonunda bulunan ölçme ve bakım uygulama ve yöntemlerinin enerji verimliliğine olan katkıları değerlendirilmiş ve bu uygulama ve yöntemlerin ülkemizde tesis yöneticileri tarafından kullanılabilir hale getirilmesi için uyarlamalar yapılmıştır.

Feyziye Mektepleri Vakfı Okulları Ayazapaşa Yerleşkesinde Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik Mevcut Binaların İşletme ve Bakım Sisteminde önerilen standart ve yöntemlerden yola çıkılarak ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers-Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Birliği) tarafından hazırlanmış ve yayımlanmış, “Ticari Binalarda Enerji Etüt Prosedürleri” (2011) kaynağında tanımlanmış birinci seviye ve ikinci seviye çalışmalar yapılmış ve bakım ve ölçüm ihtiyaçları ile tesis yöneticisinin hangi noktalardan hangi ölçümleri almasının ne oranda faydalar doğuracağı değerlendirilmiştir.

Kapalı Spor Salonu soğutma sisteminin mevcut elektrik tüketimi ölçülmüş, sistem üreticilerinin taahhüt ettikleri enerji verimliliğine ilişkin değerler ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Dengesiz yüklenme ve harmoniklerin elektrik sistemlerinde ve transformatör üzerinde yaratacağı ekstra enerji kayıplarını hesaplayabilmek için ana nötr hattında

ölçümler yapılmı tır. Ayrıca Yerle kedeki tüm elektrik aboneliklerinde anlık olarak harmonik ölçümleri yapılmı tır.

Elektrik tüketimleri üç zamanlı olarak ölçülmü ve fiyat açısından tek zamanlı tarife ile karşılaştırılarak 2014 yılı için iki tarife arasındaki fiyat farkı hesaplanmı tır. Bu hesaplama göre %6,3 oranında daha avantajlıdır. Ve alınacak ek önlemlerle bu oranın daha da yükseltilebilmesinin mümkün olduğu tespit edilmi tır.

Bu çalışmaların sonucunda enerji verimliliğinin artırılması için hangi kritik noktalarda hangi ölçümlerin nasıl bir nitelikte yapılması gerektiği ortaya konmu tur.

Ayrıca binaların yapımı, devreye alınması ve işletilmesinde standart, metod ve ölçüme dayalı çalışmaların yapılmamasının yüksek oranda enerji verimliliği kaybına neden olduğu gösterilmi tir. Standartların istenilen düzeylerde uygulanamamasının sebep ve sonuçları araştırılarak önerilere yer verilmi tir.

Ülkemizde hem kamu sektöründe ve hem de özel sektörde büyük yatırımlarla inşa edilen tesislerin önemli bir bölümünün işletmeye alınmasından sonra, kısa bir sürede enerji verimliliği düşük, konforsuz, sağlıklı binalar haline dönüşüyor olması, bu yapıların tasarım, inşaat, devreye alma ve işletme süreçlerinde uygulanabilir kalite standartlarının geliştirilmesinin gerekli olduğunu göstermektedir. Tesis yöneticilerinin enerji verimliliğini arttırmak için daha fazla çaba gösterebilmeleri için daha fazla bilgi ve kullanılabilir yöntem ihtiyaçları vardır.

THE ANALYSIS OF THE MAINTENANCE AND MEASUREMENT IMPLEMENTATIONS' EFFECT TO ENERGY EFFICIENCY IN A SPECIFIC CAMPUS, WITHIN THE CONTEXT OF GREEN BUILDING CERTIFICATION SYSTEMS

SUMMARY

Our country obtains most of the energy which it consumes, from imported sources. Energy efficiency is crucial in Turkey for a sustainable development.

One of the low-cost method of developing a sustainable energy efficiency is to implement quality standarts during the phases of designing, building, comissioning and operating a facility.

To utilize Green Building Systems' standarts and implementations and increase energy efficiency means that less product and technology imports are carried out using the existing human sources, equipments and systems in the most effective and efficient way is essential; thus these processes have high economic value for the country.

Existing buildings have a substantial portion in total energy consumption and to increase the energy efficiency in these buildings requires more complicated processes and expertise rather than build energy efficient new buildings. According United Nations Report, %36 of total energy consumption belongs to existing buildings in Turkey in 2008. An this rate is being increased rapidly correspond with fast urbanization.

In this study, various green building systems has been examined. Measurement and maintenance implementations and methods which take part in the 2014 version of LEED EBOM (Leadership in Energy and Enviromental Design for Existing Building Operation and Maintenance) and their contributions to the energy efficiency have been examined, besides essential adaptations have carried out so that the facility managers in our country will be able to utilize these implemantations and methods.

Leaning on the standarts and methods which take part in LEED Existing Buildings Maintenance and Operation System, the first level and second level works that defined in the source "Procedures for Commercial Building Energy Audits (2011)" prepared and published by ASHRAE have been executed in Feyziye Mektepleri Vakfı Okulları Ayaza a Campus.

The measurement needs for cooling system of Indoor Sports Saloon have been studied and its existing energy consumption has been measured with mobile measurement devices. The energy efficiency rates that the producers committed for the device and the measured data are compared and evaluated. Since the central cooling system consumes very high energy compared the other systems existing in the facility, the installation of seperate measurement devices for this system is important. Production, installation and opearation failures may cause high deviation

between the designed energy efficiency rate and the real energy efficiency rate of the system. Thus, during life time of the system it may result with higher energy cost than it should be.

The cooling system at the campus runs for 12 years and it has been not commissioned in line with LEED systems. There is no record if the energy efficiency rate is the same with the designed energy efficiency rate. It shows the importance of measurement at the commissioning phase as well as maintenance and operational phases. After this stage measurement of the efficiency by installing a separate measurement system would allow to compare the energy efficiency of the similar cooling system with the existing systems' real energy efficiency rate and provide critical data for decision of renewing the system.

Operation and maintenance plan which is a pre-requisite at the LEED EBOM System contribute to the high energy efficiency. Lackness of operational plan causes energy loss at the campus. Boiler operator has no set values determined which causes over heating. The occupants open the windows to bring the temperature of the room to the comfort level.

Lackness of preventive maintenance and procedures is another point which decrease the energy efficiency of the facility. The measurement shows that after the maintenance in line with the procedure determined in this work the air flow of an air handling unit increases %17 despite the current decreases %3 average.

Measurements on the main neutral line have been carried out to calculate the extra energy loss on the transformer caused by unbalanced loading and harmonics at the electrical system. Besides, harmonics measurements have been done instantly in all the electrical subscriptions at the Campus.

The electrical consumptions have been measured for different time intervals of a day during the year of 2014 for comparison standart electricity pricing with time based pricing. One of the electricity tariff which is currently implemented in Turkey divides a day time to three intervals. The electrical consumption at the morning, peak, and night time intervals are charged accordingly. It has been analysed if this tariff has more advantage than the fixed price charging. It is shown that choosing that tariff has %6,3 price advantage compared to fixed price charging for the year of 2014.

Also it is shown that because of unbalanced load and high harmonics at the system there is a current flowing on neutral line. This cause joule extra joule losses on cable as well as extra loss on the middle voltage transformer.

Most of the electrical, mechanical and architectural as built drawings can not be found among the files of campus management and that cause difficulties to manage the facility as well as energy management. And also volume and area data and recorded operational data like current, voltage, harmonics, temperature, humidity, wind speed, daily occupant number are crucial to calculate the main indicators of energy efficiency.

Installing measuring systems for each separate building for current and voltage for each phase and also current at neutral line besides harmonics would allow to obtain the data of energy loss caused by unbalanced load and harmonics and joule losses of the cables between the buildings. Via those measurement data, calculations can be made for developing feasible and innovative changes for adapting this campus to new energy technologies and as well as increasing the energy efficiency.

By this study, it has been shown that it has caused substantial energy loss not to carry out studies leaning on standart, method and measurement at the phases of construction, commissioning and operating of a building. The reasons why the standarts could not be implemented in desired levels and their results have been examined and some suggestions have been done.

The fact that most of the facilities both at public sector and at private sector built with big investment become inefficient at energy, comfortless and unhealthy buildings in a short term period just after commisioning. This situation indicates that it is essential to devolop implementable quality standarts during the process of designing, building, comissioning, and operating these buildings. Facility Managers needs more information and feasible methods in order to increase energy efficiency.

1. G R

nsano lu ya ayaca ı ve faaliyetlerini srdrece i kapalı alanların boyutlarını son yüzyılda çok hızlı bir ekilde bytm tür ve bytmeye de devam etmektedir. Büyüyen i hacimler için kullanılan enerji miktarı da artmaktadır. Ülkemizde de binaların hacimleri gittikçe artmaktadır. Sayısı artan ve hacimce geni leyen binalar ve bu binalarda ihtiyaç duyulan nitelikler enerji tüketimini arttırmaktadır. 2010 yılı itibariyle stanbul Levent'te kurulu sekiz binanın toplam elektrik tüketimi Bayburt li'nin elektrik tüketiminden fazladır (Türkiye Elektrik Da ıtım Anonim irketi (TEDA) 2010 Enerji Tüketim statistikleri, Yapı Kredi Plaza Enerji Tüketimleri 2010).

Bu kadar büyük binalarda enerji yönetimi, tesis yöneticilerinin di er i lerinin yanısıra yürütebilecekleri bir i olmaktan çıkmı , tesis yönetimi içinde ba lı ba ına bir disiplin haline gelmi ve sadece bu konuyla ilgilenecek birimler olu turulmu tur.

Yapımı tamamlanmı ve içerisinde insan faaliyetleri ba lamı bir binada, bina sakinlerine; kaliteli iç hava, güvenli ve gürültüsüz çalı ma ortamı, yeterli ve kaliteli aydınlatma sunmak gereklidir. Ayrıca bina mekanik ve elektrik sistemlerinin arızasız ve kesintisiz çalı ması, ve enerji verimlili inin de sürekli yüksek olması beklenir. Tüm bu kalite unsurlarının yöntem ve ölçüye dayanmayan çalı malarla kar ılanabilmesi mümkün de ildir.

Ye il Bina De erlendirme Sistemleri sadece yukarıda bahsedilen kalite unsurlarıyla sınırlı kalmamak üzere bir binayı pek çok parametreyle de erlendirir. Hedef; binalarda enerji verimlili ini arttırmanın yanısıra, çevreye verilen zararın en aza indirilmesi ve bina sakinleri için sa lıklı, güvenli ve konforlu ya ama ve çalı ma ortamlarının sa lanmasıdır.

Bu sistemlerde önerilen yöntem ve ölçümlerin tesis yöneticileri tarafından kolay anla ılabilir, kolay uygulanabilir olması ve uluslararası niteli i kullanımını etkileyen en önemli unsurlardır.

Dünyada çok çeşitli yerel bina değerlendirme sistemleri geliştirilmiş olmakla birlikte uluslararası alanda görülen kabul, yaygın kullanımı, kullanıcı için kolay anlaşılabilir ve kolay uygulanan yöntemleri ile LEED (Leadership in Energy and Environmental Design - Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik) Sistemi öne çıkmaktadır.

LEED, farklı disiplinlerden onlarca uzmanın oluşturduğu bir sistemdir. Hesap, ölçüm ve tecrübelerle geliştirilen prosedürler ve yöntemlerin faaliyet alanlarında faaliyet gösteren uzmanlar için etkinliği tecrübe edilmiş yöntemler önermektedir.

Bu çalışmada, ilk bölümde Türkiye ve Dünya'da enerji üretim ve tüketim istatistiklerine yer verilerek ülkemizin enerji alanında yurtdışı kaynaklara bağımlılığını gösterilmiştir. Ayrıca mevcut binaların tüketim içerisindeki payları ile ilgili raporlara değinilmiş ve verimliliğin artırılması için mevzuatımızda son on sene içerisinde yapılan çalışmalara değinilmiştir.

İkinci bölümde diğer sertifika sistemleri ile birlikte LEED sertifika sisteminin genel bir tanıtımı yapılmış ve LEED Mevcut Binalar İşletme ve Bakım Sistemi daha detaylı olarak ele alınmıştır. Bu sistemin kullanılmasını istediği ölçüm ve bakım konuları ile ilgili ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers-Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Birliği) Standartları ele alınmıştır. Ölçüm ve bakım konularında ASHRAE standartlarının yanısıra diğer kaynaklardan da faydalanılarak teorik altyapı oluşturulmuştur.

Üçüncü bölümde ise örnek bir yerleşke üzerinden ASHRAE standartlarına uygun olarak işletme faaliyetleri yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

En son bölümde, tüm bu çalışmaların sonuçları örnek özelinde ve ayrıca genel bir perspektifle değerlendirilerek, mevcut binaların enerji verimliliğinin artırılması için önerilerde bulunulmuştur.

1.1 Tezin Amacı

İşletmeler, faaliyetlerini yürüttükleri binalarda maliyetlerini etkileyen birçok faktörle ilgili değerlendirmeler yapmakta ve maliyetleri sınırlayabilmek ve işletme verimini arttırabilmek için yöntemler geliştirmektedirler. Bu yöntemlerin etkin olabilmesi için objektif ve ölçülebilir sonuçları olmalıdır. Oldukça subjektif unsurlar içerebilen bir personelin verimlilik değerlendirmesinde dahi objektif ölçütler ortaya konulmakta ve değerlendirmeler yapılabilmektedir. İşletmelerin önemli bir maliyet kalemini teşkil

eden enerji tüketimleri di er maliyetlere göre çok daha net ölçülebilir, tahmin edilebilir ve analiz edilebilir bir yapıya sahip olmasına kar ın ülkemizde yeterli ölçü sistemlerinin tesis edilmeyi i ve referans alınacak veri eksikli i nedeniyle yeterli ve do ru de erlendirme yapılamadı ı gözlemlenmi tir. Pek çok i letme yöneticisi, benzer di er i letmelere kıyasla enerjiyi daha az ya da çok verimli kullandı nı bilememektedir. Bu durum, mevcut binalarda enerji verimlili ini arttıracak uygulamaları sınırlandırmaktadır.

Mevcut binalarda enerji verimlili ini arttırıcı yatırımların öncelikle hangi sistem ve cihazlar için yapılması gerekti i bir tesis yöneticisi için çözülmesi gereken önemli problemlerden birisidir. Ayrıca enerji verimlili inin arttırılabilmesi için gerçekleştirilen uygulamalar ve satın alınan sistemlerin verimlili i ne ölçüde arttırdı nın anla ılabilmesi için standartlar dahilinde ve metodik ölçümler yapmak gerekmektedir.

Mevcut Binalarda yapılacak enerji etüdü için LEED Ye il Bina De erlendirme Sistemi ve yardımcı standartları; basit, anla ılabılır, uygulanabilir standartlar ve yöntemler içermektedir. Tesis yöneticilerinin yukarıda bahsedilen sorunlarının çözümünde önemli bir kaynak te kil edebilecek bu sistemin anla ılması ve ülkemize adapte edilmesi önem arz etmektedir.

Bu çalı mada bir tesis içerisindeki oniki bina ele alınarak, LEED Ye il Bina De erleme Sistemi ve ASHRAE standartlarına göre enerji etüdü icra edilm i bu kapsamda bakım ve ölçüm ihtiyaçları analiz edilip verimlilik artı ı potansiyelleri hesaplanmı tır.

Bu çalı manın Türkiye'deki Tesis Yöneticileri için ölçüm ve bakım faaliyetlerinde kullanabilecekleri bir kaynak te kil etmesi amaçlanmı tır. Hangi parametrelerin ne sıklıkla ölçülmesi gerekti i ve ölçüm sonuçlarının enerji verimlili i açısından de erlendirilmesi, belirli standartlarda yapılan bakımların enerji verimlili ine olan katkısı incelenmi tir.

1.2 Literatür Özeti

Mevcut bir binada enerji tüketim ölçümlerinin hangi noktalarda ve hangi sıklıkla alınması gerektiği için bina sistemlerinin hemen hemen tamamında oluşturulan standartlarla tarif edilmektedir. Thomas A. Taylor tarafından kaleme alınmış olan *Guide to LEED Estimating and Preconstruction Strategies* ve Michelle Cottrell'in *Guide To The LEED AP Operation and Maintenance* adlı eserlerinden tezin çıkış bölümünü oluşturan LEED Yeşil Bina Değerlendirme Sisteminin genel çerçevesini tanımlamak ve özelde mevcut binalarda LEED sisteminin kullanılabilen kaynak ve yöntemlerine ulaşabilmek için faydalanılmıştır.

Bina ve Çevre dergisinin (*Building and Environment*) 42. Sayısının, 1298-1314 sayfalarında, Atina Constantinos ve diğerlerinin makalesinde Avrupa Birliği üyesi ülkelerde bulunan mevcut bina stoğunun nihai enerji tüketiminin %40'ından sorumlu olduğu tespitine yer verilmiş ve burada yapılacak verimlilik çalışmaları önemine değinilmiştir. Merkezi ısıtma sistemlerinin düzenli bakımı ile %10-12 düzeyinde verimlilik artırılabilir diye yine aynı çalışmada içerisinde bir kabul olarak yer almıştır.

Andreas Sumper ve Angelo Baggini'nin "Electrical Energy Efficiency : Technology and Applications" 2012, çalışmada kompanzasyon sistemlerinin tasarımının, harmoniklerin ve dengesiz yüklenmenin ve reaktif güçlerin enerji kayıpları ile ilişkisi analiz edilmiştir.

ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004 Energy Standard for Buildings Except Low Rise Residential Buildings, enerji verimli yüksek binaların tasarımında kullanılacak cihazlar ve sistemler için standartları belirlemektedir.

ASHRAE Guideline 14-2002 enerji verimliliği çalışmaları sonrasında kazanılan tasarruf miktarını güvenilir bir biçimde ölçebilmek için gerekli standartları belirler.

ASHRAE Procedures for Commercial Building Audits 2011 (ASHRAE Ticari Binalarda Enerji Etüt Prosedürleri) enerji etüdü için yöntem önermekte standartları belirlemektedir.

Capenhart, Turner ve Kennedy “Guide to Energy Management” adlı eserlerinde binalarda enerji tüketen sistemlerin bakım konularını ele almı ve her bir sistem için denetim ve etüt yöntemleri önermişlerdir. Aynı şekilde Al-Shemmeri’de “Energy Audits” adlı eserinde denetim konularının yanı sıra ölçüm cihaz ve yöntemlerine de değinmiştir.

Ülkemizde tesis işletmeciliğinde Ye il Bina Sistemlerinde talep edilen ölçme sistemleri kurulmuş olsa dahi elde edilen verilerin enerji verimliliğine ne oranda katkı sunabileceğini analiz eden çalışmalar sınırlıdır. Reaktif elektrik tüketiminin aktif elektrik tüketimine oranı, elektrik tesislerinde dengesiz yüklenme, harmoniklerin etkileri, bakım, yalıtım ve yenileme gibi enerji verimliliğini etkileyen konuların enerji verimliliğine olan etkilerini mevcut tesisler özelinde ele alıp çözüm ve yöntem öneren çalışmalara ihtiyaç vardır.

2. B NALARDA ENERJ VER ML L N N ÖNEM

Dünya nüfusu ve bu nüfusun taleplerinin artmasıyla birlikte enerji talebi de artmaktadır. Enerjiye olan talep arttıkça enerji üretimi ve bu üretim sürecinin do a ve insanlar üzerinde yarattı ı olumsuz etkiler de artmaktadır. Birle mi Milletlerin yaptı ı ve 2006 yılında revize etti i çalı maya göre dünya nüfusunun 2050 yılında dokuz milyarın üzerine çıkması beklenmektedir. Geçti imiz yüzyılda dünya nüfusunun en hızlı artı na tanık olunmu tur ve içinde bulundu umuz ça içerisinde hızlı nüfus artı mın devamı ve kırılma noktasına ula ması beklenmektedir (Passig, 2050).

Yüzyılımızın en önemli sorunlarından birisi enerjiyi çevreye ve insana en az zarar vererek üretmek ve üretilen enerjiyi de en verimli ekilde kullanmaktır.

Enerji üretim ve tüketim süreçleri, do a üzerinde tahribat yaratmakta, insan ya am alanlarının ve do al kaynakların hızlı bir ekilde kirlenmesine neden olmakta ve iklim de i iklimleri gibi ba edilmesi gereken önemli sorunları beraberinde getirmektedir.

Enerji üretim ve tüketiminde dünya genelinde yüksek paya sahip olan ülkelerin bu süreçlerin do a üzerinde yarattı ı olumsuz etkiyi en aza indirmek ve yarattıkları etkiyi gidermek için insiyatif almaları gerekmektedir. Konuyla ilgili düzenlenen konferanslarda ülkelerden taahütler istenmi ve protokoller imzalanmı tır.

2.1 Dünya Geneline Enerji Üretim ve Tüketim istatistikleri

Dünyada tüketilen enerjinin yarısından fazlası be ülke tarafından tüketilmektedir. Çin ve ABD ihtiyaç duydukları büyüme oranlarını yakalayabilmek için daha fazla enerji tüketmek durumundadırlar. 2012 yılı itibariyle halen geli mekte olan ülkeler sınıfına dahil olan Türkiye, dünya toplam birincil enerji tüketiminin %1'ini gerçekleştirerek listeye yirmibirinci sıradan girmi tir. Birincil enerji tüketimini öncelikli olarak nüfus ve sanayi faktörleri etkilemektedir. Ki i ba ına dü en enerji tüketimleri aynı zamanda geli mi lik endeksi olarakta kullanılmaktadır. Suudi Arabistan gibi ülkelerde su üretimi için yo un enerji kullanılmaktadır.

Tezin bu bölümünde kullanılan tüm çizelgeler T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın yayımladığı "Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü 1 Ekim 2014 itibarıyla" isimli kaynaktan alıntılanmıştır.

Çizelge 2.1 : Dünya birincil enerji tüketiminde ülkelerin payları (Milyon TEP).

ÜLKE	2011	2012	Dünya Toplamındaki Payı (%)	Sıra
Çin	2.540,8	2.735,2	21,9%	1
ABD	2.265,2	2.208,8	17,7%	2
Rusya	696,5	694,2	5,6%	3
Hindistan	534,8	563,5	4,5%	4
Japonya	481,1	478,2	3,8%	5
Kanada	328,6	328,8	2,6%	6
Almanya	307,5	311,7	2,5%	7
Brezilya	269,7	274,7	2,2%	8
Güney Kore	267,8	271,1	2,2%	9
Fransa	244,7	245,4	2,0%	10
İran	227,0	234,2	1,9%	11
Suudi Arabistan	207,5	222,2	1,8%	12
Büyük Britanya	200,5	203,6	1,6%	13
Meksika	180,5	187,7	1,5%	14
İtalya	169,6	162,5	1,3%	15
Endonezya	158,6	159,4	1,3%	16
İspanya	145,6	144,8	1,2%	17
Avustralya	126,5	125,7	1,0%	18
Ukrayna	125,6	125,3	1,0%	19
Güney Afrika	122,2	123,8	1,0%	20
Türkiye	114,5	120,1	1,0%	21
Tayland	111,1	117,6	0,9%	22
Tayvan	109,8	109,4	0,9%	23
Polonya	99,8	97,6	0,8%	24
BAE	88,1	89,3	0,7%	25
TOPLAM	12.225,0	12.476,6	100,0%	

Tüketim artmakta buna karşılık artan tüketimi karşılamak için üretim de artmaktadır. Ancak her iki süreçteki artışlar dünya ekolojisine insanlığın daha önce şahit olmadığı boyutlarda zarar vermektedir.

Ülkeler rekabette vazgeçememekte bir ülke üretirken diğerleri çevre duyarlılığı sebepleriyle üretim ve tüketimini azaltamamaktadır. Atmosferik karbondioksit seviyesi 1960'lı yıllarda 320 ppm seviyelerinde iken 2015 yılında 400 ppm seviyesine ulaşarak ölçüm yapılan tüm zamanların en üst seviyesine çıkmıştır. Atmosferdeki karbondioksit miktarı 1955 yılından bu yana sürekli olarak artmıştır (Url-2).

Üretim ve tüketim bu boyutlarda artarken gelecek için her devlet yönetiminin sorumluluğu çevreye verilen zararların en aza indirilmesi için gerekli düzenlemeleri yapmaktır. Uluslararası protokollere ve burada verilen taahhütlere göre iç mevzuatta düzenlenmelidir. Enerji üretim ve tüketim süreçlerindeki verimlilik artışı, çevreye verilen zararların azaltılmasında olduğu kadar ekonomik ve ticari rekabette de ülkelere ve firmalara üstünlük sağlar. Çin ve ABD arasındaki ekonomik rekabet kendisini enerji üretim ve tüketim süreçlerinde verimliliği arttırmak konusunda da göstermektedir.

2.2 Türkiye'nin Enerji Üretim ve Tüketim istatistikleri

Gelimekte olan ülkeler sınıfına giren Türkiye'nin de enerji ihtiyacı artmaktadır. 2013 yılı itibarıyla Türkiye'de 245.484 (ikiyüzdörtbin dört yüzseksendört) GWh elektrik enerjisi tüketilmiştir. Ülkemizde elektrik üretiminin belirli bir oranda özelleştirilerek hem verimliliğin hem de ihtiyaç duyulan yatırımların artırılması hedeflenmiştir. Türkiye'de özel sektöre bağlı elektrik üretim santrallerinin sayısı hızla artmıştır. 2014 yılı Eylül ayı itibarıyla elektrik üretiminde özel sektörün payı %71'e yükselmiştir. Kamuya ait verimsiz santrallerin özel firmalara devri ile verimliliğin artırılması planlanmıştır. Elektrik dağıtım firmaları da aynı strateji dahilinde tüm Türkiye'de özelleştirilmiştir. (Arz Güvenliği Strateji Belgesi, Url-3) Üretimde ve dağıtımda kayıpların azaltılması ve verimliliğin artırılması tüketimde olduğu gibi enerji firmalarına bağlı olarak özel firmalarca yapılacak bu yatırımların denetimi hem verimlilik hem de arz güvenliği açısından önem arz etmektedir.

Çizelge 2.2 : Türkiye elektrik üretim ve tüketiminin yıllara göre değişimi (GWh).

YIL	ÜRETİM	İTHALAT	İHRACAT	TÜKETİM	Üretim Artış Oranı	Tüketim Artış Oranı
2003	140.581	1.158	588	141.151	8,6%	6,5%
2004	150.698	464	1.144	150.018	7,2%	6,3%
2005	161.956	636	1.798	160.794	7,5%	7,2%
2006	176.300	573	2.236	174.637	8,9%	8,6%
2007	191.558	864	2.422	190.000	8,7%	8,8%
2008	198.418	789	1.122	198.085	3,6%	4,3%
2009	194.813	812	1.546	194.079	-1,8%	-2,0%
2010	211.208	1.144	1.918	210.434	8,4%	8,4%
2011	229.395	4.556	3.645	230.306	8,6%	9,4%
2012	239.497	5.826	2.954	242.370	4,4%	5,2%
2013	239.293	7.425	1.235	245.484	-0,08%	1,2%
2014 Eylül Sonu	189.091	5.498	1.803	192.786	-	-

2013 yılı itibariyle elektrik kurulu gücümüzün % 46,7'si ithal kaynaklara dayanmaktadır. Enerjide dış bağımlılığımızın önemli bir göstergesi olan bu oran aynı zamanda ülkemizin büyüyebilmek için katlanmak durumunda kaldığı en önemli maliyetlerden birinin de altını çizmektedir. Sürdürülebilir bir kalkınma için elektrik üretiminde yerli teknoloji ve kaynakların kullanım oranlarının yükseltilmesi aynı zamanda yapısal bir sorun olarakta varlığını sürdürmektedir. Enerji üretim süreçleri büyük oranda yerli teknolojilere dayanmıyor ise kaynaklar yerli ve hatta güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir kaynaklar dahi olsa maliyetleri kontrol altına almak ve üretim güvenliğini sağlamak mümkün olmayacaktır.

Çizelge 2.3 : Yerli ve ithal kaynak bazında ülkemiz elektrik kurulu gücü.

YIL	YERLİ KAYNAKLAR		İTHAL KAYNAKLAR	
	MW	%	MW	%
2003	19.414	54,6%	16.173	45,4%
2004	19.493	52,9%	17.331	47,1%
2005	20.442	52,7%	18.378	47,3%
2006	21.732	53,7%	18.770	46,3%
2007	22.053	54,0%	18.783	46,0%
2008	22.726	54,3%	19.091	45,7%
2009	23.948	53,5%	20.813	46,5%
2010	25.817	52,1%	23.707	47,9%
2011	27.570	52,1%	25.341	47,9%
2012	30.684	53,8%	26.388	46,2%
2013	34.112	53,3%	29.895	46,7%
2014 Eylül Sonu	36.157	53,0%	32.073	47,0%

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sektörlere göre enerji tüketim paylarına bakıldığında binaların toplam enerji tüketimi içerisindeki payının %40 ve daha fazla olduğu görülmektedir. Dolayısıyla ile tüm sektörlerde olduğu gibi binalarda da enerji verimliliği çalışmaları karbon salımlarının azaltılması ve ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır. Enerji verimliliğini artırıcı otomasyon, yalıtım gibi teknolojiler ülke kaynakları ile üretilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. Bu konulardaki ara tırma geliştirme faaliyetlerinin kullanıcı ihtiyaçlarının belirlenerek sürdürülmesi de önem taşımaktadır.

2013 yılında ülkemizde toplam olarak 45.270 milyon metreküp doğalgaz tüketilirken bunun sadece 307,7 milyon metreküpü TPAO tarafından üretilmiştir (Toplamın sadece %6,8'i). Petrolde de benzer bir durum vardır. TPAO'nun 12,3 milyon varil ham petrol (yaklaşık 1,72 milyon ton) üretimine karşılık 2013 yılında 20,8 milyon ton petrol tüketimi gerçekleşmiştir. Yani tüketilen toplam petrolün sadece %8,3'ü yerli olarak üretilmiştir.

Çizelge 2.4 : Türkiye yıllara göre ham petrol ve doğal gaz üretimi.

YIL	HAM PETROL ÜRETİMİ (milyon varil)	TPAO HAM PETROL ÜRETİMİ (milyon varil)	DOĞAL GAZ ÜRETİMİ (milyon m ³)	TPAO DOĞAL GAZ ÜRETİMİ (milyon m ³)
2003	16,6	11,1	560,6	353,3
2004	15,9	10,5	707,0	432,8
2005	15,9	10,7	896,4	566,9
2006	15,1	10,4	906,6	412,6
2007	14,8	10,3	893,1	421,5
2008	15,0	10,3	1.014,5	495,6
2009	16,7	12,4	729,4	277,3
2010	17,3	12,7	726,0	260,7
2011	16,4	12,1	793,4	312,5
2012	16,2	11,6	664,4	339,7
2013	16,6	12,3	561,5	307,6
2014 Haziran Sonu	6,9	5,0	226,3	111,7

Petrol ulaştırma ve üretim alanında yoğun olarak kullanılan bir ham madde iken doğalgaz ısınma ve elektrik üretiminde yoğun olarak kullanılmaktadır. Doğalgazın toplam elektrik üretimindeki payı 2013 yılında %43,81 olarak gerçekleşmiştir. 2014 yılı Eylül ayı itibarıyla bu oran %47,84'tür. Fuel-Oil ve motorinin elektrik üretimi içerisindeki payı 2013 yılı itibarıyla %1,5'tir (T. C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, "Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü 1 Ekim 2014 itibarıyla). Ülkemizin yıllar içerisinde enerji ihtiyacının artmasıyla birlikte enerji kaynaklarında dışa bağımlılığın da arttığı görülmektedir. 1960'lı yıllarda hidrolik enerjinin toplam elektrik üretimindeki payı %60'larda iken bu oran %17'lere kadar düşmüştür (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012, s: 105).

Çizelge 2.4 ve Çizelge 2.5'teki veriler değerlendirildiğinde ülkemizin doğalgazda %93,2 ve petrolde %91,7 oranında dışa bağımlı olduğu görülmektedir. Tüm bu istatistikler Türkiye'nin enerji üretimi ve kaynakları açısından yerli kaynaklarını yetersizliğini göstermektedir. Enerjinin bu kadar maliyetli olduğu bir ülkede verimlilik ve buna bağlı teknolojilerin geliştirilmesi amacıyla araştırma geliştirme faaliyetlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Çizelge 2.5 : Ham petrol ve doğal gaz tüketimi.

YIL	HAM PETROL TÜKETİMİ (milyon ton)	DOĞAL GAZ TÜKETİMİ (milyon m ³)
2003	29,5	21.384
2004	30,6	22.505
2005	29,3	27.467
2006	29,9	31.128
2007	27,7	34.600
2008	27,0	36.100
2009	22,3	34.400
2010	23,8	36.900
2011	25,0	43.800
2012	22,1	45.242
2013	20,8	45.270
2014 Ağustos Sonu	7,5	32.790

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi'nin Enerji Raporu 2012 belgesinde "Ülkemizde kişi başı tüketilen enerji OECD ülkeleri ortalamasının dörtte bir olmasına karşın enerji yoğunluğu OECD ortalamasının çok üstündedir" denilmektedir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012, s: 178).

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı Türkiye Raporuna göre Türkiye'de 1990'da %52,9 olan kentleşme oranı da 2008'de %74,9'a yükselmiş ve bunun sonucu olarak, büyük kentlerde konutlar ve şirket binalarında da hızlı bir artışa anlamıştır. Yine aynı rapora göre Türkiye'de nihai enerji tüketimi açısından bina sektörü ikinci sırada yer almaktadır. 2008 yılı itibarıyla binalarda tüketilen enerji, toplam nihai enerji tüketiminin %36'sına denk gelmektedir (Url-1). Mevcut binaların nihai enerji tüketimindeki payı, şehirleşme ve yapılaşmanın artması ile birlikte yükselmektedir. Ülkemizde mevcut yapılarda enerji verimliliğini artırma potansiyeli oldukça yüksektir. Dolayısıyla yeni binaların enerji verimli yapılması kadar mevcut binaların iyileştirilmesi de çok önemlidir. Mevzuatımızda da bu konuyla ilgili 2007 yılından itibaren birçok yenilik yapılmıştır.

2.3 Türkiye’de Enerji Verimlili i Konusunda Yürütülen alı malar

5627 sayılı Enerji Verimlili i Kanunu 02.05.2007 tarihinde 26510 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlü e girmi tir. Kanunun yedinci maddesinin ikinci fıkrasında “Toplam in aat alanı en az yirmibin metrekare veya yıllık enerji tüketimi be yüz TEP (Ton E de er Petrol) ve üzeri olan ticarî binaların, hizmet binalarının ve kamu kesimi binalarının yönetimleri, yönetimlerin bulunmadı ı hallerde bina sahipleri, enerji yöneticisi görevlendirir veya enerji yöneticilerinden hizmet alır.” denmektedir.

Enerji Yöneticileri bu tarihten itibaren görev yapmaya ba lamı lardır, ancak mevzuattaki bazı eksiklikler ve anlaşılmayan noktalar nedeniyle sorunlar ortaya çıkmı tır. Örne in Kanunda yıllık enerji tüketimi 500 TEP ve üzeri olan bir binadan bahsedilmektedir. Aynı saha içerisinde aynı i letmeye ba lı ve aynı enerji kayna ından beslenen birden fazla bina tek tek ele alındı ı için bu yasa kapsamına girmiyor gibi gözükmektedir.

27.10.2011 tarihinde yayımlanan 28097 sayılı resmi gazete ile yürürlü e giren “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimlili in Arttırılmasına Dair Yönetmelik” kapsamında yukarıdaki kanun maddesi daha detaylı olarak açıklanmı tır. Yönetmeli in dokuzuncu maddesinin ikinci fıkrasına göre “ Toplam in aat alanı en az yirmibin metrekare veya yıllık toplam enerji tüketimi be yüz TEP ve üzeri olan ticari binaları ve hizmet binaları ile toplam in aat alanı en az onbin metrekare veya yıllık toplam enerji tüketimi 250 TEP ve üzeri olan kamu kesimi binalarının yönetimleri, bina ve tesislerinde, sekizinci maddede belirtilen enerji yönetimi faaliyetlerinin yürütülmesini temin etmek üzere, binalarındaki çalı anları arasından enerji yöneticisi sertifikasına sahip birisini enerji yöneticisi olarak görevlendirir. Çalı anları arasından görevlendirmenin mümkün olmadı ı hallerde, enerji yöneticileri veya irketler ile sözleşme yapılmak suretiyle hizmet alınır. Bu ekilde enerji yöneticisi sertifikası sahibi bir ki i tarafından verilebilecek hizmet, üç bina ile sınırlıdır. Birden fazla ba ımsız binanın enerji ihtiyacının aynı merkezden temin edilmesi halinde, ba ımsız binaların ayrı ayrı toplam in aat alanlarının toplamı, toplam in aat alanı olarak kabul edilir.”

Bu maddeyle kanunun ilgili maddesi daha açık ve anlaşılır bir ekilde yeniden düzenlenmi tir. Ayrıca sekizinci madde ile de enerji yöneticisinin görevleri daha

ayrıntılı bir eilde düzenlenmi tir. Sekizinci maddenin f fıkrasında “Enerji tüketimlerini izlemek için ihtiyaç duyulan sayaç ve ölçüm cihazlarının temin edilmesi, montajı ve kalibrasyonlarının zamanında yapılması,” enerji yöneticisinin görevleri arasında sayılmaktadır.

Binalarda Enerjji Performansı Yönetmeli i 05.12.2008 tarihinde 27075 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlü e girmi tir.Bu yönetmelikle birlikte özellikle yeni in a edilen binaların enerji verimlili inin artırılmasına yönelik önemli bir adım atılmı tır. Ayrıca olarak geli tirilen yazılım ile yapı ruhsatı ve yapı kullanım izin belgesi alınması a amalarındaki zorunluluklardan biri olan enerji kimlik belgesi çıkartılması bilgisayar vasıtası ile çevrimiçi olarak mümkün hale getirilmi tir.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeli i uygulama konusunda henüz istenilen düzeyin çok uza ında olmakla birlikte i letme konusunda önemli yenilikler öngörmektedir. Yönetmeli in onbirinci bölümünde yer alan yirmidördüncü maddesinde , “ Binanın enerji kullanan sistemlerinin i letmecisi, Bakanlık tarafından belirlenecek usül ve esaslara göre ilgili meslek odaları tarafından düzenlenecek olan e itimlere katılarak belge alır. Bu Yönetmelik kapsamında binanın enerji performansını etkileyen mimari, mekanik, elektrik ve aydınlatma gibi sistemlerin verimlilikleri ile ilgili konularda yapılması gerekli bakımlar, testler ve bunların periyotları, ilgili idare tarafından onaylanmak üzere tasarım a amasında hazırlanan raporda tanımlanır. Bu testlerin zamanında ve uygun ekilde yapılmasından ve binanın tasarım a amasındaki enerji performansının altına inmeyecek ekilde i letilmesi için gerekli bakım ve onarım ve tadilatların yapılmasından bina sahibi, yöneticisi, yönetim kurulu ve/veya enerji yöneticisi sorumludur.” denmektedir.

Ayrıca yine aynı maddenin son bendi bu çalı manın kapsamında ele aldı ımız periyodik bakım konusuna da de inmekte ve düzenleme içermektedir.

“Periyodik bakımlar kapsamında gerekli tedbirlerin alınmasıyla sistem veya ekipman verimlerinin tasarım de erinden daha dü ük bir de erde olmaması sa lanır.Periyodik bakım ve testlere ili kin di er usül ve esaslar Bakanlık tarafından yürürlü e konulacak tebli ile belirlenir.”

Yukarıda ele alınan yasa ve yönetmeliklerle enerji verimlili ini arttırmak amacıyla i letmeler, kurum ve kurulu lar için zorunlu artlar getirilmi tir. Tez çalı ması kapsamında ele alınan Ye il Bina De erlendirme Sistemleri ise gönüllülük esasına

dayanan süreçlerdir. Bu süreçlere dahil olmak üzere ilagelmi yöntemlerin dı ında yeni yöntemleri uygulama becerisinin kazanılması açısından in aat sektöründe çalı an uzmanların, binalarına sertifikanın getirdi i saygınlık açısından mal sahiplerinin ilgisini çekmektedir. Enerji Verimlili i konusunda üretilen ba arılı uygulama ve yöntemlerini barındırması nedeniyle Ye il Bina De erlendirme Sistemleri bu çalı manın amacına uygun olarak incelenmi tir.

3. YE İL BİNA DE ERLENDİRME SİSTEMLERİ

Dünya genelinde 100'den fazla de i ik ye il bina de erlendirme sistemi mevcuttur. Bir çok ülke kendi ye il bina de erlendirme sistemini geli tirmi tir. Pakistan IAGPSA, Güney Afrika Green Star, Brezilya Aqua, Çin Halk Cumhuriyeti GBAS, Filipinler BERDE, Fransa HQE, sviçre Minergie isimli sistemleri geli tirmi tir. Bu çalı mada ele alınan konu gere i yaygın olarak kullanılan Ye il Bina Sistemlerinin özellikle mevcut binalar ve i letme ve bakım sistemi kategorisindeki maddeleri incelenmi tir.

3.1 Ye il Bina De erlendirme Sistemlerinin Kar ıla tırılması

Ye il Bina De erlendirme Sistemleri içerisinde en yenilerinden birisi, Japonya'da geli tirilen CASBEE'dir. Di er ye il bina sistemlerindeki gibi Yeni n aat, Mevcut Bina, Yenileme gibi versiyonları vardır.

SB Tool 1998 yılında ba lanmı Kanada men eili bir sistemdir. 116 parametre kontrolü içeren 7 ana ba lık hakkında çalı ır. Bu ana ba lıklar a a ıda sıralanmı tir.

- ✓ Saha Seçimi
- ✓ Proje Planlama ve Geli tirme
- ✓ Enerji ve Kaynak Tüketimi
- ✓ Çevresel Yükler
- ✓ Ç Hava Kalitesi
- ✓ Servis Kalitesi
- ✓ Sosyal ve Ekonomik Özellikler
- ✓ Kültürel ve Algısal Özellikler

1990 yılında ngiltere'de bir çok yerel belediye BREEAM sertifikası talep etmi ve bu durum sistemin ngiltere'de hızlı bir eilde yaygınlaşmasını sa lamı tir.

Günümüzde BREEAM sistemi İngilterede çok yaygın olarak kullanılmakla birlikte uluslar arası bir nitelikte kazanmıştır. Bu değerlendirme sisteminin başlıkları aşağıda sıralanmıştır.

- ✓ Yönetim
- ✓ Sağlık ve Esenlik
- ✓ Enerji
- ✓ Ulaşım
- ✓ Su
- ✓ Materyal ve Atık
- ✓ Arazi Kullanımı ve Ekoloji
- ✓ Kirlilik

Green Globes sistemi ise ilk olarak BREEAM Mevcut Binaların çevrimiçi versiyonu olarak 2000 yılında ortaya çıkmış, 2002 de yeni binalar versiyonu kullanıma açılmış 2004'te Birleşik Devletlerde kullanılan versiyonu ortaya çıkmıştır.

Bu sistemde yedi ana alanda değerlendirme yapılmaktadır ve toplamda 1000 puan alınabilmektedir. Değerleme yapılan alanlar ve puanlamaları aşağıdaki gibidir.

Proje Yönetimi.....	50 puan
Site.....	115 puan
Enerji.....	360 puan
Su.....	100 puan
Kaynaklar Bina Materyali ve Katı Atıklar.....	100 puan
Emisyon ve Atık Su.....	75 puan
Çevre.....	200 puan

(Krygiel ve Nies 2008)

3.2 LEED Ye il Bina De erlendirme Sistemi

LEED, USGBC'nin içerisinde bulunan farklı disiplinlerde uzmanla m ancak in aat ve sonrası a amalara yepyeni bir yakla m getirmek isteyen yüzbinlerce profesyonelin katkılarıyla geli tirilmi bir ye il bina de erlendirme sistemidir. Tezin konusu alanında en kapsamlı yöntemleri ve standartları barındırması nedeniyle LEED sistemi daha kapsamlı incelenmi tir.

1993 yılında sürdürülebilir in aat sektörü misyonuyla kurulan Birle ik Devletler Ye il Bina Konseyi (USGBC) in aat sektöründe faaliyet gösteren farklı uzmanlık ve disiplinlerden onbinlerce organizasyonun üye oldu u bir kurulu tur. 2015 yılı itibariyle bünyesinde 12780 üye kurulu ve Ye il Bina alanında çalı an 197.000'e yakın profesyonel üyesi vardır (Url-5).

1993 yılında Birle ik Devletler Ye il Binalar Konse'yinin kurulmasından sonra (USGBC'nin) 1998 yılının A ustos ayında LEED'in ilk versiyonu yayınlanmı tir. Onu geni letilmi daha da olgunla mı tecrübelerle zenginle mi yeni versiyonlar izlemi tir. De erlendirme altı ana ba lık altında yapılır. (USGBC, 2014)

- ✓ Sürdürülebilir Saha Yönetimi
- ✓ Su Kullanımında Etkinlik
- ✓ Enerji Verimlili i ve Atmosfer
- ✓ Malzeme Seçimi
- ✓ ç Hava Kalitesi
- ✓ novasyon

LEED Versiyon 4'te a a ıda verilen be ayrı kategoride de erlendirme yapılmaktadır.

LEED-BD+C-Bina Tasarım ve n aat (Building Design and Construction) : Yeni in aa edilmekte olan ya da büyük yenileme geçiren binalar bu kategoride de erlendirilir.

LEED-ID+C- ç Tasarım ve n aat (Interior Design and Construction) : Bina içinin tüm tasarım ihtiyaçlarıyla birlikte tamamıyla donatılması bu ba lı ın altına girer.

LEED-EB&OM-Mevcut Binalar letme ve Bakım (Existing Buildings&Operations and Maintenance) : Mevcut binaların geli tirilmesi için olu turulmu tur. Küçük

in aat faaliyetleri geli tirme kapsamında bu ba lı a dahil edilebilir. Hiçbir in aat faaliyeti olmadan yapılan faaliyetlerde bu kategori altında de erlendirilebilir. (Url-5)

LEED-ND-Bölgesel Geli im (Neighborhood Development) : Yeni sahaların konut, ticari veya karı ık olarak geli tirilmesi süreçlerinde bu kategoriye ba vurulur.

LEED-H - Konut (Homes) : Tekil aile konutları, kısa binalarda bir ila üç aile konutu LEED-H sertifikası için ba vurabilir.

Tezin amacına uygunörnek çalı ma yapmak üzere ele alınan yerle ke, LEED Mevcut Binalar İ letme ve Bakım ba lı ı altında derecelendirilmeye uygundur. (USGBC, 2014)

3.2.1 LEED mevcut binalar i letme ve bakım sistemi kategorisi

Mevcut bir binada binanın verimlili inin artırılması ve sürdürülebilir bir i letme sisteminin kurulması LEED mevcut binalar i letme ve bakım sistemi altında de erlendirilir ve sertifikalandırılır.

Sistemin ön ko ullarından bir tanesi sertifikasyon için ba vurulan binanın tekil bir bina olması ve bütün olarak ele alınmasıdır.Bina sahiplerinin veya kiracılarının farklı ki i ya da kurumlar olması durumunda ise tüm binanın en az %90'ının maliklerinin LEED sürecine gönüllü katılımı durumunda ba vuru yapılabilir.

Mevcut Binalar için LEED İ letme ve Bakım tüm LEED sistemleri içerisinde süre sınırı olan, tek sistemdir. Be yılda bir ba vurunun yenilenmesi gerekir fakat süre dolmadan da ba vuru yapılabilir.

Di er bir ön ko ul yapılacak tadilat projelerinin toplam kapalı alanın ya da bina sakinlerinin %50'sinden fazlasını etkilememesidir. Binaya ek yapılması durumunda toplam kapalı alanın %5'ten fazla artması durumunda ba vuru LEED BD+C (LEED Building Design and Construction (LEED Bina Tasarım Ve n aat)) kategorisinde de erlendirilir (Cottrell, 2011, s: 13-14).

3.2.2 LEED mevcut binalar i letme ve bakım sistemi, enerji bölümü

Binadaki mevcut enerji tüketim alı kanlıkları, enerji tüketen sistemlerin mevcut durumlarının ASHRAE standartlarına göre denetlenerek raporlanması ilk adımı olu turur (Ticari Binalarda Enerji denetimleri için ASHRAE prosedürleri-ASHRAE Procedures for Commercial Building Energy Audits, 2011).

Birinci ön ko ul olarak binanın bakım ve i letme planı detaylı bir ekilde hazırlanır. Bu planda binanın i letme yo unlu u örne in bir otel binası ise toplantı salonlarındaki toplantılar restoranların açılı kapanı saatleri oda dolulukları ve bunlara ba lı olarak tüm ekipmanın çalı tırılma programı bulunmalıdır. Ayrıca tüm Isıtma So utma ve Havalandırma ekipmanının çalı ma set de erleri, binanın farklı alanları için uygun aydınlık düzeyi set de erleri, minimum dı hava ihtiyacı ve tüm bu set de erlerinin mevsimlere, haftanın de i ik günlerine ve günün de i ik saatlerine göre de i imlerinin ne olması gerekti i de planda yer almalıdır.

Önleyici bakım planı ve elektrik ve mekanik sistemler ve donanımlarının etiket de erleri ve tanımları da bu dökümanın ayrılmaz parçalarıdır. i letme ve bakım planı, enerji verimlili i stratejisini sa layacak bilginin süreklili inin sa lanması ve verimlilik ile ilgili tüm verilerin analiz edilebilmesi için kaynak olu turmaktır. Ayrıca i letme personelinin e itiminde önemli bir yer tutar.

İkinci ön ko ul ise minimum bir enerji performansının sa lanması artıdır. Mevcut bir binanın enerji performansı de erlendirilirken Amerika Birle ik Devletlerinde EPA'nın (Enviroment Protection Agency-Çevre Koruma Ajansı) Energy Star projesinin sundu u benzer tipolojideki binaların enerji kullanım verileri kullanılarak performans tespiti yapılabilmesi mümkün olurken USGBC Amerika dı ndaki ülkeler için iklim bölgesini belirleyebilmek için ASHRAE/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2010, Appendixes B and D standartının rehber olarak kullanılmasını önerir.

EPA derecelendirilmesinin kullanılmadı ı binalarda binanın geçmi verileriyle kar ıla tırma yapılabilir ya da kar ıla tırma yapılabilecek ba ka mevcut binalar kullanılabilir.

E er binaların enerji performansı için olu turulmu bir veri tabanı varsa buradaki ortalamadan %25 daha iyi bir performansın 12 ay boyunca ölçülmü de erlerle gösterilmesi ve e er böyle bir veri yoksa, üç adet benzer tesisin verileri kullanılarak iklim ko ulları, doluluk, kullanım yo unlu u gibi faktörlere göre düzeltilmi enerji performans ortalamasından %25 daha iyi performans beklenir. Alternatif olarak binanın 12 ay boyunca ölçülmü enerji kullanım de erleri önceki be yıllık sürede ard arda üç yıllık ölçülmü de erlerin iklim, doluluk ve kullanım faktörlerine göre

düzeltilmi ortalamasıyla da kar ıla tırılabilir ve bu durumda da %25 iyile me oldu u gösterilmelidir. (USGBC, 2008)

LEED Mevcut Binalar İletme ve Bakım Sistemi'nde bir tesiste her bir binada enerji ölçümü yapmak enerji yönetimini destekleyebilmek ve ilave enerji tasarruf fırsatlarını belirleyebilmek için bir ön art haline getirilmi tir.Bina düzeyinde ölçüm yapabilen bir enerji tüketim ölçüm sistemi elektrik, do al gaz, so utulmu su, buhar, motorin, propan ve bunun gibi tüm enerji kaynakları ve biçimleri için tesis edilmi olmalıdır.

Binada herhangi bir kaynak için birden fazla noktada ölçüm yapılıyorsa bu i lem sonuçlarının otomatik olarak birle tirilebiliyor olması tercih edilir. Faturalandırmak amacıyla enerji sa layıcı kurum tarafından elektrik ve do al gaz tüketimlerini ölçmek üzere tesis edilmi sayaçlar, verilerin bina düzeyinde elde edilebiliyor olması ve birle tirmeye imkan veriyor olması durumunda kabul edilebilir.

Enerj tüketim verileri aylık ve yıllık özetler haline getirilmelidir. Bu i lem otomatik ya da manuel olarak gerçekte tirilebilir. Be yıllık enerji tüketim verilerinin LEED artları kabul edildi i ya da yerle im ba ladı ı tarihten itibaren (hangisi önceden ba larsa) be yıl USGBC (United States Green Building Council-Birle ik Devletler Ye il Bina Konseyi) ile payla ılaca ı taahhüdünde bulunulur. Enerji tüketimleri kayıt sıklı ı en az ayda bir olmalıdır. Bu taahhüt be yıl ya da tesisin mal sahibi de i ene kadar devam etmelidir. (USGBC, 2008)

3.2.1 ASHRAE standartlarında enerji etüdü, ölçme yöntemleri ve belirsizliklerin hesaplanması

ASHRAE Ticari Binalarda Enerji Etüdü Standartları (2011) arada keskin sınırlar çizmemekle beraber etüt için üç seviye belirlemi tir. Bu çalı mada birinci seviye ve ikinci seviye etüt çalı maları yapılmı tir. A a ıda bu üç seviyenin içerik bilgileri verilmi tir.

3.2.1.1 ASHRAE standartlarına göre birinci seviye denetim ve analiz

Tesis sahipleri ile tesisin problemleri, planlanan revizyonlar ve bakım ve işletme ile ilgili sorunların tespiti için görülmüş ve enerji verimliliğini etkileyebilecek bakım problemleri ve/veya uygulamaları tespit edilir. Hacim fonksiyon analizi yapılarak, hacmin tasarlanan orijinal amacı dışında kullanımından kaynaklanan enerji verimliliği kaybı olup olmadığı tespit edilir. Düşük maliyetli ya da hiç maliyeti olmayan yapısal ya da bakım ve işletme prosedürleri de iklimleri bildirilerek bunlardan elde edilecek tasarruf yaklaşık olarak hesaplanır. Verimliliği arttırmak amaçlı yapılabilecek ve yatırım gerektiren çalışmalar için yaklaşık bir bütçe ve tasarruf analizi yapılır.

Bu analiz raporu bina karakteristiklerini ve enerji kullanım özeti yanında enerji birim fiyatının iyileştirilmesi için idari olarak yapılacak edimlerden kaynaklanan tasarruf potansiyeli miktarının belirlenmesi (Örneğin ülkemizde uygulanmakta olan üç terimli tarife analizi yapılarak muhtemel tasarrufun belirlenmesi) amaçlarını da içerir.

Binanın tüm enerji tüketen sistemlerinin ve cihazların bulunduğu mahallerin gezilmesi sırasında yapılan gözlemler aynı gezi sırasında sabit ölçü cihazlarından toplanılan veriler kaynak olarak kullanılır. Bu amaçla enerji etüdünü yapan uzmanın enerji tüketen cihaz ve sistemlerin normal çalışma koşulları ve bilgisini kullanarak sahada ki anormallikleri tespit etmesi ve not alması beklenir.

Örneğin; arızalı titreşim ile çalışan bir pompa, bir aydınlatma elemanının transformatöründen, bir orta gerilim transformatöründen ya da bir motordan gelen arızalı gürültü, mekanlardaki kullanıcılardan alınan arızalı aydınlatma ve/veya düşük aydınlatma şikayetleri, havalandırma sistemlerinden gelen gürültü, kullanıcıların havalandırma sistemleri ile ilgili şikayetleri potansiyel enerji verimsizlik noktalarını tespit edebilmek için toplanacak verilerdir. Bunlarla birlikte bina sistemlerinin izolasyonlarının gözle kontrolü, soğuk odaların kapı contalarındaki deformasyonlar, kullanıcıların kapıları, pencereleri kullanım alışkanlıkları ve buralara tesis edilmiş kapama sistemlerinin özellikleri ileride yapılacak daha detaylı analizler için de doğru yolun çizilmesini sağlar.

Denetim sırasında yapılan gözlem ve toplanan verilerle birlikte aylık enerji tüketim raporundaki düzensizliklerin tartışılarak muhtemel sebeplerinin önerilmesi, benzer binaların enerji tüketimlerinin karşılaştırılması bu amaçla incelenecek ve ölçümü yapılacak parametreleri ortaya koyması bakımından önem arz eder.

Tüm bu inceleme, karşılaştırma ve analizlere dayanarak bir Enerji Kullanım Yoğunluğu hedefi hesaplanmalıdır. Bu hesap tüm potansiyel tasarruf imkanları göz önüne alınarak yapılır. Bu seviye, genel bir enerji tasarruf potansiyeli ortaya koymak ve aynı kurumun farklı binaları arasında hangisinin daha fazla tasarruf potansiyeli barındırdığını bulabilmek ayrıca ikinci ve üçüncü seviyeler için de bir öncelik listesi hazırlayabilmek için kullanılır.

3.2.1.2 ASHRAE standartlarına göre ikinci seviye denetim ve analiz

Bu seviyede; bina denetiminde daha detaylı enerji tüketim verileri, en yüksek tüketim noktası veri analizi, mühendislik ölçüm ve analizleri kullanılarak daha çok yatırım ağırlıklı verimliliği artırıcı uygulamalar için yeterli bilgi sağlanması hedeflenir. Tesiste bulunan ya da kolaylıkla edinilebilecek tüm ölçü cihazlarından faydalanılması esastır.

Bunun yanı sıra elektrik tüketimlerini ve kalitesini ölçmek için gerilim ve akım ölçerler, elektrik kalitesi ölçü cihazları, termal kamera, aydınlık seviyesi ölçüm cihazı, gürültü ölçüm cihazı, kalorimetreler, baca gazı analizi ölçüm cihazı, hava hızı ölçüm cihazı, CO₂ derinliği ölçüm cihazı gibi ölçüm aletlerinden faydalanılarak daha detaylı veri toplanır.

3.2.1.3 ASHRAE standartlarına göre üçüncü seviye denetim ve analiz

Bu seviye; sadece ikinci seviyede tanımlanan yatırım ağırlıklı verimliliği artırıcı uygulamalar için uygulanır ve daha detaylı saha verileri, kesin mühendislik ve ekonomik analizler ve genellikle binanın yıllık enerji performans simülasyonunu içerir. Gerçekleştirilecek enerji verimliliği artırıcı yatırım projelerinin maliyet-fayda analizlerinin yüksek güvenilirlikle hesaplanması gerekir. Karşılaştırılmalı ömür döngüsü maliyet analizi, ikinci seviyedeki tüm ekonomik analizlerin ötesinde bu seviyede yapılması gereken çalışmalardandır.

3.2.3.4 ASHRAE standartlarına göre ölçme yöntemleri ve belirsizliklerin hesaplanması

Enerji Verimliliğinin takip edilebilmesi için ASHRAE Guideline 14-2002 tarafından önerilen yöntemlerden biri; verimlilik uygulaması öncesi ve sonrası yapılan ölçümlerin karşılaştırılması metodudur. Bu karşılaştırmanın doğruluğunu etkileyebilecek dış hava sıcaklığı gibi değişkenlerin uygulama öncesi ve uygulama sonrası etkilerinin göz önüne alınması gerekir. Dış hava sıcaklığı, kullanıcı etkisi, tesis doluluğu gibi faktörler enerji tüketimini etkileme oranları uzun yıllar ölçüm veya hesaplama yöntemleri ile belirlenir ve Enerji Verimliliği Arttırıcı Uygulamanın gerçek değerinin bulunabilmesi için uygulama sonrası ve uygulama öncesi ölçüm sonuçları arasındaki fark hesaplanır. Ölçüm süresince dış mekân bina hacmi gibi değişkenlerin sabit kalması teyit edilerek ölçüme devam edilir.

Ölçümlerde doğruluk oranının artması ölçüm yapılan cihazların, analiz metodlarının daha sofistike dolayısıyla daha pahalı olması anlamına gelir. Enerji verimliliğine yapılan yatırımın geri dönüşü ile ilgili bir hesaplama yapabilmeyen ve bunu yaparken de maliyetleri belli sınırlar içerisinde tutmanın bir yöntemi de bina içerisinde pek çok sayıda bulunan aynı sistem ve ekipmanlardan sadece bir tanesine odaklanarak bu noktada yapılan periyodik ölçümleri daha sofistike cihazlarla gerçekleştirmektir. Örneğin bir binada bulunan pek çok ısı dağıtıcısından sadece bir tanesine kalorimetreler bağlanarak uygulama öncesi ve sonrası tüketilen enerji ölçülebilir. Bu ısı dağıtıcısının diğer faktörlerden en az etkilenen olarak seçilmesi ve ölçüm yapılan periyotta dış mekânlerin mümkün olduğunca kontrol altında tutulması enerji verimliliğini arttırıcı uygulamanın gerçek sonuçlarına daha yakın değerler bulunmasını sağlar.

ASHRAE Guideline 14.2002 (ASHRAE Klavuzu 14.2002) kaynağında ölçülebilir belirsizliklerin hesabı ile ilgili yöntemler verilmektedir. Örneklemme büyüklüğü, muhtemel ölçüm hatası, modelaj (oylumlama) belirsizlikleri, tasarruf ettirici uygulamanın süresi unsurları ile birlikte t istatistik oranları kullanılarak yapılan hesaplamalarla sonucun gerçek değere yakınsaması sağlanmaya çalışılır. Günümüzde gelişmiş bilgisayar programları kullanılarak modellemeler yapılmakta ve sonuçlar çok daha kesinlikle hesaplanabilmektedir. Ancak mevcut binalarda bu hesap ve çalışmalarına yatırım yapılması ülkemizdeki pek çok tesis için henüz uzak bir hedeftir.

Bu yüzden bu çalı ma özellikle tesis yöneticilerinin kısıtlı kaynakları kullanarak yapabilecekleri denetim ve yöntemlere odaklanılmı tır.

3.3 Devreye Alma ve Önleyici Bakım Süreçlerinin Enerji Verimlili ine Katkısı

Bina sistemleri için devreye alma; mal sahibinin ihtiyaç ve beklentilerini ve bu ihtiyaç ve beklentiler dahilinde hazırlanmı proje ihtiyaçlarının kar ılandı nını do rulayacak süreç olarak tanımlanabilir (Grondzik, 2009). Bu süreçte elektrik, mekanik, izolasyon, tesisat, bina tasarımı gibi bir çok unsur ele alınır ve enerji verimlili i sürecin önemli bile enlerindedir. Devreye alma ve önleyici bakım birbirlerini tamamlayan sistemlerdir.

Enerji tüketen cihazlar için bakım prosedürleri cihazın üreticileri ve ilgili mühendislik disiplinlerinde çalı an uzmanlarca olu turulur. Ancak her cihazın devreye alma ve çalı ma ko ulları dolayısıyla bakım ihtiyaçları birbirinden farklılık gösterir. stanbul bo azında deniz kıyısında faaliyet gösteren otellerin büyük bölümü so utma sisteminin kondenser suyunun so utulması için sistemin primer tarafında deniz suyundan faydalanmaktadır. Bu amaçla denizin içerisine bir ön filtre ile birlikte pompa yerle tirilir. Bu sistemin bakım ihtiyaçları ile otelin sahil hattı boyunca 500 metre ilerisindeki bir ba ka otelin yine deniz içerisine tamamen aynı amaçlarla kurulmu aynı tip ve markadaki pompa sisteminin bakım ihtiyaçları birbirinden farklılık göstermektedir. Bo azdaki akıntı, sürükledi i kirlili i kıyı boyu akı kenarlarında ve girintilerde toplarken bazı noktalardan ise uzakla tırmaktadır. Pompanın suda yerle tirildi i noktadaki derinlik, çevredeki yapılar, devreye alma a amasındaki ayarlar, deniz içinde bulundu u noktadaki habitat dahil olmak üzere sistemin ömrünü, bakım onarım ihtiyaçlarını ve verimlili ini etkileyen pek çok parametre vardır.

Aynı durum tesisin içerisindeki cihazlar içindeki enerji tüketen di er cihazlar için de geçerlidir. Ülkemizde özellikle devreye alınma a amasında yapılan hatalar, sistemin ya da cihazın ömrünün kısılmasına, öngörülenden daha büyük bakım masraflarına, verimlili in azalmasına, sonuç olarakta büyük maddi kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpların boyutu ve normal referans de erlere göre büyüklü ünü anlayabilmek için detaylı analizlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Yeni yapılan binalar için LEED sisteminin içerisinde devreye alma kredileri mevcuttur. Devreye alma (comissioning) i letme süresi boyunca devam edecek bu tip verimsizlikleri ortaya çıkmadan yapım a amasında giderebilmek için yöntemler önerir.

Her bir cihaz ve sistemin in aat sürecinde depolandı ı ko ulların kontrolünden (toz, darbe gibi in aatın getirebilece i olumsuz etkilere kar ı), cihaz ve sistemlerin fonksiyon testleri ve gerekli ölçü sistemlerinin tesisine kadar bir dizi faaliyeti içeren bu a ama verimlilik için kritik bir öneme haizdir.

Bir klima santralinin serpantilerindeki ya da plakalı ısı de i tiricinin plakalarında biriken toz ve kir ısının etkin iletimini azaltarak verimlilik kaybına neden olur. Elektronik cihazlardaki toz, kısa devrelere ve bozulmalara neden olur. Motor ve pompalarda a ır ı titre im ve nihayetindeki bozulmalarda cihazın devreye alma a amasındaki dı etkiler sebebiyle meydana gelebilmektedir. Bu yüzden i letme sahipleri, teknik yöneticileri ve proje yöneticilerinin devreye alma a amasının hem enerji verimlili i ve hem de sistem ömürleri açısından kritik öneme haiz oldu unu oldu unu bilmeleri ve bu a amaya gereken önemi vermeleri gerekir.

Devreye alma a aması bir uzman e li inde yapılmamı mevcut binalarda yapılan enerji etütlerinde devreye alma a amasında olu turulmu olması gereken sistem, prosedür ve uygulama eksikli i dolayısıyla enerji verimlili i kayıpları gözlenir. Ölçme ve bakım sistem ve prosedürleri de bunlara dahildir.

Bölüm 3.2.2’de de inilen i letme ve bakım planı tüm enerji tüketen sistemleri de içine alacak ekilde hazırlanmalıdır. Bakım planına dahil edilecek enerji tüketen önemli sistem ve ekipmanlar a a ıda verilmi tir. (Capehart ve di , 2006)

- Kazanlar ve ilgili ate leme va yakma sistemleri : Gerekli kontrol, ayar ve bakımları yapılmayan kazan kontrol sistemleri sebebiyle yılda %10 ekstra enerji maliyeti olu ması söz konusudur. Buhar da ıtım sistemleri: Buhar kapanları, buhar ve kondens hatları
- Su artlandırma sistemleri : Tortunun ısı de i tirici yüzeylerde birikimi sonucunda ısı transferi dü ecek ve enerji kaybı meydana gelecektir. Bu sebepten, su artlandırma sistemlerinin bakımı önemlidir.
- Motorlar : Genel olarak tesislerdeki enerji tüketiminin en az %50 sinden sorumludurlar. Ayarsız çalı maları, voltaj dengesizlikleri, ya kaçakları,

kayıpların gevrekli i, enerji kalitesindeki problemler ve hasarlı rulmanlar motorlara ı enerji tüketmesine neden olurlar.

- Aydınlatma sistemleri : Bu sistemler aydınlatma verimlili i ve kullanılan transformatörlerdeki kayıp açısından de erlendirilir. Amerika'da aydınlatma sistemlerinin ticari binalarda tüketilen toplam enerjinin %13,5'undan sorumlu oldu u tespit edilmiştir. (Capehart, Turner, Kennedy ; Guide To Energy Management, s: 11) Isıtma, So utma ve Havalandırma Sistemleri ve motorlarla kar ıla tırıldı ında daha dü ük oranda enerji tüketir. Bu sistemlerin aydınlatma elemanlarından yayılan ısının mahalden uzakla tırılması için harcanan enerji dolayısıyla da enerji verimlili i üzerinde dolaylı etkileri vardır.
- Isıtma so utma ve havalandırma sistemleri : Havalandırma kanalları, ısı de i tiriciler, so utma kuleleri, motorlar, fanlar, filtreler, damperler ve kontrol eden otomasyon sistemleri bu sistemin parçalarını olu turur. izolasyon hasarları nedeniyle kaçaklar, ayarsız çalı an teçhizat, biriken toz, kir, kireç bu sistemlerde verimsizliklere neden olan faktörlerdir.
- Endüstriyel tip so uk odalar, derin dondurucular ve buzdolapları: Kenar contalarının bozulması, kapı ayarsızlıkları önemli enerji kaybı kayna ıdır.
- Sıcak su da ıtım sistemleri : Yalıtım, kaçaklar, ölçü cihazlarından kaynaklanan sıcaklık ayarlarındaki bozukluklar, enerji kaybına neden olur.
- Bina kaplaması : Bina kaplama sistemleri düzenli olarak kontrol edilmelidir. artlandırılmı mahallere bakan cephelerdeki izolasyon sorunları enerji kayıplarına neden olur.

4. BAKIM VE ÖLÇÜM UYGULAMALARININ ENERJİ VERİMLİLİK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN FEYZİYE MEKTEPLER VAKFI OKULLARI AYAZA A YERLE KESİ ÜZERİNDEKİ ANALİZ

4.1 Ayaza a Yerle kesisi Genel Tanıtımı

Feyziye Mektepleri Vakfı Okullarının temeli Feyz-i Sıbyan Mektebi adıyla 1885 yılında Selanik'te atılmıştır. Cumhuriyetin ilanı ile birlikte modern eğitim kurumlarından biri haline gelen Vakıf, Ni anta ı'ndaki ilk yerle kesine 1985 yılında Ayaza a'da yapımı tamamlanan yerle kesini eklemiştir. Feyziye Mektepleri Vakfı İlk Okulları ismiyle eğitim faaliyetlerini sürdüren kurumun Ni anta ı ve Ayaza a adlarında Erenköy, Ispartakule ve Tuzla ve ilde de eğitim kurumları bulunmaktadır.

Ayaza a Yerle kesisi 45.333 m²'lik bir arazi üzerine kurulmuştur. Bu alanın yaklaşık 36.000 m²'si açık alandır.

Yerle ke içerisinde eğitim ve sosyal amaçlı kullanılan sekiz adet bina vardır. Bunların haricinde hem elektrik ve hem de doğalgaz bağlantısı bulunan bir sera, iki açık hava spor sahası, iki adet güvenlik sistemlerinin ve görevlilerinin bulunduğu bağımsız yapı bulunmaktadır.

Yapılar, kullanım amaçlarına ve inşaat tarihlerine göre aşağıda gibi isimlendirilmiştir.

Lise ve Ortaokul Binalarının 1985 yılında inşaatı tamamlanmış ve ardından faaliyete alınmıştır. Anaokulu, İlkokul ve Kapalı Spor Salonu 1992 yılında faaliyete geçmiştir.

İlk Üniversitesi 1996 yılında, İlk Ev Binası ise 1997 yılında faaliyete geçmiştir. Kapalı Yüzme Havuzu ve Sera 1998 yılında kullanılmaya başlanmıştır.

İlk Ev Binası; kapalı alanda 170 kişilik restoranı, açık alanda ise 250 kişilik kapasitesi ile hizmet veren sosyal hizmetlerin yürütüldüğü bir binadır.

İlk Üniversitesi'nin Ayaza a Yerle kesisi içerisinde bulunan tesisi iki bloktan oluşmaktadır. Anaokul, İlkokul-Ortaokul ve Lise kısımları idari olarak bir aradadır.

ancak Üniversite idari olarak bağımsızdır. Üniversite haricindeki tüm seviyedeki okullar idari olarak birbirlerine bağılıdır ve aynı tüzel kişilik altında faaliyet göstermektedirler. Beş yerlekedeki enerji verimliliğinin artırılması projeleri merkezi olarak Niğanta 1 Yerlekesindeki yönetim merkezinden koordine edilmektedir.

Üniversite Binasında Güzel Sanatlar Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü ve Meslek Yüksek Okulları yer almaktadır. Üniversitenin büyük bölümü ile Yerlekesinde yer almaktadır.

Ayazanta Yerlekesinde bulunan 2802290 no'lu elektrik aboneliği, bir orta gerilim tesisi aboneliğidir. (Birincil tarafı gerilimi 1 kV ile 52 kV arasında değişen transformatör merkezleri, orta gerilim transformatör tesisleri olarak adlandırılır. (Kalenderli, Url7) 630 kVA gücünde ve 10,5 kV primer gerilime sahip orta gerilim güç transformatörü aracılığıyla ikincil taraf fazlar arası gerilimi 400 Voltadü ürlmektedir. Anaokul, İlk Üniversitesi, Kapalı Spor Salonu, Kapalı Yüzme Havuzu bu elektrik aboneliğine bağılıdır. Bu güç transformatörü yağlı tiptir, 1988 yılından bu yana faaliyettedir, imal yılı 1985'dir.

Ortaokul ve Lise binaları 2805503 no'lu abonelik numarası ile, İlkokul ve Sera 2802200 no'lu abonelik numarası ile, İlk Ev Sosyal Tesisleri 2847225 no'lu abonelik numarası ile alçak gerilim abonesi olarak elektrik enerjisi temin etmektedirler.

Doğalgaz tüketimleri beş ayrı abonelikte gerçekleştirilmektedir. Havuz, Sera, Spor Salonu-Üniversite, Ortaokul-Lise, Anaokul- İlkokul ayrı doğalgaz abonelikleri bulunan birimlerdir.

4.2 ASHRAE Ticari Binalarda Enerji Etüdü Standartları Birinci Seviye Denetim ve Analizlerin Yapılması

Bu tez kapsamında Feyziye Mektepleri Vakfı Okulları Ayazanta Yerlekesinde ve Kurumun diğer yerlekeslerinde yaz aylarını da kapsayan uzun süreli çalışmalar yapılmı ve ASHRAE Ticari Binalarda Enerji Etüdü Standartları Birinci Seviye Araştırma'nın ilk adımı olan yerleke yöneticileri ve teknik görevlileri ile görüşmeler yapılması ve işletme ve bakım uygulamaları konusunda bilgi alınması amaçlarını kapsamlı bir şekilde tamamlamıştır. Neticede Yerlekesinde LEED işletme ve Bakım

Sistemi'nde ba vuru için zorunlu tutulan i letme ve bakım planının olu turulmamı oldu u, mahal alan ve hacim ölçülerini gösteren proje ya da di er kaynaklara ula ılamadı ı tespit edilmi tir.

Bir sonraki bölümde yıllık elektrik ve do algaz tüketim de erleri alınarak bunlar üzerinde de erlendirmeler yapılmı tir. Ayaza a Yerle kesinde bulunan dört ayrı elektrik aboneli i ve Feyziye Mektepleri Vakfı Okulları'nın Ispartakule Yerle kesi için de 2014 yılına ait aylık bazda elektrik tüketimleri BEDA 'ın (Bo aziçi Elektrik Da ıtım Anonim irketi) OSOS (Otomatik Sayaç Okuma Sistemi) sistemi aracılı ıyla toplanmı ve de erlendirmeye katılmı tir.

4.2.1 Ayaza a Yerle kesi 2014 yılı enerji tüketim analizi ve bulgular

Tüm tesislerde resmi aboneliklerin varlı ı ve tüketimlerin faturalandırılması nedeniyle elektrik ve gaz tüketimlerinin de erleri bilinebilmektedir. Ancak geçmi yıllarda özellikle elektrik faturalarının ilgili da ıtım firması tarafından 15 gün ile 60 gün arasında de i en periyotlarla kesilmesi bir yıldaki belli periyottaki tüketim ile di er yıldaki aynı periyottaki tüketimin kar ıla tırılabilmesini zorla tırmaktadır. Elektrik da ıtım irketinin 2013 yılının sonunda OSOS uzaktan elektrik sayaçlarının okunması sisteminin altyapısını Yerle kede olu turması ile birlikte aktif ve reaktif elektrik tüketimleri yarım saatlik aralıklarla çevrimiçi izlenebilmekte ve raporlar hazırlanabilmektedir.

Aktif, reaktif tüketimlerin yanısıra maksimum talep de erleri de aylık periyotlarla takip edilebilmektedir. Bu sistemden faydalanılarak Ayaza aYerle kesinin 2014 yılı boyunca aylık aktif ve reaktif elektrik tüketimleri çizelgesi olu turulmu tur.

A a ıda 2802290 no'lu orta gerilim aboneli inin elektrik tüketimleri çizelgesi görülmektedir. (Çizelge 4.1.) Bu verilere göre okulun tatil oldu u Temmuz ve A ustos ayları boyunca tüketilen elektrik enerjisi miktarının, okulun açık oldu u dönemdeki tüketimlere yakın oldu u anla ılmaktadır.

Kar ıla tırma yapabilmek için bu çizelgenin hemen altında, yine Feyziye Mektepleri Vakfı Okullarının di er bir kurulu u olan Ispartakule Yerle kesindeki aylık elektrik tüketimleri çizelgesine yer verilmi tir. (Çizelge 4.2.) Ispartakule Kampüsünde yaz ayları tüketimleri di er aylara göre daha yüksektir.

Yaz aylarında okulda tadilat çalı maları yapılmakta ve bazı sosyal ve sportif ö renci faaliyetleri devam etmektedir ancak okulun tüm bölümleri kullanılmamaktadır ve okulda bulunan ö renci ve personel sayısı ile kullanılan alan okulun açık oldu u döneme göre yakla ık %60 oranında dü mektedir. Buna ra men enerji tüketiminin daha yüksek olması di er ba ımsız de i kenler hava sıcaklı ı nem ve bulutluluk faktörleri etkilerinin ve so utma sistemlerinin verimliliklerinin ara tırılması gerekti ini gösterir. Zira bu dönemde so utma sistemleri di er dönemlere göre çok daha yo un olarak kullanılmaktadır.

Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'te verilen tüm elektrik tüketim de erleri OSOS sistemi aracılı ıyla ve tam bir aylık olarak okunmu tur. Ayın ilk günü 00.00 ve son günü 24.00 saatlerinde okunan de erlerin arasındaki fark alınarak bu çizelgeler olu turulmu tur.

Çizelge 4.1 : Orta gerilim aboneli inin yıllık elektrik tüketim verileri.

2014 Yılı	Toplam Tüketim (kWh)	Ortalama Gün Ba ına Tüketim (kWh)	Reaktif Endüktif Oran	Reaktif Kapasitif Oran
Ocak	136.252,80	4.395,25	9,12%	0,10%
ubat	117.084,80	4.181,60	9,53%	0,08%
Mart	140.034,40	4.517,24	9,06%	0,15%
Nisan	130.399,20	4.346,64	9,17%	0,09%
Mayıs	154.334,40	4.978,53	8,68%	0,09%
Haziran	135.770,40	4.525,68	8,60%	0,12%
Temmuz	125.752,44	4.056,53	9,74%	0,10%
A ustos	135.062,76	4.356,86	9,20%	0,08%
Eylül	140.556,80	4.685,23	9,11%	0,09%
Ekim	138.936,00	4.481,81	9,06%	0,11%
Kasım	145.296,00	4.843,20	8,77%	0,10%
Aralık	161.336,00	5.204,39	7,13%	1,42%

Çizelge 4.2 : Ispartakule Yerleşkesi 2014 yılı toplam elektrik tüketim verileri.

2014 Yılı	Toplam Tüketim (kWh)	Ortalama Gün	
		Başlangıç Tüketim (kWh)	Reaktif Endüktif Oran
Ocak	63.084,98	2.035,00	0,12%
Şubat	58.553,40	2.091,19	0,11%
Mart	66.719,55	2.152,24	0,11%
Nisan	65.608,65	2.186,96	0,12%
Mayıs	68.972,40	2.224,92	0,25%
Haziran	77.086,80	2.569,56	0,26%
Temmuz	86.543,25	2.791,72	0,25%
Ağustos	106.656,75	3.440,54	0,28%
Eylül	95.447,70	3.181,59	0,19%
Ekim	72.817,43	2.348,95	0,20%
Kasım	69.301,88	2.310,06	0,12%
Aralık	75.682,65	2.441,38	0,16%

Ayrıca yukarıdaki çizelgelerde, (Çizelge 4.3, 4.4 ve 4.5) Ayazakule Yerleşkesinde bulunan diğer üç elektrik aboneliğinin 2014 yılı elektrik tüketim verileri bulunmaktadır. Bu veriler yukarıdaki çizelgede bulunan verilerle birlikte değerlendirilecek ve sonuçları çalışmanın bundan sonraki amaçlarını biçimlendirecektir.

Çizelge 4.3 : Ayazakule Yerleşkesi Lise ve Ortaokul elektrik tüketim verileri.

2014 Yılı	Toplam Aktif Tüketim (kWh)	Ortalama Gün	
		Başlangıç Tüketim (kWh)	Reaktif Endüktif Oran
Ocak	26.953,36	869,46	4,25%
Şubat	24.653,84	880,49	5,89%
Mart	17.898,32	577,37	4,44%
Nisan	28.271,68	942,39	5,01%
Mayıs	27.701,60	893,60	5,76%
Haziran	26.188,80	872,96	5,25%
Temmuz	21.286,72	686,67	4,40%
Ağustos	24.413,60	787,54	3,92%
Eylül	30.500,56	1.016,69	4,30%
Ekim	27.937,12	901,20	4,35%
Kasım	25.832,56	861,09	3,93%
Aralık	31.896,32	1.028,91	3,94%

Çizelge 4.4 : Ayaza a Yerle kesi lkokul ve Sera yıllık elektrik tüketim verileri.

2014 Yılı	Toplam Tüketim (kWh)	Ortalama Gün Baına Tüketim (kWh)	Reaktif Endüktif Oran	Reaktif Kapasitif Oran
Ocak	23.088,80	744,8	6,90%	4,85%
ubat	20.552,72	734,026	9,20%	7,31%
Mart	23.879,92	770,32	8,50%	6,79%
Nisan	23.105,28	770,176	8,35%	6,57%
Mayıs	19.960,80	643,897	9,19%	7,33%
Haziran	13.235,84	441,195	8,11%	5,12%
Temmuz	11.928,72	384,797	11,39%	9,39%
A ustos	15.621,04	503,905	9,17%	7,27%
Eylül	19.234,64	641,155	7,86%	5,81%
Ekim	21.320,08	687,745	6,22%	4,27%
Kasım	19.963,20	665,44	9,00%	10,85%
Aralık	23.759,76	766,444	6,27%	18,79%

Çizelge 4.5 : Ayaza a Yerle kesi I ık Ev yıllık elektrik tüketim verileri.

2014 Yılı	Toplam Tüketim (kWh)	Ortalama Gün Baına Tüketim (kWh)	Reaktif Endüktif Oran	Reaktif Kapasitif Oran
Ocak	13.198,14	425,746	2,68%	2,05%
ubat	10.951,56	391,127	2,75%	2,23%
Mart	13.265,58	427,922	2,64%	1,96%
Nisan	13.522,68	450,756	2,44%	1,89%
Mayıs	7.885,23	675,2	2,93%	1,32%
Haziran	6.368,82	212,294	3,86%	3,73%
Temmuz	3.311,04	106,808	5,78%	9,82%
A ustos	4.378,10	141,229	5,20%	4,99%
Eylül	12.185,38	406,179	2,95%	1,86%
Ekim	12.016,50	387,629	3,02%	1,99%
Kasım	13.014,06	433,802	2,77%	1,82%
Aralık	13.544,46	436,918	2,64%	1,73%

Ayaza a Yerle kesindeki di er üç elektrik aboneli ine ait elektrik tüketimleri incelendi inde görülmektedir ki, bu aboneliklerde tüketilen elektrik enerjisi Ayaza a orta gerilim aboneli i ve Ispartakule aboneli inin aksine Temmuz ve A ustos aylarında di er aylara göre daha azdır.

Bu durumun sebeplerini analiz edebilmek için yapılan detaylı çalışmalarda Ispartakule Yerle kesinde ve Ayaza a Yerle kesinin orta gerilim elektrik aboneliğine bağlı olan kısımlarda merkezi soğutma sistemlerinin kullanılmakta olduğu görülmüştür. Diğer üç aboneliğe bağlı kısımlarda ise bağımsız split klima ve VRV (Variable Refrigerant Volume) sistemleri kullanılmaktadır. Yapılan gözlemlerde yaz aylarında Ispartakule ve Ayaza a Yerle kesinin 2802290 no'lu aboneliğinin merkezi soğutma sistemlerinin devreye alındığı ve aynı klima santralinden beslendiği için kullanılan alanlar ile birlikte kullanılmayan alanların da soğutulduğu tespit edilmiştir. Bu hem işletme ve hem de tasarıma ait büyük bir enerji verimliliği sorunudur.

Ayrıca yine yıllık elektrik tüketimleri verileri ışığında Ayaza a Yerle kesinin merkezi soğutma sistemi hakkında daha detaylı çalışmalar yapılması, sistemin verimliliğinin analiz edilmesi ve sistem üreticisinin verimlilik taahhüdünden ve mevcut muadil sistemlerin verimlilik değerlerinden çok daha düşük bir verimlilik ile çalıştığı tespit edilmiştir.

Sonuçta soğutma sistemlerinin; tasarım, işletme ve bakım sorunları nedeniyle verimsiz çalıştığı saptanmıştır.

4.2.2 Yedi yıllık elektrik tüketim verilerinin değerlendirilmesi ve bulgular

Tüm kampüslerin aylık bazda elektrik tüketimlerinin birbirleriyle uzun yıllar içerisinde karşılaştırılması, tüketimleri etkileyen faktörlerin etki derecelerini görmek ve analiz etmek açısından önemlidir. Nianta 1, Erenköy ve Ayaza a Yerle kelerindeki yıllık elektrik tüketimleri (Çizelge 4.6), kapalı alan ölçülerine bölünerek (Çizelge 4.7), birim alan için elektrik tüketimi bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.6 : Yerle kelerine göre yıllık elektrik tüketim özeti (kWh).

Yıllar	Nianta 1	Erenköy	Ayaza a	Toplam
2008	648.629	1.051.942	1.689.696	3.390.267
2009	762.417	1.074.723	1.655.057	3.492.197
2010	747.254	1.068.215	1.803.527	3.618.996
2011	773.134	1.154.671	2.022.746	3.950.551
2012	822.372	1.204.083	1.851.308	3.877.763
2013	733.206	1.219.092	2.021.937	3.974.235
2014	797.139	1.121.915	2.313.235	4.129.055

Çizelge 4.7 : Yerle ke kapalı alan ölçüleri (metrekare).

Ni anta ı	Erenköy	Ayaza a
17.849	28.754	45.333

Çizelge 4.8 : Yerle kelere göre elektrik tüketim yo unlu u.

Elektrik Tüketim Yo unlu u(kWh/metreka-re-yıl)			
Yıllar	Ni anta ı	Erenköy	Ayaza a
2008	36	37	37
2009	43	37	37
2010	42	37	40
2011	43	40	45
2012	46	42	41
2013	41	42	45
2014	45	39	51

Birim kapalı alan ba ına dü en elektrik tüketimi miktarı 2008 yılı itibariyle tüm yerle kelerde birbirine çok yakın de erlerdedir. Ni anta ı Yerle kesi 2009, 2010, 2012 yıllarında Ayaza a Yerle kesinde ise 2011, 2013, 2014 yıllarında tüketim yo unlukları di er yerle kelere göre daha yüksek de erlere ula mı tır.

Ni anta ı Yerle kesi ve Ayaza a Yerle kesi otuz yılın üzerinde bir geçmi e sahiptir. Erenköy Yerle kesi ise 2000 yılında faaliyete geçmi ve bir kısım bölümleri bu tarihten de sonra tamamlanmı tır. Yerle kelerin ya farkının enerji verimliliklerine yansıdı ı görülmektedir. Binaların ve sistemlerin ya lanmasına ba lı verimlilik kayıplarının ara tırılması gerekti i sonucuna ula ılmaktadır.

4.2.3 İletme sorunları üzerine analizler ve bulgular

Ayaza a Yerle kesinin yıllar içerisinde elektrik tüketimleri sürekli olarak artmı 2014 yılında son yedi yılın en yüksek elektrik tüketimi gerçeke mi ve 2015 yılı itibariyle elektrik altyapısında kapasite sorunları meydana gelmeye ba lamı tır.

A ır ı so uk havalardan dolayı elektrik tüketimin arttı ı ubat Ayı'nda 2802290 no'lu aboneli in alçak gerilim panosunda bulunan termik manyetik alter, (ekil4.1) devreyi açarak enerji akı nı kesmi tir. Bu termik manyetik alter üzerinde yapılan incelemede 630/800 Amper aralı nda ayarlanabilen a ır ı akım de erleri ile çalı tı ı ve 800 Amper en yüksek de erine ayarlandı ı anla ılmı tır. Sistemde bir kısa devre durumu mevcut de ildir, yani koruma elemanı a ır ı akım nedeniyle enerji akı nı kesmektedir.

Termik manyetik alterin bulundu u ve 2802290 no'lu aboneli in tüm yüklerinin beslendi i ana da ıtım panosu ve öncesinde elektrik saati haricinde herhangi bir ölçü cihazı tesis edilmemi tir. Yani sistemde faz ba ına dü en akım , gerilim, harmonikler gibi parametreleri ölçecek bir enerj analizörü mevcut de ildir.

Elektrik da ıtıcı firmanın uzaktan okuma sistemine ba lanılarak ula ılan maksimum güçler aylık bazda listelenmi tir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 : 2802290 no'lu aboneli e ait aylık maksimum güçler.

İlgili Ay	Maksimum Aktif Güç (kW)	Ölçüm Tarih ve Saati
2015/3	464.0	19.3.2015 13:30
2015/2	444.8	10.2.2015 15:15
2015/1	464.0	12.1.2015 15:00
2014/12	457.6	10.12.2014 15:15
2014/11	422.4	3.11.2014 16:00
2014/10	444.8	30.10.2014 14:45
2014/9	438.4	15.9.2014 13:45
2014/8	412.8	14.8.2014 15:00
2014/7	355.2	11.7.2014 14:45
2014/6	403.2	5.6.2014 16:00
2014/5	464.0	29.5.2014 13:30
2014/4	387.2	11.4.2014 13:45

kinci ayda 12 ubat 2015 tarihinde 15.00'da ölçülen maksimum güç 464 kW'dır. U fazlar arası gerilim, I akım ve Cos güç faktörünü temsil etmek üzere, üç fazlı sistemler de güç formülü a a ıda verilmi tir (4.1).

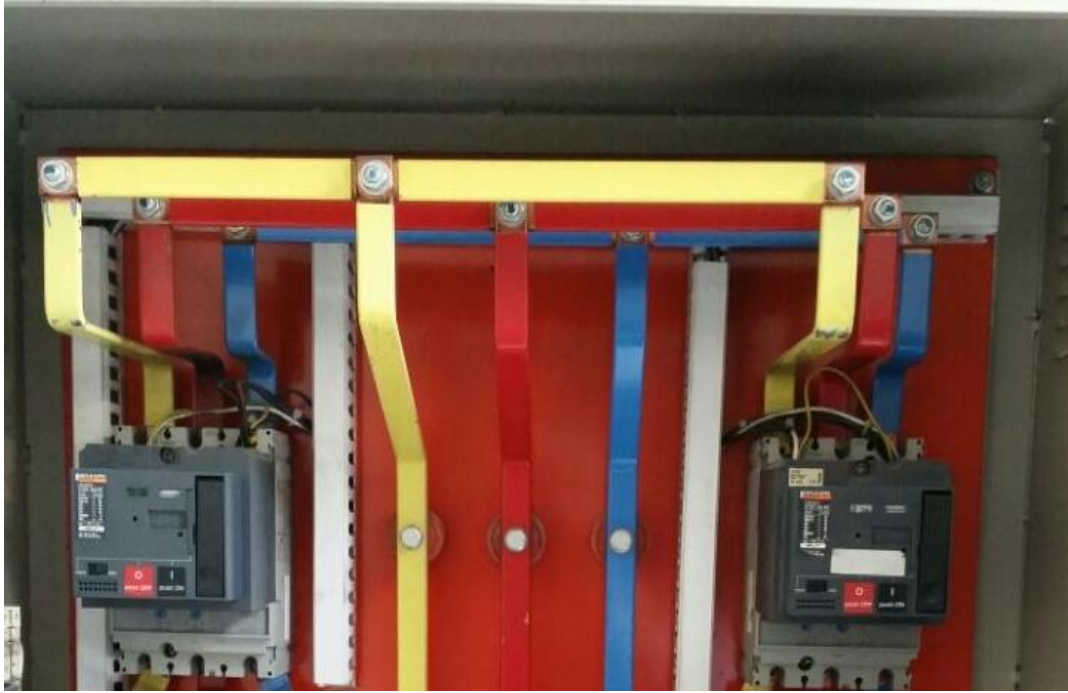
$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times C \quad (4.1)$$

Tesiste güç faktörü 0,99 olarak alınabilir. Gerilim de 380 Volttur. Bu durumda sistemden maksimum güç çekildi inde dahi dengeli yüklenmede i letme akım de erinin 712 Amper civarında olması beklenir. (4.2)

$$I = \frac{4}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,99} = 712 A. \quad (4.2)$$

Ancak gerçek akım de erinin, 800 Amper olan termik manyetik alterin a ırı akım de erini a tı ı görülmektedir. Bu durumda dengesiz yüklenme ihtimalini görebilmek için tüm fazlardaki akımlar kontrol edilmeye ba lanmı ve 13 ubat saat 15.15

itibariyle L1 fazında 790 Amper, L2 fazında 617 Amper ve L3 fazında 590 Amper akım değerleri ölçülmüştür. Bu değerler göstermektedir ki sistemde dengesiz yüklenme durumu ortaya çıkmakta ve bu sebeple nötrden akım geçmektedir. Ölçülen akım değerleri, toplam kapasitenin altında kalmasına rağmen, dengesiz yüklenme nedeniyle bir fazda, diğerlerine göre daha fazla yük olduğundan ve bu faza ait akım değeri koruma elemanının açma akım değerini aştığı için enerji beslemesinde kesintiler meydana gelebilmekte ve ancak bu faza ait bazı yüklerin devredışı bırakılmasıyla sisteme tekrar elektrik enerjisi verilebilmektedir. Sorunun daha detaylı ölçümlerle tespiti ve yol açtığı enerji kayıplarının hesaplanmasına bir sonraki bölümde yer verilecektir.



ekil 4.1 : Orta gerilim aboneliği transfer panosu termik manyetik alterleri.

4.2.4 Tarife analizleri

ASHRAE Ticari Binalarda Enerji Etüt Standartları (2011) birinci seviye denetim ve analiz standartlarına göre tesiste enerji, birim fiyatının iyileştirilmesi için yapılacak idari tedbirler konusunda çalışılacağı da öngörülmektedir. Elektrik tüketimlerinin düştüğü gece saatlerinde tüketimlerin artırılması buna karşılık tüketimlerin en yüksek olduğu saatlerde azaltılması ülke enerji kullanım verimliliğinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. İşletmeler açısından bu tür kullanımı teşvik etmek amacıyla üç

zamanlı tarife sistemi uygulanmaktadır. Üç zamanlı tarifede sabah 06.00 ile akşam 17.00 saatleri arasındaki zaman dilimi “gündüz”, 17.00 ile 22.00 saatleri arasındaki zaman dilimi “puant” ve 22.00 ile 06.00 saatleri arasındaki zaman dilimi de “gece” olarak adlandırılır. Bu sistemde gece kullanımını, en yüksek kullanımın gerçekleştiği puant zaman aralığı kullanımına yaklaştığında elde edilen daha fazla gelir tek zamanlı tarifeye göre daha düşük elektrik birim fiyatları elde edilebilir.

Bu yüzden Ayazapaşada bulunan tüm elektrik aboneliklerinde üç zaman aralığında tüketilen elektrik enerjisi miktarları çalınması için elektronik sayaçlardan okunmuş ve kayıt altına alınmıştır (Çizelge 4.10, 4.12, 4.14 ve 4.16).

Ocak 2015 tarihi itibarıyla TEDA (Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi) tarafından yayınlanan tarife tablosuna göre elektrik birim fiyatı tek zamanlı tarifede 0,224082 TL/kWh iken çok zamanlı tarifede gündüz enerji bedeli 0,205224 TL/kWh puant enerji bedeli 0,358889 TL/kWh , gece tüketilen enerji bedeli ise 0,089592 TL/kWh'tir.

Hesaplama yapılırken her bir tarifede tüketilen enerji miktarı o tarifeyle ait birim enerji fiyatı ile çarpılır. Daha sonra her bir zaman dilimi için bulunan maliyetler toplanarak sonuç tek terimli birim fiyat ile toplam tüketimin çarpılması ile bulunan sonuç ile karşılaştırılır.

T1 : 06.00 ile 17.00 saatleri arasında tüketilen elektrik enerjisi miktarı (gündüz) (kWh).

T2 : 17.00 ile 22.00 saatleri arasında tüketilen elektrik enerjisi miktarı (puant) (kWh).

T3 : 22.00 ile 06.00 saatleri arasında tüketilen elektrik enerjisi miktarı (gece) (kWh).

T : 06.00 ile ertesi gün 06.00 arasında tüketilen elektrik enerjisi miktarı (kWh).

L1 : Üç zamanlı tarifede 06.00 ile 17.00 saatleri arasında tüketilen elektrik enerjisi için uygulanan birim fiyat (TL/kWh).

L2 : Üç zamanlı tarifede 17.00 ile 22.00 saatleri arasında tüketilen elektrik enerjisi miktarı için uygulanan birim fiyat (TL/kWh).

L3 : Üç zamanlı tarifede 22.00 ile 06.00 saatleri arasında tüketilen elektrik enerjisi miktarı için uygulanan birim fiyat (TL/kWh).

L : Tek zamanlı tarifede uygulanan birim fiyatı temsil etmek üzere;

$$F = T1 \times L1 + T2 \times L2 + T3 \times L3 \quad (4.3)$$

$$S = T \times L \quad (4.4)$$

F, üç zamanlı tarifede ödenecek elektrik enerjisi bedeli, S ise tek zamanlı tarife için ödenmesi gereken toplam elektrik enerjisi bedelini temsil etmektedir (4.3 ve 4.4). TEDA tarafından tarife birim fiyatları üç ayda bir de i tirilmekle birlikte birim fiyatlar arasındaki oranlardaki de i imler ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Bu yüzden birim fiyatlar Ocak 2015 tarihinde yayımlanan birim fiyatlar esas alınarak hesaplanacak ve 2014 yılı için güncel de erlere en yakın üç zamanlı ve tek zamanlı elektrik enerjisi bedelleri hesaplanmı olacaktır.

Çizelge 4.10 : 2802290 no'lu aboneli in üç zamanlı elektrik tüketimleri.

Tarih	T1 (kWh)	T2 (kWh)	T3(kWh)	Toplam (kWh)
Ara.14	87.630	30.053	27.608	145.290
Kas.14	85.784	27.388	25.770	138.942
Eki.14	90.107	26.023	24.139	140.270
Eyl.14	86.133	22.930	26.006	135.069
A u.14	76.378	21.734	27.418	125.530
Tem.14	77.701	25.907	32.170	135.778
Haz.14	90.781	30.966	32.750	154.498
May.14	79.181	25.914	25.308	130.403
Nis.14	84.874	28.903	26.370	140.148
Mar.14	70.462	23.512	23.118	117.092
ub.14	81.254	28.102	26.927	136.284
Oca.14	92.378	30.233	28.753	151.364

Yerle kedeki en yüksek elektrik tüketimlerinin gerçekleştiği Orta Gerilim Abonesinin üç zamanlı tüketimlerinin ve tek zamanlı tüketimlerinin parasal kar ılı ı, bölüm ba ında verilmi olan birim fiyatlarla tüketimlerin çarpılması yöntemiyle bulunur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 : 2802290 no'lu abonelikte tarife fiyatlarının kar ıla tırılması.

Tarih	T1 (TL)	T2 (TL)	T3 (TL)	Toplam üç zamanlı (TL)	Tek zamanlı (TL)	Fark (TL)
Ara.14	17.984	10.786	2.473	31.243	32.557	1.314
Kas.14	17.605	9.829	2.309	29.743	31.134	1.391
Eki.14	18.492	9.339	2.163	29.994	31.432	1.438
Eyl.14	17.677	8.229	2.330	28.236	30.266	2.031
A u.14	15.675	7.800	2.456	25.931	28.129	2.198
Tem.14	15.946	9.298	2.882	28.126	30.425	2.299
Haz.14	18.631	11.114	2.934	32.678	34.620	1.942
May.14	16.250	9.300	2.267	27.818	29.221	1.403
Nis.14	17.418	10.373	2.363	30.154	31.405	1.251
Mar.14	14.461	8.438	2.071	24.970	26.238	1.268
ub.14	16.675	10.086	2.412	29.173	30.539	1.365
Oca.14	18.958	10.850	2.576	32.385	33.918	1.533
GENEL TOPLAM				350.451	369.885	19.434

Sonuç olarak bu abonelik için yılın herhangi bir ayında üç zamanlı tarifenin daha avantajlı oldu u görölmektedir. Güncel fiyatlarla 2014 yılı için üç terimli tarifede tek terimi tarifeye göre 19.434 TL daha az ödeme yapılabilece i görölmektedir. Di er üç abonelik için de aynı hesaplamalar yapılarak toplam tasarruf potansiyeli bulunur (Çizelge 4.13, 4.15 ve 4.17).

Çizelge 4.12 : 2802200 no'lu aboneli in üç zamanlı elektrik tüketimleri.

TAR H	T1 (kWh)	T2 (kWh)	T3(kWh)	TOPLAM (kWh)
Ara.14	12.045	2.648	5.278	19.971
Kas.14	13.146	2.768	5.397	21.311
Eki.14	12.776	2.255	4.147	19.179
Eyl.14	9.385	1.535	4.707	15.628
A u.14	6.370	1.239	4.317	11.926
Tem.14	9.122	1.801	2.358	13.280
Haz.14	12.063	3.436	4.401	19.901
May.14	13.948	3.976	5.185	23.109
Nis.14	14.179	4.323	5.398	23.900
Mar.14	11.969	3.689	4.897	20.555
ub.14	13.485	4.091	5.535	23.110
Oca.14	15.382	3.272	3.688	22.343

Çizelge 4.13 : 2802200 no'lu abonelikte tarife fiyatlarının kar ıla tırılması.

Tarih	T1 (TL)	T2(TL)	T3(TL)	Toplam üç zamanlı (TL)	Tek zamanlı (TL)	Fark (TL)
Ara.14	2.699	544	1.894	5.137	4.475	662
Kas.14	2.946	568	1.937	5.451	4.775	675
Eki.14	2.863	463	1.488	4.814	4.298	517
Eyl.14	2.103	315	1.689	4.107	3.502	606
A u.14	1.427	253	1.549	3.230	2.672	557
Tem.14	2.044	370	846	3.260	2.976	284
Haz.14	2.703	705	1.580	4.988	4.459	529
May.14	3.125	816	1.861	5.802	5.178	624
Nis.14	3.177	886	1.937	6.000	5.356	645
Mar.14	2.682	756	1.757	5.195	4.606	590
ub.14	3.022	840	1.986	5.848	5.179	669
Oca.14	3.447	671	1.324	5.442	5.007	435
GENEL TOPLAM				59.275	52.483	6.792

Lise binalarını kapsayan bu abonelikte yıllık olarak 6.792 TL tasarruf imkânı vardır. Hâlihazırda yılın her ayı bu bölümde üç zamanlı tarife daha avantajlıdır. Temizlik faaliyetleri gece zaman dilimine kaydırılarak tasarruf oranı daha da arttırılabilir.

Çizelge 4.14 : 2805503 no'lu aboneli in üç zamanlı elektrik tüketimleri.

Tarih	T1 (kWh)	T2 (kWh)	T3(kWh)	Toplam (kWh)
Ara.14	18.382	3.235	4.215	25.832
Kas.14	20.116	3.489	4.324	27.929
Eki.14	22.052	3.735	4.668	30.455
Eyl.14	16.037	3.726	5.108	24.871
A u.14	11.780	3.802	5.254	20.836
Tem.14	18.337	3.444	4.417	26.198
Haz.14	20.301	3.246	4.145	27.692
May.14	20.430	3.517	4.320	28.267
Nis.14	9.314	1.727	2.033	13.074

Çizelge 4.15 : 2805503 no'lu abonelikte tarife fiyatlarının kar ıla tırması.

Tarih	T1 (TL)	T2(TL)	T3(TL)	Toplam üç terimli (TL)	Tek terimli (TL)	Fark
Ara.14	3772	1161	378	5.311	5.789	477
Kas.14	4128	1252	388	5.768	6.258	491
Eki.14	4526	1340	418	6.284	6.824	540
Eyl.14	3291	1337	458	5.086	5.573	487
A u.14	2418	1365	470	4.253	4.669	416
Tem.14	3763	1236	396	5.395	5.870	476
Haz.14	4166	1165	372	5.703	6.205	503
May.14	4193	1262	387	5.842	6.334	492
Nis.14	1911	620	182	2.713	2.930	216
GENEL TOPLAM				46.355	50.453	4.098

Çizelge 4.16 : 2847225 no'lu aboneli in üç zamanlı elektrik tüketimleri.

Tarih	T1(kWh)	T2(kWh)	T3 (kWh)	Toplam(kWh)
ub.15	7.577	1.937	2.161	11.675
Oca.15	9.015	2.472	2.048	13.536
Ara.14	8.667	2.280	2.065	13.013
Kas.14	7.592	2.347	2.057	11.996
Eki.14	7.628	2.320	2.198	12.146
Eyl.14	2.381	814	1.240	4.434
A u.14	1.751	603	960	3.315
Tem.14	3.696	1.170	1.479	6.345
Haz.14	395	166	147	708

Çizelge 4.17 : 2847225 no'lu abonelikte tarife fiyatlarının kar ıla tırılması.

Tarih	T1 (TL)	T2(TL)	T3(TL)	Toplam üç zamanlı (TL)	Tek zamanlı (TL)	Fark
ub.15	1.555	695	194	2.444	2.616	172
Oca.15	1.850	887	183	2.921	3.033	112
Ara.14	1.779	818	185	2.782	2.916	134
Kas.14	1.558	842	184	2.585	2.688	103
Eki.14	1.565	833	197	2.595	2.722	127
Eyl.14	489	292	111	892	994	102
A u.14	359	217	86	662	743	81
Tem.14	759	420	133	1.311	1.422	111
Haz.14	81	60	13	154	159	5
GENEL TOPLAM				16.345	17.292	947

2805503 ve 2847225 no'lu abonelikler için dokuz aylık verilere ulaşılabilmektedir. Gerçekleştiren veriler ile hesap yapıldığında üç zamanlı tarifeye geçerek, tek zamanlı tarifeye göre; 2805503 no'lu abonelikte % 0,81, 2847225 no'lu abonelikte %0,55 oranında tasarruf yapmak mümkün olduğu görülmektedir. 2802290 no'lu orta gerilim aboneliğinde aynı oran %5,25, 2802200 no'lu abonelikte ise %11,5'tir.

Yerleşim genelindeki tüm aboneliklerin üç zamanlı tarifeden elde edilecek toplam tasarruf oranı yaklaşık %6,30'dur. 2015 yılı Ocak ayı birim fiyatları esas alındığında 2014 yılı için tek zamanlı tarifede vergiler hariç ödenen toplam 496.905 TL'nin 31.271 TL'si tasarruf edilmiş olacaktır.

Üç zamanlı aboneliğin tesis özelinde daha avantajlı olup olmadığını sadece her bir zaman dilimindeki tüketimlere bakarak anlayabilmek için diğer tüm aboneliklerde de kullanılacak pratik bir yöntem önerilebilir. T2 ve T3 zaman dilimlerindeki birim fiyatların aritmetik ortalaması tek zamanlı birim fiyattan küçüktür. Bu durumda T2 ve T3 zaman dilimlerinde tüketilen elektrik enerjisi miktarı eşit ya da T3 zaman aralığında tüketilen elektrik enerjisi miktarı T2 zaman aralığında tüketilene göre daha fazla ise, üç zamanlı tarifenin daha avantajlı olduğu söylenebilir. Ancak ne oranda tasarruf edileceğinin belirlenmesi için yukarıdaki hesapların yapılması gerekmektedir.

Gündüz ve puant zamanlarında yapılan bazı faaliyetler geceye kaydırılarak tasarruf oranının yükseltilmesi önerilebilir. Yerleşimde gündüz ve puant zamanlarında yapılan yemek hazırlama, bulaşıkhanesi, çamaşırhanesi, genel temizlik gibi faaliyetler gerekli düzenlemelerle gece zaman dilimi içerisinde de yapılabilir.

4.2.5 Doğalgaz tüketim verilerinin değerlendirilmesi ve bulgular

Ayrıca Yerleşim kesiminde kapalı alanların ısıtılması, sıcak kullanım suyu ve mutfak cihazları ve serada gerekli sıcaklığın kış aylarında sağlanabilmesi için doğalgaz kullanılmaktadır. Öncelikli ve personel için yemek üretimi ve servisi yapılan yemekhanelerin yanı sıra kantinler ve sosyal donatılarda da doğalgazlı ısıtma ve pişirme yapılmaktadır. Toplamda dört doğalgaz aboneliği vardır. Bu aboneliklerden doğalgaz dağıtımını yapılan binalar aşağıdaki gibidir.

Birinci Abonelik : Kapalı Havuz, Kapalı Spor Salonu ve Üniversite

İkinci Abonelik : Sera

Üçüncü Abonelik : Ortaokul ve Lise

Dördüncü Abonelik : Anaokul ve İkokul

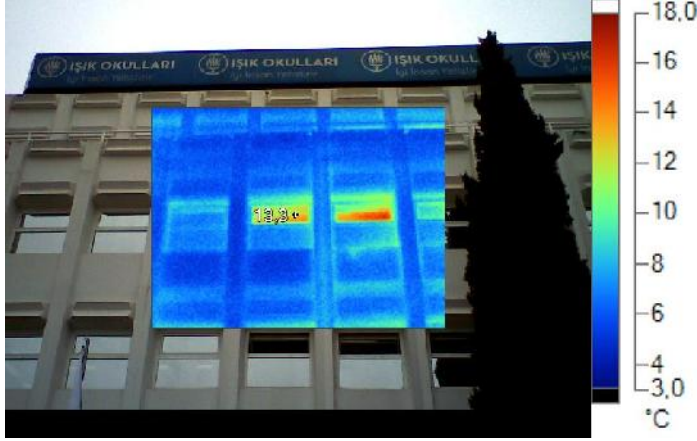
Çizelge 4.18 : Ayaza a Yerle kesi abonelerin aylık do algaz tüketimi (Sm³).

2014 Yılı	Kapalı Havuz- Kapalı Spor Salonu- Üniversite	Sera	Lise ve Ortaokul	Anaokulu ve İkokul
Ocak	14.467	1.951	19.716	13.071
ubat	11.690	1.957	16.724	10.368
Mart	11.395	1.821	15.249	9.656
Nisan	11.108	1.208	9.225	7.087
Mayıs	9.469	670	4.307	3.008
Haziran	7.184	Tüketim yok	Tüketim yok	Tüketim yok
Temmuz	6.424	Tüketim yok	Tüketim yok	Tüketim yok
A ustos	6.218	Tüketim yok	Tüketim yok	Tüketim yok
Eylül	5844	Tüketim yok	Tüketim yok	Tüketim yok
Ekim	9.086	12	2.224	1.224
Kasım	9.805	906	12.023	7.298
Aralık	9.497	1.844	15.939	10.765
Toplam	112.187	10.369	95.407	62.477

Aylık bazdaki tüketim verileri gelen do algaz firmasının gönderdiği faturalardaki miktarların bir personel tarafından çizelgeye girilmesi ile elde edilmektedir. Faturalar yirmiki gün ile kırk gün arasındaki periyotları kapsayabilmektedir. Çizelge 4.18'deki verilerle doğru bir analiz yapabilmek için her bir binasız bölümün alan ölçülerine ihtiyaç vardır. Ancak bu alan ölçüleri bölüm 4.2'de açıklandığı üzere elde edilememektedir. Bu durumda binaların denetimi esnasındaki gözlemlere göre yorumlar yapılarak araştırma noktaları oluşturmak gerekecektir.

Lise ve ortaokul binası içerisindeki do algaz tüketen sistemler ve alan ölçüleri açısından birbirine yakındır ancak aralarında do algaz tüketimi açısından ciddi farklar bulunmaktadır. Yukarıdaki verilerin ışığında lise binasında ASHRAE Enerji Etüdü birinci seviye denetim, ısıtma sistemleri ve verimlilikleri kapsamında yapılmış ve sürece termal kamera ölçümleri de dahil edilerek tespitlerde bulunulmuştur.

Yapılan çalı malarda Lise Binasında a a ıdaki örnek termal tarama ölçümlerinden de görülece i gibi (ekil 4.2, 4.3 ve 4.4) sık sık hacimlerin a ırı ısıtılması nedeniyle kullanıcıların pencereleri açmak zorunda kaldı ı tespitinden bulunulmu tur.

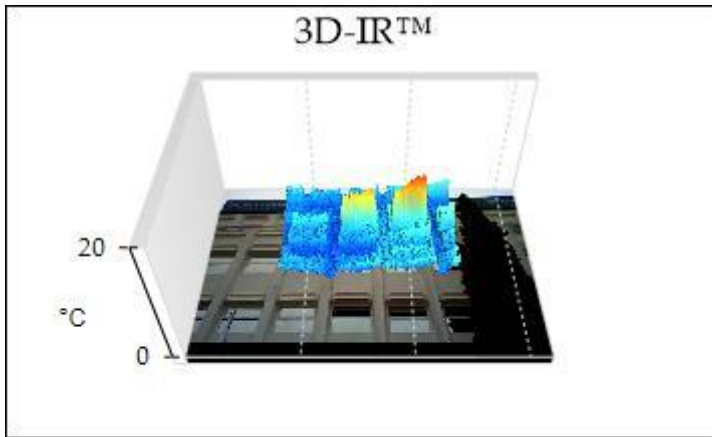


ekil 4.2 : Lise Binasında dı cephe pencereler.



ekil 4.4 : Görünür ı ık görüntüsü.

29.3.2015 08:50:09

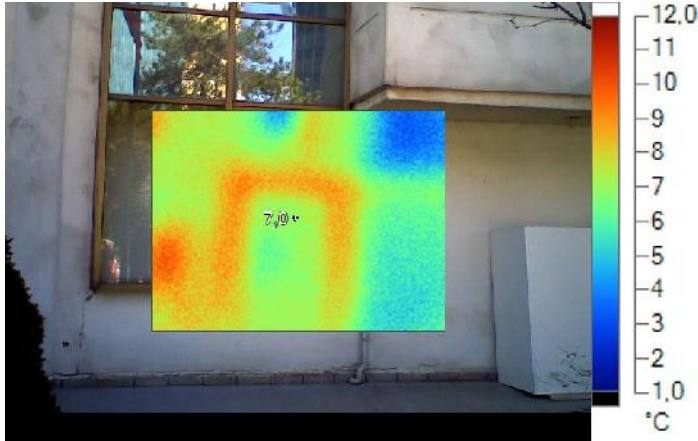


ekil 4.3 : Üç boyutlu ısı da ılımı grafi i.

Yukarıdaki örnekte görüldü ü gibi dı hava sıcaklı ı yakla ık 3⁰C olmasına kar ın pencereler açılmaktadır. Bu termal taramanın hemen ardından içerde ölçümler yapıldı nda sıcaklı ın 26⁰C ile 29⁰C arasında de i ti i görülmü tür. Kazan operatörü binanın de i ik bölgelerinden gelen kullanıcı taleplerine göre kazan çıkı suyu sıcaklı ını sürekli de i tirmektedir. Di er binalardaki sorumlu personel tecrübelerine dayanarak binaların kritik noktalarına tesis etti i termometreler vasıtasıyla sıcaklı ı konfor sıcaklı ı civarında tutmayı ba arabilse de, Lise Binası kazan sistemlerinden sorumlu personel henüz bu ayarlamaları yapamamakta ve binayı a ırı ısıtmaktadır. Bu durum LEED İetme ve Bakım Ssisteminde belirtilen

İletme ve bakım planının varlığının önemine işaret eder. Personel eğitimini bu plana göre yapılırsa iletme hatalarından kaynaklanan enerji kayıplarını en aza indirmek mümkündür. Ayrıca binalarda personel iletme hatalarının en aza indirilmesi ve verimliliğin artırılması için otomasyon sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Ayrıca yine Lise Binasında termal tarama ile tespit edilen dış cephe izolasyon zaafiyetleri nedeniyle kaybedilen ısı görülmektedir (ekil 4.5, 4.6 ve 4.7).

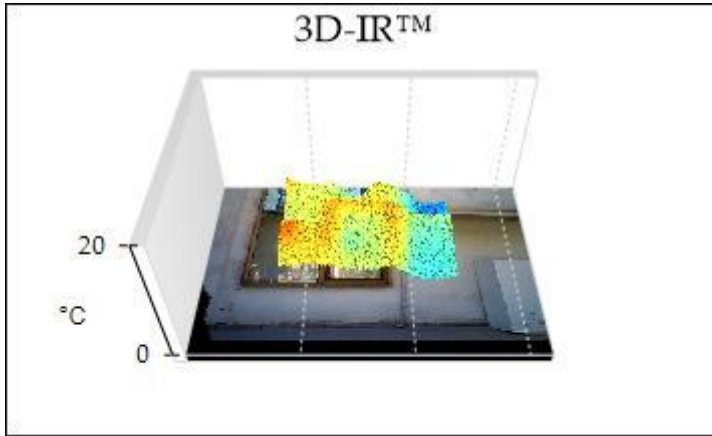


ekil 4.5 : Lise Binası pencere kenarı ısı enerjisi kaybı.



ekil 4.7 : Görünür ışık görüntüsü.

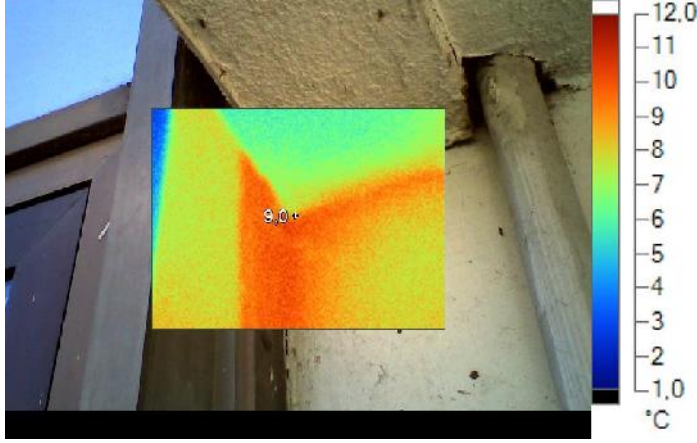
4.4.2015 08:54:31



ekil 4.6 : Üç boyutlu ısı dağılımı grafiği.

Görüntü Bilgisi

Salım Gücü	0,95
Ortalama Sıcaklık	7,1°C
Görüntü Aralığı	0,8°C - 10,7°C
Kamera Modeli	Ti10
OCA sürümü	1.2.9.0
Üretici	Fluke
Lens Tanımı	20mm



ekil 4.8 : Lise Binası birle im noktasından ısı kaybı



ekil 4.9 : Görünür ışık görüntüsü

Görüntü Bilgisi

Salın Gücü	0,95
Ortalama Sıcaklık	7,9°C
Görüntü Aralığı	2,5°C - 10,9°C
Kamera Modeli	Ti10
OCA sürümü	1.2.9.0
Üretici	Fluke
Lens Tanımı	20mm
Görüntü Saati	4.3.2015 08:55:37
Kalibrasyon Aralığı	-25,0°C - 125,0°C

Yerle kelerin yıllık doğalgaz tüketimlerinin birbirleriyle karşılaştırılması bu seviyede yapılması gereken bir incelemedir.(Çizelge 4.19 ve 4.20) Hedef verimlilik düzeyi tespit edebilmek açısından daha çok sayıda benzer binanın doğalgaz tüketim verilerinde yola çıkılarak hazırlanmış referans bilgilere ihtiyaç vardır.

Çizelge 4.19 : Yerle kelerin yıllık doğalgaz tüketimleri(Sm³)

Yıllar	Ni anta 1	Erenköy	Ayaza a	Toplam
2010	125.880	205.525	316.002	647.407
2011	124.096	240.699	419.360	784.155
2012	124.917	187.817	341.640	654.374
2013	66.288	160.490	333.385	560.163
2014	107.584	180.799	280.440	568.823

Çizelge 4.20 : Yerle kelerin yıllar bazında doğalgaz tüketim yoğunluğu.

Yıllar	Ni anta 1 (Sm3-yıl/metrekaare)	Erenköy (Sm3-yıl/metrekaare)	Ayaza a (Sm3-yıl/metrekaare)
2010	7	7	7
2011	7	8	9
2012	7	7	8
2013	4	6	7
2014	6	6	6

2010 yılındaki tüketim yoğunluğu ile karşılaştırıldığında Ayaza a Yerle kesindeki doğalgaz tüketim yoğunluğu azalmıştır. Elektrik tüketim yoğunluğu artarken doğalgaz tüketim yoğunluğunun azalması, son yılda split tip klimaların artışı ve ısıtmanın da bu cihazlarla sağlanması nedeniyle merkezi ısıtma sistemlerinin daha az kullanılmasıdır. Merkezi ısıtma sistemleri hem verimlilik ve hem de işletme kolaylığı açısından split klimalardan oldukça üstündür. Ancak Yerle kenin kullanım yoğunluğunun artması ve eklemeler ile birlikte doğan ihtiyaçlar sisteme sürekli merkezi sistemden bağımsız cihazların eklenmesiyle giderilmektedir.

ASHRAE Ticari Binalarda Enerji Etüdü Standartları birinci seviye çalımları ile Ayaza a Yerle kesinde edinilen veriler bundan sonraki amaç olan ikinci seviye çalımları için temel teşkil edecektir. O yüzden bir sonraki bölümde bu verilerin ve sonuçların özeti yapılacaktır.

4.2.6 Birinci seviye denetim sonucunda elde edilen bulgular

1-) Yerle kede yıllar içerisinde enerji talebi sürekli artmıştır. Artan ısıtma ve soğutma ihtiyacını mevcut merkezi ısıtma ve soğutma sistemleriyle karşılamak mümkün olmadığı için ihtiyaç duyulan her hacimde ayrıca havalandırma cihazları ve elektrikli ısıtıcılar eklenmiş ve bu cihazların kapasitesi zaman içerisinde merkezi sistemlerin kapasitesini aşmıştır. Bu durum, verimliliği düşürmüştür. Ayrıca elektrikli çay makinaları, kahve makinaları, yazıcılar, bilgisayarlar ve artan aydınlatma ihtiyacına dayalı olarak aydınlatma elemanları, sisteme eklenmiştir. Sisteme eklenen cihazlar için ihtiyaç duyulan elektrik enerjisi, talep edildiği noktaya en yakın kaynaktan (priz, buat, ek noktası gibi) yapılmıştır. Bu eklemeler kabloların akım taşıma kapasiteleri, fazların dengeli yüklenmesi, koruma elemanlarının

kapasiteleri gibi parametreler göz önüne alınmadan projersiz olarak yapıldı ı için i letmede verim dü ü üne neden olmu tur.

2 -) Yerle kede bulunan binaların teknik detaylarını içeren projeler ve emalar yetersizdir. Yıllar içerisinde projeler muhafaza edilememi dolayısıyla kurulu tan sonra yapılan bir çok yapısal i lem mevcuttaki projelere i lenememi tir. Aynı yerle ke içerisinde bulunan yapılar olmasına ra men her bir binanın kapalı alanlarının yüzölçümü net olarak bilinemedi i için kendi aralarında metreka ba ına dü en enerji tüketimi de erine göre bir kar ıla tırma ve de erlendirme yapılamamaktadır.

3-) Yerle kedeki enerji tüketen cihazlar için i letme ve bakım programı yoktur. Bakım ve kontroller cihazların arızalanması veya ciddi performans kaybı ile birlikte i levini yerine getirememesi sonucu yapılmaktadır. Isıtma ve so utma sistemlerinde i letme de erleri bina sakinlerinden gelen geri bildirimlere göre ayarlanmaya çalı lmaktadır.

4-) Bina cephelerinde çatlaklara dayalı sızıntı nedeniyle enerji kayıpları vardır.

5-) Yerle kede hacimlerden alınan sıcaklık, karbondioksit miktarı gibi ölçülere göre otomatik ayarlama yapabilen otomasyon sistemlerinin olmaması nedeniyle özellikle geçi mevsimlerinde mekanlar a ırı ısıtılıp so utulabilmekte bu durumda binaların pencereleri açılarak konfor sıcaklı ına ula ılmaya çalı lmaktadır. Bu çalı mada yapılan termal tarama ölçümleriyle de bu durumun a ırı miktarda enerji kaybına neden oldu u gösterilmi tir.

6-) Yerle kedeki ilkokul, ortaokul ve lise bölümlerinde son be senedir önemli oranda bir de i iklik ya anmamı tır. Üniversite kısmında ise yeni bölümlerin açılması ve sürekli e itim merkezinin ve ikinci ö retimin de devreye alınmasıyla birlikte ö renci sayısı yakla ık üç kata yakın artı göstermi tir. Bu durum Üniversitede enerji tüketimini arttırmı tır. Artan bu tüketime kar ılık kablo kesitleri de i tirilmedi i için a ırı yüklenen ve ısınan kablolarda kayıplar artmı tır.

7-) Yerle kedeki elektrik, su ve gaz tüketimleri resmi abonelikler bazında ölçülmektedir. Bina bazında ölçüm gerçekleştirilmemektedir. Ayrıca enerji kalitesi izlemek için gerilim harmonikleri, akım harmonikleri, faz ba ına dü en gerilim, faz ba ına dü en akım parametrelerinden herhangi biri ölçülmemektedir.

8-) Ayaza a Yerle kesinde dört elektrik aboneli i vardır bu aboneliklerin üç tanesi alçak gerilim ve bir tanesi de orta gerilim abonelikleridir. Bu aboneliklerin giri inde elektrik dağıtım şirketi BEDA tarafından elektronik sayaçlarla aktif ve reaktif elektrik tüketimleri ölçülmektedir. Elektrik tüketim verileri ancak 2013 yılı Ekim ayından itibaren otomatik sayaç okuma sistemi aracılığıyla uzaktan okunabilmektedir. Aktif ve reaktif elektrik enerjisi tüketim verileri yarım saat aralıklarla, maksimum aktif güç değeri aylık periyotlarla bir yıl boyunca kayıt altına alınmaktadır. Sistem ayrıca maksimum aktif güç verilerini de aylık bazda kayıt altına almaktadır. 2013 yılından önceki veriler aylık bazda değil aylık faturaların gelme tarihlerine göre oluşan periyotlarda kayıt altına alınmıştır. Bu periyotlar 15 gün ile 65 gün arasında değişen süreleri içeren aylık bazda tam bir karşılaştırma ve analiz mümkün olmamaktadır.

9-) 2014 yılında üç zamanlı tarife, tek terimli tarifeye göre % 6,30 oranında tasarrufludur.

10-) Sistemlerde tasarım, işletme ve bakım süreçlerinden kaynaklanan verimsizlikler vardır.

4.3 ASHRAE Ticari Binalarda Enerji Etüdü Standartları İkinci Seviye Denetim ve Analizler için Gerekliliklerin Tespiti

Bu bölümde çalışmaları yapabilmek için daha detaylı enerji tüketim verileri, mühendislik ölçüm ve analizlerine ihtiyaç vardır. Elektrik sistemler için BEDA tarafından tesis edilen uzaktan okuma sistemleri bu seviyede analiz yapabilmek için yeterli değildir. Ancak daha gelişmiş ölçüm sistemleri henüz tesis edilmediğinden bu amaçla mobil ölçü cihazları ile ölçümler yapılarak devam edilmiştir.

4.3.1 Dengesiz yük ve harmoniklerin neden olduğu ekstra kayıpların incelenmesi ve bulgular

Dengesiz yüklenme ve harmonik sorunlarının elektrik sistemlerinde birçok bozucu etkisi vardır. Bu etkilerden birisi de nötr üzerinden yüksek akımların akmasına neden olmalarıdır. Simetrik yüklenmiş bir sistemde nötr üzerinden akım akmaz. Ancak bu ideal bir durumdur ve gerçekte nötr üzerinden akım geçer. Bu akımın miktarı ve ortalama faz akımlarına oranı oluşan türdükleri kayıp miktarını tespit etmek açısından da önemlidir. Harmonik ve dengesiz yüklenmelerin sistemler üzerinde yarattığı

ekstra kayıpları hesaplayabilmek için ek kaynak olarak Sumper ve Baggini'nin 2012 yılı basımı "Electrical Energy Efficiency" kitabından faydalanılmış ve aşağıdaki tablo (Çizelge 4.21) bu kitaptan alıntılanmıştır. (Sumper, Baggini 2012)

Çizelge 4.21 : Nötr akımının transformatör üzerinde yarattığı ekstra kayıplar.

Nötr Akımının Ortalama Faz Akımlarına Oranı, %	Transformatördeki Ekstra Kayıplar, %
0,5	6-8
1	15-20
1,5	35-50
2	70-90
3	150-200

Yukarıdaki tabloya göre Ayazapaşada Yerde kesinde yapılan ölçümler değerlendirilecektir. Yerde kedeki 2802290 no'lu orta gerilim aboneli inden çe itli zamanlarda alınan ölçüm sonuçları aşağıda verilmiştir. Daha önceki bölümde de inildi i gibi faz akımlarının ve harmoniklerin 15 dakika aralıklarla ve hatta mümkünse daha sık okunarak kayıt altına alınması ile elde edilecek veriyi kullanarak çok daha net sonuçlar elde edilebilmesi mümkündür. Ancak bu düzeyde mobil cihazlarla yapılan ölçüm sonuçlarını da kullanarak yaklaşık mertebelerde kayıp sonuçlarını bulmak ilerleyen amaçlar için aydınlatıcı olacaktır.

Çizelge 4.22'deki sonuçlar Çizelge 4.21'de verilen kayıp değerleri ile birleştirildi inde bu abonelikte harmonik ve dengesiz yüklenmelerin nötr üzerinde yarattığı yüksek akımların, transformatör kayıplarını %15-20 mertebesinde arttırdığı söylenebilir.

Transformatörler, dönen herhangi bir parçaları olmadığı için mekanik cihazlara göre oldukça verimli cihazlardır ancak çalışmaları bu verimliliği etkileyebilir. Transformatördeki küçük verimlilik kayıp oranları, toplamda büyük enerji kayıpları anlamına gelir. 1 MVA'lık bir dağıtım transformatörünün %50 yükte verimliliği % 99 iken, % 100 yükte verimlilik değeri %98,60'dır (Sumper, Baggini 2012 s:30) Ayazapaşada Yerde kesindeki transformatörün verimlilik düzeyini yüklenme düzeyini de göz önüne alınarak % 98,80, kayıp oranı da % 1,2 olarak kabul edilebilir. Bu

durumda nötr ve harmoniklerin oluştuğu ekstra kayıplar % 15-20 aralığında ve transformatör üzerinde oluşacak ekstra kayıpta % 0,18-0,24 mertebesinde olacaktır.

Çizelge 4.22 : 2802290 no'lu aboneliğin faz akımları ve nötr akımları ölçümleri.

Tarih	L1 fazı akım (amper)	L2 fazı akım (amper)	L3 fazı akım (amper)	Nötr akım (amper)	Nötr akımı / Ortalama faz akımı %
20 Ocak 2015	785	677	604	6,1	0,89
27 Ocak 2015	805	690	630	5,2	0,74
2 Ocak 2015	750	525	476	5,8	1,00
9 Ocak 2015	778	538	480	7,2	1,20
12 Ocak 2015	798	672	501	6,9	1,03
13 Ocak 2015	790	617	590	6,7	1,00
16 Mart 2015	692	523	475	6,4	1,10
18 Mart 2015	739	502	405	7	1,27
27 Mart 2015	800	634	445	6,5	1,04

Transformatörlerde yapılan bir dizi çalışmada 5. Harmoniklerin % 20 olması durumunda Eddy Current kayıplarının iki katına çıktığı görülmüştür. (Sumper, Baghini, 2012) Ayazapaşada Yerleşkesinde çeşitli zamanlarda yapılan ölçümlerde üçüncü harmonik ortalama % 29, beşinci harmonik değeri ise % 17 olarak ölçülmüştür.

Ayrıca kablolar üzerinde oluşan ekstra kayıplar vardır ki toplam kayıpların en önemli bölümünü teşkil eder. Ancak tüm kayıpların tam olarak tespiti için daha ileri düzeyde ölçüm sistemlerinin kurulması gerekmektedir.

4.3.2 Aktif ve reaktif yüklerin kablolar üzerinde yarattığı kayıpların incelenmesi ve bulgular

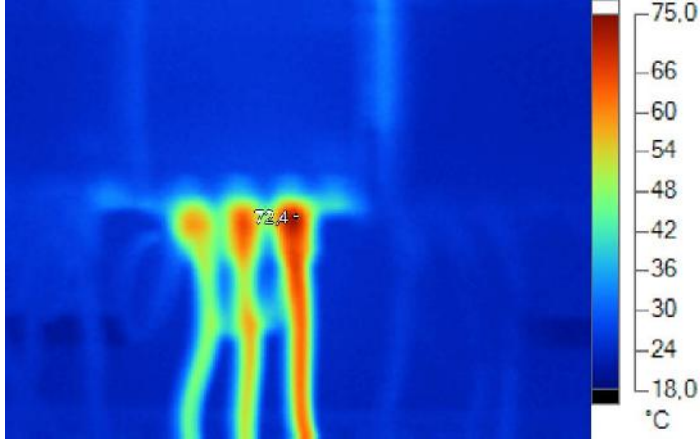
İTÜ Üniversitesi iki bloktan oluşmaktadır. Bu tesisin tükettiği elektrik enerjisi yerleşke içerisinde bulunan orta gerilim transformatöründen sağlanmaktadır. Tesisin kompanzasyon ihtiyacı da aynı orta gerilim transformatörünün alçak gerilim ana panosu yanında konumlandırılmış kompanzasyon panosundan sağlanmaktadır. Kompanzasyon panosu ile Üniversite ana dağıtım panosu arasındaki kablo boyu yaklaşık 250 metredir. Bu kablo üzerinde aktif enerjinin yanı sıra reaktif enerjinin

ta ınması nedeniyle ekstra kayıplar meydana gelmektedir. Bu kayıpların ölçülebilmesi için I ık Üniversitesi ana da ıtım panosuna konumlandırılacak bir enerji analizörü ile aktif ve reaktif yüklerin ölçülmesi detaylı olarak ölçülmesi ve kayıt altına alınması gerekmektedir. Yani bina düzeyinde ölçüm yapılması, binalar arasındaki kablo kayıplarını ölçebilmek için gereklidir.

Bina düzeyinde ölçüm yapılması, LEED Mevcut Binalar İtme ve Bakım sisteminde önemli yer tutan bir ba lıktır. Bu örnekte bu ba lı ın kayıpların tespiti ve üçüncü düzey çalı maların yapılabilmesi için ta ıdı ı önem ortaya çıkmaktadır.

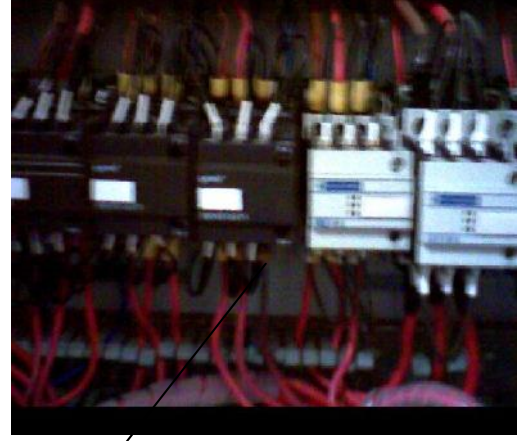
Özellikle kompanzasyon panolarındaki kablolarda ve genelde tüm kablolarda ısınma yerle kede yaygın bir problem olarak tespit edilmiştir. Daha önceki bölümlerde de belirtildi i gibi plansız artan yükler buna kar ılıklı kablo kesitlerinin aynı kalması sebebiyle kablolar üzerinde a ır ısınmalar meydana gelmektedir. Bu kayıpların da hesaplanması yine bu bölümde gereken ileri ölçme teknikleri ile mümkün olabilecektir. Ana besleme noktası ile her bir binaya tesis edilecek kalibre edilmiş ölçü cihazları arasındaki ölçüm farkları aradaki kablolarda kaybolan enerji miktarını kesin bir ekilde ortaya çıkaracaktır.

A a ıda kompanzasyon panosunda meydana gelen kablo ısınmasının termal görüntüsü verilmiştir.(ekil 4.10, 4.11 ve 4.12) Bu tip bir ısınma aynı zamanda kablunun tutu ması ve sonuçta yangın tehlikesini de beraberinde getirmektedir. Kablolar ve enerji tüketimin dahil oldu u di er tüm sistem ve sistem parçalarında, konforsuzluk ya da güvenlik riski yaratan unsurların aynı zamanda enerji verimlili i açısından da ara tırılması gerekti i görülmektedir.



ekil 4.10 : Kompanzasyon Panosu-Orta gerilim.

14/03/2015 11.28



ekil 4.11 : Görünür ı ık görüntüsü.

Bu kablo a ır ısınmadan dolayı renk de i tirmi .

$$T = 73,8 - 22,4 = 51,4^{\circ}\text{C}$$

4.3.3 So utma gruplarında kayıpların incelenmesi ve bulgular

Okulun dare Amiri ile yapılan ön görü mede, so utma sisteminin Mayıs ayının ba ından Kasım ayının ba ına kadar günde 5 ila 14 saat süre ile kullanıldı ı bilgisi alınmı tır. Di er aylarda da hava sıcaklı ına ve yerle kedeki faaliyete ve insan sayısına göre çalı tırılmaktadır.

Cihazın ilk fiziksel kontrolleri yapıldı ında izolasyonlarda kopma ve parçalanmalar, motor ve kondenser kasalarında paslanmalar, kablolar üzerindeki izolasyonlarda sıyrılmalar, kablo ba lantılarında gev eklikler tespit edilmi tir. (ekil 4.12 ve 4.13)

Kapasite ve kullanım yo unlu u dikkate alındı ında bu sistemin enerji tüketiminin ölçümlerinin yapılmasının ve enerji verimlili inin tespit edilmesinin önemi anla ılabilir.



ekil 4.12 : Ayaza a Yerle kesi so utma grupları.

Cihazın etiket de erleri a a ıda verilmi tir:

Cihazın modeli ve seri no : Tekold HV 120 C/246492.

Evaporatör giri ve ıkı suyu sıcaklıkları : $11^{\circ}\text{C} / 7^{\circ}\text{C}$.

Toplam kapasite : 280,70 kW.

Kompresör sayısı, güç ve akım de erleri : 2 adet , herbiri 44,2 kW, herbiri 85 Amper nominal akım çekmektedir.

Kondenser suyu so utma tipi : Hava So utmalı.

Fan motorlarının sayısı ve güç ve akım de erleri : 4 adet herbiri 2 kW, herbiri 4 Amper nominal akım çekmektedir.

So utucu akı kan : R 22.

Cihazın imal tarihi : 2002.

A ırlık : 2250 kg a ırlı ındadır.

Kablo kesiti : 2X70 mm'dir.



ekil 4.13 : Spor Salonu so utma grupları.

So utma sisteminin kurulumu ve devreye alınması a aması da dahil olmak üzere i letildi i süre boyunca müstakil olarak tüketti i enerji ölçülmemi tir. Bu süre zarfında sistemin üreticisi firma ticari faaliyetini sonlandırmı tir ve cihazın bakımları için gerekli yedek parça temini de zorla mı tir. Ayrıca so utma sistemleri teknolojileri geli mi ve muadil yeni so utma gruplarının verimlilikleri arttı tir. Sistemin ya lanması ile birlikte artan maliyet bile enlerinden en önemlisi enerji maliyetidir.

Cihazın modelinden yola çıkılarak yapılan ara tırmada EER (Energy Efficiency Rate, Enerji Verimlilik Oranı) de erinin, Eurevent Sertifikasyon Sistemi tarafından 2,68, EER sınıfının ise D olarak belirtildi i görülmü tür.(Url-6) So utma kapasitesi (P_c) 281 kW buna kar ılık güç giri i (P_e) 105 kW'dır. LEED Var Olan Binalar için letme Ve Bakım Sistemi, bu tip yüksek enerji tüketen cihazların verimliliklerinin takibini ileri ölçüm ba lı ı altında ayrıca puanlandırmaktadır.

Eldeki imkanlarla yapılan ölçümlerde gidi suyu sıcaklı ının dı hava sıcaklı ının çok yüksek olmadığı Nisan ayında dahi cihazın tasarım de eri olan 7°C 'ye ula madı ı görülmü tür (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23 : Soğutma sistemi ölçülen değerler.

Tarih	Giriş Suyu Sıcaklığı (°C)	Dönüş Suyu Sıcaklığı (°C)	Dış hava sıcaklığı (°C)
25 Nisan 2015	9,2	11,9	18
26 Nisan 2015	9,5	12,2	18
27 Nisan 2015	10,1	13,7	20
28 Nisan 2015	11	15,2	26
29 Nisan 2015	10,6	13,8	21

Tam verimlilik kaybının hesabının yapılabilmesi için önerilen yöntem, cihazın giriş ve dönüş su hatlarına cihaza en yakın noktalardan kalorimetreler tesis edilmesi ve aynı zamanda tüketilen elektrik enerjisinin de cihaza enerji sağlayan panoya tesis edilen elektrik sayacı aracılığıyla takibidir. Bu iki ölçümün birbirine entegre edilip bir ölçüm otomasyonu oluşturulmasıyla belirli aralıklarla sürekli verim değerinin ölçülmesi de mümkündür.

Cihazın verimlilik hesaplarını etkileyecek en önemli etken dış hava koşullarıdır. Dış hava koşullarını sürekli izleyerek kayıt altına alan sistemler günümüzde oldukça yaygınlaşmıştır. Hava sıcaklığı, nem, bulutluluk başlıca dış etkenlerinin ölçülüp kayıt altına ölçüm hataları ile birlikte hesaba katılması gerekmektedir.

4.3.4 Klima santrali bakımı çalışmaları ve bakım sonucunda verimlilik artışı bulguları

Kapalı spor salonunu ısıtılandırmak için kullanılan klima santralinde aşağıdaki 4.24 çizelgesinde verilen prosedüre uygun olarak bakım çalışması gerçekleştirilmeden önce sistem kararlı duruma gelinceye kadar çalıştırılmış ve sistem kararlı hale geldikten sonra klima santralinin çıkışında hava debisi ölçülmüştür. Daha sonra sistem kapalı duruma getirilerek ekli prosedüre göre bakımı yapılmış ve tekrar devreye alınarak debi ölçümü tekrar gerçekleştirilmiş ve hava debisinin %17 oranında artışı tespit edilmiştir. Buna mukabil klima santralinin sistemden çektiği akım değerleri yaklaşık % 3 oranında azalmıştır.

Çizelge 4.24 : Klima santrali bakım kontrol formu.

Yapılacak işin tanımı	Sonuç
Kapaklar ve kulplarda ezik, kırık, gevreklik olmadığının kontrol edilmesi.	Kontrol edildi.
Damperlerin sıkı mamur ve motorların mekanik hareketinin rahatça yapılabilmesinin kontrolü gerekiyorsa damper sıkı ıklıklarının giderilmesi	Tamamlandı.
Duyargaların kabloları ve hortumlarının yerinde olup olmadığını kontrolü.	Kontrol edildi .
Cihaz çalışırken filtre fark basınç değerinin kontrol edilmesi ve değerinin yüksek olması durumunda filtrenin temizlenmesi.	Temizlendi .
Gider ayırıcılarının çalışması kontrolü, toplarının seviyesi, top hazne temizliğinin yapılması.	Tamamlandı .
Basma fanı kayırginliği kontrolü ve gerekiyorsa değeri.	Değiştirildi .
Basma fanı kayırginlik durumu.	Uygun.
Basma fanı balans durumu, herhangi bir gevreklik, eksenel ayarsızlık olmadığını kontrol edilmesi.	Kontrol edildi, yok.
Dönü fanı kayırginliği kontrolü ve gerekiyorsa değeri.	Değiştirildi.
Dönü fanı kayırginlik durumu.	Uygun.
Dönü fanı balans durumu, herhangi bir gevreklik, eksenel ayarsızlık olmadığını kontrol edilmesi.	Kontrol edildi, yok.
Filtrelerin kontrol edilmesi ve zamanı gelmişse yenilenmesi.	Filtre değiştirildi.
Serpantinlerin temizliği, gerekli ise yüzeylerin ilaçla temizliğinin yapılması.	Temizlik yapıldı.
Kanal bağlantı yerlerinin kontrolü varsa kaçakların giderilmesi.	Kaçaklar yalıtıldı.
Sıcak ve soğuk su giriş hatlarındaki pislik tutucuların sökülüp temizlenmesi.	Temizlik yapıldı .
iki ve üç yollu vanaların tam açma ve kapama kontrollerinin yapılması.	Kontrol edildi.
Basma ve dönü fan motor kontaktör kontak durumlarının kontrolünün yapılması	Kontrol edildi.
Kablo uçlarının gevreklik kontrolünün yapılması.	Kontrol edildi.

4.3.5 İkinci seviye denetim çalışmaları bulgular

Yapılan çalışmalar neticesinde :

1-) Bu amaçla kayıpların daha kesin olarak tespit edilmesi gerekmektedir ancak bunun için daha ileri ölçüm sistemlerine ihtiyaç vardır. Bina düzeyinde ölçüm yapılması ve yüksek enerji tüketen cihazların tüketimlerinin ayrıca ölçülmesi bu bölümde bahsedilen kayıpların tespitine olanak verecektir.

2-) Yapılan ölçümlerle harmoniklerin olması gerekenden yüksek oldu u ve sistemde dengesiz yüklenme oldu u saptanmıştır. Bunların enerji verimliliğine olan olumsuz etkileri gösterilmiştir. Transformatördeki ekstra kayıplar en az %0,18-0,24 mertebesinde dir. Diğer kayıplarla birlikte net olarak tespit edebilmek için ölçü sistemlerinin kurulmasına ihtiyaç vardır.

3-) Oniki senedir faaliyette olan ve 105 kW elektriksel gücü bulunan so utma gruplarının verimliliğine dair herhangi bir ölçümün devreye alma ve işletme amaçlarında alınmadığı görülmüştür. Yapılan ön çalışmada elde edilen sonuçlar, verimin oldukça düşük olduğunu ve aynı kapasitede muadiliyle de işimi için daha üst düzey ölçüm ve analiz çalışmalarının yapılması gerektiğini göstermektedir.

4-) Klima santralinde yapılan çalışmaları ile standartlara ve yönergelere bağlı olarak yapılan önleyici bakım faaliyetlerinin cihazların enerji verimliliğini artırılmasına önemli oranda katkı sağlayacağı anlaşılmıştır.

5-) Sonuç olarak Yerle kede kurulması gerekli otomatik ölçüm sistemleri tespit edilmiştir. Bu ölçüm sistemlerinin ve bunlara ait yazılımların ulusal kaynaklarla sağlanması ayrı bir önem taşımaktadır. Ölçüm sistemlerinden alınan veriler ışığında tesis yöneticisi verimlilik değerlerindeki defisitleri doluluk, kapalı alan gibi tesis içinden elde edebileceği verilerle de erlendirecek ve bina düzeyinde yapacağı ölçümlerle yüksek enerji tüketim noktalarını tespit etmesi çok daha kolay hale gelecektir.

4.4 Yerle kedeki Enerji Tüketen Sistemler ve Bakım Planı

Ayrıca Çizelge 4.25'te bu tesiste bulunan ve enerji tüketen sistemler ve çalışmaları ko ulla rına göre bunların hangi periyotta bakım, test ve ölçümlerinin yapılması gerektiğini sıralanmıştır. Mekanik, elektrik, elektronik, bilgisayar gibi farklı disiplinlerin çalışmaları sa halarına giren her bir cihazın ayrı uzmanlıklar gerektiren bakım prosedürleri vardır. Bu cihazlara yapılacak bakımların enerji verimliliğini ne oranda de i tirdiği ile ilgili yapılmış akademik çalışmalar olmakla birlikte bu alanda henüz yapılması gereken bir çok araştırma vardır.

Ayrıca Yerle kesinde bulunan ve enerji tüketen tüm sistemler incelenerek bunlara ait bir periyodik bakım tablosu oluşturulmuştur. Bu bakımların tümü enerji verimliliğine olumlu yönde katkı yapacak ve aynı zamanda cihazların arızaya geçme,

duru sürelerini kısaltacaktır. A a ıdaki bakım planı LEED Mevcut Binalar İletme ve Bakım Sisteminde ön art olarak istenen İletme ve bakım planının ayrılmaz bir parçasıdır.(Çizelge 4.25) Her bir alt sistem ve cihaz için ayrıca bakım prosedürü olu turulması gerekmektedir.

Çizelge 4.25 : Ayaza aYerle kesi enerji tüketen cihazlar için yıllık bakım planı.

Cihaz ve sistem	Periyot
Sirkülasyon pompaları bakımları	Yıllık
Klima santrali kayı de i imi	Yıllık
De i ken hava hacmi cihazları (vav) kontrol ve ayarları	Yıllık
Havalandırma ızgara temizlikleri, anemostat ayarları	Yıllık
Yüzme havuzu pompaları ve ısı de i tiricileri bakımları	Yıllık
De i ken so utucu hacim cihazı kontrol ve bakımları	Yıllık
Split klima bakımları	Yıllık
Bula ık makineleri bakımları	Yıllık
Elektrik pano bakımları	Yıllık
Kazan bakımları-baca gazı analizi	Yıllık
Klima santrali bakımları	Yıllık
Fan-coil bakımları	Yıllık
Orta gerilim trafosu bakımı ve ölçümleri	ki yılda bir
Makine odasındaki tüm termometre ve basınç sayaçlarının kalibrasyonu	Altı ayda bir
So uk oda kapı contası, sızdırmaz birle im noktalarının termal kamera ölçümleri ve de i imleri	Altı ayda bir
Buzdolapları bakım ve ölçümleri	Altı ayda bir
Kesintisiz güç kayna ı bakım ve ölçümleri	Altı ayda bir
Sirkülasyon pompalarının filtre temizlikleri	Üç ayda bir
Kapalı otopark egzost sistemi bakımı	Üç ayda bir
Mutfak egzost sistemi bakımı	Üç ayda bir
Tüm çama ırhane ölçüm ve bakımları	Üç ayda bir
Kazan brülör ölçüm ve bakımları	Üç ayda bir
Asansör bakım ve kontrolleri	Aylık
Jeneratör bakım ve testleri	Aylık
Otomatik bahçe sulama sistemi bakım ve ayarları	Aylık
Klima santralleri filtre de i imi	ki ayda bir
Güvenlik sistemleri ölçüm ve bakımları	Yıllık
Tüm aydınlatma sistem ve ekipmanları	Yıllık
Bilgi İ lem merkezi ölçüm	Yıllık

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de enerji üretim, iletim ve dağıtım alanlarında olduğu kadar tüketimde de enerji verimliliğini arttırmaya dönük yapılması gereken birçok iş vardır. Toplam enerji tüketiminde önemli paya sahip mevcut binaların işletilmesinde enerji verimliliğinin gözetilmesi gerekmektedir. Ancak mevcut yapıların hacmi büyüdükçe enerji verimliliği konusu karmaşıklaşmakta ve tesis yöneticilerinin konuyu takip ve analiz edebilmeleri için kapsamlı ölçü, bakım ve işletme sistemlerine ihtiyaçları artmaktadır.

Enerji tüketimleri ile ilgili yeterli verinin elde edilmesi kadar elde edilen verilerin analiz edilebilmesi de önem taşımaktadır.

Bu tez kapsamında LEED Mevcut Binalar İşletme Ve Bakım Sisteminden yola çıkılarak tesis yöneticilerine yardımcı yöntemler üretmek, sistemi ülkemize uyarlayarak verimlilik çalışmalarını daha metodik hale getirmek amacıyla çalışmalar yapılmıştır.

Örnek olarak ele alınan Feyziye Mektepleri Vakfı Okulları Ayazapaşa Yerleşkesinde yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Elektrik sisteminde dengesiz yüklenme ve yüksek akım harmonikleri nedeniyle nötr üzerinden akım geçmekte ve kayıplar artmaktadır. Bu durum sadece orta gerilim transformatörü üzerindeki kaybın % 0,18-0,24 aralığında artışına sebep olmaktadır.
- Bakım programının ve prosedürlerinin olmayışı nedeniyle önemli miktarda verimlilik kayıpları söz konusudur. Bir klima santralinde yapılan çalışma aynı çalışmaları bakım öncesi ve bakım sonrası yapılan ölçümlerde, klima santralinin debisinde %17 artış tespit edilirken, çekilen akım değerleri yaklaşık %3 oranında azalmıştır.

- Yerle kedeki so utma gruplarında verim oldukça dü üktür. Dı hava sıcaklı ı 18⁰C ile 26⁰C gibi dü ük sayılabilecek sıcaklıklarda oldu unda dahi ııkı suyu sıcaklı ı tasarım de erine ula amamaktadır
- Tarife analizi yapılarak idari olarak alınabilecek kararlarla elektrik maliyetlerinde % 6,3 oranında tasarruf sa lanabilece i tespit edilmi tir.

Elektrik, mekanik ve mimari projeler ve bunlardan üretilecek mahal alan ve mahal hacim bilgileri ile günlük giri ve ıkı yapan insan sayısı, nem, sıcaklık, rüzgar iddeti, akım, gerilim, harmonik gibi kayıtlı i letme verilerinin olmayı ı enerji verimlili inin temel göstergelerini hesaplamayı zorla tırmaktadır.

Elektrik tesislerinde LEED Mevcut Binalar i letme ve Bakım Sisteminde önerildi i gibi her bir bina için faz ba ına akım, faz ba ına gerilim, harmonik, nötrden geçen akım parametrelerini ölçen sistemlerin tesis edilmesi durumunda hem dengesiz yüklenme ve harmoniklerin yarattı ı kayıplar görülebilecek ve hem de bu kayıpları engellemek için gerekli veri kayıt altına alınabilecektir.

Aynı ekilde yüksek elektrik tüketimi yapan merkezi so utma sistemlerine kurulacak ölçü sistemleri ile bu sistemlerin verimlilikleri sürekli takip edilebilecek ve verimlili in dü mesi ve sistemin enerji maliyetlerinin artması durumunda gerekli önlemler alınabilecektir.

Yerle kede yapılan etüt sırasında yine LEED Mevcut Binalar i letme ve Bakım Sisteminde önem verilen i letme ve bakım planının olmayı ı dolayısıyla ısıtma sistemlerinde meydana gelen kayıplar gösterilmi tir.

Ayrıca okulun tatil oldu u yaz aylarında sadece bir bölümde so utma ihtiyacı var iken so utmanın tek merkezden ve ayırıcılar olmadan yapılıyor olması sebebiyle kullanılmayan yerlerin de so utularak ciddi enerji kayıplarına neden olundu u görülmü tür.

Bu durum i letme ve bakım planının olmayı ının yanında mekanik sistemlerin tasarımında da i letme ihtiyaçlarının göz önüne alınmayı ının ciddi enerji kayıplarına neden oldu unu anlatmaktadır. LEED Sisteminde devreye alma uzmanının i letme ihtiyaçlarını göz önüne alarak mekanik tasarımda gerekli de i iklimleri talep etmesi gerekir.

Bakım uygulamalarının sonuçlarının enerji verimliliği açısından ölçülebilir olması bu konuya verilen önemi arttıracaktır.

Mevcut tesisler için mevzuatımızda verimliliği arttırmaya yönelik birçok adım atılmış olmasına rağmen uygulamada özellikle bakım ve ölçüm konusunda alınması gereken uzun bir yol olduğu görülmektedir. Öncelikli yapılması gerekenler mevcut tesislerde ölçüm sistemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması ve böylece enerji verimliliği göstergelerinin net bir şekilde hesaplanabilmesi şeklinde olarak, bu konudaki farkındalığın artırılmasıdır.

Türkiye’de mevcut binalardaki enerji verimlilik göstergelerini tespit edebilmek ve verimliliği arttırmak için gerekli eylem planını oluşturmak için benzeri çalışmaların hem nitelik ve hem de nicelik olarak çoğaltılması gerekmektedir.

Bu çalışmanın mevcut binalarda tesis yöneticileri alanında çalışan teknik ve idari yöneticilere, işletme ve bakım faaliyetlerinde ölçme ihtiyaçlarının ve parametrelerinin belirlenmesi, verimlilik artırıcı bakım faaliyetlerinin sonuçlarının ölçülmesinde yöntem geliştirilmesi konularında yardımcı kaynak oluşturulması amaçlanmıştır.

Bu tez kapsamında yapılan ve sadece örnek bir tesis üzerinden analizleri içeren tekil çalışma göstermiştir ki; bu alanda tüm binaları kapsayacak detaylı çalışmaların yapılması ve bu çalışmaların sonucunda verimlilik artırıcı işletme ve bakım faaliyetleri için bir rehber dokümanın oluşturulması ülkemizin enerji ekonomisi açısından çok büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

ASHRAE (1996). *ASHRAE GreenGuide; The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings*, Butterworth-Heinemann, Elsevier, London, New York, Oxford, Sydney, Tokyo, ISBN 13: 978-1-933742-07-6.

ASHRAE (2002). *Measurement of Energy and Demand Savings*, ASHRAE Yönerge Proje Komitesi, ASHRAE Standartlar Komitesi 2001-2002, 1791 Tullie Circle NE Atlanta, GA 30329, ISSN 1049-894X.

ASHRAE (2006). *Energy Standart for Buildings Except Low Rise Residential Buildings*, ASHRAE Mevcut Standart Proje Komitesi 90.1, 1791 Tullie Circle NE Atlanta, GA 30329, ISSN 1041-2336.

ASHRAE (2011). *ASHRAE Procedures for Commercial Building Energy Audits*, ASHRAE Teknik Komite 7.6, Atlanta, GA, kinci Baskı, ISBN : 9781936504091

Balarasa Constantinos A., Athina G. Gagliaa, Elena Georgopouloub, Sevastianos Mirasgedisb, Yiannis Sarafidisb, Dimitris P. Lalasb, (2005). *European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings*. Building and Environment 42(3) s: 1298-1314, Group Energy Conservation, Institute for Environmental Research & Sustainable Development, National Observatory of Athens.

Capehart Barney L., Turner Wayne C. ve Kennedy William J., (2006). *Guide to Energy Management*, The Fairmont Press Inc. Lilburn GA 30047, CRC Press Taylor&Francis Group, New York and Basel, ISBN : 0-88173-477-2 Be inci baskı, USA.

Cottrell, Michelle (2011). *Guide To The LEED AP Operations and Maintenance (O+M) Exam*, John Wiley Sons, Inc., Hoboken New Jersey. Green Education Services, ISBN: 978-0-470-60830-2

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, (2012). *Enerji Raporu 2012*, Ankara, s:105,178, ISSN : 1301-6318, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi yayın no : 0021/2012.

EPA Facilities Management & Services Division Office of Administration & Resources Management (2009). *Building Commissioning Guidelines* Environmental Protection Agency Facilities Management & Services Division, 1200 Pennsylvania Avenue, NW Washington, DC 20004

Grondzik, Walter T. (2009). *Principles of Building Commissioning*, Ball State University, John Wiley&Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, ISBN: 978-0-470-11297-7

Krygiel Eddy ve Nies Bradley (2008). *Green BIM Successful Sustainable Design with Building Information Modeling* (s: 16-23), Wiley Publishing, Inc., Canada, ISBN: 978-0-470-23960-5

Passig, David (2011). 2050. Koton Kitap, çeviri Nita Kurrant, ISBN : 978-605-87539-0-7

Sumper Andreas ve Baggini Angelo (2012). *Electrical Energy Efficiency Technologies and Applications*, Barcelona Tech (UPC), Institute for Energy Research Spain, University Bergamo, Italy. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, United Kingdom, ISBN : 978-0-470-97551-0

Taylor, Thomas A. (2011). *Guide to LEED 2009 Estimating and Preconstruction Strategies*, s : 49-50, 99-116, LEED BD+C Alberici Group, Inc, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken New Jersey, USA., ISBN : 978-0-470-53371-0

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2014). *Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü 1 Ekim 2014 itibari ile*, Ankara.

Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (2011). Elektrik Tüketim istatistikleri 2010, Ankara.

USGBC (2014). *LEED v4 for Building Operation and Maintenance*, 1 Ekim 2014 itibari ile güncellenmiş versiyon, Birleşik Devletler Yıllık Bina Konseyi, 2102 L Street NW Suite 500, Washington DC, 20037, USA

USGBC (2008). *LEED 2009 For Existing Buildings Operations And Maintenance*, Birleşik Devletler Yıllık Bina Konseyi, 2102 L Street NW Suite 500, Washington DC, 20037, USA

Url-1 <http://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/operations/projects/poverty_reduction/promoting_energy_efficiency_in_buildings_in_turkey.html> alındı 1 tarih 01.03.2015.

Url-2 <<http://www.co2now.org>>, alındı 1 tarih 29.03.2015.

Url-3

<http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FBelge%2FArz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf>, alındı 1 tarih 16.04.2015.

Url-4 <<http://www.usgbc.org/about>> alındı 1 tarih 21.02.2015.

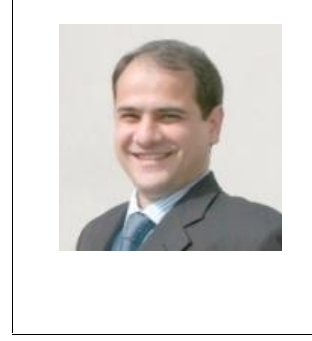
Url-5 <<http://www.usgbc.org/leed>> alındı 1 tarih 28.04.2015

Url-6

http://www.euroventcertification.com/tr/Sertifikal_urunler/Markaya_gore_eri_sim.php?lg=tr&rub=04&srub=03&table_histo=eurovent_modif_donnees_2002&select_program=LCP&select_partic=166&select_marque=TEBA&select_class=LCP+%2F+A+%2F+P+%2F+C+%2F+AC alındı 1 tarih 02.03.2015.

Url-7 <http://triton.elk.itu.edu.tr/~ozcan/Yuksek_Gerilim_Nedir_Kalenderli.pdf> alındı 1 tarih 12.05.2015.

ÖZGEÇM



Ad Soyad : **Murat Karaka**
Do um Yeri ve Tarihi : **Batman-22/02/1977**
E-Posta : **muratkarakas8@gmail.com**

Ö REN M DURUMU:

- **Lisans** : 2001, TÜ Elektrik Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisli i Bölümü

MESLEK DENEY M VE ÖDÜLLER :

2001-2004 yılları arasında Radisson SAS Havaalanı Otelinde i letme ve yenileme faaliyetlerinden sorumlu Teknik Koordinatör olarak görev aldı.

2004-2005 yılları arasında askerlik görevini Erzurum Hava Savunma Taburu'nda Aste men olarak yaptı.

2005-2007 yılları arasında Radisson&SAS Ortaköy Otelinin in aatında proje denetim ve devreye alma ve otelin açılı ndan sonra ise teknik i letme ve yenileme i lerinden sorumlu Teknik Müdür olarak görevini sürdürdü.2007-2010 yıllarında Kempinski Otel Barbaros Bay Bodrum Otel'de Teknik Müdür, 2010-2011 yılları arasında Yapı Kredi Plaza'da Proje Müdürü olarak görev yaptı.

2011 yılından itibaren kurmu oldu u Karaka Mühendislik firmasında Elektrik Mühendisleri Odası Serbest Mü avir ve Mühendis Belgesi ile orta gerilim tesisleri bakım, onarım, kurulum, i letme, bina enerji yöneticili i, devreye alma ve topraklama ölçümleri konularında hizmet vermekte ve teknik danışmanlık yapmaktadır.