T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİYARBAKIR İLİNDEKİ KAMU BİNALARINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ TEKNO-EKONOMİK ANALİZİ

Mehmet BAHADIR

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2016

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİYARBAKIR İLİNDEKİ KAMU BİNALARINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ TEKNO-EKONOMİK ANALİZİ

Mehmet BAHADIR

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2016

Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA danışmanlığında, Mehmet BAHADIR'ın hazırladığı **"Diyarbakır İlindeki Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Tekno-Ekonomik Analizi"** konulu bu çalışma 11/12/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA ……..……..

Üye : Doç. Dr. M. Azmi AKTACİR ……...

Üye : Doç. Dr. Z.Fuat TOPRAK ……...

Bu Tezin Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELERİN DİZİNİ v
1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Amacı 3
1.2. Çalışmanın Önemi 3
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
2.1. Enerji Verimliliği 5
2.2. Türkiye'de Enerji Verimliliğinde Yasal Düzenlemeler 9
2.3. Binalarda Enerji Verimliliği 11
2.3.1. Binalarda enerji performans yönetmeliği 14
2.3.2. Binalarda enerji performansı ulusal hesaplama yöntemi "BEP-TR" 16
2.3.3. Enerji kimlik belgesi (EKB) 16
2.4. Kamu Binalarında Enerji Verimliliği 39
3. MATERYAL ve YÖNTEM 42
3.1. Kamu Binaları Anket Çalışması 42
3.2. Örnek Binanın Enerji Verimliliği Etüt Çalışması 43
3.2.1. Enerji verimliliği etüdü yapılan örnek binanın genel bilgileri 44
3.3. Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi 46
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 50
4.1. Kamu Binaları Hakkında Genel Bilgiler 50
4.2. Kamu Binalarının Anket Verileri 53
4.2.1. Kamu binalarında ısıtma sistemi anket verileri 53
4.2.2. Kamu binalarında soğutma anket verileri 55
4.2.3. Kamu binalarında havalandırma anket verileri 57
4.2.4. Kamu binalarında aydınlatma anket verileri 57
4.2.5. Kamu binalarında diğer cihazların kullanımı anket verileri 58
4.2.6. Kamu binalarında su kullanımı anket verileri 59
4.3. Örnek Bina Enerji Verimliliği Etüt Çalışması Analizi 60
4.3.1. Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü'nün 2013 yılı enerji tüketimleri ve maliyetleri 60
4.3.2. Binanın enerji kimlik sınıfının hesaplanması 63
4.3.3. Nihai enerji tüketimine göre sera gazı emisyon ve sınıfı 64
4.4. Enerji Etüdü Yapılan Örnek Binada Teorik İyileştirmeler 65
4.4.1. Bina yalıtımında iyileştirmeler 65
4.4.2. Bina ısıtma ve soğutma sistemlerinde iyileştirmeler 72
4.4.3. Bina aydınlatma sisteminde iyileştirmeler 75
4.5. İyileştirmelerden Sonra Bina Enerji Sınıfı ve Sera Gazı Emisyon Sınıfının Hesaplanması 80
4.6. İyileştirmelerin Geri Ödeme Süreleri 84
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 86
5.1. Sonuçlar 86
5.2. Öneriler 95
KAYNAKLAR 103
ÖZGEÇMİŞ 106

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİYARBAKIR İLİNDEKİ KAMU BİNALARINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ TEKNO-EKONOMİK ANALİZİ

Mehmet BAHADIR

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA
Yıl: 2016, Sayfa: 106

Dünyadaki enerji talebinin artmasına paralel olarak fosil yakıtların rezervleri azalmaktadır. Günümüzde artan enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için hala fosil yakıtlara bağımlılık devam etmektedir. Sürdürülebilir bir çevre için başta CO_2 olmak üzere bütün yanma ürünü emisyonlarının ve bunun için de fosil yakıt tüketiminin en aza indirilmesi gerekmektedir. Türkiye, enerji talebini kendi kaynaklarından karşılayamaması sebebiyle enerji ithal eden bir ülke konumundadır. Ülkemizde enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımına bakıldığında sanayi tüketiminden sonra evsel tüketim gelmektedir.. Enerjinin son derece sınırlı ve pahalı olması enerji verimliliğini ön plana çıkarmakta ve yasal düzenlemeler gerektirmektedir. Bu doğrultuda, ülke ekonomisinin devamlılığı için enerjinin etkin kullanılması, enerjide tasarruf sağlanması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının teşvik edilmesi yönünde mevzuatın yeniden düzenlenmesine ihtiyaç vardır.Bu tez çalışmasında; Diyarbakır ilinde bulunan 500 m^2 ve üzeri büyüklükteki kamu binalarının enerji performans kriterlerine esas olan yapı ve iklimlendirme özelliklerine yönelik bir veri tabanı oluşturulmuştur. Uygulama binası olarak, veri tabanından seçilen Diyarbakır Rölöve ve Anıtlar Müdürlük binasının mevcut yapısı incelenmiş ve enerji tüketimleri alanlarına göre incelenmiştir. Yapılan analizler neticesinde, enerjiyi daha verimli kullanmak adına gerekli öneriler sunulmuş ve yapılan iyileştirmelerin geri dönüşüm süresi hesaplanmış, ilk durum ve son durum tespitlerine göre bina enerji sınıfı ve emisyon sınıf değerleri karşılaştırılmıştır. Bu sayede bölgedeki diğer kamu binaları için tekrarlanabilir bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır.Tez toplam 6 ana bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde tezin konu, kapsam, amaç ve önemine değinilmiştir. Konuya ilişkin literatür tartışması ikinci bölümde verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışma alanı tanıtılmış ve çalışmanın yöntemi sunulmuştur. Dördüncü bölümde bulgular sunulmuş ve bu bulguların sonuçları tartışılmıştır Beşinci ve son bölümde ise sonuçlar tartışılmış ve çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

ANAHTAR KELİME: Enerji, Enerji Verimliliği, Enerji Tasarrufu, Anket Çalışması, VAP (Verimlilik Artırıcı Proje)

ABSTRACT

MSc Thesis

TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY IN PUBLIC BUILDINGS DİYARBAKIR

Mehmet BAHADIR

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA
Year: 2016, Page: 106

Paralleling to the rice in the world population the fosil based energy sources decrases. Today, the dependency to the fossil based energy sources still goes on. For a sustainable environment, the greenhouse gases emission should be decreased. This means that the consumption of fossil based energy sources should be decreased. Turkey still has dependency to the abroad in energy supply. The domestic energy consumption is still at the top of other consumption followed by the industrial consumption in Turkey. The high energy costs as well as the limited reservoir lead to energy productivity importance. Hence, the related legislations need to be revised in Turkey as well as in many other countries on the world. With the respect of such considerations, the effective use of the energy and using the renewable energy sources should be promoted. In this study, the public buildings larger than 500 m^2 located in the Diyarbakir Province have been examined and then a new database is created according to the essential criterion of construction and acclimatization properties. For application a building of Diyarbakir Directorate of Surveying and Monuments is selected from the database and it is analyzed according to current structure of the building and also the properties of the building which are related to energy consumption is analyzed. As a result, for efficiently use of electricity a required proposal is presented and recycling time of the improvements is calculated. The conditions of first and second cases are compared according to building energy and emission classes. It is hoped that this work will be an easy guide for the future application. The thesis contains five chapters. In the introduction the subject is defined and the goals, importance, and the limitations of the work are presented. The discussion on the existing literature is presented in the next part. In the third chapter of the thesis, description of the study area and the methodology is presented. The data analyses are detailed in the fourth chapter. The results and observations are extracted and discussed in the same chapter. In the last part the study is concluded and several important suggestions are reported.

KEYWORDS: Energy, Energy Efficiency, Energy Saving, Survey, Productivity Enhancement Projects.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresinde bana sağladığı bilimsel destek ve yönlendirme için danışmanım Sayın Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA'ya teşekkür ederim.

Ayrıca, bu çalışmanın ortaya çıkmasında ve her aşamasında tezime yaptıkları katkılardan dolayı Araştırma Görevlisi Yusuf IŞIKER'e, yine bana bilgilerini aktaran Dicle Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden Doç. Dr. Z.Fuat TOPRAK'a teşekkürü borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. 1990-2012 yıllarında Türkiye toplam birincil enerji üretimi ve arzı 7
Şekil 2.2. Enerji Kimlik Belgesi 19
Şekil 2.3. Binalarda ısı yalıtımı yapılabilecek yerler 24
Şekil 2.4. Radyatörden bulunduğu mahale ısı transferi mekanizmalarının şematik gösterimi 27
Şekil 2.5. Termostatik radyatör vanası 28
Şekil 2.6. Binalarda kullanılan yenilenebilir enerjiler (Erkıray 33
Şekil 2.7. Düzlemsel kolektörlü sıcak su sistemi 36
Şekil 2.8. Doğalgaz ile güneş enerjisi kombinazyonu 37
Şekil 3.1. Sosyal yardımlaşma binası ve Diyarbakır rölöve ve anıtlar müdürlüğü (4. kat) 43
Şekil 4.1. Binaya ait 2013 yılı yıllık enerji maliyeti 62
Şekil 4.2. Binanın birim alana düşen enerji tüketim miktarı 62
Şekil 4.3 Bina dış cephe termal kamera analizi 65
Şekil 4.4. PKKP/22 tip radyatör 72
Şekil 4.5. Kazan dairesi 72
Şekil 4.6. Kazan dairesi bağlantı grubu termal kamera analizi 73
Şekil 4.7. Floresan lamba 75
Şekil 5.1. Binaların kullanım alanları 86
Şekil 5.2. Binaların yapım yılı 87
Şekil 5.3. Dış cephe ısı yalıtım durumu 87
Şekil 5.4. Pencere durumları 88
Şekil 5.5 Tesisat boru yalıtım durumları 89
Şekil 5.6. Vana yalıtım ceketi durumları 89
Şekil 5.7. Binalarda enerji verimliliği ve tasarruf tedbirlerinin alınması 90
Şekil 5.8. Binalarda kullanılan ısıtma sistemi 91
Şekil 5.9. Sirkülasyon pompa özellikleri 92
Şekil 5.10. Binalarda kullanılan soğutma sistemleri 93

ÇİZELGELERİN DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. EP değerlerine göre enerji sınıfları 18
Çizelge 2.2. Sektörlere göre toplam seragazı emisyonları (CO2 eşdeğeri), 1990 – 2013 21
Çizelge 3.1. Binanın katlar bazında kullanım amaçları 44
Çizelge 3.2. Müdürlük katı bina genel özellikleri 45
Çizelge 3.3. Sera Gazları Dönüşüm Katsayıları 46
Çizelge 3.4. Yakıtların ısıl değerleri 47
Çizelge 3.5. Birincil Enerjiye Göre Referans Göstergesi (RG) (kWh/m².yıl) 48
Çizelge 3.6. Birincil Enerji Tüketimlerine Göre Enerji Sınıfı (EP) (kWh/m².yıl) 48
Çizelge 3.7. Sera Gazı Referans Göstergesi (SRG) (kg eşd.CO2/m².yıl) 49
Çizelge 3.8. Nihai Enerji Tüketimlerine Göre Sera Gazı Emisyon Sınıfı Endeksi (SEG) (kg eşd. CO_2/m². yıl) 49
Çizelge 4.1. Kamu binalarının teknik özellik analizi 51
Çizelge 4.2. Kamu binalarının bina dış kabuğu ve tesisat sistemlerinin yalıtım analizi 52
Çizelge 4.3. Kamu binalarının enerji verimliliği artırma önlemleri 53
Çizelge 4.4. Kamu binalarının ısıtma sistemi özellikleri 54
Çizelge 4.5. Ana ısıtma ve kontrol sistemi analizleri 54
Çizelge 4.6. Isıtma sisteminde kullanılan ekipmanların özellikleri 55
Çizelge 4.7. Kamu binalarının soğutma sistemi tipleri ve kullanım oranları 56
Çizelge 4.8. Kamu binalarında soğutma iç ünitelerin genel özellikleri ve kullanım oranları 56
Çizelge 4.9. Kamu binalarında havalandırma sistem çeşitleri ve kullanılan cihazları tipleri analiz 57
Çizelge 4.10. Kamu binalarında kullanılan aydınlatma sistemi armatürleri ve aydınlatma otomatik kontrol eleman özellikleri 58
Çizelge 4.11. Kamu binalarında kullanılan elektronik cihaz ve güvenlik sistem analizi 59
Çizelge 4.12. Kamu binalarında su tüketimi alanları ve su tasarrufu analizi 60
Çizelge 4.13. Binaya ait 2013 yılı enerji tüketimi ve maliyetleri 61
Çizelge 4.14. Birincil enerji tüketimlerine göre enerji sınıfı (EP) (kWh/m².yıl) 64
Çizelge 4.15. Nihai Enerji Tüketimlerine Göre Sera Gazı Emisyon Sınıfı Endeksi (SEG) (kg eşd.CO2/m².yıl) 65
Çizelge 4.16. Bina dış cephe termal kamera analizinde resim işaretlerine ait sıcaklık dereceleri 66
Çizelge 4.17. Binadaki yapı elemanlarının yalıtımsız haline göre ısı geçirgenlik katsayıları 68
Çizelge 4.18. Binadaki yapı elemanlarının yalıtımlı haline göre ısı geçirgenlik katsayıları 69
Çizelge 4.19. Yapı elemanlarında sağlanan tasarruf ve toplam tasarruf içindeki ve toplam maliyet içindeki oranları 70
Çizelge 4.20. Yapı elemanlarında sağlanan tasarruf ve maliyet değerleri 71
Çizelge 4.21. Kazan dairesi bağlantı grubu termal kamera analizindeki resim işaretlerine ait sıcaklık dereceleri 73
Çizelge 4.22. Isıtma Soğutma sistemlerinden sağlanan tasarruf ve maliyet değerleri 75
Çizelge 4.23. Aydınlatma sisteminde sağlanan tasarruf ve toplam içindeki oranları 79
Çizelge 4.24. Aydınlatma sisteminde maliyet ve toplam içindeki oranları 80
Çizelge 4.25. Binada yapılan iyileştirmelerin tasarruf karşılığı ve kalan nihai enerji tüketimleri 81
Çizelge 4.26. Binada yapılan iyileştirmelerden sonra enerji sınıfı ve sera gazı emisyon sınıfının hesaplanması 83
Çizelge 4.27. Yenilemelerin parasal olarak doğalgaz, elektrik tasarrufu karşılıkları ve geri ödeme süreleri 85
Çizelge 5.1. Sistem alternatifleri özet sonuçları 94

SİMGELER DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
BEP	Binalarda Enerji Performansı
BEP-TR	Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yönetmeliği
CEMEP	Avrupa Elektrik Makinaları Üreticileri Komitesi
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
EV	Enerji Verimliliği
ESCO	Enerji Servis Şirketleri
EP	Birincil Enerji Tüketimlerine Göre Enerji Sınıfı
EİE	Elektrik İşleri Etüd İdaresi
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
ENVER	Enerji Verimliliği
EVD	Enerji Verimlilik Danışmanlık
EVKK	Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu
EU-EPBD	Avrupa Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği
EKB	Enerji Kimlik Belgesi
EFF1	Yüksek Verimli Motorlar
EFF2	Verimli Motorlar
EFF3	Düşük Verimli Motorlar
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
HVAC	Isıtma, Soğutma, Havalandırma ve İklimlendirme
RG	Birincil Enerjiye Göre Referans Göstergesi
REPA	Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
SEG	Nihai Enerji Tüketimlerine Göre Sera Gazı Emisyon Sınıfı Endeksi
SRG	Sera Gazı Referans Göstergesi
VRF	Değişken Soğutucu Akışkan Debisi
VAP	Verimliliği Artırıcı Projeler
YE	Yenilenebilir Enerji
YEM	Yapı Endüstri Merkezi
ZEVI	Almanya Elektik Endüstrisi İşbirliği

1. GİRİŞ

Enerji tüketimi günümüzde, nüfus artışı gelişen yaşam standardı ve enerji gereksinimleri cihazların artışı ile tüm dünyada hızla yükselmektedir. Tüketilen enerjinin büyük bir bölümünü oluşturan fosil yakıtlar atıkları ile çevreyi ve ekolojik dengeyi tehdit eder boyutlara ulaşmıştır. Enerjiyi verimli kullanmak, kayıpları dolayısıyla atıkları, çevreye olan zararı ve ekonomik boyutunu minimize eder. Ülke ekonomisine büyük kazanç sağlar.

Ülkemizde nüfus artışı ve göç nedeniyle konut ihtiyacının plansız şekilde karşılanmasını esas alan bir yapılaşma politikası izlenmiştir. Bina üretimleri ilk yatırım maliyetlerinin düşük olması yaklaşımı ile yapılmış, binaların kullanım ömürleri boyunca enerji ve bakım maliyetleri dikkate alınmamıştır. Bu nedenle ısıtma ve soğutma amaçlı enerji giderleri, ticari binaların ve kamu kurumlarının işletme giderlerinde ve ailelerin bütçesinde her geçen gün artan enerji fiyatları ile bir yük oluşturmaktadır.

Türkiye'nin önceliği, yatırımdan çok tasarruf ve enerjinin etkin kullanımı olmalıdır. Asıl yatırım yapılması gerek saha ise enerjinin verimli kullanımını destekleyen teknolojilerdir. Binalarda uygulanacak çeşitli teknikler ve alınacak çeşitli tedbirlerle büyük miktarlarda enerji tasarrufu yapılabileceği, dolayısıyla enerji verimliliğini iyileştirilebileceği bugüne kadarki uygulamalarda görülmüştür. Isı yalıtımı, verimli cihaz kullanımı ve otomatik kontrol sistemiyle enerjiden minimum %50 tasarruf yapmak mümkündür (Karakoç ve ark., 2011).

15 Şubat 2008 ve 26788 sayılı resmi gazetede yayınlanan 2008 Enerji Verimliliği Yılı Başbakanlık genelgesine göre en önemli enerji kaynağı olan petrol ve kömür gibi fosil yakıtlar hızla tükenmektedir. Enerji üretim ve tüketim süreçlerinde ortaya çıkan sera gazı emisyonları küresel ısınma ve iklim değişikliğin en önemli nedenleri

arasındadır. Enerji arz güvenliğinin sağlanmasında %73'ler seviyesinde olan dışa bağımlılık oranımız ve bundan kaynaklanan risklerin azaltılmasında, enerjinin üretimden kullanımına kadar olan süreçte verimliliğin artması, israfın önlenmesi ve enerji yoğunluğunun azaltılması büyük bir önem taşımaktadır.

Bir ülkenin kullandığı enerjinin artması, o ülkenin gelişmişliğini ve sanayisinin güçlülüğünü göstermektedir. Dünyada enerji kaynaklarının tükenebilirliliği ve küresel ısınma gibi sorunlar ülke enerji politikalarını daha dikkatli planlamaya(yerli kaynak kullanımı, enerjide dış ülkelere bağımlılık, temiz enerji ve çevre/sağlık politikaları uygulamaları, sürdürülebilir olması, fiyat politikaları) ve ekonominin enerjiye olan bağımlılığını azaltmak her zaman dünya ülkelerinin ortak hedefleri arasında yer alacaktır.

Bölgede yaygın kamu alanlarında başta ısı yalıtımı olmak üzere, ısıtma ve/veya soğutma, havalandırma ve sıhhi sıcak su sistemlerinin enerji verimlilik esaslarını uygulayarak, enerjinin etkin ve verimli kullanımı ile ilgili yapılacak yatırım ve girişimlerin, Bölge'de yaşam kalitesine ve istihdama katkısı olması beklenmektedir.

Bu nedenle tez çalışmasında, uygulama yöresi olarak GAP Bölgesi'nde en fazla kamu binasına sahip illerin başında gelen Diyarbakır ilindeki 500 m² ve üzeri büyüklükteki binalarda yalıtım, ısıtma-soğutma, havalandırma, aydınlatma enerji tüketimleri ve su tüketimlerine yönelik veri tabanı oluşturulmuş ve veri tabanından seçilen Diyarbakır Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü binasının mevcut yapısı incelenmiş ve enerji tüketimleri alanlarına göre hesaplanmıştır. Kamu binalarında enerji verimliliği durum tespiti ve ön etüt çalışmaları ile bina enerji performansının arttırılmasına yönelik ortak tedbirlerin belirlenmesi hedeflenmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Ülkemiz cari açığının en büyük nedeni olan enerjide dışa bağlılığa çare aramak ve en önemli adımı özellikle kamu binalarında, enerji tasarrufu sağlayacak ve projeler üretip hayata geçirmek ulusal bir amaç halini almış durumdadır.

Bu tez çalışmasının amacı, Diyarbakır ilinde bulunan kamu binalarında en çok enerji tüketen kalemlerin tespit edilmesi, etkin bir enerji yönetimiyle, konfor, servis ve verimlilik standartları sağlamak, geliştirmek, enerji kullanımının ve enerji giderlerini mümkün olduğunca düşük tutmaya yönelik alternatifler sunmaktır. Bununla birlikte ilgili merci ve makamları ise bu binalarda enerji verimliliği ve enerji tasarrufuna yönelik bilinçlendirmektir.

1.2. Çalışmanın Önemi

Devlet tarafından kullanılan hizmet binalarına ve konutlara yönelik geniş kapsamlı bir enerji tasarrufu programı başlatılmalıdır. İlk çalışmaların devlet sektöründen başlatılması, devletin enerji harcamalarının azaltılmasını sağladığı gibi kamuoyu için olumlu örnek teşkil edecektir.

Bu temel ilkelerden yola çıkarak; GAP bölgesinin kamu kuruluş ve tesislerinde, konfor koşulları için gerekli minimum enerji miktarı tespiti ve bu enerji miktarının üstünde enerji kullanılmamasını amaçlayan projeler üretilip, elektrik ve ısı enerjisi tasarrufu sağlanacak ve tüm topluma örnek olacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Binaların enerji verimliliğinin iyileştirilmesi konusunda ülkemizde de son yıllarda hızla gelişen bir sektör söz konusudur. Sponsorlar desteği ile iyileştirme yapılmış bazı okul, yurt binaları mevcuttur. Ankara'da Çocuk Esirgeme Kurumuna ait bir yurtta yapı elemanlarının yalıtımı ile yapılan iyileştirme, bir senelik izlenme ardından % 55'i aşkın ısıtma amaçlı enerji tüketiminin azalması ile sonuçlanmıştır. Diğer yandan örnek teşkil etmesi amacıyla son birkaç yıldır genellikle de bazı belediyeler ve üniversiteler, hatta özel sektör tarafından "sıfır" enerjili veya düşük enerjili yeni binalar yapılmakta ve tanıtılmaktadır. GAP Bölgesi'nde ise; Diyarbakır belediyesine ait böyle bir bina AB desteği ile yapılmış olup, ziyaretçi merkezi olarak kullanılmaktadır. Ziyaretçilere bilgi ve dokümantasyon verilmektedir. Bu merkez birçok yerel yöneticiye daha büyük çaplı projeler için ilham vermektedir. Ayrıca bölge üniversitelerinde de binalarda enerji verimliliği teknolojileri ile ilgili tez çalışmaları yürütülmektedir. Bölgede binaların genellikle yalıtımsız olması ve ısı transferi açısından dirençli olmayan yapı kabuğu ve mimarisi seçilmesi nedeniyle soğutmada enerji tüketimi çok önemli seviyelere yükselmektedir. Üstelik bu binaların yazın soğutulmasında merkezi sistemler yerine çoğunlukla split klimalardan yararlanılmaktadır. Kamu binaları dahil hemen hemen bütün binaların yüzeyinde çok sayıda split klima dış ünitesi görmek mümkündür.

Türkiye, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasına yönelik küresel çabalara kendi özel koşulları ve imkânları çerçevesinde katkıda bulunmak ve enerji sektöründe telaffuz edilen referans senaryoya göre %7'lik salım sınırlamasını sağlayabilmek ve uzun vadede 2020 yılına kadar toplam elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji payını %25'e çıkarabilmek amacıyla "Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi"ni hazırlamış ve Strateji Yüksek Planlama Kurulu tarafından 3 Nisan 2010 tarihinde onaylanmıştır. Söz konusu strateji dökümanında; enerji sektörüne yönelik stratejilerin büyük bir çoğunluğunun; binalar sektöründe enerji verimliliği önlemleri olduğu görülmektedir.

Türkiye'deki yaşam kalitesinin gelişmiş ülkelerdeki seviyelere yaklaştırılabilmesi için enerji ihtiyaçlarının planlı bir şekilde karşılanması kaçınılmazdır. GAP Bölgesi'nin belirtilen doğrultudaki yüksek yaşam standardı ve düşük enerji tüketim yoğunluğu hedeflerine ulaşmada, zaman kaybetmemesi gerektiği de aşikardır. 2008 de açıklanan GAP Eylem Planın da, örnek ve öncü uygulamalarla, Güney Doğu Anadolu Bölgesinde ekonomik gelişme, rekabet edebilirlik ve istihdamın arttırılmasında, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğinin bir araç olarak kullanılmasını öngörmektedir.

2.1. Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği; enerjide arz güvenliliğinin sağlanması, dışa bağımlılıktan kaynaklanan risklerin azaltılması, enerji maliyetlerinin sürdürülebilir kılınması, iklim değişikliği ile mücadelenin etkinliğinin artırılması ve çevrenin korunması gibi ulusal stratejik hedefleri tamamlayan anlamına gelir. Enerji tasarrufu ise enerji ve eneri kaynaklarının verimli olarak değerlendirilmesi amacıyla kullanıcılar tarafından alınan tedbirler sonucunda belirli bir miktardaki üretimi ve hizmeti gerçekleştirmek için her aşamada harcanan enerji miktarında sağlanan azalmayı sağlamaktadır.

Niçin Enerjiyi Verimli Kullanmalıyız?

- En önemli enerji kaynağı olan petrol ve kömür gibi fosil yakıtlar hızla tükeniyor.
- Enerji üretim ve tüketim süreçlerinde ortaya çıkan sera gazı emisyonları, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin en önemli nedenlerindendir.
- Kullandığımız enerjinin yaklaşık %70'ini yurtdışından döviz ödeyerek satın alıyoruz.
- Evimizde ve ulaşımda tükettiğimiz enerjinin faturası aile bütçemizin en önemli kalemlerindendir.

Enerji faturalarımızı düşürmek ve aile ekonomisi katkıda bulunmak ve en önemlisi ise; ülkemizin enerjide dışa bağımlılığını azaltmak ve gelecek nesillere yaşanılabilir bir çevre bırakmak için enerjiyi verimli kullanmamız gerekir.

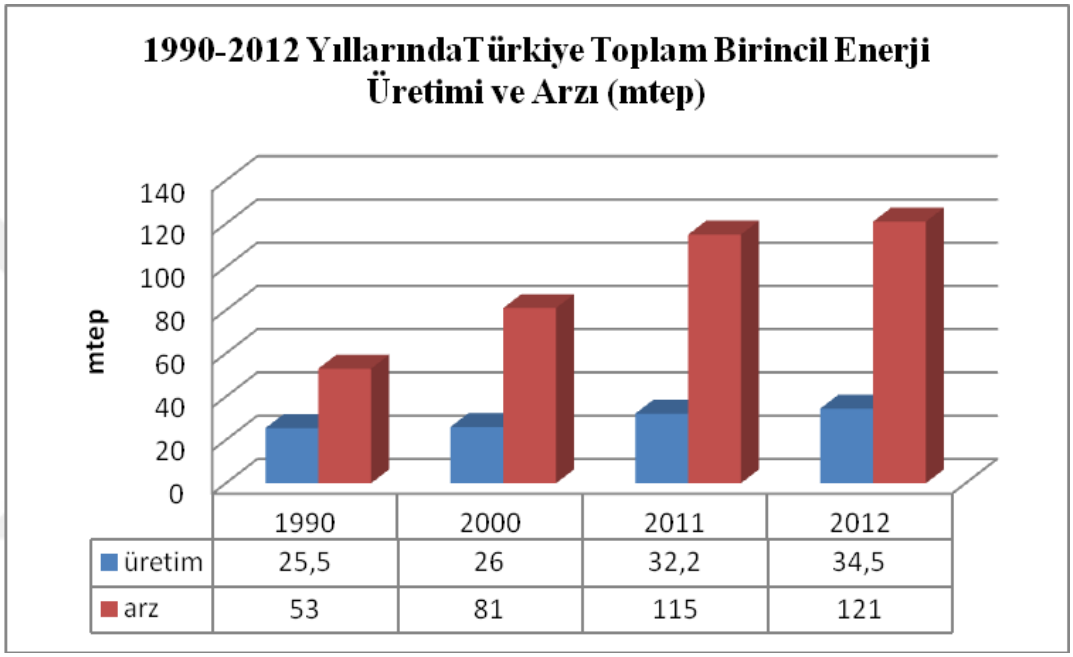
Enerji verimliliği kavramı, günlük hayatımızda olduğu kadar bu enerjinin çok önemli bölümünü kullanan binalarda da hayati önem taşımaktadır. Isıtma, aydınlatma ve ulaşım ihtiyaçlarımızı karşılarken, elektrikli ev eşyalarımızı kullanırken, kısacası günlük yaşantımızın her safhasında enerjiyi verimli kullanmak suretiyle, ihtiyaçlarımızdan kısıtlama yapmadan aile bütçesine, ülke ekonomisine ve çevremizin korunmasına katkı sağlamamız mümkündür.

Sürdürülebilir enerji politikaları üretmede, Türkiye'nin önünde duran en önemli yollardan biri de enerjiyi daha verimli kullanmaktır. Türkiye'nin enerji yoğunluğu ortalaması AB ülkelerinin yaklaşık iki buçuk, OECD ülkelerinin ise yaklaşık iki katıdır. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE), Türkiye'deki enerji tasarrufu potansiyelinin en az %30 olduğunu ifade etmektedir (Anonim, 2008).

Enerji verimliliği alanında hazırlanan ve 2004 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından benimsenen ilk çalışma "Türkiye Enerji Verimliliği Stratejisi"dir. Türkiye Enerji Verimliliği Stratejisi'nin genel hedefi nihai enerji tüketim sektörlerinde enerji verimliliğini iyileştirmektir. Bu stratejide sanayi, bina, ulaşım ve hizmet sektörlerinde enerji verimliliğinin artırılması ve yerli kaynakların optimum kullanımı hedeflenmektedir. Bunun için ilgili kurum ve kuruluşlar ile birlikte planlanan bütünleşik işbirliği mekanizmaları önerilmektedir (Anonim, 2008).

Yaşanan yüksek ekonomik gelişme ve artan refah seviyesinin sonucu olarak, Türkiye'nin enerji sektörünün her alanda hızlı bir talep artışı olduğu gözlenmektedir. 1998-2008 döneminde Türkiye'nin toplam nihai enerji tüketimindeki yıllık ortalama artış oranı %3,81'dir. Aynı dönem için yıllık ortalama artışların sanayi sektöründe %3,56; konut sektöründe %3,49; ulaştırma sektöründe %4,07 hizmet sektöründe ise %7,44 civarında olduğu görülmektedir. Bireysel araç kullanımının artmasından ve hizmet sektöründeki yatırımlardan dolayı son on yılda kaydedilen en büyük artışların bu iki sektörde olduğu dikkat çekmektedir (EİE, 2012).

1990-2012 yılları arasındaki yirmi iki yılda toplam birincil enerji üretimi, %35 oranında artarak, 25.478 bintep'ten 34.467 bintep düzeyine yükselmiştir. Bu dönemdeki toplam birincil enerji arzı ise %128 veya 2,3 kat artmıştır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2013).



Şekil 2.1. 1990-2012 yıllarında Türkiye toplam birincil enerji üretimi ve arzı (Genel Enerji Denge Tabloları, ETKB)

Bu veriler enerji kaynakları bakımından dışa bağımlılığımızın gittikçe arttığını göstermektedir. Enerji kaynakları bakımından dışa bağımlılığımızın minimize edilmesi için en kolay yol ısı yalıtımıdır.

Ülkemizde 2030 yılına kadar enerji verimliliğinin iyileştirilmesi halinde imalat sanayisinde 94 Milyon Tep (%22), konut sektöründe 32,2 Milyon Tep (%47), ve ulaştırma sektöründe 22,4 Milyon Tep (%38) olmak üzere toplam 64,1 Milyon Tep (%36) enerji tasarrufunu sağlanması öngörülmektedir (Yapı Endüstri Merkezi (YEM), 2012).

Bu potansiyelin değerlendirilmesi ve enerji verimliliğinin arttırılmasıyla Enerji Verimliliği Kanunu 2007 yılında ve bu kanuna dayanılarak Enerji Tabii ve Kaynaklar Bakanlığımız tarafından hazırlanan Enerji Kaynaklarının ve Enerji Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Ait Yönetmelik ise 2008 yürürlüğe girmiştir.

Enerji verimliliğinin en önemli göstergelerinden birisi enerji yoğunluğudur. Enerji yoğunluğu, GSYİH (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla) birincil enerji miktarını temsil eden ve tüm dünyada kullanılan bir göstergedir. Genellikle 1000 Dolarlık hasıla için tüketilen TEP (ton eşdeğer petrol) miktarı, uluslar arası yayınlarda enerji yoğunluğu göstergesi olarak tercih edilmektedir (Karakoç ve ark., 2011).

25 Şubat 2012 Cumartesi ve 28215 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan, 20/2/2012 tarih ve 2012/1 karar no ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı koordinatörlüğünde kamu, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının katılımları ile hazırlanan ekli "Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023"nin kabulüne, karar verilmiştir (www.eie.gov.tr /duy, 2013).

Bu belge ile sonuç odaklı ve somut hedeflerle desteklenmiş bir politika seti belirlenmesi ve hedeflere ulaşmak için yapılması zorunlu eylemlerin, bu eylemlerin yerine getirilmesinden sorumlu kuruluşlarla birlikte tanımlanması; kamu kesimi, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının katılımcı bir yaklaşımla ve işbirliği çerçevesinde hareket etmesinin sağlanması amaçlanmıştır. Belge ile 2023 yılında Türkiye'nin GSYİH başına tüketilen enerji miktarının (enerji yoğunluğunun) 2011 yılı değerine göre en az %20 azaltılması hedeflenmektedir.

Ülkemizin, özellikle petrol ve doğalgazda yerli kaynaklarının artan enerji talebimiz ile karşılaştırıldığında göreceli olarak azlığı petrol ve doğalgazda enerji ithalatını beraberinde getirmektedir. Mevcut durumda ülkemizin ithal bağımlılık oranı yüzde 73 seviyesindedir. Bu bağlamda ülkemizin enerji arzında kaynak, teknoloji ve altyapı çeşitlendirilmesinin artırılmasına büyük önem verilmektedir (ETKB, 2010).

Kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlı ürünlerin yüzyıllardır yakılması sonucunda atmosferde her geçen gün biraz daha artmaktadır. Bunun sonucunda küresel ısınma ve iklim değişikliği meydana gelmektedir.

Enerji tasarrufu yapılmadığı ve enerji kullanımında verimlilik konusunda yeterli uygulamalar geliştirilmediği takdirde ülkemizde ekonomi ve cevre sorunlarının yoğun olarak yaşanacağı açıktır.

Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi enerji açısından iki ayrı göstergeyle izlenebilir. Bunlardan biri kişi başına enerji tüketimidir, diğeri ise enerji yoğunluğudur. Kişi başına enerji tüketiminin yüksek olması, hem ülkedeki ekonomik faaliyetlerin yüksek olması hem de refah düzeyinin yüksekliğini gösterir. Bir ülkenin enerji yoğunlu ne kadar düşükse, o ülkede birim hasıla üretmek için harcanan enerji de o kadar düşük demektir ki, buda enerjini verimli kullanıldığına işarettir (Karakoç ve ark., 2011).

Bu anlamda sürdürülebilir kalkınmanın öneminin arttığı günümüzde, enerji verimliliğine yönelik çabaların değeri de aynı oranda artmaktadır. Bu çerçevede enerji üretimi ve iletiminden nihai tüketime kadarki bütün aşamalarda enerji verimliliğinin geliştirilmesi, bilinçsiz kullanım ve israfın önlenmesi, enerji yoğunluğunu gerek sektöre gerek makro düzeyde azaltılması ulusal enerji politikamızın öncelikli ve önemli bileşenlerindendir.

2.2. Türkiye'de Enerji Verimliliğinde Yasal Düzenlemeler

Ülkemiz uzun yıllardır enerji açığını ithal kaynaklarla(kömür, petrol, doğalgaz v.b) kapatmaya çalışmaktadır. Bu durum hem enerjide dışa bağımlılık hem de sera gazlarının (CO_2) salınımlarının artmasına neden olmaktadır. Bunun önüne geçmek amacıyla, ülkemiz kendi enerji kaynaklarını portföyüne katmak ve enerjide arz güvenliğini sağlamak için birtakım politikalar geliştirmek zorunda kalmış ve aşağıda belirtilen yasal mevzuatlara başvurmuştur.

1) 1980 Enerji Tasarrufu çalışmaları, (EİE) Elektrik İşleri Etüd İdaresi tarafından başlamıştır.
2) 1988-1991 yılları arasında enerji politika ve program çalışmalarına ağırlık verilmiştir.
3) 1992 yılında Ulusal Enerji Tasarrufu Politikası Merkezi kuruldu.
4) Kasım 1995, Sanayide Enerji Yönetimi Yönetmeliği
5) 2000 yılında TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı ve Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği
6) Nisan 2004, Türkiye'de Enerji Verimliliği Stratejisi
7) Nisan 2007, 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu
8) Ekim 2007, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı , "Tanıtma ve Kullanım Klavuzu Uygulama Esaslarına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik"
9) Aralık 2008,Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği
10) 2008 ENVER yılı
11) 2008, Enerji Verimliliği Hakkında Başbakanlık Genelgesi
12) Nisan 2008, Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaşılmasına İlişkin Yönetmelik
13) Haziran 2008, Ulaşımda Enerji Verimliliğin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik
14) Ağustos 2008, Kamuda Akkor Flamanlı Lambaların Değiştirilmesi Hakkında Başbakanlık Genelgesi
15) Ekim 2008, Enerji Kaynaklarının ve Enerji Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına İlişkin Yönetmelik
16) Ekim 2008, Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği
17) Ekim 2008, Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde Enerji Verimliliği Eğitim, Etüt ve Danışmanlık Hizmetlerinin Desteklenmesi Hakkında Yönetmenlik
18) Şubat 2009, 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu Kapsamında Yapılacak Yetkilendirmeler, Sertifikalandırmalar, Raporlamalar ve

Projeler Konusunda Uygulanacak Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ, Sayı:2

19) Temmuz 2009, (EVD) Enerji Verimlilik Danışmanlık firmalarının yetkilendirilmesine başlandı.
20) Aralık 2010, Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği revize edildi.
21) Aralık 2010, EVD firmalarının yetkilendirilmesi ve destek başvuruları 2011 sonuna kadar durduruldu.
22) Ocak 2011, Binalarda Enerji Kimlik Belgesi uygulaması başladı.
23) Şubat 2011, Enerji Verimliliği Stratejisi Belgesi taslağı Enerji Verimliği Koordinasyon Kurulu'nda (EVKK) onaylandı.
24) Ekim 2011,Enerji Kaynaklarının ve Enerji Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına İlişkin Yönetmelik değişti.
25) Kasım 2011, (EİE) Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü kapatıldı.
26) Şubat 2012, Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023

2.3. Binalarda Enerji Verimliliği

Binalarda enerji tüketimi, bina kullanıcıları için gerekli konfor değerlerini sağlayacak ısıtma, soğutma, havalandırma ihtiyaçları ile aydınlatma enerji tüketimini etkileyen bina parametrelerine dayanmaktadır. Sürdürülebilir bir tasarım için, bina enerji ihtiyacını ortaya koyan bu parametrelerin belirlenmesi ve kontrol edilmesi öncelikli önem taşımaktadır.

Avrupa Parlementosu ve Konseyi (2002), 16 Aralık 2002 tarihinde yayınlanan ve 4 Ocak 2003 yılında uygulamaya konulan Avrupa Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nde (European Directive on Energy Performance of Buildings-EPBD) ulusal mevzuatlara dâhil edilmesi üzerinde durulmuştur. Enerji tüketiminin ve küresel ısınmaya etki eden sera gazlarının azaltılması amacıyla tüm dünyada binalarda enerji performansının arttırılması yönündeki çalışmalar ivme kazanmıştır. Avrupa

Parlamentosu ve Konseyi'nin Binalarda Enerji Performansı Direktifi - 2002/91/EC uyarınca, binalarda enerji verimliliğini etkileyen bir dizi faktörün dikkate alınması zorunlu kılınmıştır.

Binaların enerji performansının belirlenmesi için uygun hesaplama yönteminin belirlenmesi.

- Yeni yapılacak binalar için minimum enerji verimliliği ölçütlerinin belirlenmesi.
- Mevcut ve yeni yapılan binalar için enerji verimliliği sertifikası düzenlemesi.
- Isıtma ve soğutma sistemlerinin düzenli kontrolü.

Ülkemizi de doğrudan etkileyen bu direktif, binalarda sadece ısıtma kaynaklı enerji tüketiminin değil; aynı zamanda, soğutma, kullanım sıcak suyu ve aydınlatma sistemlerine yönelik enerji tüketimlerinin de göz önüne alınmasını öngörmektedir. Bu kapsamda; ülkemizde atılan en önemli adımlardan biri 'Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nin hazırlanmasıdır. 5/12/2008 tarihli 27075 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan ''Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'' uyarınca toplam kullanım alanı 1000 m²'nin üstünde yer alan binalar için enerji kimlik belgesi düzenlenmesi öngörülmüş ve bu yönetmelikte;

- Birincil Enerji Tüketimine Göre Enerji Sınıfları
- EP: Enerji Performansı göstergesi (Kwh/m²-yıl) cinsinden
- Nihai Enerji Tüketimine Göre Sera Gazları Emisyon Sınıfları ise
- SEG: Sera Gazı Emisyonu göstergesi (kg eşd.CO_2/m².yıl) cinsinden tanımlanmıştır.(Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 2008).

Binaların enerji performansı açısından derecelendirilmesine olanak sağlayan bu yönetmelik (BEP-TR); EU-BEPD tarafından tüm üye ülkelerde uyarlanması istenen temel çerçeveye uygun olarak hazırlanmıştır.

EU-BEPD'nde temel amaç; binalarda klasik kaynaklardan sağlanan enerji tüketimini, konfor şartlarından ödün vermeden, minimum seviyeye indirmektir. Diğer bir ifadeyle; binanın enerji performansını yükseltmektir. Bina enerji performansı; binanın standart kullanımının getirdiği farklı ihtiyaçları karşılamak üzere, fiili olarak harcanan veya harcanacağı tahmin edilen, ısıtma, sıcak su, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve diğer bazı ihtiyaçların giderilmesi ile ilgili hizmetler için harcanan enerji miktarı olarak tanımlanmaktadır. Bu miktar, yalıtım, teknik ve tesisatla ilgili özellikler, iklim özelliklerine bağlı tasarım ve konumlanma, güneşe maruz kalma ve çevredeki yapıların etkisi, kendi enerjisini üretme ve iç mekân iklimi gibi enerji talebini etkileyen diğer faktörleri de dikkate alarak hesaplanan bir veya daha fazla sayısal veriden oluşmaktadır.

EU-BEPD, bu miktarın hesabı ve sertifikalandırılması amacıyla; bütün üye ülke hükümetlerinin ortak bir metodoloji uygulamasını öngörmektedir (http://www.epbd-ca.org/, 2015).

Ortak metodoloji için uyulması zorunlu genel bir çerçeve belirlenmekle birlikte; direktifin uygulanma adımları ile ilgili üye ülkelere geniş bir esneklik sağlanmıştır.

Bunun nedeni; AB kapsamındaki ülkelerin iklim, ısıtma-soğutma gereksinimleri, inşa edilen ev ve bina tipleri ve yönetmelik kültürleri arasındaki fark bulunmasıdır. TR-BEPY bu bağlamda hazırlanmış olup; bir taraftan ortak metodoloji genel çerçevesine uygun noktaları içermekte, diğer taraftan uygulama adımları açısından ulusal koşulları göz önüne almaktadır.

GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı tarafından UNDP teknik desteği ile "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi kapsamında yürütülen "Karbon Nötr Otel" projesi ile GAP Bölgesi'nin turizmde öncelikli illeri olan Şanlıurfa, Mardin, Diyarbakır ve Gaziantep'te üç tane otel binası üzerinde yapılan yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği çalışması yapılmış.

Her bir otel için hazırlanan enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji teknolojilerini içeren salım azaltım önlemleri için teknik ve finansal analizler yapıldı, fayda/ maliyet oranları ortaya kondu. Genel olarak aydınlatma, frekans kontrollü pompa uygulamaları, enerji izleme sistemleri ve güneş kollektörü uygulamalarının 1-3 yıl arasında yatırımlarını geri ödedikleri, fotovoltaik güç sistemleri, kojenerasyon gibi teknolojilerin ise 5-8 yıl aralığında yatırım geri dönüş süreleri olduğu hesaplandı (Demir, 2014).

Bu doğrultuda 9/10/2008 tarihli ve 27019 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği yürürlükten kaldırılmış ve 5/12/2008 tarihli 27075 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan ''Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'' yürürlüğe girmiştir (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2008).

2.3.1. Binalarda enerji performans yönetmeliği

2008 yılında yayınlanan Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğine göre yeni ve mevcut 1000 m²'nin üzerinde olan binaların Enerji Kimlik Belgesini almasını yasal olarak zorunlu kılmaktadır. Binalarda Enerji Kimlik Belgesi alabilmek için bina enerji performanslarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu yönetmeliğin amacı;

- Bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesini
- Birincil enerji ve karbondioksit (CO_2) emisyonu açısından sınıflandırılmasını,
- Yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gereklerinin belirlenmesini
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliliğinin değerlendirilmesini
- Isıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü
- Sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını

- Binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini
- Çevrenin korunmasını düzenlemektir.

BEP Yönetmeliği, mevcut ve yeni yapılacak konut, ticari ve hizmet amaçlı kullanılan binalarını kapsamaktadır. Bir takım önlemler alınarak; binalarda enerji verimliliği sağlamanın yollarını aramaktadır.

- Mimari tasarım
- Isı yalıtım
- Mekanik tesisat
- Otomasyon
- Aydınlatma
- Yenilenebilir enerji kullanımı
- Kojenerasyon sistemler

Kapsamı ise;

- 1000 m²'nin üzerinde kullanım alanına sahip binalarda; elektrik, ısı ve sıhhi sıcak su ihtiyacının kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim imkânlarının araştırılarak, ekonomik yapılabilirliği olan uygulamalara
- Mevcut ve yeni yapılacak binaların performans kriterlerine uygunluğunun belirlenerek enerji kimlik belgesinin hazırlanmasıdır.
- Bilinçlendirme ve eğitim faaliyetleri.

Türkiye ile Almanya arasında Teknik İşbirliği çerçevesinde Binalarda Enerjinin Etkin Kullanımı alanında "Binalarda Enerjinin Verimli Kullanılması-Erzurum İlinde Uygulama" adlı proje Kasım 2002'de başlatılmış, proje 2005 yılında sona ermiştir. EİE/UETM, Alman Teknik İşbirliği Kurumu (GTZ) ve Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından yürütülecek proje, çeşitli bina etütleri, eğitim programları, yasal düzenleme ihtiyaçlarının belirlenmesi, belediyelerde danışmanlık merkezlerinin oluşturulması gibi birçok faaliyetleri kapsamaktadır (http://www.yegm.gov.tr/projeler/uls_verimlilik.aspx, 2015).

2.3.2. Binalarda enerji performansı ulusal hesaplama yöntemi "BEP-TR"

Bugün, tüm Avrupa Birliği ülkeleri ulusal bina enerji performansı sertifikasyon sistemlerini, EPBD Avrupa Birliği direktifine göre, oluşturmakta ve geliştirmektedirler. Türkiye'de konu ile ilgili, bina enerji performansı sertifikasyonu için yeni bir düzenleme oluşturmak amacıyla 2008 yılı Aralık ayında "Bina Enerji Performansı Yönetmeliği" ulusal hesaplama modeli sürecini tanımlamak amacı ile yayınlanmış (BAYINDIRLIK VE İSKÂN BAKANLIĞI, 2008). Ulusal hesap metodu BEP-TR ise Aralık 2009'da tamamlanarak 7 Aralık 2010 tarihli Resmi gazetede yayınlanmıştır.

BEP-TR; Bina ısıtma ve soğutma net enerji ihtiyacının hesaplanması, aydınlatma yüklerinin belirlenmesi ve bina net enerji ihtiyacını karşılayacak mekanik sistemler ile birlikte enerji tüketim değerinin hesaplanması olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

BEP-TR Nedir?

1. BEP Hesaplama Yöntemi, BEP Yönetmeliği kapsamına giren binaların yıllık m^2 başına düşen enerji tüketim miktarını ve buna bağlı olarak CO_2 salımının nasıl hesaplanacağını yol haritasıdır.
2. BEP-TR, internet tabanlı bir yazılımdır. BEP Yönetmeliği kapsamına giren binaların yıllık m^2 başına düşen enerji tüketim miktarını ve buna bağlı olarak CO_2 salımını hesaplar.
3. BEP Hesaplama Yönetmeliği sonuçlarına göre binanın enerji performansı veemisyon salım sınıfını belirlenecektir.
4. BEP-TR, BEP Hesaplama Yöntemini kullanılarak ilgili binaya uygun enerji kimlik belgesini üretir.

2.3.3. Enerji kimlik belgesi (EKB)

BEP yönetmeliğine göre 1 Ocak 2011 tarihinden itibaren mevcut ve yeni binaların enerji kimlik belgesi (EKB) olma zorunluluğu vardır.

Bu belgede;

- Toplam kullanım alanı 1.000 m^2 ve üzerinde olan mevcut binalar ve işletmeye alınan yeni binalar için Enerji Kimlik Belgesi düzenlenir.
- Enerji Kimlik Belgesi düzenleme tarihinden itibaren 10 yıl geçerlidir.
- Enerji Kimlik Belgesi, binanın tamamı için hazırlanabileceği gibi, isteğe bağlı olarak, kat mülkiyetini haiz her bir bağımsız bölüm veya farklı kullanım alanları için ayrı ayrı düzenlenebilir.
- Asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, yalıtım özellikleri ve ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içerir
- Bu belge, yeni binalar için yapı kullanma izin belgesinin ayrılmaz bir parçasıdır.

Enerji Kimlik Belgesi (EKB), aşağıda belirtilen yapıların dışında tüm binalarda kullanılacaktır.

- Sanayi alanlarında üretim faaliyetleri yürütülen binalar,
- Planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan binalar,
- Toplam kullanım alanı 50 m^2' nin altında olan binalar,
- Seralar, Atölyeler,
- Münferit olarak inşa edilen ve ısıtılmasına, soğutulmasına gerek duyulmayan depo, ardiye, ahır, ağıl gibi binalar,
- Mücavir alan dışında kalan ve toplam inşaat alanı 1.000 m^2'den az,

Enerji Kimlik Belgesinde, binanın enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri, ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi/etkenliği ve binanın enerji tüketim sınıflandırması ile ilgili bilgilerle birlikte;

- Bir binanın enerji performansını belirlenmesi,
- Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık birincil enerji tüketiminin, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması,
- Nihai enerji tüketiminin oluşturduğu sera gazlarının kullanım alanı başına yıllık miktarı (kg CO_2/m^2-yıl),

- Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık sera gazı salımının, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması (kg CO_2/m^2-yıl),
- Bu değerlerin referans bir binanınki ile kıyaslanması,

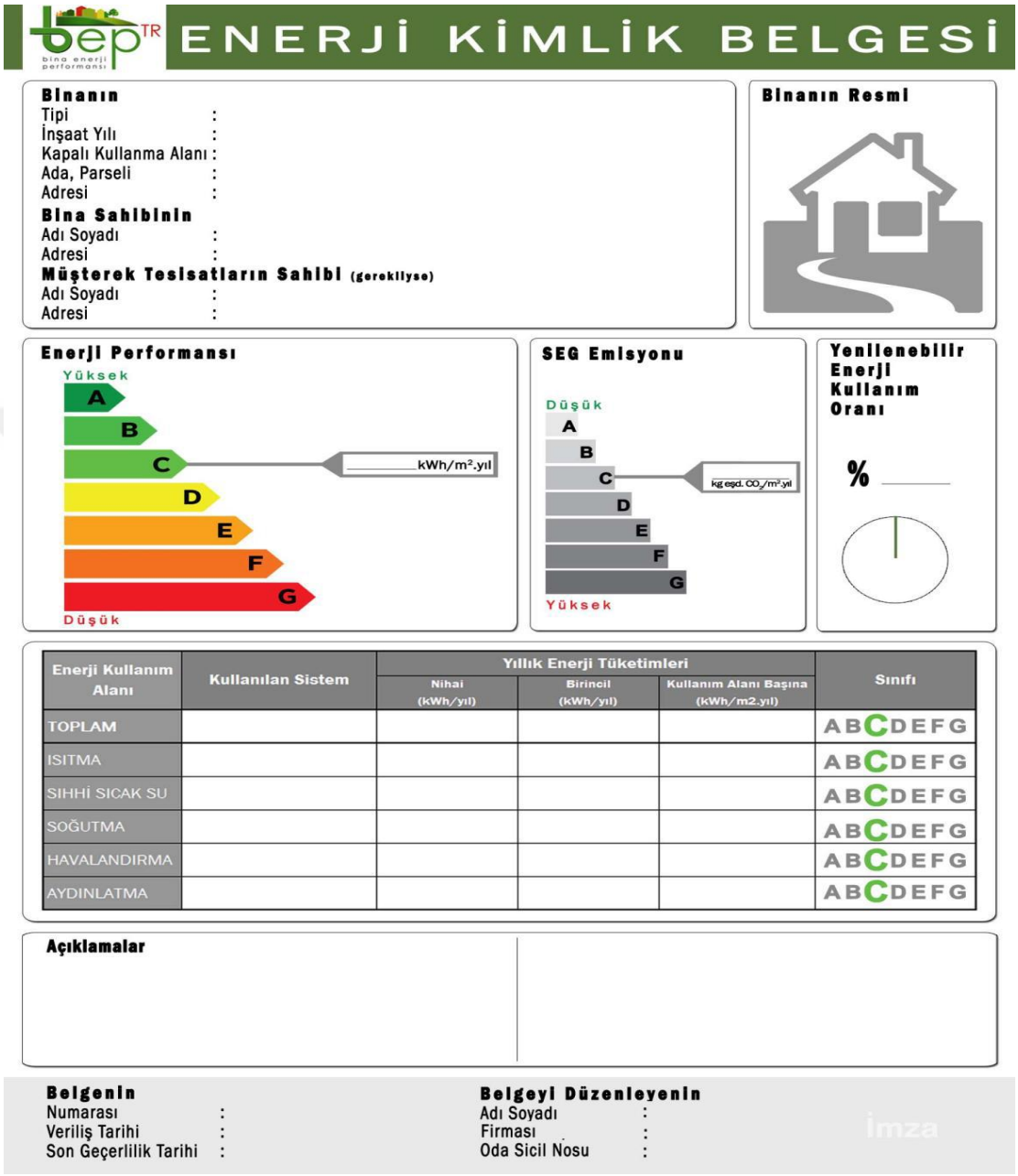
Kıyaslama sonucuna göre binanın A-G arası bir enerji sınıfına yerleştirilmesi ile gerçekleşir. Çizelge 2.1.'de m^2 başına düşmesi gereken değerler verilmiştir.

Çizelge 2.1. EP değerlerine göre enerji sınıfları

Enerji Sınıfı	**EP Aralıkları**
A	0-39
B	40-79
C	80-99
D	100-119
E	120-139
F	140-174
G	175- ….

EKB (Enerji Kimlik Belgesi) Almak İçin Gerekli Belgeler

- Mimari Proje
- Isı Yalıtım Projesi
- Elektrik Projesi
- Mekanik Tesisat Projesi (Isıtma, Soğutma, Havalandırma



Şekil 2.2. Enerji Kimlik Belgesi (Genel Enerji Denge Tabloları, ETKB)

2.3.4. Binalarda enerji performansını artırıcı yöntemler [VAP (verimlilik artırıcı proje)]

Binalarda enerji verimliliği uygulamalarının yapılabilmesine ön koşul olarak bina enerji performansı hesabının yapılması gerekir.

Enerji performansı hesabı sonucunda, binanın yıllık

- Isıtma
- Soğutma
- Sıcak su
- Aydınlatma
- Havalandırma tüketimleri birincil enerji tüketimleri olarak belirlenir.

VAP enerji etüdü sonrası verimlik derecesi artırılabilir görülen tasarruf odakları; yani binalarda enerji atıklarının, kayıpların ve verimsizliklerin giderilmesi ve gerekli önlemlerin uygulanması için hazırlanır. Tasarruf odağının mevcut enerji tüketim durumu ve analizi gösterildikten sonra gerçekleştirilmesi tavsiye edilen iyileştirme veya revizyon işlemleri sıralanır. Her VAP projesi için proje maliyeti ve projenin maliyetini elde ettiği tasarruf miktarı ile ne kadar sürede geri ödeyeceği hesaplanmaktadır.

Binalarda enerjiyi verimli kullanmak adına birçok önlem alınabilir, birçok iyileştirme yapılabilir. Binanın ilk yapıldığı anda doğru bir tasarım, gelecekte enerji tüketimi ve ergonomik kullanım açısından fayda sağlayacak bir başka önlem türüdür.

Ekonomik büyümeye bağlı olarak yükselen yaşam standartları (cihazların ve havalandırmanın daha fazla kullanılması dahil olmak üzere) ve binalardaki kayda değer artışla birlikte, 1990 yılından bu yana yerleşim birimlerinin enerji talepleri üç katına çıkmıştır. Binalarda enerji tüketiminin %80'i ısınma amaçlıdır. Bu nedenle, enerji tasarrufu potansiyelinin çoğu, ısı kaybını engellemek için yalıtımın daha fazla kullanılmasını gerektirmektedir(Keskin ve Ünlü, 2010).

Son birkaç yıl içerisinde revize edilen ‘‘TS 825 Binalarda Isı İzolasyonu Standartları’’ ve ‘‘ Binalarda Isı İzolasyonu Yönetmeliği’’ uyarınca uygun izolasyon kriterlerine uyulması halinde Türkiye’de binalarda %30-50 arasında enerji tasarrufu potansiyeli bulunmaktadır(T.C Çevre Orman Bakanlığı, 2007).

Küresel ısınmaya sebep olan sera gazlarının salımının sektörel bazda miktarları ve 1990-2013 yılları arasındaki yüzdelik artış oranları Çizelge 2.2. görülmektedir.

Çizelge 2.2. Sektörlere göre toplam seragazı emisyonları (CO2 eşdeğeri), 1990 – 2013 (http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18744, Ocak 2015)

Yıl	Enerji	Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	Tarımsal faaliyetler	Atık	Toplam	1990 yılına göre değişim (%)
1990	131,6	31,1	41,6	13,9	**218,2**	-
1991	135,6	32,5	42,3	14,5	**224,9**	3,1
1992	141,3	31,9	42,5	15,1	**230,8**	5,8
1993	149,1	32,3	43,4	15,7	**240,5**	10,2
1994	145,6	32,0	40,7	16,3	**234,6**	7,5
1995	158,8	33,7	40,2	16,9	**249,5**	14,4
1996	173,9	35,4	41,2	17,5	**268,0**	22,9
1997	187,0	37,3	39,5	18,3	**282,1**	29,3
1998	186,6	37,1	41,3	18,9	**283,8**	30,1
1999	186,3	35,8	41,7	19,8	**283,7**	30,0
2000	213,8	36,2	40,1	20,7	**310,8**	42,5
2001	197,2	36,6	37,4	21,5	**292,7**	34,1
2002	205,2	37,8	36,2	22,2	**301,3**	38,1
2003	218,2	41,0	37,6	22,8	**319,7**	46,5
2004	228,5	43,4	37,5	23,7	**333,1**	52,7
2005	251,8	46,9	38,5	24,6	**361,7**	65,8
2006	275,1	48,4	39,5	25,6	**388,6**	78,1
2007	306,4	50,2	39,0	26,2	**421,8**	93,4
2008	294,2	52,6	36,9	26,6	**410,4**	88,1
2009	280,5	54,9	38,5	26,9	**400,7**	83,7
2010	284,8	60,0	39,8	27,2	**411,7**	88,7
2011	297,6	65,6	41,6	27,7	**432,5**	98,2
2012	320,8	69,6	46,3	27,6	**464,2**	112,8
2013	311,2	72,0	49,8	26,0	**459,1**	110,4

Sektörel bazda gerçekleşen sera gazı salınımlarının Türkiye’deki eğilimlerine bakıldığında, enerjide toplam sera gazı salınımlarına katkısı Türkiye'de azımsanamayacak oranlarda gerçekleşmektedir. Türkiye'de sanayileşmenin artması, binalarda yalıtımının önemi gün geçtikçe ve ısıtmada doğalgaz kullanımın

yaygınlaşması ile birlikte Türkiye'de binaların sera gazı salınımlarına katkısı gerilese de binaların küresel ısınmadaki payı Türkiye'de ikinci büyük bir girdi olarak göze çarpmaktadır.

Binalarda ısı yalıtımı parasal açıdan tasarruf sağladığı gibi, daha az yakıt kullanımı nedeniyle daha az baca gazı ve daha az çevre kirliliği oluşturmakta, dolayısıyla küresel ısınmaya karşı da fayda sağlar.

Kapılar, pencereler, duvarlar, zemin ve çatı binanın yapı elemanları olup, bina kabuğunu oluşturmaktadırlar. Bina yapı elemanlarından oluşan hava kaçakları ve ısı kayıpları binanın enerji tüketimini doğrudan etkiler. Bu nedenle hava kaçaklarının belirlenmesi ve önlenmesi, pencere ve kapıların iyileştirilmesi veya yenilenmesi ile birlikte bina yalıtımının yapılması enerji kayıplarını azaltarak tasarruf sağlar (Anonim, 2008).

Referans bina için 10cm kalınlığında izolasyon, üçüncü cam cephe, ısı geri kazanımı ve fotovoltaik sistem alternatifleri birlikte uygulandığı durumda, toplam bina CO_2 emisyonu yılda 127 tona düşmektedir. Hâlbuki referans bina CO_2 emisyonu 892 tondur. Dolayısıyla referans binada önerilen alternatifler aynı anda kullanılırsa; 7.350.000 TL ilk yatırım maliyetine karşılık olarak, toplam bina CO_2 emisyonunda %86 oranında tasarruf edilebilmektedir. Aynı oran, bina yıllık enerji maliyetleri içinde geçerli olmaktadır. Sistemin basit geri ödeme süresi ise 18 yıla inmektedir(Yılmaz, 2009).

Konutlarda ısınma ve sıcak su amaçlı tüketilen enerjinin toplam tüketim içindeki payı göz önüne alındığında, bu alanda enerjinin verimli kullanılması sonucu elde edilecek tasarrufun büyük olacağı görülmektedir.

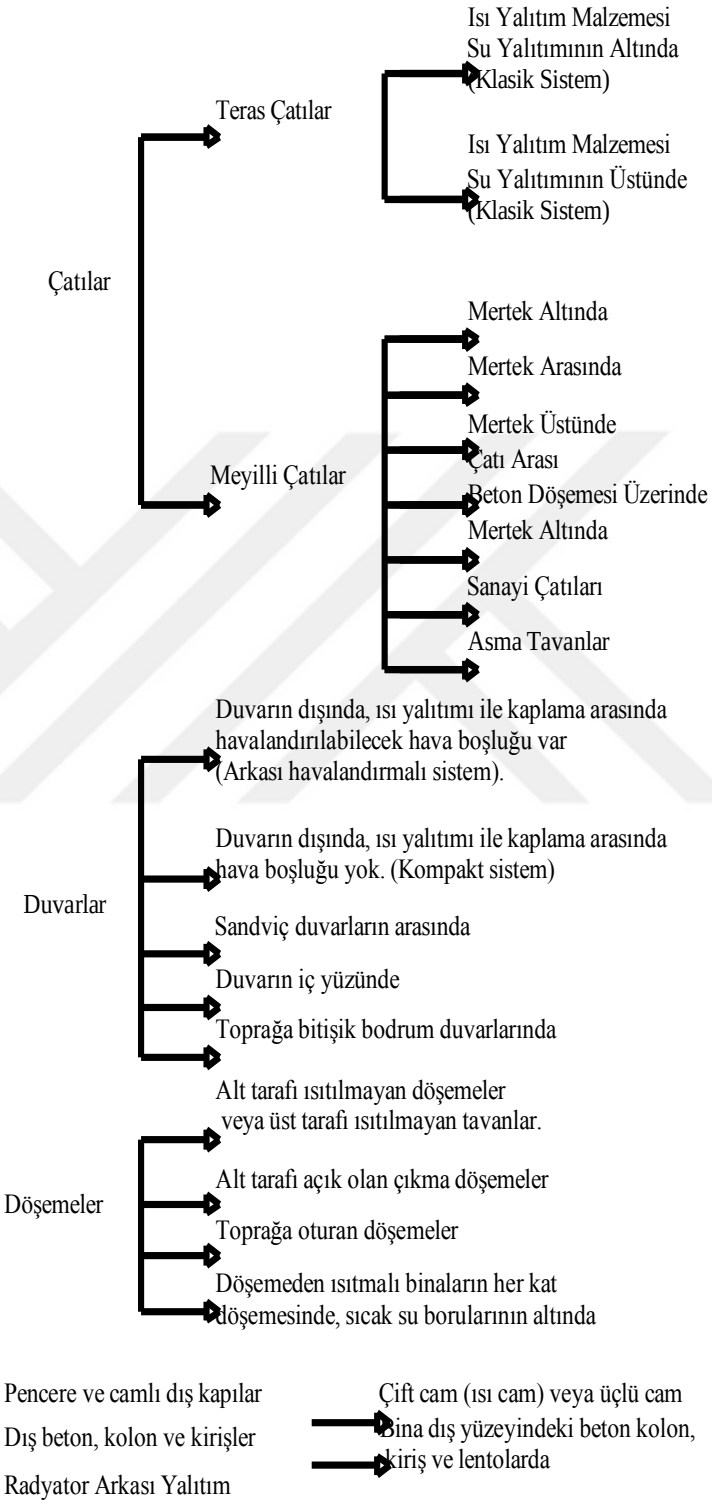
Cihan (2004) yaptığı çalışmada Türkiye'de geleneksel ısı yalıtım sistemlerine alternatif olarak sunulan EPS-bloklu çelik donatılı beton taşıyıcı duvar sisteminin örnek

bir bina için ısıl performansı, ilgili standartlara göre incelenmiş ve ısı yalıtım sistemleriyle karşılaştırılmıştır.

Arslan ve Köse (2006), termoekonomik analiz üzerine dayandırdıkları, binalardaki dış duvar yalıtım malzemesi kalınlığı optimizasyon çalışmalarını, Türkiye'nin soğuk iklim yapısına sahip illerinden biri olan Kütahya için yapmışlardır. Çalışmalarında yoğuşan buharın ekserji üzerindeki etkisini de göz önünde bulundurmuşlardır. 18ºC, 20ºC ve 22 ºC iç ortam sıcaklıklarına karşılık optimum yalıtım kalınlıklarını sırasıyla 0,06; 0,065 ve 0,075 m olarak, enerji tasarruf oranlarını da bu sıcaklıklara karşılık olarak sırasıyla %74,9; %76,3 ve %78,8 olarak tespit etmişlerdir (Akyol, 2006).

Akyol (2006), Erzurum Atatürk Üniversitesi'nde aynı özelliklere sahip iki bina için; Gerçekleştirilen ısı rehabilitasyonu neticesinde karşılaştırmanın yapıldığı tarihler arasında 30 No'lu lojman binası, 29 No'lu lojman binasına göre %51,3 daha az ısı enerjisi tüketmiştir. İnceleme binalarının ısı tüketimleri arasındaki farkın en büyük sebebi 30.Blok'un dış duvarlarının yalıtılmasından kaynaklanmaktadır. Ölçülen iç ve dış ortam sıcaklıkları yardımıyla, dış duvarlardan olan ısı kayıpları hesaplanmış ve gerçekleştirilen ısı yalıtımıyla dış duvarlardaki ısı kayıplarının yaklaşık %81 oranında azaldığı görülmüştür.

Şekil 2.3.'de binalarda ısı yalıtımı yapılabilecek yerler ve uygulama şekilleri verilmiştir. Binalarda yapılacak ısı yalıtımı, bina elemanlarının (çatı, duvar, pencere, kapı gibi) ısı direnci yüksek bir şekilde seçilmesi ile gerçekleştirilebilir.



Şekil 2.3. Binalarda ısı yalıtımı yapılabilecek yerler (Karakoç ve ark., 2011)

Kullanılabilir çatı alanlarından oluşan bu teras çatılar, ısı yalıtım malzemesinin konumuna göre, klasik (konvansiyonel) ve teras çatı olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Geleneksel teras çatılarda; su yalıtımı ısı yalıtımının üzerinde yer alır (Karakoç ve ark., 2011). Bu uygulamada iç ortamda üretilen su buharının, ısı yalıtımı içinden geçerek dış iklim koşullarına maruz kalan su yalıtım örtüsü altında yoğuşma oluşmaması için ısı yalıtım tabakasının altına yüksek performanslı bir buhar kesici tabaka uygulanmalıdır. Mevcut binalarda su yalıtım örtüsü varsa, bu su yalıtım tabakası buhar kesici olarak kabul edilir, yoksa buhar kesici kullanılmalıdır. Buhar kesici tabaka alt zemine tüm yüzeyi ile yapıştırılmalı ve ek yerleri sıcak bitüm ile doldurulmalıdır. Buhar kesici tabaka en az 15 cm ısı yalıtım malzemesi üzerine döndürülmeli ve üstteki alıtım örtüsü ile birbirine yapıştırılmalıdır. Böylece ısı yalıtım tabakası alttan buhar kesici üstten su yalıtımı örtüsü ile bohçalanmış olacaktır. (http://www.izoder.org.tr/isiyalitimi_sartname.asp, 2014).

Mantolama günümüzde ilk olarak eps, xps veya taşyünü levhalar ile binanın dıştan veya içten yalıtımının sağlanması ile yapılmaktadır. Dış cephe mantolama yapılırken kullanılan yalıtım levhalarının kalınlıkları 2 cm den başlayıp bölgelere göre 8 cm e kadar çıkabilmektedir. Kullanılan beyaz veya karbonlu eps ve xps malzemenin yoğunluğu ise 16 kg/m^3 ile 30 kg/m^3 arasındadır. Taş yününde kullanılan mantolama levhaları minimum 110 kg/m^3 olmalıdır (http://www.mantolama.net.tr, 2013). Mantolama sisteminin en önemli özelliği hiçbir aralık kalmayacak şekilde binanın dışarıdan ısı yalıtım levhaları ile tamamen kaplanmasıdır.

Sıcaklığı içeriden dışarıya ve dışarıdan içeriye aktarırken büyük bir enerji kaybı meydana gelir bu nedenle binanın örtüsünün iyi yapılması büyük miktarlarda enerji korunması ile sonuçlanabilir. Donanımdaki yenilemelerin güçlendirilmesi, pencerelerin ve kapıların kullanımındaki verimini artırarak meydana gelebilir. Binanın enerji değiş-tokuşundaki meydana gelen azalmalar bina kalınlığını artırarak belirli bir düzeyde azalmayla sonuçlanabilir. Termal örtüdeki güçlendirmeler binadaki enerji kaybını

%30'dan fazla düzeyde koruyabilir (Demirbilek, ve ark., 2000). Aynı zamanda pencere sistemindeki iyileştirmeler pasif güneş enerji kaybını 75% oranına kadar düşürebilir.

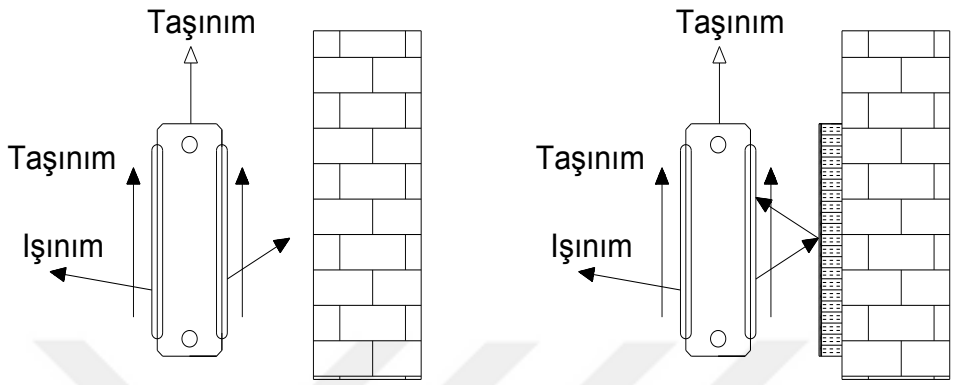
Toprağa oturan döşeme yalıtımı nem yalıtımını da gerektirdiğinden uzmanlık istemektedir. Isıtılmayan ara kat döşemelerinde yapılan yalıtım ısıdan çok ses yalıtımı amaçlı olup, birçok ülkede zorunlu tutulmaktadır. Döşemeden ısıtma uygulamalarında ise ısıtıcı borulardan alt kata ısı geçişi olmaması için ısı yalıtımı yapılır (Karakoç, 2007).

Isı kaybı bakımından en yüksek değere sahip yapı elemanlarıdır. Pencerelerin olabildiğince küçük yapılması enerji tasarrufunun ilk adımıdır. Kış aylarında birim alandan en çok ısı kayıpları pencerelerden olmakla birlikte güneşli günlerde bir ısı kazancı da söz konusu olabilmektedir. Çift cam uygulamasıyla pencerelerden kaçan ısı en aza indirilebilmektedir (Karakoç, 2007).

Pencerelerde iyi bir ısı yalıtımı, kaliteli, sızdırmaz, doğru uygulanmış ve düşük ısı geçirgenlik değerlerine sahip doğramalar ve yalıtım camı üniteleri ile mümkündür. Binalardaki kapılar da enerji verimliliği göz önüne alınarak seçilmelidir (http://www.izoder.org.tr/isiyalitimi/ısıyalıtımı_gırıs.pdf, 2013).

Kanoğlu (2010), enerji verimliliği örnek projesinde yaz aylarında klima ile soğutma maliyetini azaltmak için pencereleri yansıtıcılı film ile kaplayarak, soğutmada maliyet azalışı, ısıtmada maliyet artışı ve maliyet parametrelerini irdelemiş ve geri ödeme süresini 3,27 yıl olarak hesaplamıştır. Binalarda pencerelerin film ile kaplanması uygulamalarında soğutma maliyet azalışı ile ısıtma maliyet arasındaki farkın pozitif olması ve geri ödeme süresinin uzun olmaması gerekmektedir.

Mevcut binalarda radyatör arkasına yerleştirilecek alüminyum folyo kaplı yalıtım malzemeleri, yalıtım özelliğinin yanı sıra dışındaki folyo kaplama nedeniyle de ısıyı oda içine yansıtma özelliğini taşımaktadır.



Şekil 2.4. Radyatörden bulunduğu mahale ısı transferi mekanizmalarının şematik gösterimi (Arıcı ve ark., 2009)

Şekil 2.4.'de radyatörden duvara ışınım yoluyla ısı transferi gerçekleşmekte ve ısı kaybına neden olmaktadır. Radyatör arkası folyo kaplı izolasyon levhasıyla yalıtıldığı zaman ışınım yoluyla yayılan ısı yansıyarak dışarı kaçışını engeller.

Bu uygulamanın yapılmasıyla;

Bireysel sistemle veya merkezi sistemle ısınan konutlarda oda sıcaklığı aynı kalmak kaydıyla, yakıt giderlerinde %5'lik bir azalma sağlanabilmektedir. Merkezi sistemle tek dairenin yalıtımı durumunda ödenen yakıt parası değişmemekle birlikte oda sıcaklığında 3°C civarında bir artış ile daha iyi ve konforlu bir ısınma sağlanabilecektir (Karakoç ve ark., 2011).

Yalıtım ile tesisat bir bütün olarak ele almak gerekir. Günümüzde Isıtma-Soğutma Tesisatı, Havalandırma ve Klima Tesisatında yalıtım yapılmadan devreye alınmaz. Tesisat boru, çeşitli ekipman, vana ve havalandırma kanalları için seçilecek uygun özellik ve kalınlıktaki yalıtım malzemesi ile yalıtıldığı zaman; yoğuşma olmak üzere işletme problemlerini ortadan kaldırdığı gibi ısı ve parasal kazanç sağlayacaktır.

Tesisatta yalıtım kalınlığı attıkça enerji verimliliği artar. Genel olarak binalarda ve tesisatta ısı yalıtımı yapılarak enerji tasarrufu sağlandığı gibi ilk yatırım maliyeti düşer.

Yalıtım, sıcak sulu sistemlerde kazan kapasitesini, radyatör sayısını, sirkülasyon pompası kapasitesi ve boru çapını düşürür. Bu da ülke genelinde büyük bir ekonomik kazanç sağlar. Ayrıca fosil yakıt kullanılan tesislerde enerji dönüşümü sırasında, çevreye atılan zararlı emisyonlar da azalmaktadır. Evlerde ve tesislerde, kullanım suyu sıcak su tesisatındaki gidiş ve sirkülasyon (geri dönüş) boruları da yalıtıldığı zaman yakıtta ayrı bir tasarruf sağlanmış olur.

Eskiden ısıtma sistemi tasarımları, 90°C kazan çıkış ve 70°C kazan dönüş sıcaklıkları üzerinden yapılırken, günümüzde bina kabuğunun iyi yalıtılması halinde sıcaklıklar, 70/55°C ve daha altında olacak şekilde yapılabilmektedir. Bu şekilde kazan boyutları küçülmekte, maliyetleri azalmakta, verimleri de artmaktadır (http://www.yegm.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/konut_ulas/en_tasarruf_bina_isi.html,201).

Ülkemizde tüketilen enerjinin büyük bölümü, termal sistemlerde harcanmaktadır. Termik santrallerde, sanayide, konutlarda ve diğer alanlarda ihtiyaç duyulan ısı enerjisi, kazanlarda yakılan yakıtlardan elde edilmektedir. Özellikle enerjimizin % 34'ünü kullanan konutların ısınma ihtiyacı tamamen kazanlar yoluyla sağlanmaktadır. Bundan dolayı ısı elde etmek için kullanılan kazanların, enerji tasarrufu ve hava kirliliği açısından incelenmesi, tasarlanması ve kullanılacak sisteme uygun kazan ve yakıt türü seçilmesi gerekir (Çomaklı ve Yüksel, 2002).



Şekil 2.5. Termostatik radyatör vanası

Şekil 2.5.'deki termostatik vana, oda sıcaklığı ayarlanan değere gelince radyatörde su dolaşımı kesilir ve odanın normal değerden daha fazla ısınması önlenerek enerji

tasarrufu yapılır. İki ısıtma sezonunda kendisini geri ödemektedir (http://www.yegm.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/konut_ulas/en_tasarruf_bina_isi.html,201).

Kullandığımız elektrikli ev aletlerini konfor ve hizmet şartlarından ödün vermeden daha verimlileriyle değişimi yapılarak elektrik enerjisinde tasarruf sağlanabilir. Kullanacağınız ev aletlerini satın alırken sadece fiyat olarak değil, enerji tasarrufu açısından da karşılaştırılmalıdır. Enerji verimliliği yüksek bir cihaza yapacağınız yatırım maliyeti daha fazla olmakla birlikte, cihazın 10–15 yıllık kullanım ömrü boyunca sağlayacağı enerji tasarrufu ile ödediğiniz parayı size geri kazandırır. Cihaz alırken enerji verimliliği yüksek olan tercih edilmelidir zira yapılan testler sonucu yüksek verimli ve çok düşük verimli cihazlar arasında % 60'ın üzerinde enerji tüketim farkı vardır (Onaygil, 2007; Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Eğitim Dökümanları).

Uluslararası iklim değişikliği panelindeki son çalışmalardan birinde daha verimli enerji ışıklarını kullanmak, gün ışığını kullanmak ve sensörlü lambaları kullanmak gün içerisindeki ışıklandırma için kullanılan enerji kullanımını 75% ten 90% a kadar azaltabilir. Bu büyük bir orana tekabül etmektedir bu veriyi Amerika'da ki binalarda kullanılan enerji tüketiminin 25%inin binalara ışık sağlama amacı ile kullanıldığını düşünürsek büyükçe bir miktara denk gelir (ABD Enerji Bakanlığı,2008). Çalışmalar gösteriyor ki ofis olarak kullanılan binalarda güneş ışığının kullanımını artırma ışıklandırma masraflarını 40% ila 80% oranında bir değişiklikle sonuçlandırıyor ve aynı zamanda birçok ışıklandırma seçenekleri ışık emisyon diyotları, kompakt floresan ışık ampulleri bu malzemelere ödenen paradan daha fazlasını tüketicinin cebinde tasarruf olarak saklamasına yardımcı olabiliyor (Creyts, et al,2007).

Ülkemizde tüketilen toplam elektrik enerjisi içinde aydınlatmanın payı %20 civarındadır. Aydınlatmada verimliliğin sağlanması ile hem görsel, hem bütçesel rahatlama sağlanacaktır. Aydınlatmada enerji tasarrufu, görsel konfordan ödün vermeden, gerekli en az aydınlık şiddetlerinin sağlanması ile elde edilir. Bunun için öncelikle düşük verimli ışık kaynakları yerine yüksek verimli ışık kaynakları

kullanılmalıdır. Bu anlamda ilk akla gelen ve hemen hemen her alanda kullanılabilen akkor flamanlı klasik armatürlerle az enerji tüketimi sağlayan kompakt flaurasant armatürlerin değiştirilmesi enerji tüketiminin % 80 civarında azalması sağlanabilmektedir (Ünal, 2007).

Üretilen elektrik enerjisinin büyük bir bölümünü tüketen az verimli elektrik motorları verimli elektrikli motorları ile değişimi yapılarak elektrik enerjisinde büyük tasarruflar sağlanabilmektedir. Pompalar, fanlar, kompresörler, presler, değirmen sistemleri elektrik motorlarının kullanıldığı sistemlerin sadece bir kısmını teşkil etmektedir. Elektrik motorları verimlilikleri açısından 3 ana sınıfa ayrılmaktadır. Günümüzde elektrik motorları 90 KW'a kadar üretimi ve değerlendirilmesi yapılmaktadır.

EFF1 sınıfı = En verimli
EFF2 sınıfı = Orta verimli
EFF3 sınıfı = En verimsiz

Yapılan araştırmalara göre CEMEP üyesi ülkeler en fazla EFF2 sınıfı motorlar kullanırken, ülkemizde ise EFF3 sınıfı motor kullanımı yaygın durumdadır. Bunun sebebi EFF3 sınıfı motor maliyetleri diğer verimlilik sınıfındaki motorlardan daha ekonomik olmasıdır. EFF1 sınıfı motor maliyetleri diğer enerji sınıfı motorlara göre fazla olsa bile elektrik enerjisi tüketimindeki sağladığı tasarruf sayesinde kullanım sürecinde ucuza gelmektedirler.

Bu EEF1 sınıfı motor donanımlarına değişken hız sürücüsü(DHS) sistemleri-invertörlü veya değişken frekanslı sürücü sistemleri olarak da bilinir- ilave edildiğinde motorun dönüş hızını değiştirerek motorun gereğinden fazla yük çekmesini önleyip, aynı işin daha az enerji tüketerek yapılmasını sağlar.

Kanoğlu (2010), örnek proje çalışmasında, yanmış bir kompresörün yerine kullanılması düşünülen standart motorun, yüksek verimli (inverter) motor ile değiştirilmesi durumunda motorların fiyat farkını yapan tasarrufun geri ödemesini 6 ay olarak hesaplanmıştır.

Binalarda enerji yönetiminin otomatik kontrol sistemleri ile sağlanması daha büyük bir fayda getirmektedir. Günümüzde ticari binalar olarak adlandırılan ofis, otel, hastane, alışveriş merkezi, kamu binaları, okul gibi yapılarda gerekli olan konfor koşullarının sağlanması için ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma, yangın koruma, giriş-çıkış kontrol, güvenlik ve enerji izleme gibi teknik sistemlerin olması istenir.

- Aydınlatma otomasyonunda; Gerekli olan enerjinin tek merkezden veya istenilen yerlerden kontrol edilmesi, gün ışığının etkisine göre aydınlatmaların kontrolü, zamana göre aydınlatma kontrolü, harekete ve ısıya göre aydınlatmaların kontrolü yapılabilmektedir. Büyük bina ve işletmelerde aydınlatma otomasyonunda (touch panel, pc veya anahtar grubu) ile merkezi kontrol sağlanabilir. Merkezi kontrol ile binanın bütün aydınlatma sistemine müdahale edilebilir. Ev ve ofis uygulamalarında merkezi aydınlatma kontrolü sayesinde tek bir hareket ile bütün ışıklar kapatıldığı için evden ayrılırken açık kalan ışık kalmayacağından enerji verimliliği sağlanmış olur.

Gün ışığı aydınlatma otomasyonunda önemli bir rol oynamaktadır. Belirlenen iç aydınlık eşik değerine göre dış ışık kaynağından faydalanarak iç aydınları kapatma veya açma işlemine gün ışığından faydalanma olarak adlandırılabilir. ZEVI (Almanya Elektrik Endüstrisi Birliği) Aydınlatma Otomasyonu kullanılan binalarda % 80’ e varan enerji tasarrufu sağlandığını deklare etmiştir (http://www.egosis.netimagesnews_imagesfileasda.pdf, 2015).

Bilindiği üzere birçok ülkede enerji için petrol, kömür ve doğalgaz ürünleri kullanmaktadır. Fosil yakıt olan bu enerji kaynakları yenilenebilir değildir. Ayrıca çevre

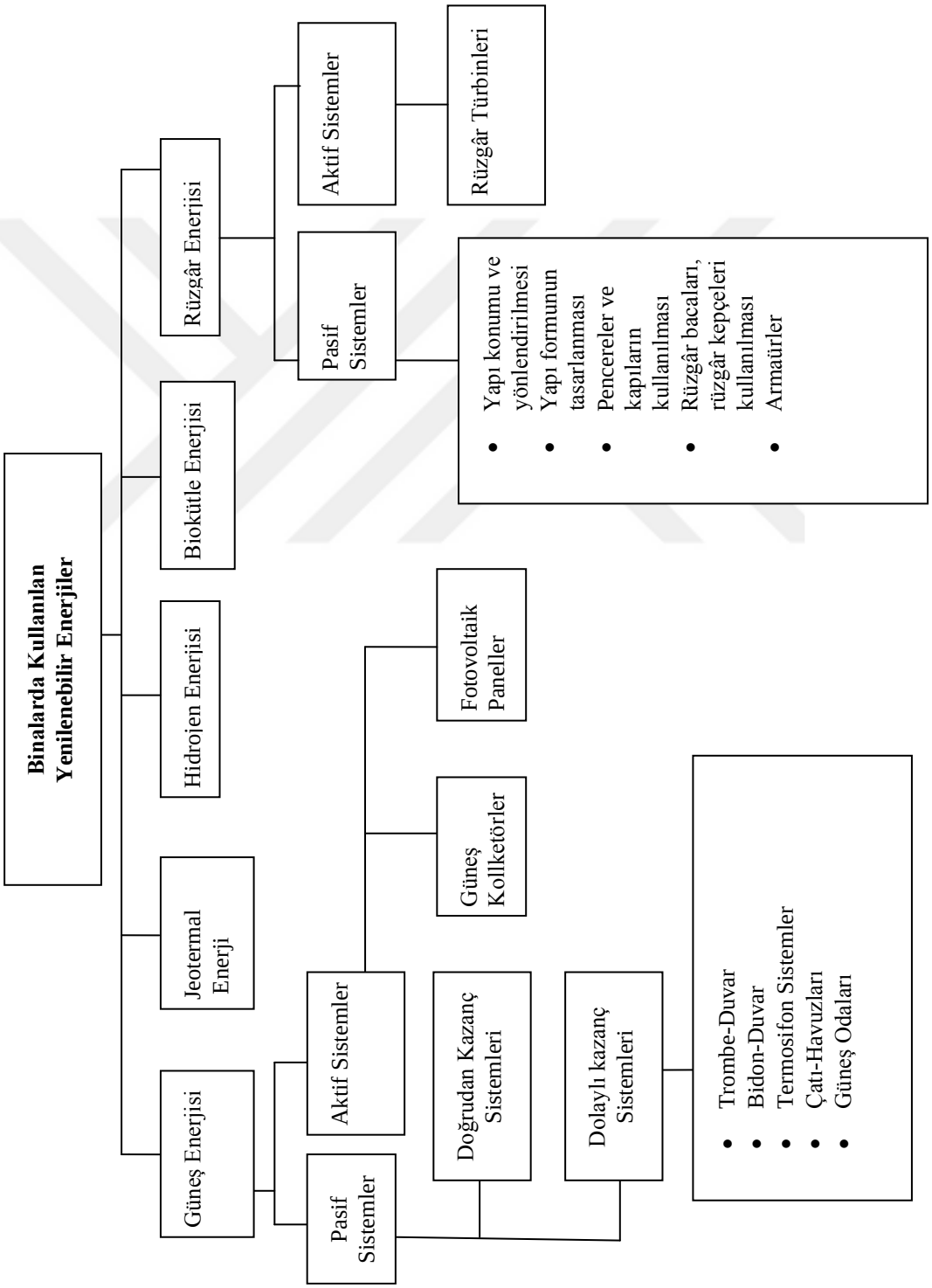
kirliliğine neden olması ve bu yakıtların bitebileceği gerçeği yenilenebilir(güneş, rüzgâr, jeotermal v.s) temiz enerji kaynaklarına yönelimi arttırmıştır.

Binalarda enerji performansını arttırma gereksinimi; artan enerji maliyetleri ile artan CO_2 emisyonunun sebep olduğu küresel ısınma nedeniyle ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, bir binadaki enerji gereksinimini azaltmak kadar önemli olan bir diğer konu da, enerji ihtiyacının bir kısmının temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla teminidir. (Gevorkian, 2008).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı sırasında düşük enerji tüketimli cihaz ya da ekipman kullanımı temel prensip olduğundan; yenilenebilir enerji (YE) kullanımı ve enerji verimliliği (EV) birbirinden ayrılmaz kavramlardır. Günümüzde binaları YE kullanımı ve EV açısından en üst seviyeye ulaştırma çalışmaları oldukça yaygındır ve bu çalışmalar Yeşil Bina (Gren Building) ile Sıfır Enerjili Bina (Zero Energy Building) kavramlarını ortaya çıkarmıştır (The U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2015; http://www.eren.doe.gov/femp/, 2015). Bu tür binaların sertifikalandırmaları farklı kategoride yapılmaktadır ve bu sertifikalardan en yaygını LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design) sertifikasıdır (The UNİTED STATES GREEN BUİLDİNG COUNCİL, 2015; www.usgbc.org/, 2015)

Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yönelik, ilk olarak (18 Mayıs 2005 tarihli 5346 sayılı Kanun ile) "Elektrik Üretimi Amacı ile Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanılması" başlığı altında 2005 yılında yenilenebilir enerji kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu Kanunun amacı; ''Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir.''

Yenilenebilir enerjinin toplam birincil enerji arzı içerisinde 1990'larda %17 civarında olan payı 2009 yılına gelindiğinde %9,4'e düşmüş, 2010 yılı sonu itibarıyla %9,6 olarak gerçekleşmiştir (ETKB, 2012; www.etkb.gov.tr, Ocak 2013).



Şekil 2.6. Binalarda kullanılan yenilenebilir enerjiler (Erkıray, 2012)

Ülkemizde bina sektörü payı toplam enerji tüketiminin önemli bir yüzdesini oluşturmaktadır. Isıtma amaçlı bu tüketimin ülke koşullarına ve binanın özelliklerine bağlı olarak önemli bir bölümünün güneş enerjisinden karşılanması mümkündür (Çelebi, 2002).

Güneş enerjisinden iki türlü yararlanmak mümkündür. Birincisi, güneş enerjisini toplamak, depolamak ve dağıtmak için çeşitli elemanlardan oluşan aktif ısıtma sistemlerini kullanmaktır. İkincisi ise enerji kullanan aktif sistemleri işin dışında tutarak, yönlendiriliş durumu, bina formu, bina kabuğu termofiziksel özellikleri gibi tasarım parametrelerinin güneş enerjisinden optimum yarar sağlayacak şekilde belirlenmiş değerleri ile bina sistemini oluşturmaktır (Özdemir, 2005).

Pasif güneş sistemleri, güneş enerjisi kullanımı için geliştirilen en eski ve herhangi bir mekanik ve elektrik sistem kullanılmadan yapı elemanlarıyla oluşturulan bir düzendir. Güneş ışınlarından yararlanmada, mimari tasarım parametreleri, enerji etkin bina tasarımında önemli bir rol oynamaktadır. Binaların, kışın ısıtılmasında, yazın ise ısınmayı önleyecek koşulların sağlanmasında kullanılır.

Bazı binalarda bina yapısının dizaynındaki değişiklikler, pasif güneş ısıtma zırhları ve gün ışığının daha fazla kullanılması ile enerji harcanması 50% ile 70% arasında azalma sağlamıştır (Levine, et al, 2007).

Ülkemiz açısından, temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak, ilk akla gelen güneş enerjisidir. Ülkemiz enerji sorunlarının çözümünde, binaların güneş enerjisinden yarar sağlayan optimum pasif sistemler olarak tasarlanması bir başka deyişle “pasif güneş sistemleri” artarak önem kazanmaktadır. Ülkemizde enerji harcamalarının büyük bir yüzdesi konutlarda harcandığından, öncelikle pasif güneş evleri tasarımı gerekli olmaktadır (Efe, 2009).

Özdemir (2005), güneş enerjili direkt kazanımlı sistemler üzerindeki çalışmasında, güney cephesindeki saydam alanın çift cam olarak oluşturulmasıyla bu sistemin verimi artacağını ve gün boyunca saydam yüzeyden geçen güneş enerjisi, beton döşeme ve masif duvarlar (taş duvarlar) gibi bina elemanları aracılığı ile toplanıp gece kullanılmak üzere depolandığını vurgulamıştır.

Özdemir (2005) güneş enerjili dolaylı kazanç sistemler üzerindeki çalışmasında, termal depolayıcı bir kütle güneşten direkt kazanılan ısıyı daha sonra yaşama alanlarına iletmek için toplayıp depoladığını ve dolaylı kazanç sistemlerini farklı türlerde oluşturmanın mümkün olduğunu vurgulamıştır.

Güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren sistemlere "Fotovoltaik Sistemler" denir. Güneş enerjisini DC (doğru akım) elektrik enerjisine çeviren ekipman, güneş pili olarak da bilinen fotovoltaik panellerdir. Fotovoltaik sistemlerde fotovoltaik panellerin yanı sıra, akü, şarj regülatörü, solar evirici ve şalt ekipmanı bulunur.

En temiz enerji sınıfında sayılan güneş enerjisinden, binalarda kullanılmak üzere elektrik enerjisini sağlayan fotovoltaik sistemlerin önemi, günümüzde gittikçe artmaktadır.

Yılmaz (2009) referans bir bina ile önerilen fotovoltaik sistem alternatifli bir çalışmasında, fotovoltaik sistem yüksek miktardaki ilk yatırım maliyetine karşılık olarak, enerji maliyetlerini %43 oranında azaltabileceğini ve bina tarafından elektriğe ihtiyaç duyulmadığı zamanlarda ise şebekeye elektrik satımı gerçekleşebiliyorsa, bu oran %64'lere kadar çıkabildiği sonuçlarına varmıştır.

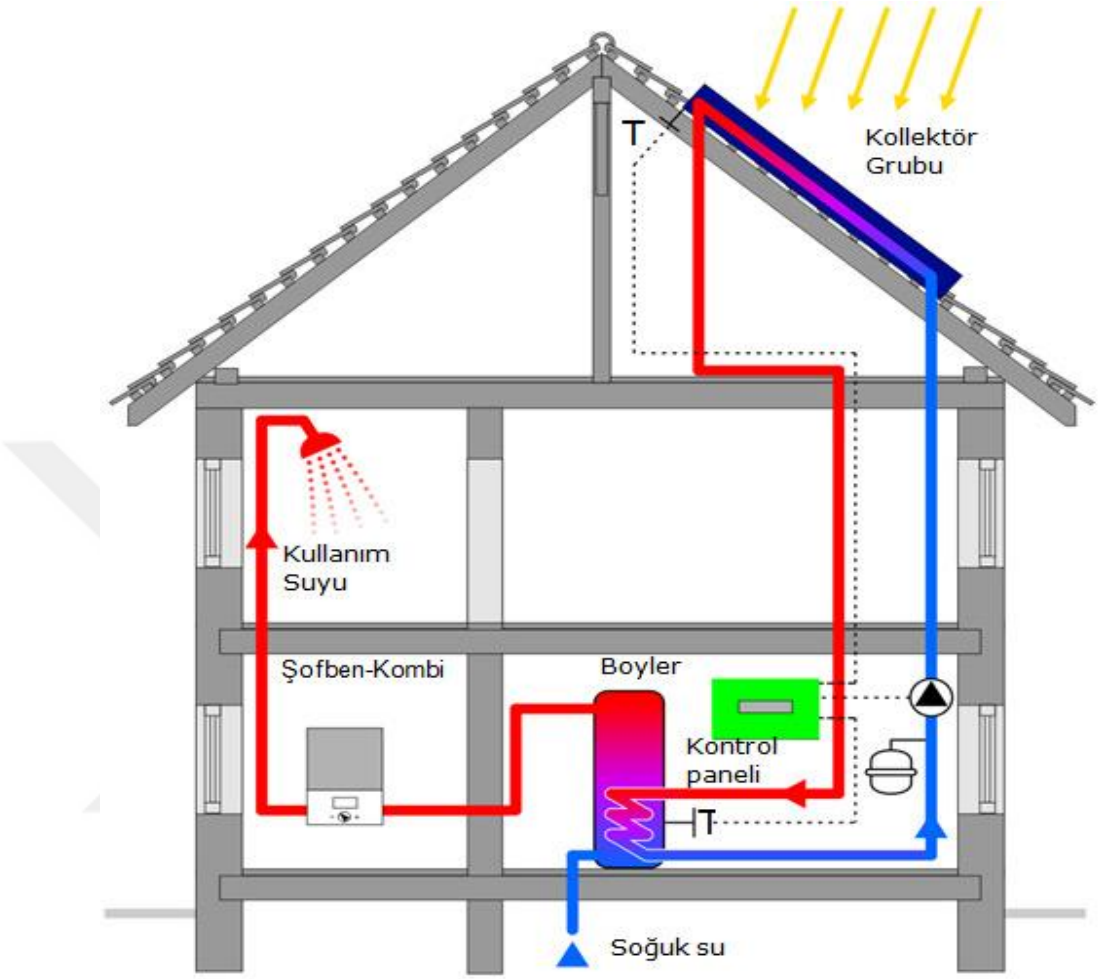
Isıl güneş teknolojilerinde sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabileceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir

Güneş enerjisi, en çok ve yaygın olarak sıcak su üretiminde kullanılmaktadır. Güneş kollektörlü sıcak su sistemleri, güneş enerjisini toplayan düzlemsel kollektörler, ısınan suyun toplandığı depo ve bu iki kısım arasında bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa ve kontrol edici gibi sistemi tamamlayan elemanlardan oluşmaktadır (http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/guneskollektor.html, 2013).



Şekil 2.7. Düzlemsel kolektörlü sıcak su sistemi

Aktif güneş enerji sistemleriyle, yapılarda kışın ısıtma, yazın soğutma, havalandırma, havuz suyunun ısıtılması, kullanım amaçlı sıcak su temin edilmektedir. Güneş enerjisi ile yapıların ısıtılması kolektörlerde toplanan ısı enerjisinin sıcak suya aktarılması ve bu sıcak suyun kalorifer tesisat sistemine bağlantısıyla yapılmaktadır. Yukarda Şekil 2.7.'de çatıda kurulmuş tipik bir düzlemsel kolektörlü sıcak su sistemi görülmektedir.



Şekil 2.8. Doğalgaz ile güneş enerjisi kombinazyonu
(https://www.izgaz-gdfsuez.com/Icerik.aspx?cat=543&id=552-10.10.2013, 2013)

Şekil 2.8.'de görüldüğü üzere, doğalgaz tesisatına güneş enerji sistemi de ilave edildiğinde daha yüksek verim elde edilebilen sistemler geliştirilmiştir. Doğalgaz ile çalışan kombi ve şofben gibi ısıtıcı cihazlara bağlanan güneş enerji sistemi ile şebeke sıcaklığındaki suyun sıcaklığı yükselerek enerjide tasarruf sağlanmaktadır.

Jeotermal enerji ısı enerjisi ve elektrik enerjisine dönüştürülebilmekte olup, bu doğrultuda ısı ve elektrik teknolojileri çalışmaları önem kazanmaktadır. Jeotermal enerji ısı teknolojisi sistemleri, jeotermal akışkanın kimyasal özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Akışkan, kimyasal acıdan sorun yaratıcı nitelikte değilse, ısıtılacak

alanda radyatör ve uygun boru sistemi aracılığıyla dolaştırılarak ısıtma sağlanabilmektedir. Akışkanın kimyasal acıdan sorun yaratıcı (kabuklaşma, korozyon) nitelikte olduğu durumlarda ise ısıtma, akışkan ısısının, ısı değiştiricileri (eşanjorleri) kullanılarak düşük kimyasal yoğunluklu suya (şehir şebeke suyuna) aktarılmasıyla gerçekleşmektedir (DPT, 1996).

Jeotermal enerji, sıcaklığına bağlı olarak, başta elektrik üretimi, ısıtma ve tedavi amaçlı olmak üzere endüstride çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıkta bir jeotermal akışkandan entegre olarak birçok alanda faydalanmak mümkündür (http://jeotermal.balikesir.edu.tr/jeotermal2.php-11.10.2013>, 2013).

Ülkemiz artan enerji ihtiyacını karşılamada, dıştan bağımsız ve kendi kaynağımız olan jeotermal enerjiden daha fazla yararlanılması ekonomimize büyük ölçekte katkı sağlayacağını şu sözleriyle ifade etmektedir: Nevşehir'de, Kozaklı Belediye Başkanı AK Parti'li Erdoğan Çelik, Türkiye'nin elinde bulundurduğu jeotermal kaynaklarla ülke genelinde 5 milyon konutun ısıtılabilmesinin mümkün olduğunu belirterek, bundan sonra oluşturulacak politikaların bu yönde olması gerektiğini söyledi (http://enerjienstitusu.com/2011/09/02/turkiyede-jeotermalle-5-milyon-konut isitilabilir/, 2013).

Yapılarda ısınma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma için büyük oranda enerji tüketimine ihtiyaç vardır. İhtiyaç duyulan bu enerjinin mümkün olduğunca yenilenebilir enerji kaynaklarından tedariki önemli ölçülerde ekonomik ve çevresel fayda sağlamaktadır. Bu amaçla, Fotovoltaik (PV) Sistemler, güneş enerji potansiyelinin yeterli olmadığı sadece yaz aylarında ve günün belli günlerinde kullanıldığından; PV Sistem ile yakıt pilleri(FC) birbirleriyle entegre edilerek, daha yüksek verimli enerji sistemleri kurulabilmektedir.

Türkiye rüzgâr enerjisi açısından Avrupa'nın en önemli bölgesidir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Marmara Bölgesinden sonra ülkenin ikinci en güçlü rüzgâr enerji potansiyeline sahiptir. Türkiye'nin ekonomik rüzgâr potansiyeli yaklaşık 10.000-12.000 MW'dır (MMO, 2011).

Yenilenebilir bazda, rüzgâr türbinleri rüzgar enerjisini elektrik enerjisine çevirerek iklim değişikliği ve zararlı gaz emisyonlarına neden olmamakla birlikte ülke enerji potansiyeline büyük katkı sağlar niteliktedir.

2.4. Kamu Binalarında Enerji Verimliliği

Kamu Binaları, devlet kurumları tarafından hizmet amaçlı tahsis edilen binalar ve benzeri amaçlara tahsis edilmiş binaları ifade eder. Ülkemiz cari açığın büyük nedeni olan enerjide dışa bağımlılığı önlemek için bir takım önlemler almaktadır. Bunlardan bir tanesi de binalarda enerji tasarrufu sağlamak için Binalarda EKB Projesi atayacaktır. ETKB tarafından açıklanan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi kapsamında tüm binaların enerji verimli hale getirmesi amaçlayan proje kapsamında tüm kamu binaları da elden geçirilecek.

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023 ile stratejik amaçlardan birisi olan; Kamu kesiminde enerjiyi etkin ve verimli kullanmaktır. Ve böylece, Kamu kuruluşlarının bina ve tesislerinde yıllık enerji tüketimi 2015 yılına kadar yüzde on (%10) ve 2023 yılına kadar yüzde yirmi (%20) azaltılacaktır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2012).

Enerji verimliliğinin artırılması amacıyla kamu binaları için; Toplam inşaat alanı en az 20.000 m^2 veya yıllık enerji tüketimi 500 TEP ve üzeri olan ticarî binaların, hizmet binalarının ve kamu kesimi binalarının yönetimleri, yönetimlerin bulunmadığı hallerde bina sahipleri, enerji yöneticisi görevlendirir veya enerji yöneticilerinden hizmet alır (ETKB, 2007).

15/02/2008 tarihli 2008/2 Sayılı Başbakanlık genelgesi ile kamu kurum ve kuruluşlarında enerjinin etkin kullanılmasına yönelik tedbirler benimsenmiştir. Bu Genelge ile "Ulusal Enerji Verimliliği Hareketi" başlatılmış ve 2008 yılı "Enerji Verimliliği Yılı" ilan edilmiştir.

Avrupa ve Amerika'da kamu binalarının enerji verimliliğinin iyileştirilmesi konusunda birçok program yürütülmektedir. Bunun nedenleri; kamunun öncü rolü, kamu harcamalarının azaltılması, kamu üzerinden inşaat piyasasının şekillendirilmesi ve istihdam yaratmak olarak belirtilmektedir. Genellikle kamu binaları 8-10 yıllık performans kontratları ile Enerji Servis Şirketleri (ESCO'lar) tarafından iyileştirilmekte ve işletilmektedir. Böylece devlet yatırım yapmadan hatta biraz da karlı olarak binasının enerji giderlerinden olan tasarrufu paylaşarak binalarda enerji verimliliğini arttırmaktadır (Güvenç, 2013).

Kamu binaları başta olmak üzere yapı stokumuzun, sağlıklı ve enerji tasarruflu olarak yenilenmesi ülkemizin en önemli meselesidir. Elektrik ve doğal gaz kullanımındaki aşırılıklar, enerji talebinin yerli üretimle karşılanma oranının %25'in altına düşmesi, dış alımlarımızdaki enerji payının nerede ise yarıya yaklaşması, dünyayı kirleten ülkeler sıralamasında ülkemizin yeri, üretim süreçlerindeki kayıplarımız, su ve besin israfı, konfor ve sağlık sorunları, bu önemi ortaya koyan ipuçlarının bazılarıdır. Yapıların sürdürülebilir planlama yöntemleri ile yenilenmesi ve eko tasarım, günümüzde önde giden dünyada üzerinde en çok çalışılan konudur. Dünyada temel gelişme ölçüsü, yapıların sıfır veya artı enerjili olması, içinde yaşayanların ihtiyacı olan enerji-su ve besinin tamamını ve ihtiyaçlarından daha fazlasını yapıda ve çevresinde teminidir.

Güvenç (2013), mevcut kamu binalarında enerji verimliliği durum tespiti çalışması: GAP Bölgesindeki Adıyaman İli örneğinde, yapı kabuğu ve bileşenlerinin genel durumu ile ilgili anket çalışmasında; 19 kamu binasından sadece bir tanesinin dış cephesinin yalıtımlı olduğu sonucu çıkmıştır. Kullanılan pencerelerin imalat özelliğine göre bakıldığında % 63,83 hepsi veya çoğu çift camlı, %25,89 hepsi veya çoğu tek

camlı, %10,28 karışık camlılar (Tek ve çift) pencere kullanılmıştır. Binanın enerji verimliliğini artırmaya dönük anket çalışmasında, %3,12'i bir yıl içerisinde yapısal değişiklik yapacağını , %27,68'i birkaç yıl içinde yapısal değişiklik yapacağını, % 69,2'si ise herhangi bir yapısal değişiklik yapmayı düşünmediklerini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Kamu Binaları Anket Çalışması

Binaların enerji verimliliğine yönelik ön etüt ve analizlerin yerel/bölgesel olanaklarla gerçekleştirilebilmesi ve kamu kurumlarına ait binaların bu alanda öncü rolü üstlenebilmeleri oldukça önemlidir. Bu doğrultuda tez çalışması sırasında aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir.

1) Diyarbakır ilindeki 500 $m^{2'}$nin üzerindeki kamu binaları tespit edilerek, enerji performanslarına yönelik veri tabanı oluşturulmuş ve bu doğrultuda bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması aşağıdaki başlıklar altında yapılmıştır.

- Kamu Binaları Genel Bilgileri: Bina teknik özellikleri, bina dış kabuğu ve tesisat sistemlerinin yalıtım özellikleri, enerji verimliliği artırma önlemleri,
- Kamu Binalarının Anket Verileri: Kamu binalarının ısıtma sistemi özellikleri, ana ısıtma sistemi, kontrol sistemi analizleri, ısıtma sisteminde kullanılan ekipmanların özellikleri, kamu binalarının soğutma sistemi tipleri ve kullanım oranları, kamu binalarında soğutma iç ünitelerin genel özellikleri ve kullanım oranları, kamu binalarında havalandırma sistem çeşitleri ve kullanılan cihazları tiplerinin analizi, kamu binalarında kullanılan aydınlatma sistemi armatürleri ve aydınlatma otomatik kontrol eleman özellikleri, kamu binalarında kullanılan elektronik cihaz ve güvenlik sistem analizi, kamu binalarında su tüketimi alanları ve su tasarrufu analizi

2) Madde (1)'de oluşturulan veri tabanlı anket çalışması içinden seçilen örnek 1 kamu kurumu binası için enerji tüketimleri ve enerji verimliliği –yenilenebilir enerji uygulama potansiyelinin ortaya çıkarılması amacıyla geliştirilmiş anket uygulaması yapılması, binalarla ilgili mevcut durum ve ön etüt raporu hazırlanması.

3) Madde (2)'de seçilen örnek bir kamu binası için toplam enerji harcamalarının ve CO_2 salım miktarlarının hesaplanması, yönetmeliklere uygun olarak binalar için iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi ve bu iyileştirmelerin enerji tüketimi üzerinde sağlayacağı fark ile maliyet–geri ödeme süresi gibi parametreler arasındaki ilişkinin irdelenmesi.

3.2. Örnek Binanın Enerji Verimliliği Etüt Çalışması

Yapılan çalışmada Şekil 3.1.'deki Sosyal Yardımlaşma Binasının 4. katında (son kat) hizmet vermekte olan Diyarbakır Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü'nün enerji etüt çalışması ve sonuçları aktarılmıştır. Etüt sonuçlarına göre enerji tüketen sistemler belirtilmiş olup yapılan termal kamera ölçümleri ile de gerek bina dış kabuğunda gerekse ısıtma tesisatındaki ısı kayıplarının en fazla olduğu noktaların tespiti yapılmıştır. Enerji tüketene sistemlerin enerji verimliliklerinin arttırılması için gerekli iyileştirmelerin yapılması ve enerji verimliliği arttırıcı projeleri (VAP) ile elde edilebilecek tasarruf miktarları hesaplanarak sera gazı emisyonlarının azaltılması da amaçlanmıştır.



Şekil 3.1. Sosyal yardımlaşma binası ve Diyarbakır rölöve ve anıtlar müdürlüğü (4. kat)

3.2.1. Enerji verimliliği etüdü yapılan örnek binanın genel bilgileri

Enerji verimliliği etüdü yapılan bina 2. Derece ısı yalıtım bölgesinde yer almaktadır. Zemin +4 kat olan Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Binasının kat bazında kullanım amaçları aşağıdaki Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir. Söz konusu binanın her katında farklı hizmet kolu olarak hizmet verildiğinden, her kata bağımsız elektrik sayacı ve doğalgaz sayacı bulunmaktadır. Ayrıca katların yıllık elektrik ve yakıt sarfiyatları ve maliyetlerine dair verilere ulaşılamaması ve çalışanlarından kat ile ilgili sağlıklı bilgi alınamaması sebebiyle; tezin örnek bina çalışması olarak binanın 4. Katında bulunan **Diyarbakır Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü** ele alınmıştır.

Çizelge 3.1. Binanın katlar bazında kullanım amaçları

Kat Numarası	Kullanım Amacı
Zemin Kat	Danışma ve Depo
1. Kat	Ayakkabı ve Galoş Atölyesi
2. Kat	Grameen Mikrokredi Programı Birimi
3. Kat	Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı
4. Kat	**Diyarbakır Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü**

Enerji verimliliği analizi yapılan örnek binaya ait genel özellikler Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Müdürlük katı bina genel özellikleri

Genel Bilgiler	Adı	Diyarbakır Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü
	Bağlı Olduğu Kurum	Kültür ve Turizm Bakanlığı (Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü)
	İli	Diyarbakır
	İlçesi	Bağlar
	Adresi	Turgut Özal Bulvarı Fatih Lisesi Yanı
	Telefon No	0412 2343018-0412 2346475
	Fax No	0412 2345704
	Wep Sayfası	diyarbakirrolove@kultur.gov.tr
Kullanım Alanı (m²)		510
Çatı, Cephe ve Zemin Alanı (m²)	Çatı	551
	Cephe	201
	Zemin	510
Kullanım Şekli		Hizmet
Yapım Yılı		1979
Hizmete Açılış Yılı		2004
Çalışan Personel Sayısı		30
Bina Malik Durumu		Kamuya Ait
Dış Duvar Yapı Malzemesi		Tuğla, Sıva
Dış Duvar Yalıtımlı Mı?		Hayır
Çatı Yapı Malzemesi		Tuğla, kiremit
Çatı Yalıtım Durumu		Hayır
Pencere Tipi ve Yüzey Alanı (m²)		Alüminyum, tek cam ve yalıtımsız
Aydınlatma		Genel olarak Mekanik Balastlı Flüoresan, WC lerde Akkor Halojen Lamba
Isıtma ve Soğutma Sistemi		Doğalgaz Kaskad Kazanı ve Bireysel Klimalar
Havalandırma		Doğal

3.3. Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi

Gerçek bina için enerji performansı hesabı yapılırken, öncelikle binanın enerji sarfiyatına etki eten bütün parametrelerin, enerji verimliliğine etkisi değerlendirilir. Bu doğrultuda BEP Yönetmeliği'ne göre, binanın yıllık ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve sıhhi sıcak su için gerekli enerji tüketimleri bulunup, birincil enerji olarak hesaplanır. Hesaplanan bu toplam tüketim değerinden, binanın m^2 başına düşen yıllık enerji tüketiminin belirlenmesi, bu değere göre CO_2 salınımının hesaplanması yapılır. Yapılan bu hesaplamalar hayali referans bina için yapıldıktan sonra hesaplama sonuçları kıyaslanıp, gerçek bina değerleri referans binanın değerine oranlanıp bulunan orana göre A-G arası binanın enerji sınıfı hesaplanır.

Çizelge 3.3. Sera Gazları Dönüşüm Katsayıları (Ekler, BEP)

Enerji Kaynağı	SEG Dönüşüm Katsayısı [kg eşd. CO_2/kWh]
Fuel-Oil	0.330
Doğalgaz	0.234
Gaz (propan, bütan, metan, biyogaz)	0.277
Diğer fosil yakıtlar	0.320
Antrasit	0.394
Linyit	0.433
Kok	0.467
Talaş	0.004
Kütük, biokütle	0.014
Kayın Kütüğü	0.013
Koknar Kütüğü	0.020
Hidrolik enerji santrallerinden elektrik	0.007
Nükleer enerji santrallerinden elektrik	0.016
Kömür enerji santrallerinden elektrik	1.340
Doğalgaz enerji santrallerinden elektrik	0.819
Karışık elektrik	0.617

Binanın 2013 yılına ait enerji tüketimini bulmak için doğalgaz ve elektrik faturalarından bakılarak elektrik tüketimi 85.100,20 Kwh ve doğalgaz tüketimi de 7.500 m^3 olarak gözlemlenmiştir. Tespit edilen elektrik enerjisinin TEP (Ton Eşdeğer Petrol)'e dönüşümü için Çizelge 3.4'teki 0,086 katsayısı kullanılmış ve doğalgaz enerjisi için ise 0,825 katsayısı kullanılmıştır. Ayrıca bina enerji sınıfı tespiti için Çizelge 3.4'dan doğalgaz enerji tüketimi miktarı birimi(m^3), elektrik enerjisi birimine (Kwh) dönüşümü yapılmıştır.

Sera gazları dönüşüm katsayısı ise Çizelge 3.3'te belirtildiği gibi elektrik enerjisi için 0,617 ve doğalgaz enerjisi için 0,234 katsayıları kullanılmıştır.

Çizelge 3.4. Yakıtların ısıl değerleri (Güvenç, 2013)

Kaynakların Alt Isıl Değerleri ve Petrol Eşdeğerine Çevrim Katsayıları						
Miktar		Enerji kaynağı	Yoğunluk	Isıl Değer	Isıl Değer birimi	Çevrim Katsayısı (TEP)
1	Ton	Taşkömürü		6100	kCal/kg	0.610
1	Ton	Kok Kömürü		7200	kCal/kg	0.720
1	Ton	Briket		5000	kCal/kg	0.500
1	Ton	Linyit lesin ve sanayi		3000	kCal/kg	0.300
1	Ton	Linyit santral		2000	kCal/kg	0.200
1	Ton	Elbistan Linyiti		1100	kCal/kg	0.110
1	Ton	Petrokok		7600	kCal/kg	0.760
1	Ton	Prina		4300	kCal/kg	0.430
1	Ton	Talaş		3000	kCal/kg	0.300
1	Ton	Kabuk		2250	kCal/kg	0.225
1	Ton	Grafit		8000	kCal/kg	0.800
1	Ton	Kok tozu (*)		6000	kCal/kg	0.600
1	Ton	Maden		5500	kCal/kg	0.550
1	Ton	Elbistan Linyiti		1100	kCal/kg	0.110
1	Ton	Asfaltit		4300	kCal/kg	0.430
1	Ton	Odun		3000	kCal/kg	0.300
1	Ton	Hayvan ve Bitki Artığı		2300	kCal/kg	0.230
1	Ton	Ham Petrol		10500	kCal/kg	1.050
1	Ton	Fuel Oil No:4		9600	kCal/kg	0.960
1	Ton	Fuel Oil No:5	0.920 Kg/lt	10025	kCal/kg	1.003
1	Ton	Fuel Oil No:5	0.940 Kg/lt	9860	kCal/kg	0.986
1	Ton	Motorin	0.830 Kg/lt	10200	kCal/kg	1.020
1	Ton	Benzin	0.735 Kg/lt	10400	kCal/kg	1.040
1	Ton	Gazyağı	0.780 Kg/lt	8920	kCal/kg	0.829
1	Ton	Siyah Likör		3000	kCal/kg	0.300
1	Ton	Nafta		10400	kCal/kg	1.040
bin	m3	Doğal Gaz	0.670Kg/m3	8250	kCal/m3	0.825
1	Ton	Kok Gazı (*)		8220	kCal/kg	0.820
bin	m3	Kok Gazı (*)	0.490Kg/m3	4028	kCal/m3	0.403
1	Ton	Yüksek Fırın Gazı (*)		791	kCal/kg	0.080
bin	m3	Yüksek Fırın Gazı (*)	1.290Kg/m3	1019	kCal/m3	0.102
bin	m3	Rafineri Gazı		8783	kCal/m3	0.878
bin	m3	Asetilen		14230	kCal/m3	1.423
bin	m3	Propan		10200	kCal/m3	1.020
1	Ton	LPG		10900	kCal/kg	1.090
bin	m3	LPG	2.477Kg/m3	27000	kCal/m3	2.700
bin	kWh	Elektrik		860	kCal/kWh	0.086
bin	kWh	Hidrolik		860	kCal/kWh	0.086
bin	kWh	Jeotermal		8600	kCal/kWh	0.086

Binada elektrik enerjisinin m² başına yıllık tüketimi ve doğalgaz enerjisinin m² başına yıllık tüketimlerinin toplamları ile m² başına yıllık enerji tüketimi (EP) hesaplanır. Çizelge 3.5.'e göre binanın birincil enerji referans göstergesi (RG) 300Kwh/ m².yıl olarak alınmıştır. Bina enerji sınıfının tespiti bulunan bina enerji tüketimi(EP) ile RG değerleri Çizelge 3.6'daki formüle göre yapılır.

Çizelge 3.5. Birincil Enerjiye Göre Referans Göstergesi (RG) (kWh/m².yıl) (Ekler, BEP)

Bina Tipleri	KullanımAmaçları	1.Isıtma Bölgesi(RG)	2.Isıtma Bölgesi(RG)	3.Isıtma Bölgesi(RG)	4.Isıtma Bölgesi(RG)
Konutlar	Tek ve İkiz Aile Evleri	165	240	285	420
	Apartman Blokları	180	255	300	495
Hizmet Binaları	Ofis ve Büro Binaları	240	300	360	495
	Eğitim Binaları (Okullar, yurtlar, spor tesisleri vb.)	180	255	300	450
	Sağlık Binaları (Hastaneler, huzurevleri, yetiştirme yurtları, sağlıl ocakları vb.)	600			
Ticari Binalar	Otel Motel, Restoran	450			
	Alışveriş ve Ticaret Merkezleri	750			

Çizelge 3.6. Birincil Enerji Tüketimlerine Göre Enerji Sınıfı (EP) (kWh/m².yıl) (Ekler, BEP)

Enerji Sınıfı	**Birincil Enerji Tüketimlerine Göre Enerji Sınıfı Endeksi (EP)**
A	EP<0,4*RG
B	0,4*RG≤EP<0,8*RG
C	0,8*RG≤EP<RG
D	RG≤EP<1,20*RG
E	1,20*RG≤EP<1,40*RG
F	1,40*RG≤EP<1,75*RG
G	1,75*RG≤EP

Bina nihai enerji tüketimine göre sera gazı emisyon sınıfı belirlenirken, öncelikle çizelge 3.7.'teki SRG değeri hizmet binaları tipine giren büro ve ofis amaçlı kullanılan binalar için 50 olarak alınmıştır. Elektrik ve doğalgaz için yıllık bazda m²'ye düşen enerji tüketimi hesabı yapıldıktan sonra bulunan değerlere, çizelge 3.7'de belirtilen sera gazı (CO_2) dönüşüm katsayıları elektrik için 0,617 ve doğalgaz için 0,234 ile çarpılarak

SEG bulunur. Elde edilen her iki değer toplanarak m²'ye döşen toplam sera gazı emisyon göstergesi bulunup, Çizelge 3.8.'deki SRG değeri ile karşılaştırılıp bina için sera gazı emisyon sınıfı hesaplanır.

Çizelge 3.7. Sera Gazı Referans Göstergesi (SRG) (kg eşd.CO2/m².yıl) (Ekler, BEP)

Bina Tipleri	Kullanım Amaçları	1.Isıtma Bölgesi(SRG)	2.Isıtma Bölgesi(SRG)	3.Isıtma Bölgesi(SRG)	4.Isıtma Bölgesi(SRG)
Konutlar	Tek ve İkiz Aile Evleri	28	40	47	70
	Apartman Blokları	30	43	50	73
Hizmet Binaları	Ofis ve Büro Binaları	40	50	60	80
	Eğitim Binaları (Okullar, yurtlar, spor tesisleri vb.)	30	45	50	75
	Sağlık Binaları (Hastaneler, huzurevleri, yetiştirme yurtları, sağlık ocakları vb.)	120			
Ticari Binalar	Otel Motel, Restoran	100			
	Alışveriş ve Ticaret Merkezleri	150			

Çizelge 3.8. Nihai Enerji Tüketimlerine Göre Sera Gazı Emisyon Sınıfı Endeksi (SEG) (kg eşd. CO_2/m².yıl) (Ekler, BEP)

Enerji Sınıfı	Nihai Enerji Tüketimlerine Göre Sera Gazı Emisyon Sınıfı Endeksi (SEG)
A	SEG<0,4*SRG
B	0,4*SRG≤SEG<0,8*SRG
C	0,8*SRG≤SEG<SRG
D	SRG≤SEG<1,20*SRG
E	1,20*SRG≤SEG<1,40*SRG
F	1,40*SRG≤SEG<1,75*SRG
G	1,75*SRG≤SEG

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kamu Binaları Hakkında Genel Bilgiler

Diyarbakır ilindeki 42 tane kamu binasının genel özelliklerini 3 ana anket başlığında incelenmiştir. Bu kapsamda, binaların tipleri, yılın hangi dönemlerinde ve çalışma zamanlarında faaliyet gösterdikleri, çalışma saat aralığı ve ortalama günlük hizmet süreleri, yapım tarihleri, net kullanım alanları, çalışan personel ortalaması, bina dış kabuğu ve tesisat sistemlerinin yalıtım özellikleri ve VAP (Verimliliği Artırıcı Projeler) v.b özelikleri üzerinde bir anket çalışması yapılmıştır.

Çizelge 4.1.'de 42 tane kamu binası için yapılan teknik analizde; binaların kullanım şekline göre %9,5'i sağlık, %90,5'i hizmet amaçlı kullanılmaktadır. Kamu binaları olarak eğitim-öğretim merkezleri (okullar), üretim tesisleri ve konaklama yerleri anket çalışması kapsamına alınmamıştır. Kamu binalarının çalışma dönem ve saatlerine göre incelendiğinde, %76,19'u yıl boyunca sadece hafta içi saat 08:00-17:00 arası çalıştığı, %23,81'si yıl boyunca sürekli hafta sonu dahil ve vardiyalı (24 saat esası) olarak çalıştığı gözlemlenmiştir. Bina malik durumuna bakıldığında, %9,5'i kira, %90,5'i ise kamuya aittir. Kamu binalarının yapılış tarihlerine göre bakıldığında, %16,67'si 2005'ten sonra, %30,95'i 2005-1980 yılları arasında, %52,38'i 1979'dan önce yapılan binalar olarak tespit edilmiştir. Yapı malzemesine göre binaların %26,19'u taş, %73,81'i betonarmeden oluştuğu ve taş yapılı kamu binaların tamamı 1979 tarihinden önce yapılan binalara ait olduğu gözlemlenmiştir. Analizi yapılan kamu binalarının %16,67'si 500-1000 m^2 arası, %8,36'sı 1000-1500 m^2 arası, %5,92'si 1500-2000 m^2 arası ve %69,05'nin ise 2000 m^2'nin üstü kullanım alanlarına sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Kamu binaları yenilemelerinin %2,38'i kullanım alanı ilave, %35,71'i dış görünüm iyileştirme (genelde boya, badana yapılması), % 7,14 Duvar veya Çatı Yenileme, %57,14'ü HVAC ekipman yenileme (Genelde kazan dairesi doğalgaz dönüşümü), %19,05'i aydınlatmada yenileme, %9,52'si pencere değiştirme,

%14,29'u tesisat yenileme (Temiz ve pis su tesisatı), %7,14'ü yalıtım(Dış kabuk ve çatı yalıtımı) yenilemelerinden oluşmaktadır. Yapılan analizde kamu binaların %16,67'si yeni inşa edildiklerinden dolayı sonradan herhangi bir yenileme yapılmamış olup, hiçbir yenileme yapmayanların oranı ise %45,24'tür. Kamu binaların ortalama günlük hizmet süreleri 9,5 saat ve çalışan personel sayı ortalaması da 258 kişi olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.1. Kamu binalarının teknik özellik analizi

Sıra no	Bina Özelliği	Tip Kategori	%(Yüzde oranları)
1	Kullanım Şekli	Sağlık	9,5
		Eğitim	0
		Hizmet	90,5
		Üretim Tesisi	0
		Konaklama Yeri	0
2	Çalışma Dönem ve Saatleri	Yıl Boyunca[Sürekli sadece hafta içi, (Saat:08:00-17:00)]	76,19
		Yıl Boyunca [Sürekli hafta sonu dahil ve vardiyeli(24 saat esası)]	23,81
3	Bina Malik Durumu	Kira	9,5
		Kamuya Ait	90,5
4	Yapım Yılı	2005'ten sonra	16,67
		2005-1980	30,95
		1979'dan önce	52,38
5	Bina Tipi	Yüksek Katlı (4 veya daha fazla)	47,62
		Alçak Katlı(1-3 arası)	52,38
6	Bina Yapı Malzemesi	Taş	26,19
		Betonarme	73,81
7	Kullanım Alanları	$500m^2$-$1000m^2$ arası	16,67
		$1000m^2$-$1500m^2$ arası	8,36
		$1500m^2$-$2000m^2$	5,92
		$2000m^2$'nin üstü	69,05
8	Yenilemeler	Kullanım Alanı İlave (m^2)	2,38
		Kullanım Alanı Azaltma (m^2)	0,00
		Dış Görünüm İyileştirme	35,71
		Duvar veya Çatı Yenileme	7,14
		HVAC Ekipman Yenileme	57,14
		Aydınlatma Yenileme	19,05
		Pencere Değiştirme	9,52
		Tesisat Yenileme	14,29
		Yalıtım Yenileme	7,14
		Bina Yeni İnşa Edildi	16,67
		Hiçbir Yenileme Yok	45,24
9	Ortalama Günlük Hizmet Süreleri	9,5 saat	
10	Çalışan Personel Sayı Ortalaması	258 kişi	

Çizelge 4.2.'de gösterildiği gibi yapılan anket çalışmasında, kamu binalarının dış cephelerinin %33,33'ü yalıtımlı, %66,67'sinin ise yalıtımsız olduğu görülmüştür. Bu oran kamu binalarının 2/3 oranında yalıtımsız olduğu anlamına gelmektedir. Kamu binalarının çatıları %85,71'i yalıtımlı, %14,29'u ise yalıtımsızdır. Yalıtımlı çatılarda genellikle şilte tipi cam yünü esaslı yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Pencere durumlarına baktığımızda %9,52'si Tek veya çift camlı(karışık camlı), %78,57'si çoğu çift camlı ve %11,90'ı ise çoğu tek camlıdır. Sadece merkezi sulu sistem ile ısıtma yapılan binaların boru tesisatlarının %15'i Yalıtımlı veya yalıtımsız (karışık), %75'i çoğu yalıtımlı ve %10'u ise çoğu yalıtımsızdır. Yine sadece merkezi sulu sistem ile ısıtma yapılan binaların vana yalıtım ceketleri durumlarına bakıldığında %15'i çoğu yalıtım ceketli, %85'i çoğu yalıtımsız ceketsizdir. Sadece yalıtımlı ceketli veya yalıtımsız ceketli binanın olmadığı tespiti yapılmıştır.

Çizelge 4.2. Kamu binalarının bina dış kabuğu ve tesisat sistemlerinin yalıtım analizi

Sıra no	Bina Dış Kabuğu ve Tesisat Yalıtım Özelliği	Tip Kategori	%(Yüzde oranları)
1	Dış Cephe Isı Yalıtım Durumu	Yalıtımlı	33,33
		Yalıtımsız	66,67
2	Çatı Yalıtım Durumları	Yalıtımlı	85,71
		Yalıtımsız	14,29
3	Pencere Durumları	Tek veya çift camlı(karışık camlı)	9,52
		Çoğu çift camlı	78,57
		Çoğu tek camlı	11,90
4	Tesisat Boru Yalıtım Durumları	Yalıtımlı veya yalıtımsız(karışık)	15
		Çoğu yalıtımlı	75
		Çoğu yalıtımsız	10
5	Vana Yalıtım Ceketi Durumları	Yalıtımlı ceketli veya yalıtımsız ceketli(karışık)	0
		Çoğu yalıtım ceketli	15
		Çoğu yalıtımsız ceketsiz	85

Çizelge 4.3.'te belirtildiği gibi "Binanızda enerji verimliliği ve tasarruf tedbirleri alınmış mıdır?" sorusuna %54,76'sı evet, %45,24'ü hayır cevabını vermiştir. Buna bağlı olarak binanın yapısal özelliklerinde değişiklik yapmak isteyenler %23,81'i evet bir yıl içinde, %28,57'si evet birkaç yıl içerisinde ve % 47,62'si ise herhangi bir enerji verimliliği tasarrufu almayı düşünmediklerini ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.3. Kamu binalarının enerji verimliliği artırma önlemleri

Sıra no	Bina Enerji Önlemleri	Tip Kategori	%(Yüzde oranları)
1	Binanızda enerji verimliliği ve tasarruf tedbirleri alınmış mıdır?	Evet	54,76
		Hayır	45,24
2	Binanızın yapısal özelliklerinde değişiklik yapmayı düşünüyor musunuz?	evet,bir yıl içerisinde	23,81
		evet, birkaç yıl içerisinde	28,57
		hayır	47,62

4.2. Kamu Binalarının Anket Verileri

4.2.1. Kamu binalarında ısıtma sistemi anket verileri

Ankete katılan 42 kamu binasının Çizelge 4.4.'te belirtildiği gibi, ısıtma sistemine ait ana ısıtıcılarının %57,14'ü doğalgazlı, %38,10'u Diğer(kömür, fuel-oil v.b) ve %4,76'sı (sadece 2 tane kamu binası) ise merkezi klima sistemli (VRF) olduğu gözlenmiştir. Doğalgazlı, kömür, fuel-oil v.b yakıtlı ana ısıtıcılar ile ısıtma yapan kamu binalarının (Merkezi klima sistemi(VRF) hariç) ek ısıtıcı olarak %90,38'i bireysel klima ve %9,62'si ise taşınır(portatif) tip elektrikli ısıtıcılar kullanmaktadırlar. Sadece ek ısıtıcı kullanan kamu binalarının kış aylarında ek ısıtıcı kullanma oranlarına bakıldığında % 47,37'sinin ek ısıtıcı kullanmadığı, %5,26'sı nadiren kullandığı, %26,32'si bazen kullandığı, %21,05'i sıklıkla kullandığı ve her zaman kullanan kamu binasının olmadığı tespiti yapılmıştır. Anket verilerine göre, kamu binalarının ana ısıtma sistemlerinin ömürlerinin %23,81'i bir yıldan az (yeni), %30,95'i 1-5 yıllık, %11,90'ı 6-10 yıllık, %12,29'u 11-15 yıllık ve %19,05'i ise 15 yıllıktır.

Çizelge 4.4. Kamu binalarının ısıtma sistemi özellikleri

Sıra No	Bina Isıtma Sistemi Özellikleri	Tip Kategori	% (Yüzde Oranları)	
			"Ana Isıtıcı"	"Ek Isıtıcı"
1	Binanızda ne tür ısıtma sistemi kullanıyorsunuz? (Not:Birden fazla ısıtma sistemi mevcut ise "Ana Isıtma" ve "Ek Isıtma" olarak belirtiniz.)	Doğalgazlı	57,14	-
		Diğer(kömür, fuel-oil v.b)	38,10	-
		Merkezi Klima Sistemi(VRF)	4,76	-
		Klima(Isı Pompası)	-	90,38
		Elektrikli Isıtıcı	-	9,62
2	Kış aylarında ne sıklıkla ek ısıtıcı kullanıyorsunuz? (Not:Sadece ek ısıtıcı kullanan kamu binalarına soruldu.)	ek ısıtıcı kullanılmıyor	47,37	
		Nadiren	5,26	
		Bazen	26,32	
		Sıklıkla	21,05	
		her zaman	0	
3	Ana ısıtma sisteminiz kaç yıllıktır?	1 yıldan az(yeni)	23,81	
		1-5 yıllık	30,95	
		6-10 yıllık	11,90	
		11-15 yıllık	14,29	
		15 yıl üstü	19,05	

Çizelge 4.5.'daki ankette sadece merkezi sulu sistem ile ısıtma yapılan 40 tane kamu binasının %57,50'sinde sıcak su kontrol sistemi olduğu ve %42,50'sinde de sıcak su kontrol sisteminin olmadığı gözlemlenmiştir. Sadece merkezi klima (VRF) sistemi ile ısıtma yapan 2 tane kamu binasının her ikisinde de merkezi otomatik kontrol sistemi olmadığı tespiti yapılmıştır.

Çizelge 4.5. Ana ısıtma ve kontrol sistemi analizleri

Sıra no	Bina Kontrol Sistemi	Tip Kategori	%(Yüzde oranları)
1	Sıcak sulu ısıtma sisteminde sıcak su kontrol sisteminiz var mıdır? (Not:Sadece merkezi sulu sistem ile ısıtma yapılan kamu binalarına soruldu)	Var	57,50
		Yok	42,50
2	Merkezi klima sisteminde otomatik kontrol sisteminiz var mı? (Not: Sadece Merkezi Klima (VRF) Sistemi ile ısıtma yapan kamu binalarına soruldu)	Var	0
		Yok	100

Çizelge 4.6.'de anketi yapılan sadece merkezi sulu sistem ile ısıtma yapılan kamu binalarında kullanılan sirkülasyon pompalarının %75'i çok hızlı (üç hızlı), %25'i frekans kontrollü(değişken devirli) olup, ısıtıcı ünitelerin(radyatör, FC v.b) vanalarının %70'inin normal tip vana ve %30'u ise termostatik tip vanalardan oluşmaktadır. Kullanılan brülör

tiplerine bakıldığında; sadece doğalgazlı kazan kullanan kamu binalarının %25'i tek kademeli, %55'i çift kademeli ve %20'si ise oransal (sürekli alev modülasyonlu) olduğu; sadece sıvı yakıtlı (fuel-oil) kazan kullanan kamu binalarının ise %83,33'ü tek kademeli ve %16,67'si de çift kademeli brülör kullandıkları gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.6. Isıtma sisteminde kullanılan ekipmanların özellikleri

Sıra no	Bina Isıtma Ekipman Özellikleri	Tip Kategori	%(Yüzde oranları)
1	Sirkülasyon pompa özellikleri (Not: Sadece merkezi sulu sistem ile ısıtma yapılan kamu binalarına soruldu)	Çok hızlı (üç hızlı)	75,00
		Frekans kontrollü(değişken devirli)	25,00
2	Isıtıcı ünitelerin vana özellikleri (Not: Sadece merkezi sulu sistem ile ısıtma yapılan kamu binalarına soruldu)	Normal Tip Vana	70,00
		Termostatik Vana	30,00
3	Brülör özellikleri-1 (Not: Sadece doğalgazlı Kazan kullanan kamu binalarına soruldu	Tek Kademeli	25,00
		Çift Kademeli	55,00
		Oransal(Sürekli Alev Modülasyonlu)	20,00
4	Brülör özellikleri-2 (Not: Sadece sıvı yakıtlı(fu el-oil) kazan kullanan kamu binalarına soruldu)	Tek Kademeli	83,33
		Çift Kademeli	16,67

4.2.2. Kamu binalarında soğutma anket verileri

Yapılan anket çalışmasında Çizelge 4.7.'de gösterildiği gibi kamu binalarının %4,76'sı sadece merkezi klima sistemi(VRF), % 14,29'u sadece merkezi chiller soğutma gruplu sistem(Hava Soğutmalı) ve %11,90'ı karışık (Merkezi soğutma sistemleri, Bireysel klimalar v.b) kullanmaktadır. Bu kapsamda merkezi soğutma sistem kullanan binaların oranı %19,05'e tekabül geldiği görülmektedir. Ankete katılan binaların %69,05'i de bireysel tip klima sistemi(Salon, split tip v.b) kullanmaktadır.

Çizelge 4.7. Kamu binalarının soğutma sistemi tipleri ve kullanım oranları

Sıra no	Bina Soğutma Sistemi	Tip Kategori	%(Yüzde oranları)
1	Yandaki soğutma sistemlerinden hangilerini kullanıyorsunuz?	Sadece merkezi klima sistemi(VRF)	4,76
		Sadece merkezi chiller soğutma gruplu sistem(Hava Soğutmalı)	14,29
		Karışık (Merkezi soğutma sistemleri, Bireysel klimalar v.b)	11,90
		Merkezi soğutma sistemi	19,05
		Bireysel tip klima sistemi(Salon, split tip v.b)	69,05

Çizelge 4.8.'de belirtildiği gibi ankete katılan kamu binaların kullandıkları soğutma iç ünitelerinin %14,29'u fan-coil, %73,81'sı klima(ısı pompası) ve %19,90'ı karışık(klima, fan-coil v.b) cihazlarından oluşmaktadır. Hava perdesini ve hiçbirini kullanmayanların olmadığı tespiti yapılmıştır. Kullanılan bireysel(duvar/döşeme) tip klimaların ömürlerinin %11,11'i yeni(1 yıldan az), %80,56'sı 1-5 yıllık, %8,33'ü 6-10 yıllık olup, 11 yıl ve üstü klimalar kullanılmamaktadır. Buna bağlı olarak en çok kullanılan bireysel(duvar/döşeme) tip klimaların %72,22'i A sınıfı, %27,78'i B-C sınıfı enerji sınıflarına sahiptirler. Yaz aylarında bireysel tip klimaların %5,56'sı nadiren, % 5'i bezen, %69,44'ü sıklıkla kullanıldığı, hiçbir zaman kullanmayanların ve her zaman kullananların olmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.8. Kamu binalarında soğutma iç ünitelerin genel özellikleri ve kullanım oranları

Sıra no	Bina Soğutma Ekipman Özellikleri	Tip Kategori	%(Yüzde oranları)
1	Yandaki soğutma iç ünitelerinden hangilerini kullanıyorsunuz?	Fan Coil	14,29
		Klima(Isı Pompası)	73,81
		Hava Perdesi	0
		Karışık(Klima(ısı Pompası), FC, vb.)	11,90
		Hiçbiri	0
2	Bireysel(duvar/döşeme) tip klimalarınız kaç yıllıktır? (Not:Sadece merkezi klima sistemi ve bireysel klima (ısı pompası) ünitesini kullanan kurumlara soruldu)	Yeni(1 yıldan az)	11,11
		1-5 yıllık	80,56
		6-10 yıllık	8,33
		11 yıl ve üstü	0
3	Bireysel(duvar/döşeme) tip klimalarınızın enerji sınıfları nedir?	A sınıfı	72,22
		B-C sınıfı	27,78
4	Bireysel(duvar/döşeme) tip klimalarınızı yaz aylarında ne sıklıkla kullanılıyorsunuz?	Bazen	25,00
		Sıklıkla	69,44
		Her zaman	0

4.2.3. Kamu binalarında havalandırma anket verileri

Çizelge 4.9.'daki anket çalışmasında kamu binalarındaki havalandırma sistemlerinde; kanal tesisatı olmayan, duvar veya cama takılabilen basit aspiratörleri kapsayan lokal havalandırma sistemi kullanan kurumlar çok az olup bu oran %5, kanallı tip merkezi havalandırma sistemi kullananların oranı %23,9 ve yemekhanesi olan kamu binaların tamamında davlumbaz havalandırması olup bu oran %69,05'tir. Ankete katılan kamu binaların %14,29'u tavan arası aspiratör/vantilatör fanı, %4,76'sı yer tipi aspiratör/vantilatör fanı, % 7,14'ü taşınabilir(portatif) vantilatör, %9,52'si sulu serpantinli klima santralı, %4,76'sı DX bataryalı klima santralı cihazlarını kullanmakta ve %71,34'ünde merkezi havalandırma sistemi hiç kullanılmamıştır.

Çizelge 4.9. Kamu binalarında havalandırma sistem çeşitleri ve kullanılan cihazları tipleri analiz

Sıra no	Bina Havalandırma Sistemi Özellikleri	Tip Kategori	%(Yüzde oranları)
1	Yandaki havalandırma çeşitlerinden hangilerini kullanıyorsunuz?	Lokal havalandırma(kanalsız)	5
		Merkezi havalandırma(kanallı)	23,9
		Davlumbaz havalandırma	69,05
2	Yandaki havalandırma cihazlarından hangilerini kullanıyorsunuz?	Tavan arası aspiratör/vantilatör fanı	14,29
		Yer tipi aspiratör/vantilatör fanı	4,76
		Taşınabilir(portatif) vantilatör	7,14
		Sulu serpantinli klima santralı	9,52
		DX bataryalı klima santralı	4,76
		Kullanılmamaktadır	71,34

4.2.4. Kamu binalarında aydınlatma anket verileri

Yapılan anket çalışmasında Çizelge 4.10.'da gösterildiği gibi kamu binaların %11,90'ı akkor flamanlı, %47,62'si akkor halojen, %97,20'si floresan, % 9,52'si yüksek basınçlı sodyum buharlı, % 11,90'ı yüksek basınçlı civa buharlı, % 4,76'sı alçak basınçlı sodyum gazlı, %26,19'u Işık yayan diyot (led), %26,19'u tasarruflu ampul ve %7,14'ü spot veya sel lambalı aydınlatma armatürleri kullanmaktadır. Buna bağlı olarak kamu binaların %4,76'sı zamanlayıcılar, %30,95'i hareket dedektörleri veya doluluk sensörleri, %7,14'ü kısma anahtarları, %4,76'sı karanlık sensörlü aydınlatma kontrol

elemanlarını kullanmaktadırlar. Aydınlatma kontrol elemanlarını kullanmayan binaların oranı ise %52,38'dir.

Çizelge 4.10. Kamu binalarında kullanılan aydınlatma sistemi armatürleri ve aydınlatma otomatik kontrol eleman özellikleri

Sıra no	Bina Aydınlatma Sistemi Özellikleri	Tip Kategori	%(Yüzde oranları)
1	Yandaki aydınlatma armatürlerinden hangilerini kullanıyorsunuz?	Akkor flamanlı	11,9
		Akkor halojen	47,62
		Floresan	97,62
		Yüksek basınçlı sodyum buharlı	9,52
		Yüksek basınçlı civa buharlı	11,9
		Alçak basınçlı sodyum gazlı	4,76
		Işık yayan diyot (led)	26,19
		Tasarruflu ampul	26,19
		Spot veya sel lambalar	7,14
2	Yandaki aydınlatma kontrollerinden hangilerini kullanıyorsunuz?	Zamanlayıcılar	4,76
		Hareket dedektörleri veya doluluk sensörleri	30,95
		Kısma anahtarları	7,14
		Karanlık Sensörleri	4,76
		Hiçbiri	52,38
		Zamanlayıcılar	4,76

4.2.5. Kamu binalarında diğer cihazların kullanımı anket verileri

Çizelge 4.11.'de belirtildiği üzere ankete katılan 42 tane kamu binasının tamamı masa üstü ve diz üstü bilgisayar, fax, fotokopi, tarayıcı, yazıcı, kablolu veya ADSL modem, telefon santralı kullanmaktadır. %26,19'ü plazma TV, %73,81'i LCD TV, %100'ü TV(plazma RV, LCD TV), %66,67'si derin dondurucu, %78,57'si mini buzdolabı, %100'ü su ısıtıcısı, %69,05'i UPS(Kesintisiz güç kaynağı), %90,48'i DVR(Kamera kayıt cihazı), %30,95'i VCR/DVD elektronik cihaz kullanmaktadırlar. Bu kapsamda binaların %90,48'inde güvenlik sistemi varken %9,52'sinde ise güvenlik sistemi yoktur.

Çizelge 4.11. Kamu binalarında kullanılan elektronik cihaz ve güvenlik sistem analizi

Sıra no	Binadaki elektrikli cihaz ve güvenlik sistemi	Tip Kategori	%(Yüzde oranları)
1	Aşağıdaki elektronik cihazların hangilerini kullanıyorsunuz?	Masa üstü ve diz üstü bilgisayar	100
		Fax, fotokopi, tarayıcı, yazıcı, kablolu veya ADSL modem	100
		Telefon santralı	100
		Plazma TV	26,19
		LCD TV	73,81
		TV(Plazma TV, LCD TV)	100
		Derin dondorucu	66,67
		Mini buzdolabı	78,57
		Su ısıtıcısı	100
		UPS(Kesintisiz güç kaynağı)	69,05
		DVR(Kamera kayıt cihazı)	90,48
		VCR/DVD	30,95
2	Bina güvenlik sisteminiz var mı?	Evet	90,48
		Hayır	9,52

4.2.6. Kamu binalarında su kullanımı anket verileri

Yapılan anket çalışmasında, Çizelge 4.12.'te belirtildiği üzere binaların kaldırım ve girişlerin %40,48'i günlük ve %59,52'si ise haftalık yıkanmaktadır. Binaların % 48,57'sinde bahçe/yeşil alan mevcut iken %21,43'ünde bahçe/yeşil alan yoktur. Buna bağlı olarak bahçe/yeşil alana sahip binaların % 66,67'si el ile(hortum) ve % 33,33'ü ise otomatik kontrol sistem ile sulanmaktadırlar. Tasarruflu musluklar kullanımında % 16,67'sinde tamamı, % 26,19'u bazı musluklar tasarruflu ve % 57,14'ünde ise tasarruflu musluk kullanılmamaktadır.

Çizelge 4.12. Kamu binalarında su tüketimi alanları ve su tasarrufu analizi

Sıra no	Binada temiz su sistemi	Tip Kategori	%(Yüzde oranları)
1	Kaldırım ve bina girişleri ne sıklıkla yıkanır?	Hiç	0
		Günlük	40,48
		Haftalık	59,52
		Aylık	0
2	Kurumunuza ait bahçe/yeşil alan var mı?	Var	48,57
		Yok	21,43
3	Bahçe/yeşil alanların sulamasını manuel ile mi, otomatik sulama sistemi ile mi yapıyorsunuz? (Not:Sadece bahçe/yeşil alanı olan kurumlara soruldu)	El ile (hortum)	66,67
		Otomatik kontrol sistem ile (kontrol panosu, fiskiyeler v.b)	33,33
4	Binanızda tasarruflu(fotoselli) musluk kullanıyor musunuz?	Evet, hepsi	16,67
		Evet, bazıları	26,19
		Hayır	57,14

4.3. Örnek Bina Enerji Verimliliği Etüt Çalışması Analizi

4.3.1. Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü'nün 2013 yılı enerji tüketimleri ve maliyetleri

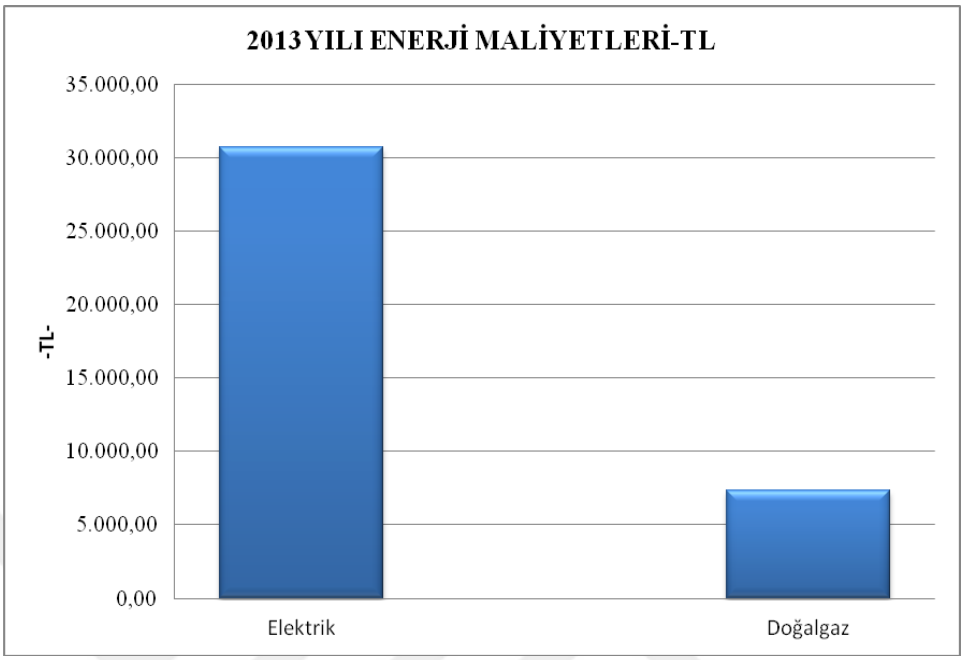
Etüt çalışması yapılan örnek binaya ait mesai saatleri 08.00-17.00 olup, ısıtma doğalgazlı sistem ile 07.00-17.00 arası sürekli, soğutma ise bireysel klimalarla 08.00-17.00 arasında alışkanlıklar çerçevesinde sürekli yapılmaktadır. Artarda 2 gün boyunca ilk gün için gün boyunca klimaların çalıştırıldığı andaki yapılan sayaç ölçümü ve ikinci gün için aynı saatler arasında klimaların çalıştırılmadığı andaki yapılan sayaç ölçümü arasındaki fark bize soğutmada tüketilen esas yükü vermektedir.

Çalışma süresi 242 gün belirlenmiş olup faturalar üzerindeki fiili tüketimler, klimaların soğutma amaçlı enerji tüketim tahmini ve verisi bulunmayan dönemler için ısıtma yükü ile belirlenen yıllık enerji tüketimleri, ısıtma enerjisi için 7.500 m³ doğalgaz ve soğutma enerjisi için 68.080,00 Kwh elektrik olarak öngörülmektedir. Hafta içi 2 gün süren ve klimaların çalıştırılmadığı sayaç ölçümü ile 70,33 kWh/gün elektrik tüketiminin diğer elektrikli cihazlar ve aydınlatma için kullanılmakta olduğu değerlendirilmektedir.

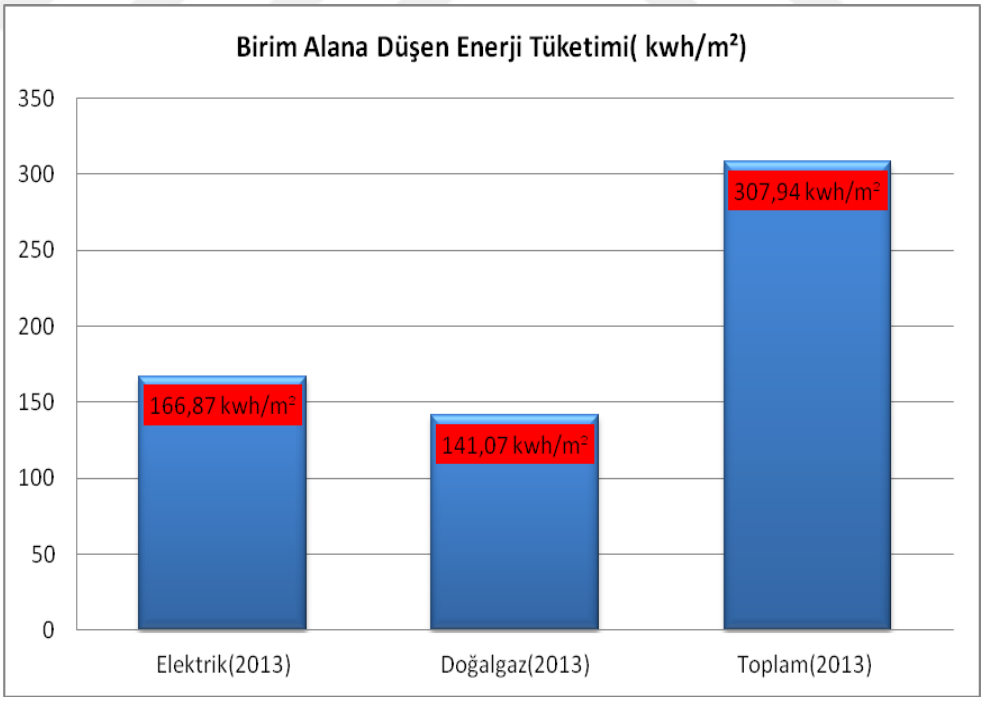
Çizelge 4.13.'te belirtildiği üzere binanın 2013 yılına ait elektrik tüketimi 85.100,20 Kwh (7,32 TEP), doğalgaz tüketimi ise 7.500,00 m³ (71.947,67 Kwh=6,19 TEP) olup toplam enerji tüketimi 157.047,87 Kwh (13,51 TEP)'dir. Binanın 2013 yılına ait toplam enerji maliyeti 38.122,50 TL olup, bu maliyet elektrikte 30.751,00 TL ve doğalgazda ise 7.371,50 TL'dir. Anlaşılacağı üzere elektrik enerjisinin toplam tüketimdeki payı % 55 ve toplam enerji maliyetindeki payı % 80,5; doğalgaz enerjisinin toplam tüketimdeki payı % 45 ve toplam enerji maliyetindeki payı %19,5'dir. Buradan elektrik enerjisinin maliyetinin daha yüksek olmasından ötürü elektrik tüketiminde yapılacak tasarruf daha büyük önem taşımaktadır.

Çizelge 4.13. Binaya ait 2013 yılı enerji tüketimi ve maliyetleri

DİYARBAKIR RÖLÖVE ve ANITLAR MÜDÜRLÜĞÜ BİNASI							
2013 YILI ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ							
ENERJİ TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Tüketim (Kwh)	TEP	% Toplam	TL	% Toplam	TL/TEP
ELEKTRİK	85.100,20 Kwh	85.100,20	7,32	55	30.751,00	80,5	4.200,00
DOĞALGAZ	7.500,00 m³	71.947,67	6,19	45	7.371,50	19,5	1.190,87
TOPLAM		**157.047,87**	**13,51**	**100**	**38.122,50**	**100**	**5.390,87**



Şekil 4.1. Binaya ait 2013 yılı yıllık enerji maliyeti



Şekil 4.2. Binanın birim alana düşen enerji tüketim miktarı

Şekil 4.2.'de görüldüğü üzere binanın 2013 yılı için m²'ye düşen elektrik tüketimi 166,87 Kwh ve doğalgaz tüketimi de 141,07 Kwh olup, m²'ye düşen toplam enerji tüketimi ise 307,94 Kwh'dir.

Müdürlükten alınan verilere göre müdürlükteki kişi sayısı 26 personel, bina net kullanım alanı ise 510 m²'dir. Bu veriler ışığında, binanın m² başına toplam enerji gideri 74,75 TL ve kişi başına toplam enerji tüketimi ise 6.040,30 Kwh olarak hesaplanmıştır.

Diyarbakır çok sıcak bir il olduğundan dolayı binanın soğutma yükü de çok yüksektir. Bu da elektrik sarfiyatının yüksek olmasına sebebiyet vermektedir.

4.3.2. Binanın enerji kimlik sınıfının hesaplanması

Bina 2013 yılında elektrik enerjisi tüketimi 85.100,20 kWh, doğalgaz tüketimi ise 71.947,67 kWh olarak tespit edilmiştir.

Bu değerlere bağlı, Birincil Enerji Tüketimine Göre Bina Enerji Sınıfı:

- Bina 2. Isıtma bölgesinde olup, Birincil enerjiye göre (Ofis ve Büro Binaları) RG=300 değeri alınarak binanın birincil enerji tüketimlerine göre enerji sınıfı;
- Yıllık toplam elektrik enerjisi tüketimi= 85.100,20 kWh/yıl
- Yıllık toplam doğalgaz enerjisi tüketimi= 71.947,67 kWh/yıl
- Yıllık genel toplam enerji tüketimi = 157.047,87 kWh/yıl
- m²'ye düşen yıllık enerji tüketimi=157.047.87/510m²=307,94 kWh /m².yıl(EP),
- EP=307,94 kWh/m², RG=300
- RG≤EP<1,20*RG _ _ _ _ _ Değerine göre Çizelge 4.14'e göre bina enerji sınıfı; **D** olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Birincil enerji tüketimlerine göre enerji sınıfı (EP) (kWh/m².yıl) (Ekler, BEP)

Enerji Sınıfı	Birincil Enerji Tüketimlerine Göre Enerji Sınıfı Endeksi (EP)
A	EP<0,4*RG
B	0,4*RG≤EP<0,8*RG
C	0,8*RG≤EP<RG
D	RG≤EP<1,20*RG
E	1,20*RG≤EP<1,40*RG
F	1,40*RG≤EP<1,75*RG
G	1,75*RG≤EP

4.3.3. Nihai enerji tüketimine göre sera gazı emisyon ve sınıfı

Bina 2. Isıtma bölgesinde olup, Sera Gazı Referans Göstergesi (Ofis ve Büro Binaları) SRG=50 değeri alınarak binanın nihai enerji tüketimlerine göre Sera Gazı Emisyon Sınıfı;

- Yıllık toplam elektrik enerjisi tüketimi= 85.100,20 kWh/yıl
- m²'ye düşen yıllık elektrik enerjisi tüketimi= 85.100,20 kWh/510m²=166,87 kWh/m²
- m²'ye düşen yıllık elektrik enerjisi tüketimi CO_2 Emisyon katsayısıyla çarpıldığında; (166,87 kWh/m²) x (0,617kg CO_2/kWh) = 102,96 kg CO_2/m².yıl
- Yıllık toplam doğalgaz enerjisi tüketimi= 71.947,67 kWh/yıl
- m²'ye düşen doğalgaz enerjisi tüketimi= 71.947,67 kWh/510m²=141,07 kWh/m²
- m²'ye düşen doğalgaz enerjisi tüketimi CO_2 emisyon katsayısıyla çarpıldığında; (141,07 kWh/m²) x (0,234kg CO_2/kWh) = 33,01kg CO_2/m²

m²'ye düşen yıllık Sera Gazı Emisyonu Göstergesi(SEG):

- (SEG)= 102,96 kg CO_2/m² + 33,01kg CO_2/m²=135,97 kg CO_2/m²
- SEG=135,97 kg CO_2/m², SRG=50
- 1,75*SRG≤SEG _ _ _ _ _ _ Çizelge 4.15.'e göre Binanın sera gazı emisyon sınıfı **G** olarak tespit edilmiştir.

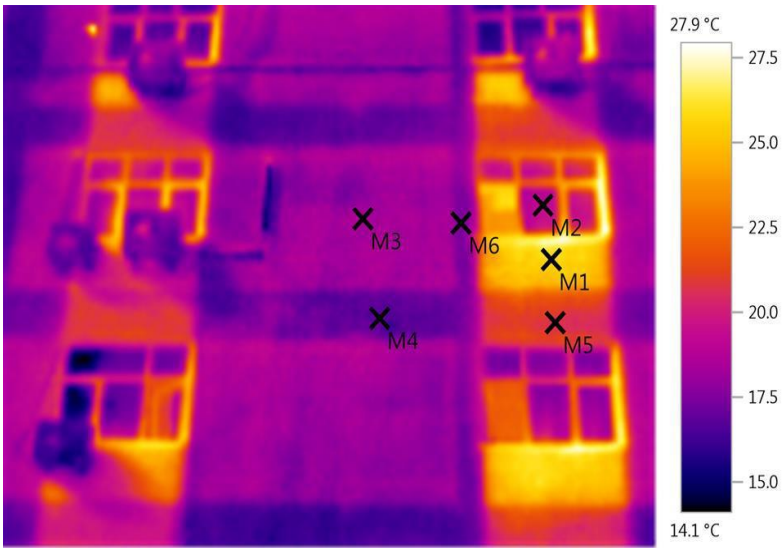
Çizelge 4.15. Nihai Enerji Tüketimlerine Göre Sera Gazı Emisyon Sınıfı Endeksi (SEG) (kg eşd.CO2/m².yıl) (Ekler, BEP)

Enerji Sınıfı	Nihai Enerji Tüketimlerine Göre Sera Gazı Emisyon Sınıfı Endeksi (SEG)
A	SEG<0,4*SRG
B	0,4*SRG≤SEG<0,8*SRG
C	0,8*SRG≤SEG<SRG
D	SRG≤SEG<1,20*SRG
E	1,20*SRG≤SEG<1,40*SRG
F	1,40*SRG≤SEG<1,75*SRG
G	1,75*SRG≤SEG

4.4. Enerji Etüdü Yapılan Örnek Binada Teorik İyileştirmeler

4.4.1. Bina yalıtımında iyileştirmeler

Bina geometrisi dikdörtgen form şeklinde olup, binayı oluşturan dış kabuk elemanları çatı hariç (döşeme, dış duvar, v.s) tamamıyla yalıtımsızdır. Kullanılmayan çatı arasında, mevcutta 5 cm kalınlığında 0,035 W/mK ısı iletim katsayısına sahip camyünü şilte serilidir. Doğramalar ince demir, camlar ise 4mm tek camdır. Pencereler için U, ısı geçiş katsayısı 5,9 W/m^{2}K'dir.



Şekil 4.3 Bina dış cephe termal kamera analizi

Şekil 4.3'te görüleceği üzere bina dış cephesinin termal kamera çekimi yapılarak ısı kayıplarının en çok olduğu yerler noktasal bazda analiz edilmiş olup Çizelge 4.16.'da ölçe noktalarının sıcaklık değerleri verilmiştir. Bina dış cephesinin yalıtımsız olması sebebiyle ısı kayıplarının en çok olduğu yerler, radyatörlerin bulunduğu pencere altındaki duvar ve kirişlerdir.

Çizelge 4.16. Bina dış cephe termal kamera analizinde resim işaretlerine ait sıcaklık dereceleri

Ölçüm nesneleri	**Sıcaklık [°C]**
Ölçme noktası 1	25.7
Ölçme noktası 2	19.3
Ölçme noktası 3	18.3
Ölçme noktası 4	17.0
Ölçme noktası 5	20.6
Ölçme noktası 6	17.5

Zemin ve 4 kat olmak üzere toplam 5 katlı olan Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Binasının 4. katında hizmet veren Diyarbakır Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü binası dikdörtgen şeklinde olup, brüt 551 m² alan, net kullanım alanı 510 m² ve brüt hacmi 1485 m³'tür.

Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği" 1 Kasım 2008 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir. Binalarda artık ısı yalıtımı zorunlu hale gelmiş olup projeleri TS 825 standardına göre yapılabilecektir. Artık pencere değişiminden, binalarda yapılacak ısı yalıtımı uygulamalarına kadar tüm tadilatların standartlara uygun olması gerekmektedir. 2. Derece-Gün Bölgesindeki Diyarbakır'daki bina, TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları dikkate alınarak detaylandırılan yapı elemanları için; gerek ve yeter şartlarına göre çözümlenmesinden yararlanılmış, yalıtım kalınlıkları buna göre belirlenmiştir. Isı yalıtım malzemeleri ses yalıtımı ve yanmazlık özellikleri yönlerinden değerlendirilmiş, kamu binaları için önemli olan yangın güvenliği yanmaz yalıtım malzemelerinin detaylarda kullanımına öncelik verilmesi ile desteklenmiştir.

Yapı elemanlarında yapılacak iyileştirmeler kapsamında; üstü kapalı kırma çatıda 0,040 W/mK ısı iletim katsayısına sahip 12 cm camyünü şiltenin serbest bir şekilde

serilmesi, dış duvarlarda 0,040 W/mK ısı iletim katsayısına sahip 8 cm kalınlıkta taş yünü ile sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemi uygulanması, bodrum tavanının içten 0,035 W/mK ısı iletim katsayısına sahip 3,5 cm kalınlıkta Ekstrüde Polistren Köpüğü levhalar ile yalıtımı tamamlanması öngörülmektedir.

Mevcut kullanılan 5,9 W/mK ısı geçirgenlik katsayısına sahip pencereler, demir doğrama ve tek camlıdır. Doğramalar 70 mm kalınlıkta 1,16 W/mK ısı geçirgenlik katsayısına sahip PVC doğramalar ile ve cam ise 1,7 W/mK ısı geçirgenlik katsayısına sahip 4+12+4 kaplamalı çift cam ile değiştirilecektir. İkisi beraber kullanıldığında nitelikli doğrama ile camların ısı geçirgenlik katsayısı pencerelerde 1,8 W/mK olmaktadır. Aşağıda, Çizelge 4.17. ile Çizelge 4.18.'de binadaki yapı elemanlarının mevcut yalıtımsız hali ile iyileştirmeye dönük yalıtımlı halleri için ısı geçirgenlik hesabı yapılmıştır.

Çizelge 4.17. Binadaki yapı elemanlarının yalıtımsız haline göre ısı geçirgenlik katsayıları

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Katsayısı (λ) W/mK	Isı İletkenlik Direnci (R) m²K/W	Isı Geçirgenlik Katsayısı (U) W/m²K
Dış Duvar	1/αi Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (İç)	-	-	0,13	
	Kireç harcı, kireç- çimento harcı	0,02	1	0,02	
	Yatay delikli tuğladan yapılan	0,19	0,45	0,422	
	Çimento harcı	0,03	1,6	0,019	
	1/αd Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (Dış)	-	-	0,04	
TOPLAM				0,631	1,585
Dış Havaya Açık (Kiriş)	1/αi Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (İç)	-	-	0,13	
	Kireç harcı, kireç- çimento harcı	0,02	1	0,02	
	Donatılı	0,25	2,5	0,1	
	Çimento harcı	0,03	1,6	0,19	
	1/αd Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (Dış)	-	-	0,04	
TOPLAM				0,309	3,239
Tavan Kullanılmayan Çatı	1/αi Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (İç)	-	-	0,13	
	Kireç harcı, kireç- çimento harcı	0,02	1	0,02	
	Donatılı	0,12	2,5	0,048	
	Cam yünü esaslı şilte	0,05	0,035	1,429	
	1/αd Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (Dış)	-	-	0,08	
TOPLAM				1,707	0,586
Taban (Döşeme)	1/αi Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (İç)	-	-	0,17	
	Kireç harcı, kireç- çimento harcı	0,03	1	0,03	
	Donatılı	0,12	2,5	0,048	
	Ekstrüde Polistren Köpüğü (XPS)	0,02	0,035	0,571	
	1/αd Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (Dış)	-	-	0,17	
TOPLAM				0,688	1,453
Dış Pencere (Cam ve Doğrama)					5,9

Çizelge 4.18. Binadaki yapı elemanlarının yalıtımlı haline göre ısı geçirgenlik katsayıları

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Katsayısı (λ) W/mK	Isı İletkenlik Direnci (R) m²K/W	Isı Geçirgenlik Katsayısı (U) W/m²K
Dış Duvar	1/αi Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (İç)	-	-	0,13	
	Kireç harcı, kireç- çimento harcı	0,02	1	0,02	
	Yatay delikli tuğladan yapılan	0,19	0,45	0,422	
	Taş yünü şilte	0,08	0,04	2	
	Çimento harcı	0,03	1,6	0,019	
	1/αd Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (Dış)	-	-	0,04	
TOPLAM				2,631	0,38
Dış Havaya Açık (Kiriş)	1/αi Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (İç)	-	-	0,13	
	Kireç harcı, kireç- çimento harcı	0,02	1	0,02	
	Donatılı	0,25	2,5	0,1	
	Taş yünü esaslı şilte	0,08	0,04	2	
	Çimento harcı	0,03	1,6	0,19	
	1/αd Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (Dış)	-	-	0,04	
TOPLAM				2,31	0,432
Tavan Kullanılmayan Çatı	1/αi Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (İç)	-	-	0,13	
	Kireç harcı, kireç- çimento harcı	0,02	1	0,02	
	Donatılı	0,12	2,5	0,048	
	Cam yünü esaslı şilte	0,12	0,04	3	
	Polimer bitümlü ısı yalıtım örtüleri	0,002	0,19	0,011	
	1/αd Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (Dış)	-	-	0,08	
TOPLAM				3,289	0,304
Taban (Döşeme)	1/αi Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (İç)	-	-	0,17	
	Kireç harcı, kireç- çimento harcı	0,03	1	0,03	
	Donatılı	0,12	2,5	0,048	
	1/αd Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (Dış)	-	-	0,17	
TOPLAM				1,259	0,794
Dış Pencere (Cam ve Doğrama)					1,8

Aşağıda görüleceği üzere, Çizelge 4.19.'da bina dış kabuğunda kullanılacak yalıtımlı yapı elemanlarının her bir alanda sağladığı ısı tasarrufu ve buna bağlı olarak ısı tasarruf içindeki paylarının hesabı yapılmıştır. Çizelge 4.20.'de ise bina dış kabuğunda kullanılacak yalıtımlı yapı elemanlarının kullanılacağı her bir alan için malzeme ve işçilik maliyetleri bulunup, buna bağlı olarak da ısıtmada doğalgaz tasarrufu karşılığı ile soğutmada elektrik tasarrufu karşılığı hesabı yapılmıştır**.** Aşağıdaki çıkan sonuçlara göre elektrik ve doğalgaz tüketiminde % 48,4 enerji tasarrufları sağlanır.

Çizelge 4.19. Yapı elemanlarında sağlanan tasarruf ve toplam tasarruf içindeki ve toplam maliyet içindeki oranları

Uygulama	**Alan (m^2)**	**A*U, Yalıtımsız Hal (W/K)**	**A*U, Yalıtımlı Hal (W/K)**	**A*U, Tasarruf (W/K)**	**Tasarruf İçindeki Payı (%)**	**Toplam Maliyet İçindeki Payı (%)**
8 cm Kalınlığında Taş Yünü ile Sıvalı Dış Cephe Isı Yalıtımı Yapılması	151,00	239,33	57,38	181,95	17,4	18,6
8 cm Kalınlığında Taş Yünü ile Sıvalı Dış Havaya Açık Kirişlere Isı Yalıtımı Yapılması	50,00	161,94	21,60	140,34	13,3	6,2
Kullanılmayan Çatı Arasına 12 cm Cam Yünü Şilte ile Yalıtım Yapılması	551,00	322,89	167,50	155,39	14,9	14,1
Zemin Tabanına 2 cm Ekstrüde Polistren Köpüğü (XPS) levha ile Yalıtım Yapılması	510,00	741,03	404,94	336,09	32,1	40,6
Pencere(Cam ve Doğrama)	57	336,3	102,6	233,7	22,3	20,5
Havalandırma	-	363,69	363,69	-	-	
Toplam	**1.319,00**	**2.165,18**	**1.117,71**	**1.047,47**	**100**	**100**

Çizelge 4.20. Yapı elemanlarında sağlanan tasarruf ve maliyet değerleri

Uygulama	Alan (m^2)	Malzeme Birim Maliyeti (TL/m^2)	İşçilik Birim Maliyeti (TL/m^2)	Toplam Birim Maliyet (TL/m^2)	Toplam Maliyet (A*T.B.F) TL	Isıtmada Doğal Gaz Tasarrufu Karşılığı (m3/yıl)	Soğutmada Elektrik Tasarrufu Karşılığı (kWh/yıl)
8 cm Kalınlığında Taş Yünü ile Sıvalı Dış Cephe Isı Yalıtımı Yapılması	151	28	20	48	7.248,00	631,62	5.733,47
8 cm Kalınlığında Taş Yünü ile Sıvalı Dış Havaya Açık Kirişlere Isı Yalıtımı Yapılması	50	28	20	48	2.400,00	482,79	4.382,48
Kullanılmayan Çatı Arasına 12 cm Cam Yünü Şilte ile Yalıtım Yapılması	551	6	4	10	5.510,00	540,87	4.409,70
Zemin Tabanına 2 cm Ekstrüde Polistren Köpüğü (XPS) levha ile Yalıtım Yapılması	510	16	15	31	15.810,00	1165,23	10.577,27
Pencere (Cam ve Doğrama)	57	112	28	140	7.980,00	809,49	7.348,07
Toplam	**1.319**				**38.948,00**	**3.630,00**	**32.951,00**
Kalan Enerji Tüketimi						**3.870,00**	**35.129,00**

4.4.2. Bina ısıtma ve soğutma sistemlerinde iyileştirmeler

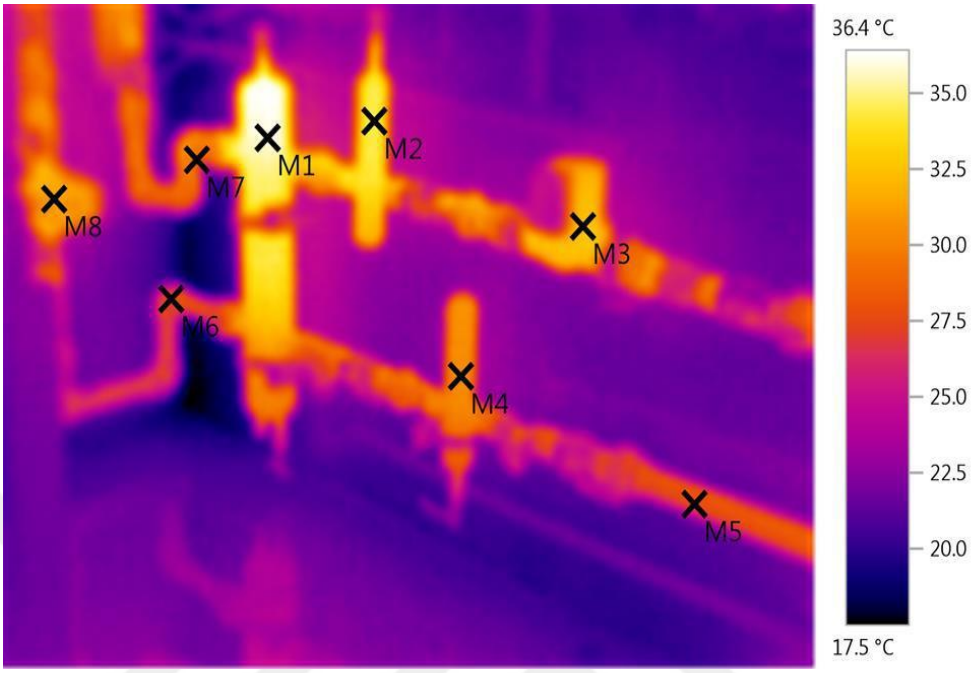
Bina ısıtması, 1 (bir) adet duvar tip yoğuşmalı doğalgaz kazanı ve buna bağlı olarak PKKP/600 tip panel radyatörlerle yapılmaktadır. Isıtmada otomatik kontrol sistemi olmayıp, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te görüldüğü üzere radyatörlerde normal tip radyatör vanası kullanılmakta ve kazana bağlı boru, vana, pislik tutucu gibi ekipmanlar yalıtımsızdır.



Şekil 4.4. PKKP/22 tip radyatör



Şekil 4.5. Kazan dairesi



Şekil 4.6. Kazan dairesi bağlantı grubu termal kamera analizi

Şekil 4.6.'da kazan bağlantı ekipmanlarının termal kamera çekimi yapılarak ısı kayıplarının en çok olduğu yerler görülmektedir. Tamamıyla yalıtımsız olan bu ekipmanlar(pompa, denge kabı, pislik tutucu, boru v.s) Çizelge 4.21.'de görüleceği üzere noktasal olarak sıcaklık değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.21. Kazan dairesi bağlantı grubu termal kamera analizindeki resim işaretlerine ait sıcaklık dereceleri

Ölçüm nesneleri	**Sıcaklık [°C]**
Ölçme noktası 1	35.9
Ölçme noktası 2	34.5
Ölçme noktası 3	32.4
Ölçme noktası 4	30.5
Ölçme noktası 5	27.2
Ölçme noktası 6	27.2
Ölçme noktası 7	29.0
Ölçme noktası 8	31.4

Dış hava duyarlı otomatik kontrol cihazları, o anki dış hava sıcaklığına bağlı olarak ısıtma sisteminde ısıtılması gereken kalorifer suyu sıcaklığını belirlemektedir. Böylece ihtiyaç duyulduğu ölçüde ısı üretimi sağlanıp önemli derecede enerji tasarrufu

sağlanabilmektedir. Dış hava duyarlı kontrol cihazlarının, termostatik vanalar ile birlikte kullanılması ile de en ekonomik işletme koşulları (sıcaklık, zaman ayarı gibi) oluşturulmaktadır.

Dış hava duyarlı otomatik kontrol, BEP Yönetmeliğinin Isıtma tesisatında kullanılması öngörülen asgari yalıtım kalınlıklarına göre 0,035 W/mK ısı iletim katsayısına sahip 4 cm kalınlığında alüminyum folyo kaplı prefabrike boru yalıtımı ve PKKP/600 tip radyatörlere termostatik vana kullanımı %10-20 arasında verimlilik artışı sağlayarak dağıtım kayıplarını azaltmaktadır. Isıtma tesisatında yapılan iyileştirmeler ile enerjide yaklaşık %30 tasarruf sağlanıp, buna bağlı olarak aynı oranda doğalgaz tüketimini de azaltmaktadır.

Bina soğutması, bireysel 9 (dokuz) adet B enerji sınıfına sahip duvar tip split klimalarla yapılmaktadır. Klimaların her biri en az 10 yıllık olup, mahal dışındaki sıvı ve gaz bakır boruları yalıtımlarının çoğu dış etkenlerden dolayı çürümüş ve yalıtımsız durumdadır.

Soğutma sisteminde yapılacak düzenlemeyle, yüksek COP'li (Performans Katsayısı) VRF merkezi klima sistemiyle odalara yerleştirilecek duvar tipi soğutucuları besleyecek ve mevcut olan cihazlara göre en az %40 verimlilik sağlayabilecektir. Ayrıca yapılan bu değişimle, dış cephedeki görüntü kirliliği de son bulacaktır ve CO_2 emisyon azalması sağlayacaktır.

Çizelge 4.22. Isıtma Soğutma sistemlerinden sağlanan tasarruf ve maliyet değerleri

Uygulama	Malzeme Maliyeti (TL)	İşçilik Maliyeti (TL)	Toplam Maliyet (TL)	Isıtmada Doğal Gaz Tasarrufu Karşılığı (m3/yıl)	Soğutmada Elektrik Tasarrufu Karşılığı (kWh/yıl)
Kazan Dairesi İyileştirmeler (Yalıtım, termostatik vana, otomatik kontrol) (%30 tasarruf)	1.700,00	245,00	1.945,00	1.161,00	-
VRF ve 9 Adet Duvar Tipi Soğutucu ile Hacim Soğutması (%40 Tasarruf)	56.950,00	10.050,00	67.000,00	-	14.051,60
Toplam			**68.945,00**	**1.161,00**	**14.051,60**
Kalan Nihai Enerji Tüketimi				**2.709,00**	**21.077,40**

4.4.3. Bina aydınlatma sisteminde iyileştirmeler

Bina aydınlatma sisteminde Şekil 4.7.'de görüleceği üzere genellikle kompakt floresanlı lambalar kullanılmış olup, aydınlatma otomasyon sistemi yoktur. Bütün lambaların manuel olarak aç-kapat olarak çalıştığı, koridorlarda lambaların genellikle açık olduğu; öğle arasında çalışma ofislerinde, WC-Lavabolarda ve arşiv odalarında ise açık unutulan lambaların olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.7. Floresan lamba

- Çalışma ofislerinde 26 adet 40 Watt'lık ile 12 adet 12 Watt'lık kompakt floresanlı lamba kullanılmaktadır.
- Koridorlarda 24 adet 40 Watt'lık kompakt floresanlı lamba kullanılmaktadır.
- Arşiv odalarında 8 adet 40 Wattl'ık kompakt floresanlı lamba kullanılmaktadır.
- WC-Lavabolarda 12 adet 75 Watt'lık akkor flamanlı lamba kullanılmaktadır.

Aydınlatma sistemine uygulanabilecek iyileştirmeler düşünüldüğünde, binanın gerek çalışma saatlerinin 24 saat esasına göre çalışılmadığından, gerekse de mekânsal olarak çok büyük bir işletme olmadığından merkezi aydınlatma otomasyon sistemine ihtiyaç duyulmamıştır.

Binalarda lambaları açık unutulan mekânlardan arşiv, WC-Lavabolar ve koridorlara hareket algılayıcı sensörler kullanılması önemli miktarda enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Bu strateji kullanılarak;

- Açık ofislerde %20
- Kişisel ofislerde %60
- Tuvaletlerde %70
- Depolarda %40
- Sınıflarda %50
- Otel odalarındaki banyolarda %65'lere ulasan enerji tasarrufları sağlanabilir (Yapar, 2007).

Mekân bazında aşağıdaki formülle, aydınlatmada yıllık harcanan elektrik enerjisi hesabı yapılabilir.

Q= axbxcxd

Q: Aydınlatma yıllık harcanan elektrik enerjisi (Kwh/yıl)

a: Lambanın günlük açık kaldığı süre (saat)

b: Yıllık çalışma toplam gün sayısı (gün)

c: Kullanılan lamba sayısı (adet)

d: Lambanın saatte tükettiği elektrik enerjisi (Kwh)

Mahal Bazında Aydınlatma Sistemi Analizi:

- **Ofisler İlk Durum:**

Qofisler ilk = 1x242x26x0,04 + 1x242x12x0,012

= 251,68+34,85=286,53Kwh/yıl

- **Ofisler Son Durum:**

Öğle arasında personel bilinçlendirilerek 1(bir) saat açık unutulan lambaların kapatılması durumunda;

Qofisler son = 0x242x26x0,04 + 0x242x12x0,012

= 0(Sıfır) Kwh/yıl

Q ofisler tasarruf = Qofisler ilk-Qofisler son=286,30-0=286,30 Kwh/yıl

- **Koridorlarda ilk durum:**

Qkoridor ilk = 9x242x24x0,04=2.090,88 Kwh/yıl

- **Koridorda son durum:**

a) 40 Watt'lık kompakt floresanlı lambalar yerine 18 Watt'lık kompakt floresanlı lambalar kullanılması durumunda;

Qkoridor son (a) = 9x242x24x0,018=940,90 Kwh/yıl

b) Hareket algılayıcı sensörler kullanılması durumunda;

%70' varan tasarruf sağlanır.

Qkoridor son (b) = Qkoridor son (a)x(70/100)

Qkoridor son (b) = 940,90x(70/100) =658,63 Kwh/yıl

Q koridor son =[Qkoridor son (a) - Qkoridor son (b)]=940,90-658,63=282,27 Kwh/yıl

Q koridor tasarruf=Qkoridor ilk-Qkoridor son=2.089,88-282,27=1.807,61 Kwh/yıl

- **Arşivlerde İlk Durum:**

Qarşivler ilk =1x242x8x0,04=77,44 Kwh/yıl

- **Arşivlerde Son Durum:**

a) 40 Watt'lık kompakt floresanlı lambalar yerine 12 Watt'lık kompakt floresanlı lambalar kullanılması durumunda;

Qarşivler son (a) =1x242x8x0,012=23,23 Kwh/yıl

b) Hareket algılayıcı sensörler kullanılması durumunda;

%40' varan tasarruf sağlanır.

Qarşivler son (b) = Qkoridor son (a)x(40/100)

Qarşivler son (b) = 23,23x(40/100) =9,29 Kwh/yıl

Qarşivler son =[Qarşivler son (a) - Qarşivler son (b) =23,23-90,29=13,94 Kwh/yıl

Q arşivler tasarruf=Qarşivler ilk-Qarşivler son=77,44-13,94=63,50 Kwh/yıl

- **WC-Lavabolar İlk Durum:**

Qwc-lavabolar ilk = 5x242x12x0,075=1.089,00 Kwh/yıl

- **WC-Lavabolar Son Durum:**

a) 75 Watt'lık akkor Flamanlı lambalar yerine 12 Watt'lık kompakt floresanlı lambalar kullanılması durumunda;

Qwc-lavabolar son (a) =5x242x12x0,012=174,24 Kwh/yıl

b) Hareket algılayıcı sensörler kullanılması durumunda;

%70' varan tasarruf sağlanır.

Qwc-lavabolar son (b) = Qkoridor son (a)x(70/100)

Qwc-lavabolar son (b) = 174,24x(70/100) =122,00 Kwh/yıl

Qwc-lavabolar son =[Qwc-lavabolar son (a) - Qwc-lavabolar son (b)]

=174,24-122,00=52,24 Kwh/yıl

Q wc-lavabolar tasarruf=Qwc-lavabolar ilk-Qwc-lavabolar son

=1.089,00-52,24=1.036,76 Kwh/yıl

Yukarda mahal bazında aydınlatma sisteminde yapılan yenilemeler ile Çizelge 4.23.'te tasarruf karşılığı belirtilmiş ve tasarruf içindeki payları belirtilmiştir.

Çizelge 4.23. Aydınlatma sisteminde sağlanan tasarruf ve toplam içindeki oranları

Uygulama	**İlk Durun Tüketimi (Kwh/yıl)**	**Son Durum Tüketimi (Kwh/yıl)**	**Tasarruf (Kwh/yıl)**	**Tasarruf İçindeki Payı (%)**
Ofisler	286,53	0	286,53	9,00
Koridor	2.090,88	282,27	1.808,61	56,60
Arşivler	77,44	13,94	63,50	2,00
WC-Lavabolar	1.089,00	52,24	1.036,76	32,40
Toplam	**3.543,85**	**348,45**	**3.195,40**	**100**
Kalan Enerji Tüketimi			**13.824,80**	

Aydınlatma sisteminde, Çizelge 4.24.'te görüleceği üzere mahal bazında yapılması öngörülen yenilemelerde malzeme birim fiyatları ve işçilik birim fiyatları da hesaba katılarak toplam maliyet ve oranları hesaplanmıştır.

Çizelge 4.24. Aydınlatma sisteminde maliyet ve toplam içindeki oranları

	Uygulama	Malzeme Birim Maliyeti (TL/adet)	İşçilik Birim Maliyeti (TL/adet)	Toplam Birim Maliyet (TL/adet)	Ara Toplam Maliyet (TL)	Toplam Maliyet (TL)	Toplam Maliyet İçindeki Payı (%)
Ofis	Personel Bilinçlendirme	0	0	0	0	0	0
Koridor	-24 adet 18 W'lık kompakt floresanlı lamba	8,40	4,2	12,60	302,40	429,18	51,40
	-4 adet hareket sensörü	14,13	7,00	21,13	126,78		
Arşiv	-8 adet 12 W'lık kompakt floresanlı lamba	7,50	3,75	11,25	90,00	132,26	15,80
	-2 adet hareket sensörü	14,13	7,00	21,13	42,26		
WC-Lavabolar	-12 adet 12 W'lık kompakt floresanlı lamba	7,50	3,75	11,25	147,00	273,78	32,80
	-6 adet hareket sensörü	14,13	7,00	21,13	126,78		
Toplam						**835,22**	**100,00**

4.5. İyileştirmelerden Sonra Bina Enerji Sınıfı ve Sera Gazı Emisyon Sınıfının Hesaplanması

Binada enerji tasarrufuna yönelik yapılan iyileştirmeler ve enerji tasarruf karşılığı "Çizelge 4.20. Yapı elemanlarında sağlanan tasarruf ve maliyet değerleri", "Çizelge 4.22. Isıtma Soğutma sistemlerinden sağlanan tasarruf ve maliyet değerleri" ve "Çizelge 4.23. Aydınlatma sisteminde sağlanan tasarruf ve toplam içindeki oranları" tablolarında hesaplanmıştır. Söz konusu çizelgelerde doğalgaz ve elektrik enerjisinde tasarruf karşılıkları ve kalan nihai enerji tüketimleri aşağıdaki Çizelge 4.25.'te belirtilmiştir.

108.728,22 TL tutarındaki enerji verimli yenileme uygulamalarını takiben Çizelge 4.25.'te görüldüğü üzere, toplam ısıtmada 4.791,00 m^3/yıl doğal gaz ve soğutmada 47.002,60 kWh/yıl, aydınlatmada 3.195,40 kWh/yıl ile birlikte toplamda

50.198,00 kWh/yıl elektrik enerjisi tasarrufu sağlanabileceği teorik olarak hesaplanmaktadır.

Çizelge 4.25. Binada yapılan iyileştirmelerin tasarruf karşılığı ve kalan nihai enerji tüketimleri

Sıra no	Yenilemeler	Isıtmada doğalgaz tasarrufu karşılığı		Soğutmada elektrik tasarrufu karşılığı	Aydınlat-mada elektrik tasarrufu karşılığı	Doğalgazda kalan nihai enerji tüketim		Aydınlatmada kalan nihai enerji tüketimi	Soğutmada kalan nihai elektrik tüketimi	Toplam elektrikte kalan nihai enerji tüketimi
		m3/yıl	KWh/yıl	KWh/yıl	KWh/yıl	m3/yıl	KWh/yıl	KWh/yıl	KWh/yıl	KWh/yıl
1	Yapı elemanlarında ısı yalıtımı	3.630	34.822,67	32.951,00	0	3.870	37.125,00	0	35.129,00	52.149,20
2	Isıtma soğutma sistemleri	1.161	11.137,50	14.051,60	0	6.339	60.810,17	0	54.028,40	71.048,60
3	Aydınlatma sistemi	0	0	0	3.195,40	0	0,00	13.824,80	0	81.904,80
4	Bütün yenilemeler (Yapı elemanlarında ısı yalıtımı, Isıtma soğutma sistemleri, Aydınlatma sistemi	4.791	45.960,17	47.002,60	3.195,40	2.709	25.987,50	13.824,80	21.077,40	34.902,20

Çizelge 4.25'te binada yapılması öngörülen iyileştirmelerden sonra elektrikte ve doğalgazda kalan nihai enerji tüketimlerinden Çizelge 4.26'da m²'ye düşen yıllık doğalgaz tüketimi ve yıllık elektrik tüketimi hesaplanmıştır.

Yenilemeler öncesi m²'ye düşen yıllık Sera Gazı Emisyonu Göstergesi(SEG) 135,97 kg CO_2/m².yıl iken Çizelge 4.26'da belirtildiği gibi yenilemeler sonrasında 54,15 kg CO_2/m².yıl'a düşmektedir. Bu iki SEG değeri arasındaki fark 81,82 kg CO_2/m².yıl olup bina kullanım alanı olan 510 m² için hesaplandığında, yaklaşık 41.728,20 kg/yıl CO_2 eşdeğeri salım azaltılmasını sağlamaktadır.

Binada mevcut birincil enerji tüketimine göre enerji sınıfı D ve nihai enerji tüketimine göre sera gazı emisyon sınıfı G olup, teorik olarak Çizelge 4.25'te belirtilen yenilemeler yapıldığında, Çizelge 4.26'da görüleceği üzere yapı elemanlarında ısı yalıtımı ile binaya ait birincil enerji tüketimine göre enerji sınıfı B, nihai enerji tüketimine göre sera gazı emisyon sınıfı F; ısıtma soğutma sistemlerinde yapılan iyileştirmeler ile binaya ait birincil enerji tüketimine göre enerji sınıfı C, nihai enerji tüketimine göre sera gazı emisyon sınıfı G; aydınlatma sisteminde yapılan iyileştirmeler ile binaya ait birincil enerji tüketimine göre enerji sınıfı D, nihai enerji tüketimine göre sera gazı emisyon sınıfı G; bütün yenilemeler(yapı elemanlarında ısı yalıtımı, ısıtma soğutma sistemleri, aydınlatma sistemi) ile binaya ait birincil enerji tüketimine göre enerji sınıfı A, nihai enerji tüketimine göre sera gazı emisyon sınıfı D teorik olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.26. Binada yapılan iyileştirmelerden sonra enerji sınıfı ve sera gazı emisyon sınıfının hesaplanması

S. No	Yenilemeler	m²'ye düşen yıllık doğalgaz tüketimi	m²'ye düşen yıllık elektrik enerji tüketimi	m²'ye düşen yıllık toplam enerji tüketimi (EP)	Birincil enerji tüketim-lerine göre enerji sınıfı	Birincil enerji tüketimlerine göre enerji sınıfı endeksi (EP)	Nihai enerji tüketimlerine göre Sera gazı emisyon sınıfı	Nihai enerji tüketimlerine göre sera gazı emisyon sınıfı endeksi (SEG)	Elektrik için sera gazı (CO_2) emisyon endeksi (SEG)	Doğalgaz için sera gazı (CO_2) emisyon endeksi (SEG)	Birincil enerji tüketimlerine göre sera gazı emisyon sınıfı endeksi (SEG)
		KWh/m².yıl	KWh/m².yıl	KWh/m².yıl		KWh/m².yıl		kg eşd.CO_2/m².yıl	kg eşd.CO_2/m².yıl	kg eşd.CO_2/m².yıl	kg eşd.CO_2/m².yıl
1	Yapı elemanlarında ısı yalıtımı	72,79	102,25	175,05	B	0,4*RG≤EP<0,8*RG	F	1,40*SRG≤SEG<1,75*SRG	63,09	17,03	80,12
2	Isıtma soğutma sistemleri	119,24	139,31	258,55	C	0,8*RG≤EP<RG	G	1,75*SRG≤SEG	85,95	27,90	113,86
3	Aydınlatma sistemi	141,07	160,60	301,67	D	RG≤EP<1,20*RG	G	1,75*SRG≤SEG	99,09	33,01	132,10
4	Bütün yenilemeler (Yapı elemanlarında ısı, yalıtımı, Isıtma soğutma sistemleri, Aydınlatma sistemi)	50,96	68,44	119,39	A	EP<0,4*RG	D	SRG≤SEG<1,20*SRG	42,22	11,92	54,15

4.6. İyileştirmelerin Geri Ödeme Süreleri

Enerji tasarrufunun parasal değeri ise şu şekildedir; Eylül 2013 itibariyle doğalgazda KDV dahil birim fiyatı 0,983 TL/m^3 ve elektrikte ise perakende satış, dağıtım sistem kullanımı ve emreamade kapasite bedelleri KDV dahil birim fiyatı 0,361 TL/kWh olarak hesaba katılırsa, Çizelge 4.27.'de belirtildiği üzere, bina yapı elemanlarında ısı yalıtımı yapıldığında 3.568,29 TL doğal gaz ve 11.895,31 TL elektrik olmak üzere, toplam 15.463,60 TL; ısıtma soğutma sistemlerinde iyileştirme yapıldığında 1.141,26 TL doğalgaz ve 5.072,63 TL elektrik olmak üzere, toplam 6.213,89 TL; aydınlatma sistemlerinde iyileştirme yapıldığında 1.153,54 TL elektrik; bütün yenilemeler(Yapı elemanlarında ısı yalıtımı, Isıtma soğutma sistemleri, Aydınlatma sistemi) uygulanırsa da 4.709,55 TL doğalgaz, 18.121,48 TL elektrik olmak üzere 22.831,03 TL'dir.

Binada teorik olarak yapılan yenileme maliyetlerinin geri ödemesi ise şu şekildedir; yapı elemanlarında ısı yalıtımı 2,5 yıl, ısıtma soğutma sistemleri 11,1 yıl, aydınlatma sistemi 0,7 yıl ve bütün yenilemeler (Yapı elemanlarında ısı yalıtımı, Isıtma soğutma sistemleri, Aydınlatma sistemi) ise 4,8 yıl'dır.

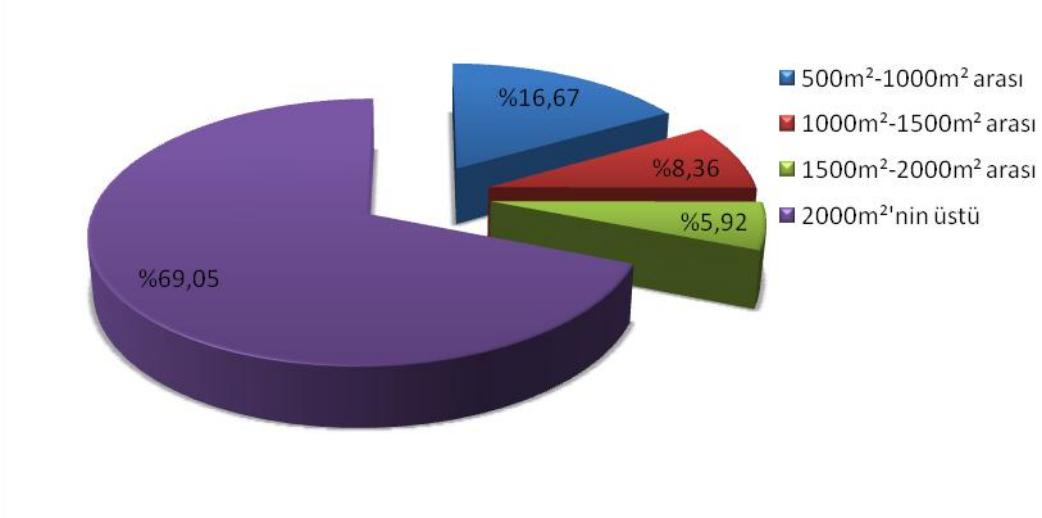
Çizelge 4.27. Yenilemelerin parasal olarak doğalgaz, elektrik tasarrufu karşılıkları ve geri ödeme süreleri

Sıra No		1	2	3	4
Yenilemeler		Yapı elemanlarında ısı yalıtımı	Isıtma soğutma sistemleri	Aydınlatma sistemi	Bütün yenilemeler (Yapı elemanlarında ısı yalıtımı, Isıtma soğutma sistemleri, Aydınlatma sistemi)
Isıtmada doğalgaz tasarrufu karşılığı	m3/yıl	3.630,00	1.161,00	0,00	4.791,00
Soğutmada elektrik tasarrufu karşılığı	KWh/yıl	32.951,00	14.051,60	0,00	47.002,60
Aydınlatmada elektrik tasarrufu karşılığı	KWh/yıl	0,00	0,00	3.195,40	3.195,40
Yenileme maliyeti (KDV dahil)	TL	38.948,00	68.945,00	835,22	108.728,22
2013 yılı doğalgaz birim fiyatı (KDV dahil)	TL/m³	0,983	0,983	0,983	0,983
2013 yılı elektrik birim fiyatı (KDV dahil)	TL/KWh	0,361	0,361	0,361	0,361
Isıtmada doğalgaz tasarrufu karşılığı	TL/yıl	3.568,29	1.141,26	0,00	4.709,55
Soğutmada elektrik tasarrufu karşılığı	TL/yıl	11.895,31	5.072,63	0,00	16.967,94
Aydınlatmada elektrik tasarrufu karşılığı	TL/yıl	0,00	0,00	1.153,54	1.153,54
Toplam elektrik tasarrufu karşılığı	TL/yıl	11.895,31	5.072,63	1.153,54	18.121,48
Toplam tasarruf karşılığı	TL/yıl	15.463,60	6.213,89	1.153,54	22.831,03
Geri ödeme süresi	yıl	2,5	11,1	0,7	4,8

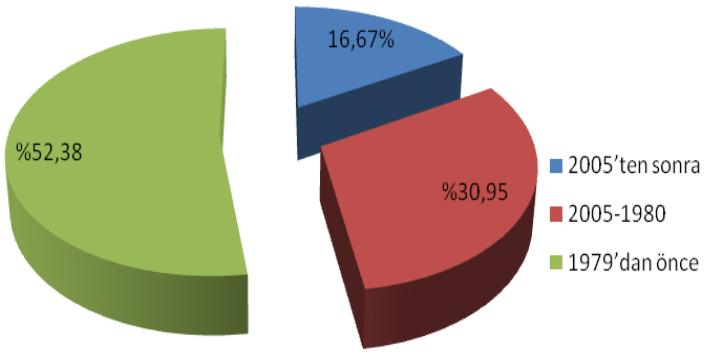
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Şekil 5.1.'de görüleceği üzere anketi yapılan 42 tane kamu binasından kullanım alanı 500 m²-1000 m² arası olan % 16,67 ve 1000 m²'nin üstü ise % 83,33'tür. 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile 01.01.2011 tarihinden itibaren yeni ruhsat alacak binaların EKB alması, mevcut binaların ise 2017 yılına kadar Enerji Kimlik Belgesi alması zorunlu kılınmıştır. Ancak yapılan anket çalışmasında hiç bir kamu binasının EKB belgesi olmadığı görülmüştür. Aynı zamanda EKB belgesinin düzenlenmesi için gerekli olan Mimari, ısı yalıtımı, elektrik ve mekanik tesisat projelerinin tamamına hiç bir kurumda ulaşılamamıştır.

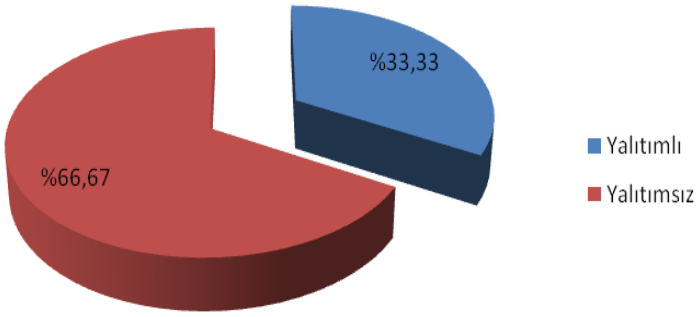


Şekil 5.1. Binaların kullanım alanları



Şekil 5.2. Binaların yapım yılı

Yukarıdaki Şekil 5.2.'de kamu binalarının yarısından fazlası en az 35 yıllık olup bu binaların yapı malzeme yorulmaları dikkate alınarak yıkılıp yerlerine deprem yönetmeliği ve enerji verimliliği standartlarına uygun yeşil binaların yapılması veya bu binaları yeşil bina konumuna getirilmesi için elden geçirilmesi gerekir. Mevcut yönetmeliklere göre yenilenebilir enerji tasarım çözümlemeleri de göz önüne alınarak yeni ve mevcut yapılarda uygulanabilirliği hesaplanmalıdır. Anket çalışması yapılan binaların % 47,62'si yüksek katlı ve % 52,38' de alçak katlı yapılardan oluşmaktadır.

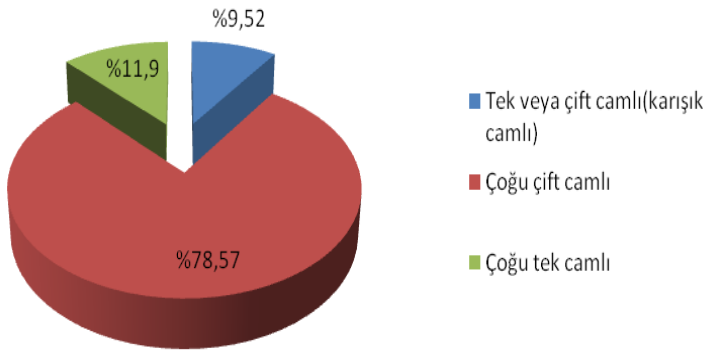


Şekil 5.3. Dış cephe ısı yalıtım durumu

Anketi yapılan 42 kamu binasının % 16,67 bölümünü oluşturan ve 2005 yılından sonra yapılan 7 tane kamu binasının tamamı yalıtımlı olsa da Şekil 5.3.'te görüleceği üzere genel olarak 3 binadan 2'sinin yalıtımsız olduğu tespiti yapılmıştır. Tüketilen enerjinin % 35'i konutlarda ısıtma ve soğutma amacıyla kullanıldığı göz önüne alınırsa küçümsenmeyecek düzeyde enerji kaybı ve CO_2 salınımının oluştuğu, buna bağlı olarak maddi kaybın söz konusu olduğu bilinmelidir.

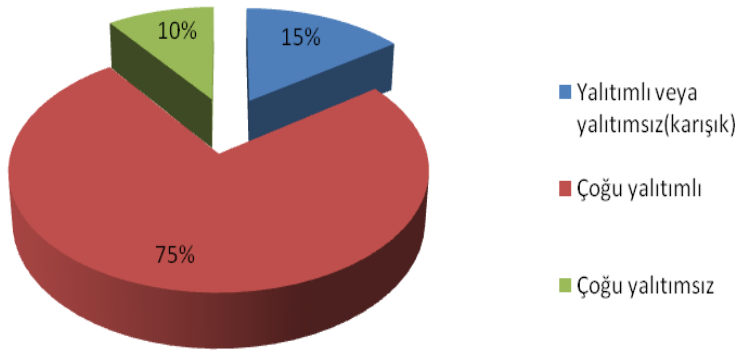
Yapı malzemesine göre binaların % 26,19'u Diyarbakır yapılarının esas malzemesi olan bazalt taşından, % 73,81'i ise betonarmeden oluşmaktadır. Taş yapı malzemesine sahip kamu binaların tamamı alçak katlı ve en az 1979 yılından önce yapılan eski bina sınıfında olmalarıyla birlikte dış cepheleri yalıtımsızdır.

Anket çalışmasında taş yapı malzemesine sahip taşınmaz kültür varlıkları sınıfına giren kamu binaların olduğu tespit edilmiştir.



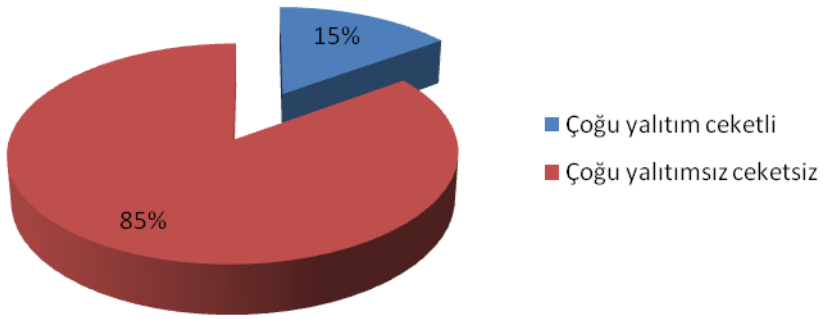
Şekil 5.4. Pencere durumları

Şekil 5.4 te görüleceği üzere anketi yapılan binaların pencerelerinin %78,57 standart Çift camlı, %11.9'u çoğu tek camlı ve %9.52'si ise tek camlıdır. Bina dış kabuğunu oluşturan yapı elamanlarından ısı geçirgenlik katsayısı en yüksek olan pencerelerdir.



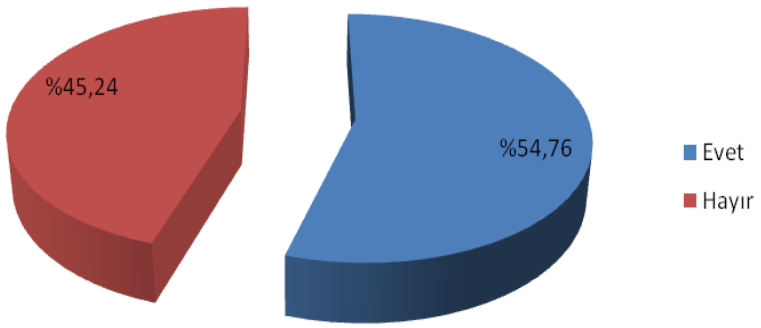
Şekil 5.5 Tesisat boru yalıtım durumları

Şekil 5.5.'te görüleceği üzere anketi yapılan binalarda ısıtma ve soğutma tesisatı borularının %75'i izoleli %15'i kısmen izoleli %10'u izolesiz olarak görülmektedir.



Şekil 5.6. Vana yalıtım ceketi durumları

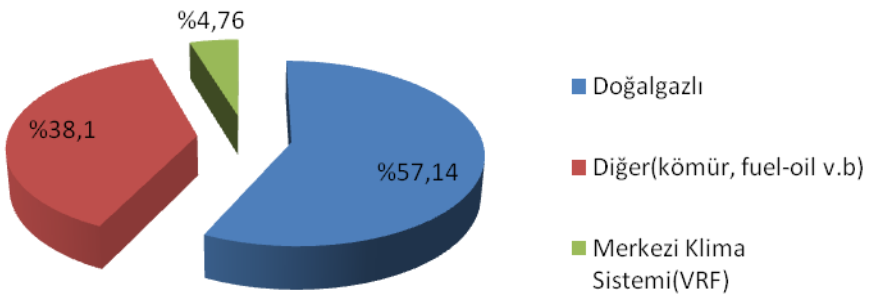
Şekil 5.6. da görüleceği üzere, sulu sistem ile ısıtma ve soğutma yapılan binaların büyük çoğunluğu vana yalıtım ceketsizdir.



Şekil 5.7. Binalarda enerji verimliliği ve tasarruf tedbirlerinin alınması

Binaların % 47,62'si yapısal özelliklerinde değişiklik yapmayı düşünmediklerini ve yukarıdaki Şekil 5.7.'de görüldüğü üzere binaların % 45,24'ü ise herhangi bir enerji tasarrufuna yönelik çalışma yapmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum enerji verimliliğine dönük mevcut yasa ve yönetmeliklerin dikkate alınmadığını göstermektedir. Kamu binalarında tasarruf tedbirlerini alan % 54,76'lık kısmında daha çok sıvı ve katı yakıtlı kazanların doğalgaza dönüşümünü ve aydınlatmada tasarruflu lambalara geçiş yönünde yenileme yapılmıştır.

Ülkemiz gelişmekte olan ülkeler sınıfında olmasına bağlı olarak, enerji tüketimindeki hızlı büyüme eğiliminden dolayı büyük tasarruf potansiyeline sahiptir. Bina sektöründe birçok verimlilik kazancı sağlama potansiyeli olmasına rağmen eski binalarda şimdiye dek önemli bir şey yapılmamıştır. 2005'ten önce yapılan binalar bugünkü yönetmeliklere göre yaklaşık iki katı eneri harcamaktadır.



Şekil 5.8. Binalarda kullanılan ısıtma sistemi

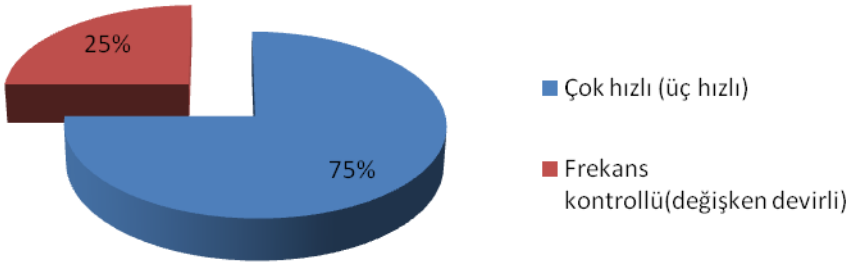
Anketi yapılan 42 tane kamu binasının kullandıkları ısıtma sistemleri analizine göre, 2 kurum merkezi klima sistemi(VRF), 16 kurum kömür, sıvı yakıtlı ve 24 kurum ise doğalgazlı olduğu tespiti yapılmıştır. Ek ısıtıcı olarak binaların % 90,38'si bireysel tip (split, döşeme, salon v.s) klima ve % 9,62'si de elektrikli ısıtıcı kullanmaktadırlar. Doğalgazla ısınan kamu binaları arasında sadece 1 (bir) kurum sıralı kaskad sistemi, 3 (üç) kurum duvar tip yoğuşmalı tek kazan sistemi ile oluşurken diğer 20 kurum döşeme tipi kazanlardan oluşmaktadır.

Yapılan anket çalışmasında kamu kurumlarındaki ilgili personellerin yukarıda bahsi geçen kaskad kazan sisteminin üstünlüklerinden bihaber oldukları gözlemlenmiştir.

Sadece merkezi sulu sistem ile ısıtma yapılan kamu binalarının ısıtıcı ünitelerinde(radyatör, fancoil v.b.) kullanılan vana tipine göre binaların % 70'inde termostatik tip ve %30'unda ise normal tip vana kullanıldığı gözlemlemiştir.

Anketi yapılan sadece merkezi sulu sistem ile ısıtma yapılan kamu binalarının %57'sinde sıcak su kontrol sisteminin olduğu, % 43'ünde ise olmadığı tespit edilmiştir.

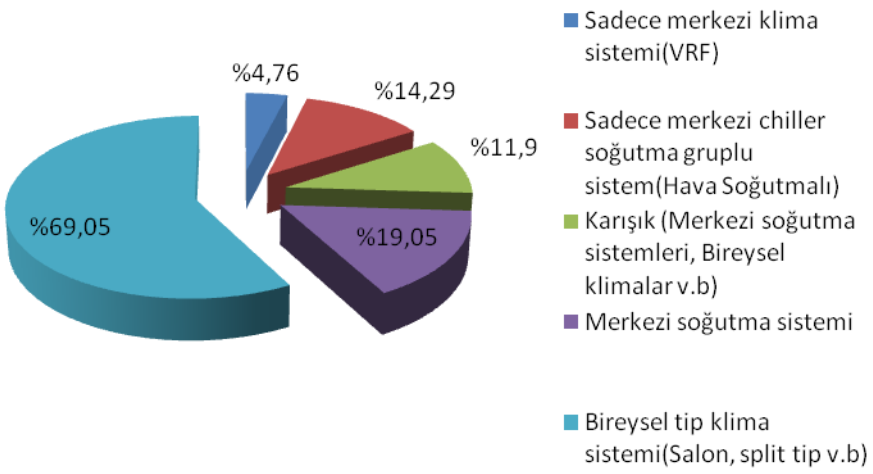
Yine sadece VRF (Merkezi Klima Sistemi) ile ısıtma yapılan 2 tane kamu binasında otomatik kontrol sistemi olmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5.9. Sirkülasyon pompa özellikleri

Anketi yapılan ve sadece merkezi sulu sistem ile ısıtma yapılan kamu binalarının % 75'i çok hızlı(üç hızlı) ve % 25'i ise frakens kontrollü(değişken devirli) sirkülasyon pompalarını kullanmaktadırlar. Çok hızlı sirkülasyon pompası kullanan binaların büyük çoğunluğu, ısıtma sistemleri sıvı ve katı yakıtlı kazanlardan oluşmaktadır. Doğalgazlı kazan sistemine sahip binalarda genellikle frekans kontrollü pompalar kullanılmaktadır.

Ankete katılan binaların % 11,9'unda akkor flamanlı, % 47,62'sinde akkor halojen ve tümüne yakın floresan lambalar kullanmaktadırlar. Binaların yarısından fazlası aydınlatmada otomatik kontrol sistemini hiç kullanmamakta, binaların üçte birine yakını ise hareket dedektörleri veya doluluk sensörlerini kullanmaktadırlar.



Şekil 5.10. Binalarda kullanılan soğutma sistemleri

Şekil 5.12.'de görüleceği üzere ankete katılan kamu binalarından % 4,76'sına denk gelen 2 kamu binası sadece merkezi klima sistemi(VRF), % 14,29'una denk gelen 6 kamu binası ise sadece hava soğutmalı merkezi chiller soğutma gruplu sistem ile soğutma yapılmaktadır. Kamu binanın üçte iki(% 69,05) civarı bireysel tip klimalar(salon ve split tip v.b) ile soğutma yapmaktadır. Ayrıca hiç bir binada su soğutma kuleli soğutma sistemi yoktur.

Merkezi klima sistemi(VRF) ile soğutma yapan kamu binalarında, soğutma sistemine bağlı döşeme veya kaset tip klima iç üniteleri kullanılmakta, hava soğutmalı merkezi chiller soğutma gruplu sistem ile soğutma yapan kamu binalarında ise soğutma sistemine bağlı döşeme veya kaset tip fancoil üniteleri kullanılmaktadır. Bireysel tip klima cihazlarının % 72,22'si "A" enerji, % 27,78'i ise "B" enerji sınıfına sahiptir. Bu "B" enerji sınıfına sahip klimalar "A" enerji sınıfı klimalara göre ciddi anlamda elektrik sarfiyatına sebep olmaktadır.

Anketi yapılan kamu binaların su tüketiminde tasarruflu musluk kullananların oranı % 16,67; kısmen kullananların oranı % 26,19 ve hiç kullanmayanların oranı ise %

57,14'tür. Bununla birlikte kamu binaların % 78,57'sinde bahçe ve yeşil alan vardır. Buna bağlı olarak sadece bahçe ve yeşil alanlı kamu binaların % 66,66'sı el ile (hortum) sulama yaparken, % 33,34'ü ise otomatik kontrol panosuna bağlı fıskiyeler ile sulama yapılmaktadır.

Çizelge 5.1. Sistem alternatifleri özet sonuçları

Sıra No	Alternatif	İlk Yatırım Maliyeti (TL)	Yıllık Enerji Maliyeti (TL)	Yıllık CO_2 Emisyon (kg CO_2/yıl)	Enerji Sınıfı	Sera Gazı Emisyon Sınıfı	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
0	Referans(Örnek) Bina	-	38.122,50	69.344,70	D	G	-
1	Yapı elemanlarında ısı yalıtımı	38.948,00	22.630,00	40.861,20	B	F	2,5
2	Isıtma soğutma sistemleri	68.945,00	31.879,75	58.068,60	C	G	11,1
3	Aydınlatma sistemi	835,22	36.940,14	67.371,00	D	G	0,7
4	Bütün yenilemeler (Yapı elemanlarında ısı yalıtımı, Isıtma soğutma sistemleri, Aydınlatma sistemi)	108.728,22	15.262,70	27.616,50	A	D	4,8

Çizelge 5.1.'de görüleceği üzere teorik olarak yapılan her bir alternatif iyileştirme, referans bina değimiz örnek mevcut bina ile kıyaslama yapılmış ve ona göre farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Referans binanın yıllık işletme enerji maliyeti 38.122,50 TL ve yılık CO_2 emisyonu 69.344,70 kg CO_2/yıl olup enerji sınıfı D, sera gazı emisyon sınıfı ise G'dir. Buna göre;

- Yapı elemanlarında ısı yalıtımı yapılırsa ilk yatırım maliyeti 38.948,00 TL'ye karşılık yıllık enerji maliyeti 22.630,00 TL, yıllık CO_2 emisyonu 40.861,20 kg CO_2/yıl olup enerji sınıfı B, sera gazı emisyon sınıfı ise F olmaktadır. İlk yatırım geri ödeme süresi 2,5 yıl olarak hesaplanmıştır.
- Isıtma soğutma sistemlerinde iyileştirme yapılırsa ilk yatırım maliyeti 38.948,00 TL'ye karşılık yıllık enerji maliyeti 31.879,75TL, yıllık CO_2 emisyonu

58.068,60kg CO_2/yıl olup enerji sınıfı C, sera gazı emisyon sınıfı ise G olmaktadır. İlk yatırım geri ödeme süresi 11,1 yıl olarak hesaplanmıştır.

- Aydınlatma sisteminde iyileştirme yapılırsa ilk yatırım maliyeti 835,22TL'ye karşılık yıllık enerji maliyeti 15.262,70 TL, yıllık CO_2 emisyonu 27.616,50kg CO_2/yıl olup enerji sınıfı D, sera gazı emisyon sınıfı ise G olmaktadır. İlk yatırım geri ödeme süresi 0,7 yıl olarak hesaplanmıştır.
- Bütün yenilemeler birlikte yapılırsa ilk yatırım maliyeti 108.728,22TL'ye karşılık yıllık enerji maliyeti 36.940,14 TL, yıllık CO_2 emisyonu 67.371,00 kg CO_2/yıl olup enerji sınıfı D, sera gazı emisyon sınıfı ise G olmaktadır. İlk yatırım geri ödeme süresi 4,8 yıl olarak hesaplanmıştır.

5.2. Öneriler

1) Tüm kamu kurum ve kuruluşlar binaları ile özel binalar dâhil EKB belgesi alınması için gerekli hazırlıkların yapılması ve Devlet tarafından gerek cezai yaptırımlar uygulanarak gerekse elektrik, su ve yakıt fiyatlarında indirim yapılarak teşvik edilmelidir.

2) BEP Yönetmeliğine göre 1000 m²'nin altındaki binaların kapsam dışında bırakılmasıyla birçok enerji tüketen bina denetim dışında kalmıştır. Bundan ötürü yasal düzenlemelere, enerji tüketen bütün binaları kapsayacak şekilde EKB düzenlemesi getirilmelidir.

3) Mevcut binalar, enerji yönetmeliği şartlarına göre uzman ekiplerce kaliteli uygun malzeme ile yalıtılması durumunda örnek bina çalışmamızda da görüleceği üzere ısıtma ve soğutmada tüketilen enerjinin %50 ye varan enerji tasarrufu sağlanabilir. Dış cephe mantolama da denilen bu yöntem ile ev ekonomisine, ülke ekonomisine fayda sağlamakla birlikte uzun vadeli olarak doğaya sağlayacağı faydalarda göz ardı edilmemelidir.

4) Tarihi kültür varlıkları sınıfına giren binalarda yapısal olarak değişiklik yapılamadığından, ısı yalıtımına yönelik olarak, radyatör arkalarında alüminyum folyo kaplı ısı yalıtım levhası yerleştirilmeli, ayrıca radyatörlerin önleri ve üzerleri kapatılmaması gerekir.

5) Pencerelerde ısı kayıpları en yüksek değere sahiptir. Yeni yapılacak binalarda mümkün mertebe pencerelerin küçük seçilmesi iyi bir adım olacaktır. Ayrıca ısı yalıtımlı doğramalar ve standart çift camlı pencereler yerine ısı camlı pencereler kullanılması gerekmektedir. Bu uygulama ile kışın ısı kayıpları, yazın da ısı kazançları en aza indirilebilmektedir. Yapılarda kullanılacak pencerelerde standart çift cam ve ısı cam arasındaki farklılık tüketicilere anlatılmalıdır. Değişimi yapılamayan eski pencerelerde hava sızıntısını engellemek için kullanılmalıdır.

Daha fazla tasarruf için pencerelerinizi kullanırken: (Anonim, 2008).

- Kış aylarında güney, güney-doğu ve güney-batıya bakan perde veya jaluzilerinizi açık, kuzeye bakanları ise kapalı tutun,
- Yaz aylarında ise pencerelerden güneş ışınlarının doğrudan girmesini perde, jaluzi veya panjur ile engelleyin,
- Yıpranmış pencere ve kapılarınızı hava kaçaklarını en aza indirecek şekilde onarın, eğer onarılamayacak düzeyde ise yenileyin.

Pencere ve kapılarınızı yenilerken (Anonim, 2008).

- Isıl iletkenliği düşük olan cam tipleri tercih edilmeli,
- Pencere çerçevelerinin ısıl iletkenliği düşük olmalı,
- Tek cam yerine çift cam kullanılmalı,
- Çift cam seçerken, camlar arası boşluğun ısıl iletkenliği düşük gazlar ile doldurulmuş olanları tercih edilmeli,

6) Isı kayıplarının borularda minimum seviyede tutulabilmesi için gerekli boru çaplarına uygun yalıtım kalınlığı BEP yönetmeliği kriterlerine göre seçilmelidir. Isıtma sistemindeki borularda prefabrike cam yünü veya taş yünü, soğutma tesisatında kauçuk esaslı yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır. Isıtma tesisatındaki borularda şilte tipi cam yününden kaçınılmalıdır.

7) Binaların kazan daireleri ve klima santrallerinin olduğu alanlarda ısı kaybını ve terlemeyi önlemek maksadıyla vana yalıtım ceketleri kullanılmalıdır.

8) Kamu binalarında enerji tüketimini azaltmak için çalışan personellerin bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla hizmet içi eğitim seminerleri düzenlenerek çalışanların çalıştıkları yerlerin enerji tüketimleri hakkında bilgilendirmek gerekir.

9) Mevcut kömürlü ve sıvı yakıtlı kazanlar daha ucuz ve çevre dostu olan doğalgaza dönüşümü yapılmalıdır. Doğalgazlı sistemler arasında ise birden fazla sayıda duvar tipi yoğuşmalı kazanın paralel bağlanarak kaskad sistem oluşturulması, tek döşeme tipi yoğuşmalı kazana göre yatırım maliyeti açısından düşük olması, otomatik kontrol ünitesi sayesinde çok hassas kapasite kontrolü (ısı üretimi) ile en yüksek verimli işletmeyi sağlaması ve çok az elektrik tüketen primer pompa avantajları sebebiyle kaskad sistem tercih edilmelidir. Ayrıca gaz dağıtım firması ile yapılan görüşmelerde, yeni ve mevcut binaların kaskad kazan sistemini kullanmalarının teşviki için doğalgaz birim fiyatını daha düşük bedelle hizmet vermektedirler.

10) Normal tip vana kullanan kamu binalarında, mevcut vanaların sıcaklık ayarlı termostatik vanalarla değişimi yapılarak oldukça büyük ısı enerjisi tasarrufu sağlanabilir. Böylece özellikle binaların kuzey ve güney cephelerinde güneş ışınlarından dolayı oluşan sıcaklık farkları kontrol altına alınacak ve mahal sıcaklık konforu sağlanacaktır.

11) Sıvı ve gaz yakıtlı kazan sistemlerine, kazana gidiş ve dönüş suyunu kontrol eden ve dış hava sıcaklık kompanzasyonu sağlayan otomatik kontrol sistemi entregre edilmelidir. VRF klima sisteminde ise her mahalde bulunan iç üniteler merkezi kumanda cihazına bağlanarak kontrol altında tutulmalıdır.

12) Binalarda HVAC(Isıtma, Havalandırma, İklimlendirme) tesisatında otomasyon sistemi ile yakıt ve elektrik enerjisinde önemli ölçüde tasarruf sağlanmaktadır. Enerji yönetiminin otomatik kontrol sistemleri ile sağlanması daha büyük bir fayda getirmektedir. Otomatik kontrol sistemleri konusunda şu alanlarda önlemler alınabilir(BEP).

- Yakıt tasarrufu için sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda otomatik kontrol sistemi yapılmalıdır.
- Merkezi ısıtma ve/veya soğutma sistemine sahip binalar, her odanın sıcaklığını ayrı ayrı düzenleyecek otomatik cihazlarla donatılır.
- Konut olarak kullanılan binalarda, kazanlar en az gidiş suyu kontrolü ve dış hava kompenzasyonu yapacak otomatik kontrol sistemleri ile donatılır.
- Binalarda, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri varsa, ayarladıkları set değerini kontrol edecek otomatik kontrol sistemi ile donatılır.
- 5000 m^2'nin üzerindeki binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma için, bilgisayar kontrollü bina otomasyon sistemi kurulması zorunludur.
- Yeni yapılacak binalarda enerji tükettiklerini ayrı ayrı ölçülebilecek enerji analizörleri ve/veya pay ölçerler kullanılmalıdır.

13) Yeni ve mevcut binalarda enerji performansının artırılması amacıyla tasarım ve yenileme aşamasında ısıtma-soğutma, ısı yalıtımı ve asansör konularının uzman makine mühendislerince projelendirilmesi gerekmektedir.

14) Harcanan enerjinin bir kısmını yenilenebilir enerji kaynaklarından temini enerjiyi verimli kullanma açısından önem arz etmektedir. Bu konuda şu hususlara dikkat etmekte fayda vardır.

- Yeni yapılacak olan ve 1.000 m^2'nin üzerinde kullanım alanına sahip binalardaki ısıtma, soğutma, havalandırma, sıhhi sıcak su, elektrik ve aydınlatma enerjisi ihtiyaçlarının tamamen veya kısmen karşılanması amacıyla, hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklı sistem çözümleri göz önüne alınmalıdır.
- Yeni yapılacak olan ve kullanım alanı 1.000 m^2'nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar ve benzeri konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerindeki merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su sistemlerinde güneş enerjisi toplayıcıları ile sistemin desteklenmesi zorunludur.(BEP)
- Yeni yapılacak binalarda yenilenebilir enerji sistemleri için belitilen raporda tespit edilen ilk yatırım maliyeti enerji ekonomisi göz önünde bulundurulmak suretiyle;

  - İnşaat alanı 20.000 m^2'ye kadar olan binalarda 10 yıl,
  - İnşaat alanı 20.000 m^2 ve daha büyük binalarda 15 yılda

  geri kazanılması durumunda bu sistemlerin yapılması zorunludur.

15) Her sene ısıtma sezonu öncesi, ısıtma sisteminde periyodik bakım ve kontrolleri yapılmalıdır. Ayrıca kazanlarda yapılan baca gazı ölçümlerine bağlı olarak brülör ayarı yapılmalıdır.

16) Yasal düzenlemelerde ısıtma ve soğutma sistemindeki cihazların(kazan, klima santralı, chiller soğutma grupları v.s) enerji verimliliği açısından kontrollerinin kimler tarafından ve hangi prosedürle yapılacağı tanımlanmalıdır. Söz konusu cihazları kullanan ve bakımını yapan personelin eğitilmesi belgelenmesi

gerekmektedir. Ayrıca bu eğitim ve belgelenmelerin nasıl ve kimler tarafından yapılacağı açıkça tanımlanmalıdır.

17) Yenilenen veya yeni yapılacak mekanik ve asansör sistemlerinde verimi yüksek veya değişken hız sürücülü EFF1 sınıfı motorları kullanılmalıdır. Motorlar yüke uygun seçilmeli ve gereğinden büyük seçilmemelidir. Yüksek verimli motorların ve değişken hız sürücülerinin kullanımı özendirilmeli, verimsiz motorların kullanımı ise caydırılmalıdır.

18) "Energy Star" Amerika Çevre Koruma Dairesi tarafından ve elektronik başta olma üzere tüm alanlarda enerji tasarrufu için gerekli yöntemleri ve kriterleri belirleyen bir sertifika programıdır.

19) Bilgisayar, yazıcı, fotokopi ve benzeri cihazların alımında "Energy Star" işaretli olması gerekmektedir. Veya ilgili mevzuatta belirlenen asgari verimlilik kriterlerine sahip olmalıdır. Energy Star etiketli PC, fax, yazıcı ve tarayıcı kamu dairelerinde kullanılan ofis cihazları, kullanılmadıkları zaman otomatik olarak uyuma moduna geçmekte buna bağlı olarak güç azaldığı için enerji tasarrufu sağlanmakta ve cihaz ömrü uzamaktadır.

20) Kamu binalarının aydınlatma sisteminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekir.

- Aydınlatmada kullanılan akkor flamanlı lambaların yerine daha az elektrik tüketen tasarruflu floresan ve kompakt floresan lambaların kullanılması ve otomatik kontrol sistemi de alınan tedbirler arasında yer almaktadır.
- Binalarda kısa süreli ve sık kullanılan WC-Lavabo, koridor alanlarına akkor flamanlı ampuller yerine daha verimli floresan lambalar kullanılmalıdır. Ayrıca kısa süreli kullanılan depo, arşiv, WC-Lavabo ve

koridor gibi mahallere ise hareket, ısı veya ışığa duyarlı kontrol sistemleri kullanılmadır.

- Kullanılmayan lambaların söndürülmeli, iç aydınlatma sisteminde birden fazla lamba bulunan mahallere her bir lamba için ayrı ayrı kontrol sistemi kullanılmalıdır. Pencere önünde olup doğal ışıktan yararlanılabilecek mahallerde bulunan lambaların otomatik gün ışığı kontrol sistemli olması gerekmektedir.
- Çevre aydınlatmada kullanılacak armatürler, sadece aydınlatılması istenen alanı aydınlatabilecek şekilde ve dış ortam koşullarına göre seçilmelidir.

21) Klimalar alınırken ya da kullanılırken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Yeni yapılacak alımlarda enerji sınıfı en az "A" olan klimalar seçilmeli, ayrıca invertörlü ve düşük ses seviyeli klimalar olanlar tercih edilmedir.
- Klima cihazı, mahalin ısıtma ve soğutma ihtiyacına göre seçilmeli ve doğru yere uzman ekiplerce montajı yapılmalıdır. Aksi halde soğutulacak mahal için büyük kapasiteli klima kullanmak ilk yatırım maliyeti ve işletim noktasında uygun olmamaktadır
- Mekan ısıtması, klima ile yapılacaksa istenen dış ortam şartlarında ısıtma yapabilen ısı pompalı (heat-pump) modeller seçilmeli.
- İnsan sağlığı için önemli rol oynayan en yeni teknolojiler ile geliştirilmiş alerjik reaksiyonları önleyici filtreler kullanılmalıdır.
- Düzenli olarak yılda iki defa yetkili servisler tarafından uzman ekiplerce periyodik olarak bakımları yapılmalıdır.
- Klimaların yanı periyodik olarak, gerek filtrelerinin temizlenmesi gerekse filtrelerinin değişimi önemlidir. Kirlenmiş fava filtreleri klimanın ısıtma ve soğutma kapasitesini düşürmekte ve buna bağlı olarak gereksiz elektrik sarfiyatına sebep olmaktadır. Klima spreylerinin iç parçalara zarar verebileceğinden kullanılmasından kaçınılmalıdır.

22) Yeni ve mevcut kamu binalarında su tüketiminde tasarrufun sağlanması için lavabo ve pisuvarlarda fotoselli musluk kullanılması ve yeşil alanların ise otomatik kontrollü sulama sistemi ile sulanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

ANONİM, 2008. İTÜ Enerji Enstitüsü ve Heinrich Böll Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği, Enerji Verimliliği Teknik Kitapçık, İstanbul.

AKYOL, T., 2006. Binaların Isı Yalıtımında Enerji ve Ekserji Analizi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir, 89s.

ARSLAN, O., KÖSE, R., Thermoeconomic optimization of insulation thickness considering condensed vapor in buildings, Energy and Buildings 2006;38(12):1400-1408.

ARICI, M., FATİH, BİNGÖLLÜ, M. F., KARABAY, H., 2009. Radyatör Arkalarına Yerleştirilen Yansıtıcı Yüzeylerin Radyatör Etkinliğine Etkisi. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 06-09 Mayıs, İzmir, 260s.

Avrupa Parlementosu-Avrupa Konseyi, Avrupa Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 2002.

BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI, "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği", Ankara, Resmi Gazete, Sayı 27075, 05 Aralık 2008.

CREYTS, J., A. DERKACH, S. NYQUIST, K. OSTROWSKI, and J., 2007. Stephenson, Reducing U.S. Greenhouse Gas Emissions: How Much at What Cost? McKinsey & Company, U.S. Greenhouse Gas Abatement Mapping Initiative Executive Report, December 2007. As of July 27, 2009: http://www.mckinsey.com/clientservice/ccsi/pdf/US_ghg_final_report.pdf

CİHAN, T., 2004. "EPS Bloklu, çelik donatılı beton taşıyıcı duvarlı binanın ısıl performansı", Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.

ÇOMAKLI, K., YÜKSEL, BEDRİ., 2002. Kazanlarda Ekserji Analizi. Tesisat Mühendisliği Dergisi,7(72): 33-37.

ÇELEBİ, G., 2002. Bina Düşey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 17(3):20-24.

DEMİRBİLEK, F. N., U. YALÇİNER, A. ECEVİT, M. INANİCİ, and O., 2000. Demirbilek, "Energy Conscious Dwelling Design for Ankara," Building and Environment, Vol. 35, No. 1, 2000, pp. 33–40.

EFE, A., 2009. Pasif Güneş Evlerinde Bina Kabuğu Sistemi Tasarımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2s.

Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik İsleri Etüt İdaresi, Eğitim Dökümanları.

EİE, Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023, 2012.

ERKIRAY, P. U., 2012. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Rüzgar Enerjisinin Türkiye'de Binalarda Kullanımı Üzerine Bir İnceleme. Çukurova Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü,Yüksek Lisans Tezi, Adana, 10s.

EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCİL (Avrupa Parlementosu ve Konseyi), Energy Performance of Buildings Directive 2002/91/EC, Brussels, 16th December 2002.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı(ETKB), Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023, Sayı:28215, Resmi Gazete 25 Şubat 2012.

Enerji Verimliliği Kanunu, Sayı : 26510, Resmi Gazete, 2 Mayıs 2007.

Ekler, BEP
GEVORKİAN, P., 2008. 'Solar Power in Building Design: The Engineer's Complete Design Resource', McGraw-Hill INc., DOI:10.1036/0071485635.
GÜVENÇ, M., 2013. Adıyaman İlindeki Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Tekno Ekonomik Analizi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 4-5s.
GÜVENÇ, M., 2013. Adıyaman İlindeki Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Tekno Ekonomik Analizi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 35s.
GAPGREEN DERGİSİ, Ağustos 2014 sayı:1, Caner Demir | BREEAM.
Genel Enerji Denge Tabloları, ETKB.
KARAKOÇ, H., TURAN, O., BİNYILDIZ, E., YILDIRIM, E., 2011. ODE Isı Yalıtımı. Rota Yayın Yapım Tanıtım Tic. Ltd. Şti., İstanbul, 150s.
KARAKOÇ, H., TURAN, O., BİNYILDIZ, E., YILDIRIM, E., 2011. ODE Isı Yalıtımı. Rota Yayın Yapım Tanıtım Tic. Ltd. Şti., İstanbul, 151s.
KARAKOÇ, H., TURAN, O., BİNYILDIZ, E., YILDIRIM, E., 2011. ODE Isı Yalıtımı. Rota Yayın Yapım Tanıtım Tic. Ltd. Şti., İstanbul, 27s.
KARAKOÇ, H., TURAN, O., BİNYILDIZ, E., YILDIRIM, E., 2011. ODE Isı Yalıtımı. Rota Yayın Yapım Tanıtım Tic. Ltd. Şti., İstanbul, 176s.
KARAKOÇ, T.H., Enerji Ekonemisi, Demir Döküm Teknik Yayınları, 2007.
KESKİN, M. T., ÜNLÜ, H., 2010. Türkiye'de Enerji Verimliliğinin Durumu ve Yerel Yönetimlerin Rolü. Sena Ofset., İstanbul, 36s.
KANOĞLU, M.. 2010. Enerji Verimliliği Örnek Projeleri. Gaziantep Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Gaziantep, s24-25.
LEVİNE, M., et al., 2007. "Residential and Commercial Buildings," in Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 404–405.
MMO, VI. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu,21-22 Ekim 2011, 327s.
ONAYGİL S. ; İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, Enerji Verimliliği Kanunu'nun Tanıtımı Yıldız Teknik Üniversitesi, 13 - 16 Mart 2007.
ÖZDEMİR, B., B., 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 6s.
ÖZDEMİR, B. B., 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 14s.
Türk Yapı Sektörü Raporu 2009, Yapı Endüstri Merkezi (YEM), 2012.
T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı (2010-2014), 2010. Ankara, 13s.
T.C Çevre Orman Bakanlığı, Türkiye İkim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi, 2007, s53-54.

T.C. Basbakanlık Devlet Planlama Teskilatı Müsteşarlığı (DPT), 7. Beş Yıllık Kalkınma Programı Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu, DPT Yayını, Yayın No: 2441, Mayıs 1996, 17s.
T.C ENERJİ TABİİ VE KAYNAKLAR BAKANLIĞI, 2012.
The EPBD CONCERTED ACTİON, http://www.epbd-ca.org/, Ocak 2015.
The U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2015. 'Low-Energy Building Design Guidelines.
The UNİTED STATES GREEN BUİLDİNG COUNCİL, www.usgbc.org/, 2015.
ÜNAL A. , Teknik Üniversitesi, Elektrik Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü, Aydınlatma ve İç Tesisat, İstanbul, 2007.
YAPAR, T., 2007. Aydınlatma Otomasyonu İle Enerji Tasarrufu. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 32s.
YILMAZ, B., 2009. Binalarda Enerji Verimliliği ve Sürdürülebilirlik. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 92s.
YILMAZ, B., 2009. Binalarda Enerji Verimliliği ve Sürdürülebilirlik. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 81s.
2008 Enerji Verimliliği Yılı, BAŞBAKANLIK GENELGESİ 2008/2, Sayı: 26788, Resmi Gazete, 15 Şubat 2008.
2013 Türkiye Enerji Raporu, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, ISSN 1301-6318, Ocak 2014, 11s.
07.12.2010 RESMİ GAZETE ",BEP-TR Hesaplama Metodolojisi",2010.
2008 Enerji Verimliliği Yılı, BAŞBAKANLIK GENELGESİ 2008/2, Sayı: 26788, Resmi Gazete, 15 Şubat 2008.
http://www.tuik.gov.tr/HbPrint.do?id=16124>, Ocak 2015.
http://www.alomaliye.com/2008/basbakanlik_genelge_2008_2.htm, Nisan 2014.
www.eie.gov.tr /duy>, Haziran 2013.
http://www.yegm.gov.tr/projeler/uls_verimlilik.aspx, Mayıs 2015.
http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18744, Ocak 2015.
http://www.izoder.org.tr/isiyalitimi_sartname.asp, Mayıs 2014.
http://www.mantolama.net.tr, Ağustos 2013.
http://www.izoder.org.tr/isiyalitimi/ISIYALITIMI_GIRIS.pdf, Nisan 2013.
http://www.yegm.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/konut_ulas/en_tasarruf_bina_isi.html>, Ağustos 2013.
http://www. egosis.netimagesnews_imagesfileasda.pdf, Ocak 2015.
http://www.eren.doe.gov/femp/, 2015.
www.etkb.gov.tr,Ocak 2013.
http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/guneskollektor.html, Ekim 2013
https://www.izgaz-gdfsuez.com/Icerik.aspx?cat=543&id=552-10.10.2013, Ekim 2013
http://jeotermal.balikesir.edu.tr/jeotermal2.php-11.10.2013, Ekim 2013.
http://enerjienstitusu.com/2011/09/02/turkiyede-jeotermalle-5-milyon-konut isitilabilir/, Ekim 2013.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet BAHADIR
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Diyarbakır, 10.10.1981
Telefon : 0541 4537565
Faks : 0412 2345704
e-mail : bahadir_amed@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Atatürk Lisesi, Sayısal Bölüm, Bağlar/Diyarbakır	1999
Üniversite	: Harran Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Şanlıurfa	2005
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa	2016

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
17.02.2006-12.07.2006	Mesut Mühendislik / Diyarbakır	Makine Mühendisi
12.07.2006-12.02.2008	TEPE A.Ş/ Irak / Süleymaniye	Makine Mühendisi
23.10.2008-26.11.2008	MED-MAK. ŞTİ / Diyarbakır	Makine Mühendisi
12.12.2008-11.03.2009	1035070 Nolu İşyeri / Diyarbakır	Makine Mühendisi
16.06.2009- 01.11.2009	DOĞAL A.Ş / Diyarbakır	Makine Mühendisi
25.03.2010-Devam	Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü / Diyarbakır	Makine Mühendisi

UZMANLIK ALANLARI

1) Mekanik Tesisat proje çizimi, uygulama işleri ve kontrolörlük işleri [HVAC(Isıtma, Soğutma, Havalandırma ve İklimlendirme), Yangın Tesisatı, Sıhhi Tesisat, Doğalgaz Tesisat, Bahçe Sulama Sistemi v.s]
2) Mekanik Tesisat proje çizim yaklaşık maliyet hazırlama
3) Mekanik tesisat proje okuma, yaklaşık maliyet, mahal listesi, tesisat metrajı ve teknik şartname hazırlama
4) 4734 Sayılı Kamu İhale Kanuna göre ihale dosyası hazırlama ve ihale yapılması

YABANCI DİLLER

Orta seviyede İngilizce