

ÇEVREYE DUYARLI, ENERJİ ETKİN KAMU BİNALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

ANALYSIS OF ENVIRONMENTALLY SENSITIVE, ENERGY-EFFICIENT PUBLIC BUILDINGS' SUSTAINABILITY

SERDAR ÇATAKÇI

Prof. Dr. NECDET BAŞTÜRK
Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Temiz Tükenmez Enerjiler Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2018

SERDAR ÇATAKÇI'nın hazırladığı "Çevreye Duyarlı, Enerji Etkin Kamu Binalarının Sürdürülebilirliğinin İncelenmesi" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından TEMİZ TÜKENMEZ ENERJİLER ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Rahmi YAĞBASAN
Başkan



Prof. Dr. Necdet BAŞTÜRK
Üye-Tez Danışmanı



Prof. Dr. Aynur ERAY
Üye



Doç. Dr. Akın BACIOĞLU
Üye



Doç. Dr. Ufuk ŞAHİN
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof.Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- ☐ Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

- ☒ Tezimin/Raporumun 25.05.2018 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- ☐ Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

- ☐ Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

25.05.2018
SERDAR GATAKCI

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimlerin Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

25.05.2018


SERDAR ÇATAKÇI

ÖZET

ÇEVREYE DUYARLI, ENERJİ ETKİN KAMU BİNALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

SERDAR ÇATAKÇI

Yüksek Lisans, Temiz Tükenmez Enerjiler Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. NECDET BAŞTÜRK

Mayıs 2018, 122 Sayfa

Geçtiğimiz son on yıl içerisinde Türkiye enerji verimliliği konusunda önemli yol kat etmiştir. Ancak birçok kanun, yönetmelik ve yönerge çıkarılmasına rağmen binalarımızdaki enerji tüketimi gelişmiş ülkelerin eşdeğer tüketimlerinin çok üzerindedir. Enerjinin %70'inden fazlasını ithal eden ülkemizde acilen enerji bağımlılığı azaltılmalı ve işe öncelikle enerji kaybının hat safhada olduğu binalardan başlanması gerekmektedir.

Avrupa Birliği ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de binalarda enerji verimliliği uygulamasına, kamunun satın alma gücü politika aracı olarak kullanılarak, kamu binalarından başlanması gerekliliği ortaya konmuştur.

Tez kapsamında üç farklı iklim bölgesinden, üç farklı büyüklükte kamu binasının güçlendirme ve yenileme yatırımlarına ait ihale bilgileri ile yatırım öncesi ve sonrası enerji harcamaları temin edilmiştir. Oluşan enerji tasarrufu ile söz konusu

yatırımların Dünya Bankası ve AYB finansman kıstasları (Fayda Maliyet ve 'LCOE' İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi) açısından sürdürülebilirliği ve yatırım yapılabilirliği (rantabilite) analiz edilmiştir.

Kamu binalarında yenilenebilir enerji üretimi konusunda; çatı tipi güneş enerji santrali kurulabilecek kamu binaları için gereken asgari çatı alanı LCOE Analizi ile Dünya Bankası kıstasları baz alınarak hesaplanmıştır.

Kamu binalarında kojenerasyon ve trijenerasyon uygulaması konusunda; ilgili kanun ve yönergeler ortaya konmuş, farklı kamu kurumlarının çalışmaları karşılaştırılmıştır. ÇŞB Bakanlık binasına ait trijenerasyon sistemi AYB kıstasları ile Birincil Enerji Tasarrufu (PES) ve LCOE üzerinden analiz edilmiştir.

Enerji etkin, çevre dostu binalar konusunda gerek kamu gerek bağımsız kurumlar uluslararası değerlendirme sistemlerini örnek alarak benzer çalışmalar yapmışlardır. Ancak ülkemiz ekonomik koşulları göz önüne alınmadan hazırlanan, devlet desteklerinden yoksun ilk yerli değerlendirme sistemleri geçen beş yılda yeteri kadar tercih edilmemiştir.

Sadece teknik açıdan değil ekonomik açıdan da sürdürülebilir olan ve kamu öncülüğünde başlayarak, devlet teşvikleriyle desteklenen değerlendirme sistemlerinin başarılı olabileceği ve istenilen hedefleri tutturulabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda gönüllülük esasına göre işleyen ve sürdürülebilir olmayan değerlendirme sistemlerinin yerine; enerji verimliliğini hedef alan, devlet öncülüğünde, kamunun satın alma gücünü araç olarak kullanan yerli yeşil bina rehberinin hazırlanması gerekliliği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Etkin Kamu Binaları, Enerji Verimliliği, Ulusal Yeşil Bina Standartları, Kamunun Satın Alma Gücü

ABSTRACT

ANALYSIS OF ENVIRONMENTALLY SENSITIVE, ENERGY-EFFICIENT PUBLIC BUILDINGS' SUSTAINABILITY

Serdar ÇATAKÇI

Master of Science, Department of Renewable Energy

Supervisor: Prof. Dr. Necdet BAŞTÜRK

May 2018, 122 pages

In the last decade, Turkey has made significant progress in energy efficiency. Despite the introduction of many laws, regulations and directives, the use of energy in our buildings is well above the equivalent consumption of developed countries. Our country, importing more than 70% of the total energy used, urgently needs to reduce her energy dependency starting from the buildings whose energy loss is very high.

It is stated that, as in the European Union countries, it is necessary to start energy efficiency applications with public buildings by using the purchasing power of the government.

Within the scope of the thesis, the procurement information for strengthening & renovation investments and pre-&post-investment energy expenditures of three different sized public buildings in three different climatic zones are provided. Sustainability and rentability of the investments are analysed by using energy

savings in terms of World Bank and EIB financing criteria (Benefit-Cost and LCOE Levelized Cost of Energy Analysis).

Regarding renewable energy production in public buildings; the minimum roof area required for public buildings is calculated based on the World Bank criteria with LCOE analysis.

Regarding the applications of cogeneration and trigeneration in public buildings; the relevant laws and guidelines are put forward and the studies of different public institutions are compared. The trigeneration system established in new building of the Ministry of Environment and Urbanization is analysed with EIB criteria through Primary Energy Saving (PES) and LCOE.

Regarding energy efficient, environmentally-friendly buildings; both public and independent institutions have carried out similar studies by taking the international evaluation systems as an example. However, the first domestic evaluation systems prepared without taking into consideration the economic conditions of our country have not been preferred until the last five years.

Not only technically but also economically sustainable evaluation systems will be successful and the desired objectives will be achieved with the support of public pioneering and government incentives.

Keywords: Energy Efficient Public Buildings, Energy Efficiency, National Green Building Assessment Systems, Purchasing Power of the Public

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca, değerli bilgileriyle her zaman yönlendirici, öğretici ve eğitici olan; hoşgörüsü ve sabrı için minnettar olduğum değerli hocam, Prof. Dr. Necdet Baştürk'e;

Heyecanlarımı, sevinçlerimi, üzüntülerimi kısacası tüm hayatımı paylaştığım güzel eşim Songül Çatakçı'ya; tez çalışmasının gecikmesinde büyük payı olsa da yaşama sevincim, umudum, canım kızım İpek'e;

Tez çalışması süresince, bilgi ve deneyimleri ile bana her zaman yardımcı olan, danışmaktan çekinmediğim sevgili dostlarım; Kamu İhale Uzmanı Özkan Kantarcı'ya ve İnşaat Yüksek Mühendisi Bekir Albay'a en içten teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ	1
2. SÜRDÜRÜLEBİLİR, ÇEVRECİ KAMU ALIMLARININ TANIMLANMASI VE POLİTİKA ARACI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ	5
2.1. Çevreci Kamu Alımları.....	5
2.2. Politika Aracı Olarak Kamu Alımları	5
2.3. Avrupa Birliğinde Çevreci Kamu Binaları ve Çevreci Kamu Alımları	6
2.4. Sürdürülebilirlik.....	7
2.5. Sürdürülebilir Bina ve AB Örnekleri	8
2.6. Bölüm Değerlendirmesi	10
3. DÜNYA BANKASI PROJE KREDİLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ	12
3.1. Yatırım Projelerinin Finansmanı	12
3.2. Dünya Bankası Kredilerine İlişkin Genel Esaslar	13
3.3. Dünya Bankası Proje Kredilerinin Özellikleri	13
3.4. İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Yöntemi (LCOE)	15
3.5. Bölüm Değerlendirmesi	18
4. TEMEL BİNA YALITIM MALZEMELERİ.....	20
4.1. Cam Yünü	20
4.2. Taş Yünü.....	20
4.3. Polistren Köpük	21
4.3.1. Genleştirilmiş Polistren Levhalar (EPS)	21
4.3.2. Extrude Polistren Levhalar (XPS)	22

4.4. Polietilen Köpük	22
4.5. Poliüretan Köpük.....	22
4.6. Fenol Köpüğü.....	22
4.7. Cam Köpüğü	23
4.8. Yalıtımlı Şap Malzemesi.....	23
4.9. Isı Yalıtımlı Alüminyum Doğrama	23
5. KAMU BİNALARINA AİT YENİLEME VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ PROJELERİNİN İNCELENMESİ	25
5.1. Tarım Bakanlığı Müsteşarlık Hizmet Binası Yenileme Çalışmasının İrdelenmesi	26
5.2. SGK Sivas İl Md. Hizmet Binası Yenileme Çalışmasının İrdelenmesi.....	34
5.3. SGK Isparta İl Md. Hizmet Binası Yenileme Çalışmasının İrdelenmesi...	41
5.4. Bölüm Değerlendirmesi	48
6. KAMU BİNALARININ ÇATILARINA GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ (GES) KURULUMU	50
6.1. PVGIS Program Analizi	57
6.2. PVSYST Program Analizi.....	60
6.3. Toplam Yatırım Tutarı ve Yıllık İşletme Giderleri.....	64
6.4. İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi.....	65
6.5. Çatı Tipi GES Projesinin Geri Dönüş Süresi Hesabı	67
6.6. Bölüm Değerlendirmesi	69
7. KAMU BİNALARINDA KOJENERASYON (BİRLEŞİK ISI VE GÜÇ ÜRETİMİ) SİSTEMİ UYGULAMASI.....	71
7.1. Değişik Sektörlerde Kojenerasyon Uygulamaları	71
7.1.1. Kimya sektörü	71
7.1.2. Petrokimya sektörü	71
7.1.3. Kâğıt sektörü.....	72

7.1.4.	Gıda sektörü	72
7.1.5.	Tekstil sektörü.....	72
7.1.6.	Seramik sektörü.....	73
7.1.7.	Tuğla ve toprak sanayi.....	73
7.1.8.	Sağlık ve Kamu Hizmet Binaları	73
7.1.9.	Optimizasyon İçin Temel Kriterler ve Hastane Örneği	74
7.2.	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hizmet Binası Kojenerasyon Uygulaması .	75
7.3.	Kojenerasyon Sistemlerinin Ekonomik Sürdürülebilirliğinin İrdelenmesi..	76
7.4.	Kojenerasyon Sistemi İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi	79
7.5.	Bölüm Değerlendirmesi	81
8.	YEŞİL BİNA SERTİFİKA SİSTEMLERİ	83
8.1.	Yeşil Binaların İncelenmesi Gereken Ana Konuları	83
8.1.1.	Su Kullanımı	83
8.1.2.	Enerji, Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Kullanımı	84
8.1.3.	Malzeme ve Kaynaklar	85
8.1.4.	Sağlıklı İç Ortam ve Hava Kalitesi.....	86
8.2.	Yaygın Kullanılan Sertifika Sistemleri.....	88
8.2.1.	BREEAM Değerlendirme Sistemi	89
8.2.2.	LEED Değerlendirme Sistemi	90
8.2.3.	İki Sertifika Sistemi Arasındaki Benzerlikler ve Farklar	91
8.2.4.	LEED ve BREEAM Sertifika Sistemlerinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi	92
8.3.	Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Yeşil Bina Çalışmaları ile İlgili Gelişmeler	93
8.3.1.	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği Çalışmaları.....	94
8.3.2.	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı En-Ver ve Yeşil Bina Çalışmaları	95
8.3.3.	Belediyelerin Atık Bertarafı, Geri Dönüşüm Çalışmaları	97

8.3.4. Türk Standartları Enstitüsü En-Ver ve Yeşil Bina Sertifikasyon Çalışmaları	98
8.3.5. Üniversitelerin Yeşil Bina Çalışmaları	98
8.3.6. Bağımsız Kuruluşlar (ÇEDBİK) Yeşil Konut Sertifika Çalışmaları	99
8.4. Bölüm Değerlendirmesi	99
9. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	101
KAYNAKLAR.....	105
EKLER	109
ÖZGEÇMİŞ	125



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Dünyada Üretilen Enerjinin Farklı Sektörlere Göre Tüketimi [6]	8
Şekil 2.2. Sürdürülebilir Binalarda Üç Temel Sürdürülebilirlik Göstergesi [7]	9
Şekil 2.3. Yapım Sektörü Harcamalarının Dünyadaki Dağılımı [9]	10
Şekil 2.4. Enerji Tüketimlerinin Bina Türlerine Göre Dağılımı [10].....	11
Şekil 5.1 GTHB Müsteşarlık Hizmet Binası	26
Şekil 5.2. GTHB Müsteşarlık Binası 2010-2011 & 2014-2015 Yılları Karşılaştırmalı Aylık Elektrik Tüketim Grafikleri.....	30
Şekil 5.3. SGK Sivas İl Md. Hizmet Binası.....	34
Şekil 5.4. SGK Sivas İl Md. Hizmet Binası 2010 & 2014 Yılları Karşılaştırmalı Aylık Elektrik Tüketim Grafikleri.....	37
Şekil 5.5. SGK Isparta İl Md. Hizmet Binası	41
Şekil 5.6. SGK Isparta İl Md. Hizmet Binası 2010 & 2014 Yılları Karşılaştırmalı Aylık Elektrik Tüketim Grafikleri.....	45
Şekil 6.1. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası [16]	51
Şekil 6.2. Güneş Enerji Santrali Bileşenleri Yerleşimi.....	52
Şekil 6.3. Güneş Enerji Santrali Üretim Prosesi	52
Şekil 6.4. GTHB Müsteşarlık Binası Uydu Görüntüsü-I	54
Şekil 6.5. İlk Lisanssız GES Çatı Uygulaması, Ankara-Kazan-I	55
Şekil 6.6. İlk Lisanssız GES Çatı Uygulaması, Ankara-Kazan-II	56
Şekil 6.7. GTHB Müsteşarlık Hizmet Binası Uydu Görüntüsü-II	59
Şekil 6.8. PVGIS Programı Veri Girişi-Ön Ekran	59
Şekil 6.9. PVSYST Programı Analiz Raporu	63
Şekil 7.1. Hastane Binası Elektrik Üretim ve Kullanım Grafiği [20]	74
Şekil 8.1. Dünya Geneline Bina Çevresel Performansı Değ. Sistemleri [25]	88
Şekil 8.2. BREEAM Europe Performans Kategorileri ve Dağılım Oranları [26].....	89

Şekil 8.3. LEED (Yeni Yapılar ve Büyük Onarımlar) Performans Kategorileri	90
Şekil 8.4. ÇŞB Ulusal Yeşil Bina Sertifikasyonu Çalışmaları	97



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Formül Çizelgesi.....	16
Çizelge 5.1. GTHB Müsteşarlık Binası Deprem Güçlendirme ve G.Onarım İcmali	27
Çizelge 5.2. GTHB Müsteşarlık Binası Projesi Isı Yalıtım ve En-Ver Kalemleri....	27
Çizelge 5.3. GTHB Binası 2010 & 2011 Yılları Aylık Ort. Elektrik Tüketimi (kWh)	30
Çizelge 5.4. GTHB Binası 2014 & 2015 Yılları Aylık Ort. Elektrik Tüketimi (kWh)	30
Çizelge 5.5. GTHB Müsteşarlık Binası En-Ver Projesi Fayda Maliyet Analizi	31
Çizelge 5.6. GTHB Müsteşarlık Binası Isı Yal. Projesi İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi.....	32
Çizelge 5.7. SGK Sivas İl Müd. Binası Deprem Güçlendirme ve G.Onarım İcmali	34
Çizelge 5.8. SGK Sivas İl Md. Binası Projesi Isı Yalıtım ve En-Ver Kalemleri.....	35
Çizelge 5.9. SGK Sivas İl Md. Binası 2014 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi (kWh)	37
Çizelge 5.10. SGK Sivas İl Md. Binası 2010 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi (kWh)	37
Çizelge 5.11. SGK Sivas İl Müd. Binası En-Ver Projesi Fayda Maliyet Analizi.....	38
Çizelge 5.12. SGK Sivas İl Md. Hizmet Binası Isı Yalıtımı Projesi İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi	39
Çizelge 5.13. SGK Isparta İl Md. Binası Deprem Güçlendirme ve G. Onarım İcmali	42
Çizelge 5.14. SGK Isparta İl Md. Binası İnş. Harcamaları Isı Yalıtım Kalemleri ...	43
Çizelge 5.15. SGK Isparta İl Md. Binası 2014 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi (kWh)..	45
Çizelge 5.16. SGK Isparta İl Md. Binası 2010 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi (kWh)..	45
Çizelge 5.17. SGK Isparta İl Müd. Binası En-Ver Projesi Fayda Maliyet Analizi...	46
Çizelge 5.18. SGK Isparta İl Md. Hizmet Binası Isı Yalıtımı Projesi İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi	47
Çizelge 6.1. Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli [17]	50
Çizelge 6.2. PVGIS Programı Analiz Sonuçları	58
Çizelge 6.3. Toplam Yatırım Tutarı Çizelgesi	64

Çizelge 6.4. Toplam İşletme Giderleri Çizelgesi	64
Çizelge 6.5. Güneş Enerji Santrali İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi	66
Çizelge 6.6. GTHB Müsteşarlık Binası GES Projesi Fayda Maliyet Analizi	68
Çizelge 7.1. Kojenerasyon Tesisi Bilgileri.....	76
Çizelge 7.2. Düzeltilmiş Verimlilik Referans Değeri için Düzeltme Faktörleri [21].	78
Çizelge 7.3. Ankara İli Yıllık Ort. Sıcaklık Çizelgesi (1927-2016 İklim Per.) [24]...	78
Çizelge 7.4. Kojenerasyon Tesisi Yatırımı İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi	80
Çizelge 7.5. Uygulanması Önerilen Kojenerasyon Yatırımları [10].....	82



KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AYB	Avrupa Yatırım Bankası
AKKB	Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası
ARGE	Araştırma Geliştirme
BEP	Binalarda Enerji Performansı
BREEAM	İngiltere Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi
ÇEDBİK	Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
EPDK	T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	T.C. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı
GEPA	Güneş Enerji Potansiyel Atlası
GES	Güneş Enerji Santrali
GSMH	Gayri Safi Milli Hâsıla
GTHB	T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
IBRD	Dünya Bankası
KİT	Kamu İktisadi Teşebbüsleri
LCOE	İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti (Levelized Cost Of Energy)
LEED	Amerikan Yeşil Binalar Konseyi Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi
NYG	Net Yıllık Getiri
SGK	T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu
TKB	Türkiye Kalkınma Bankası
TSKB	Türkiye Sınai ve Kalkınma Bankası
YEGM	T.C. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması

1. GİRİŞ

Kalkınmakta olan ülkeler kategorisinde yer alan ülkemizde artan nüfus; hayat standartlarının yükselmesi; turizm, sanayi ve hizmet sektörlerinin hızla büyümesi enerji tüketimindeki artışı da beraberinde getirmektedir. ETKB Haziran 2017 verilerine göre 2020 yılında toplam enerji arzının ancak %20'sinin yerli üretimle karşılanabileceği beklenmektedir ve bu durum ülkemiz ekonomisinde ciddi bir cari açık sorununa sebep olmaktadır.

Enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün azaltılması amacıyla 2 Mayıs 2007'de çıkarılan Enerji Verimliliği Kanunu başta olmak üzere bir dizi önlem alınmıştır. Türkiye'de enerji tasarruf potansiyeli, enerji yoğun kullanılan alanlarla doğru orantılı olarak değişmektedir. YEGM verilerine göre enerji tasarruf potansiyeli en yüksek sektör %20-35 oranı ile bina ve hizmet sektörüdür. Dünyada da benzer bir durum söz konusudur. AB ve ABD'de ülkelerinde en yoğun enerji kaybı binalardan kaynaklandığı tespitinden hareketle 90'lı yıllarda 'yeşil bina' standartları geliştirilmiş ve günümüzde yaygın hale gelmiştir.

Ülkemizde de enerji verimliliğinin önemine varıldığı 2000'li yıllarda bazı yasal düzenlemelere paralel olarak, uluslararası değerlendirme sistemlerinden esinlenilerek hazırlanan yeşil bina rehberi çalışmaları hız kazanmıştır. Ancak günümüze kadar geliştirilen yerel yeşil bina sertifikasyon çalışmalarına ilgi beklenenin çok altında olmuştur.

İlk ulusal sertifikasyon sistemlerinin hedeflenen amaca ulaşamamasının sebepleri irdelendiğinde öne çıkan iki unsur olduğu görülmektedir. Birincisi, hâlihazırda mühendisinden kalıpcısına kadar sektör çalışanlarında yeşil bina kültürünün gelişmemiş olmasıdır. Henüz olgunlaşmayan bu bilgi ve kültür, gerek yüklenicilerde (müteahhitlerde) gerekse bina sahiplerinde gönülsüzlüğe sebep olmaktadır. Bu sebeple, devlet öncülüğünde başlamayan ve teşviklerin yer almadığı bir sistemde yeşil bina kültürünün yerleşmesinin mümkün olamayacağı düşünülmektedir.

Diğer bir unsur ise Türkiye'de yeşil bina değerlendirme çalışmalarının ülkemizin içinde bulunduğu ekonomik koşullar göz önüne alınmadan hazırlanmış olmasıdır. Tez çalışmasının ilk bölümünde yer verildiği üzere sürdürülebilirlik uzun vadeli proje ve programlarda başarılı olmanın ön koşuludur. Sürdürülebilirliğin önemli ayaklarından biri olan ekonomik sürdürülebilirlik olmadan, sistemlerin ve projelerin

uzun vadede ihtiyaçlara cevap vermesi, ekonomik ve sosyal fayda getirmesi beklenemez.

Gönüllölük esasına dayandırılan yeşil bina sistemlerinin başarısızlığı noktasından hareketle; enerji etkin, çevre dostu binalar konusunu bir kültür ve tecrübe haline getirmek için devletin satın alma gücünü AB ülkelerinde olduğu gibi bir araç olarak kullanma fikri öne çıkmaktadır. Bu kapsamda tez çalışması içerisinde öncelikle kamunun satın alma gücünün öneminden söz edilmiş sonra bu gücün sektöre müdahale etmeden nasıl bir politika aracı olarak kullanılabileceği konusunda AB ülkelerinden farklı örneklemeler verilmiştir.

Bununla birlikte kamunun söz konusu politikayı geliştirmek için gerekli fon kaynağını nasıl elde edebileceği hususunda da tez kapsamında farklı bir seçenek ortaya konmuştur. Gelişmekte olan ülkeler kategorisinde değerlendirilen ülkemize; Dünya Bankası, Avrupa Yatırım Bankası gibi uluslararası fon kuruluşları, Hazine Müsteşarlığı garantörlüğünde TKB, TSKB ve İller Bankası gibi kalkınma ve yatırım kuruluşlarına belirli konuları hedef alan proje kredileri tahsis etmektedir. Söz konusu krediler belirli proje konularına uzun vade ve uygun faiz oranlı kredi olarak kullandırılmaktadır. Tahsis edilen uzun vadeli kredileri vadesi boyunca değerlendiremeyen ve özellikle binalarda enerji verimliliği konusunda başarılı not alamayan Türkiye, kredi geri dönüşlerinden elde edilen fonları vadesi bitmeden tekrar kullanabilmektedir. Bu noktadan hareketle kamu yatırım projelerinin fonlanmasında yeteri kadar iç kaynak bulamayan ülkemizin söz konusu yabancı kredilerin geri dönüşlerinde gerekli koşulları sağlayarak, kamu binalarında enerji verimliliği projelerinde bu kaynaklardan finansman sağlayabileceği yorumu yapılmıştır. Tez kapsamında enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji yatırımı projelerinin söz konusu uluslararası kaynak koşulları çerçevesinde sürdürülebilirlik analizleri yapılmıştır.

Ülkemizde hazineye kayıtlı taşınmazlar arasında 1.013.922.329 m² yüz ölçüme sahip 159.430 adet kamu binası bulunmaktadır. Bu binaların büyük bir kısmı 2007 yılı Deprem Yönetmeliği gereği güçlendirme ve genel onarım çalışmaları ile yenilenmektedirler. Bu kapsamda üç farklı iklim bölgesinden üç farklı kamu binasının yenileme çalışmalarında enerji verimliliğine dair kalemler ayıklanarak; En-

Ver toplam yatırım tutarının uygun kaynaklı uluslararası fonlarla finanse edilebilmesi durumu değerlendirilmiştir.

Başta Dünya Bankası olmak üzere, AYB ve AKKB gibi uluslararası kurumlar kendi finansman kaynaklarının kullandırımında belirli şartlar öne sürmektedirler. Ancak bu şartların bir kısmı finansal parametreler olduğu gibi özellikle son yıllarda büyük kısmını teknik parametreler oluşturmaktadır. Bu kapsamda öncü finans kurumu olan ve birçok finans kuruluşuna ilham kaynağı olan Dünya Bankası'nın genel yapısı ve dünden bugüne genel kredi ve hibe kullandırım şartları anlatılmıştır.

Enerji verimliliği veya yenilenebilir enerji gibi belli konuları hedef alan uluslararası fonlarla, birçok kamu yatırımının yapılabirliği farklı finansman şartları ile analiz edilmiştir. Söz konusu finansal analizlerden en önde geleni olan İndirgenmiş Birim Analiz Maliyeti metodu çok detaylı ve geniş şekilde anlatılmıştır.

Yeşil bina sertifikasyon sistemlerinde yer verilen ve puanlamada büyük önem atfedilen yenilenebilir enerji üretimi konusuna kamu binalarında yer verilmesi hususu da ele alınmıştır. Bu amaçla örnek olabilecek bir kamu binasında GES uygulaması kurgulanmış; iki farklı simülasyon programı ile analiz edilmiştir. Elde edilen enerji üretim sonuçları baz alınarak IBRD ve AYB parametreleri ile analiz edilmiştir. Aynı yatırım için yenilenebilir enerji yatırımları için IBRD tarafından talep edilen geri dönüş süresi de hesaplanmıştır.

Bunun yanı sıra yine enerji verimliliğinin vazgeçilmez unsuru olan kojenerasyon uygulamalarına geniş şekilde yer verilmiştir. Farklı sektörlerde kojen uygulamalarına örnekler verilmiş, kojenerasyon çalışma prensibi detaylı şekilde anlatılmıştır. ÇŞB yeni hizmet binasında hâlihazırda devrede olan kojenerasyon tesisi ile ilgili bilgiler elde edilmiş ve proje maliyeti IBRD ve AYB parametreleri ile mukayaseli şekilde analiz edilip, kojenerasyon ile ilgili mevcut yasal düzenlemelere yer verilerek, yönetmelikler arasındaki uyumsuzluk ve eksikliklere ilgili bölüm değerlendirmesinde yer verilmiştir.

Son olarak yeşil bina değerlendirme sistemleri uluslararası ve ulusal boyutta ele alınmıştır. Önde gelen iki değerlendirme sisteminin benzerlikleri ve farklılıklarına yer verilmiş; Türkiye'de uygulanmasının güçlüklerinden detaylı şekilde bahsedilmiştir. TSE ve ÇEDBİK tarafından geliştirilen değerlendirme sistemleri karşılaştırılmıştır.

Yerli yeşil bina değerlendirme sisteminin nasıl teşvik edileceği hangi şartlarda geliştirilmesi gerektiğinden bahsedilerek, tavsiyelerde bulunulmuştur.



2. SÜRDÜRÜLEBİLİR, ÇEVRECİ KAMU ALIMLARININ TANIMLANMASI ve POLİTİKA ARACI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

2.1. Çevreci Kamu Alımları

Çevreci kamu alımları, kamu kurum ve kuruluşları tarafından özel sektöre ihale edilen mal, hizmet ve yapım işlerinin üretim sürecindeki ve kullanımı sırasında çevrede yarattığı olumsuz etkilerinin, sürdürülebilir kalkınma hedefine uygun olarak, minimum düzeye indirilmesi ve ARGE'nin desteklenmesi amacıyla, çevreci yaklaşımın kamu alımları politikasına ana bileşenlerden biri olarak entegre edilmesini ifade etmektedir [3].

2.2. Politika Aracı Olarak Kamu Alımları

1980'lerden itibaren, neoliberal politika tercihleri sonucunda özelleştirmelerin hız kazandığı, devletin ekonomideki payının azaltıldığı, buna koşut olarak daha önce devlet eliyle yürütülen hizmetler ile üretilen malların özel sektörden satın alınması yoluna gidildiği ve bu çerçevede kamu alımlarının öneminin giderek arttığı görülmektedir. Bu nedenle günümüzde, kamu alımlarının ekonomiyi yönlendirme gücünün bulunduğu kabulünden hareketle, sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak amacıyla bir araç olarak kullanılması düşüncesi, oldukça popüler bir düşünce olarak karşımıza çıkmaktadır. Refah devletinin politika aracı olarak kullanabileceği KİT'ler, sosyal güvenlik kuruluşları, senyoraj (paranın üretim maliyeti ile üzerinde yazılı değer arasındaki farktan oluşan devlet geliri) gelirleri gibi, neoliberal devletin sahip olmadığı araçlara karşılık, neoliberal devlet de kamu alımlarını bir politika aracı olarak kullanma fırsatı edinmektedir [3].

2004 yılında Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan Çevreci Kamu Alımları Kılavuzu adlı çalışmada, kamunun Avrupa'nın en büyük tüketicisi olduğu, her yıl ortalama gayri safi milli hasılanın %16'sı oranında kamu alımlarına harcama yaptığı belirtilmektedir. 2011 yılı Şubat ayında Deutsche Bank tarafından yayımlanan e-Procurement adlı araştırma raporunda, AB ülkelerinin her yıl kurşun kaleminden savaş uçaklarına kadar çok çeşitli alanlarda alım yaptığı, bu alımların yıllık tutarının iki trilyon Avro olduğu ve bu tutarın gayri safi milli hasılanın %19'una karşılık geldiği kaydedilmektedir [4]. Kamu alımlarının bir politika aracı olma potansiyeli de, kamunun bu büyük satın alma gücünden kaynaklanmaktadır.

Kamu alımları politikası belirlenirken, ihtiyaç duyulan mal ve hizmetler ile yapım işlerinin tedarik edilmesinin yanında başka çıktıların elde edilmesi de hedefleniyorsa, kamu alımlarının politika aracı olarak kullanılması söz konusu olacaktır. Bu durumda kamu alımları mevzuatı ile şartnamelerin de bu hedef doğrultusunda hazırlanması gerekecektir.

Türkiye’de, Orta Vadeli Program 2011-2013’te, kamu alımlarının bilgi ve iletişim teknolojileri sektörlerinin gelişiminde bir politika aracı olarak kullanılmasının öngörüldüğü, dolayısıyla kamu alımlarının politika aracı olarak kullanılabileceğinin kabul edildiği görülmektedir [3].

Sonuç olarak, kamu alımlarının önceliği belirlenen alanlarda uygulanacak politikalar için bir araç olmasıyla, yapılan alımlar yalnızca ihtiyaç duyulan mal ve hizmetler ile yapım işlerinden elde edilecek işlevlerin tedarik edildiği bir süreç olmaktan çıkacak; piyasaya doğrudan müdahalede bulunmadan, serbest rekabet şartları içerisinde ve çevresel hedefler doğrultusunda yönlendirici ve teşvik edici bir işlev de kazanacaktır.

2.3. Avrupa Birliğinde Çevreci Kamu Binaları ve Çevreci Kamu Alımları

Kamu alımları, Avrupa Birliğinin (GSYH) Toplam Yurtiçi Gayrisafi Hasılasının %16’sına tekabül etmektedir [4] ve bu özelliği ile serbest piyasayı etkileyecek önemli bir kaldıraç oranına ve kamu sektöründe de çevresel duyarlılığı arttıracak ciddi bir potansiyele sahiptir.

Bu sebeple Avrupa Birliğine üye ülkelerde kamusal servis, ürün ve hizmet alımlarında çevresel etkileri minimize etmek için Yeşil Kamu Alımları (GPP, Green Public Procurement) dokümanı geliştirilmiştir. Gönüllülük esasına göre geliştirilmiş bu enstrüman kullanılarak, Avrupa Birliği politikaları çerçevesinde kamu alımlarında; çevresel duyarlılığı artıracak, iş sağlığını artırarak ömür maliyetini (life cycle cost) aşağı çekecek bir klavuz sunmaktır. Avrupa Birliği ülkelerinde kamu otoritelerine ışık tutacak olan bu kaynak ile satın alma uzmanı ile teknik ve çevresel uzmanların bir konsensüs oluşturarak yapının; şantiye planlaması, malzeme tedariki, mimari tasarımı ve yapı yönetimi gibi temel aşamalarında çevresel duyarlılığa haiz kamu alımlarının artırılması ve belirli çevresel hedefler konulması amaçlanmaktadır [4].

Çek Cumhuriyeti, Fransa, Almanya, Lüksemburg, Slovakya, Belçika, Slovenya, Avusturya, Danimarka, Macaristan, İrlanda ve Birleşik Krallığı da içine alan bölgede mesken olmayan yapılar, tüm yapıların %25 ini oluştururken; bu oranın %23’ünü

(toplam yapının yaklaşık %6'sı) 1975'ten önce inşa edilen kamusal ve özel ofis binaları oluşturmaktadır [6].

GPP dokümanında ve birçok Avrupa Birliği yönergesinde yeni bina inşaatı için verilen direktifler olduğu gibi; bina tadilat ve yenileme işlerine de yer verilmektedir. Dikkat çeken bir örnek vermek gerekirse; 2010 yılında yayınlanan "EU Energy Performance of Buildings Directive 2010.31.01" Binalarda Enerji Performans Yönergesinden alıntılar yapılarak hazırlanan renovasyon kısmında aşağıdaki iki koşul

-Bina kabuğu veya taşıyıcı sisteme ilişkin renovasyon tutarının, toplam bina değerinin (arazi değeri dâhil edilmeden) %25'inden yüksek olması durumunda,

-Bina kabuğunun %25'inden fazlasının yenilenmesi durumunda GPP dokümanına uyulması" tavsiye edilmektedir.

Yapıların öntasarımı, fizibilitesi, yenileme için soyulması, yıkımı, yapımı gibi işlerle birlikte kojenerasyon sistemleri, iklimlendirme sistemleri, iç ve dış aydınlatma sistemleri, tuvalet ve banyo otomat sistemleri ile otomatik duvar panelleri gibi birçok elektronik sistemlere ait tavsiye ve kriterler GPP dokümanında yer almaktadır [6].

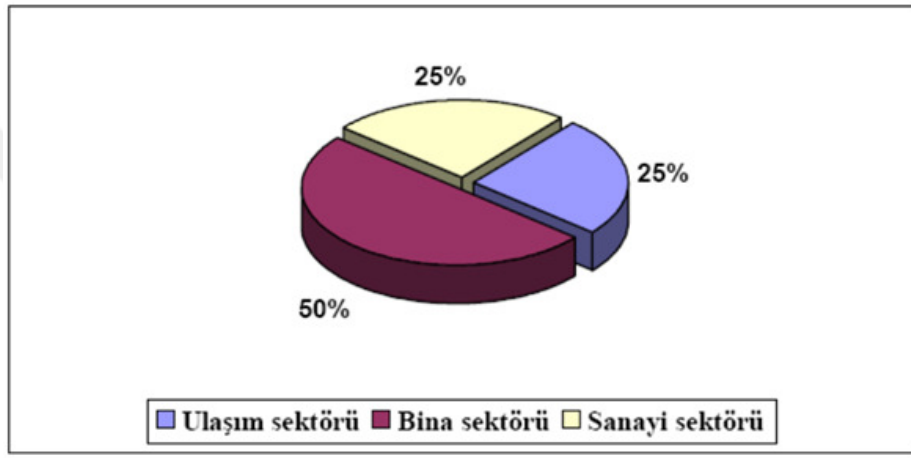
2.4. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik kelime anlamı olarak; çeşitlilik ve üretkenliğin devamlılığı sağlanırken, daimi olabilme yeteneğini korumak olarak tanımlanmaktadır [5]. Yani sonsuz olmayan doğal kaynaklar tüketilmeden, günlük gereksinimlerin giderilerek kalkınmanın sürdürülebilir kılınması gerekmektedir. İfadeyi "Sürdürülebilir Kalkınma" olarak tanımladığımızda ise;

Sürdürülebilir kalkınma; toplumsal, ekonomik ve çevresel hedeflere, paranın en iyi karşılığı elde edilerek ulaşılması amacıyla, bu anlayışın ana bileşen olarak politika belirleyiciler tarafından dikkate alınmasıyla gerçekleştirilebilecek bir süreçtir. Uygulanacak politikalar belirlenirken, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılamalarına ilişkin şartların korunması, doğal kaynakların yenilenme hızları aşılmadan kullanılması, kamu örgütlerinin karar alma süreçlerinde bu ilkelere yer verilerek ticari değerlerin oluşturulması, sürdürülebilir kalkınma için kritik öneme sahiptir [5].

2.5. Sürdürülebilir Bina ve AB Örnekleri

Binalar, yapay çevredeki insan yapımı diğer ürünlerden daha uzun bir kullanım ömrüne sahiptir. Binaların doğa ile etkileşimi tasarım aşamasından başlayıp, malzeme seçimi, yapım, kullanım, bakım ve yıkım aşamaları süresince devam etmektedir. Enerji tüketimi açısından ele alındığında ise Şekil 2.1’de görüldüğü üzere dünyada üretilen elektriğin en fazla tüketildiği sektör bina sektörüdür. Bu sebeple sürdürülebilirlik anlayışının binalar için her hususun dikkate alınarak tesis edilmesi, yapı sektörünün çevre ve insan üzerindeki etkilerinin azaltılması için büyük önem ve öncelik arz etmektedir.

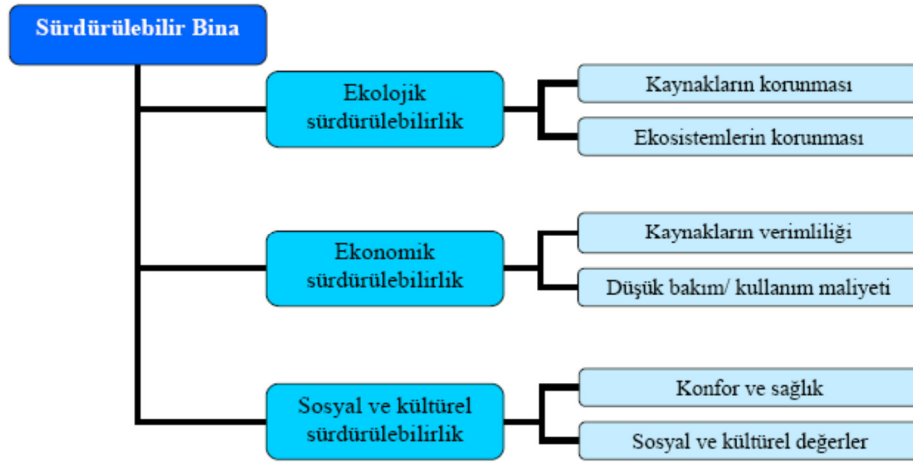


Şekil 2.1. Dünyada Üretilen Enerjinin Farklı Sektörlere Göre Tüketimi [6]

Uluslararası Mimarlar Birliği (UIA) ve UNESCO tarafından 1996 yılında hazırlanan Mimarlık Eğitimi Şartı’nda; Bina anlayışında benimsenmesi gereken hedefler aşağıdaki gibi sıralamıştır;

- yerleşim yerlerindeki bütün insanlar için, insanlığa yaraşır bir yaşam kalitesi;
- insanların, sosyal, kültürel ve estetik gereksinimlerine saygılı bir teknik uygulama; yapılı çevrenin ekolojiye duyarlı ve sürdürülebilir gelişimi ve
- herkesin kendi malı ve sorumluluğu olarak görüp değer verdiği bir mimari” olarak belirlenmiştir [7].

Sürdürülebilir bina, sürdürülebilir kalkınmanın bina sektörüne yansıması olarak özetlenebilir. Sürdürülebilir binalarda Şekil 2.2.’de görüldüğü gibi üç alt sürdürülebilirlik göstergesi öne çıkmaktadır. Bunlar; ekolojik sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik ve sosyal/kültürel sürdürülebilirliktir [7].



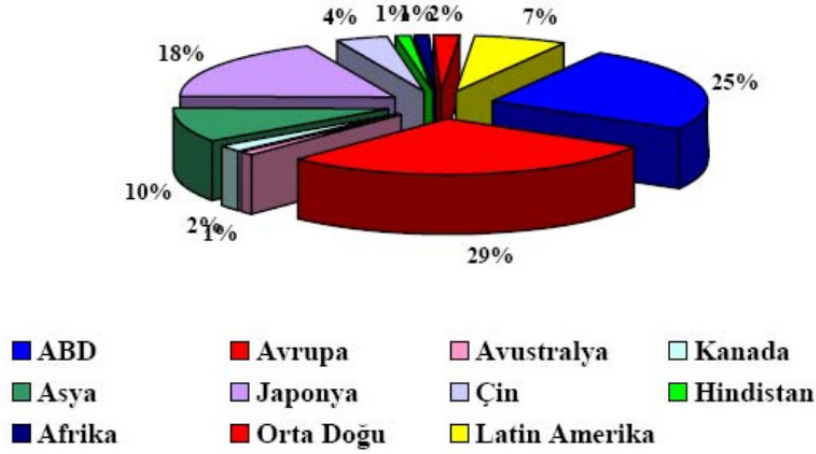
Şekil 2.2. Sürdürülebilir Binalarda Üç Temel Sürdürülebilirlik Göstergesi [7]

Doğal çevre üzerinde büyük etkiye sahip olan bina sektörü, en büyük ekonomik sektörlerden biri olmasına rağmen bina uygulamaları günümüzde çoğunlukla sürdürülebilir mimari anlayışından uzak, yüksek maliyetli ve kadercı çözümlerden oluşmaktadır. Burada sürdürülebilir mimarlık anlayışından kast edilen şey, sadece teknik, mimari, sosyal ya da maliyet kısıtlamalarından oluşan bina yapım süreci değil, aynı zamanda uzun vadeli bakış açılarına verilen önemi güçlendirecek çözümler üretmeyi hedefleyen anlayıştır.

Sürdürülebilir mimari hedefleri;

- esnek ve değişen koşullara uyum sağlayabilen, uzun kullanım ömrü olan bina tasarımı,
- enerjinin verimli kullanımı,
- kaynakların etkin kullanımı,
- atıkların azaltılması,
- temiz su kaynaklarının korunması,
- zararlı ve tehlikeli maddelerden sakınılması,
- sağlık ve güvenlik risklerinin en aza indirilmesi,
- sağlıklı iç mekân hava kalitesi sağlanması ve
- biyolojik çeşitliliğin korunması olarak sıralanabilir [7],[8].

1990'lı yıllar ile AB'de sürdürülebilir kalkınmaya yönelik çalışmalar başlamıştır. 2010 yılında yayınlanan kentsel çevre üzerine "yeşil rapor" (green paper) dökümanında yer verildiği üzere (Şekil 2.3) dünyadaki 3.600 milyar dolarlık yapı sektöründe %29'luk harcamayla en büyük paya sahip olan Avrupa'da; kamu binaları, eğitim ve ofis yapıları gibi birçok yapı türünde çok sayıda başarılı sürdürülebilir örnek bulunmaktadır [9].



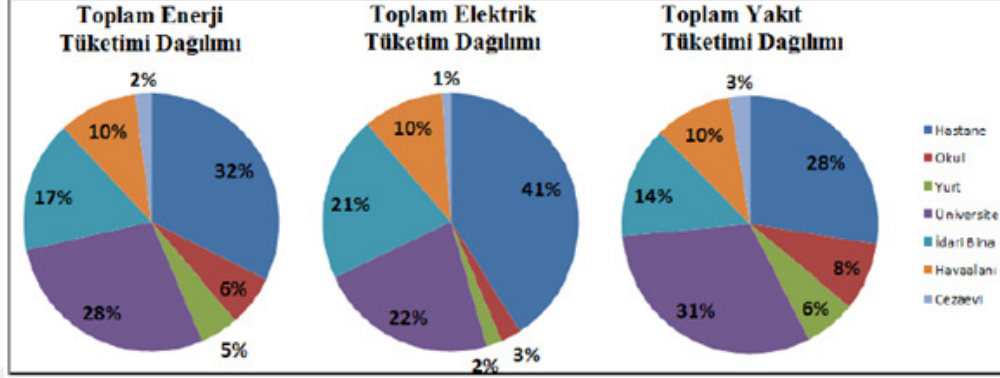
Şekil 2.3. Yapım Sektörü Harcamalarının Dünyadaki Dağılımı [9]

1991 yılında Avrupa Komisyonu'na danışmanlık hizmeti vermek için Sürdürülebilir Yapım Yöntem ve Teknikleri için Çalışma Grubu (WGSC) kurulmuştur. Bu grubun hazırladığı raporlar ile büyük yol kat edilmiş ve İngiltere, Hollanda, İsveç, Fransa gibi ülkeler sürdürülebilir çevre liderliği rolü üstlenmek için yarışa girmişlerdir. İsveç yapı ve gayrimenkul sektörü çevresel etkileri azaltmak için 2003-2010 yılları arasında binalarda enerji tüketimini azaltmak için çevre programı uygulamaya koymuştur. Fransa, yapım ürünlerinin çevresel kalitesini ve inşaat sahalarında çevresel kaliteyi artırmak için 1993'ten itibaren çevreye dost ürün, teknik ve metotlar üzerine düzenlemeler yapmıştır.

2.6. Bölüm Değerlendirmesi

Milli Emlak Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre 2014 yılı sonu itibariyle Hazineye ait tescilli taşınmazlar arasında 1.013.922.329 m² yüz ölçüme sahip 159.430 adet bina bulunmaktadır [4]. Söz konusu büyüklükler göz önüne alındığında, kamu binaları toplam kapalı alanının, enerji verimliği ve kaynak tasarrufu açısından yüksek tasarruf potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

İdari hizmet binalarının alım, kiralama, inşa ve güçlendirme işleri ile ilgili 4734 sayılı Kamu İhale Kanununda çevre dostu, enerji etkin ve yeşil bina konuları ile ilgili teknik eksiklikler bulunduğundan dolayı kamu binalarında yüksek oranda enerji kayıpları mevcuttur.



Şekil 2.4. Enerji Tüketimlerinin Bina Türlerine Göre Dağılımı [10]

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nce 2015 yılında tamamlanan "166 Adet Kamu Binasına Ait enerji Verimliliği Etüt Çalışması" sonuçları incelendiğinde (Şekil 2.4) kamu binalarında; ortalama elektrik tüketiminde %13, yakıt tüketiminde %35,5 olmak üzere toplam enerji tüketimi için %27,3 oranında tasarruf potansiyeli olduğu görülmektedir. Söz konusu çalışmada tasarruf potansiyelinin oluşması için yapılacak yatırımlar ülke kaynakları ile yapıldığı takdirde yatırımların geri ödeme süresi 3 yıl 4 ay olarak hesaplanmıştır [10]. Ancak iç kaynak yetersizliği nedeniyle güçlendirme gerektirmeyen binalarda sadece enerji verimliliği ile ilgili çalışma yapılmamaktadır. Bölüm 2.3'te bahsedildiği üzere kamu alımlarının ekonomiyi yönlendirme gücünün; çevreye duyarlı, sürdürülebilir yapıların artmasını sağlamak amacıyla bir araç olarak kullanılması düşüncesi, oldukça popüler bir düşünce olarak Avrupa Birliği ülkelerinde karşımıza çıkmaktadır.

3. DÜNYA BANKASI PROJE KREDİLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Tez çalışması kapsamında enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji konularında kamu yatırımlarının uluslararası finans kaynakları nezdinde yatırım yapılabilirliği (rantabilitesi) analiz edilmiştir.

En-ver ve enerji analizlerinde en güncel anlaşma olması ve hâlihazırda Dünya Bankası teknik dökümanları ile benzerlik göstermesi sebebiyle çoğunlukla AYB ek mektupları kullanılmıştır. Ancak en eski ve en büyük uluslararası finans kurumu olan, teknik finansal ve mali konularda yaptığı öncül çalışmalar ile birçok finans kuruluşuna ilham kaynağı olan Dünya Bankası'nın genel yapısı ve dünden bugüne genel kredi ve hibe kullandırım şartları aşağıda anlatılmıştır.

3.1. Yatırım Projelerinin Finansmanı

Kamu yatırım projelerinin finansmanında yaşanan iç kaynak yetersizlikleri, mevcut kaynakların verimli ve etkin kullanılamaması gibi sebepler ülkemizde iktisadi kalkınma bakımından büyük öneme haiz kamu yatırım projelerinin hayata geçmesini zorlaştırmaktadır.

Gelişmekte olan tüm ülkelerde olduğu gibi Türkiye de kamu yatırım projelerinin iç kaynaklarla finanse edilmesinin yeterli olmadığı durumlarda dış finansman gereksinimi duymaktadır [11].

Yatırım projelerinin gerektirdiği finansman kaynakları Hazine Müsteşarlığınca Türkiye Cumhuriyeti adına muhtelif finansman yöntemleri ile sağlanmakta; ülkemizdeki kalkınma ve yatırım bankaları (Türkiye Kalkınma Bankası, Türkiye İhracat ve Kredi Bankası, İller Bankası) tarafından kullandırılmaktadır.

Türkiye; Dünya Bankası, Avrupa Yatırım Bankası, İslam Kalkınma Bankası, Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası, Japon Kalkınma Bankası, Alman Kalkınma Bankası gibi uluslararası mali kuruluşlardan uzun vadeli kredi sağlamaktadır. Bu kuruluşların en başında Dünya Bankası gelmektedir. Dünya Bankası, kredibilitesinin yüksekliği nedeniyle gelişmiş ülkelere düşük maliyetlerle temin ettiği kaynakları geliştirmekte olan üye ülkelere kredi olarak vermektedir. Temin ettiği bu kredilerde, kredi faiz oranlarını belirlerken finansman maliyetinin üstüne belirli bir oranda kar koymaktadır.

3.2. Dünya Bankası Kredilerine İlişkin Genel Esaslar

Dünya Bankası kredilendireceği yatırım projeleri için aracı finansal kuruma ekonomik, teknik ve mali açılardan detaylı şekilde incelenmiş fizibilite raporları hazırlanmaktadır. Projenin yatırım yapılabilirlik kıstası, ilgili sektörde belirlenen sürede kendi kendini makul sürede finanse edebilmesidir.

Dünya Bankası kredileri ödemeli ve ödemesiz dönemlerden oluşmaktadır. Kredi faiz oranı ve geri ödeme süreleri, kredi verilen ülkenin GSMH gibi ekonomik verilerine bağlı olarak şekillenmektedir. Türkiye için ortalama ödemesiz dönem 5 yılı bulurken; toplam vade süresi 20 yılı bulmaktadır. Fonlandırılan projelerin üye ülkeler için önem arz eden yatırım konularında olması tercih edilmektedir.

Söz konusu yatırım konularının başında gelen enerji, sanayi ve turizm sektörlerine ait krediler kamu adına TKB; özel sektör adına TSKB tarafından kullanılmaktadır. Tarım ve kırsal kalkınma projeleri için hibe fonları ve destekleri ise Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ilişkili kuruluşu Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu tarafından kullanılmaktadır.

3.3. Dünya Bankası Proje Kredilerinin Özellikleri

Dünya Bankası proje kredilerinin genel özellikleri 2014 yılı Ekim ayı Sayıştay Dergisinde aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

a) Dünya Bankası proje kredileri gelişmekte olan üye ülkelere verilmektedir. Bunun nedeni, Banka'nın sermaye piyasalarından kolayca kredi temin etme imkânı bulunan gelişmiş ülkelere kredi vermemesidir. Bu nedenle, Banka'nın proje kredileri gelişmekte olan ve Dünya Bankası dışında proje finansmanı için makul şartlarla kredi temin etme imkânı bulunmayan ülkelere yöneliktir.

b) Proje kredileri ya ülke kredisi olarak üye ülke hükümetine ya da ülke garantisi altında diğer kamu kurum veya kuruluşlarına verilmektedir. Çünkü IBRD'nin kuruluş anlaşması gereği Banka'nın muhatabı Hazine veya Merkez Bankası gibi ülkelerin mali konularda yetkili resmi kurumlarıdır.

c) Banka'nın verdiği proje kredileri kalkınmaya yönelik, refahı ve hayat standartlarını yükseltmeye yöneliktir. Ülke ekonomilerinin ekonomik kalkınmasında üst derecelerde yer alan, kalkınma için önemli bulunan projeler finanse edilmektedir.

d) Proje kredileri ile özellikle, enerji, tarım, ulaştırma, altyapı, sağlık, evre, eğitim, sanayi gibi sektörler desteklenmektedir.

e) Proje kredileri bağlı kredi niteliği taşıdığından sadece verilen projeye yönelik olarak kullanılabilir.

f) Banka, projenin gerektirdiği tüm finansman ihtiyaını karşılamamakta, finansman ihtiyaının sadece belirli bir bölümünü karşılamaktadır. Böylece, lke kaynaklarının da yatırıma kanalize edilmesi amaçlanmaktadır. Bu krediler i kaynakları tamamlayıcı bir fonksiyon görmektedir.

g) Proje kredileri genelde uzun vadeli, düşük faizli ve belirli süre geri ödemesiz olarak verilmektedir.

h) Proje kredilerinde kredi ödemesi bir defada değil, genellikle projenin gerektirdiği zamana yayılmış finansman gereksinimleri göz önünde bulundurularak ve proje uygulamasının başarılı bir şekilde yürütülmesi şartıyla parça parça yapılmaktadır.

i) Faizler serbest veya değişken olabilmekte; faiz yanında kullanılmayan kredi bakiyesi üzerinden taahhüt komisyonu tahsil edilmektedir.

Dünya Bankası proje kredileri genel olarak bu özellikleri taşıymaktadır. Bu kredilerin yatırım projelerinin finansmanında Dünya Bankası'nın borçlu ülkelere sunduğu bazı avantajlar şunlardır:

i) Banka'nın proje finansmanı için sağladığı kaynaklar diğer kreditörlere nazaran daha büyüktür. Bu yüzden çok büyük kaynak gerektiren projelere finansman temin etmede Dünya Bankası önemli fonksiyon görmektedir. Ayrıca Banka'nın kredi kullanımını, satın almaları ve proje uygulamasını her aşamada izlemesi nedeniyle projeye ayrılan kaynakların başka amaçlarla kullanılması önlenir.

ii) Banka çeşitli yardım kuruluşlarının projeye katılımında yönlendirici bir etki yapar. Dünya Bankası'nın finanse ettiği projelere yardım kuruluşları daha kolay katılabilmekte ve destek sağlayabilmektedir. Banka'nın projeye katılımı, projeyi oluşabilecek politik risklerden korur. Banka'nın ülkede yürüttüğü projelerin sayısı, önemi ve Bankayla olan uzun vadeli ilişkiler nedeniyle, hkmetler Dünya Bankası ile ilişkilerine önem verirler. Bu durum hkmetleri projedeki yükümlülüklerini yerine

getirmeye zorlar. Diğer taraftan, Banka'nın kredi sağlaması kaldıraç etkisi yapar ve diğer sermaye kaynaklarının ülkeye yönelmesi kolaylaşır.

iii) Dünya Bankası daha uygun faiz oranı ve geri ödeme süresi sağlar. Bununla birlikte krediler kapsamında Banka tarafından borçlu ülkeye yönelik olarak ve proje yürütücüsü birimlere verilen eğitimler, organizasyon ve yönetimin güçlendirilmesi gibi danışmanlık hizmetleri verilir ve teknik yardımlar yapılır [11].

3.4. İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Yöntemi (LCOE)

Dünya Bankası, enerji ve enerji verimliliği projelerini değerlendirmede ölçüt olarak İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti (Levelized Cost of Energy - LCOE) modelini kullanmaktadır. Bu model mevcutta yatırım bankalarının proje değerlendirme çalışmalarında kullanılan borç ödeme kriterine benzemektedir. Nasıl ki ulusal ölçekte yatırım bankaları borç ödeme gücüne göre kredi kullanıyorsa, Dünya Bankası da enerji ve enerji verimliliği projelerini değerlendirirken LCOE modelini kullanarak en uygun projeyi seçmeyi amaçlamaktadır.

LCOE modelinin değerlendirmede ölçüt olarak kullanılmasının birçok faydası bulunmaktadır. Öncelikle LCOE'nin kullanılmasının nedeni büyük finans kuruluşlarına tüm enerji sektörü için birim başına maliyetleri karşılaştırma imkânı vermesidir. Örneğin rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi yatırımıyla hidroelektrik santrali yatırımı ya da aynı sektördeki örneğin iki HES yatırımı karşılaştırılabilmektedir. Çünkü amaç en optimal projeyi seçmektir. Aynı şekilde enerji verimliliği projelerinde de tasarruf edilen kWh başına enerji maliyeti hesaplanabilir geçerli üst sınır maliyeti ile karşılaştırılarak projenin verimli, yatırım yapılabilir (rantabil) olup olmadığı test edilebilmektedir. LCOE modeli yıllar bazında ortaya çıkan enerji maliyetiyle enerji üretimini ilişkilendirerek ortak bir ölçüt ortaya koyulmasını sağlamaktadır. Farklı ölçeklerde ortaya çıkan işletme ve yatırım sürelerinde alternatif teknolojileri karşılaştırma olanağı sağlamaktadır. Örneğin rüzgâr enerjisi üreten bir santralin enerji teknolojisini karşılaştırma imkânı vermektedir. LCOE'nin nasıl hesaplandığı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Formül Çizelgesi

2	LCOE	H2 = 0,05	İSKONTO ORANI	5%					
3		D	E	F	G	H	I	J	K
4	Yıllar	Top. Sabit Yatırım Tutarı (Capital Investment)	Toplam İşletme Giderleri (O&M)	Sabit Yat. Tutarı + İşletme Giderleri (Capital Investment+O&M)	İndirgeme Oranı (Discount Factor)	İndirgenmiş Yatırım Maliyeti (Discounted Capital Investment+O&M)	Yıllık Elektrik Üretim Miktarı (Generation)	İndirgenmiş Elektrik Üretim Miktarı (Discounted Generation)	
5	1			=+D5+E5	$(1+\$H\$2)^{K5}$	=+F5/G5		=+I5/G5	0
6	2			=+D6+E6	$=(1+\$H\$2)^{K6}$	=+F6/G6		=+I6/G6	1
7	3			=+D7+E7	$=(1+\$H\$2)^{K8}$	=+F7/G7		=+I7/G7	2
8	4			=+D8+E8	$=(1+\$H\$2)^{K9}$	=+F8/G8		=+I8/G8	3
9	5			=+D9+E9	$=(1+\$H\$2)^{K10}$	=+F9/G9		=+I9/G9	4
10	6			=+D10+E10	$=(1+\$H\$2)^{K11}$	=+F10/G10		=+I10/G10	5
11	7			=+D11+E11	$=(1+\$H\$2)^{K12}$	=+F11/G11		=+I11/G11	6
12	8			=+D12+E12	$=(1+\$H\$2)^{K13}$	=+F12/G12		=+I12/G12	7
13	9			=+D13+E13	$=(1+\$H\$2)^{K14}$	=+F13/G13		=+I13/G13	8
14	10			=+D14+E14	$=(1+\$H\$2)^{K15}$	=+F14/G14		=+I14/G14	9
15	11			=+D15+E15	$=(1+\$H\$2)^{K16}$	=+F15/G15		=+I15/G15	10
16	12			=+D16+E16	$=(1+\$H\$2)^{K17}$	=+F16/G16		=+I16/G16	11
17	13			=+D17+E17	$=(1+\$H\$2)^{K18}$	=+F17/G17		=+I17/G17	12
18	14			=+D18+E18	$=(1+\$H\$2)^{K19}$	=+F18/G18		=+I18/G18	13
19	15			=+D19+E19	$=(1+\$H\$2)^{K20}$	=+F19/G19		=+I19/G19	14
20					TOPLAM(G5:JG6)	TOPLAM(K5:K26)	TOPLAM(I5:I26)	TOPLAM(J5:J26)	
21	LCOE (15 yıl)	=+H21/J21	EUR/kWh						

Basit olarak LCOE denklemini aşağıdaki gibi yazabiliriz;

$LCOE = \text{İndirgenmiş Toplam Enerji Maliyeti} / \text{İndirgenmiş Toplam Enerji Miktarı}$

D sütunu Anapara Yatırımı (Capital Investment): İşletme dönemine kadar yapılan sabit yatırım tutarıdır. Bu tutara finansman giderini dâhil edilmez. Çünkü yatırımın finansman şekli değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin yatırımın tamamı öz kaynakla finanse edilebilir. Öte yandan kredi kullanılarak yatırım finanse edildiğinde finansman gideri de dâhil olacağından birim enerji başına maliyet artacaktır. Ayrıca bu gider yatırımın özüyle de doğrudan ilişkili bir gider olmadığından, yapılan analiz finansman giderlerini kapsamamaktadır.

E sütunu İşletim ve bakım maliyeti (O&M Operational and Maintenance): Yıllık toplam işletme ve bakım giderlerini içermektedir.

F sütunu Anapara Maliyeti + Yıllık İşletim ve Bakım Maliyeti (Capital Investment + O&M): Yıllar bazında faaliyetini gerçekleştirebilmek için katlanmak zorunda olduğu sermaye maliyeti ile işletim ve bakım maliyeti toplamından oluşmaktadır.

G sütunu İskonto oranı (Discount Factor) : $(1+i)^n$ formülü kullanılarak bulunmaktadır. i = İskonto (indirgeme) oranı n = yıl sayısı

H sütunu İndirgenmiş Yatırım Maliyeti (Discounted Capital Investment+O&M): Maliyet hesabı yapılırken, çeşitli iç maliyet faktörleri dikkate alınmakta ve maliyeti etkileyen değişkenler tek tek incelenmektedir. Burada toplam elektrik üretim maliyetini değerlendirmek için, maliyetlerin akışları paranın zaman değeri kullanılarak (3. Sütundaki değeri iskonto oranıyla indirgenerek) net bugünkü değere dönüştürülmektedir.

I sütunu Yıllık Enerji Üretimi (Energy Generation): Yıllık elektrik üretim miktarı kWh cinsinden yazılmaktadır.

J.sütunu İndirgenmiş Enerji Üretimi (Discounted Generation) : Yıllık elektrik üretim miktarını 4. sütunda bulunan indirgeme oranıyla indirgenmektedir.

Sonuç itibarıyla indirgenmiş değerler üzerinden *birim saat başına elektrik üretim maliyeti*; toplam indirgenmiş yatırım maliyetini, toplam indirgenmiş elektrik üretim miktarına oranlayarak bulunmaktadır. Dünya Bankası birim enerji maliyetini Türkiye için üst sınırı değeri 113 EUR/MWh olarak saptamıştır. Enerji verimliliği projeleri için

de MWh birimi yüksek kalacağından maliyetler EUR/kWh cinsinden değerlendirilip (113 Eurocent/kWh) 0,113 EUR/kWh üst sınırını kullanılmaktadır [12].

Bu model, büyük finans kuruluşlarına tüm enerji sektörü için birim enerji başına maliyetleri karşılaştırma ve enerji verimliliği projelerinin rantabilitesini ölçme imkânı vermektedir. Sonuç olarak en uygun (optimal) projeyi seçme amacı test edilmektedir.

3.5. Bölüm Değerlendirmesi

Gelişmekte olan tüm ülkeler gibi Türkiye de maliye açıkları, iç ve dış borç ödemelerinin gerektirdiği kaynak ihtiyacı, kaynak yetersizliği ve yatırım projelerinin finansman ihtiyaçları gibi nedenlerden dolayı büyük dış finansman gereksinimi içindedir. Türkiye, Hazine Müsteşarlığı kontrol ve garantörlüğünde birçok uluslararası finans kuruluşundan dış kredi sağlamaktadır.

Düşük maliyetlerle gelişmiş ülkelerden temin ettiği kaynakları geliştirmekte olan üye ülkelere kredi veren Dünya Bankası; söz konusu kredileri belirli bir projeye yönelik olarak tahsis etmektedir. 3 yıldan 25 yıla kadar değişen süreli proje kredileri, belirli sektörlerin yeniden yapılanması için verilmektedir. Son 15 yılda en çok ve en uzun vadeyle (25 yıl) tahsis edilen krediler; yenilenebilir enerji ile sanayi ve yapılarda enerji verimliliği kredileridir. En-Ver (Enerji Verimliliği) kredileri için kredinin 1.05 katı teminat sunulması ve kredilendirilen projede enerji giderlerinin en az %25 oranında azalmış olması ön koşul olarak sunulmaktadır. Benzer şekilde yenilenebilir enerji kredileri için de ön koşullar bulunmaktadır. Ancak ortalama 2 yıl ödemesiz toplam 9 yıl için kullandırılan kredilerin geri dönüşlerinde söz konusu önkoşullar öne sürülmemekte ve Dünya Bankası'nca herhangi bir proje koşulu sunulmamaktadır. Düşük faiz oranlı ve uzun vadeli IBRD kredi geri dönüşleri kamu binalarının enerji verimli hale getirilmesinin yanı sıra yenilenebilir enerji tesisleri (çatı tipi güneş enerji santrali) veya kojen-trijen tesislerinin kurulmasında kullanılabilir. Türkiye'de özel sektör 'yapılarda enerji verimliliği' konusunu yatırım yapılabilir görmediği, yeteri kadar öncelik ve önem vermediği için bu krediler sadece sanayide enerji verimliliği için kullandırılmakta ve bu durum Dünya Bankası yıllık raporlarında ülkemize eleştiri olarak yöneltilmektedir.

Bu tez kapsamında özel sektöre binalarda enerji verimliliği konusu için kullandırılmayan uygun faiz oranlı yurtdışı kaynakların, kamu binalarının

renovasyon, güçlendirme, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji üretimi projelerinde kullanılması ön görülmüş ve IBRD İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Yöntemi ile sürdürülebilirlik ve yatırım yapılabilirlik analizleri yapılmıştır. 05 Aralık 2014 tarihinde T.C. Hazine Müsteşarlığı ile Avrupa Yatırım Bankası arasında yapılan uluslararası kredi sözleşmesi ile (Ek 1) enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji projeleri için talep edilen şartlar açıkça belirtilmiştir. Söz konusu sözleşme ile LCOE analizi, yenilenebilir enerji projeleri için 15-20 yıl (farklı enerji türlerine göre) arası yatırım ömrü ile EUR cinsinden indirgenmiştir. Enerji verimliliği projeleri için önceki sözleşmede talep edilen LCOE analizi yeni sözleşmede talep edilmemiş olsa da; tez kapsamında indirgenme analizine tabi tutulmuştur. AYB ve IBRD'nin geliştirmekte olan ülkelere uyguladığı EUR cinsinden indirgenme oranı %5' tir. Elde edilen kWh başına enerji maliyeti sonuçları, AYB ve IBRD tarafından yine geliştirmekte olan ülkeler için belirlenen 0,113 EUR/kWh indirgenmiş birim enerji maliyeti değeri ile karşılaştırılmıştır.

Ek 1'de verilen anlaşma çerçevesinde LCOE ile birlikte 5. bölümde kamu binalarında enerji verimliliği yatırımları konusunda, fayda maliyet analizi, 6. bölümde kojenerasyon başlığı altında PES (Primary Energy Savings - Birincil Enerji Tasarrufu) ve 7. bölümde güneş enerjisi konularında farklı teknik ve ekonomik kıstaslar; projelerin sürdürülebilirliğinin incelenmesi için kullanılmıştır.

4. TEMEL BİNA YALITIM MALZEMELERİ

Enerji performansı, birim enerji maliyetlerinin artışı ve binalardaki çevresel kısıtların artması sebebiyle büyük önem arz etmektedir.

Binalarda enerji kayıplarının özellikle dış cephelerden kaynaklanması dış cephelerde kullanılacak malzeme tercihinin de önemli olduğunu göstermektedir. Dış cephe ısı yalıtım malzemeleri, binanın bulunduğu bölgeye, malzeme ekonomisine ve ısı iletim katsayısına göre farklılık göstermektedir. Malzemenin fonksiyonel ve sürdürülebilir olması asıl tercih sebebidir.

4.1. Cam Yünü

Açık gözenekli ve lifli bir yalıtım malzemesi olan cam yünü yapılarda ve tesisatlarda ısı yalıtımı amacıyla kullanılır. 230°C'ye kadar dayanıklı olan cam yünü binalarda kullanılan tipinin ısı iletim katsayısı 0,040 W/mK'dır [13].

Diğer malzemelere göre uygulama kolaylığı ve fiyat avantajı ile en öne çıkan ürün olan cam yünü; metal ya da ahşap tüm çatılarda kullanılabilir. Hafifliği ile nakliyat ve taşıma avantajı olan cam yünü nispeten daha kolay dönebilmektedir.

Elyaftan üretilen cam yünü uygulama sırasında fire vermediğinden uygulama öncesi malzeme gideri tam olarak belirlenebilmektedir. Isı ile beraber iyi bir ses yalıtımı sağlayan cam yünü, yangına karşı da dayanıklıdır [14]. Çatı şiltesi olarak da adlandırılan bu yalıtım malzemesi hazır olarak rulo halinde Türkiye'nin her bölgesinde yapı marketlerde bulunabilmektedir.

4.2. Taş Yünü

Isı iletim katsayısı 0,040 W/mK olan taş yünü de cam yünü gibi binalarda ve özellikle tesisatlarda ısı yalıtımı amacıyla kullanılır. 800°C'ye kadar dayanıklıdır dolayısıyla yapıların yangından korunması ve yangının yayılmasının önlemesi hususunda öne çıkmaktadır [13]. Aynı zamanda açık gözenekli ve lifli yapısıyla iyi bir ses yalıtım malzemesi olan taş yünü boyut stabilitesi de (sıcaklık farklarından dolayı boyutsal değişim) diğer malzemelere oranla çok daha yüksektir. Yine bu açık gözeneklilik özelliğiyle su buharı difüzyon ($\mu=1$) [15] değeri XPS ve EPS gibi yalıtım levhalarına nazaran çok küçük kalmakta dolayısıyla nefes alabilir yalıtım kesitleri sağlamaktadır.

4.3. Polistren Köpük

“PS” kısaltması olan ve polistren petrolden elde edilen polistren köpük oda sıcaklığında katı halde bulunur. İşlenirken yüksek sıcaklıklara maruz kalan polistren köpük, erimiş halde bulunur. 70 dereceye kadar dayanıklı olan malzeme, soğutulduktan sonra son derece sert ve kırılgandır. Polistren köpük, yalıtım konusunda en ekonomik malzeme olması ve çok verimli bir yalıtım sağladığından çokça kullanılmaktadır. Polistren köpük malzeme, kolay ve hızlı yanabilir aynı zamanda yoğun bir gaz kokusu oluşturur. En dikkat çeken özelliği ise güneş ışını ve su gibi olumsuzluklara karşı çok dirençlidir [15].

Kolay işlenebilir olmasından dolayı polistren köpükler; tesisat, iç ve dış cephe yalıtımları, boru içleri gibi her türlü ortamda kullanılabilmektedir. Taş yününe nazaran polistren malzemelerin göze çarpan olumsuz yönü ise zayıf ses yalıtımı özelliğidir.

4.3.1. Genleştirilmiş Polistren Levhalar (EPS)

EPS, polistren taneciklerinin pentan gazı ile şişirilmesi ve buhar ile kaynaşması sonucu elde edilir. Pentan, tanecikler içinde çok sayıda küçük gözeneklerin oluşmasını sağladıktan sonra kısa sürede hava ile yer değiştirdiğinden durgun hava içindeki kapalı gözenekli hücreler içinde hapsolur. Çevre dostu, ekonomik bir ısı yalıtım malzemesidir [14].

Isı iletkenliği yoğunluğuyla ters orantılı olarak değişim gösterdiğinden yoğunluğunun 15-45 kg/m³ olması halinde ısı yalıtım katsayısı 0,033-0,040 W/m.K aralığında değişmektedir. Kapalı gözenekli bir malzeme olduğundan su emme özelliği taş yününe göre daha düşüktür. -100 °C ila +80 °C dereceler arasında kullanılabilmektedir [14].

Yukarıda bahsedildiği gibi hızlı şekilde yanan polistren malzemeden üretilen EPS levhaların AB ülkelerinde bitişik nizam ve çok katlı binalarda kullanımı kısıtlanmıştır. İçinde kullanılan yanma geciktirici maddeler bu malzemenin yanma sınıfını iyileştirmesine rağmen yanmaz malzeme durumuna getirmemektedir. Son üretim teknolojisi ile EPS levhalar DIN 4102 standartlarına göre B1 sınıfı yanıcı malzemeler sınıfındadır [14]. Ülkemizde EPS kullanımının temel sebebi ekonomik bir malzeme olmasıyla birlikte üretim teknolojisi basit olduğundan ülkemizin her ilinde kolayca temin edilebilmektedir.

4.3.2. Extrude Polistren Levhalar (XPS)

Polistren, bir şişirme ajanı yardımı ile sürekli bir ekstrüzyon işlemi vasıtasıyla sabit basınç altında köpük halinde üretilir. Kapalı hücre yapısına sahip levha haline getirilmiş ürün kullanım yerine uygun olarak yüzey işlemlerine tabi tutulur. Üretimi sırasında işlem parametrelerinin varyasyonu ile çeşitli uygulama gereksinimlerini karşılamak üzere XPS ürün özelliklerinin değişikliğine izin verir. Köpük yoğunluğu (20-50 kg/m³) ile basınç mukavemeti değerleri (100-500 kPa) elde edilebilir [15].

Isı iletim katsayısı dış duvarlarda kullanılan levhalarda 0,031 W/mK, döşemelerde kullanılan levhalarda ise 0,028 W/mK'dır. -60 °C ila +75 °C dereceleri arasında kullanılabilir [14]. EPS gibi yanıcı malzemeler sınıfında olan XPS, su almamakla birlikte, taş yünü ve EPS'nin iki katı basınç gerilimine sahiptir. Ses yalıtımı zayıf olan XPS, gözenekli yapısı sebebiyle yüksek boyutsal değişim göstermektedir.

4.4. Polietilen Köpük

Çatılarda, duvarlarda ve yerden ısıtılarda tercih edildiği gibi, endüstriyel yapı tesisatlarında su ve ses yalıtımı amaçlı da kullanılır.

Plastik esaslı ve gözenekli bir yapıya sahiptir. Hafif ve esnek olduğundan montajı kolay olan polietilen köpük yalıtım malzemesinin ısı iletim katsayısı 0,040 W/mK'dır [13]. Yüksek su ve buhar direnci vardır, yoğunlaşmayı ve titreşimi engeller. Nötr ve kokusuzdur, zehirli gazlar içermez.

4.5. Poliüretan Köpük

Yanmaz, su geçirmez ve esnek olan poliüretan köpük, her türlü zemine uygulanabilir. Levha halinde ya da püskürtme yöntemiyle uygulanabilir. Levhalar için ısı iletim katsayısı 0,023 W/mK'dır. Sürekli kullanım sıcaklığı 110-120 °C dir [14].

4.6. Fenol Köpüğü

Formaldehitin bakalitine şişirici ve sertleştirici maddeler katılarak elde edilir. Fenol köpüğü levhaları, sert ve yüksek sıcaklığa dayanıklıdır. Isı iletim katsayısı 0,021 ile 0,025 W/mK arasında değişir. -180°C ila 120 °C arasındaki sıcaklıklarda kullanılabilir [14]. Kolay su alabildiğinden metal tesisatların yalıtımında tercih edilmez, daha çok suyla temas etmeyen yüksek sıcaklıklı yüzeylerin yalıtımında kullanılır.

4.7. Cam Köpüğü

Atık camın sellüler fırınlarda karbon ilavesiyle yüksek sıcaklıkta köpürtülmesiyle elde edilir. -260° ile 430°C arasındaki sıcaklıklarda kullanılabilir ve ısı iletim katsayısı: 0,035 – 0,050 W/mK arasındadır [13]. En önemli özelliği yüksek basınç mukavemetidir. İnorganik madde olduğundan özellikle tabanda ve toprakta risksiz izolasyon sağlar. İçeriğinde bağlayıcı madde kullanılmadığından ekolojik ürün olarak ta gösterilir. Hayvan yuvalanmalarına ve tohum çimlenmesine imkân vermediğinden yer altı ısı yalıtımı uygulamalarında vazgeçilmez bir üründür.

4.8. Yalıtımlı Şap Malzemesi

Tek katmanlı ısı ve ses yalıtımı sağlayan şap malzemesidir. Her inşaat mahallinde kolayca üretilir ve yatay-düşey olarak uzun mesafelerde pompalanarak uygulanabilir. Bu özelliğiyle zamandan ve işçilikten tasarruf elde edilmesini sağlar. Su ve nemden etkilenmediği gibi bünyesinde haşere (karınca, hamam böceği, örümcek vs) barındırmaz.

Yalıtımlı şap malzemesi inorganik yapılı bir malzeme olduğu için yanıcı özellikte değildir aynı zamanda yangın sırasında zehirleyici ve boğucu gaz salınımı yapmadığından yangın dayanımı gereken yapılarda kullanılması tercih edilir [14].

4.9. Isı Yalıtımlı Alüminyum Doğrama

Isı ve ses izolasyonun sağlandığı bu sistem; özellikle yüksek binalar için oldukça kullanışlı ve güvenli olmasının yanı sıra rüzgâra karşı dayanım gücü yüksek bir sistemdir. PVC profillere göre, dış cephede kullanımlarında daha dayanıklı (atalet moment değeri yüksek) ve ekonomik olduklarından tercih edilmektedirler. Atalet moment değeri, bir profilin rüzgâra karşı dayanım gücünü gösterir ve ısı yalıtımlı alüminyum doğramada bu değeri, profilin et kalınlığı belirler. PVC pencerelerde ise, eğer içinde herhangi bir destek sacı kullanılmamışsa, atalet moment değeri 0 (sıfır) olarak kabul edilir. 1 metrelik bir pvc profile, 3 mm destek sacı uygulandığında ise, pvc profilin atalet moment değeri, 1,4 mm et kalınlığında ısı yalıtımlı alüminyum doğramaya eş değer hale gelir. Ancak bu uygulama, PVC pencerenin maliyetini oldukça yükselttiği için, ısı yalıtımlı alüminyum doğrama tercih edilmektedir [15].

Bunların yanı sıra, günümüzde artık çoğu projede, fransız balkon tipi doğramalar kullanıldığı ve rüzgâr karşı dayanıklılık çok daha önemli bir hale geldiği için, ısı

yalıtlımlı alüminyum doğrama sistemlerinin dayanıklılığı ve uygun fiyatı, bu sistemleri daha cazip yapmaktadır.



5. KAMU BİNALARINA AİT YENİLEME ve ENERJİ VERİMLİLİĞİ PROJELERİNİN İNCELENMESİ

Tez çalışması kapsamında üç adet devlet kurumuna ait hizmet binaları yenileme, güçlendirme ve enerji verimliliği projeleri ele alınmıştır.

Çalışmaya esas ihale dokümanları, şartnameler ile yenileme öncesi ve sonrası ilgili üç kamu binasına ait enerji giderleri ilgili kurumlardan **sadece iş bu akademik çalışmada kullanılmak şartı ile temin edilmiştir.**

Kurumlardan edinilen ihale dokümanlarından güçlendirme ve yenileme işleri kapsamında enerji verimliliği oluşturacak harcama kalemleri, yapının güçlendirme ve statğine ait kalemlerden ayıklanarak IBRD ve AYB kıstasları içerisinde sürdürülebilirliği irdelenmiştir.

Ek 1’de verilen AYB Çevre ve Enerji Kredisi Finansal Sözleşmesi Ek Mektubu içeriğinde görüldüğü üzere Enerji Verimliliği projelerinde aranılan şartlar;

- *Enerji verimliliği projelerinde korunan (tasarruf edilen) enerjinin net bugünkü değerinin, proje maliyetinin net bugünkü değerinden büyük olup olmadığı %5 indirim oranı üzerinden fayda maliyet analizi ile doğrulanmalıdır.*
- *Doğrudan En-Ver ile ilişkili olmayan yatırım kalemlerinin ayırt edilmesinin mümkün olmadığı projelerde; projenin ana konusunun enerji verimliliği olduğu doğrulanmalı ve En-Ver kalemlerinin toplam yatırım tutarının %50’sinden fazla olduğu ekonomik analiz ile gösterilmelidir.*
- *Kullandırılacak kredi miktarı, her türlü mühendislik ve saha çalışmaları dâhil olmak üzere toplam yatırım tutarının %50’sini geçmemelidir. Projenin finanse edilen miktarı, Avrupa Birliği hibe ve fonları ile diğer AYB kredileri de dâhil olmak üzere, toplam yatırım tutarının %70’ini aşmamalıdır.*

Ele alınan üç enerji verimliliği ve güçlendirme projesine ait inşaat, tesisat ve teçhizat kalemleri içerisinden kısmi veya tamamen enerji verimliliği sağlayan kalemler ayıklanmış ve fayda maliyet analizi ile iç karlılık oranları hesaplanmıştır. Yenilenebilir enerji projeleri için talep edilen İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi (LCOE) enerji verimliliği için referans alınan son sözleşmede belirtilmemesine rağmen IBRD sözleşmelerinde yer verildiğinden yapılmıştır.

5.1. Tarım Bakanlığı Müsteşarlık Hizmet Binası Yenileme Çalışmasının İrdelenmesi



Şekil 5.1 GTHB Müsteşarlık Hizmet Binası

Isı yalıtımına dair toplam harcama tutarının IBRD (Dünya Bankası) standartlarında değerlendirilerek; yatırım yapılabilirlik (feasible) analizini yapılan ilk kamu binası Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ek hizmet binasıdır (bundan sonra GTHB Müsteşarlık binası olarak anılacak). Bina, Eskişehir yolu 9.km üzerinde bulunan Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı kampüsü içerisinde yer almaktadır. 1980 yılında inşaatına başlanan ve 1983 yılında tamamlanan bina, Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ana Hizmet Binası olarak 2006 yılına kadar hizmet vermiş ve yatırımcı kuruluşun kendi imkânlarıyla birkaç defa tadilat görmüştür. 2006 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na tahsis edilen bina 2011 yılında 2 yıl süren bir inşaat çalışması ile güçlendirilmiş ve yenilenmiştir. Halen GTHB Müsteşarlık Binası olarak hizmet veren bina; 9 normal kat, 1 zemin kat ve 2 bodrum kat olmak üzere toplam 12 kattan oluşmaktadır.

1.106 m² alan üzerine inşa edilen hizmet binası toplam 11.326 m² net kapalı alana sahiptir. 2009 yılında Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü'nün verdiği Riskli Yapı Raporu sonrası aynı yıl ihalesi yapılarak güçlendirilmiş ve yenilenmiştir. Yenileme ve güçlendirme projesine ait toplam tutar Ek 2'de görüldüğü üzere 7.466.375,11 TL'dir.

Çizelge 5.1. GTHB Müsteşarlık Binası Deprem Güçlendirme ve G.Onarım İcmali

Sıra No	Grup Kodu	Tanımı	Tutarı
1-	01	İNŞAAT	4.904.987,58 TL
2-	02	MAKİNA TESİSATI	1.153.922,84 TL
3-	03	ELEKTRİK TESİSATI	1.407.464,85 TL
Toplam:			7.466.375,27 TL

Çizelge 5.2. GTHB Müsteşarlık Binası Projesi Isı Yalıtım ve En-Ver Kalemleri

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1-	18.233/6	Mevcut çatı üzerine 0,50mm trapezoidal alüminyum levhalar ile ısı yalıtımlı çatı örtüsü yapılması	m ²	934,5	67,13	62.735
2-	18470	Geotekstil keçe serilmesi	m ²	943,9	2,00	1.888
3-	19.050/01	Çatı arasında döşeme üzerinde 6cm kalınlıkta cam yünü ile ısı yalıtımı yapılması	m ²	934,5	5,15	4.813
4-	19057	Teras döşemelerinde iki kat 2.5cm kalınlıkta ekspande polistren EPS köpüğü ile ısı yalıtımı yapılması	m ²	751,9	8,45	6.354
5-	23.244/F	Isı yalıtımlı alüminyum doğrama imali, montajı	m ²	2733,2	16,83	46.000
6-	28097	Mandeni konstrüksiyona profil çta ile 4+4mm kalınlıkta 12mm ara boşluklu çift camlı pencere ünitesi takılması	m ²	222,8	64,25	14.314
7-	MSB414/A1	Taşıyıcı tavan karosu ile asma tavan yapılması	mt	298,7	22,68	6.775
8-	Özel/2	5cm taş yünü ile ısı yalıtımı yapılması	m ²	414,6	43,19	17.904
9-	Özel/15	6mm+20mm Renkli ısı cam	m ²	1966,0	87,50	172.025
10-	Özel/14	Alüminyum silikon giydirme cephe yapılması	m ²	491,5	431,25	211.959
11-	Özel/47	Havalandırma Tesisatı				153.956
12-	Özel/58	Soğutma Tesisatı				285.903
Toplam:						984.624,56 TL

Aşağıda GTHB Müsteşarlık Binasına ait 2010, 2011, 2014 ve 2015 doğalgaz giderleri verilmiştir. (Ek 3) Yenileme öncesi ve sonrası ortalama doğalgaz giderleri m³ cinsinden kWh cinsine aşağıdaki formulizasyon ile çevrilmiştir.

2010 Yılı Müsteşarlık Binası Doğalgaz Tüketim Miktarı: 111.857,68 m³

2011 Yılı Müsteşarlık Binası Doğalgaz Tüketim Miktarı: 115.563,84 m³

2014 Yılı Müsteşarlık Binası Doğalgaz Tüketim Miktarı: 82.381,25 m³

2015 Yılı Müsteşarlık Binası Doğalgaz Tüketim Miktarı: 80.678,51 m³

Doğalgaz tüketimleri arasındaki ortalama fark: 32.181 m³

Düzeltilmiş Tüketim (m³) = Sayaçtan Ölçülen Hacim (m³) x Düzeltme Katsayısı (K)

Ankara ili için düzeltme katsayısı K faktörü** Ankara ili doğalgaz dağıtım şirketinin internet sitesinde 1,02 olarak verilmiştir.

Düzeltilmiş Tüketim = 32.181 m³ doğalgaz x 1,02 = 32.824 m³

Tüketim(kWh) = Düzeltilmiş Tüketim (m³) x Fatura Dön. Isıl Değ./ 860,42 (kcal/kWh)

Ankara ili için Üst Isıl Değeri* Ankara ili doğalgaz dağıtım şirketinin internet sitesinde 10,82 olarak verilmiştir.

Tüketim = 32.824 m³ doğalgaz x 10,82 / 860,42*** = 412,840 kWh

Tasarruf edilen aradaki fark 32.181 m³ doğalgaz 412,840 kWh elektrik enerjisine tekabül etmektedir.

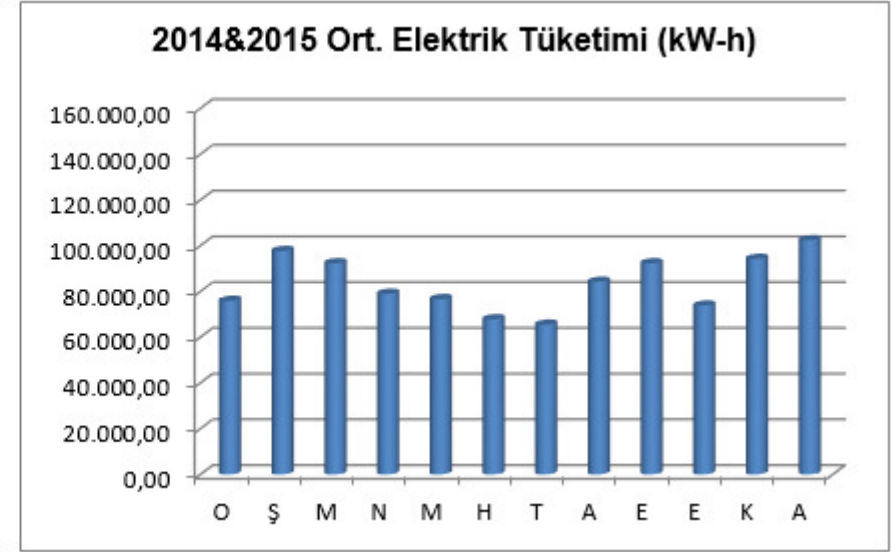
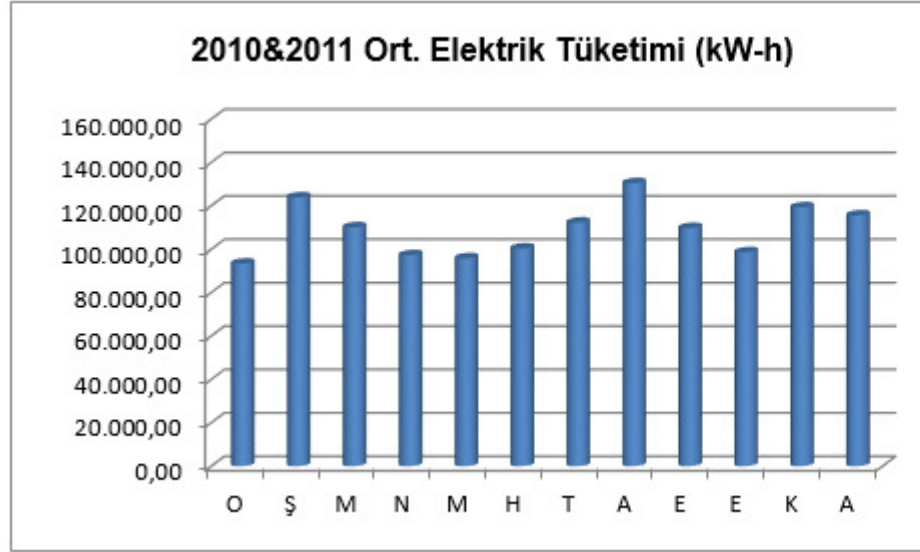
*Ortalama Fiili Üst Isıl Değer	<i>"Doğalgazın ilgili tahakkuk dönemi ile içindeki her gün tespit edilen üst ısı değerlerinin (m³ başına içerdiği enerji miktarı) o tahakkuk dönemi için hesaplanan metreküp cinsinden hacimsel akış ağırlıklı ortalamasıdır."</i>
**K Faktörü	<i>"Sıkıştırılabilir bir akışkan oluşu nedeniyle farklı basınçlarda kullanılan gerçek doğal gaz miktarını belirlemek üzere hesaplanarak uygulanan katsayıdır. Fatura dönemindeki farklı katsayıların, gün ağırlıklı ortalamasını ifade eder. Katsayı aylık olarak değişir."</i>

(www.baskentdogalgaz.com.tr)

***1 kWh doğalgaz tüketiminden 860,42 kcal enerji açığa çıktığı kabul edilir.

Toplam yatırım tutarı; inşaat harcamaları içerisindeki ısı yalıtımına dair kalemler (Çizelge 5.2) ile yenilenen ve enerji verimli hale gelen havalandırma ve soğutma tesisatı harcamaları ile beraber (güçlendirme işlerine dair işler hariç tutularak) toplam 984.625,00-TL yatırım tutarı hesaplanmıştır. Yatırım iki yıl içerisinde iki hakediş ile ödendiğinden; ilk tahakkuk tarihi 01.01.2012 tarihli T.C. Merkez Bankası EUR/TL çapraz kuru 2,4419 alınarak ikinci tahakkuk tarihi ise 01.01.2013 tarihli EUR/TL çapraz kuru EUR/TL 2,3592 alınarak hesaplanmıştır.





Şekil 5.2. GTHB Müsteşarlık Binası 2010-2011 & 2014-2015 Yılları Karşılaştırmalı Aylık Elektrik Tüketim Grafikleri

Çizelge 5.3. GTHB Binası 2010 & 2011 Yılları Aylık Ort. Elektrik Tüketimi (kWh)

O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam
103.398	123.931	110.122	97.238	95.828	100.374	112.314	130.470	109.801	98.629	119.347	115.622	1.317.075

Çizelge 5.4. GTHB Binası 2014 & 2015 Yılları Aylık Ort. Elektrik Tüketimi (kWh)

O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam
85.909	97.716	92.387	79.021	76.689	67.872	65.520	84.270	92.338	73.883	94.294	102.469	1.012.366

Çizelge 5.5. GTHB Müsteşarlık Binası En-Ver Projesi Fayda Maliyet Analizi

GTHB MÜSTEŞARLIK BİNASI

	YILLAR																			
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Masraf	200.127	192.310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gelir			44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154	44.154
İndirgeme Faktörü (if)	0,95	0,91	0,86	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	0,64	0,61	0,58	0,56	0,53	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38
NBD Maliyetler	190.597	174.430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NBD Faydalar	0	0	38.142	36.325	34.595	32.948	31.379	29.885	28.462	27.106	25.816	24.586	23.416	22.301	21.239	20.227	19.264	18.347	17.473	16.641
Net NBD (F-M)	-190.597	-174.430	38.142	36.325	34.595	32.948	31.379	29.885	28.462	27.106	25.816	24.586	23.416	22.301	21.239	20.227	19.264	18.347	17.473	16.641
Geri ödeme süresi (GÖS)	-365.028	-365.028	-326.886	-290.561	-255.965	-223.017	-191.638	-161.753	-133.291	-106.185	-80.369	-55.783	-32.367	-10.067	11.172	31.399	50.663	69.010	86.483	103.124

Masraflar BND Toplam	365.028 €
Gelirler BND Toplamı	468.152 €
İndirgenme Oranı	5%
PROJE NBD	103.124 €
PROJE F/M Oranı	1,28
İç Karlılık Oranı (İKO)	8,18%
Geri Dönüş Süresi	12 yıl 5 ay

Çizelge 5.6. GTHB Müsteşarlık Binası Isı Yal. Projesi İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi

Yıllar	Top. Sabit Yat. Tutarı (EUR) (Capital Investment)	Top. İşletme Giderleri (EUR) (O&M)	Sabit Yat. Tutarı + İşletme Giderleri (EUR) (Capital Investment+O&M)	İndirgeme Oranı (Discount Factor)	İndirgenmiş Yatırım Maliyeti (EUR) (Discounted Capital Inv.+O&M)	Yıllık El. Üretim Miktarı (kWh) (Generation)	İndirgenmiş El. Üretim Miktarı (kWh) (Discounted Generation)
2012	201.610		201.610	1,00	201.610		
2013	208.678		208.678	1,05	198.741		
2014		5.000	5.000	1,10	4.535	304.707	276.378
2015		5.000	5.000	1,16	4.319	304.707	263.217
2016		5.000	5.000	1,22	4.114	304.707	250.683
2017		5.000	5.000	1,28	3.918	304.707	238.746
2018		5.000	5.000	1,34	3.731	304.707	227.377
2019		5.000	5.000	1,41	3.553	304.707	216.549
2020		5.000	5.000	1,48	3.384	304.707	206.238
2021		5.000	5.000	1,55	3.223	304.707	196.417
2022		5.000	5.000	1,63	3.070	304.707	187.064
2023		5.000	5.000	1,71	2.923	304.707	178.156
2024		5.000	5.000	1,80	2.784	304.707	169.672
2025		5.000	5.000	1,89	2.652	304.707	161.593
2026		5.000	5.000	1,98	2.525	304.707	153.898
2027		5.000	5.000	2,08	2.405	304.707	146.569
2028		5.000	5.000	2,18	2.291	304.707	139.590
2029		5.000	5.000	2,29	2.181	304.707	132.943
2030		5.000	5.000	2,41	2.078	304.707	126.612
2031		5.000	5.000	2,53	1.979	304.707	120.583
20 yıl için İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti = 0,102 EUR/kWh < 0,113 EUR/kWh					456.016	EUR	3.392.283 kWh

Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4'te verilen ortalama elektrik tüketimleri arasındaki fark olan tasarruf miktarı; elektriğin kurumlara olan satış fiyatı ile EUR üzerinden gelir olarak kaydedilmiştir. Çizelge 5.5'te verilen fayda maliyet analizi yapılmış ve net bugünkü değer pozitif (130.124 € >> 0) çıkmıştır. 2025 ve 2026 yılları arasında yer alan 12 yıl 5 aylık geri dönüş süresi, ülkemiz koşullarında %5 (EUR cinsinden) iskonto oranı ile dikkate alındığında kabul edilebilir bir süredir.

Çizelge 5.6'da AYB ek mektubunda Enerji Verimliliği için öngörülen kıstaslar dahilinde 20 yıllık süre, %50 özkaynak ve %5 iskonto oranı baz alınarak LCOE (İndirgenmiş Birim Enerji Maliyet Analizi) ile yapılmıştır. Bakım onarım gideri olarak, yıllık bakım gerektiren havalandırma (Chiller grupları) sistemleri için 5.000,00 € tutarı öngörülmüştür. Analiz sonucu bulunan 0,102 EUR/kWh değeri; 0,113 EUR/kWh eşik değerinin altındadır. Güçlendirme amacı olmaksızın sadece enerjinin korunumu amacı ile yenileme ve ısı yalıtımına dair bu kamu yatırımı, uluslararası proje fonları ile finanse edilebilir ve sürdürülebilir bulunmuştur.

5.2. SGK Sivas İl Md. Hizmet Binası Yenileme Çalışmasının İrdelenmesi



Şekil 5.3. SGK Sivas İl Md. Hizmet Binası

Sivas Sosyal Güvenlik İl Müdürlüğü Deprem Güçlendirme ve Tadilat İşine, SGK Başkanlığınca 2010 yılı bütçe döneminde yer verilip, 2011 yılı Eylül ayı içerisinde yapım, onarım ihalesi (Çizelge 5.7) toplam 1.790.319,96 TL bedel ile tamamlanmıştır. 2012 yılı Mart ayında inşaat işleri başlatılmış ve 2013 yılı Kasım ayında tamamlanıp, geçici kabulü yapılarak teslim edilmiştir. 1 bodrum, 1 zemin ve 5 normal kat olmak üzere toplam 7 kattan oluşan hizmet binası 634 m² oturum alanına ve toplam 4.165 m² kapalı alana sahiptir.

Çizelge 5.7. SGK Sivas İl Müd. Binası Deprem Güçlendirme ve G.Onarım İcmali

Sıra No	Grup Kodu	Tanımı	Tutarı
1-	01	İNŞAAT	887.790,52 TL
2-	02	MAKİNA TESİSATI	354.978,16 TL
3-	03	ELEKTRİK TESİSATI	547.551,28 TL
Toplam:			1.790.319,96 TL

Bir önceki örnek kamu binasına göre daha soğuk bir iklimde yer alan Sivas SGK hizmet binasının yenileme öncesi ve sonrası (2010 ve 2014 yılları) yıllara ait elektrik ve doğalgaz tüketim değerleri Çizelge 5.9 ve Çizelge 5.10'da verilmiştir. Elde edilen enerji kazanım LCOE yöntemi ile analiz edilmiştir.

Çizelge 5.8. SGK Sivas İl Md. Binası Projesi Isı Yalıtım ve En-Ver Kalemleri

Sıra No	Poz No.	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1-	18.233/6A	8 cm taş yünü dolgulu üst ve alt 0,65mm trap. boyalı galvaniz sactan ısı yalıtımlı sandviç çatı örtüsü	m²	547	119,89	65.579,83 TL
2-	19.050/3A	Çatı arasında döşeme üzerinde 10cm kalınlıkta cam yünü ile ısı yalıtımı yapılması	m²	547	8,09	4.425,23 TL
3-	19.055/B	5cm EPS köpük ısı yalıtım sıvası (dış duvarlar)	m²	870,58	33,44	29.112,20 TL
4-	19.101/MK	Harç içine karıştırılan maddelerle yalıtım şapı yapılması	kg	84,93	17,99	1.527,89 TL
5-	23.244/G1	Isı yalıtımlı alüminyum doğrama imali ve montajı	kg	3660,18	17,16	62.808,69 TL
6-	25.048/3	Çıplak beton üzerine silikon esaslı cephe kaplaması yapılması	m²	879,82	12,74	11.208,91 TL
7-	28.134.C1	Madeni konstrüksiyona profil ile 6mm kalınlıkta ısı kontrol kaplamalı çift cam takılması	m²	243,89	83,56	20.379,45 TL
8-	Özel/14	VRF Tesisatı				119.273,40 TL
9-	Özel/25	Otomatik Kontrol Tesisatı				5.240,00 TL
10-	Özel/41	Tasarruflu Aydınlatmalar				25.203,30 TL
					Toplam:	344.758,90 TL

Çizelge 5.8’de görüldüğü inşaat harcamaları içerisinde ısı yalıtımı sağlayan kalemler ayrıldığında yatırımın toplam 195.042,20 TL tutarında olduğu görülmektedir. Ancak makine ve teçhizat kalemleri içerisinde yer alan ve enerji tasarrufu sağlayan otomatik kontrol tesisatı, VRF tesisatı ve tasarruflu aydınlatmalar eklendiğinde

toplam enerji verimliliği yatırım tutarı 344.758,90 TL olmaktadır. Yatırım iki yılda, kesin hesap dönemi içerisinde iki ayrı hakediş ile ödendiğinden; söz konusu ödeme 01.01.2012 tarihli T.C. Merkez Bankası EUR/TL çapraz kuru 2,4619; 01.01.2013 tarihli kur ise 2,5613 alınmıştır.

SGK Sivas İl Müdürlüğü binasına ait yenileme öncesi ve sonrası (2010 ve 2014 yıllarına ait) doğalgaz giderleri m³ cinsinden kWh cinsine aşağıda verilen formülizasyon ile çevrilmiştir.

2010 Yılı Doğalgaz Tüketim Miktarı: 85.089,00 m³

2014 Yılı Doğalgaz Tüketim Miktarı: 67.711,00 m³

Doğalgaz tüketimleri arasındaki ortalama fark: 17.378 m³

Düzeltilmiş Tüketim (m³) = Sayaçtan Ölçülen Hacim(m³) x Düzeltme Katsayısı (K)

Sivas ili için düzeltme katsayısı K faktörü Sivas ili doğalgaz dağıtım şirketinin internet sitesinde 0,9122 olarak verilmiştir. (www.sivasgaz.com.tr)

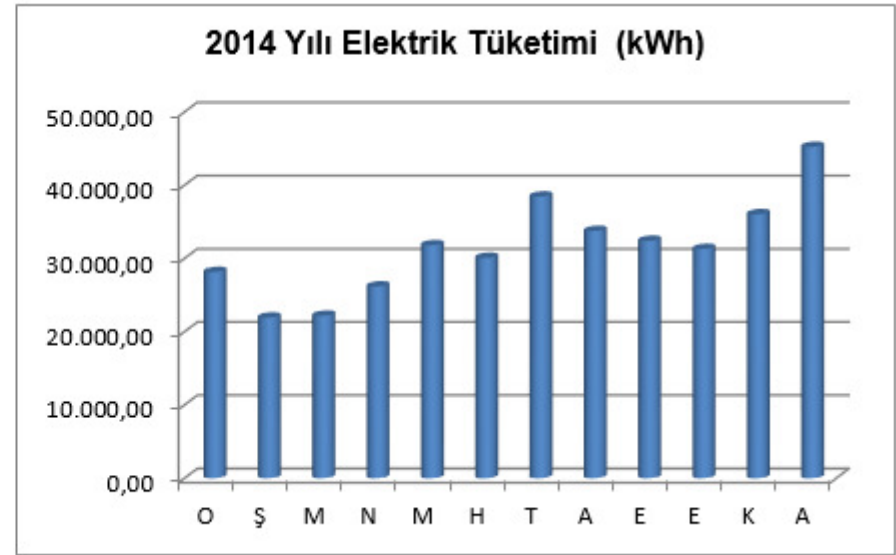
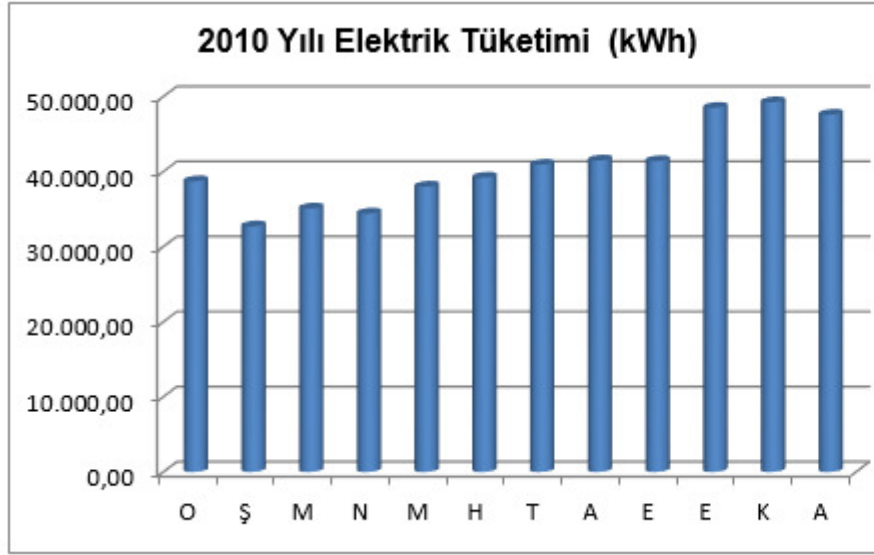
Düzeltilmiş Tüketim = 17.378 m³ doğalgaz x 0,9122 = 15.852 m³

Tüketim(kWh) = Düzeltilmiş Tüketim (m³) x Fatura Dön. Isıl Değ./ 860,42 (kcal/ kWh)

Sivas ili için Üst Isıl Değeri Sivas ili doğalgaz dağıtım şirketinin internet sitesinde 9,889 olarak verilmiştir.

Tüketim = 15.852 m³ doğalgaz x 9,889 / 860,42 = 182,193 kWh

Tasarruf edilen aradaki fark 17,378 m³ doğalgaz 182,193 kWh elektrik enerjisine tekabül etmektedir.



Şekil 5.4. SGK Sivas İl Md. Hizmet Binası 2010 & 2014 Yılları Karşılaştırmalı Aylık Elektrik Tüketim Grafikleri

Çizelge 5.9. SGK Sivas İl Md. Binası 2014 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi (kWh)

O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam
28.155	21.928	22.184	26.184	31.813	30.078	38.463	33.763	32.416	31.306	36.041	45.238	377.569

Çizelge 5.10. SGK Sivas İl Md. Binası 2010 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi (kWh)

O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam
38.723	32.712	35.098	34.415	38.011	39.191	40.925	41.488	41.404	48.500	49.249	47.584	487.300

Çizelge 5.11. SGK Sivas İl Müd. Binası En-Ver Projesi Fayda Maliyet Analizi

SGK SİVAS İL MÜDÜRLÜĞÜ

	YILLAR																			
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Masraf	70.073	67.336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gelir			15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936	15.936
İndirgeme Faktörü (if)	0,95	0,91	0,86	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	0,64	0,61	0,58	0,56	0,53	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38
NBD Maliyetler	66.736	61.076	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NBD Faydalar	0	0	13.766	13.110	12.486	11.891	11.325	10.786	10.272	9.783	9.317	8.874	8.451	8.049	7.665	7.300	6.953	6.622	6.306	6.006
Net NBD (F-M)	-66.736	-61.076	13.766	13.110	12.486	11.891	11.325	10.786	10.272	9.783	9.317	8.874	8.451	8.049	7.665	7.300	6.953	6.622	6.306	6.006
Geri ödeme süresi (GÖS)	-127.812	-127.812	-114.046	-100.936	-88.450	-76.558	-65.233	-54.447	-44.175	-34.392	-25.075	-16.201	-7.750	298	7.964	15.264	22.216	28.838	35.144	41.150

Masraflar BND Toplam	127.812 €
Gelirler BND Toplamı	168.962 €
İndirgenme Oranı	5%
PROJE BND	41.150 €
PROJE F/M Oranı	1,32
İç Karlılık Oranı (İKO)	8,59%
Geri Dönüş Süresi	13 yıl 1 ay

Çizelge 5.12. SGK Sivas İl Md. Hizmet Binası Isı Yalıtımı Projesi İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi

Yıllar	Top. Sabit Yat. Tutarı (EUR) (Capital Investment)	Top. İşletme Giderleri (EUR) (O&M)	Sabit Yat. Tutarı + İşletme Giderleri (EUR) (Capital Investment+O&M)	İndirgeme Oranı (Discount Factor)	İndirgenmiş Yatırım Maliyeti (EUR) (Discounted Capital Inv.+O&M)	Yıllık El. Üretim Miktarı (kWh) (Generation)	İndirgenmiş El. Üretim Miktarı (kWh) (Discounted Generation)
2012	70.592		70.592	1,00	70.592		
2013	73.067		73.067	1,05	69.588		
2014		2.500	2.500	1,10	2.268	109.913	99.695
2015		2.500	2.500	1,16	2.160	109.913	94.947
2016		2.500	2.500	1,22	2.057	109.913	90.426
2017		2.500	2.500	1,28	1.959	109.913	86.120
2018		2.500	2.500	1,34	1.866	109.913	82.019
2019		2.500	2.500	1,41	1.777	109.913	78.113
2020		2.500	2.500	1,48	1.692	109.913	74.393
2021		2.500	2.500	1,55	1.612	109.913	70.851
2022		2.500	2.500	1,63	1.535	109.913	67.477
2023		2.500	2.500	1,71	1.462	109.913	64.264
2024		2.500	2.500	1,80	1.392	109.913	61.204
2025		2.500	2.500	1,89	1.326	109.913	58.289
2026		2.500	2.500	1,98	1.263	109.913	55.514
2027		2.500	2.500	2,08	1.203	109.913	52.870
2028		2.500	2.500	2,18	1.145	109.913	50.352
2029		2.500	2.500	2,29	1.091	109.913	47.955
2030		2.500	2.500	2,41	1.039	109.913	45.671
2031		2.500	2.500	2,53	989	109.913	43.496
20 yıl için İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti = 0,164 EUR/kWh > 0,113 EUR/kWh					162.546	EUR	983.311 kWh

Çizelge 5.9 & Çizelge 5.10'da verilen ortalama elektrik tüketimleri arasındaki fark olan tasarruf miktarı; elektriğin kurumlara olan satış fiyatı ile EUR üzerinden gelir olarak kaydedilmiştir. Fayda maliyet analizi sonucunda, net bugünkü değerin pozitif olduğu (41.150 € >> 0) görülmektedir. Bilgi amaçlı olarak 13 yıl 1 aylık geri dönüş süresi (Çizelge 5.11'de verilen 2024 ve 2025 yılları arası) ve %8,59 iç karlılık oranı hesaplanmıştır. Ülkemiz koşullarında %5 (EUR cinsinden) iskonto oranı ile dikkate alındığında geri dönüş süresi kabul edilebilir bir süredir.

Çizelge 5.12'de AYB Ek mektubunda öngörülen kıstaslar dahilinde 20 yıllık süre, %50 özkaynak ve %5 iskonto oranı baz alınarak LCOE analizi (İndirgenmiş Birim Enerji Maliyet Analizi) yapılmıştır. Yıllık bakım onarım gideri olarak, rutin bakım gerektiren havalandırma sistemleri için 2.500,00 € tutarı öngörülmüştür. Analiz sonucu kWh başına birim enerji maliyeti 0,164 EUR değeri bulunmuştur. Sonuç, uluslararası fonlarca kabul edilen 0,113 EUR/kWh limit değerinin üstünde olmasına rağmen, fayda maliyet analizi sonucu pozitif olduğundan finanse edilebilir durumdadır.

5.3. SGK Isparta İl Md. Hizmet Binası Yenileme Çalışmasının İrdelenmesi



Şekil 5.5. SGK Isparta İl Md. Hizmet Binası

Isparta SGK İl Müdürlüğü Deprem Güçlendirme ve Tadilat İşine, SGK Başkanlığınca 2010 yılı bütçe döneminde yer verilip, 2011 yılı Temmuz ayı içerisinde yapım, onarım ihalesi tamamlanmıştır. 2012 yılı Şubat ayında inşaat işleri başlatılmış ve 2013 yılı sonunda tamamlanıp, geçici kabulü yapılarak teslim edilmiştir. 1 bodrum, 1 zemin ve 5 normal kat olmak üzere toplam 7 kattan oluşan hizmet binası 540 m² oturum alanına ve toplam 3.430 m² kapalı alana sahiptir. Tez çalışması kapsamında söz konusu hizmet binasının güçlendirme ve yenileme işi öncesi ve sonrası (2010 ve 2014 yılları) elektrik ve doğalgaz tüketim değerleri mukayese edilerek; elde edilen enerji kazanımının Dünya Bankası ve AYB kıstasları ile sürdürülebilir ve yatırım yapılabilir (feasible) olup olmadığı analiz edilmiştir.

Aşağıda SGK Isparta İl Müdürlüğü binasına ait yenileme öncesi ve sonrası (2010 ve 2014 yıllarına ait) doğalgaz giderleri m³ cinsinden kWh cinsine aşağıda verilen formülizasyon ile çevrilmiştir.

2010 Yılı Doğalgaz Tüketim Miktarı: 91.121 m³

2014 Yılı Doğalgaz Tüketim Miktarı: 61.139 m³

Doğalgaz tüketimleri arasındaki ortalama fark: 29.982 m³

Düzeltilmiş Tüketim (m³) = Sayaçtan Ölçülen Hacim(m³) x Düzeltme Katsayısı (K)

Isparta ili için düzeltme katsayısı K faktörü Isparta ili doğalgaz dağıtım şirketinin internet sitesinde 0,9170 olarak verilmiştir. (www.torosgaz.com.tr)

Düzeltilmiş Tüketim = 29.982 m³ doğalgaz x 0,9170 = 27.493 m³

Tüketim(kWh) = Düzeltilmiş Tüketim (m³) x Fatura Dön. Isıl Değ./ 860,42 (kcal/kWh)

Isparta ili için Üst Isıl Değeri Isparta ili doğalgaz dağıtım şirketinin internet sitesinde 9,233 olarak verilmiştir.

Tüketim = 27.493 m³ doğalgaz x 9,233 / 860,42* = 295,027 kWh

Tasarruf edilen aradaki fark 29.982 m³ doğalgaz 295,027 kWh elektrik enerjisine tekabül etmektedir.

Çizelge 5.13. SGK Isparta İl Md. Binası Deprem Güçlendirme ve G. Onarım İcmali

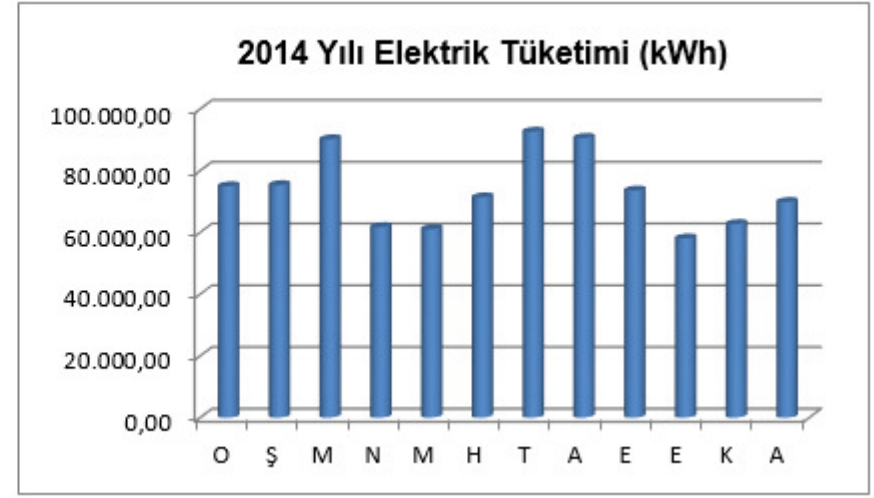
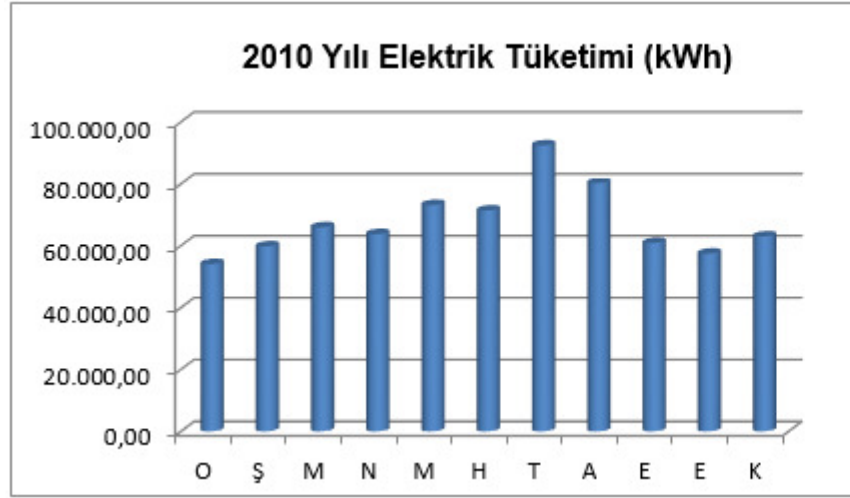
Sıra No	Grup Kodu	Tanımı		Tutarı TL
1-	01	İNŞAAT		1.073.776,55TL
2-	02	MAKİNA TESİSATI		437.407,96TL
3-	03	ELEKTRİK TESİSATI		592.086,32TL
			Toplam:	2.103.273,83 TL

Çizelge 5.14. SGK Isparta İl Md. Binası İnş. Harcamaları Isı Yalıtım Kalemleri

Sıra No	Poz No.	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1-	19.050/3	Çatı arasına döşeme üzerine camyünü şilte ile ısı yalıtımı yapılması	m ²	600,48	8,09	4.857,88 TL
2-	18.470	Geotekstil keçe serilmesi	m ²	67,95	26,26	1.784,37 TL
3-	19.044/1	2mm kalınlıkta plastik esaslı bitüm örtü ile buhar kesici katman yapılması	m ²	600,48	10,24	6.148,92 TL
4-	19.053/2	Zemine oturan döşemelerde 4cm kalınlıkta yüzeyi düzgün extrude polistren(XPS) ile ısı yalıtımı yapılması	m ²	487,89	9,78	4.771,56 TL
5-	19.057	Teras döşemelerine 2 kat 2,5cm lik polistren köpüğü ile ısı yalıtımı	m ²	67,95	8,45	574,18 TL
6-	19.055/C2	5cm kalınlıkta XPS levhalar ile dış duvarlarda ısı yalıtım sıvası yapılması	m ²	1731,25	40,26	69.700,13 TL
7-	19.101/MK	Harç içine kaşan maddelerle yalıtım şapı yapılması	kg	267,95	17,99	4.820,42 TL
8-	ÖBFA.7	Alüminyum kompozit dış cephe kaplaması	m ²	6,16	222,5	1.370,60 TL
9-	Y.23.244/G	Naturel parlak ısı yalıtımlı alüminyum doğrama imalatı yapılması	kg	4453,56	17,16	76.423,09 TL
10-	Y.23.244/L	Elektrostatik toz boyalı ısı yalıtımlı alüminyum doğrama imali ve yerine konması	kg	554,4	17,63	9.774,07 TL
11-	Özel/14	VRF Tesisatı				119.273,40 TL
12-	Özel/41	Tasarruflu aydınlatmalar				79.315,89 TL
					Toplam:	378.814,50 TL

Toplam yatırım tutarı; elektrik tesisatında enerji verimliliği oluşturan harcamalar (Aydınlatma tesisatı, VRF tesisatı) ve inşaat harcamaları içerisindeki ısı yalıtımına dair kalemler dâhil edilip; güçlendirme işlerine dair işler hariç tutularak hesaplanmıştır. Bu şekliyle toplam yatırım tutarı 378.814,50 TL'dir. Yatırım iki yılda, kesin hesap dönemi içerisinde iki ayrı hakediş ile ödendiğinden; söz konusu ödeme 01.01.2012 tarihli T.C. Merkez Bankası EUR/TL çapraz kuru 2,4619; 01.01.2013 tarihli kur ise 2,5613 alınmıştır.





Şekil 5.6. SGK Isparta İl Md. Hizmet Binası 2010 & 2014 Yılları Karşılaştırmalı Aylık Elektrik Tüketim Grafikleri

Çizelge 5.15. SGK Isparta İl Md. Binası 2014 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi (kWh)

O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam
54.093	59.803	65.959	53.760	63.163	70.386	91.424	85.272	60.896	47.452	53.005	50.415	755.628

Çizelge 5.16. SGK Isparta İl Md. Binası 2010 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi (kWh)

O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam
74.974	75.327	90.191	61.757	71.078	71.384	92.672	90.627	73.589	58.064	62.740	69.874	892.277

Çizelge 5.17. SGK Isparta İl Müd. Binası En-Ver Projesi Fayda Maliyet Analizi

	YILLAR																			
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Masraf	76.995	73.987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gelir			19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855	19.855
İndirgeme Faktörü (if)	0,95	0,91	0,86	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	0,64	0,61	0,58	0,56	0,53	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38
NBD Maliyetler	73.328	67.109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NBD Faydalar	0	0	17.151	16.334	15.557	14.816	14.110	13.438	12.798	12.189	11.609	11.056	10.529	10.028	9.550	9.096	8.663	8.250	7.857	7.483
Net NBD (F-M)	-73.328	-67.109	17.151	16.334	15.557	14.816	14.110	13.438	12.798	12.189	11.609	11.056	10.529	10.028	9.550	9.096	8.663	8.250	7.857	7.483
Geri ödeme süresi (GÖS)	-140.437	-140.437	-123.286	-106.951	-91.395	-76.579	-62.469	-49.030	-36.232	-24.043	-12.434	-1.378	9.151	19.179	28.729	37.825	46.488	54.738	62.595	70.078

Masraflar BND Toplam	140.437 €
Gelirler BND Toplamı	210.515 €
İndirgenme Oranı	5%
PROJE BND	70.078 €
PROJE F/M Oranı	1,50
İç Karlılık Oranı (İKO)	10,38%
Geri Dönüş Süresi	12 yıl 2 ay

Çizelge 5.18. SGK Isparta İl Md. Hizmet Binası Isı Yalıtımı Projesi İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi

Yıllar	Top. Sabit Yat. Tutarı (EUR) (Capital Investment)	Top. İşletme Giderleri (EUR) (O&M)	Sabit Yat. Tutarı + İşletme Giderleri (EUR) (Capital Investment+O&M)	İndirgeme Oranı (Discount Factor)	İndirgenmiş Yatırım Maliyeti (EUR) (Discounted Capital Inv.+O&M)	Yıllık El. Üretim Miktarı (kWh) (Generation)	İndirgenmiş El. Üretim Miktarı (kWh) (Discounted Generation)
2012	77.566		77.566	1,00	77.566		
2013	80.285		80.285	1,05	76.461		
2014		2.000	2.000	1,10	1.814	136.944	124.212
2015		2.000	2.000	1,16	1.728	136.944	118.297
2016		2.000	2.000	1,22	1.645	136.944	112.664
2017		2.000	2.000	1,28	1.567	136.944	107.299
2018		2.000	2.000	1,34	1.492	136.944	102.190
2019		2.000	2.000	1,41	1.421	136.944	97.324
2020		2.000	2.000	1,48	1.354	136.944	92.689
2021		2.000	2.000	1,55	1.289	136.944	88.275
2022		2.000	2.000	1,63	1.228	136.944	84.072
2023		2.000	2.000	1,71	1.169	136.944	80.068
2024		2.000	2.000	1,80	1.114	136.944	76.256
2025		2.000	2.000	1,89	1.061	136.944	72.624
2026		2.000	2.000	1,98	1.010	136.944	69.166
2027		2.000	2.000	2,08	962	136.944	65.872
2028		2.000	2.000	2,18	916	136.944	62.736
2029		2.000	2.000	2,29	873	136.944	59.748
2030		2.000	2.000	2,41	831	136.944	56.903
2031		2.000	2.000	2,53	791	136.944	54.193
20 yıl için İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti = 0,114 EUR/kWh ~ 0,113 EUR/kWh					176.293	EUR	1.524.590 kWh

Çizelge 5.15 & Çizelge 5.16’da verilen ortalama elektrik tüketimleri arasındaki fark olan tasarruf miktarı; elektriğin kurumlara olan satış fiyatı ile EUR üzerinden gelir olarak kaydedilmiştir. Fayda maliyet analizi sonucunda, net bugünkü değerin pozitif olduğu (70.048 € > 0) görülmektedir. Bilgi amaçlı olarak 12 yıl 2 aylık geri dönüş süresi (Çizelge 5.17’de verilen 2023-2024 yılları arası) ve %10,38 iç karlılık oranı hesaplanmıştır. Ülkemiz koşullarında %5 (EUR cinsinden) iskonto oranı ile dikkate alındığında geri dönüş süresi kabul edilebilir bir süredir.

Çizelge 5.18’de AYB Ek mektubunda Enerji Verimliliği için öngörülen kıstaslar dahilinde 20 yıllık süre, %50 özkaynak ve %5 iskonto oranı baz alınarak LCOE analizi (İndirgenmiş Birim Enerji Maliyet Analizi) yapılmıştır. Yıllık bakım onarım gideri olarak, rutin bakım gerektiren havalandırma sistemleri için 2.000,00 € tutarı öngörülmüştür. Analiz sonucu kWh başına birim enerji maliyeti 0,114 EUR değeri bulunmuştur. Söz konusu yatırım hem fayda maliyet analizi hemde LCOE sonucu finanse edilebilir durumdadır.

5.4. Bölüm Değerlendirmesi

Tez kapsamında hizmet binalarında yenileme çalışması yapan 11 farklı kamu kurumdan proje bilgileri ve enerji giderleri gerek dilekçe gerekse şifahi olarak talep edilmiştir. Ancak iki kurum hariç diğer kurumlar tarafından “*Kamusal verilerin paylaşımı ilgili makamca uygun görülmemiştir.*” cevabı alınmıştır. Bu sebeple çalışma sadece üç kamu binası yenileme projesi için tesis edilmiştir.

Bilgi ve belge temin edilebilen kamu kurumlarının (GTHB, SGK) 3 farklı bölgeden 3 farklı boyutta kamu binasına ait güçlendirme ve yenileme projelerinin ısı yalıtımına dair kalemleri ile yenileme öncesi ve sonrası ilgili binalara ait enerji giderleri temin edilmiştir. IBRD ve AYB kıstasları üzerinden Fayda Maliyet analizleri yapılmıştır. Sonrasında enerji giderleri arasındaki tasarruf miktarı ile ısı yalıtımı için harcanan toplam tutar hesaplanarak; projenin İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi ile yatırım yapılabilir olup olmadığı analiz edilmiştir.

İhale dokümanlarındaki inşaat kalemleri içerisinde ısı yalıtımı özelliği ön planda olmayan (yapısal özellikleri önde olan) malzemelerde kapsam içinde tutularak harcama tutarı en yüksek seviyede tutulmasına rağmen, yatırım analizi yapılan üç il içinde fayda maliyet analizi pozitif sonuç vermiştir.

Ek 1’de verilen anlaşmada 6n koşul olarak belirtilmemesine rağmen LCOE analizi de yapılmıştır. Isparta ve Ankara için analiz sonucu Türkiye için belirlenen birim enerji maliyeti (0,113 EUR/kWh) referans değeriinin altında kalıp olumlu sonuç verirken; Sivas ili yatırımı için negatif sonuç vermiştir.  kamusal enerji verimliliği projesi analiz sonuçları, AYB ve IBRD sürdürülebilirlik koşullarını sağladığından ekonomik olarak sürdürülebilir yatırımlardır.



6. KAMU BİNALARININ ÇATILARINA GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ (GES) KURULUMU

Hidroelektrik Enerji Santral (HES) yatırımları ile 2003-2004 yıllarında popüler hale gelen yenilenebilir enerji üretimi, 2007-2008 yıllarında Rüzgâr Enerji Santralleri (RES) ile hız kazanmıştır. 2011-2012 yıllarında gerek yatırım yapılabilir Hidroelektrik ve Rüzgâr Enerji Santral projelerinin azalması gerek uluslararası finans kurumlarının HES ve RES konusunda çevresel gereklilikleri artırarak veya bazı çevresel olumsuz örnekleri sebep göstererek; yenilenebilir enerji fonları ile ilgili ağır yaptırımlar getirmesi, yenilenebilir enerjide gözleri Güneş Enerjisi Santrallerine (GES) çevirmiştir.

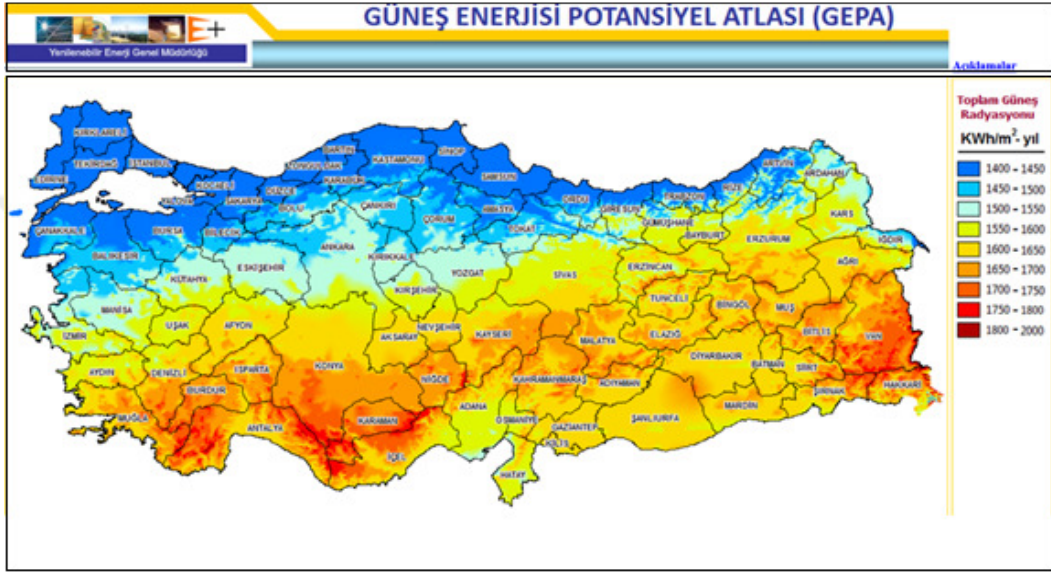
Güneş enerjisi gerek diğer yenilenebilir enerji çeşitlerine göre daha çevre dostu olması gerekse göreceli olarak uygun işletme maliyetleri sebebi ile cazip hale gelen elektrik üretim yöntemlerinden biri haline gelmiştir. Türkiye’de bulunan Güneş Enerji Santrallerinin Mart 2018 itibari ile toplam kurulu gücü 4.061 MW’dır [16]. Ülkemizde güneş elektrik dönüşümlerinde yaygın olarak fotovoltaiik sistemler kullanılmaktadır.

Çizelge 6.1. Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli [17]

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/ay)
	(Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm ² -gün	3,6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün

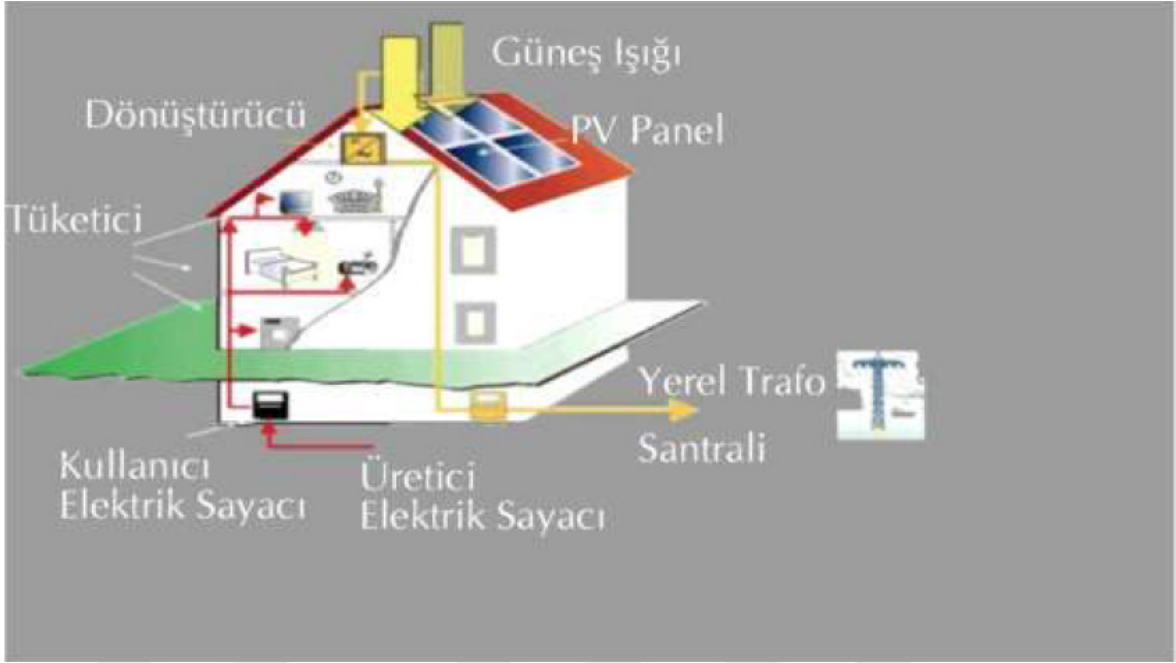
Çizelge 6.1’de aylara göre Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri verilmiştir. Türkiye, coğrafi konum avantajıyla sahip olduğu güneş enerjisi radyasyon değerleri açısından birçok Avrupa ülkesine göre daha iyi konumdadır.

Devlet Meteoroloji İşleri tarafından ölçülen güneşlenme süresi ve ışıınım şiddeti verileri ışığında; mülga EİE İdaresi tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışıınım şiddeti 1.311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²)dır [17].

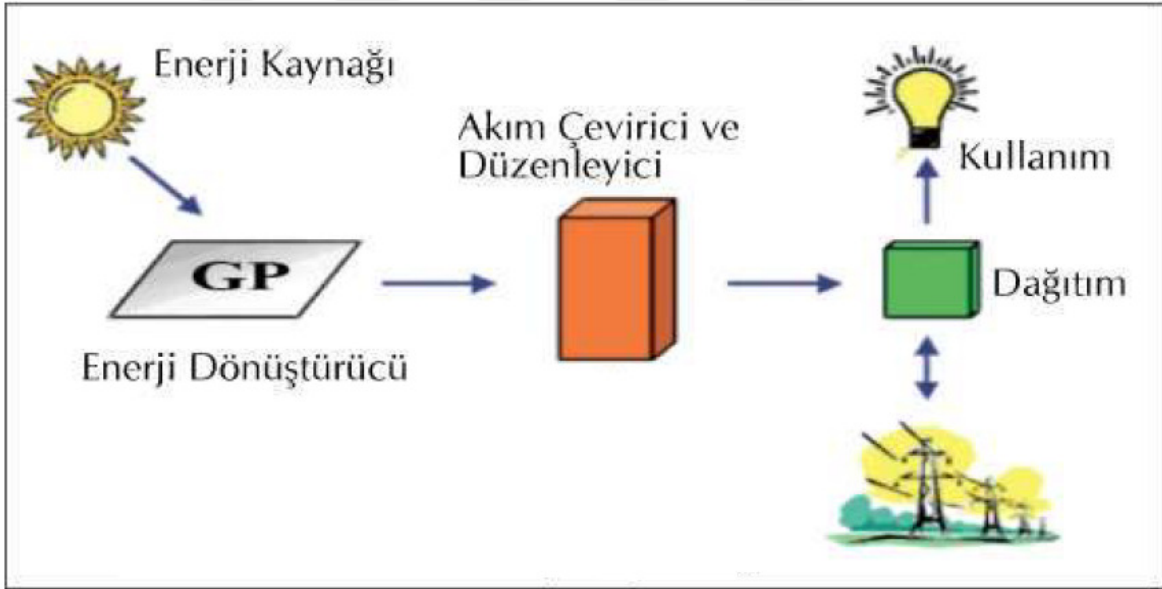


Şekil 6.1. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası [16]

Şekil 6.1’de verilen GEPA bölgesel değerlerine göre dağılımı verilen Güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri incelendiğinde; Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesinin Güney Doğu Anadolu Bölgesi iken en az ışıma değerlerine sahip bölgesinin Karadeniz Bölgesi olduğu görülmektedir. Ülkemiz kuzey yarımkürede yer aldığından güneye doğru gidildikçe güneş enerji sistemleri ile daha iyi sonuçlar alınabilmektedir.



Şekil 6.2. Güneş Enerji Santrali Bileşenleri Yerleşimi



Şekil 6.3. Güneş Enerji Santrali Üretim Prosesi

Şekil 6.2 & Şekil 6.3'te bileşenlerinin ve üretim prosesinin şematik olarak verildiği çatı tipi GES'lerin kurulmasında aranan ideal çatı tipi; geniş, güneye bakan ve eğim açısı 15 ile 35 derece arasında bulunan çatılardır. Doğru panel seçimi ve doğru tasarlanan bir sistem ile idealden uzak çatılarda bile verimli sonuçlar alınabilmektedir.

Çatının hangi yöne baktığı, günlük güneş ışınım değerini doğrudan etkilediğinden panellerin güneye, güney batıya ya da güney doğuya bakacak şekilde

konumlandırılması önem arz etmektedir. Aksi durumda panellerin doğu ya da batı cepheye bakacak şekilde konumlandırılması güneye cepheye göre üretimi %15-35 oranında azaltmaktadır.

Paneller için en ideal eğim 30 ile 45 derece arasındadır ancak 15 derece ile 50 derece arasına kadar monte edilebilmektedir. Bunun dışındaki eğimlerde performans kaybı söz konusudur. Düz çatılarda çelik konstrüksiyon ayaklar kullanılarak (çoğu ülkemizde üretilebilmekte) ya da çatıya ek parçalar konularak sistemin verimli hale getirilebilmesi mümkündür. Fotovoltaik paneller, yüksek bina ve ağaçların gölgesinde kalmayacak şekilde, yüzeyleri güney cepheye bakarak yerleştirilmelidir.

Yapıların çatılarında inşa edilecek her 1 kW'lık sistem için PV modül gücüne bağlı olarak eğimli çatılarda minimum 8 metrekarelik kullanılabilecek alan gerekmektedir. Düz çatılarda panellerin gölgeleme durumu dikkate alındığından 1 kW'lık sistem için düz çatılarda minimum 16 metrekarelik kullanılabilecek alan gerekmektedir. Bir fotovoltaik sistem alanının büyük bölümünü paneller kaplar. Paneller haricinde yer kaplayan diğer parçalar; evirici, devre kutusu ve sayaçtır.

Bağımsız bir PV (fotovoltaik) sistem, sabitleme çerçeveleri ve diğer ekipmanlar ile ortalama 275 kg ağırlığa sahiptir. Betonarme yapılarda statik problem nadir görülürken, çelik yapılarda bu konu önem arz etmektedir. Kafes yapı denilen büyük aralıkların geçildiği havalimanı ve stadyum gibi yapılarda özel statik hesaplama ve detaylı inceleme gerekmektedir.

Yine denetimi yapan ve yapı izni veren gerek Belediyeler ve İl Özel İdareleri (Büyükşehir statüsü olmayan illerde) gerekse Organize Sanayi Bölge Müdürlüklerince yıpranmış betonarme ve kompozit yapılara gerekli ruhsatların verilmediği tarafımdan icra ettiğim kamu görevim sırasında tespit edilmiştir.

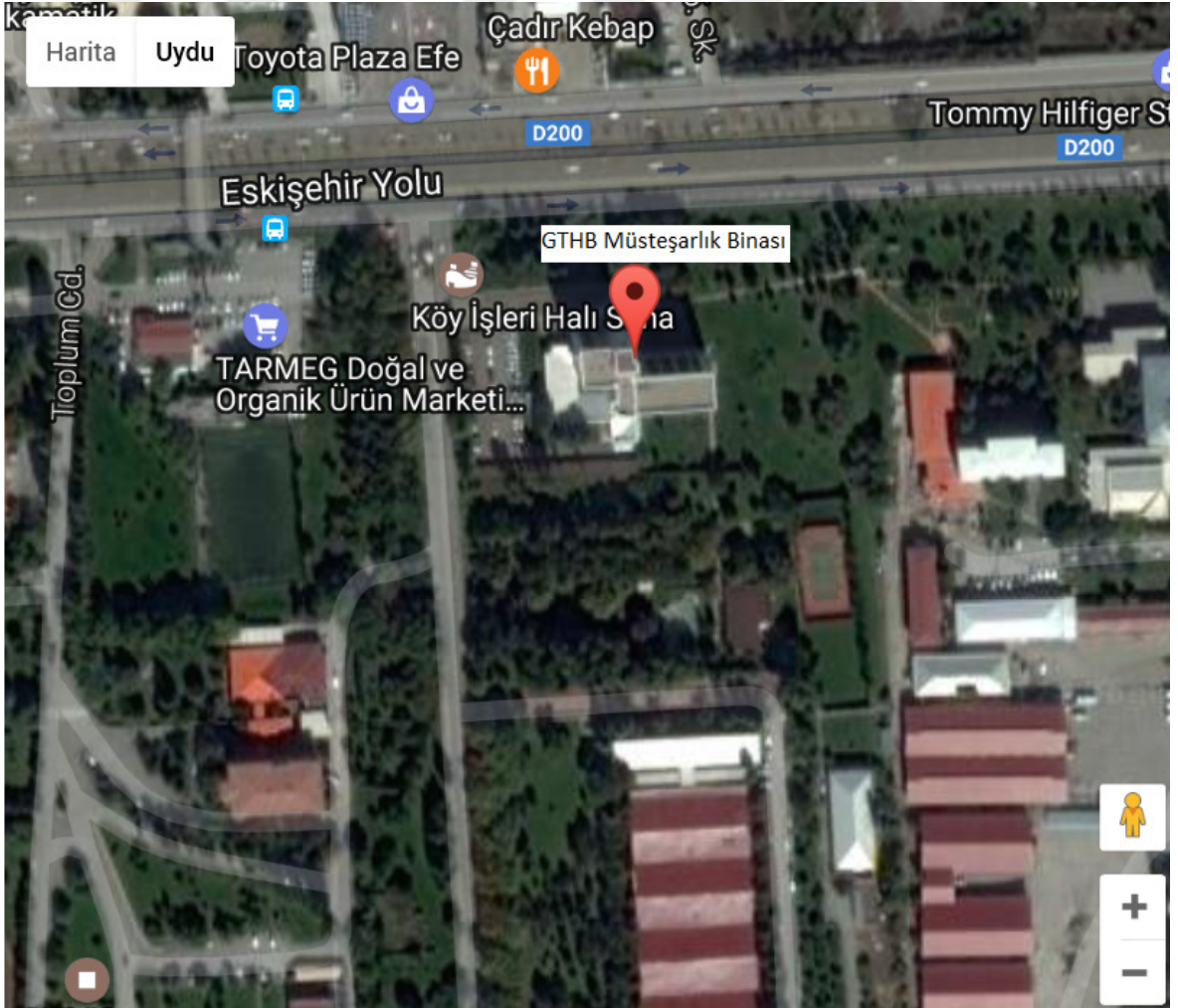
Tez kapsamında Ek 1'de sunulan AYB Çevre ve Enerji Kredisi Finansal Sözleşmesi Ek Mektubunda yenilenebilir enerji projeleri için ülkemizden uluslararası finans kurumunca talep edilen şartlar aşağıdaki gibidir;

- *0,5 MWp'dan yüksek kurulu güce sahip fotovoltaik sistemlerin solar radyasyon verimi ve hesapları uluslararası geçerliliği olan lisanslı programlarla doğrulanmalıdır.*

- Yoğunlaştırılmış Güneş Enerji Santralleri (CSP) için bu kapsam için uygun değildir.
- Fotovoltaik sistemler için yıllık işletme (bakım onarım dâhil) maliyetleri, toplam sermaye harcamalarının %2'si dolayında olmalıdır.

Ekonomik sürdürülebilirliği irdellemek için yukarıda belirtilen şartların yanısıra; 2009 yılı AYB ek mektubunda yenilenebilir enerji projeleri için talep edilen LCOE analizi de 6.3 altbaşlığı altında yapılmıştır.

Çatı tipi Güneş Enerji Santrali uygulaması için ele alınan örnek kamu binası 934,53 m² net çatı alanına sahip Gıda Tarım ve Hayvancılık Binası Müsteşarlık hizmet binasıdır.



Şekil 6.4. GTHB Müsteşarlık Binası Uydu Görüntüsü-I

Örnek çalışmayı oluşturan söz konusu kamu binası başkent olma özelliği sebebi ile birçok kamu binasını barındıran Ankara ilinde yer almaktadır. YEGM verilerine göre Ankara yıllık 2.611 saat güneşlenme süresine ve ortalama 1.473 kWh/m²-yıl radyasyon değerine sahiptir [17].

Ankara ilinde çatı uygulamaları dâhil toplam GES kurulu gücü 144,06 MW'dır. Başkentin ve Türkiye'nin ilk lisanssız GES çatı uygulaması Ankara-Kazan yolu üzerinde bir inşaat firmasına ait çelik konstrüksiyon binasıdır. 14.600 m² çatı alanına sahip fabrika binasının 760 kWp kurulu güce sahip GES tesisine ait teknik ve finansal fizibilite tarafımda yapılmıştır. (Şekil 6.5 & Şekil 6.6)



Şekil 6.5. İlk Lisanssız GES Çatı Uygulaması, Ankara-Kazan-I



Şekil 6.6. İlk Lisanssız GES Çatı Uygulaması, Ankara-Kazan-II

2008 yılında hayata geçen bu projenin 8 yıllık verileri güneş ışınım değerleri üzerinden önemli çıkarımlar yapılmıştır. 2008 yılında lisanslı güneş enerjisi simülasyon programları mevcut olmadığından güvenilir veri olarak YEGM Güneş Radyasyonu Haritası kullanılmıştır. Firmanın ortaya çıkan üretim değerleri ve mevcut gelişmiş simülasyon programları ışığında yapılan en önemli çıkarım; YEGM Güneş Radyasyonu Haritası verilerinin ortalama %5 ile %13 arasında ışınım değerlerinin Ankara için yüksek olduğudur. Bu sebeple santralin gerçekleşen yıllık enerji üretim değerleri öngörülen değerlerden düşük sonuçlar vermiştir.

GTHB Müsteşarlık binası toplam çatı alanından (934,53 m²) tesisat boşlukları, parapetler ve soğutma grupları için ayrılan alan çıkarıldığında geriye kalan uygun alanda 100 kW kurulu güce sahip fotovoltaik sistem kurulabileceği varsayılmış ve bu kurulu güç üzerinden finansal analiz çalışması yapılmıştır. Santralde 260 Watt'lık 380 adet güneş paneli ve merkezi evirici ile kullanılacağı varsayılmıştır.

Binanın çevresinde gölge oluşturabilecek ağaç, bina vb. unsur olmadığından gündüz güneş ışımasını tamamıyla alabilecektir. Güçlendirilmiş betonarme yapısı ile bina ağırlığı kaldırabilecek sağlamlıktadır. Ancak enerji santrali kurulumu için statik izin, yapı dayanım analizi ve detaylı inceleme sonrası kamu binamızın sınırları içerisinde bulunduğu ilçe belediyesince (T.C. Çankaya Belediyesi) verilebilecektir.

6.1. PVGIS Program Analizi

Tez çalışması kapsamında örnek olarak ele alınan kamu binasının çatısına iki farklı güneş enerji tasarımı programı yardımı ile tahmini yıllık enerji üretimi hesabı yapılmıştır. İlk olarak Avrupa Birliği alt kuruluşu olan AB Komisyonunca geliştirilen PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) programı verileri sunulmuştur. Çevrimiçi kullanılabilen ve birçok performans katsayısının kullanıcı tarafından (manuel) işlendiği PVGIS programı, şebeke bağlantılı güneş enerji simülasyonlarında en çok kullanılan programlardan biridir.

Koordinat, yüzey alanı ve performans katsayılarının girildiği PVGIS programı GTHB Müsteşarlık Binası çatı kurulumu verileri ve program raporu Çizelge 6.2’de sunulmuştur.



Çizelge 6.2. PVGIS Programı Analiz Sonuçları

Sabit sistem eğim açısı =32°, Yönelim=0°				
Aylar	E_d	E_m	H_d	H_m
Ocak	189,00	5870	2.35	72.9
Şubat	274,00	7680	3.45	96.7
Mart	379,00	11700	4.90	152
Nisan	411,00	12300	5.45	164
Mayıs	463,00	14400	6.34	196
Haziran	499,00	15000	6.89	207
Temmuz	521,00	16100	7.34	228
Ağustos	517,00	16000	7.30	226
Eylül	475,00	14300	6.57	197
Ekim	378,00	11700	5.00	155
Kasım	307,00	9210	3.91	117
Aralık	204,00	6340	2.55	79.0
Yıllık Ortalama	385	11700	5.18	158
Yıllık Toplam	141.000 kWh		1.890	

PVGIS programı güneş radyasyonu ile elektrik üretimini hesaplamaktadır.

Konum: 39°54'21" Kuzey, 32°44'43" Doğu, Yükselti: 882 m deniz seviyesinden

Kullanılan güneş radyasyonu veri tabanı: PVGIS-CMSAF

Fotovoltaik sistemin nominal kurulu gücü: 98.8 kW (kristal silikon)

Sıcaklık ve düşük ışıınımdan kaynaklanan kayıplar: % 9,8 (yerel ortama ait sıcaklık)

Açısal yansımadan kaynaklanan tahmini kayıplar: %2,7

Diğer kayıplar (kablolama, evirici vb.): %14,0

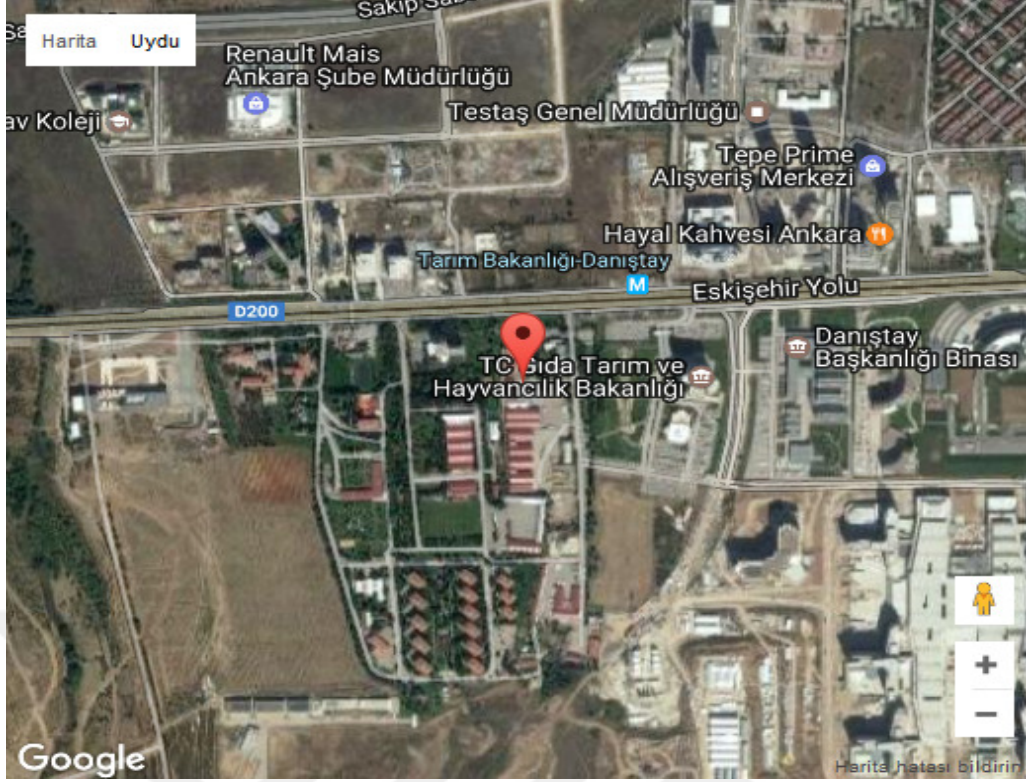
Birleşik fotovoltaik sistem kaybı: % 24,5

E_d : Günlük ortalama elektrik üretimi (kWh)

E_m : Aylık ortalama elektrik üretimi (kWh)

H_d : Modül üzerinde birim metrekareye düşen günlük toplam ortalama küresel ışıınım değeri (kWh/m²)

H_m : Modül üzerinde birim metrekareye düşen aylık toplam ortalama küresel



Şekil 6.7. GTHB Müsteşarlık Hizmet Binası Uydu Görüntüsü-II

PV Estimation	Monthly radiation	Daily radiation	Stand-alone PV
Performance of Grid-connected PV			
Radiation database: Climate-SAF PVGIS [What is this?]			
PV technology: Crystalline silicon			
Installed peak PV power 98.8 kWp			
Estimated system losses [0;100] 14 %			
Fixed mounting options:			
Mounting position: Free-standing			
Slope [0;90] 32 ° ☒ Optimize slope			
Azimuth [-180;180] 0 ° ☐ Also optimize azimuth			
(Azimuth angle from -180 to 180. East=-90, South=0)			
Tracking options:			
☐ Vertical axis	Slope [0;90] 0 °	☐ Optimize	
☐ Inclined axis	Slope [0;90] 0 °	☐ Optimize	
☐ 2-axis tracking			

Şekil 6.8. PVGIS Programı Veri Girişi-Ön Ekran

PVGIS programı ile yapılan güneş ışınım hesabına göre GTHB Müsteşarlık binasının konumlandığı bölgede sıcaklık, düşük ışınım ve kablolama, evirici gibi kayıplar

dikkate alındığında Çizelge 6.2’de verilen birleşik %24,5’lik fotovoltaik sistem kaybına sebep olmaktadır. Tasarlanan 98,8 kW kurulu güce sahip güneş enerji santralinin **141.000 kWh** elektrik üretimi yapabileceği öngörülmektedir.

6.2. PVSYST Program Analizi

Örnek olarak incelenen kamu binasına ait çatı kurulumu güneş enerji santrali için yardım aldığımız diğer güneş enerjisi simülasyon programı İsviçre menşeli PVSYST yazılım programıdır. Dünyada en çok kullanılan paket program olan PVSYST diğer programlara göre panel ve evirici çeşitlerinin güncel bilgilerini ve performanslarını barındıran geniş bir veri tabanına sahiptir. Program GTHB Müsteşarlık binası işaretlenerek analiz yapılmış ve sonuçları Şekil 6.9’da verilen raporda sunulmuştur.



Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : Tarim Bakanligi

Geographical Site Lacivert_Son Country Turkey

Situation Latitude 38.2°N Longitude 31.2°E

Time defined as Legal Time Time zone UT+2 Altitude 1147 m

Albedo 0.20

Meteo data: Lacivert_Son Meteonorm 7.1 (2003-2013), Sat=98% - Synthetic

Simulation variant : Tarim BaKanligi

Simulation date 11/05/17 09h48

Simulation parameters

Collector Plane Orientation Tilt 20° Azimuth 0°

5 Sheds Pitch 3.10 m Collector width 3.00 m

Inactive band Top 0.00 m Bottom 0.00 m

Shading limit angle Gamma 74.69 ° Occupation Ratio 96.8 %

Models used Transposition Perez Diffuse Perez, Meteonorm

Horizon Free Horizon

Near Shadings Mutual shadings of sheds

PV Array Characteristics

PV module Si-poly Model JKM 260PP-60

Original PVsyst database Manufacturer Jinkosolar

Number of PV modules In series 20 modules In parallel 19 strings

Total number of PV modules Nb. modules 380 Unit Nom. Power 260 Wp

Array global power Nominal (STC) 98.8 kWp At operating cond. 88.5 kWp (50°C)

Array operating characteristics (50°C) U mpp 549 V I mpp 161 A

Total area Module area 622 m² Cell area 555 m²

Inverter Model TRIO-27_6-TL-OUTD-S1-US

Original PVsyst database Manufacturer ABB

Characteristics Operating Voltage 200-950 V Unit Nom. Power 27.6 kWac

Inverter pack Nb. of inverters 6 * MPPT 50 % Total Power 83 kWac

PV Array loss factors

Thermal Loss factor U_c (const) 20.0 W/m²K U_v (wind) 0.0 W/m²K / m/s

Wiring Ohmic Loss Global array res. 58 mOhm Loss Fraction 1.5 % at STC

Module Quality Loss Loss Fraction -0.8 %

Module Mismatch Losses Loss Fraction 1.0 % at MPP

Incidence effect, ASHRAE parametrization IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)bo Param. 0.05

User's needs : Unlimited load (grid)

Grid-Connected System: Main results

Project : **Tarim Bakanligi**Simulation variant : **Tarim BaKanligi**

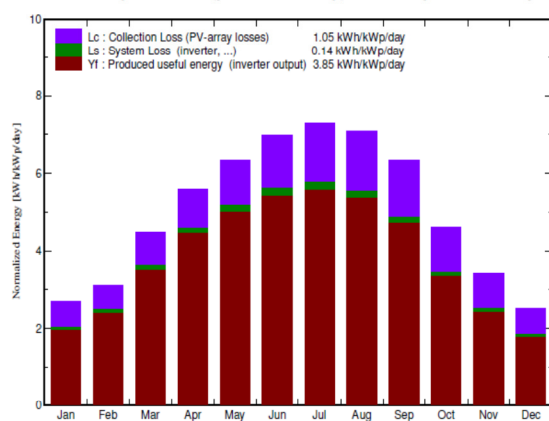
Main system parameters	System type	Grid-Connected
PV Field Orientation	Sheds disposition, tilt	20° azimuth 0°
PV modules	Model	JKM 260PP-60 Pnom 260 Wp
PV Array	Nb. of modules	380 Pnom total 98.8 kWp
Inverter	Model	TRIO-27_6-TL-OUTD-BrubS 27.60 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0 Pnom total 82.8 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)	

Main simulation results

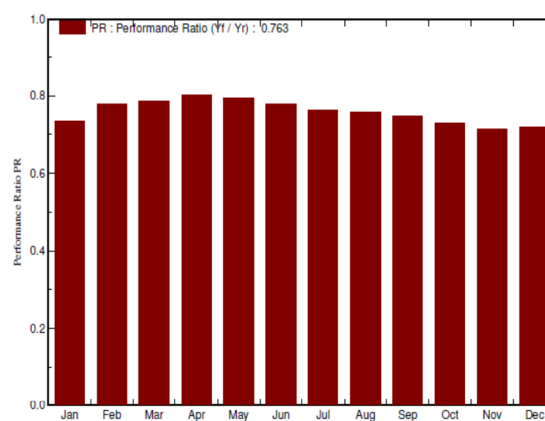
System Production **Produced Energy 139.0 MWh/year** specific prod. 1407 kWh/kWp/year

Performance Ratio PR 76.3 %

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 98.8 kWp



Performance Ratio PR

Tarim BaKanligi
Balances and main results

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	%	%
January	61.6	0.76	83.6	63.4	6.32	6.08	12.15	11.69
February	71.3	1.87	87.0	70.3	6.95	6.70	12.84	12.37
March	119.7	6.84	138.7	117.3	11.17	10.78	12.95	12.50
April	156.2	10.68	167.3	148.5	13.70	13.24	13.16	12.72
May	195.9	15.61	196.7	181.3	15.97	15.41	13.06	12.59
June	214.7	20.51	209.4	194.6	16.68	16.10	12.81	12.36
July	229.1	24.20	226.4	211.6	17.72	17.09	12.59	12.14
August	208.7	24.00	220.1	202.1	17.04	16.45	12.44	12.02
September	164.3	18.44	190.2	165.1	14.52	14.04	12.28	11.87
October	113.4	13.45	142.7	116.0	10.67	10.30	12.02	11.60
November	75.5	7.00	103.0	78.2	7.54	7.27	11.76	11.35
December	55.7	2.38	77.8	57.9	5.75	5.53	11.89	11.43
Year	1666.1	12.21	1842.8	1606.2	144.03	138.98	12.57	12.13

Legends:

- GlobHor: Horizontal global irradiation
- T Amb: Ambient Temperature
- GlobInc: Global incident in coll. plane
- GlobEff: Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray: Effective energy at the output of the array
- E_Grid: Energy injected into grid
- EffArrR: Effic. Eout array / rough area
- EffSysR: Effic. Eout system / rough area

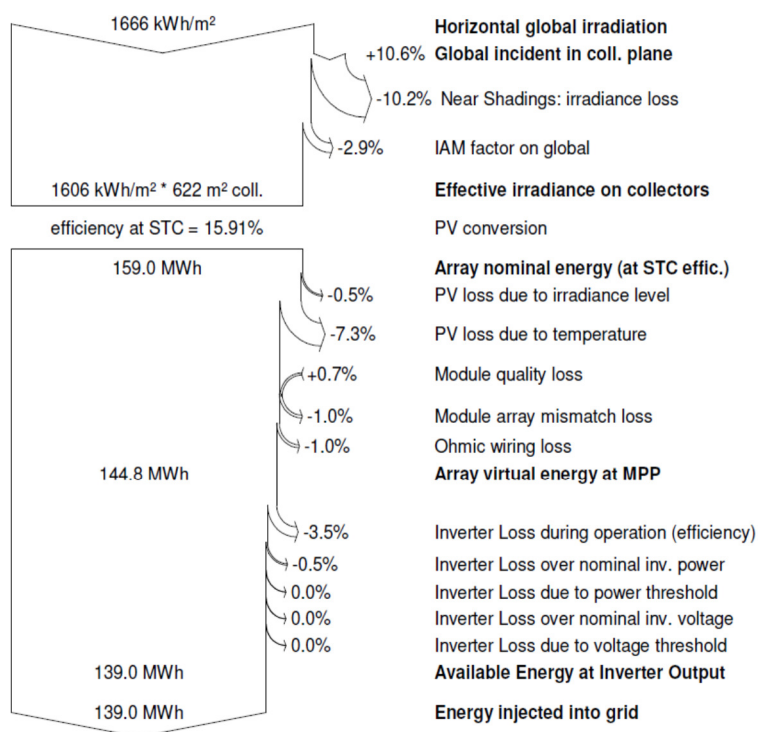
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : Tarim Bakanligi

Simulation variant : Tarim BaKanligi

Main system parameters	System type	Grid-Connected
PV Field Orientation	Sheds disposition, tilt	20° azimuth 0°
PV modules	Model	JKM 260PP-60 Pnom 260 Wp
PV Array	Nb. of modules	380 Pnom total 98.8 kWp
Inverter	Model	TRIO-27_6-TL-OUTD-B100S 27.60 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0 Pnom total 82.8 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)	

Loss diagram over the whole year



Şekil 6.9. PVSYST Programı Analiz Raporu

PVSYST programı sonucu ele alınan 98,8kW kurulu güce sahip Güneş enerji Santralinin yıllık toplam 139.000 kWh elektrik üretimi yapabileceği öngörülmektedir.

Değerler birbirine yakın olduğu için sürdürülebilirlik analizi; iki programın enerji üretim değerleri ortalaması kullanılarak yapılmıştır.

PVGIS:141.000 kWh

PVSYST: 139.000 kWh

Ortalama: **140.000 kWh**

6.3. Toplam Yatırım Tutarı ve Yıllık İşletme Giderleri

GTHB Müsteşarlık binası GES tesisi ile ilgili toplam yatırım tutarı ve yatırım ana kalemleri Çizelge 6.3’de verilmiştir. İlgili proforma fatura Ek 4’te sunulmuştur.

Çizelge 6.3. Toplam Yatırım Tutarı Çizelgesi

Yatırım Unsurları	Tutar
Etüt, Proje	5.000 €
Panel ve Evirici	126.000 €
İşletmeye Alma Giderleri	2.000 €
Toplam Yatırım Giderleri	133.000 €

Tesise ait yıllık toplam işletme giderleri ise Çizelge 6.4’te verilmiştir. Tesis çatı tipi olması ve güvenli bir kampüste yer almasından dolayı herhangi bir güvenlik gideri öngörülmemiştir. Sistem kullanım hizmet bedeli ve perakende satış hizmet bedeli EPDK resmi internet sitesi üzerinden Ankara bölgesi için verilen birim değerler ile hesaplanmıştır.

Çizelge 6.4. Toplam İşletme Giderleri Çizelgesi

Gider Unsurları (Yıllık)	Miktar	Fiyat	Tutar
Perakende Satış Hizmet Bedeli	140.000 kWh	0,0043 €/kWh	602 €
Sistem Kullanım Hizmet Bedeli	140.000 kWh	0,0052 €/kWh	728 €
Sigorta Bedeli			500 €
Bakım-Onarım-Temizlik			500 €
Güvenlik			0 €
Toplam İşletme Giderleri			2.330 €

$$\text{Top.Yat.Giderleri/Yıllık Top.İşletme Giderleri} = \frac{2.330}{133.000} = 0,0175 < 0,02 \checkmark$$

AYB ile T.C. Hazine Müsteşarlığı arasında 2014 yılında imzalanan ek mektup kapsamında güneş enerji santralleri için talep edilen “*Fotovoltaik sistemler için yıllık işletme (bakım onarım dâhil) maliyetleri, toplam yatırım harcamalarının %2’si dolayında olmalıdır.*” koşulu sağlanmaktadır.

6.4. İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi

LCOE (Levelized Cost of Energy) İndirgenmiş Enerji Değeri 20 yıl üzerinden yıllık %5 iskonto oranı Çizelge 6.5’te hesaplanmıştır.

İndirgenmiş Birim Enerji Değeri: İndirgenmiş Toplam Yatırım Tutarı / İndirgenmiş Toplam Üretim Değeri = 0,097 EUR/kWh << 0,113 EUR/kWh

Birim enerji maliyeti; toplam yatırım tutarı ve yıllık işletme gideri, %5 iskonto oranı ile indirgenerek 0,097 EUR/kWh olarak hesaplanmış ve 0,113 EUR/kWh eşik değerinin altında çıkmıştır.

Bu sonuç Dünya Bankası kıstaslarına göre söz konusu kamu binasına 100kW’lık Güneş Elektrik Santralinin yatırıma elverişli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 6.5. Güneş Enerji Santrali İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi

Yıllar	Top. Sabit Yat. Tutarı (EUR) (Capital Investment)	Top. İşletme Giderleri (EUR) (O&M)	Sabit Yat. Tutarı + İşletme Giderleri (EUR) (Capital Investment+O&M)	İndirgeme Oranı (Discount Factor)	İndirgenmiş Yatırım Maliyeti (EUR) (Discounted Capital Inv.+O&M)	Yıllık El. Üretim Miktarı (kWh) (Generation)	İndirgenmiş El. Üretim Miktarı (kWh) (Discounted Generation)
2018	133.000		133.000	1,00	133.000		
2019		2.330	2.330	1,05	2.219	140.000	140.000
2020		2.330	2.330	1,10	2.113	137.200	130.667
2021		2.330	2.330	1,16	2.013	135.800	123.175
2022		2.330	2.330	1,22	1.917	134.400	116.100
2023		2.330	2.330	1,28	1.826	133.000	109.419
2024		2.330	2.330	1,34	1.739	131.600	103.112
2025		2.330	2.330	1,41	1.656	130.200	97.157
2026		2.330	2.330	1,48	1.577	128.800	91.536
2027		2.330	2.330	1,55	1.502	127.400	86.229
2028		2.330	2.330	1,63	1.430	126.000	81.221
2029		2.330	2.330	1,71	1.362	124.600	76.494
2030		2.330	2.330	1,80	1.297	123.200	72.032
2031		2.330	2.330	1,89	1.236	121.800	67.823
2032		2.330	2.330	1,98	1.177	120.400	63.851
2033		2.330	2.330	2,08	1.121	119.000	60.103
2034		2.330	2.330	2,18	1.067	117.600	56.568
2035		2.330	2.330	2,29	1.017	116.200	53.233
2036		2.330	2.330	2,41	968	114.800	50.087
2037		2.330	2.330	2,53	922	113.400	47.120
2038		2.330	2.330	2,53	922	112.000	44.322
20 yıl için İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti = 0,097 EUR/kWh < 0,113 EUR/kWh					162.081	EUR	1.670.248 kWh

6.5. atı Tipi GES Projesinin Geri Dönüş Süresi Hesabı

Tesisin kurulum ve montaj işleminin 6 aylık sürede tamamlanacağı düşünöldüğünden deneme üretimi yapılan ilk yıl sadece 6 ay üretim öngörölmüşür. Devam edem yıllarda her yıl teknik kapasitesinin %2 oranında azalacağı; üretilen enerjinin ilk 10 yıl YEKDEM kapsamında şebekeye verileceğı, sonraki 10 yıl ise iç tüketimde kullanılacağı öngörölmüşür.

Söz konusu enerji santralının fayda maliyet analizi ile GES projesinin ne kadar sürede geri dönüş verdiğı de hesaplanmıştır. Çizelge 6.6'da göröldüğü üzere GTHB Müsteşarlık binası çatı tipi GES projesi 16 yıl 9 ay gibi uzun bir sürede geri dönüş vermiştir.



Çizelge 6.6. GTHB Müsteşarlık Binası GES Projesi Fayda Maliyet Analizi

	YILLAR																			
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Masraf	133.000	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330
Gelir	7.924	15.848	15.531	15.373	15.214	15.056	14.739	14.580	14.422	14.263	14.105	12.753	12.608	12.463	12.318	12.173	12.028	11.883	11.738	11.593
İndirgeme Faktörü (if)	0,95	0,91	0,86	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	0,64	0,61	0,58	0,56	0,53	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38
NBD Maliyetler	126.667	2.113	2.013	1.917	1.826	1.739	1.656	1.577	1.502	1.430	1.362	1.297	1.236	1.177	1.121	1.067	1.017	968	922	878
NBD Faydalar	7.547	14.375	13.416	12.647	11.921	11.235	10.474	9.868	9.296	8.756	8.247	7.101	6.686	6.295	5.925	5.577	5.248	4.938	4.645	4.369
Net NBD (F-M)	-119.120	12.261	11.404	10.730	10.095	9.496	8.819	8.291	7.794	7.326	6.884	5.804	5.450	5.118	4.804	4.509	4.231	3.970	3.723	3.491
Geri ödeme süresi (GÖS)	-145.938	-131.563	-118.147	-105.500	-93.579	-82.345	-71.870	-62.002	-52.705	-43.949	-35.702	-28.601	-21.915	-15.620	-9.695	-4.119	1.129	6.067	10.712	15.081

- İlk yıl kurulum dönemi olduğu için 6 aylık bir üretim öngörülmüştür.

Masraflar BND Toplam	153.485 €	
Gelirler BND Toplamı	168.566 €	
İndirgenme Oranı	5%	
PROJE NBD	15.081 €	> 0
PROJE F/M Oranı	1,10	
İç Karlılık Oranı (İKO)	6,64%	
Geri Dönüş Süresi	16 yıl 9 ay	

6.6. Bölüm Değerlendirmesi

Çatı tipi güneş enerji santralleri, arazi tipi santrallere göre işletme giderleri açısından bazı farklılıklar arz etmektedir. Kamu binaları güvenlik ve temizlik gibi hizmetleri hâlihazırda bulundurduğundan işletme giderleri proje varsayımlarında daha düşük kabul edilmektedir. Bununla birlikte panellerin birbirine gölgeleme yapmaması için gereken mesafe miktarı daha az, tozlanma ve kirlenme gibi durumlardan kaynaklanacak performans kayıpları da daha düşük olmaktadır.

Çatı tipi güneş enerji santralleri için gerekli alan panel gücüne göre (250-260 W) değişmekle beraber kW başına gereken alan ortalama 8-9 m² 'dir. Bu bölüm altında ekonomik analizi yapılan Başkentteki kamu binası için sistem kurulu gücü 100 kW olarak belirlenmiştir. Ankara coğrafik pozisyonu sebebiyle Orta Anadolu'da yer alması ve ortalama ışıma değerleri açısından Türkiye ortalamasının altında olması sebebiyle gerek güvenli tarafta kalma gerek standart oluşturulması için uygun bir konumdadır.

Dünya Bankası ve AYB kriterlerine göre GTHB Müsteşarlık binası GES projesi için talep edilen *“Yıllık işletme (bakım onarım dâhil) maliyeti, toplam sermaye harcamasının %2'si dolayında olmalıdır.”* şartı sistemin şebekeye enerji sattığı varsayımı ile sağlanmıştır. Ancak kamu binalarının birçoğu şehir merkezlerinde konuşlandığından ve şehir merkezlerinde trafo kapasiteleri %90 oranında dolu olduğundan şebekeye satış mümkün olamayabilmektedir. Öztüketim öngörülerek kurulacak olan GES sistemi fayda maliyet analizi ile pozitif sonuç vermeyecektir. Bunun yanı sıra fayda maliyet analizi içerisinde geri dönüş süresi hesabı yapılmıştır. Şebekeye elektrik satışı ile elde edilen sübvansiyonlu gelire rağmen ortaya çıkan 16 yıl 9 aylık geri dönüş süresi kabul edilebilir, (7-10 yıl) makul bir süre değildir.

Kırsalda bulunan kalekol, karakol binaları ve orman muhafaza şeflikleri gibi elektrik şebekesinin bulunmadığı kamu binalarında yatırım verimliliği düşünülme-siz jeneratör takviyeli olarak 50 kW kurulu gücün altında güneş enerji santralleri kurulabilmektedir. Ancak söz konusu öztüketim (Üretilen enerjinin tamamını aynı noktada kullanan) olunca kamu kaynaklarının doğru kullanımı açısından yatırım verimliliği önem arz etmektedir. Kahramanmaraş Belediyesi'nin kendi tüzel kişiliğine ait alanda 3 MW Kurulu güce sahip GES projesi yatırım projesi tarafımca görev yaptığım kurumda Dünya Bankası kriterleri çerçevesinde incelenip yatırıma elverişli (rantabl) bulunmamıştır. Bunun sebepleri incelendiğinde 2 unsur öne çıkmaktadır.

Birincisi; halen kWh başına 2,5 kuruş olan dağıtım bedellerinin 2018 yılı itibariyle 10,25 kuruşa çıkarılmasıdır. Diğer bir sebep ise 2012 yılından sonra seri şekilde devreye giren yeni santraller ve artan kurdan dolayı elektrik satış fiyatının dolar cinsinden giderek azalmasıdır. Bu sebeplere ek olarak çatı tipi sistemlerde uygun çatı alanı problemi de eklenmektedir. 6. Bölüm içerisinde bahsedildiği üzere çatılarda kurulum alanlarının güneye eğimli olması ve çatının statik olarak uygun olması gerekmektedir. Eğimi uygun olmayan çatılarda konstrüksiyon ile eğim verilmesi kurulum masraflarını dişe dokunur şekilde artırmaktadır.

Güneş enerji santrallerinde kurulu güç miktarı azaldıkça; bakım, onarım ve sigorta maliyetleri aynı oranda azalmamaktadır dolayısıyla birim enerji maliyeti yüksek; geri dönüş süresi uzun kalmaktadır. Tüm bu sebeplerden dolayı kamu kurumlarının öztüketimleri için 5MW kurulu güçten daha küçük ölçekte yatırım yapmaları yasal ve finansal riskler de göz önüne alındığında sürdürülebilir bulunmamaktadır [18].

Yenilenebilir enerji santrali aracılığıyla üretilen enerjinin uygun trafo merkezi ile dağıtım hattı vasıtasıyla şebekeye verildiği projeler, sübvansiyonlu elektrik satışı geliri sağladığından öztüketim için kurulan projelere göre daha avantajlıdır. Bu gelir avantajına rağmen 1-1,5 MWh enerji tüketen orta ölçekte bir kamu binasının tüketime oranla %50'nin altında üretim yapacak bir enerji tesisi için yatırım yapması ve olası riskleri üstlenmesi rasyonel olmamaktadır. Bununla birlikte 2018 yılında uygulanacak olan dağıtım bedellerindeki artış, kWh başına 13,3 dolar cent olan alım fiyatını reel olarak 10,4 dolar cent seviyesine düşürmektedir. Bu düşüş lisanssız güneş enerji santrallerinin net gelirinin yaklaşık yüzde 17,3 düşmesine sebep olmaktadır.

Bu nedenle, hastane, cezaevi, büyük askeri kışlalar gibi geniş çatı alanlarına sahip kamu binalarına GES santrali kurulması uygun değerlendirilirken; 4500-5000 m² 'den daha küçük çatı alanına sahip kamu hizmet binalarına 500 kW 'tan daha küçük kurulu güce sahip çatı tipi güneş enerji santralleri tesis edilmesi teknik olarakta ekonomik olarakta sürdürülebilir kabul edilmemektedir.

7. KAMU BİNALARINDA KOJENERASYON (BİRLEŞİK ISI ve GÜÇ ÜRETİMİ) SİSTEMİ UYGULAMASI

Yerinde enerji üretimi sağlayan kojenerasyon birlikte ısı ve güç üretimi demektir. Doğalgaz ve biyogaz gibi bir yakıt kaynağından yüksek verimli şekilde elektrik ve ısı enerjisinin birlikte üretilmesidir. Kojenerasyon sistemi yakıtı; elektrik ve ısıya dönüştürürken enerji maliyetlerini %40 oranında düşürerek azami tasarruf sağlar. Aşağıda farklı sektörlerde kojenerasyon uygulamaları özet şekilde verilmiş sonrasında sağlık yapılarında kojenerasyon optimizasyonuna örnek verilmiştir.

7.1. Değişik Sektörlerde Kojenerasyon Uygulamaları

7.1.1. Kimya sektörü

Bu sektörde önemli miktarlarda tüketilen ısı enerjisi, buhar olarak ısıtma ve kaynatma proseslerinde kullanılmaktadır. Gerekli olan elektrik/ısı oranı ise 0,4 civarındadır. Bu boyuttaki bir enerji ihtiyacı ve enerji kullanımındaki yüksek verim, kimya sektörü için birleşik ısı güç üretim tesisinin kurulmasını ekonomik hale getirmektedir. Sektörde değişik şekillerde faaliyet gösteren kuruluşların bulunması sebebiyle her kuruluş için en uygun ve yararlı sistem tipi hakkında bir genelleme yapmak mümkün olmamaktadır. Mevcut olan çok sayıdaki işletme; tek çevrim veya gaz ve buhar türbinli kombine çevrimlere dayalıdır. Avrupa'da; eczacılık, inorganik kimya ve lastik gibi sektörlerde çok sayıda ve değişik tür uygulamalar mevcuttur[19].

7.1.2. Petrokimya sektörü

Bu sektör, ısı enerjisinin çok yoğun bir şekilde kullanıldığı bir sektördür. Elektrik/ısı oranı 0,1 civarındadır. Isı tüketiminde aynı zamanda yüksek oranda bir dengesizlik görülmektedir. Isı, genellikle 20 bar civarında buhar olarak, petrol ürünlerinin ayrıştırılması işlemlerinde tüketilmektedir. Bu işlemler sırasında, genellikle yan ürün olarak yanıcı atık gazlar açığa çıkmakta, bunlar da çoğunlukla yakılarak imha edilmektedir. Dolayısıyla herhangi bir fayda sağlamayan bu yakma işlemi kalorifik değer kaybına yol açmaktadır [19].

Mevcut durumda yakılarak imha edilen bu enerji, mekanik enerji veya elektrik enerjisi üretiminde değerlendirilerek, fabrikada tüketilen benzer enerjilerin bir kısmının karşılanmasında kullanılabilir. Elde edilen uygun basınçtaki buharın ise proste kullanımı mümkündür. Yakıt olarak atık gazların kullanılması bu tip sistemleri oldukça ekonomik hale getirmektedir. Kurulacak ısı güç üretim sisteminin geri ödeme süresi 1,5 yıl civarında olmaktadır.

7.1.3. Kâğıt sektörü

Kâğıt üretiminde büyük oranlarda ısı ve elektrik enerjisi tüketilmektedir. Bu sektörde elektrik/ısı oranı 0,4 civarındadır [19]. Kâğıt üretiminde hammadde olarak selüloz veya atık kâğıt kullanılmaktadır. En önemli ısı enerjisi tüketimi ise, 5-10 bar basıncında buhar olarak, kâğıt kurutma makinelerinde olmaktadır. Elektrik enerjisi ise, proseste kullanılan makinelerin tahrik edilmesinde ve aydınlatmada kullanılmaktadır. Kâğıt üreten kuruluşların enerji tüketimleri ve imalatları yıl boyunca süreklilik arz etmektedir. Bu sektörde birleşik ısı-güç üretim sistemlerinin uygulanması büyük faydalar sağlamaktadır. Avrupa'da çok sayıda uygulamaları bulunmaktadır.

Sistemlerin ekonomikliliği fabrikanın buhar tüketimine bağlıdır. Kombine çevrimler genellikle buhar tüketimi 15 ton/h'in üzerinde olan işletmeler için daha ekonomik olmaktadır [19]. Bu tür tesisler için geri ödeme süresi ise 2-3 yıl arasında olmaktadır. Selüloz sanayinde, birleşik ısı-güç üretim sisteminin yıllardır uygulandığı görülmektedir. Seçilen sistem ise genellikle buhar türbinli sistemler olmaktadır.

7.1.4. Gıda sektörü

Gıda sektörü çok sayıda alt sektörlere bölünebilmektedir. Isı tüketimi; genellikle düşük basınçta buhar, sıcak su ve kurutma prosesleri için sıcak hava elde etmek amacına yöneliktir. Elektrik/ısı oranı bu sektör için 0,3 civarındadır. Isıtmanın yanı sıra bu sektörde soğutma da önemli bir yer almaktadır. Absorbsiyonlu sistemlerin ve birleşik ısı güç üretim sistemlerinin bir arada kullanılmasıyla, soğutma ihtiyacını da karşılamak mümkün olmaktadır [19].

Gıda sektöründe genel olarak, tek çevrimli gaz türbinli ve pistonlu motorlu sistemlerin kullanımının yaygın olduğu, aynı zamanda birleşik ısı güç üretim teknolojisinin en yaygın olarak uygulanabildiği sektörlerden birisidir. Doğalgaz kullanma imkânının olmadığı durumlarda buhar türbinli tesislerde ekonomik olmaktadır. Bu tür uygulama için geri ödeme süresi 1-3 yıl civarındadır.

7.1.5. Tekstil sektörü

Tekstil sektöründe, boyama ve apre bölümleri sıcak suyun en çok kullanıldığı yerlerdir. Kurutma işleminde de sıcak su kullanılabilir. Yüksek oranlarda tüketimin gerçekleştiği bu sektörde, ısı ve elektrik enerjisi talebindeki dalgalanmalar, sektörün özelliğinden kaynaklanmaktadır. Tekstil kuruluşlarının genellikle küçük ve orta ölçekli olması ve yukarıdaki faktörler bir bütün olarak değerlendirmeye

alındığında, gaz türbinli birleşik ısı-güç üretim sistemleri, tüketim miktarının çok düşük olması nedeniyle ekonomik olmamakta, bu sebeple pistonlu motorlu birleşik ısı-güç üretim sistemleri bu sektör için en uygun seçim olmaktadır. Bu uygulamalar için geri ödeme süreleri 2-3 yıl civarında olmaktadır.

7.1.6. Seramik sektörü

Bu sektördeki fabrikalar ısı enerjisini, sprej kurutucular ve fırınlar gibi bölümlerde kullanırlar. Elektrik ise, ağırlıklı olarak preslerde ve değirmenlerde kullanılır. Seramik sanayinde enerji tüketimi, ürünün maliyetinde önemli bir yer tutmaktadır. Bileşik ısı-güç üretimi, bu işletmelerde önemli bir yer tutmakla birlikte aynı zamanda büyük ölçüde enerji tasarrufu sağlayarak rekabet gücünün de artmasını sağlamaktadır.

Bu sektör için en uygun birleşik ısı-güç üretim sistemi, sprej kurutuculardan ısı geri kazanımına da elverişli olan gaz türbinli ve kurutucularla bağlantılı pistonlu motorlu sistemlerdir. Sprej kurutucuların ısı tüketimlerinin yüksek olması ve burada 500°C civarında sıcak gazlara ihtiyaç duyulması sebebiyle egzoz gazlarının direkt olarak kullanılabilmesinden dolayı, gaz türbinli tesisler bu işletmeler için en uygun yöntem olmaktadır [19]. Bu işletmeler için geri ödeme süresi 2-2,5 yıl civarında olmaktadır.

7.1.7. Tuğla ve toprak sanayi

Bu sektörde ısı enerjisi pişirme ve kurutma işlemlerinde, elektrik ise, değirmenlerde ve preslerde tüketilmektedir. Kurutma için gerekli ısı genellikle 100-200°C civarında sıcaklığa sahip gazlardan elde edilir [19]. Bu durumda yüksek oranlarda ısı geri kazanımı sağlayan ve dolayısıyla da o oranda enerji tasarrufu imkânını sağlayan pistonlu motorlu birleşik ısı-güç üretim sistemlerinin kullanılması daha uygun olmaktadır. Büyük miktarlarda ısı üretimi ve tüketimi olan işletme şartlarında, gaz türbinli tesisler de cazip olmaktadır. Her iki durumda da kurutuculara, direkt olarak geri kazanılan gazların verilmesi mümkündür ve tesis çok basit olacaktır. Geri ödeme süreleri ise 1,5-2,5 yıl civarındadır.

7.1.8. Sağlık ve Kamu Hizmet Binaları

Bilindiği üzere ülkemizde sağlık başta olmak üzere kamu harcamaları her yıl büyüyen oranlarda artış göstermektedir. Özellikle hastanelerin enerji giderlerini kontrol altına almak için enerji yönetimi konusu Sağlık Bakanlığı'nca önem verilen bir politika haline gelmiştir.

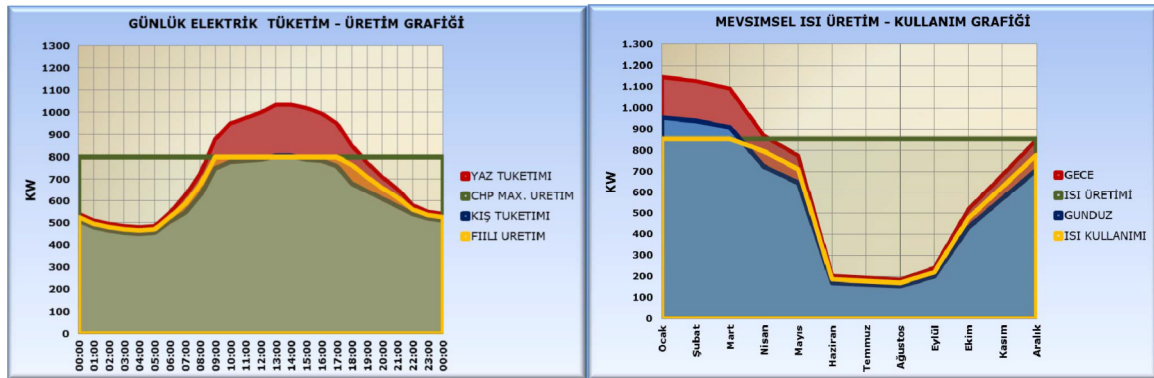
Kamu hastanelerinin elektrik giderleri 2016 yılı için 391.563.330,00 TL tutarında yüksek meblağları bulmuştur [21]. Bu sebeple 7 gün 24 saat çalışan bu kamu binalarının enerji verimliliği büyük önem arz etmektedir. Kojenerasyon tesislerinin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ilgili tebliğine göre minimum 6.000 saat çalıştırılma zorunluluğu düşünüldüğünde bu sistemlerin en uygun olduğu kamu binalarının sağlık tesisleri olduğu görülmektedir. Aşağıda optimizasyonu yapılmış bir hastane tipi kojenerasyon tesisi özetlenmiştir.

7.1.9. Optimizasyon İçin Temel Kriterler ve Hastane Örneği

Kojenerasyon sistemlerinin büyük kamu binaları gibi hizmet binalarında; elektrik tüketimini, soğutma ve ısı ihtiyacını azami oranda karşılaması beklenir.

Ancak elektrik ve ısı tüketiminin günlük ve mevsimsel olarak değişkenlik göstermesi, kojenerasyon ünitelerinde optimizasyonu önemli kılmaktadır. Kojenerasyon ve trijenerasyon sistemlerinin ilk çıktığı dönemlerde kapasite seçilirken, uygulama yapılacak tesislerin trafo gücüne paralel olarak kojenerasyon sistemi kapasitesi belirlenmekteydi. Fakat bu yöntemin özellikle kış mevsimi gece tüketimi ile yaz mevsimi gündüz tüketimi arasında 4-5 kat fark olan tesisler için verimsiz olduğu tecrübe edilmiştir[22]. Düşük kapasitede (nominal güçlerinin %40-50 altında) çalışan üniteler, sık sık devre dışı kaldıkları gibi uzun geri dönüş sürelerine de sebep olurlar.

Şekil 7.1; Ankara'da bulunan 22.000 m² büyüklüğünde A sınıfı bir hastanenin yaz ve kış dönemine ait günlük elektrik tüketim trendini, ısı ihtiyacını ve optimize edilen kojenerasyon ünitesinin elektrik ve ısı üretimi kapasiteleri ile tesisin elektrik ve ısı ihtiyacını karşılama oranlarını göstermektedir [20].



Şekil 7.1. Hastane Binası Elektrik Üretim ve Kullanım Grafiği [20]

Hizmet binalarının elektrik tüketimleri mesai saatleri içerisinde (09.00-18.00) yoğunluk gösterirken, mevsimsel olarak ve bölgesel olarak değişiklikler göstermektedir. Hafta sonları, resmi tatil ve idari izin günlerinde sağlık ve emniyet hizmetleri haricinde kapalı olan kamu binalarının yıllık ortalama (9 saat/gün x 250 gün/yıl) 2.250 saat üzerinden kojenerasyon veya trijenerasyon tesisinin kurulu güç kapasitesi geliştirilebilmektedir.

Diğer kamu binalarından farklı olarak hastane binalarında verilen hizmet aynı zamanda bir nevi otel hizmeti de içerdiğinden günün 24 saat ve haftanın 7 günü süreklilik arz eder. Yoğunluğa, bölgeye ve mevsime göre farklılık gösterse de hemen hemen bütün hastane binaları (24 saat/gün x 365 gün/yıl= $\sim$ 8.760 saat) 6.000 saatten fazla enerji tüketimi ile kojenerasyon sistemleri için elverişli yapılardır.

7.2. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hizmet Binası Kojenerasyon Uygulaması

T.C. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından Kasım 2014’de yayınlanan ve Ek 5’te sunulan “*Kojenerasyon Tesisleri Verim Belgesi ve Atık Isıdan Elektrik Üretimi Tesisleri Değerlendirme Belgesi*” isimli klavuz dokümanın 2.8 ve 2.11 no’lu başlıkları altında kojenerasyon tesislerinin talep tahmini ve tasarımı için son bir yılda 6.000 saatlik üretim, tüketim ve benzeri işletme bilgilerinin olması gerektiği belirtilmiştir. Yukarıda bahsedildiği gibi büyük kamu binalarına sahip başkentte konuşlanmış kamu binaları daha çok merkez teşkilatlarına, Bakanlıklara ve Müsteşarlıklara ait olup; ortalama iki bin üç yüz yirmi (2.320) saat enerji tüketimi gerçekleşmektedir. Bahsedilen yönergeye göre haftanın beş (5) günü faaliyet gösteren kamu kurumlarında kojenerasyon uygulaması mümkün gözükmemektedir. Ancak T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı inşası 2015 yılında tamamlanan yeni merkez Bakanlık binasında kojenerasyon tesisine yer vermiştir. Çizelge 7.1’de özellikleri verilen kojenerasyon tesisinin kurulu güç kapasitesi 400 kW’tır.

Çizelge 7.1. Kojenerasyon Tesisi Bilgileri

GENEL BİLGİLER TABLOSU	
1. Endüstriyel İşletmenin	
Adı / Ünvanı	ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
Adresi	Mustafa Kemal Mahallesi Eskişehir Devlet Yolu (Dumlupınar Bulvarı) 9. km. No:278 Çankaya / Ankara
Telefon No	0 (312) 418 43 06
Faks No	0 (312) 418 72 23
Şirket Yetkilisinin İletişim Bilgileri	.
2. Kojenerasyon Tesisinin	
Üretici Firma	R SCHMITT ENERTEC
Marka Modeli	ENERGIN M12-CHP G 400 x
Tesis Yeri	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hizmet Binası
Teknoloji Türü	KOJENERASYON (BİRLEŞİK ISI-GÜÇ ÜRETİM) SİSTEMİ - CHP-
Model Yılı	2017
Yakıt Cinsi	Doğalgaz
Isının Kullanım Şekli (Buhar ve sıcak su/baca gazının doğrudan kullanımı)	Isıtma ve Sıcak Su Elde Etme
Isıl Enerji Azami Çıkış Gücü [kW]	532 kW
Ceket Suyundan Alınan Isıl Enerji	275 kW
Egzosdan Alınan Isıl Enerji	230 kW
Aftercoolerden Alınan Isıl Enerji	27 kW
Diğer(Radrasyon, egzost ve lt soğutma devresi)	(48+30+29) 107 kW
Elektrik Azami Çıkış Gücü [kW]	400 kW
Toplam Enerji Giriş Gücü [kW]	1039 kW
Tesisin Yıllık İşletme Saati	2530 saat ((365-112)*10)
Bağlantı Gerilimi [kV]	0,4 kV
Yıllık Ortalama Ortam Sıcaklığı [°C]	(41) – (-24)
Yerinde Tüketim Oranı [%]	100
Şebekeye Verilme Oranı [%]	0

7.3. Kojenerasyon Sistemlerinin Ekonomik Sürdürülebilirliğinin İrdelenmesi

AYB Çevre ve Enerji Kredisi Finansal Sözleşmesi Ek Mektubunun “Yüksek Verimli Isı ve Güç Kojenerasyonu” başlığı altında kojenerasyon sistemleri için aşağıdaki şartlar aranmıştır.

Kojenerasyon sistemleri, Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2004/8/EC ve 2012/27/EU sayılı yönergeleri ile sunulan enerji verimliliği gerekliliklerini sağlamak zorundadır.

- Proje kapsamında üretilen enerjinin en az 50%'si yüksek verimli kojenerasyon sisteminden kaynaklanmalıdır; diğer bir deyişle üretilen

enerjinin en az 50%'si kojenerasyon marifetiyle üretilmelidir ve kojenerasyona bağlı birincil enerji tasarrufu en az %10 seviyesinde olmalıdır. (PES Birincil Enerji Tasarrufu)**

- Yıllık bazda üretilen toplam elektrik ve faydalı ısı* için en az %5 seviyesinde birincil enerji seviyesi sağlanmalıdır.***

Çizelge 7.1'de verilen teknik bilgiler ışığında Dünya Bankası ve AYB yönergelerinde sıklıkla yer verilen PES (Birincil Enerji Tasarrufu) teriminin formülizasyonuna ve hesaplanmasına aşağıda yer verilmiştir.

- ✓ Toplam Enerji Giriş Gücü: 1039 kW
- ✓ Elektrik Azami Çıkış Gücü: 400 kW
- ✓ Isıl Enerji Azami Çıkış Gücü: 532 kW
 - Ceket Suyundan Alınan Isıl Enerji:275 kW
 - Egzosdan Alınan Isıl Enerji:230 kW
 - Aftercooler'dan Alınan Isıl Enerji:27 kW
 - Diğer (Radyasyon, egzost ve soğutma devresi):(48+30+29)*107kW

PES: Kojenerasyon Sistemi Birincil Enerji Tasarrufu (Primary Energy Savings)

Ref E_μ: Harmonised ref. x [(Ratio of el.used for own consumption) x (Cor. factor for el.consumed on site) + (Ratio of el.fed into grid) x (Cor. factor for el.exported to grid)]

Ref H_μ: Ayrı ısı üretimi verimlilik değeri (Efficiency referance value for sepearate heat production)

CHP E_μ: Kojenerasyon sisteminin elektrik verimliliği (Electrical efficiency of cogeneration production)

CHP H_μ: Kojenerasyon sisteminin ısı verimliliği (Heat efficiency of cogeneration production)

CHP H_μ:
$$\frac{\text{Oluşan yıllık kullanılabilir ısı (Annual useful heat output)}}{\text{Toplam akaryakıt girdisi (Fuel input used)}}$$

CHP E_μ:
$$\frac{\text{Kojenerasyon ile üretilen enerji (Annual electricity from cogeneation)}}{\text{Toplam akaryakıt girdisi (Fuel input used)}}$$

* AB 2004/8/EC yönergesi kapsamında faydalı ısı, tüketicinin gerçek ısıtma ve soğutma talebini ekonomik ve sürdürülebilir bir şekilde karşılayan ısıdır.

** Yüksek verimli kojenerasyon 'high-efficiency cogeneration';2012/27/EU yönergesinde 2(34) başlığı altında belirtilen tanıma uyan kojenerasyon sistemleridir.

*** Bu madde kojenerasyonlu ve kojenerasyonsuz faaliyet gösteren santraller için geçerlidir.

Çizelge 7.2. Düzeltilmiş Verimlilik Referans Değeri için Düzeltme Faktörleri [21]

Voltaaj	Şebekeye Verilen Elektrik	İç Tüketime Giden Elektrik
>200 kV	1	0,985
100-200 kV	0,985	0,965
50-100 kV	0,965	0,945
0,4-50 kV	0,945	0,925
<0,4 kV	0,925	0,86

Correction Factors for Harmonised Efficiency Reference Values for Seperate Production of Electricity

Çizelge 7.2'ye göre ele alınan sistem kurulu gücü 0,4 kV olduğundan;

Şebekeye verilen elektrik düzeltme katsayısı: 0,925 ve

İç tüketime giden elektrik düzeltme katsayısı: 1 alınmıştır

Ortam Isısı Düzeltme Katsayısı; Standart ISO koşullarının gerektirdiği sıcaklık (15°C) ile sistemin kurulacağı şehirdeki yıllık ortalama sıcaklık arasındaki farktan kaynaklanır. Her bir derece sıcaklık farkı için % 0,1 oranında düzeltme yapılır.

Çizelge 7.3. Ankara İli Yıllık Ort. Sıcaklık Çizelgesi (1927-2016 İklim Per.) [24]

ANKARA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	0,20	1,60	5,70	11,34	16,10	20,10	23,50	23,40	18,70	12,90	7,10	2,40	11,90

Çizelge 7.3. Ankara İli Yıllık Ort. Sıcaklık Çizelges görüldüğü üzere son iklim periyoduna göre (1927-2016) Ankara ili yıllık ortalama sıcaklığı 11,9°C olduğundan (11,9-15)*0,1 düzeltmesi aşağıdaki formülde yer almıştır.

$$Ref E_{\mu} = 52,5 \times \left[(11,9 - 15) \times 0,1 \right] \times \left(\frac{0,985 \times 15}{100} \right) + \left(\frac{1 \times 85}{100} \right) = 52,1$$

$$PES = \left(1 - \frac{1}{\frac{CHP H_{\mu}}{Ref H_{\mu}} + \frac{CHP E_{\mu}}{Ref E_{\mu}}} \right) \times 100\%$$

$$PES = 1 - \left[\frac{1}{\frac{51,2}{90} + \frac{38,5}{52,1}} \right] = 23,5$$

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2004/8/EC sayılı direktifi doğrultusunda yapılan hesaplamalardan görüldüğü üzere PES (Birincil Enerji Tasarrufu) **23,5 > 10** olduğundan gerekli koşul sağlanmıştır.

7.4. Kojenerasyon Sistemi İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi

LCOE analizi için örnek alınan ÇŞB ana hizmet binası trijenerasyon tesisi için; işletme giderlerine, yıllık bakım onarım (2.000 EUR) ve yıllık doğalgaz tüketim maliyetleri (256.000 EUR) dâhil edilmiştir. Söz konusu trijenerasyon sistemi için 10. senede 200.000 EUR ağır bakım maliyeti de öngörülmüştür.

375.000 EUR toplam yatırım bedeli olan trijenerasyon sisteminin toplam üreteceği yıllık enerji miktarı: (Isıl En. 532kW + Elektrik En. 400kW) * (2.520 saat) = 2.348.640 kWh olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 7.4'te İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Değeri:

İndirgenmiş Toplam Yatırım Tutarı / İndirgenmiş Toplam Üretim Değeri = 0,130 EUR/kWh > 0,113 EUR/kWh olarak hesaplanmıştır.

Hesaplamalarımız sonucunda Avrupa Yatırım Bankası kıstaslarına göre Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ana hizmet binası için 400 kW kurulu güce sahip trijenerasyon sistemi kurulumu yatırım yapılabilir (rantabl) değildir.

Çizelge 7.4. Kojenerasyon Tesisi Yatırımı İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti Analizi

Yıllar	Top. Sabit Yat. Tutarı (EUR) (Capital Investment)	Top. İşletme Giderleri (EUR) (O&M)	Sabit Yat. Tutarı + İşletme Giderleri (EUR) (Capital Investment+O&M)	İndirgeme Oranı (Discount Factor)	İndirgenmiş Yatırım Maliyeti (EUR) (Discounted Capital Inv.+O&M)	Yıllık En. Üretim Miktarı (kWh) (Generation)	İndirgenmiş En. Üretim Miktarı (kWh) (Discounted Generation)
2018	375.000			1,00	375.000		
2019		258.000	258.000	1,05	245.714	2.348.640	2.236.800
2020		258.000	258.000	1,10	234.014	2.348.640	2.130.286
2021		258.000	258.000	1,16	222.870	2.348.640	2.028.844
2022		258.000	258.000	1,22	212.257	2.348.640	1.932.232
2023		258.000	258.000	1,28	202.150	2.348.640	1.840.221
2024		258.000	258.000	1,34	192.524	2.348.640	1.752.591
2025		258.000	258.000	1,41	183.356	2.348.640	1.669.135
2026		258.000	258.000	1,48	174.625	2.348.640	1.589.652
2027		258.000	258.000	1,55	166.309	2.348.640	1.513.954
2028		458.000	458.000	1,63	281.172	2.348.640	1.441.861
2029		258.000	258.000	1,71	150.847	2.348.640	1.373.201
2030		258.000	258.000	1,80	143.664	2.348.640	1.307.811
2031		258.000	258.000	1,89	136.823	2.348.640	1.245.534
2032		258.000	258.000	1,98	130.308	2.348.640	1.186.223
2033		258.000	258.000	2,08	124.102	2.348.640	1.129.736
2034		258.000	258.000	2,18	118.193	2.348.640	1.075.939
2035		258.000	258.000	2,29	112.565	2.348.640	1.024.704
2036		258.000	258.000	2,41	107.204	2.348.640	975.908
2037		258.000	258.000	2,53	102.099	2.348.640	929.437
20 yıl için İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti = 0,13 EUR/kWh > 0,113 EUR/kWh					3.615.795	EUR	28.384.068 kWh

7.5. Bölüm Değerlendirmesi

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, diğer kamu binalarına örnek oluşturması için yeni ana hizmet binasını yeşil bina gerekliliklerine göre planlamıştır. Bu kapsamda yeşil bina sertifika sistemleri puanlama sisteminde yer alan enerji puanı ile ilgili olarak trijenerasyon sistemi kurulmuştur. Bölüm 7.4'te verilen analiz sonuçlarında görüldüğü üzere kurulan trijenerasyon santrali her ne kadar enerji üretimine ve verimli enerji kullanımına uygun bir sistem olsada kurgulanan sistemin 2.350 saat üzerinden çalışması yatırımın geri dönüş süresini uzattığından rantabil bir yatırım değildir. YEGM Kasım 2014 tarihli Kojenerasyon Tesisi Verim Belgesi ve Atık Isıdan Elektrik Üretimi Tesis Değerlendirme Kılavuzunda *“İşletmenin son bir yıl içerisinde, en az altı bin (6.000) saatlik ihtiyaç duyduğu enerji miktarı göz önünde bulundurularak, ısı ve elektrik için planlanan talep projeksiyonu yapılır.”* ifadesi 6.000 saatten az işleyen tesisleri verimli kabul etmeyerek; elde edilen İndirgenmiş Birim Enerji Maliyeti analizi sonucu ile örtüşmektedir.

Ancak kamu binalarında uygulanacak tesisler için uyulması gereken verimlilik klavuzu aynı zamanda tüm kamu binalarında mikro kojenerasyon tesisleri (kurulu gücü 50 kW ve altı olan) kurulmasının önünü engel olarakta çıkmaktadır. Bakanlık yetkilileri ile yapılan görüşmelerde sistem verimsizliğinden kaynaklanacak verimsiz kamu yatırımların önünü almak ve kamu kaynaklarının doğru şekilde değerlendirilebilmesi için bu şekilde bir yönetmelik uygulandığı belirtilmiştir.

Tez kapsamında bilgi alışverişi için kojenerasyon kurulumu yapan firmalar ile yapılan görüşmelerde mikro kojenerasyon tesislerinin daha fazla kazan arızası vermesi, ağır bakımlarının normal kojenerasyon sistemlerine göre daha sık olması sebeplerinden dolayı tercih edilmediği belirtilmiştir. Bu bilgi bakanlık uzmanlarının öngörülerini ile uyushmaktadır ancak gelişen teknoloji ve ağır bakım-onarım maliyetlerinin giderek azalması 2014 yılında çıkarılan yönetmeliğin günün şartlarına göre makul bir çalışma saati ile güncellenmesini de gerektirmektedir. Aksi takdirde doğru bir optimizasyon çalışması sonucu 2000 saatten fazla çalışabilecek, 50 kW kurulu güç ve üstünde çalışabilecek sistemlerin de önü kesilmiş olacaktır.

Nitekim 2015 yılında yine Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nce yapılan Kamu Binalarına ait Enerji Verimliliği Etüt Çalışması'nda Çizelge 7.5'te listelenen kamu binaları için, yılda altı bin (6.000) saatten az çalışan kojenerasyon sistemlerinin faydalı olacağı belirtilmiştir.

Çizelge 7.5. Uygulanması Önerilen Kojenerasyon Yatırımları [10]

Kojenerasyon Yatırımı				
Tür	Adet	Tasarruf (TL)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (YIL)
Hastane	12	13.690.000	26.104.000	1,91
Üniversite	4	12.490.805	26.816.000	2,15
İdari Bina	3	3.058.000	6.371.000	2,08
Havaalanı	1	480.000	1.170.000	2,44
Toplam	20	29.718.805	60.461.000	2,03

Kojenerasyon ve trijenerasyon konusu içerisinde görüldüğü üzere 2015 yılında hizmete alınan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ana hizmet binası yeşil bina sertifikasyonuna sahip örnek bir kamu binası olabilmek için Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün 2014 yılı Kojenerasyon ve Trijenerasyon Verimlilik Yönergesine aykırı şekilde önce kojenerasyon sonrasında trijenerasyon sistemini tesis etmek zorunda kalmıştır. Bu noktadan hareketle görülmektedir ki, ülkemiz şartlarına ve yasal mevzuatına uyumlu, ulusal yeşil bina değerlendirme sistemi geliştirilmesi bu tür ikilemlerin aşılması açısından önem arz etmektedir.



8. YEŞİL BİNA SERTİFİKA SİSTEMLERİ

Artan iklim değışikliği, su kaynaklarının giderek azalması, kontrolsüz gelişmenin ekosistemleri yok edişi gibi çevre sorunları başta büyük devletler olmak üzere birçok uluslararası örgütün konunun önemini anlamasına vesile olmuştur. Ekosistemdeki bu olumsuz tablonun içerisinde yapı sektörü kuşkusuz başrol oyuncularından biridir. ‘Yeşil bina’ ekosistem üzerindeki bu olumsuz durumun olabildiğince bertaraf edilmesi için ortaya çıkmış bir kavramdır. ÇŞB yayınlarında *“Doğal kaynakları verimli kullanabilecek şekilde tasarlanan, inşa edilen, yenilenen ve işletilen binalara Yeşil Bina denir”* şeklinde tanımlanmıştır [25].

Yapı sektörünün çevreye olan olumsuz etkilerini en aza indirmek için dünyanın birçok gelişmiş ülkesi (Amerika, İngiltere, Avustralya ve Almanya) kendilerine ait yeşil bina standardı ve çevre dostu bina değerlendirme sistemi geliştirmiş veya mevcut sertifikalarından birini kendilerine uyarlamışlardır.

8.1. Yeşil Binaların İncelenmesi Gereken Ana Konuları

Yeşil binalar; içinde yaşayanların sağlığını korumak, çalışma verimini artırmak, kaynakların verimli kullanılmasını sağlamak, çevresel etkileri minimuma indirmek için tasarlanmaktadır.

Enerji etkin, çevre dostu yeşil binaların değerlendirilmesi gereken temel konuları benzerlik göstermekle beraber; önem ve değerlendirme boyutu ele alındığında farklılıklar göstermektedir.

LEED ve BREEAM gibi önde gelen sertifika sistemleri birçok ulusal sertifika sistemine ilham vermiştir. Bu noktadan hareketle dünya üzerinde birçok sistemin ana konuları benzerlik göstermektedir. Ele alınan konuların başında Su, Enerji, Arazi ve Ekoloji, Malzeme, Ulaştırma, Sağlık ve Yönetim geldiğini söyleyebiliriz. Bu konuları kısaca aşağıdaki gibi genişletebiliriz.

8.1.1. Su Kullanımı

Su hayatın devamlılığı açısından düşünüldüğünde dünyanın en önemli doğal kaynaklarından biridir. Bu yüzden içilebilir kimyasal özelliklere sahip su olarak tanımlayabileceğimiz tatlı su, dünyadaki suyun yaklaşık %2,5’ünü oluşturmaktadır [25]. Tatlı su talebi her yıl arttığından tüm bina projeleri en az enerji verimliliği kadar su verimliliğini de göz önünde bulundurmak zorundadırlar. Su verimliliği yeşil bina

kapsamında incelendiğinde LEED sertifikası kriterleri ön plana çıkmaktadır. Su verimliliği ön şart olmak üzere aşağıdaki gibi derecelendirilmektedir.

Kredi 1 - Peyzaj etkin sulama

Tüketimi azaltmak için su talebi azaltılmasının yanı sıra sürdürülebilir ve etkin bir şekilde karşılanmalıdır. Bu kapsamda sulama talebinin bir miktarının karşılanması için nem sensörleri kullanılarak yağmur suyundan faydalanılabilir. Yağmur suyu depolaması ve atıksu geri kazanımı, LEED ve BREEAM sertifikaları kapsamında alternatif kaynaklar olarak değerlendirilir. Yer altı su tankları kullanılarak yağmur suyu depolanabilir ve depolanan su daha sonra sulama amaçlı kullanılabilir.

Kredi 2 – Yenilikçi Atıksu Teknolojileri

Yenilikçi Atıksu Teknolojileri kapsamında temiz su ihtiyacının, kanalizasyona giden temiz su miktarının ve atık su oluşumunun azaltılması hedeflenir. Ayrıca atık su miktarının 3. derecede arıtmaya (arıtılmış suyun filtreden geçirilip yerinde kullanılması) tabi tutulmasını desteklenir [25]. Temiz su tüketimini azaltmak için yüksek verimli armatürlerin, susuz pisuarların kullanımı desteklenir.

Kredi 3 - Su kullanımını azaltma

Su kullanımını azaltma başlığı altında giderek azalan tatlı su kaynaklarının ömrünü uzatmak hedeflenir. Su tasarrufu önlemleri kapsamında tuvalet, pisuar, lavabo musluk, duş, mutfak lavabosu gibi yerlerde ve su tüketen ekipmanlarda su verimliliğinin en üst düzeye çıkarılması hedeflenir [25].

8.1.2. Enerji, Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Kullanımı

Ülkemizde kullanımı hızla artan doğal gaz kullanımı, fosil yakıtlara oranla daha verimli ve temiz olsa da çevreye yine de belli bir oranda zarar vermektedir.

BREEAM sisteminde, enerji puanları alınarak, CO₂ salınımları değerlendirilmektedir. Bu kapsamda BREEAM'de belirtilen kontrol listesi kriterlerinden puan alınabilmektedir. Binanın ekonomik ömrü boyunca gerçeğe yakın enerji tüketimi ve sera gazı azaltımı oranlarının gösterilmesi gerektiğinden detaylı ve dinamik enerji modellerinin yapılması gerekmektedir. ENE5 enerji puanı düşük veya sıfır karbon (LZC= Low Zero Carbon) teknolojilerinin kullanılmasıyla ilgilidir. Fizibilite yapılması ve toplam enerjini tüketiminin en azından %15'inin yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılanmasına puan vermektedir. Bu noktada

Ülkemizdeki yenilenebilir enerji özellikle hidroelektrik enerji üretiminin yaygınlığı göz önüne alındığında yatırımcı teşvik edilebilir. Bir diğeri enerji puanı olan ENE6 kapsamında bina kabuğı performansı ve hava sızdırmazlığı incelenmekte, termal kamera ile bina tamamlandıktan sonra bina taraması gerekmektedir [27].

BREEM sertifikasyon sisteminde sadece inşaat sonrası değil aynı zamanda inşaat süresince de çeşitli nemler alınarak enerji tasarrufunun sağlanması için şantiye işlevlerinde karbondioksit salınımının azaltımına gidilmesinin planlanması ve takibi de önem arz etmektedir.

Bu sebeple yeni inşa edilen binaların enerji etkin tasarlanması için BEP "*Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğı*" zorunlu hale getirilmiştir. Bu kapsamda 2011 yılı itibarıyla yeni binaların proje aşamasında bina enerji tüketimlerini gösteren "*Enerji Kimlik Belgeleri*" düzenlemeleri zorunlu iken; mevcut binaların ise Nisan 2017 ye kadar kimlik belgelerini almaları gerekmektedir. Bu süre son düzenleme ile 2020 yılına kadar uzatılmıştır. Enerji Kimlik Belgeleri, Enerji Verimliliğı Danışmanlık (EVD) şirketlerince yapılacak ısıtma, yalıtım, aydınlatma sistemi vb. unsurların incelenmesi sonucunda tedarik edilebilecektir.

Enerji kimlik belgeleri ile elde edilen veriler, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı veri tabanında biriktirilmekte ve ilgili program ile binanın metrekare başına düşen enerji tüketim miktarı ve karbondioksit salımı hesaplanarak binalarda enerji kimlik belgeleri A dan G'ye kadar yapılan sınıflandırma ile verilmektedir. A sınıfı enerji kimlik belgesine sahip bina, enerji verimli bina olarak değeriendirildiğinden ev sahibi olmak isteyenlerin veya kiracıların bu binaları daha düşük işletme maliyetleri sebebiyle tercih etmeleri beklenmektedir.

8.1.3. Malzeme ve Kaynaklar

Yeşil bina uygulamasında yapı malzemeleri önemli paya sahiptir. Proje maliyetini azaltmak için proje sahasına yakın ve geri dönüşümlü malzeme kullanılması önemlidir. Aynı zamanda sürdürülebilirlik ağısından yapı malzemesinin gerek yapım gerek işletim gerekse sonlandırma aşamasında çevreye zararının minimuma indirgenmesi gerekir. Yapı malzemelerinin dünyadaki malzemelerinin %40'ını oluşturuğı düşünüldüğünde yapı malzemesinin temini, kullanıma hazır hale getirilmesi, sahaya taşınması ve ekonomik ömrü bitiğinde geri dönüştürülebilmesi

evre açısından çok bk önem arz ettiği görülür. BREEAM'de ulusal geçerliliği olan yağam döngüsü analizi yapılmığ malzemelerin kullanımı önerilmektedir.

LEED sertifika sistemi ise Yeğil Malzeme Rehberi (The Green Guide) içerisinde yer alan A ya da A+ dereceye sahip yapı malzemelerinin kullanımını tavsiye etmektedir. Bu rehberde yer almayan maddelerin yapı alanının %20'sinden fazla olmaması gerektiğini yahut söz konusu malzemenin geçerliliği olan bir yağam döngüsü analizi sertifikasına sahip olmasını talep etmektedir [27].

Türkiye'de de evre veğehircilik Bakanlığı'nca 2009 yılında bağlanan Yeğil Bina Sertifikası için Yol Haritası alığmalarında; yapı elemanlarının (yapı iskeleti, çatı, dığ duvarlar, temel/altyapı, merdiven gibi) oluğturulmasında malzemelerin %80'inden fazlasının sorumlu temin edilmesi gerekliliğinden bahsedilmiğtir [27]. evre dostu malzemeler arasında beton, cam, plastik ve kauçuk, tuğla, reğine esaslı kompozitler ve malzemeler, metaller, ahėap paneller, alçı, çatı membranı ve asfalt gibi bitüm esaslı malzemeler, diğer mineral esaslı malzemeler ve geri dnğtrlmğ hammaddeye sahip malzemeler yer alır. 2012 yılı itibariyle 4734 sayılı Kamu İhale Kanununda 'sorumlu temin' terimi ile yukarıda bahsedilen yağam döngüsü analizi yapılmığ ve sertifikalandırılmığ malzemelerin teminine yer verilmiğtir. Sorumlu temin edilmiğ malzemeler tedarik ve üretim süreci incelenmiğ ve belgelendirilmė malzemelerdir.

BREEAM sertifika sisteminde malzemelerin üretim ve tedarikinin yanı sıra sahaya getiriliğ şekli, bekletilme ve depolanma şekli de MAL7 puanı içerisinde değerlendirilir [27].

8.1.4. Sağlıklı İç Ortam ve Hava Kalitesi

Uzayan alığma saatleri ve bykėehir yağamının artması ile insan zamanının çoğunu bina içi ortamlarda geçirdiğinden iç ortam hava kalitesi yeğil binalar için önemli parametrelerden biri olarak öne ıkmığtır. Isı, iletiğim ve güvenlik gibi hizmetleri otomasyon sistemleri ile sunan ve akıllı bina olarak adlandırılan binalarda klima sistemleri ile ortam havasının yenilenmesi yerine mevcut havanın tekrar tekrar ısıtılıp veya soğutulup geri dnğtrlmesi virüs vb. zararlı kimyasalların artmasına yol açmaktadır. Amerikan evre Ajansı (EPA) raporlarında dığ ortama göre iç ortam kirleticilerinin 2-5 kat daha fazla olduğunu belirtmektedir [27]. Bu sebeple yeğil binalarda konvansiyonel klima sistemleri yerine iç ortam hava kalitesi karbondioksit

seviyesi veya başka parametreler üzerinden düştüğü durumlarda otomatik hava değişimi yapan yeni ventilasyon sistemlerini tavsiye etmektedir. Yine gün ışığından faydalanmak için aydınlatma boşluklarının mimari tasarım aşamasında kullanılması, iç ortam hava kalitesini artırmak için açılır pencerelere yer verilmesi ve iç ortam kirleticilerin kontrolü ve iç gürültünün azaltılması bütün sertifika sistemlerinde standart olan unsurlardır.

Amerikan Çevre Ajansı (EPA) 2014 yılı raporuna göre iç ortam hava kalitesi artırılmış yeşil binalarda; ofislerde verimliliğin arttığı, okullarda başarının yükseldiği, devamsızlığın azaldığı ve hastanelerde tabucu süresinin kısaldığının tespit edildiğine yer verilmiştir [27].

Diđer yeřil bina unsurlarında olduđu gibi iç hava kalitesini etkileyecek otomasyon ve diđer sistemlerin de yařam döngüsü analizi (LCA: Life Cycle Analysis) yapılmıř sistem ve malzemelerden sečilmesi bütün sertifika sistemlerinde tercih edilir.

8.2. Yaygın Kullanılan Sertifika Sistemleri

Şekil 8.1. Dünya Geneline Bina Çevresel Performansı Değ. Sistemleri [25] bilinen 11 gönüllü sertifika sistemi vardır; BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability), SBtool (Sustainable Building Tool-Canada), CASBEE (Japonya’da devlet destekli olarak 2004 yılında oluşturulan sertifika programı), DGNB ((Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) Alman Yeşil Bina Konseyi tarafından 2009 yılında oluşturulan sertifika programı), ECO-QUANTUM (simülasyon bazlı bir model program), ECOPROFILE (var olan büro ve ofis binaları için geliştirilen bir program), GBC (Green Buildings Challenge), GREENSTAR (LEED ve GREEN ölçütleri incelenerek Avustralya Yeşil Bina Konseyi tarafından 2003 yılında oluşturulmuş bir program), LCAid (Yaşam döngüsü analizine dayalı bir program) [25].



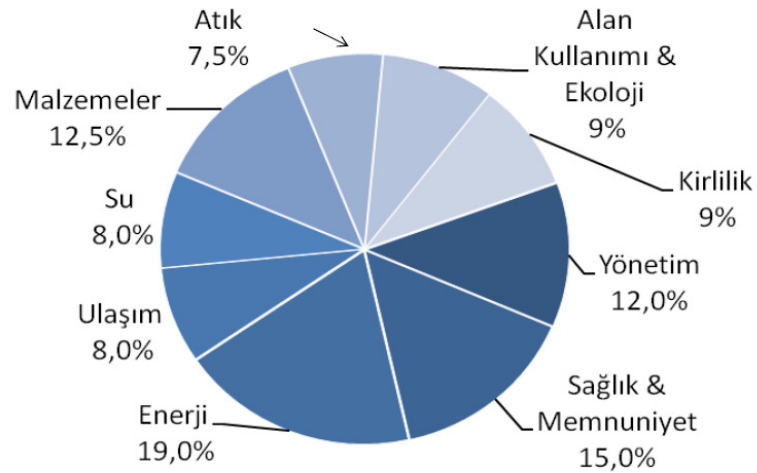
Şekil 8.1. Dünya Geneline Bina Çevresel Performansı Değ. Sistemleri [25]

En yaygın kullanılanlar 1998'de Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkan LEED (Sorumlu kuruluş: GBCI) ve 1990'da İngiltere'de ortaya çıkan BREEAM (Sorumlu kuruluş: BRE-Global)'dir.

8.2.1. BREEAM Değerlendirme Sistemi

İngiliz Yapı Araştırma Kurumu (BRE) tarafından geliştirilen BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), 1990 yılında uygulamaya geçirilen Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu (BREEAM) kriterlere dayalı değerlendirme sistemlerinin ilk örneğidir. Yeni yapıları değerlendirmek için kurgulanan program, çeşitli performans kategorileri altında değerlendirme ve puanlama yapmaktadır. Yönetim, Sağlık ve Memnuniyet, Enerji, Ulaşım, Atıklar, Kirlilik, Arazi Kullanımı ve Ekoloji olmak üzere toplam dokuz (9) grupta yer alan kriterler üzerinden puan toplar. BREEAM'in çıkış noktası İngiltere imar yasaları olmuştur. Yani yeşil bina sistemleri İngiltere'de devlet eliyle ilerlemiş ve gelişmiştir. Öncelikle İngiltere'deki birçok yerel belediye, yapı ruhsatı verilmesi aşamasında BREEAM ön değerlendirmesini şart koşmaya başlamış ve bunu hızlı bir şekilde özel sektör takip etmiştir [25].

BREEAM, 2008 yılından itibaren İngiltere dışındaki ülkeler içinde BREEAM International (Türkiye'yi de için alan), BREEAM Europe (Avrupa ülkeleri için) ve BREEAM Gulf (Körfez ülkeleri için) adlarıyla yurt dışı değerlendirme kriterleri geliştirmiştir. Oteller, eğitim ve tatil kompleksleri, konaklama tesisleri ve farklı fonksiyonlara sahip iş ve alışveriş merkezleri için yapı türüne özgü BREEAM Beskope (Sipariş) hazırlanabilmektedir [26].



Şekil 8.2. BREEAM Europe Performans Kategorileri ve Dağılım Oranları [26]

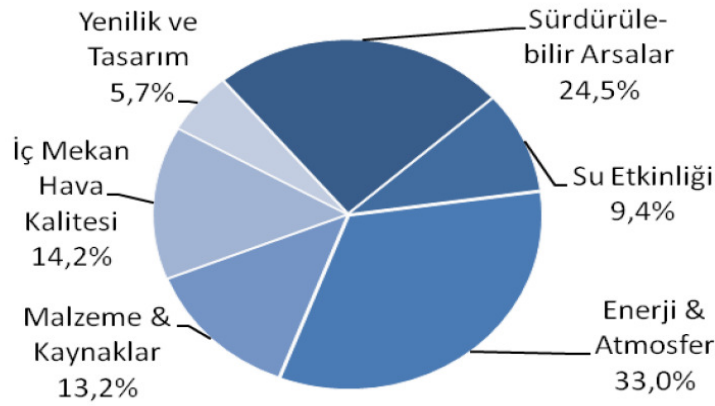
BREEAM sertifika sistemine göre gösterge puanları %30'un altında olan yapıların çevresel performansının belgelendirilmesi mümkün değildir. Gösterge puanlarının %30'dan fazlasını alan yapılar kademeli olarak Geçer (30-45), İyi (45-55), Çok İyi

(55-70), Mükemmel (70-85) ve Seçkin (85-100) olmak üzere derecelendirilir. Şekil 8.2’de BREEAM sertifika sistemi performans kategorileri ve dağılım oranları verilmiştir.

Ülkemizde ilk olarak Hollandalı bir yatırımcının alışveriş merkezleri için aldığı sertifikalar ile adını duyuran BREEAM sertifikası şu aralar, en büyük rakibi LEED kadar tanınıyor ve BRE'nin verilerine göre şu anda tüm dünyada 900 bine yakın BREEAM sertifikası almış ya da almaya aday irili ufaklı bina bulunmaktadır [27].

8.2.2. LEED Değerlendirme Sistemi

Yeşil binaları sayısını ve gelişimini artırmak için ABD Yeşil Bina Konseyi (U.S. Green Building Council-USGBC) tarafından 1998 yılında tasarlanmış olan LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) piyasaya bağlı, ulusal oybirliğine dayanan bir bina değerlendirme sistemidir. USGBC her ne kadar kar amacı gütmeyen bir organizasyon olsa da 20 bine yakın üye kuruluşun aidat, bağış ve sertifikasyon için ödediği paralarla senede 20 milyon dolardan fazla gelir sağlayan bir kurumdur. BRE'ye göre daha aktif bir pazarlama stratejisi olan LEED şu an 20.000’nin üzerinde proje projeyi sertifikalandırmıştır [27].



Şekil 8.3. LEED (Yeni Yapılar ve Büyük Onarımlar) Performans Kategorileri ve Dağılım Oranları [27]

Şekil 8.3’de LEED sertifika sistemi performans kategorileri ve dağılım oranları verilmiştir. Performans kategorilerindeki önkoşullar yerine getirildikten sonra; tasarım ve yapım olmak üzere iki temel aşamaya ilişkin belgeler internet ortamında yüklendikten sonra gerekli incelemeler ABD Yeşil Bina Konseyi tarafından yapılmaktadır. Önkoşulları yerine getiremeyen yapılar değerlendirmeye

alınmamaktadır. Konsey tarafından kriterler ile ilgili yapılan puanlama sonucunda toplam puan üzerinden sertifika düzeyini belirlemektedir. Sertifika, Gümüş, Altın ve Platin olmak üzere 4 farklı kademede sertifikasyon yapmaktadır.

8.2.3. İki Sertifika Sistemi Arasındaki Benzerlikler ve Farklar

LEED ve BREEAM sertifika sistemleri, projeleri çeşitli başlıklar altında değerlendirip binaların farklı alanlarda performanslarını ortaya koymaktadırlar. Hesaplamalardaki farklılıklar haricinde, BREEAM puan kriterlerinin yüzde 60'tan fazlası LEED ile aynı konuları kapsamaktadır ancak hesaplama ve formulizasyon yönetmelerinde farklılıklar vardır. LEED puan kriterlerinin de yüzde 80'i BREEAM'in konularını oluşturmaktadır ve yine farklı hesaplama ve farklı inceleme detaylarına bulunmaktadır. İki sertifika da, alındıktan sonra normal şartlarda binanın ömrü boyunca yenileme gerektirmemektedir. Amerikan menşeli LEED sertifika sistemi Amerikan standartları ile uyumlu hesaplamalar sunarken; BREEAM sistemi Avrupa Birliği normlarına atıfta bulunmaktadır.

Uygulanan ülkenin ilgili standardı, LEED veya BREEAM sistemindeki atıfta bulunan standarttan daha kapsamlı olması durumunda, ülke standardının kullanılmasına cevaz verilmektedir.

BREEAM'de sertifikasyon toplam on ana başlık altında sunulurken; LEED'de yedi, konu başlığı bulunmaktadır. Genel araştırma ve değerlendirme konularında birçok ortak noktası olan bu iki sistem detaylarda farklılıklar göstermektedir. Bütün farklılıkları bu başlık altında ortaya koyulması mümkün olmaz ama temel bazı farklılıklar aşağıdaki gibidir.

BREEAM daha özellikli uygulamalara puan vermektedir, LEED ise amacı belirtip uygulama yöntemini tasarımcılara bırakmaktadır. Bu durum, tasarımcılara esneklik sağlarken öte yandan özünde çevreci olmayan uygulamaların da LEED kriterini sağlıyor diye yapılabilmesine sebep olmaktadır [27].

LEED denetimini ABD Yeşil Bina Konseyi ile yaptırırken; BREEAM bu denetimi yüzlerce yetkilendirilmiş birim denetçileri aracılığıyla yaptırmaktadır.

LEED, inşaat sonrası tek seferde sertifikalandırırken; BREEAM, tasarım ve inşaat sonrası olmak üzere 2 tip sertifikasyon uygulanmaktadır.

LEED, her kategoride önkoşul talep ederken; BREEAM, uluslararası projelerde ön koşul talep etmemektedir. (BREEAM 2018 yılı sertifikasyonunda bölgelere göre değişen önkoşul talep etme hazırlığı içerisinde.)

Her iki sistemde de danışman zorunlu değilken LEED danışman ile çalışılmasını artı puan olarak değerlendirmektedir. İlk bakışta BREEAM ücretlerinin daha düşük olduğu görülse de; sertifika ücreti içerisinde denetleme olmadığından ve mutlak bir denetçi ile çalışma koşulu olduğundan toplam maliyete bakıldığında LEED in daha uygun olduğu görülmektedir. BREEAM'den farklı olarak LEED sisteminde zorunlu olan Enerji Modellemesi hizmeti 500 ile 5000 USD arasında mal olmaktadır. Sistemsel Devreye Alma (Commissioning) BREEAM sisteminde zorunlu değilken; LEED sertifikasyonunda zorunlu durumdadır. Su verimliliği için LEED, EPA (Environmental Protection Agency) standartlarında bir bina ile kıyaslama yaparak verimlilik ölçerken, BREEAM ise kişi başına tüketim m³/yıl olarak belli bir değere bağlamaktadır. Isı adası efekti; LEED'de iki adet kriter ile incelenirken, BREEAM'de bu konu incelenmemiştir. Akustik performans ise BREEAM'de iki ana başlık altında yer verilirken; LEED'de sadece eğitim için kullanılan versiyonda karşımıza çıkmaktadır [27].

Son olarak şunu da belirtmek gerek; BREEAM kriterleri BRE uzmanlarının çalışmaları ile ortaya çıkmaktadır, LEED ise kendi üyelerinin yanısıra endüstri ve kamudan birçok kişinin onayını alarak kriter belirlemektedir. BREEAM daha bilimsel uygulamalarla kriterlerinin belirlendiğini ve binlerce binanın sertifikalandırıldığını internet sitesinde belirtse de sitede yeterli bilgi ve şeffaflık olmaması bir takım soru işaretleri bırakmaktadır. Bu bakımdan LEED'in daha şeffaf ve katılımcı olduğu söylenebilir.

8.2.4. LEED ve BREEAM Sertifika Sistemlerinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi

Her ülkenin kendi yerel standartlarını, inşaat yöntemlerini, iklimsel verilerini ve kültürlerini gözeterek kendine özgü bir sistem oluşturması amaçlanmaktadır. Çünkü her ülkenin mimari kültürü, iklim koşulları ve sosyolojisi farklılıklar göstermektedir. Ancak özellikle son 10 yılda LEED ve BREEAM yaptıkları atılımlarla uluslararası kimlik kazanmış ve kendine özgü yeşil bina değerlendirme sistemleri bulunmayan ülkelerde kabul görmeye başlamışlardır.

İki sistemde her ne kadar uluslararası kabul görmüş olsa da uygulamada çıktıkları ülkenin standartlarını yansıtmaktadırlar. Bu sebeple bazı standartların Türkiye’de bilinirliği azdır. Örneğin; Enerji Tasarrufuna ilişkin bir standart olan LEED ASHRAE 90.1 ile ilgili tecrübeli uygulayıcı bulmak oldukça zordur. Yine iki sertifika sistemi için değerlendirme yapılabilmesi için projelere ait tüm teknik şartname ve çizim detaylarının İngilizceye çevrilmesi gerekmektedir. Sadece Türkçe hazırlanan bu teknik dokümanların İngilizceye çevrilmesi de zahmetli bir iştir. Öte yandan LEED ve BREEAM’e ait bazı puanların alınması yasal zorluk ve engellerle karşılaşabilmektedir. Örneğin; LEED’e ait yenilenebilir enerji puanı için sistemde üretilen yenilenebilir enerjinin sisteme satışı gerekmektedir. Bu gereklilik Türkiye’de çift taraflı sayaç uygulaması yaygın olmadığından ülkemizde altyapısı henüz gelişmemiştir.

Bunun yanı sıra Yeşil Bina kriterlerinin toplam inşaat bedeline maliyeti ortalama %2 ile %10 arasında değişmektedir. Uluslararası yeşil bina sertifikalarının maliyeti 5.000 USD den başlamak üzere ticari yapılarda 100.000 USD ‘a kadar varmakta dolayısı ile ülkemizden yabancı kaynak çıkışına sebep olmaktadır [27].

8.3. Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Yeşil Bina Çalışmaları ile İlgili Gelişmeler

Dünyada yeşil bina örnekleri artarken, gelişmekte olan ülkeler kendi şartlarına uygun yeşil bina ölçütlerini yönetmeliklerine dâhil etmeyi sürdürüyorlar. Bu sertifikalar sayesinde gerek kullanıcılar gerek devlet kurumları binalarda tüketilen enerji miktarı, iç hava kalitesi, doğaya salınan karbondioksit miktarı, kaynak yönetim sistemi gibi birçok veri hakkında bilgi sahibi olmaktadır.

Mevcut haliyle gönüllülük esasına göre başvuru alan yeşil bina sertifikaları ile tüketici bilincinin artırılması ve yapılan işlerin belgelendirilmesi amaçlanmaktadır.

Avrupa Birliği’nde enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji çalışmaları 90’lı yıllara uzanırken; Türkiye’de binalarda enerji verimliliği ile ilgili mevcut yasal düzenlemeler 2000’li yıllarda başlamıştır. Türkiye’nin enerji verimliliği alanındaki reformları 2007 yılında TBMM’ye sunulup kabul edilen Enerji Verimliliği Yasası ile başlamıştır. 15 Şubat 2008 tarihli 2008/2 sayılı Başbakanlık Genelgesi ile kamu kurum ve kuruluşlarında enerjinin etkin ve verimli kullanılmasına yönelik tedbirler

belirlenmiştir. Bu Genelge ile "Ulusal Enerji Verimliliği Hareketi" başlatılmış ve 2008 yılı "Enerji Verimliliği Yılı" ilan edilmiştir.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği de 2008 yılında resmi gazetede yayınlanmış ve dört kere revizyona uğrayarak 2011 yılında son şeklini almıştır. 2012 yılında Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nin düzenlenmesini müteakip 2014 yılında ilk defa 'Yeşil Bina' terimini ihtiva eden Sürdürülebilir Yeşil Binalar ile Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik yayınlanmıştır.

2012 yılı sonrasında ülkemizde farklı bakanlıkların, belediyelerin ve TSE'nin yanısıra bağımsız özel kurumların ve derneklerin de yeşil bina ile ilgili çalışmalar yapmaya başladığı görülmektedir. Sırasıyla kurumların ilgili çalışmalarını aşağıda özetlenmiştir.

8.3.1. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği Çalışmaları

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın görevleri kuruluş kanununda;

"Yabancı enerji kaynaklarına bağımlılığın azaltılması, enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması bulunmaktadır. Bu çerçevede, enerji sektörünün öncelikli stratejisi, "yerli kaynakların en etkin biçimde kullanımı sağlamak, enerjide arz güvenliğini sağlamak, enerjide dışa bağımlılığımızı azaltmak, enerji üretim ve tüketiminde verimliliği sağlamak, mevcut enerji tasarrufu potansiyelini azami ölçüde gerçekleştirmek, yenilenebilir enerji ve teknolojisinin ülke içinde geliştirilmesini sağlamak" olarak belirtilmiştir [28].

18.Nisan.2007'de kabul edilen 5627 no'lu Enerji Verimliliği Kanunu; *"Enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesini ve çevrenin korunmasını sağlamak için, enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasını"* amaçlamaktadır. Enerji Verimliliği kanununa dayandırılarak çıkarılan yönetmeliklerden 13 Ağustos 2008 tarihli 2008/19 sayılı Başbakanlık Genelgesinde *"Tüm kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler ve kamu kurumu niteliğindeki meslek odalarının bir ay içinde kendi sorumluluklarında bulunan yerlerdeki mevcut akkor flamanlı lambaları tasarruflu ampullerle değiştirmeleri zorunlu kılınmıştır"* ibaresine yer verilmiştir [28].

Türkiye’de Enerji Verimliliği çalışmaları 2011 yılına kadar Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’na bağlı Mülga Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü uhdesinde yürütülürken; (YEGM) Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü’nün kurulması ve görev tanımlarının 3154 sayılı kanun ile düzenlenmesinden sonra Enerji Verimliliği ile beraber Yenilenebilir Enerji Üretimi konusunda da yasal düzenlemeler artış göstermiştir. YEGM tarafından Yeşil Binalar konusunu en çok ilgilendiren yasal düzenleme 5346 sayılı ‘Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun’dur. Bu konunun Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğin Uygulanmasına Dair Tebliği ile binalarda kurulu gücü 1MW altında olan çatı tipi güneş enerji santral projelerinin uygulanmasının önü açılmıştır.

8.3.2. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı En-Ver ve Yeşil Bina Çalışmaları

9 Ağustos 1983 yılında kabul edilen Çevre Kanununu temel alan ve 17 Temmuz 2008’de yürürlüğe giren yeni ÇED yönetmeliğinde; *“Çevresel Etki Değerlendirmesi; gerçekleştirilmesi planlanan projelerin çevreye olabilecek olumlu ve olumsuz etkilerinin belirlenmesinde, olumsuz yöndeki etkilerin önlenmesi ya da çevreye zarar vermeyecek ölçüde en aza indirilmesi için alınacak önlemlerin, seçilen yer ile teknoloji alternatiflerinin belirlenerek değerlendirilmesinde ve projelerin uygulanmasının izlenmesi ve kontrolünde sürdürülecek çalışmalar”* olarak tanımlanmıştır. Aynı yönetmelikte ÇED raporu istenen tesisler: *“Her türlü rafineriler, termik güç santralleri, her türlü fabrika ve üretim tesisleri, endüstriyel ölçekte üretim yapan kimya tesisleri, patlayıcı ve parlayıcı maddelerin üretildiği tesisler, yollar, geçişler ve havaalanları, su yolları, limanlar ve tersaneler, tehlikeli ve özel işleme tabi atıklar, atık depolama tesisleri, atık barajları, atık havuzları, yeraltı suyu çıkarma veya suyu yeraltında depolama projeleri, tatil köyleri ve turizm kompleksleri”* olarak tanımlanmıştır. Bina projeleri için bir ÇED zorunluluğu tanımlanmamıştır [29].

ÇED in yanısıra; 2000 yılında yürürlüğe alınan *“Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği”* ile Aralık 2008’de yürürlüğe giren *“Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği”* önemli düzenlemelerdir.

5627 sayılı Enerji Verimlili Kanunu ile Enerji Kimlik Belgesi (EKB) alma zorunluluğu Nisan 2017 tarihine kadar zorunlu tutulurken, Enerji Kimlik Belgesi Erteleme

Yönetmeliğinin 28 Nisan 2017 tarihinde Resmi Gazete’ de yayımlanarak yürürlüğe girmesi ile bu tarih 2020 yılına kadar ertelenmiştir.

EKB ile binalardaki enerji gereksinimin ve enerji tüketim sınıfını belirten binanın enerji pasaportu olarak değerlendirilebilir.

Bina Enerji Performansı Yönetmeliği gereği zorunlu kılınan Enerji Kimlik Belgesi (EKB) ile bina sakinlerinin ve binada alım/satım veya kiralama yapacak kişilerin söz konusu binanın enerji performansı hakkında bilgi sahibi olmasını sağlamaktır. Enerji Kimlik Belgesi düzenleme tarihinden itibaren 10 yıl geçerlidir. Bu sürenin sonunda Enerji Kimlik Belgesi (EKB) hazırlanılacak bir rapor doğrultusunda yeniden düzenlenir. Enerji Kimlik Belgesi, yeni binalar için SMM’ler tarafından mevcut binalar içinse Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketleri (EVD) tarafından hazırlanabilmektedir. Türkiye’deki yerel sertifika sistemleri kapsamında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 8 Aralık 2014 tarihinde hazırlanan “*Sürdürülebilir Yeşil Binalar ile Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik*” önemli bir kilometre taşıdır. Bu yönetmeliğin amacı, binanın doğal kaynakları ve enerjiyi verimli kullanarak çevresel etkilerini azaltmak için sürdürülebilir yeşil binalar ile sürdürülebilir yerleşmelerin değerlendirme ve belgelendirme sistemlerinin oluşturulması, belgelendirme süreçlerinde rol alacakların görev, nitelik ve sorumluluklarının belirlenmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir. Yönetmelik, mevcut ve yeni binalar ile yerleşmelerin teknik özelliklerini ve gereksinimlerini dikkate alarak çevresel, sosyal ve ekonomik performanslarının ve sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesini ve belgelendirilmesini kapsamaktadır [29].

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Ulusal Yeşil Bina Sertifikasyonu üzerinde çalışmalara başlamıştır. Söz konusu bilgi Bakanlık yetkilileri ile tez kapsamında yapılan görüşmelerde tarafımıza iletilmiştir. Bununla birlikte çalışma ile ilgili geniş bir komisyon hazırlığı yapıldığı da 2017’de gerçekleştirilen (Şekil 8.4) Enerji Verimliliği Forum ve Fuarı’nda Bakanlık yetkililerince katılımcılarla paylaşılmıştır.



Şekil 8.4. ÇŞB Ulusal Yeşil Bina Sertifikasyonu Çalışmaları

8.3.3. Belediyelerin Atık Bertarafı, Geri Dönüşüm Çalışmaları

Belediyelerin Yeşil Bina sertifikalarını ilgilendiren konuları daha çok atık su çalışmaları, katı atıkların değerlendirilmesi ve şehrin hava kalitesinin artırılması ile ilgilidir.

Belediyelerin birbiri ile benzeyen strateji raporlarında benzer genel hedeflerin ön plana çıktığını görülmektedir; atık su ve yağmur suyu altyapısı olmayan yerlerde 2011 yılı sonuna kadar çalışmaların tamamlanması, mevcut atık su arıtım sisteminin bakım ve onarımının yapılması; sürdürülebilir katı atık bertarafı ve geri dönüşümün sağlanması, kişi başına düşen aktif yeşil alanların artırılması, hava kalitesinin standardının yükseltilmesi ve kirlilik ölçümlerinin yapılması olarak belirtilmiştir [29].

Örnek olarak; İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı İSTAÇ A.Ş.'nin projeleri arasında yer alan çöp gazlarından elektrik üretimi, çöp sızıntı sularının arıtılması, katı atıkların geri dönüşümü çalışmaları gösterilebilir. Sarıyer Belediyesi'nin 2017 yılında hizmete giren BREEAM sertifikalı Ana Hizmet Binası, LEED sertifikalı Çanakkale Belediyesi'nin Kültür ve Kongre Merkezi, Adana Büyük Şehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı'nın BREEAM sertifikası adayı hizmet binası da örnek olarak gösterilebilir.

8.3.4. Türk Standartları Enstitüsü En-Ver ve Yeşil Bina Sertifikasyon Çalışmaları

Her türlü mamul ve hizmet standardını yapmaya yetkili kurum olan TSE Türk Standartları Enstitüsü tarafından Mayıs 2008’de yayımlanan, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nca kabul gören TS 825 'Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları standardı uyarınca, sadece 14 Haziran 2000 tarihinden sonra yapılan binalarda ısı yalıtımı yapılması zorunludur, bu tarihten sonra yapılan binalar; standart ve yönetmeliklerin koşullarına uymak zorundadır. TS 825 baz alınarak çıkarılan Isı Yalıtımı Yönetmeliği; binalardaki ısı kayıplarının azaltılmasına, enerji tasarrufu sağlanmasına ve uygulamaya dair usul ve esasları kapsamaktadır. Türkiye’de binalarda ısı yalıtımı uygulamaları bakımından oluşturulan dört bölgede yer alan il ve ilçelere göre ısı yalıtımı projesindeki ısı geçirgenlik katsayıları, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı belirlenmiş, bina tiplerine göre çeşitli ısı yalıtım detayları önerilmiş, projelendirme ve denetim esasları belirtilmiştir [29].

TSE’nin Yeşil Bina konusunda kilometre taşı olan en önemli Yeşil Bina çalışması; 2013 yılında “yerli yeşil bina” konusu ile başlayan ve farklı kurum ve kuruluşlardan 55 uzmanın katılımı ile tamamlanan ‘Güvenli Yeşil Bina’ Belgesidir.

Kamu eliyle hazırlanmış ilk yeşil bina değerlendirme sistemi olma özelliğini sahiptir. 2014 yılında paylaşılan sertifika 2015 yılında revise edilecek son halini almıştır. TSE tarafından verilen sertifikanın başka bir özelliği ise sadece yeşil değil aynı zamanda güvenli bina sayısını da artırmaktır. TSE Güvenli Yeşil Bina belgesi, yangın ve deprem konusunda uluslararası emsallerine göre daha ileri düzeyde bilgi ve detay talep etmektedir.

TSE tarafından ilk sertifika Iğdır Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü’ne verilmiştir. Birkaç kamu hizmet binası ile üniversitelerin ilgi gösterdiği sertifika özel sektörden yeterli ilgi görmemiştir.

8.3.5. Üniversitelerin Yeşil Bina Çalışmaları

Yakın Doğu Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi ve Piri Reis Üniversitesi gibi birçok üniversite yeşil binalar ve yeşil kampüsler konulu çalışmalar yapmaktadır. Bunlar içinde yerli sertifikasyon ile ilgili olarak dikkati çeken SEEB-TR (Sürdürülebilir Enerji Etkin Binalar) çalışmasıdır. SEEB-TR, Mimar Sinan Üniversitesi bünyesinde 2008 yılında kurulan Yapı Uygulama ve Araştırma Merkezi (YUAM) tarafından

hazırlanmış ve Ocak 2014'te tanıtımı yapılmıştır. Sistemin değerlendirme ölçütleri; enerji, su verimliliği, malzeme ve kaynak kullanımı, atık yönetimi, proje ve yapım yönetimi, işletme ve bakım, kirlilik, başlıkları altında sınıflandırılmıştır ancak sistemle ilgili ayrıntılı bilgiye ulaşılamamaktadır.

8.3.6. Bağımsız Kuruluşlar (ÇEDBİK) Yeşil Konut Sertifika Çalışmaları

2007'de kurulan Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği'nin (ÇEDBİK) amacı inşaat sektörünün çevresel anlamda problemlerinin giderilip çevreye duyarlı hale getirilmesidir. Haziran 2012'de Dünya Yeşil Binalar Konseyinde (WGBC) asıl üye statüsü kazanmıştır. ÇEDBİK tarafından yaşanabilir bir çevre ve bina standardında çitanın yükseltilmesi sloganıyla 2013 yılında Yeşil Konut Sertifikası hazırlanmıştır. Sekiz değerlendirme ölçütü ve kırk üç alt başlıktan oluşmaktadır ve yüz puan üzerinden değerlendirilmektedir. Standart, iyi ve pekiyi olarak üç farklı sertifika düzeyi mevcuttur. Yeni binalar ve modernize edilen binalar için aynı ön koşul ve puanlama sisteminin geçerli olması, deprem ve yangın gibi güvenlik bazlı değerlendirme kriterlerine yeteri kadar yer verilmemesi ÇEDBİK değerlendirme sisteminin negatif yönleri olarak tez kapsamında tespit edilmiştir. Bununla birlikte sertifika hazırlık aşamasında konu ile ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının katılımının sağlanmaması; katılımın sadece üniversite ve bağımsız kurumlar nezninde kalması değerlendirme kapsamı ile birlikte sertifikaya ilginin de az olmasına sebep olmuştur. İlk ÇEDBİK yeşil bina sertifikası 2016 yılında İstanbul'da Antteras isimli konut projesine verilmiştir. Türk Standartları Enstitüsü tarafından yayınlanan Güvenilir Yeşil Bina Belgesi sonrası ÇEDBİK yeşil bina sertifikasına kamu kurumlarının ilgisinin kalmadığı gözlemlenmektedir [30].

8.4. Bölüm Değerlendirmesi

Tüketici bilincinin artırılması, müteahhit, mimar, mühendis, teknisyen, malzeme tedarikçisi gibi sektörün tüm aktörlerinde enerji verimliliği kültürünün oluşması yeşil bina değerlendirme sistemlerinin uygulanmasından geçmektedir. Son on yılda LEED ve BREEAM gibi uluslararası kabul görmüş sertifikasyon sistemleri bölgesel özelliklere göre kendilerini revize ederek ulusal yeşil bina standartları bulunmayan ülkelerde kabul görmeye başlamışlardır. Ancak her ülkenin mimari kültürü, iklim koşulları, yasal mevzuatları ve sosyolojisi farklılıklar gösterdiğinden kullanıcılar açısından sıkıntılar ve uygulamada problemler ortaya çıkmaktadır.

Bununla birlikte yeşil bina kriterlerinin toplam inşaat bedeline maliyeti ortalama %2 ile %10 arasında değişmektedir. Uluslararası yeşil bina sertifikalarının maliyeti 5.000 USD den başlamak üzere ticari yapılarda 100.000 USD'a kadar varmakta dolayısı ile ülkemizden yabancı kaynak çıkışına sebep olmaktadır.

TSE tarafından hazırlanan 'Güvenilir Yeşil Bina Sertifikası' kamu eliyle hazırlanan ilk yerel sertifika özelliğini taşımaktadır. Ancak tez kapsamında belirtilen gibi devlet teşvik ve desteklerinden yoksun bir politikanın gönüllülük esasına göre başarılı olması güçtür. Türk Standartları Enstitüsü politika belirleyici ve uygulayıcı bir kurum olmadığından konunun Bakanlık bazında ele alınması gerekmektedir.

Tüm bu sebeplerden tez kapsamında tamamen ulusal parametreler ve ülkemiz yasal mevzuatı göz önüne alınarak yeşil bina konusu ile daha yakından ilişkili kurum olan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı çatısı altında bağımsız kurumlar, üniversiteler ve ilgili kamu kurumlarının katılımıyla yeni bir yeşil bina değerlendirme sistemi oluşturulması tavsiye edilmektedir.

9. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Tez kapsamında kamu alımlarının ihtiyaç duyulan hizmetlerin tedarik edilmesinin yanında başka çıktılar elde edilmesi hedefleniyorsa politika aracı olarak kullanılabilecek kapasiteye sahip olduğu anlatılmıştır. Kamu alımlarının ekonomiyi yönlendirme gücünün Avrupa Birliği ülkelerinde özellikle inşaat sektöründe sürdürülebilir çevreci alımlar için bir araç olarak kullanıldığı farkı ülkelere örneklerle ortaya konmuştur.

Ülkemizde de kamu alımlarının, piyasaya doğrudan müdahalede bulunmadan, serbest rekabet şartları içerisinde ve çevresel hedefler doğrultusunda yönlendirici ve teşvik edici bir işlev kazandırabileceği belirtilmiştir.

Diğer gelişmekte olan ülkeler gibi Türkiye’de kamu yatırım projelerinin iç kaynaklarla finanse edilmesinin yeterli olmadığı durumlarda dış finansman gereksinimi duymakta ve Dünya Bankası, Avrupa Yatırım Bankası gibi uluslararası fon kuruluşlarından kaynak tedarik etmektedir. Bu sebeple tez çalışmasında bahsedilen enerji verimliliği yatırım unsurları bu kaynakların koşulları çerçevesinde sürdürülebilirlik analizine tabii tutulmuştur.

Üç farklı iklim bölgesinde yer alan ve üç farklı büyüklükte kamu binasının güçlendirme ve yenileme çalışmasına ait yatırımları ülkemiz ve AYB arasında imzalanan en güncel çevre ve enerji antlaşması kapsamında analiz edilmiştir. Uluslararası kaynakları ile fonlandığı takdirde örnek olarak ele alınan Ankara ilindeki Bakanlık binası ve Isparta ilindeki kamu binasına ait yenileme yatırımları fayda maliyet ve LCOE analizi sonucu yapılabilir (feasible) ve sürdürülebilir bulunmuştur.

6. Bölüm başlığı altında detaylı şekilde öztüketim yapan ve şebekeye bağlanan GES yatırımlarının özelliklerinden ve farklılıklarından bahsedilmiştir. Elektrik şebekesinin bulunmadığı (off grid) uzak kalekol ve karakol yapıları gibi kamu binaları için yatırım verimliliği aranmamalıdır. Ancak 2018 yılı içerisinde uygulanacak olan yeni dağıtım bedelleri ve halen yüksek olan bakım-onarım, sigorta maliyetleri gibi sebepler göz önüne alındığında şebekeye enerji satışı yapmak üzere kurulan çatı tipi GES santrallerinde 500 kW kurulu güç sınırı aranması sürdürülebilirlik açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple en az 5.000 m² çatı alanına sahip kamu binalarında (Büyük bölge hastaneleri, havalimanı terminal binaları, büyük ölçekli cezaevleri ve

kışlalar vb.) üretilen enerjinin tamamının şebekeye verilmek (YEKDEM) üzere kurulumu uygun bulunmuştur.

Yapılan ekonomik analizler sonucu ortaya çıkan diğer bir durum ise öztüketim için yatırım yapacak olan kamu kurumlarının (özellikle belediyeler ve il özel idareleri) 5MW kurulu güçten daha küçük ölçekte yatırım yapmaları sürdürülebilir bulunmamaktadır.

Kojenerasyon (Birleşik Isı ve Güç) sistemi uygulaması ile ilgili ele alınan örnek kamu binası için 400 kW kurulu güce sahip tesisinin rantabil olmadığı görülmüştür. Hastane, cezaevi ve havaalanı gibi durmaksızın hizmet veren kamusal yapılar haricinde yılda 6.000 saatten az enerji tüketimi yapan hizmet binalarında gerek yüksek bakım onarım maliyetleri gerekse YEGM Verimlilik Yönetmeliği gereği kojen ve trijen uygulaması tesis etmesi uygun görülmemektedir.

Ancak yine YEGM tarafından 2015 yılında yapılan Kamu Binalarına ait Enerji Verimliliği Etüt Çalışması'nda (Çizelge 7.5) bazı kamu hizmet binaları için, yılda altı bin (6.000) saatten az çalışan kojenerasyon sistemlerinin faydalı olacağı belirtilmiştir. Bu sebeple gelişen teknoloji ve mikrokojenasyon (kurulu gücü 50kW'ın altında olan) tesislerinin azalan bakım onarım maliyetleri göz önüne alınarak YEGM Verimlilik Yönetmeliğinin yeni bir çalışma saati kıstası ile güncellenmesi ve altı bin (6.000) saatten az çalışabilecek sistemler için de önünün açılması uygun görülmektedir.

Tez çalışması kapsamında yeşil bina kavramı irdelenmiş, sertifika sistemlerine olan ihtiyaç ve gelişim süreci ortaya konmuştur. Birer tasarım rehberi olarak görülen sertifika sistemlerinin genel koşulları ve birbirine benzeyen puanlama sistemlerinden bahsedilmiştir.

Dünyada yaygın olarak kullanılan başta LEED ve BREEAM olmak üzere yeşil bina sertifika sistemleri ile ilgili genel değerlendirilmeler yapılmış ve birbirleriyle mukayese edilmiştir. Önde gelen sertifika sistemlerini Türkiye'ye adapte etmenin avantaj ve dezavantajları irdelendiğinde ülkemiz için yeni bir değerlendirme modeli oluşturulmasının gerek yerel kod ve yönetmeliklerle uyumlu olacağı gerekse ülkemizin ekonomik koşullarına göre uygulanabilir ve sürdürülebilir olacağı vurgulanmıştır.

Son yıllarda AB uyum süreci çerçevesinde ülkemizde enerji ve kaynak verimliliğine dair yasal çalışmalar yapılmıştır ve halen devam etmektedir. Yapı sektöründeki %60'a varan kayıtsız yapılaşmalar, olası deprem tehlikesi ve kentsel dönüşüm gibi henüz aşılammış konular yeşil bina çalışmalarını gölgede bırakmaktadır. Bu sebeple TSE tarafından geliştirilen “Güvenilir Yeşil Bina Sertifikası” ve ÇEDBİK tarafından geliştirilen “Konut Sertifikası” geliştirilmesine rağmen devam eden süreçte bu sistemlerin piyasayı geliştirici ve yönlendirici nitelikte olmadığı görülmüştür. Bunun içinde ülkemizde iskân ve şehircilik işlerinden sorumlu olan Bakanlık (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) öncülüğünde Türk Standartları Enstitüsü ile konuda çalışmalar yapan üniversiteler ve bağımsız kuruluşları da kapsayacak şekilde yeni bir değerlendirme sistemi geliştirilmelidir. Sübvansiyon krediler, vergi indirimleri gibi devlet teşvikleri ile altyapısı oluşturulmuş, ülkemiz koşullarına uygun teknik ve ekonomik sürdürülebilirliği olan, özgün bir değerlendirme sistemi AB ülkeleri örneklerinde olduğu gibi başarılı olacaktır.

Kanun ve yönetmelikler ile desteklenen yeni bir değerlendirme sistemi diğer uluslararası sertifika sistemleri gibi sadece gönüllülük esasına dayalı olmayacak; piyasayı yönlendirici olacağı gibi uygulanabilir ve sürdürülebilir çevreci binalar geliştirilmesinin önünü açacaktır. Bu sayede Türkiye’de yapı üretim alışkanlıkları değişecek, tasarım aşamasında enerji modellemesi ve enerji uzmanlığı zorunlu hale gelecek, enerji etkin sistemleri yakından takip eden mimar ve mühendisler artacaktır. Ekolojik yapı malzemelerinin üretimi ve tedarik zinciri daha sıkı denetlenebilecektir. Yapılarda çatı tipi Güneş Enerji Santrallerinin kurulması ile yenilenebilir enerji üretimi teşvik edilecek, uygun olan binalarda trijenerasyon ve mikro kojenerasyon sistemleri tesis edilecektir. Yeni bir sistem aynı zamanda yeni denetim mekanizması da gerektirecektir. Denetimin de yine konusunda uzman, eğitilmiş kamu ve özel sektör denetçileri aracılığıyla yapılması gerekmektedir.

Tez çalışmasının başında belirtildiği gibi piyasayı yönlendirecek kamusal satın alma gücü yönlendirici etkiye sahiptir. Bu sebeple kamu binalarının yapım, güçlendirme yenileme gibi tüm işlerinde bir yeşil bina rehberi aracılığıyla hedeflenen çevre dostu ve enerji etkin yapılar oluşturulabilir. Ayrıca çok büyük inşaat üretimi yapan TOKİ (Toplu Konut İdaresi Başkanlığı) aracılığıyla da toplu konut projelerinin çevreye duyarlı inşası teşvik edilebilir. Bu sayede çevre dostu malzeme tedarikçisinin yanı sıra

ekolojik esasları benimsemiş müteahhitlerin, mimarların, mühendislerin, teknisyenlerin sayısı ve bilgi birikimi de artacaktır.



KAYNAKLAR

- [1] Karakiş E., *Aylık Enerji İstatistikleri Raporu-6*, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, **2017**, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/EIGM-Raporlari>.
- [2] Porgalı M. S., *Kamu İdari Hizmet Binası Projelerine Yönelik Yaklaşım ve Süreç Önerisi*, Yayınlanmamış T.C. Kalkınma Bakanlığı Uzmanlık Tezi, T.C. Kalkınma Bakanlığı, Ankara, **2015**.
- [3] Kantarci Ö., *Çevreci Kamu Alımları*, Yayınlanmamış Kamu İhale Kurumu Uzmanlık Tezi, Kamu İhale Kurumu, Ankara, **2012**.
- [4] Eren T., *Kamu Hizmetinin Değişimi Sürecinde Hizmet Alımı İhaleleri*, Yayınlanmamış Kamu İhale Kurumu Uzmanlık Tezi, Kamu İhale Kurumu, Ankara, **2010**.
- [5] Karakan B., *Kamu Alımlarının Ekonomik ve Sosyal Politikaların Aracı Olarak Kullanılması*, Kamu İhale Kurumu Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi, Kamu İhale Kurumu, Ankara, **2010**.
- [6] Dodd N., Garbarino E., Caldas M. G., *Green Public Procurement Criteria For Office Building Design, Construction And Management Report*, European Commission, USA, **2016**.
- [7] Cebeci N., *Enerji Tasarrufu ve Mimar Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü 4. Yenilenebilir Enerjiler Sempozyumu Ve Sanayi Sergisi Bildirisi*, İzmir, **2005**.
- [8] Yeang K., *The Green Skyscraper: The Basis For Designing Sustainable Intensive Buildings*, Prestel, Munich, **1999**.

- [9] Özmehmet E., *Avrupa ve Türkiye'deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Bakış*, Yaşar Üniversitesi, İstanbul, **2007**.
- [10] Anonim, Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Etütleri, *166 Adet Kamu Binasına Ait enerji Verimliliği Etüt Çalışması Değerlendirme Sonuç Raporu*, YEGM, Ankara, **2015**.
- [11] Candan E., *Dünya Bankası Kredilerine İlişkin Genel Esaslar, Proje Kredilerinin Özellikleri, Avantaj ve Dezavantajları*, Sayıştay Dergisi No.58, Ankara, **2011**.
- [12] Cenk Ö. F., *Türkiye'de Dünya Bankası Kredilerinin Kullanımı ve Uygulamada Karşılaşılan Sorunlar*, Uzmanlık Tezi. Hazine Müsteşarlığı Ekonomik Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, **1996**.
- [13] İzolasyon Dünyası Dergisi 46. Sayı, *Binalarda Isı Yalıtımı*, Şan Ofset, İstanbul, **2014**.
- [14] Erdoğan T.Y., *Materials of Construction*, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık, **2002**.
- [15] Erdoğan S., Erdoğan T., *Yapı Malzemeleri*, ODTÜ Yayıncılık, Ankara, **2001**.
- [16] Anonim, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı-Güneş, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>, (Ekim, **2016**).
- [17] Anonim, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü- GEPA, <http://www.eie.gov.tr/mycalculator/default.aspx>, (Kasım, **2016**).

- [18] Birol Z., *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimi- Mevcut Teknolojiler, Teknoloji Trendleri ve Maliyetler*, Türkiye Kalkınma Bankası, Mayıs, **2017**.
- [19] Akçay C. E., *Sanayide Enerji Verimliliği Yatırımları ve Finansmanı*, Türkiye Kalkınma Bankası Uzmanlık Tezi, Türkiye Kalkınma Bankası, Aralık **2010**.
- [20] TTMD, *Kojenerasyon Sistemleri İle Yerinde Enerji Üretimi, Hastane ve AVM'lerde Kojenerasyon Uygulamaları*, Mayıs **2017**.
- [21] Labanca N., Bertoldi P., *Energy Saving Calculation Methods Under Energy Efficiency Directive*, JRC Science For Policy Report, European Commission, January **2016**.
- [22] Türkel A. Y., *Birleşik Enerji Sistemleri, Enerji Verimliliği Mevzuatı ve Kojenerasyonun Yeri*, Marmara Üniversitesi, Ankara, **2008**.
- [23] Akar S., *Birleşik Isı ve Güç Sistemleri*, Topkapı Endüstri, İstanbul, **2010**.
- [24] Anonim, *İllere Ait Mevsim Normalleri*, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>, (Mayıs, **2016**).
- [25] Erten D., *Yeşil Binalar*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-V, Ankara, **2011**.
- [26] Bulut, B., *“Yeşil Bina Sertifika Sistemleri: Türkiye için Bir Sistem Önerisi”*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2014**.
- [27] Kıncay O., *Sürdürülebilir Yeşil Binalar*, 5. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu, İstanbul, **2016**.

[28] Çelik E., *Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin İncelenmesi, Türkiye’de Uygulanabilirliklerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi İTÜ, İstanbul, **2019**.

[29] Anonim, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Enerji Verimliliği Kanunu, http://www.eie.gov.tr/verimlilik/document/EnVerKanunu_Mayis2011.pdf, (Mayıs, **2016**).

[30] Anonim, Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği Konut Sertifikası, <http://www.cedbik.org.tr>, (Mayıs, **2017**).



EKLER

Ek 1: AYB Çevre ve Enerji Kredisi Finansal Sözleşmesi Ek Mektubu

Ek 2: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Müsteşarlık Hizmet Binası Yenileme ve Güçlendirme İşleri İhale Özet Sayfası

Ek 3: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Müsteşarlık Hizmet Binası Elektrik ve Doğalgaz Tüketim Değerleri

Ek 4: Güneş Enerji Santrali Proforma Faturası

Ek 5: Kojenerasyon ve Mikrokojenerasyon Tesislerinin Verimliliğinin Hesaplanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ



Ek 1: AYB Çevre ve Enerji Kredisi Finansal Sözleşmesi Ek Mektubu



Annex 1

EIB Eligibility Criteria by Sectors

RENEWABLE ENERGY		
All renewable energy investments should be based on resource modelling (e.g. wind, solar radiation, geothermal etc.), implementation and operation conducted by qualified specialists with proven experience. Where relevant, adequate electricity transmission capacity shall be demonstrated. All grid connected renewable energy power plants require, as a minimum, a study by a qualified independent expert identifying and screening the environmental and social impacts of the project. The study should identify potential impacts on local biodiversity, on nature conservation sites, and on local inhabitants, including any impacts on vulnerable people. The study should recommend mitigation measures (as required); determine whether a full environmental and social impact assessment study is needed and whether public consultation is advisable. It should also review potential cumulative impacts of the project with other investments in the area. This is particularly relevant, for example, to the development of multiple hydropower projects on the same river basin and the development multiple solar PV or wind farms in zones designated by public authorities. Solar PV schemes with an installed capacity of up to 1 MW may be exempt from this requirement provided that; i) they are not part of a number of similar smaller installations forming a large scheme and ii) that the Intermediary provides information on the environmental and social impact screening it has carried out on these schemes.		
SUB-SECTOR	CRITERIA APPLIED (*)	ECONOMIC CRITERIA ³
Solar PV and Solar Water Heaters	For PV schemes > 0.5 MWp: a site specific solar irradiation yield assessment (which can be based on available/existing databases). Commercially proven technology and trustworthy suppliers For solar water heaters, certified technology/suppliers in line with acceptable standards CSP is not eligible under this operation	The Levelised Cost of Heat of solar-generated heat should be competitive with fossil fuels alternatives taking into account environmental externalities. Opex is estimated to be around 2% of CAPEX/yr. No cost targets for new and innovative technologies, e.g. solar electricity / photovoltaics.
Hydropower	Refurbishment/retrofitting of existing hydropower plants and irrigation dams. Small and mini- run-of-river hydropower. Large dams are considered for allocation on a case-by-case basis. Large dams (as defined by the International Commission on Large Dams, having a height of 15 metres or more from the foundation or, if the height is between 5 and 15 metres, having a reservoir capacity of more than 3 million cubic metres) require an independent safety review.	The LCOE of hydropower-generated electricity <= 113 EUR/MWh considering 5% real discount rate and 20 years economic lifespan⁴.



ENERGY EFFICIENCY	
SUB-SECTOR	CRITERIA APPLIED
Eligible energy efficiency projects should be justified on the basis of an economic cost-benefit-analysis, for which in general the net present value of the energy saved including externalities, is greater than the net present cost of the project over its life considering 5% real discount rate. Where it is difficult to separate out the investments directly related to energy savings, it is necessary to demonstrate that energy efficiency is a significant element of the project. In these cases the energy savings, including environmental externalities, should at least cover 50% of the project cost in an economic analysis. For the following categories of investments additional specific criteria apply:	
District Heating / District Cooling	New systems and the rehabilitation or extension of existing systems are eligible, provided the investment plan for the system ensures heat will be produced mainly from high-efficient cogeneration, residual waste heat or renewable energy. Long-term heat supply costs including all necessary rehabilitation must be economically competitive with heat produced by individual boilers in buildings.
Energy Savings / Energy Efficiency in Buildings	<u>To be further detailed by EIB Services, if required, on the basis of below criteria:</u> <i>Major renovation of existing buildings (i.e. covering more than 25% of the building envelope or where the investment is higher than 25% of the building value excluding land value)</i> <i>a. Investments are only eligible within the framework of a public support program which is acceptable to the EIB</i> <i>b. Investments shall aim to achieve the life-cycle cost-optimum refurbishment level</i> <i>Building renovation not falling under the definition of major renovation:</i> <i>c. Investments are only eligible within the framework of a public support program which is acceptable to the EIB</i> <i>d. For measures at the building envelope, application of minimum requirements (U-values) identified in the public support programme</i> <i>Energy related building technologies (i.e. HVAC, control and regulation systems, lighting) must demonstrate economic profitability.</i>



High efficiency Co-Generation of Heat and Power	The cogeneration plant has to meet both of the following two "Energy Efficiency" criteria of the Bank. Calculations shall be pursued using the methodology for high-efficient cogeneration as provided by EU Directive 2012/27/EU and its related Decisions 2011/877/EU and 2008/952/EC. It is recommended to pursue this calculation by using a software model provided by the Bank: • At least 50% of generated electricity comes from high-efficiency cogeneration, i.e. at least 50% of generated electricity is cogenerated and the Primary Energy Savings (PES) related to this cogeneration reaches at least 10% (principal condition); • At least 5% net PES are achieved on an annual basis for the entire generated electricity and useful heat (related to cogeneration and non-cogeneration operation of the plant). A cogeneration plant using biomass must additionally comply with the Bank's eligibility criteria for biomass schemes (see criteria regarding biomass availability and sustainability, excluded technologies and biomass types in the same document under "Renewable Energy - Biomass"). A cogeneration plant using biomass that does not meet one or two of the above "Energy Efficiency" criteria can still be eligible as "Renewable Energy Investment" provided that it complies with the applicable eligibility criteria for biomass schemes. If the CHP plant co-fires biomass with fossil fuels, the RE eligibility is limited to the proportion of biomass in total fuel input. A cogeneration plant using fossil fuels is eligible only if its direct CO₂ equivalent emission is below the Bank's Emissions Performance of 550 gCO₂/kWhel.(EPS standard) Recovery of industrial waste gas is not subject to the two above Energy Efficiency criteria for cogeneration. Cogeneration plants based on coal or waste are generally excluded from framework loan operations. They may be acceptable on a case-by-case basis, if EIB services have reviewed such schemes ex-ante and confirmed their acceptability.
Energy Efficiency in industrial facilities	Projects should represent best practice and are limited to the improvement of existing facilities • All investments must be identified by an energy audit according to the minimum requirements established by EN 16247:1 (or equivalent) • The rehabilitation of the facility shall not increase the capacity by more than 25%. Exceptions with strong justifications may be considered on a case-by-case basis. • Energy efficiency investments in enterprises which are not SMEs are only eligible if the enterprise is establishing (or is willing to undertake to establish) an energy management system according to ISO 50001.

IEP - ENVIRONMENTAL PROTECTION

CRITERIA APPLIED

For this Framework Loan it is envisaged that the environmental protection investments eligible for Bank financing meet the eligibility criteria listed below.

- Eligible investments: rehabilitation or upgrade of existing installations with the purpose to increase material and/or water efficiency, reduce air and/or water pollution and/or improve waste management (only waste management related to the industry. Municipal or agricultural waste management is excluded).
- The Final Beneficiary has no infringements against Turkish environmental law and holds all required permits.
- The Final Beneficiary has established or undertakes to establish an environmental management system in place to ensure continuous compliance and good environmental management of the whole plant.
- The sub-project will implement Best Available Techniques and more specifically will achieve – at least – BAT standards, as defined in the EU IED Directive.
- Sub-projects are intended to invest in pollution abatement, not expansion of production. Sub-projects that achieve pollution abatement objectives, but which also result in expanded production capacity (e.g. clean technology applications) will be eligible provided that it does not entail substantial increase of nominal capacity (i.e. more than 25%).
- As the case may be, the relevant energy eligibility criteria shall apply, notably with regards to the EPS standard for associated power/heat generating facilities.



LOAN ALLOCATION PROCEDURES BASED ON SCHEME INVESTMENT COST

Thresholds for the applicability of allocations procedures

Criteria	Information to be provided to the Bank
Total scheme cost > 50 MEUR	To be individually appraised by the Bank and presented to its Board for approval before allocating the Bank's funds to the Final Beneficiary. A full dossier to be submitted to the Bank for ex-ante approval. Preferably, Bank services will be involved in early discussions about the suitability of the scheme for allocation to identify any scheme specific conditions required for eligibility. Allocation is subject to approval from the European Commission and the Bank's Board of Directors. The Bank will issue a formal communication of allocation.
Total scheme cost 0-50 MEUR for RE and environmental protection schemes and for schemes requiring an EIA Total scheme cost 25-50 MEUR for other schemes	Schemes will be selected by the FIs and shall meet the agreed eligibility criteria. Allocation of Bank's funds to schemes is subject to ex-ante approval by the Bank's services on the basis of synoptic information to be provided by the FIs, namely: - Copy of the completed Bank's Framework Allocation Request including the relevant Annexes (Financial table and Scheme Fiche formats as contained in Appendix A.4), and/or - Upon request an English language summary of the due diligence study of the Intermediary upon which its final credit decision was based., - Additional information which may typically include: - Description of the promoter, implementation body and operator (activities, location, Environmental Management etc). - For RE schemes: Resource (water, wind, solar etc.) Assessment Report and estimated yield, technical description of the capital investment (purpose, technology, main technical characteristics, capacity, location, expected utilisation, implementation period). - Total amount financed, total Capital Expenditures of the scheme, estimated scheme IRR , and in case of RE also levelised electricity costs (discounted production costs). - Confirmation of binding contractual agreement with the Final Beneficiary that environmental, procurement and permitting procedures are in compliance with national and EU legislation. Exceptionally, the Bank may request further information and reserves the right to carry out its own appraisal. The Bank will issue a communication of allocation.
Total scheme cost < 25 MEUR. This category excludes RE and environmental protection schemes as well as schemes requiring an EIA.	Schemes will be selected by the FIs to meet the Bank eligibility criteria. The list of allocated schemes is subject to ex-post verification by the Bank's services. Annual reporting by means of an electronic report on utilisation of funds, evidencing key characteristics and data available on the Final Beneficiaries and the relevant schemes, using the appropriate Financial Table format and the table contained in Appendix A.5; The Bank may request additional information for clarification as needed.

Ek 2:

Gıda

Tarım ve

GIDA TARIM ve HAYVANCILIK BAKANLIĞI GÜÇLENDİRME ve MANTOLAMA İŞİ			
İNŞAATI TEKLİF FİYATI İCMALİ			
1-) İNŞAAT İŞLERİ	4,904,987.38	TL	
A) GÜÇLENDİRME			
A BLOK	1,221,610.34	TL	
B BLOK	764,094.94	TL	
	457,515.40	TL	
B) SÖKÜM	120,036.95	TL	
C) TADİLAT	3,563,340.09	TL	
2-) ELEKTRİK TESİSATI İŞLERİ	1,407,464.85	TL	
3-) MEKANİK TESİSATI İŞLERİ	1,153,922.94	TL	
TOPLAM	7,466,375.17	TL	

GUVENGİZ PROJE
İNŞ. TAARİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
1322 Cad. No 27/B - BEŞİKTÜŞ/ANKARA
Tic. Sic. No 279045 / Mersis: 0812003790450001
Büyükdere Mah. Daire No 45 Kat: 3 065 175

Hayvancılık Bakanlığı Müsteşarlık Hizmet Binası Yenileme ve Güçlendirme İşleri
İhale Özet Sayfası

Ek 3: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Müsteşarlık Hizmet Binası Elektrik ve Doğalgaz Tüketim Değerleri



**T.C. GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI
DESTEK HİZMETLERİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI**

Sayın İlgili,

Bakanlığımız merkez kampüsü içerisinde yer alan Müsteşarlık Binasına ait 2010, 2011, 2014 ve 2015 yıllarına ait doğalgaz ve elektrik giderleri yazı ekinde sunulmuştur.

Bilgilerinize.



**T.C. GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI
DESTEK HİZMETLERİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI**

Bakanlık ek bina Lodumlu Elektrik:

2010 YILI	
AYLAR	TÜKETİM (kWh)
OCAK	99.934
ŞUBAT	118.423
MART	104.006
NİSAN	94.323
MAYIS	92.161
HAZİRAN	96.363
TEMMUZ	109.561
AĞUSTOS	125.824
EYLÜL	108.597
EKİM	95.801
KASIM	118.849
ARALIK	113.224

2011 YILI	
AYLAR	TÜKETİM (kWh)
OCAK	106.861
ŞUBAT	129.440
MART	116.238
NİSAN	100.152
MAYIS	99.495
HAZİRAN	104.385
TEMMUZ	115.067
AĞUSTOS	135.117
EYLÜL	111.006
EKİM	101.458
KASIM	119.844
ARALIK	118.021

2014 YILI	
AYLAR	TÜKETİM (kWh)
OCAK	89.647
ŞUBAT	100.222
MART	93.550
NİSAN	80.778
MAYIS	78.562
HAZİRAN	67.900
TEMMUZ	66.724
AĞUSTOS	84.337
EYLÜL	93.761
EKİM	72.713
KASIM	93.622
ARALIK	103.586

2015 YILI	
AYLAR	TÜKETİM (kWh)
OCAK	82.170
ŞUBAT	95.210
MART	91.223
NİSAN	77.264
MAYIS	74.815
HAZİRAN	67.844
TEMMUZ	64.316
AĞUSTOS	84.204
EYLÜL	90.915
EKİM	75.052
KASIM	94.966
ARALIK	101.351



**T.C. GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI
DESTEK HİZMETLERİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI**

Bakanlık Ek bina Lodumlu Doğalgaz:

2010 Yılı Müsteşarlık Binası Doğalgaz Tüketim Miktarı :	111.857,68 m ³
2011 Yılı Müsteşarlık Binası Doğalgaz Tüketim Miktarı :	115.563,84 m ³
2014 Yılı Müsteşarlık Binası Doğalgaz Tüketim Miktarı :	82.381,25 m ³
2015 Yılı Müsteşarlık Binası Doğalgaz Tüketim Miktarı :	80.678,51 m ³

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı



Eskişehir Yolu 9. Km Lodumlu / ANKARA
Telefon : 0312 287 33 60 (PBX) Faks : 0312 287 72 66

Ek 4: Güneş Enerji Santrali Proforma Faturası

TOPRAKSU

GES PROFORMA FATURA					
Firma adı	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı			Tarih	
Yetkili Kişi	İMİD Daire Başkanlığı (Serdar ÇATAKÇI)			07.12.2016	
Adres	Esk.yolu 9.km Lodumlu /Ankara			PF No	
Telefon	0312 2873360			TS 15081101	
E-Posta	serdar.catakci@tarim.gov.tr				
Konu	100 kWp çatı tipi Güneş Enerji Santral Teklifi				
SN.	ÜRÜN	AÇIKLAMA	ADET	BR.	TUTAR
1	SolarWorld 250 Wp Panel (veya benzeri)	Günes Enerji Paneli P = 250 W U = 30,5 V I = 8,27 A EN: 1001 mm BOY: 1675 mm	400	adet	\$ 150,000.00
2	Taşıyıcı Sistem	Montaj Ekipman Deger Güneşi Takip Sis. Tek eksenli			
3	INVERTOR	RefuSol 020 K (veya benzeri)	5	adet	
4	Kablolama	DC Solar Kablo AC Solar Kablo		m	
5	DC Elektrik Panosu	DC Sigortalama, IP65 KUTU		adet	
6	AC Elektrik Panosu	AC Güç Transfer Panosu IP65		adet	
7	İzleme sistemi	Solar-Log 1000 PM+		adet	
8	Sensör Kutusu	Solar-Log 1000 PM+		adet	
9	Montaj ve İşçilik	1 Takım	1	adet	
Not: Fiyatlarımıza KDV Dahil Değildir.			G.Toplam		\$ 150,000.00

TOPRAK-SU 1
MÜH.MİM.MÜS.SAN.İTİC.LTD.ŞTİ.
676. Sok. Etiler Mah. Çankaya / ANKARA
Tel: (0312) 287 3360 Faks: (0312) 287 3363
SEĞMENLER 5113



Ek 5: Kojenerasyon ve Mikrokojenerasyon Tesislerinin Verimliliğinin Hesaplanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ





**KOJENERASYON TESİSİ VERİM BELGESİ VE ATIK ISIDAN
ELEKTRİK ÜRETİMİ TESİSİ DEĞERLENDİRME BELGESİ
BAŞVURU KILAVUZU**

KASIM 2014

Sayfa 1 / 8

2. BAŞVURU

Tebliğ'in 6 ncı Maddesinin Onuncu Fıkrası Uyarınca, Kojenerasyon Verim Değeri Belgesi Başvuru Dosyasında Bulunması İstenen Asgari Bilgi ve Belgeler

2.1. Üretici Firma, Marka Model Bilgileri

Başvuru sahibinin bilgileri ve kojenerasyon tesisine ait marka ve model bilgileri, bu kılavuzun Ek-1 'inde yer alan **Genel Bilgiler Tablosu** doldurulmak suretiyle dosyada sunulur.

2.2. Isı ve Elektrik İçin Azami Çıkış Gücü

Kojenerasyon tesisine ait ısı ve elektrik için azami çıkış gücü bilgilerinin yer aldığı "Ürün Teknik Dokümanı" sunulur.

2.3. Teknoloji Türü

Kojenerasyon teknolojisinin Tebliğin 5 nci maddesinin birinci fıkrasında belirtilen teknoloji türlerinden hangisinin olduğu beyan edilerek ilgili teknoloji türü hakkında tesis şeması, çalışma prensibi ve benzeri bilgilerin yer aldığı özet açıklamalar yapılır.

2.4. Yakıt Cinsi

Kojenerasyon tesisinde kullanılan birincil enerji kaynağının cinsi, bu kılavuzun Ek-1 'inde yer alan **Genel Bilgiler Tablosu** kullanılmak suretiyle dosyada sunulur.

2.5. Model Yılı

Kojenerasyon tesisinin işletmeye alındığı veya alınması planlandığı yılın bilgisi, bu kılavuzun Ek-1 'inde yer alan **Genel Bilgiler Tablosu** doldurulmak suretiyle dosyada sunulur.

2.6. Yıllık Ortalama Ortam Sıcaklığı

Meteoroloji Genel Müdürlüğünün <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx> internet adresinde yer alan kojenerasyon tesisinin kurulduğu ilin "uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama sıcaklık değerleri" çıktısı sunulur.

2.7. Bağlantı Gerilimi

Elektrik tek hat şemasının da yer aldığı elektrik bağlantı gerilimine ait bilgilere yer verilir.

2.8. Talep Projeksiyonu ve Üretim Planı

İşletmenin en az son bir yıl içerisinde, en az altıbin (6.000) saatlik ihtiyaç duyduğu enerji miktarı göz önünde bulundurularak, ısı ve elektrik için planlanan ya da tahmin edilen, kojenerasyon tesisinin talep projeksiyonu ve üretim planına ait bilgiler verilir.

2.9. Üretilen Toplam Elektrik İçinde Şebekeye Verilecek Olan Elektrik Enerjisinin Oranı

Kojenerasyon tesisinde üretilecek olan elektrik enerjisinin hangi oranda şebekeye verileceğine dair projeksiyon sunulur. (Tüketici tarafından son bir yıl içerisinde kullanılan toplam elektrik enerjisinden; kojenerasyon tesisinin aynı yıl içerisinde en az altıbin (6.000) saatlik işletilmesi sonucunda üretilen elektrik enerjisi haricinde satın alınan elektrik enerjisine ait faturaların yeminli mali müşavir, defterdarlık, vergi müdürlüğü gibi kurum veya kuruluşlar tarafından onaylanmış suretleri/bilgileri sunulur.)

2.10. Enerji Akış Şeması

2.10.1. Kojenerasyon tesisinde üretilecek olan enerjinin proseslerde veya nerelerde kullanıldığını gösteren enerji akışı blog diyagramı sunulur.

2.10.2. Kojenerasyon Tesisinde Üretilen Isıya Ait Kullanım Bilgileri

a) Isının prosesteki kullanım noktalarına ait bilgilerin yer aldığı genel bir tablo hazırlanır. Bu tablonun ekinde ısının yararlı ısıya dönüştürüldüğü her noktayla ilgili ekipman, proje (hesap bilgilerini içeren), ölçüm (süzme sayaç veya ölçüm cihazlarıyla kanıtlanan), fotoğraf (projeyi destekleyici) bilgiler verilir.

b) Kojenerasyondan sağlanan ısının kullanıldığı noktaların kojenerasyon öncesi enerji tüketim bilgileri ölçüm ve/veya hesap bilgileri ve kaynağı ile birlikte verilir.

c) Trijenerasyon olması durumunda soğutma yükünün kojenerasyon tesisinin kurulum öncesi ve sonrası durumlarına ait veriler ölçüm ve/veya hesaplamalara dayalı olarak verilir.

2.11. Tasarım veya Son Bir Yıl İçindeki En Az Altıbin (6.000) Saatlik Üretim, Tüketim ve Benzeri İşletme Bilgileri

Kojenerasyon tesisinin enerji tedarik edeceği işletmeye ait tasarım veya son bir yıl içindeki en az altıbin (6.000) saatlik üretim, tüketim ve benzeri veriler verilir.

2.12. Atık Isıdan Elektrik Üretiminin "Yüksek Verimli Kojenerasyon" Olduğunu Gösteren Belgenin Talep edilmesi durumunda;

Tasarım veya son bir yıl içindeki üretim, tüketim ve benzeri işletme bilgileri bölümünde, atık ısıdan elektrik üretiminin gerçekleşeceği tesisin enerji tedarik edeceği işletmeye ait tasarım veya son bir yıl içindeki üretim, tüketim ve benzeri veriler verilir. Atık ısının sürekliliğinin olup olmadığının ölçüm/hesaplamalar veya proses bilgileri ile kanıtlanması gerekmektedir.

Genel Müdürlüğe yapılan başvurular kapsamında sunulan tüm belgelerin her sayfası numaralandırılır ve başvuru sahibi tüzel kişiyi temsil yetkisine sahip üst yönetici tarafından paraflanır ve imza sirküleri eklenir. Paraflanan sayfalara paraflayanın isim kaşesi ile tüzel kişinin mührü de basılır.

3. BAŞVURULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

18/09/2014 tarihli ve 29123 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Kojenerasyon ve Mikrokojenerasyon Tesislerinin Verimliliğinin Hesaplanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ hükümleri çerçevesinde, kojenerasyon ve mikrokojenerasyon tesislerinin verimlilik değerlerinin belirlenmesi için yapılan başvurular Genel Müdürlük tarafından oluşturulan komisyon tarafından incelenir ve değerlendirilir.

Komisyon tarafından, tasarım aşamasında tahmin edilen veya öngörülen değerlere göre yapılan inceleme ve değerlendirmeler neticesinde verim değeri ve elektrik-mekanik güç/ısı oranı (C) Tebliğ ile belirlenen sınır değerlerinde olduğu görülen kojenerasyon için verim belgesi Genel Müdürlük tarafından düzenlenir.

Genel Müdürlük gerek görmesi halinde, bu Tebliğ kapsamında verim belgesi verilen kojenerasyonların verimliliklerini işletme aşamasında yerinde yapacağı ölçüm, inceleme ve kontrol çalışmaları ile test eder veya ettirir. Kojenerasyonun verim testleri, son bir yıl içindeki en az altı bin saatlik işletme dönemi boyunca işletme sahibi tarafından yapılan ölçümler, tutulan kayıtlar da dikkate alınmak suretiyle yapılır. Bu şekilde yapılan testler neticesinde verim belgesi düzenlenmesine esas teşkil eden birincil enerji kaynağı tasarrufu, verim ve elektrik/ısı oranı değerlerinin bu Tebliğ ile belirlenen sınır değerlere göre uygunsuz olduğu görülen kojenerasyon için düzenlenen verim belgesi Genel Müdürlük tarafından iptal edilir ve bu durum EPDK’ya ve belge sahibine yazılı olarak bildirilir.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Serdar Çatakçı

Doğum Yeri: Erzurum

Medeni Hali: Evli

E-posta: serdar.catakci@kalkinma.com.tr , serdarcatakci@gmail.com

Adresi: T.Kalkınma Bankası Gn. Müdürlüğü, İzmir Cd. No.35 Kızılay / Ankara

Eğitim

Lise: Ankara Atatürk Anadolu Lisesi

Lisans: Orta Doğu Teknik Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce (İleri), Almanca (Temel)

İş Deneyimi:

Yüksel Proje Uluslararası A.Ş.

Üst Yapı Mühendisi

Mimar Sinan Mühendislik Ltd. Şti.

Statik Mühendisi

T.Kalkınma Bankası A.Ş. Genel Müdürlüğü

Teknik Uzman Yrd.

T.Kalkınma Bankası A.Ş. Genel Müdürlüğü

Teknik Uzman

T.Kalkınma Bankası A.Ş. Genel Müdürlüğü

Kıdemli Uzman

Deneyim Alanları

Turizm, Sanayi, Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Yatırımları Fizibilite Çalışmaları

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

-

Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEMİZ TÜKENMEZ ENERJİLER ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 25/05/2018

Tez Başlığı / Konusu: Çevreye Duyarlı, Enerji Etkin Kamu Binalarının Sürdürülebilirliğinin İncelenmesi

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 122 sayfalık kısmına ilişkin, 11/05/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 4 'dür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dâhil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.


SERDAR ÇATAKÇI
25.05.2018

Adı Soyadı: SERDAR ÇATAKÇI
Öğrenci No: N 11226559
Anabilim Dalı: Temiz Tükenmez Enerjiler
Programı:
Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.


Prof. Dr. Necdet BAŞTÜRK