



# KAMU BİNALARINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ KAMU BİNALARININ ENERJİ ETKİN DÖNÜŞÜMÜ

*Energy Efficiency Of Public Buildings Energy Efficient Renovation Of Public Buildings*

**Esra Turan Tombak**

## ÖZET

Türkiye’de TUIK 2021 yılı verilerine göre 11.598.000 bina bulunmaktadır. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğüne mevcut kamu binası stokunun envanterinin çıkarılmasına yönelik yürütülen Kamu Yapıları Envanter Sistemi çalışmalarına göre Türkiye’de 400.000’den fazla kamu binası bulunmaktadır [1].

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2015 yılında yürüttüğü kamu kesimine ait binalarda Enerji Verimliliği Etüdü Yapılması ve Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmesi işi kapsamında 166 adet kamu binasında yapılan detaylı etüt çalışmaları sonucu elektrik tüketiminde %13, yakıt tüketiminde ise %35,5 olmak üzere toplam %27,3 oranında enerji tasarruf potansiyeli olduğu belirlenmiştir. Söz konusu tasarruf potansiyelinin elde edilebilmesi için yapılacak yatırımların geri ödeme süresi ise 3,32 yıl olarak hesaplanmıştır [2]. Bu çalışmadan yola çıkılarak kamu binalarında enerji verimliliği yatırımlarının yapılacak enerji tasarrufları ile geri ödemesinin yapılacağı düşünülmüş, Dünya Bankası finansmanlı Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi’nin çalışmalarına 2019 yılında başlanılmıştır.

Bu çalışmada, Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi kapsamında uygulanabilirliği, işletim kolaylığı, geri dönüş süreleri dikkate alınarak belirlenen enerji verimli önlemleri ile kamu binalarının enerji etkin olarak dönüştürülmesinde izlenen yöntem, uygulama sonrası ölçüm ve doğrulama çalışmaları ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji verimliliği, Yaklaşık sıfır enerjili binalar, enerji performansı, yenilenebilir enerji, maliyet etkinlik.

## ABSTRACT

According to TUIK 2021 data, there are 11,598,000 buildings in Turkey. There are more than 400,000 public buildings in Turkey based on the Public Buildings Inventory System studies carried out by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, General Directorate of Construction Affairs, to take inventory of the existing public building stock,

As a result of detailed surveys carried out in 166 public buildings within the scope of Energy Efficiency Studies and Energy Identity Certificate issuance in public sector buildings carried out by the Ministry of Energy and Natural Resources in 2015, it has been determined that there is 13% in electricity consumption and 35.5% in fuel consumption, a total of 27.3 %, energy saving potential. The payback period of the investments to be made in order to achieve the savings potential is calculated as 3.32 years. Based on this study, it was thought that the energy efficiency investments in public buildings would be repaid with the energy savings to be made, and the studies of the World Bank-financed Energy Efficiency in Public Buildings Project started in 2019.

In this study, the energy efficiency measures determined by considering the applicability, ease of operation, and pay back periods within the scope of the Energy Efficiency in Public Buildings Project



and the method followed in the energy efficient conversion of public buildings, post-implementation measurement and verification studies are presented.

**Key Words:** Energy Efficiency, Nearly Zero Energy Buildings, Energy Performance, Renewable Energy, Cost Optimality.

## 1.GİRİŞ

Enerji verimliliği, Türkiye'nin ekonomik büyümesini sürdürmesi ve aynı zamanda iklim değişikliği ve çevresel sürdürülebilirlik konusundaki taahhütlerini yerine getirebilmesi için kritik öneme sahiptir. Ülkemizde binalar nihai enerji tüketiminde en ön sırada gelmekte ve enerji tüketimlerinin azaltılması anlamında en yüksek tasarruf potansiyelini taşımaktadır.

Diğer yandan, Türkiye'nin;

- Enerji Verimliliği Strateji Belgesi [3]
- Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı [4]
- Türkiye İklim Değişikliği Strateji Belgesi[5]
- Yeşil Mutabakat Eylem Planı[6]

ve taraf olduğu;

- Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları [7]
- Paris İklim Anlaşması [8]

gibi ulusal ve uluslararası belgelerdeki vizyon, stratejik amaç ve hedeflere öngörülen sürelerde ulaşabilmesi için kamu binalarında enerji verimliliği alanındaki eylemlerin hızlı bir şekilde hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Bu doğrultuda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı desteği ile 200 milyon dolar Dünya Bankası finansmanlı kamu binalarında enerji kullanımını azaltmayı ve ulusal bir programı desteklemek için uygun sürdürülebilir finansman ve kurumsal mekanizmalar geliştirmek ve ölçeklendirmek için bir geçiş planı geliştirmeyi amaçlayan "**Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi**" hayata geçirilmiştir.

16 Mart 2020'de efektif olan projede okul, hastane, idari binalar, adliyeler ve üniversite kampüslerini içeren 500 - 700 kamu binasında enerji etütleri yapılarak elde edilecek tasarruf seviyeleri tespit edilmektedir. Veriler yatırım maliyetleri ile birlikte raporlanıp uygun bulunan kamu binalarında minimum %20 enerji verimliliği ve enerji tüketimlerinde azalma gerçekleştirilmesi için uygulamalar hayata geçirilmektedir.

Projede enerji verimliliği önlemleri tüm bina ve binada kullanılan mekanik ve elektrik sistemlerini kapsayacak şekilde bütüncül olarak ele alınmaktadır. Bina kabuğu iyileştirmelerinde dış cephe ve çatı yalıtımları ile pencere ve kapı değişimleri yapılmakta, ısıtma, soğutma, havalandırma sistemleri gözden geçirilerek yenilenmekte veya iyileştirilmekte, aydınlatma elemanları enerji verimliliği yönünden iyileştirilmekte, LED dönüşümü yapılmakta, güneş enerji santralleri (GES) gerek bina çatılarında gerekse uygun açık otopark alanlarında kurularak elektrik üretimi, güneş enerjili su ısıtması ve ısı pompası uygulamaları yapılmaktadır.

**Tablo 1** Enerji Verimliliği Önlemleri Listesi

Bina Kabuğunda yapılacak iyileştirmeler	Isıtma ve soğutma sistemleri, sıcak su sistemleri	Aydınlatma	Güç sistemleri ve enerji kullanan sistemler	Yenilenebilir Enerji Sistemleri
<ul style="list-style-type: none"><li>Duvar, çatı ve zemin yalıtımları</li><li>Pencere ve kapı değişimleri</li><li>Pencere optimizasyonu: doğal gün ışığından daha çok yararlanılması</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Kazan iyileştirme /yenilemesi</li><li>Yakıt değişimi (katı yakıt – doğalgaz)</li><li>Kontrol sistemleri</li><li>Tesisat boruları ve ekipmanlarının yalıtımı</li><li>Chiller/AC replacement</li><li>Isı pompaları</li><li>Ko-jenerasyon/tri - jenerasyon</li><li>Bina otomasyonu</li><li>Isı geri kazanım sistemleri</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Elektronik balastlar</li><li>Hareket duyarlı sensörler</li><li>Kompakt floresan lambalar</li><li>Yüksek basınçlı sodyum buharı (sokak aydınlatması/çevre aydınlatması)</li><li>LED lamba değişimi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Pompalar</li><li>Fanlar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Güneş enerjisi ile sıcak su elde edilmesi</li><li>Çatı tipi PV uygulamaları</li><li>Jeotermal ısı pompaları</li></ul>

Proje sonucunda kamu binalarında yapılacak enerji verimliliği uygulamaları sonucunda kamu binalarında; yıllık enerji tasarrufunun 315 Gigawatt-saat (GWh), binalarının kullanım ömrü boyunca hedeflenen enerji ve yakıt tasarrufunun 22.680 milyon Mega Joule (MJ), binaların kullanım ömrü boyunca enerji tasarrufları neticesinde ise hedeflenen emisyon azalımının 4,5 milyon ton/yıl CO2 olabileceği ön görülüyor.

## 2. PROJE BİLEŞENLERİ

Proje, merkezi hükümet binalarında enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji yatırımları ile proje yönetimi teknik yardım ve uygulama desteği (Kurumsal Kapasite Oluşturma) olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır.

**Bileşen 1** altında kamu binalarının enerji verimliliği yatırımları yanı sıra Enerji Performans Sözleşmeleri ile Enerji Verimliliği Yatırımı Yapılması ve Pilot yaklaşık sıfır enerjili binaları (nZEB) uygulamaları yer almaktadır.

Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Yatırımları için proje kapsamında oluşturulan yatırım odaklı enerji etüt rapor şablonu [9] kullanılarak seçilen binalarda enerji etüt çalışmaları yürütülmektedir. Enerji verimliliği önlemleri belirlenirken elde edilecek tasarrufun yanı sıra yatırımın geri dönüş süresinde hesaplanmakta, minimum %20 tasarruf 12 yıl geri dönüş süresini sağlayan önlemler uygulanmaktadır. Yenilikçi önlemler ile %30'dan fazla tasarruf sağlandığı durumlarda 20 yıla kadar geri dönüş süresi kabul edilmektedir.

**Bileşen 2** altında ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına Proje Yönetimi Teknik yardım ve uygulama desteği (Kurumsal Kapasite Oluşturma) sağlanmaktadır.

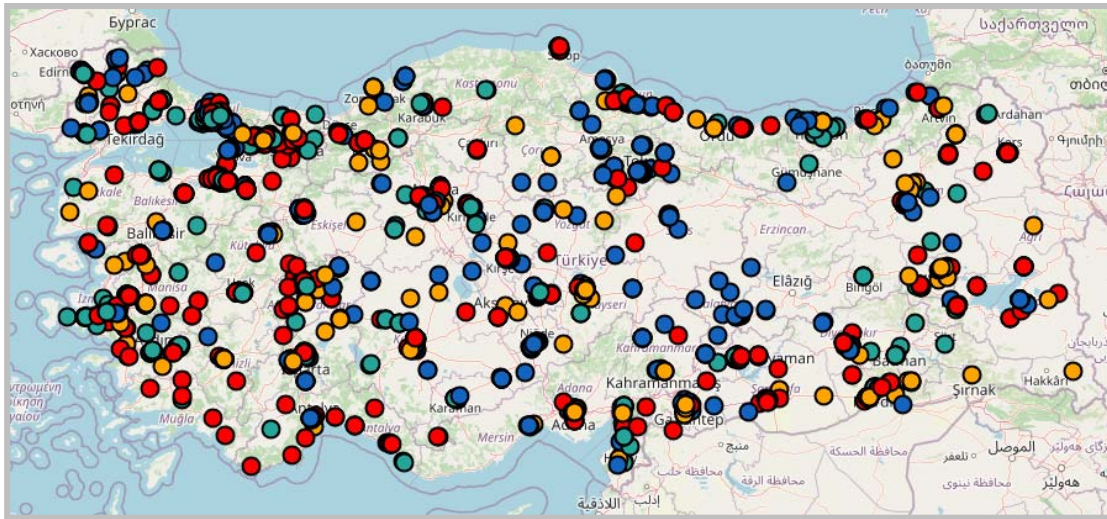
**Tablo 2** Proje Bileşenleri

Bileşen 1: Merkezi hükümet binalarında enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji yatırımları	Bileşen 2: Proje Yönetimi Teknik yardım ve uygulama desteği (Kurumsal Kapasite Oluşturma)
<p><b>1a) Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Yatırımları</b> <b>Minimum %20 tasarruf 12 yıl geri dönüş süresi</b> <b>Minimum %30 tasarruf 20 yıl geri dönüş süresi</b></p> <p><b>1b) Enerji Performans Sözleşmeleri İle Enerji Verimliliği Yatırımı Yapılması (ESCO uygulaması)</b></p> <p><b>1c) Pilot yaklaşık sıfır enerjili binaları (nZEB)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ÇŞİDB ve ETKB'nin kurumsal kapasitesinin geliştirilmesi,</li><li>• Teknik destek sağlanması,</li><li>• Eğitimler, projenin yaygınlaştırılması faaliyetleri</li></ul>

### 3. PROJE SÜREÇLERİ

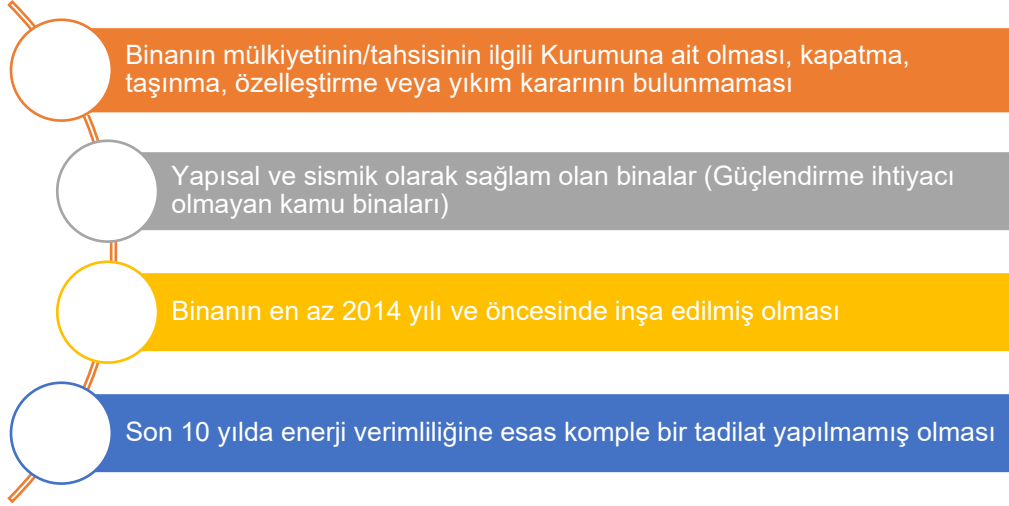
#### 3.1. Alt Projelerin Seçimi

Proje dahilinde kamu kurumlarının bina bilgilerinin toplandığı KABEV veri tabanı oluşturulmuştur. Şubat 2023 tarihi itibarı ile kamu kurumlarımız tarafından toplam 30.234.601,43 m<sup>2</sup>'lik 2513 adet binanın girişi veri tabanına yapılmıştır.

**Şekil 1** KABEV Veri tabanı harita [10]

Bina stoğu içerisinde alt projelerde yer alacak binalar 2 aşamalı bir değerlendirme sonrasında belirlenmektedir. Öncelikle binaların aşağıda belirtilen proje uygunluk kriterlerine uyması gereklidir:

- Binanın mülkiyetinin/tahsisinin ilgili Kurumuna ait olması, kapatma, taşınma, özelleştirme veya yıkım kararının bulunmaması,
- Yapısal ve sismik olarak sağlam olan binalar (Güçlendirme ihtiyacı olmayan kamu binaları),
- Binanın en az 2014 yılı ve öncesinde inşa edilmiş olması,
- Son 10 yılda enerji verimliliğine esas komple bir tadilat yapılmamış olması.



**Şekil 2** KABEV Uygunluk Kriterleri

İkinci aşamada ise amaç enerji verimliliği potansiyeli en yüksek olan binayı belirlemektir. Burada binanın tipolojisine, fonksiyonuna, binanın büyüklüğüne, kullanım periyoduna, spesifik enerji tüketimine, iklim bölgesine, cephe tipine ve yenilenebilir enerji imkanına bakılmaktadır.

### 3.2. Proje Uygulama Süreçleri:

KABEV veri tabanı içinden Türkiye'nin farklı bölgelerinden binalar seçilmiş, enerji etütleri, teknik uygulama çizimleri, inşaat ihale evraklarının hazırlanması için danışmanlık ihaleleri için gruplandırılmıştır. Projede 80 kuruma ait toplam 565 binanın danışmanlık ihalesine çıkılmış, 12 adet danışmanlık sözleşmesi imzalanmıştır.

Enerji etütleri ve teknik uygulama çizimleri tamamlanan binaların ise uygulamaya geçmek üzere inşaat ihaleleri yapılmaktadır. Kamu binalarında enerji verimliliğinin sağlanarak enerji maliyetinde düşüş ve tasarrufun kanıtlanmasının yanı sıra ulusal düzeyde sosyal ve ekonomik fayda sağlanması, kamu binalarının öncü olarak enerji verimliliği konusunda farkındalığın artırılması da beklenmektedir.

Projede belirlenen birinci paket binalar Ankara, Karabük, Bursa ve İstanbul bulunan okul, bakanlık, üniversite kampüsü ve hastane binalarını kapsamaktadır. Enerji verimliliği dönüşümün başlatıldığı toplam inşaat alanı 490.857,00 m<sup>2</sup> olan 36 kamu binasında uygulamalar tamamlanmıştır. Birinci Paket binalarda 1 senelik ölçüm ve doğrulama tamamlanma aşamasındadır. Bu binalarımızda genel olarak ortalama yüzde 46,6 enerji tasarrufu sağlandı. Yenilenebilir enerji üretimin ön planda tutulduğu kamu binalarında, enerji tasarrufunun yanı sıra binaların çatılarına ve açık otoparklarına kurulan güneş enerjisi santralleriyle 3050 kilovat elektrik üretimi başladı. Bununla birlikte 15.750 ton CO<sub>2</sub> azaltım hedefine ulaşılabilecektir. 20 yıl sonunda ise 314.100,7 CO<sub>2</sub> azaltımı beklenmektedir. Enerji Kimlik Belgesi (EKB) raporlamalarında enerji verimliliği yenilemeleri yapılan binaların EKB değerlerinin D sınıfından B sınıfına çıktığı belirlenmiştir.

**Tablo 3 1. Paket Bina Özet Veri Tablosu****1. PAKET TAMAMLANAN PROJELER İÇİN ÖZET TABLO**

Proje No	Danışmanlık Sözleşmesi	Bina/Kampüs Adı	Bina Tipi	İl	Bağlı Bulunduğu Kurum	Proje Alanı (m <sup>2</sup> )	Enerji Verimliliği Tasarrufu (%)	Toplam Yıllık CO <sub>2</sub> Tasarrufu (Ton/Yıl)	Proje Ömrü Toplam CO <sub>2</sub> Tasarrufu (Ton/20 Yıl)
1	DESSUP 01	Orta Köy 80.Yıl Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi	Lise	ANKARA	Milli Eğitim Bakanlığı	15.104,00	72,52%	72,7	1.454,6
2	DESSUP 01	Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı - Ana Hizmet Binası	İdari Hizmet Binası	ANKARA	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı	49.166,00	31,97%	850,3	17.005,1
3	DESSUP 01	Karabük Üniversitesi	Üniversite	KARABÜK	Yüksek Öğretim Kurulu	61.814,00	33,00%	1.781,1	35.621,3
4	DESSUP 02	Bursa Anadolu Kız Lisesi	Lise	BURSA	Milli Eğitim Bakanlığı	10.285,00	80,04%	348,3	6.966,1
5	DESSUP 02	Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi	Hastane	BURSA	Sağlık Bakanlığı	117.680,00	24,63%	3.282,1	65.641,7
6	DESSUP 03	Bağcılar Eğitim ve Araştırma Hastanesi	Hastane	İSTANBUL	Sağlık Bakanlığı	61.864,00	22,35%	2.060,9	41.217,7
7	DESSUP 03	Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim Araştırma Hastanesi	Hastane	İSTANBUL	Sağlık Bakanlığı	143.928,00	29,09%	3.896,8	77.935,2
8	DESSUP 03	Başakşehir Devlet Hastanesi	Hastane	İSTANBUL	Sağlık Bakanlığı	16.410,00	47,82%	983,1	19.661,4
9	DESSUP 03	Dr. Necmi Ayanoğlu Silivri Devlet Hastanesi	Hastane	İSTANBUL	Sağlık Bakanlığı	21.470,00	36,36%	673,2	13.463,6
10	DESSUP 03	Esenyurt Devlet Hastanesi	Hastane	İSTANBUL	Sağlık Bakanlığı	15.060,00	59,20%	1.756,7	35.134,1
<b>TOPLAM 1. PAKET SONUÇLARI</b>							<b>46,6%</b>	<b>15.705,0</b>	<b>314.100,7</b>

Not-1: Proje ömrü olarak 20 yıl baz alınmıştır.

Not-2: Toplam yıllık CO<sub>2</sub> tasarruf oranı şu şekilde hesaplanmıştır:

Etüt raporunda ve/veya enerji ölçüm sonrası izlenen elektrik ve yakıt tasarruf oranları, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu emisyon faktörleri ile dönüşüm sağlanarak toplam yıllık CO<sub>2</sub> tasarruf miktarları hesaplanmıştır. Bahsi geçen hesaplama için referans alınan değerleri içeren «TÜRKİYE ELEKTRİK ÜRETİMİ VE ELEKTRİK TÜKETİM NOKTASI EMİSYON FAKTÖRLERİ BİLGİ FORMU» 09.08.2021 tarihli duyuru gözetilerek yapılmıştır.

**Elektrik Emisyon Faktörü**

Faktör Türü	Yılı	Değeri (tCO <sub>2</sub> /MWh)
Türkiye Geneli Elektrik Üretimi Emisyon Faktörleri	2020	0,437

**Fosil Yakıtlar Dönüşüm Faktörleri**

Faktör Türü	Yılı	Yakıt Türü	Değeri (tCO <sub>2</sub> /MWh)
Elektrik Santralleri için Yakıtlara Göre Elektrik Üretim Emisyon Faktörleri	2020	Linyit	1,274
		Taş Kömürü	1,095
		Asfaltit	1,171
		Rhali Kömür	0,868
		Doğalgaz	0,371
		Fuel Oil	0,543
		Motorin	0,644

**Tablo 4 1. Paket Bina Enerji Kimlik Belgesi (EKB) bilgileri**

Proje Adı	Proje Alanı(m <sup>2</sup> )	Enerji Performans Sınıfı (EPC - Renovasyon Öncesi)	Enerji Performans Sınıfı (EPC - Renovasyon Sonrası)*
Bağcılar Eğitim ve Araştırma Hastanesi	61.864	D (103)	B (68)
Başakşehir Devlet Hastanesi	16.410	D (105)	B (68)
Esenyurt Eğitim ve Araştırma Hastanesi	15.060	C (90)	B (64)
Silivri Devlet Hastanesi	21.470	C (96)	B (72)
Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim Araştırma Hastanesi	143.928	C (87)	B (58)

İkinci pakette, Kocaeli, Sakarya, Zonguldak, Karabük, İzmir, Bursa, Antalya, Karaman, Denizli illerinde yer alan üniversite kampüsü, hastane, hükümet konağı ve adliye binalarının toplam inşaat alanı 837.334,48 m<sup>2</sup>'dir. İnşaat imalatlarının tamamlanmasının ardından yılda toplam %40,2 enerji tasarrufu beklenmektedir. Bununla birlikte 36.463,7 ton CO<sub>2</sub> azaltım hedefine ulaşılabacaktır. 20 yıl sonunda ise 729.254,3 ton CO<sub>2</sub> azaltımı beklenmektedir.

Üçüncü pakette, Rize, Trabzon, Giresun, Samsun, Mersin, Osmaniye, Adana illerinde yer alan projelerimizin toplam inşaat alanı 627.085,02 m<sup>2</sup>'dir. İnşaat imalatlarının tamamlanmasının ardından yılda toplam %53,7 enerji tasarrufu beklenmektedir. Bununla birlikte 26.371,2 ton CO<sub>2</sub> azaltım hedefine ulaşılabacaktır. 20 yıl sonunda ise 527.424,0 ton CO<sub>2</sub> azaltımı beklenmektedir.

Üç paketin toplamına baktığımız zaman yıllık toplam enerji verimliliği tasarrufu %41,7 olması beklenmektedir. Bununla birlikte yılda 78.538,9 ton CO<sub>2</sub> azaltım hedefine ulaşılabacaktır. 20 yılın sonunda ise bu rakamın 1.570.779 ton CO<sub>2</sub> mertebesinde olması beklenmektedir.



Karabük Üniversitesi Yabancı Diller Yüksek Okulu yenileme öncesi ve sonrası binanın durumu Yenileme sonrası %30 enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Ankara Ortaköy 80. Yıl Meslek ve Teknik Lisesi yenileme öncesi ve sonrası binanın durumu Yenileme sonrası %80 enerji tasarrufu sağlanmıştır.

**Şekil 3** Karabük Üniversitesi ve Ankara Ortaköy 80.Yıl Mesleki Teknik Anadolu Lisesi Enerji Verimliliği Uygulamaları öncesi ve sonrası



**Şekil 4** Tarım ve Orman Bakanlığı Açık Otopark 400 KW Güneş Enerjisi Santrali Uygulaması

T.C. TARIM ORMAN BAKANLIĞI DOĞALGAZ TASARRUFU				
2022	EVO Öncesi Beklenen Enerji Tüketim (kWh)	EVO Sonrası Gerçekleşen Enerji Tüketim (kWh)	Fark (kWh)	Toplam Kazanç (kWh)
Ocak				
Şubat	1.386.427,62	749.161,21	637.266,41	637.266,41
Mart	1.705.784,46	870.589,79	835.194,67	1.472.461,08
Nisan	452.655,99	399.845,46	52.810,53	1.525.271,61
Mayıs	230.494,71	213.003,49	17.491,22	1.542.762,83
Haziran	22.218,51	47.086,90	-24.868,39	1.517.894,44
Temmuz	22.218,51	28.942,62	-6.724,11	1.511.170,33
Ağustos	22.218,51	61.893,86	-39.675,35	1.471.494,98
Eylül	63.873,75	63.533,75	340,00	1.471.834,98
Ekim	463.069,80	351.559,81	111.509,99	1.583.344,97
<b>TOPLAM</b>	<b>4.368.961,86</b>	<b>2.785.616,89</b>		<b>1.583.344,97</b>

T.C. TARIM ORMAN BAKANLIĞI ELEKTRİK TASARRUFU				
2022	EVO Öncesi Beklenen Enerji Tüketim (kWh)	EVO Sonrası Gerçekleşen Enerji Tüketim (kWh)	Fark (kWh)	Toplam Kazanç (kWh)
Ocak				
Şubat	328.683,00	289.277,90	39.405,10	39.405,10
Mart	328.683,00	341.552,30	-12.869,30	26.535,80
Nisan	328.683,00	251.469,35	77.213,65	103.749,45
Mayıs	345.495,00	223.724,45	121.770,55	225.520,00
Haziran	362.307,00	231.293,75	131.013,25	356.533,25
Temmuz	410.875,00	173.523,50	237.351,50	593.884,75
Ağustos	571.523,00	249.889,25	321.633,75	915.518,50
Eylül	379.119,00	330.270,80	48.848,20	964.366,70
Ekim	328.683,00	206.012,15	122.670,85	1.087.037,55
<b>TOPLAM</b>	<b>3.384.051,00</b>	<b>2.297.013,45</b>		<b>1.087.037,55</b>

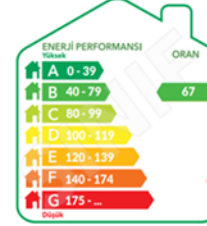
EPC - Before Renovation



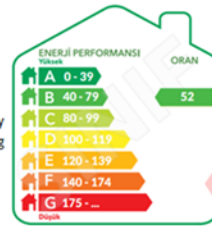
EPC - After Renovation



Ministry Building

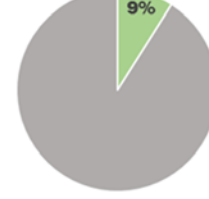


Forestry Building

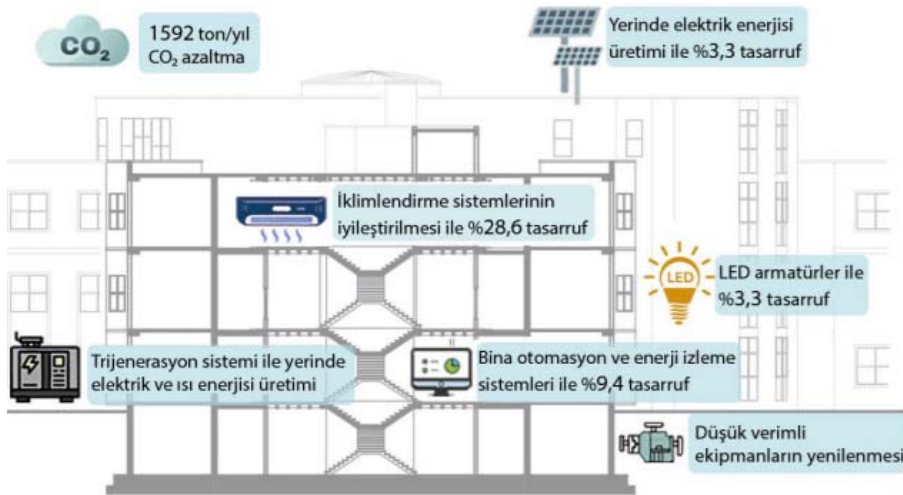


nps

ndling Units

Renewable Energy Ratio (%)  
Installed Power: 400 kW

Şekil 5 Tarım ve Orman Bakanlığı Ölçüm ve Doğrulama Sonuçları







**Şekil 6** İstanbul Esenyurt Necmi Kadioğlu Devlet Hastanesi Enerji Verimliliği Uygulamaları ve Çatı Üstü Güneş Enerjisi Santrali Uygulaması

### 3.3. Kamuda ilk Enerji Performans Sözleşmesi

Kamuda ilk enerji performans sözleşmesi yapılarak yenilenen Bursa Kız Anadolu Lisesinde uygulanan enerji verimliliği önlemleri sonucu %70 enerji tasarrufu sağlanmıştır. Enerji verimliliği önlemleri aşağıda verilmiştir:

- Bina kabuğu iyileştirmesi: **Doğalgaz tüketimlerinde azaltım: ~ 760.000 kWh/yıl**
  - Bina Dış Cephesinde Yalıtım Yapılması: 10 cm Taşyünü
  - Pencere Değişimi: tekli camın 3'lü argon gazlı Low-e kaplamalı cam
- Isıtma Sistemi iyileştirmesi:
  - Kazan değişimi:
  - Isıtma Sisteminde Mekanik Tesisatların İzolasyonu
  - Termostatik Vana Uygulaması
- Çatıda 270 kW'lık Güneş Enerjisi Santrali Kurulumu
- Fotovoltaik destekli Isı pompası Sistemi kurulması
- Mevcut Dış Aydınlatma Armatürlerinin LED Armatürler ile Değişimi
- Bina Enerji İzleme ve Bina Isıtma Otomasyon Sisteminin Geliştirilmesi



Renovasyon öncesi



Renovasyon sonrası

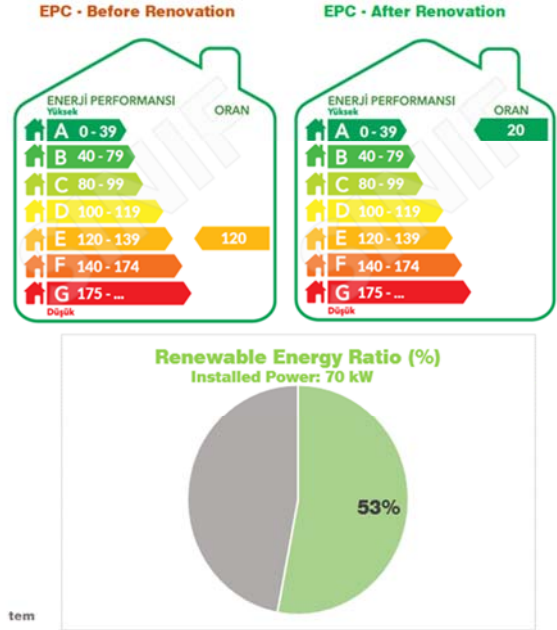


**Şekil 7** Bursa Kız Anadolu Lisesi Enerji Verimliliği Uygulamaları ve Çatı Üstü Güneş Enerjisi Santrali Uygulaması

BURSA ANADOLU KIZ LİSESİ DOĞALGAZ TASARRUFU				
2022	EVO Öncesi Beklenen Enerji Tüketim (kWh)	EVO Sonrası Gerçekleşen Enerji Tüketim (kWh)	Fark (kWh)	Toplam Kazanç (kWh)
Mart	267.914,38	95.464,57	172.449,81	172.449,81
Nisan	78.635,98	53.663,56	24.972,42	197.422,23
Mayıs	30.305,98	18.161,29	12.144,69	209.566,92
Haziran	12.990,00	5.540,44	7.449,56	217.016,48
Temmuz	12.990,00	686,40	12.303,60	229.320,08
Ağustos	12.990,00	686,40	12.303,60	241.623,68
Eylül	17.458,64	14.608,17	2.850,47	244.474,15
Ekim	42.795,02	26.113,53	16.681,49	261.155,64
<b>TOPLAM</b>	<b>476.080,00</b>	<b>214.924,36</b>		<b>261.155,64</b>

BURSA ANADOLU KIZ LİSESİ ELEKTRİK TASARRUFU				
2022	EVO Öncesi Beklenen Enerji Tüketim (kWh)	EVO Sonrası Gerçekleşen Enerji Tüketim (kWh)	Fark (kWh)	Toplam Kazanç (kWh)
Mart	14.225,05	12.265,00	1.960,05	1.960,05
Nisan	12.562,46	11.785,00	777,46	2.737,51
Mayıs	11.813,20	10.750,00	1.063,20	3.800,71
Haziran	7.131,31	6.850,00	281,31	4.082,02
Temmuz	4.489,58	-49.519,43	54.009,01	58.091,03
Ağustos	3.912,50	-26.672,22	30.584,72	88.675,75
Eylül	5.503,21	-31.019,00	36.522,21	125.197,95
Ekim	10.780,60	-13.618,80	24.399,40	149.597,35
<b>TOPLAM</b>	<b>70.417,90</b>	<b>-79.179,45</b>		<b>149.597,35</b>



Şekil 8 Bursa Kız Anadolu Lisesi Ölçüm ve Doğrulama Sonuçları

#### 4. KABEV PROJESİ ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİLERİ

Enerji verimliliğinin yanı sıra KABEV projemizin çevresel ve sosyal açıdan da toplumda farkındalık sağlaması için de çalışmalarımızı yürütüyoruz. Enerji verimli dönüşümü yapılan her bir binamızda;

- Paydaş Katılım Toplantıları
- Sosyal Anketler
- İzleme Toplantıları ve Eğitimler

Gerçekleştirilmektedir. Tadilat öncesinde yapılan anketler bina kullanıcılarının ısınma ve aydınlatmaya ilişkin konforlarına ilişkin rahatsızlıkları ile yapılacak tadilat çalışmalarının örtüştüğünü göstermektedir. Tadilat sonrası Anket çalışmaları bize;

- İç mekan ısınma konforuna ilişkin memnuniyet %41'ten %73'e çıktığı,
- İlave ısıtıcı kullanma durumu %45'ten %14'e düştüğü,
- Aydınlatmaya ilişkin memnuniyet ise %60'tan %70'e çıktığı,
- Enerji verimliliğine ilişkin farkındalık ise %90 seviyesine ulaştığını

göstermektedir.

KABEV Projesi kapsamında binalarda bina kullanıcıları da yapılan çalışmalara dahil edilmektedir. Bunlara örnek olarak enerji verimliliği renovasyon süreci tamamlanan Bursa Anadolu Kız Lisesidir. Öğrenciler kendi okulları için dış cephe boya renklerini belirlemek üzere '**Kendi Okulunun Rengini Kendin Beğen**' tasarım yarışmasını düzenlemiş ve birinci seçilen tasarıma göre okulun boya rengi belirlenmiştir.



**Şekil 6** Bursa Kız Anadolu Lisesi Öğrencileri **Kendi Okulunun Rengini Kendin Beğen'** tasarım yarışması

## SONUÇ

Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi sonucunda kamu binalarında yapılacak enerji verimliliği uygulamaları sonucunda kamu binalarında;

- Yıllık enerji tasarrufu 315 Gigawatt-saat (GWh)
- Binalarının kullanım ömrü boyunca hedeflenen enerji ve yakıt tasarrufu 22,680 milyon Mega Joule (MJ)
- Binaların Kullanım ömrü boyunca enerji tasarrufları neticesinde hedeflenen emisyon azaltımı 4,5 milyon Ton/yıl CO<sub>2</sub>

olarak hesaplanmıştır.

Bu proje ile Türkiye'de ilk defa; Enerji Performans Sözleşmesi ile kamu binalarının enerji verimliliği uygulamaları yapılmakta, pilot olarak seçilen kamu binalarının Neredeyse Sıfır Enerjili Bina'lar (nSEB) olarak yenilenmesi planlanmaktadır. Enerji verimliliği danışmanlık şirketleri ile sözleşme yapılarak, yatırım sonrası elde edilen tasarrufun kazancıyla belirli zaman içerisinde kendi yatırım maliyetini ödeyen finans modeli geliştirilmesi ve uygulanması için çalışmalar yürütülmektedir.

Proje ile enerji verimli, yeni ve yenilenebilir teknolojiler uygulanarak çevre dostu binalar üretilmekte ve kamu binalarının sektöre örnek teşkil etmesi sağlanacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] TÜİK kaynaklı veri, <https://www.milliyet.com.tr/gundem/turkiyede-11-milyon-598-bin-bina-var-6413119>
- [2] "Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Tarafından Yaptırılan 166 Adet Kamu Binasına Ait Enerji Verimliliği Etüt Çalışması Değerlendirme Sonuç Raporu", Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018
- [3] Enerji Verimliliği Strateji Belgesi, T.C. Resmi Gazete, 25 Şubat 2012 tarih ve 28215 sayı
- [4] Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı, T.C. Resmi Gazete, 2 Ocak 2018 tarih ve 30289 sayı
- [5] Türkiye İklim Değişikliği Strateji Belgesi, <https://iklim.gov.tr/strateji-belgeleri-i-20>
- [6] Yeşil Mutabakat Eylem Planı, T.C. Resmi Gazete, 16 Temmuz 2021
- [7] Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları [https://tr.wikipedia.org/wiki/S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir\\_Kalk%C4%B1nma\\_Ama%C3%A7lar%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir_Kalk%C4%B1nma_Ama%C3%A7lar%C4%B1)
- [8] Paris İklim Anlaşması, <https://iklim.gov.tr/paris-anlasmasi-i-34>
- [9] Enerji Etüt Şablonu, <https://www.kabev.org/kutuphane/sablonlar/>
- [10] <https://www.kabev.org/wp-content/uploads/2022/04/KABEV-Veri-tabani-giris.pdf>



## ÖZGEÇMİŞ

### Esra TURAN TOMBAK

1992 yılında ODTÜ Mimarlık Bölümünden mezun olan Esra Turan Tombak özel sektörde büro ve şantiye mimarı olarak çalışmasının ardından 1997 yılında Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nda Mimari Proje Daire Başkanlığında mimar olarak göreve başlamıştır. Hükümet konağı, adliye binası, cezaevi, bakanlık binaları gibi yönetim yapılarına ait proje hazırlama ve proje kontrollüğünün yanı sıra, Çevre Bakanlığı, Anayasa Mahkemesi Başkanlığı ve Danıştay Başkanlığı Hizmet Binaları yarışma raportörlüğü görevlerinde de bulunmuştur. 2009 yılında Enerji Kanunu kapsamında ikincil mevzuat düzenlemek ve yürütmek üzere kurulan Enerji Verimliliği Daire Başkanlığında şube müdürü olarak çalışmış, Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği, Merkezi Isıtma Ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma Ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik ve Sürdürülebilir Yeşil Bina ile Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirme Usul Ve Esaslarına Dair Yönetmelik çalışmalarında görev almıştır. ODTÜ Sürekli Eğitim Merkezi tarafından verilen İklim Değişikliği, Uyum Politikaları ve Türkiye Eğitim Sertifikası (2010) ve LEED Green Associate Sertifikası (2014) sahibi olan Esra Turan Tombak halen Çevre ve Şehircilik Bakanlığında Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Dış Kaynaklı Yatırımlar Daire Başkanı olarak çalışmaktadır.