

KAMU BİNALARINDA GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ KURULUMUNDA MEVCUT FİNANSMAN MODELLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR ÜNİVERSİTE BİNASINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÖRNEĞİ

Leyla AKBULUT¹, Şükrü ÖZEN²

1. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Elektrik Enerji Bölümü, Akseki Meslek
Yüksekokulu, Akseki/Antalya, Antalya, 07450, Türkiye

2. Akdeniz Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Dumlupınar Bulvarı,
Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi, Konyaaltı / Antalya, 07058, Türkiye
leyla.akbulut@alanya.edu.tr, sukruozen@akdeniz.edu.tr

ÖZET

Enerji, uluslararası ilişkilerin ve diplomasinin yönünü belirleyen en önemli konuların başında gelmektedir. Enerjinin verimli kullanımı ülkelerin ekonomik kalkınmasında kritik bir role sahiptir. Enerji verimliliği politikaları, bir yandan ekonomik büyüme ve toplumsal kalkınma hedeflerinin sürdürülebilirliği, diğer yandan da toplumsal kalkınma hedefleri ile doğrudan ilgili olması nedeniyle hassasiyetle ele alınması gereken alanlardan biridir.

Bu çalışmada, bir kamu Üniversitesi kampüsünde enerji etütleri sonucunda elde edilen verilerle enerji verimliliği amacıyla, kurulacak güneş enerji santrali için Türkiye'deki mevcut finansman yöntemi olan Enerji Performans Sözleşmesi ve öz finansman modeliyle santralin kurulması durumundaki Kamu kazanımları karşılaştırılmıştır. Böylece; bu alanda yapılan çalışmalara, bütçe planlaması aşamasında karar vericilere yol göstererek, Türkiye'de kamu kurumlarının enerji finansmanlarına yönelik bütçe kalemlerinin oluşturulmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, enerji finansmanı, ekonomik analiz, üniversite yerleşkesi, güneş enerji santrali.

1. GİRİŞ

Gelişen Enerji tasarrufu ve verimliliği, enerji arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılık risklerinin azaltılması, çevrenin korunması, enerji kaynaklarının etkinliğinin artırılması ve iklim değişikliğine karşı mücadele edilmesi amacıyla, Türkiye Cumhuriyeti'nin 2023 ulusal strateji hedeflerinin ve enerji politikalarının en önemli bileşenlerinden biridir. Enerji verimliliği çalışmalarıyla, Türkiye'nin Enerji Yoğunluğunun (milli gelir başına tüketilen enerji) 2023 yılı sonuna kadar

2011 yılına göre en az %20 oranında azaltılması hedeflenmektedir. Bu hedefe yönelik olarak, Türkiye'nin ilk enerji verimliliği eylem planı olan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023), 02.01.2018 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu Eylem Planına göre 6 farklı sektörde 55 eylemin hayata geçirilmesiyle 2023 yılı sonuna kadar 10,9 milyar ABD doları yatırımla kümülatif olarak 23,9 milyon ton petrol eşdeğeri (MTEP) tasarruf edilmesi beklenmektedir. Böylece 2023 yılı sonuna kadar Türkiye'nin birincil enerji tüketiminde %14'lük bir azalmaya olacağı ön görülmektedir. 2033 yılına

kadar beklenen tasarruf ise 30,2 milyar dolardır [10].

Kamu binalarında enerji tasarrufunun sağlanması, enerji verimliliği hedeflerine ulaşılmasında büyük önem taşımaktadır. 15/08/2019 tarih ve 2019/18 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'na göre enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlü olan (yıllık toplam enerji tüketimi 250 TEP ve üzeri veya toplam inşaat alanı 10.000 m² ve üzeri) kamu binaları için 2023 yılı sonuna kadar asgari %15 enerji tasarrufu hedefi tanımlanmıştır [11]. Ancak, bu hedefe ulaşılması kamuda bazı engeller nedeniyle özel sektördeki kadar hızlı ve kolay olmamaktadır. Bu engelin en önemli birleşeni şüphesiz ki bütçe kısıtıdır[4-7].

Kamu kurumlarında enerji verimliliği yatırımlarına yönelik hala bir bütçe kalemi olmayışı, enerji verimliliği amacına yönelik öz finansmanın oluşturulamamasına neden olmaktadır. Öz finansmanı bulunmayan kamu kurumları 5 Nisan 2021 tarihi itibarıyla Türkiye'de ve diğer Ülkelerde en iyi finansman modeli olarak nitelendirilen Enerji Performans Sözleşmeleri finansman modeliyle enerji verimliliğine yönelik bütçe temininde bulunabilmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'deki bir Kamu Üniversitesine ait verilerle kurulacak güneş enerji santralının öz finansmanla mı yoksa Enerji Performans Sözleşmesi ile mi kurulmalı bu durumda kamu kazanımları nedir sorularına çözüm üretmek amacıyla; her iki durum net bugünkü değer yöntemiyle finansal açıdan analiz edilmiştir.

2. YÖNTEM

Elektrikli Finansal analiz çalışmalarında doğru yöntemi belirlemek yatırım yapılacak projeye ait gerçekçi sonuçlar vermesi için oldukça önemlidir [1]. Geri ödeme süresi, varlık getirisi ve yatırım getirisi yöntemi gibi yatırım analiz araçlarının, paranın zaman değerini dikkate almadıkları için gerçekçi sonuç vermede zayıf oldukları bilinmektedir. Yani, analiz sonuçları üzerinde önemli bir etkisi olabilecek enflasyonun etkisini dikkate almazlar [2]. Paranın zaman değerini dikkate alan yatırım analiz aracı Net bugünkü değer (NBD) analizidir. Bu nedenle NBD, proje değerlendirmesi ve seçimi aşamaları için diğer analiz yöntemlerine kıyasla daha gerçekçi bir yaklaşım sunar. Bunu, üç temele dayandırarak yapar:

1. hem proje öncesi hem de sonrası tamamlanma durumlarında temel süreç girdi değişkenlerini içererek,
2. beklenen proje tamamlanma zaman çizelgesinin sübjektif bir olasılıksal modelini sunarak,
3. faydaları ve maliyeti ölçmek için paranın zaman değerini kullanarak.

Bu yöntem ile proje değerlendirmede, önceden belirlenen bir (i) iskonto oranına göre, projenin sağlayacağı faydanın bugünkü değerlerinin toplamı ile yatırım harcamalarının bugünkü değerlerinin toplamı arasındaki fark bulunmaktadır.

Çalışmanın konusu olan kamu Üniversitesi için uygulanacak enerji verimliliği önlemi (EVÖ) olan güneş

enerji santrali kurulumu için öz finansman ve kamuda performans sözleşmesi modellerinde ekonomik analiz yöntemi olarak NBD yöntemi seçilmiştir.

$$NBD = \left(\sum_{i=1}^n NF_n \frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

3. BULGULAR







Ön tasarımı yapılan güneş enerji sistemi projesi için; yatırım maliyeti, yıllık üretim-tüketim hedefleri ve yatırım getirilerine ilişkin bilgileri içeren özet değerler aşağıda paylaşılmıştır:

Tablo 1 Güneş Enerji Sistemi Projesine ait temel veriler

Konum	36.5259020357811, 32.08331725895468
Azimet	187° (güney)
Tarife	Kamu ve Özel Hizmet Sektörü – Bir Dönem Bir Sefer
Yaklaşık yıllık tüketim miktarı	2.144.590,43 kWh
Güneş enerjisi santrali kurulu güç DC	1710,72 kWp
AC gücü	1320 kW _e
Elektrik Birim Fiyatı	4,21₺
İskonto oranı	% 15

Aşağıda Üniversitenin öz finansman ile karşılanan Güneş Enerjisi Santrali kurulumuna ait özet tablo ve NBD tablosu yer almaktadır:

Tablo 1Öz Finansman ile Güneş Enerjisi Santrali Kurulumu Özet

		
Elektrik Tüketimi	Dönüş zamanı	20 Yıllık NBD
2.144.590,43 kWh/Yıl	2,5	153.120.760₺
		
Elektrik Üretimi	Yatırım maliyeti	Bloke Karbon Sahnımı
2.464.069,6 kWh/Yıl	\$1.197.504	1.207,02 CO ₂ kTon/Yıl

NBD Hesaplama Prosedürü:

Net bugünkü değer, enerji verimliliği önlemlerinin, projenin ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı net nakit akışlarının, belirlenen bir indirim (iskonto) oranıyla bugüne indirgenmesiyle aşağıdaki adımlara göre hesaplanmaktadır:

1. İlk olarak Enerji verimliliği önlemi (EVÖ) için sağlanacak enerji tasarrufu (ET) hesaplanacaktır.
2. Tasarrufun ekonomik karşılığı (TEK), enerji verimliliği önlemi ile sağlanan yıllık enerji tasarrufu miktarı ile belirlenen ilgili tasarruf kalemine ait birim enerji fiyatının (BEF) çarpılması ile elde edilecek sonuçtur.
3. EVÖ için yukarıda belirtildiği şekilde tasarruf hesabı yapılır ve yıllık toplam tasarruf miktarı hesaplanır.
4. Yıllık toplam tasarruflardan Üniversiteye kalacak olan var ise paydan üniversitenin EVÖ için yapacağı işletme, bakım, onarım gibi maliyetleri çıkarılarak üniversiteye sağlanacak net fayda (NF) hesaplanır.
5. Her yıl için üniversiteye sağlanacak net fayda (NF) belirlenen iskonto oranı (i) kullanılarak bugüne indirgenir.

İdareye sağlanacak toplam net faydanın NBD'si aşağıdaki formül ile hesaplanır:

Tablo 32Öz Finansman ile Güneş Enerjisi Santrali NBD

Yıl	İdareye verilen Tasarrufun Ekonomik Karşılığı	İdareye net fayda	İdareye net faydanın NBD'si
0	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺
1	8.777.978₺	8.777.978₺	7.636.840₺
2	10.024.011 ₺	10.024.011₺	7.578.153₺
3	11.446.920 ₺	11.446.920₺	7.532.073₺
4	13.071.810 ₺	13.071.810₺	7.477.075₺
5	14.927.354 ₺	14.927.354₺	7.418.895₺
6	17.046.292 ₺	17.046.292₺	7.363.998₺
7	19.466.013 ₺	19.466.013₺	7.319.221₺
8	22.229.214 ₺	22.229.214₺	7.268.953₺
9	25.384.651 ₺	25.384.651₺	7.209.240₺
10	28.988.002 ₺	28.988.002₺	7.160.036₺
11	38.068.276 ₺	38.068.276₺	8.184.679₺
12	43.472.068 ₺	43.472.068₺	8.129.276₺
13	49.642.928 ₺	49.642.928₺	8.091.797₺
14	56.689.742 ₺	56.689.742₺	7.993.253₺
15	64.736.851 ₺	64.533.599₺	7.937.632₺
16	73.926.247 ₺	73.692.602₺	7.885.108₺
17	84.420.078 ₺	84.151.260₺	7.826.067₺
18	96.403.508 ₺	96.094.866₺	7.783.684₺
19	110.087.986₺	109.730.843₺	7.681.159₺
20	125.714.975₺	125.305.139₺	7.643.613₺

Türkiye’de mevcut durumda Güneş Santrali kurulum maliyetini

karşılacak bütçe kalemine sahip olmayan kamu üniversitesi için en iyi finansman modeli Enerji Performans Sözleşmesi modelidir (EPS). Enerji performans sözleşmesi (EPS); enerji verimliliği ve/veya yenilenebilir enerji projeleri sayesinde elde edilen maliyetteki azalmaları kullanarak, bu tür projeleri finanse edebilmek için sermaye oluşturmayı sağlayan bir finansman yöntemidir[3].

Dünya ‘da kamuda uygulanan ve kazan-kazan mekanizması olarak adlandırılan [4-9] bu yöntem Ülkemizde ’de 15 Nisan 2021 tarih 31455 sayılı “Kamuda Enerji Performans Sözleşmelerinin Uygulanmasına İlişkin Tebliğ” in yayınlanmasıyla Kamu Kurumlarının uygulanabilir hale gelmiştir.

EPS’inde yaygın olarak kullanılan iki temel modeli vardır[10];

Garantili EPS: İlk yatırım maliyeti kamu tarafından karşılanır, yüklenici sadece tasarrufu garanti eder.

Paylaşımlı EPS: İlk yatırım maliyeti yüklenici tarafından karşılanır. Yüklenici tasarruftan alacağı pay ile masraflarını karşılar.

Türkiye’de Enerji Performans Sözleşmesi mevzuatına ait mevcut iş akışı prosedürü ise şu şekildedir [11];

1. Enerji verimliliği etüdü-önlemlerin belirlenmesi
2. İhale-yatırım bedeli en az 2 milyon ₺-asgari geçerli iki teklif
3. En yüksek NBD yüklenici ile sözleşme
4. Uygulanma sürecinin şartnamede tanımlanması
5. Uygulama kontrolü ve kabulü
6. İzleme Dönemi

7. Yıllık tasarruf doğrulama
8. Tasarruflar ile ödeme ve mahsuplaşma

Aşağıda Üniversitenin paylaşımlı EPS modelini seçmesi durumunda Güneş Enerjisi Santrali kurulumuna ait özet tablo ve NBD tablosu yer almaktadır:

Tablo 3 Üniversitenin paylaşımlı EPS modelini seçmesi durumunda Güneş Enerjisi Santrali Kurulumu Özeti

		
Elektrik Tüketimi	Dönüş zamanı	20 Yıllık NBD
2.144.590 kWh/Yıl	15	90.250.945₺
		
Elektrik Üretimi	Yatırım maliyeti	Bloke Karbon Salınımı
2.464.069 kWh/Yıl	\$1.197.504	1.207,02 CO ₂ kTon/Yıl

Tablo 54 Üniversitenin paylaşımlı EPS modelini seçmesi durumunda Güneş Enerjisi Santrali NBD

Yıl	İdareye verilen Tasarrufun Ekonomik Karşılığı	İdareye net fayda	İdareye net faydanın NBD'si
0	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺
1	1.316.696,70 ₺	1.316.696,70 ₺	1.145.526,13 ₺
2	1.503.601,80 ₺	1.503.601,80 ₺	1.136.722,96 ₺
3	1.717.038,07 ₺	1.717.038,07 ₺	1.129.811,05 ₺
4	1.960.771,63 ₺	1.960.771,63 ₺	1.121.561,37 ₺
5	2.239.103,16 ₺	2.239.103,16 ₺	1.112.834,27 ₺
6	2.556.943,85 ₺	2.556.943,85 ₺	1.104.599,74 ₺

7	2.919.902,03 ₺	2.919.902,03 ₺	1.097.883,16 ₺
8	3.334.382,12 ₺	3.334.382,12 ₺	1.090.342,95 ₺
9	3.807.697,67 ₺	3.807.697,67 ₺	1.081.386,14 ₺
10	4.348.200,35 ₺	4.348.200,35 ₺	1.074.005,49 ₺
11	38.068.276,66 ₺	38.068.276,66 ₺	8.184.679,48 ₺
12	43.472.068,53 ₺	43.472.068,53 ₺	8.129.276,82 ₺
13	49.642.928,66 ₺	49.642.928,66 ₺	8.091.797,37 ₺
14	56.689.742,39 ₺	56.689.742,39 ₺	7.993.253,68 ₺
15	64.736.851,32 ₺	64.533.599,29 ₺	7.937.632,71 ₺
16	73.926.247,36 ₺	73.692.602,50 ₺	7.885.108,47 ₺
17	84.420.078,18 ₺	84.151.260,98 ₺	7.826.067,27 ₺
18	96.403.508,27 ₺	96.094.866,29 ₺	7.783.684,17 ₺
19	110.087,986,27 ₺	109.730.843,41 ₺	7.681.159,04 ₺
20	125.714,975,92 ₺	125.305.139,85 ₺	7.643.613,53 ₺

4. SONUÇLAR

Türkiye'de mevcutta kamu kurumlarının enerji verimliliği önlemi olarak yenilenebilir enerji sistemi kurulumlarına ilişkin öz finansman ve bütçe talepleri genellikle öncelik alanları dışı olması nedeniyle kabul görmemektedir. Kamuda Enerji Performans Sözleşmelerinin Uygulanması ile Türkiye'de öz finansmanı olmayan kamu kurumlarına alternatif oluşturulmaya çalışılmıştır. Çalışmayla öz finansman ve EPS modeli karşılaştırılarak bütçe ve geri dönüş sürelerine ilişkin sonuçlar finansal analizle ortaya koyulmuştur. Özellikle enerji verimliliği önlemi olarak güneş enerji sistemi kuracak kamu kurumlarının bütçe taleplerine ilişkin karar vericilere yol gösterici nitelikte sonuçlara ulaşılmıştır.

5. KAYNAKLAR

- [1] Blanchard , B. S. , Fabrycky , W. J. (1990). Systems Engineering and Analysis . Englewood Cliffs , NJ : Prentice-Hall . [Google Scholar]
- [2] Flaig , J. J. (1993). Expectation Paretos and Optimal Resource Allocation . Quality Engineering 5 (3): 449 – 462 . [CSA] [CROSSREF] [Taylor & Francis Online], [Google Scholar]
- [3] Lee, M.K., Park, H., Noh, J., Painuly, J.P., 2003. Promoting energy efficiency financing and ESCOs in developing countries: experiences from Korean ESCO business. J. Clean. Prod. 11, 651e657.
- [4] Tianyi Liu, Guofeng Ma, Ding Wang. Pathways to successful building green retrofit projects: Causality analysis of factors affecting decision making. Energy and Buildings Volume 276, 1 December 2022, 112486
- [5] C. Carpino, R. Bruno, V. Carpino, N. Arcuri. Uncertainty and sensitivity analysis to moderate the risks of energy performance contracts in building renovation: A case study on an Italian social housing district. Journal of Cleaner Production Volume 379, Part 1, 15 December 2022, 134637
- [6] J. Jackson. Promoting energy efficiency investments with risk management decision tools. Energy Policy, 38 (8) (2010), pp. 3865-3873
- [7] Tomas Ekström, Rikard Sundling, Stephen Burke , Lars-Erik Harderup. Probabilistic risk analysis and building performance simulations – Building design optimisation and quantifying stakeholder consequences. Energy and Buildings Volume 252, 1 December 2021, 111434
- [8] Cai, X.; Zhou, C.; Zhou, L.; Xu, Q. A Bibliometric Analysis of Energy Performance Contracting Research from 2008 to 2018. PeerJ 2019, 2019, e7992.
- [9] E. Mills, S. Kromer, G. Weiss, P.A. Mathew. From volatility to value: analysing and managing financial and performance risk in energy savings projects. Energy Policy, 34 (2) (2006), pp. 188-199
- [10] <https://enerji.gov.tr/video-detay?id=30>
- [11] <https://enerji.gov.tr/enerji-verimlilik-eps>