

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

Öğr.Gör.Leyla AKBULUT
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi
leyla.akbulut@alanya.edu.tr

Prof.Dr.Şükrü ÖZEN
Akdeniz Üniversitesi
sukruozen@akdeniz.edu.tr

GİRİŞ

- 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.



GİRİŞ

- Türkiye Cumhuriyeti'nin 2023 ulusal strateji hedeflerinin ve enerji politikalarının en önemli bileşenlerinden biri Enerji verimliliği ve tasarrufudur.
- 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.
- 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[1].



- 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.



- Elektrikli Finansal analiz çalışmalarında doğru yöntemi belirlemek yatırımın yapılacak projeye ait gerçekçi sonuçlar vermesi için oldukça önemlidir [2].
- 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 [3].
- 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[4-5].
- 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:

NBD Hesaplama Prosedürü:

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.

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

ALKÜ KAMPÜS GES Proje Temel Verileri









Şekil 1 Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Kestel Yerleşkesi

Antalya ili, Alanya ilçesi, Kestel mahallesi, 1130 ada, 2 parsel numarasında kayıtlı arazi üzerinde bulunan Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Kestel Kampüsü'nde İdarece yaptırılan enerji etüdü raporunda belirtilen çatı ve otopark alanlarına Enerji Verimliliği Önlemi olarak kurulacak olan 1.320 kWe (en az 1.710,72 kWp) kapasiteli lisanssız elektrik üretimi "Şebeke Bağlantılı Güneş Enerjisi Santrali" projesidir.







| | |
|---------------------------------------|--|
| Konum | 36.5259020357811, 32.08331725895468 |
| Azimut | 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 kWe |
| Elektrik Birim Fiyatı | 4,21₺ |
| İskonto oranı | %15 |

Öz Finansman ile Güneş Enerjisi Santrali Kurulumu Özeti

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

| 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₺ |

Üniversitenin Paylaşımlı EPS Modelini Seçmesi Durumunda Güneş Enerjisi Santrali Kurulumu

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 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 |

| 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 ₺ |

- 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.

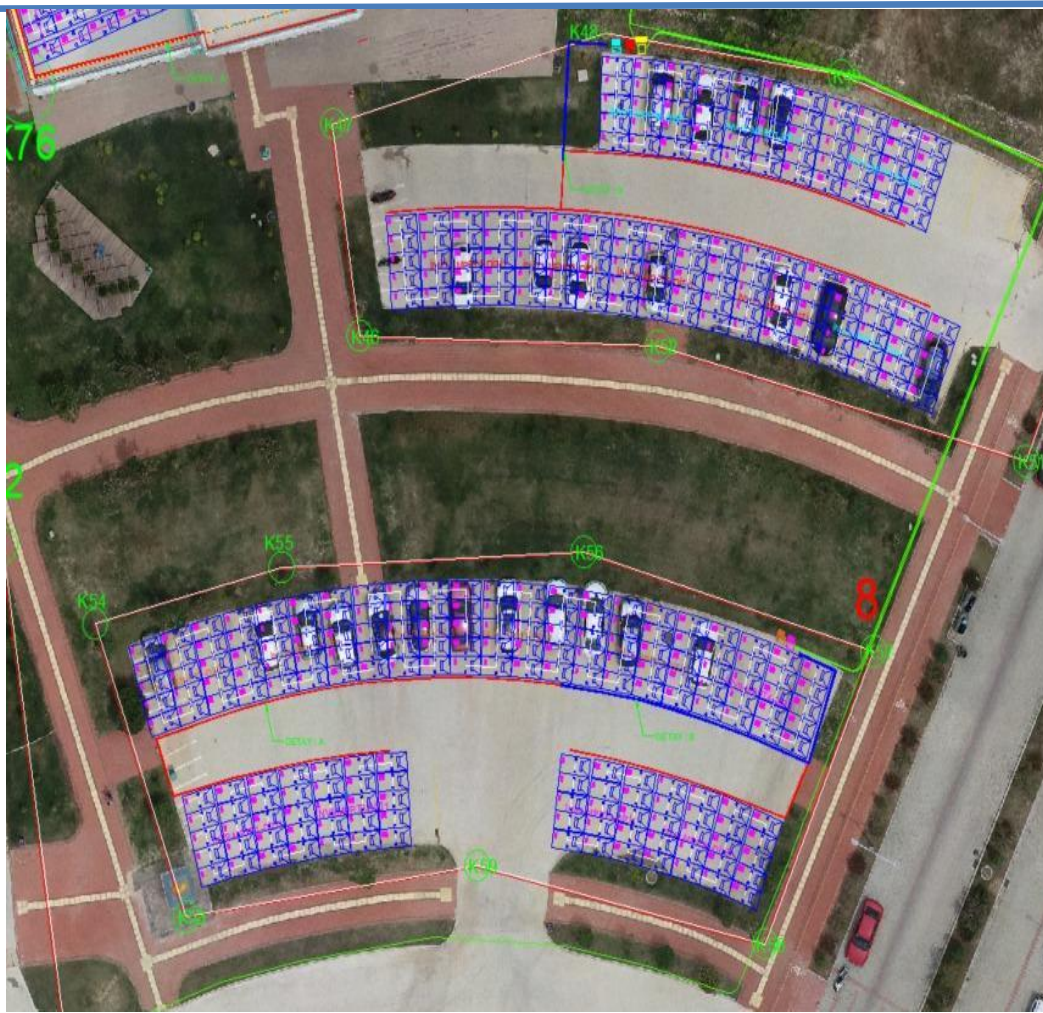
ALKÜ KAMPÜS GES



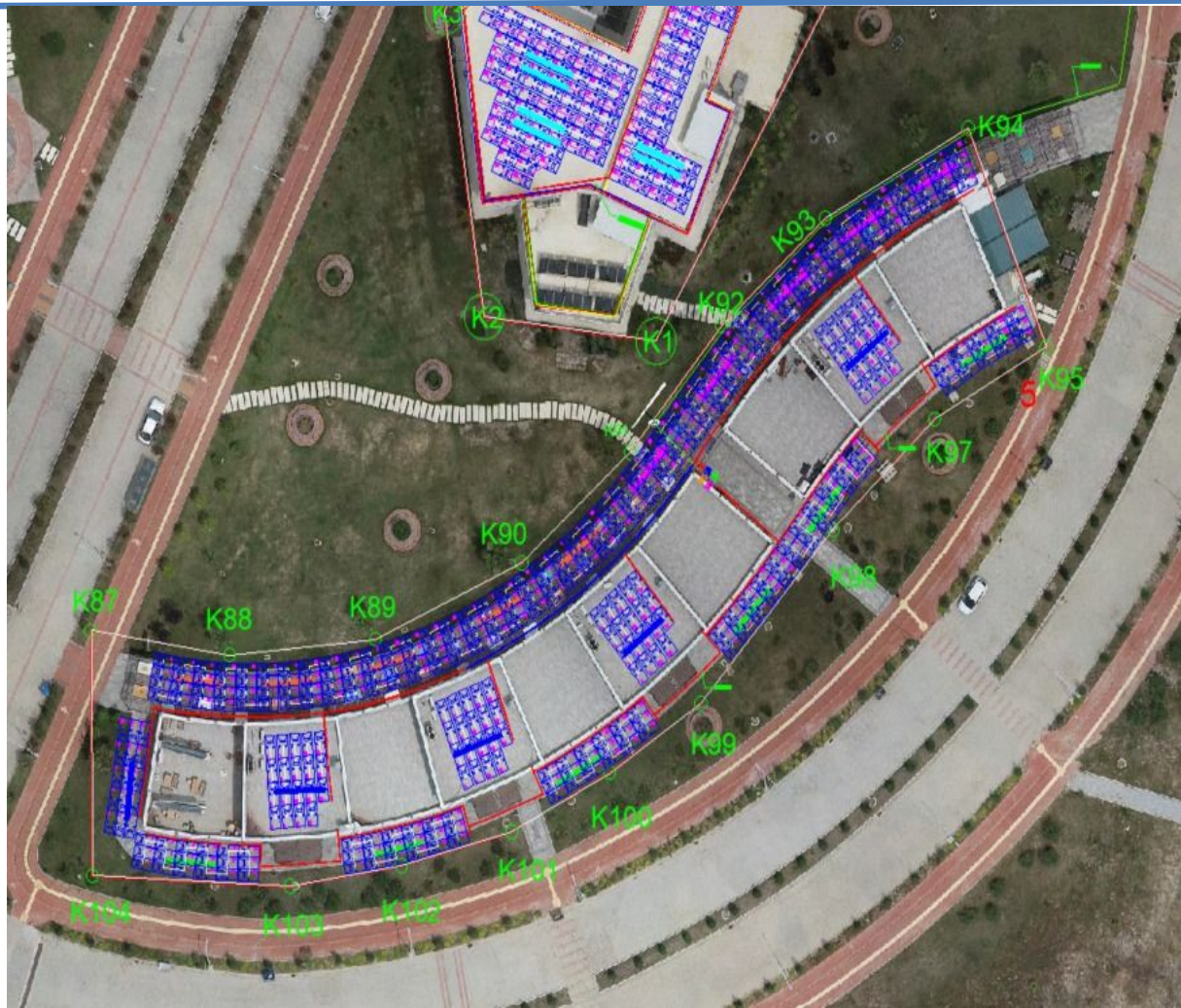
ALKÜ KAMPÜS GES



ALKÜ KAMPÜS GES



ALKÜ KAMPÜS GES



- [1] <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-verimlilik-egitimler>
- [2] Blanchard , B. S. , Fabrycky , W. J. (1990). *Systems Engineering and Analysis* . Englewood Cliffs , NJ : Prentice-Hall . [Google Scholar]
- [3] Flaig , J. J. (1993). *Expectation Paretos and Optimal Resource Allocation* . *Quality Engineering* 5 (3) : 449 – 462 . [CSA] [CROSSREF] [Taylor & Francis Online], [Google Scholar]
- [4] 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.
- [5] 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

DEĞERLİ KATILIM ve KATKILARINIZ için TEŞEKKÜR EDERİZ

Öğr.Gör.Leyla AKBULUT
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi
leyla.akbulut@alanya.edu.tr

Prof.Dr.Şükrü ÖZEN
Akdeniz Üniversitesi
sukruozen@akdeniz.edu.tr