



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

BİR ÜNİVERSİTE BİNASI İÇİN ENERJİ ETÜDÜNÜN EKONOMİK ANALİZİ VE YATIRIM KARAR SÜRECİ

İSMAİL EKMEKÇİ
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

NEVZAT ŞADOĞLU

YAŞAR YETİŞKEN
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ



BİR ÜNİVERSİTE BİNASI İÇİN ENERJİ ETÜDÜNÜN EKONOMİK ANALİZİ VE YATIRIM KARAR SÜRECİ

Financial Analysis of a Energy Audit for a University Campus Building and Investment Decision Process

İsmail EKMEKÇİ
Nevzat ŞADOĞLU
Yaşar YETİŞKEN

ÖZET

İstanbul Küçükalyalı'da bulunan bir üniversite kampüs binası için doğal gaz ve elektrik faturalarına göre 3 yıllık enerji tüketim değerleri ve gerekli maliyet bilgileri alınarak bu kampüsteki binaların enerji etüdü yapılmıştır. Bunun için kampüsteki binaların ısıtma, soğutma ve aydınlatma sistemleri ve bunlarla ilgili enerji tüketim değerleri incelenmiştir. Binaların mevcut yalıtımsız durumdaki hali için ölçüm ve hesaplamalar yapılmış; daha sonra 01.04.2010 tarih 27539 sayılı RG de yayınlanan Bina Enerji Performans Yönetmeliği ve TS825 standartlarına göre yalıtım yapılması önerilmiş; buna uygun olarak hesaplar yenilenmiş; kampüste revizyonla sağlanabilecek enerji tasarrufu için inceleme ve değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan çalışma finansal yöntemler ışığında da tablolara yardımıyla hesaplandı. Ekonomik analiz verileri karar sürecine etkileri irdelendi. Önerilen verimlilik artırıcı projelerin Hesaplanmış; yapılacak yatırımların basit geri ödeme süreleri ve iç-karlılık değerleri ayrıca belirlenmiş ve gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır. Kampüs için mevcut durumda yıllık enerji kullanımının 250 TEP'den az olduğu; fakat kapalı alanının 10.000 m² den fazla olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bina Enerji Performansı; Enerji Etüdü; Verimliliği Arttırıcı Proje (VAP); Enerji Verimliliği, Bina enerji performansı, Finansal analiz

ABSTRACT

Energy Audit study of an University campus building at İstanbul Kucukyali is established by evaluating the natural gas and electricity bills and 3 years of energy consumption data and the required costs. The heating, cooling, illumination systems and the related energy consumption rates are investigated in this study. Measurement and calculations of the current uninsulated state of the campus buildings are accomplished. Required insulation with respect to TS825 standard and the 01.04.2010 dated Building Energy Performance Regulation was advised and the recomputings were done accordingly; investigations and evaluations on the the energy savings rates which can be provided with revisions were analyzed. The required investment costs are calculated by reevaluating the fuel and electricity consumption values for the conditions of utilization of variable frequency drivers, energy efficient systems for the illumination systems and the other efficiency oriented approaches; then CO₂ emissions rates for the both conditions are compared; annual energy savings rates computed for each of specific consumptions per m² and m³ utilization spaces; the payback period of the required investments and in house profitability rates are also computed and also required comparisons are conducted. It is established that the annual energy consumption of the campus buildings without the revisions are less than 250 TEP; however the inner-space-area is larger than 10.000m².

Key Words: Building Energy Performance; Energy Audit; Energy Saving Project; Energy Efficiency, Financial Analysis

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, İstanbul Küçükalyalı'da bulunan bir üniversite kampüsüne ait binaların 2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait enerji tüketim değerleri ilgili kayıtlardan alınmış ve kampüs binalarındaki ekipmanlar incelenerek enerji verimliliği konusunda fizibilite çalışmaları yapılmıştır. Binaların enerji tüketim bilgileri özet olarak verilerek, özellikle tüketim ve maliyet bilgileri grafik ve tablolarla desteklenmiştir. Ayrıca; çalışmanın amacı, kapsamı, hangi tarihler arasında yapıldığı, çalışma yapılan alanlar ve bu alanlardaki bulgular ve öneriler, üst yönetime de sunulacak şekilde kısa ve öz, aynı zamanda gerekli yerlerde de detaylı olarak verilmiştir. Bu kampüste enerji etüdü kapsamında, binalardaki ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemleri ve ilgili enerji tüketimleri incelenmiştir. Bu sistemlerdeki enerji tasarrufu ve enerji verimliliği açısından inceleme ve değerlendirmeler yapılmıştır. Kampüsteki binaların 2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait enerji tüketimleri ve maliyet değerlerinin, üniversite idaresince tutulmuş kayıtlarla ve ayrıca dağıtım şirketlerinden alınan dökümlerle tespitleri yapılmıştır. Tüketim bilgileri ışığında, aylık analizler yapılarak tablolar ve grafiklere işlenmiştir. İstanbul-Küçükalyalı'da bulunan üniversite kampüsündeki sınıflar, laboratuvarlar, spor salonu, yemekhane, sosyal tesisler, idari bina gibi birimlerin yalıtımsız mevcut durumundaki ölçüm ve hesaplamalar yapılmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu bildiri kapsamındaki enerji etüt çalışması için eğitim kurumunun enerji tüketim bilgileri kurum kayıtlarından alınmıştır. Kurumdaki birim alan ve birim hacim için harcanan özgül enerji miktarı değerleri hesaplanmıştır. Özgül enerji tüketim değerlerini düşürmek için de çalışma yapılmıştır. Kurumun enerji tüketiminin ağırlıklı olarak doğalgaz ve elektrik olduğu görülmüştür. Doğalgaz ısıtmada, elektrik ise aydınlatma, ısıtmada, kontrol ve sirkülasyon sisteminde, soğutmada ve büro makinelerinde kullanılmaktadır. Elektrik enerjisinin toplam maliyeti doğalgaz maliyetinden çok yüksek çıkmış; bunun nedeni ise klima sistem elektriğinin birincil enerji olmaması nedenidir. Bu fizibilite çalışmasında ek enerji kazancı olabilecek yerler için detaylı analiz ve hesaplar verilmektedir. Fizibilite raporunda dış cephe izolasyonu yapılarak ısıtmada yakıt maliyetini azaltmak; kazanların baca gazından yararlanarak, kazan verimini artırmak için çalışmalar yapılmıştır. Bina yapısı eski olduğundan ısı izolasyonu hesaplarının TS825'in son versiyonuna göre yapılmadığı görülmüş; detaylı etüt raporunda ise dış cephe izolasyonu TS825'e uygun olarak proje uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama ile elde edilecek ek kazancın düşük çıktığı gözlemlenmiş; ilave olarak kazan verimini arttırmak için baca gazı atık ısıdan yararlanarak kazan giriş suyu sıcaklığını arttıracak ekonomizer koyulmasına karar verilmiş; bu konudaki maliyetler için optimizasyon çalışması yapılmıştır. Dış cephe izolasyonu yapılırken maliyetler ve kazançlar dikkate alınarak bütçe oluşturulmuş; bu bütçede gelir ile gider arasındaki karşılaştırma ile en iyi optimum çözüm hesaplanarak en ideal yalıtım kalınlığı bulunmaya çalışılmıştır. Kazan verimini yükseltmek için kazan çıkışına ekonomizer konularak baca gazı atık ısıdan yararlanılması ile ilgili maliyet-fayda detayları da etüt raporunda belirtilmiştir. Ekonomizer baca gazı sıcaklığını düşürerek kazana giren dönüş suyu sıcaklığını yükseltir; böylece kazan aynı yakıtla daha çok ısı vermiş olur. Kazan ile baca arasında ekonomizer için yeterli mesafe olduğu görüldüğünden ayrıca ek bir inşaat işine gerek olmadığı görülmüş; sadece ekonomizerlerin sipariş edilmesi; baca ile kazan bağlantısı sökülmesi; gerekli tadilatların yapılması ve ekonomizerlerin montajının yapılması bu iş için gerekli uygulama projesindeki iş kalemleri olmaktadır.

Yapılan etüt çalışması sonucunda bu kampüste enerji verimliliği çalışması sonucunda elde edilecek kazançlar ve yapılacak yatırım değerleri gibi bilgiler Tablo.1-2-3'te verilmiştir.

Tablo 1. Elde Edilecek Kazanç, Yatırım ve Geri Ödeme Süreleri

GENEL BULGULAR									
Önlemler	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı	Yatırım Maliyeti	Gerİ Ödeme Süresi	Uygulama Planı
		Miktar	Orjinal Birim	TEP/YIL	TL/Yıl	Ton/YIL	TL/Yıl	Yıl	
DIŞ CEPHE İZOLASYON	D.G	16.984,00	Sm ³	14,01	14.437	31,76	67.855	4,70	U.V
KAZAN ÇIKIŞINA EKONOMİZER KOYULMASI	D.G	1.567,23	Sm ³	1,30	1.332	2,93	5.850	4,39	U.V.
TOPLAM				15,31	15.769	34,69	73.705		

K.V: Kısa Vade, O.V: Orta Vade, U.V: Uzun Vade

Tablo 2. Dış Cephe İzolasyonu için Tasarruf Oranı

Tasarruf Oranı			Mevcut Durum		Tasarruf Miktarı		Kazanç Oranı
Toplam Tasarruf	Orjinal Birim	TEP/Yıl	TL/Yıl	TEP/Yıl	TL/Yıl	Oran %	
							DIŞ CEPHE İZOLASYON
	Elektrik	kW	0,00	0			0
	Toplam		47,19	56.672	14,10	56.734	
Toplam Harcama	TL	67.855					
Toplam Geri Ödeme Süresi	Yıl	4,70					

Tablo 3. Ekonomizer Koyulması için Tasarruf Oranı

Tasarruf Oranı			Mevcut Durum		Tasarruf Miktarı		Kazanç Oranı
KAZAN ÇIKIŞINA EKONOMİZER KOYULMASI	Orjinal Birim	TEP/Yıl	TL/Yıl	TEP/Yıl	TL/Yıl	Oranı	
							Isı
	Elektrik	kW	0,00	0			0
	Toplam		47,19	56.672			
Toplam Harcama	TL	5.850					
Toplam Geri Ödeme Süresi	Yıl	4,39					

2. EKONOMİK ANALİZİN AMACI

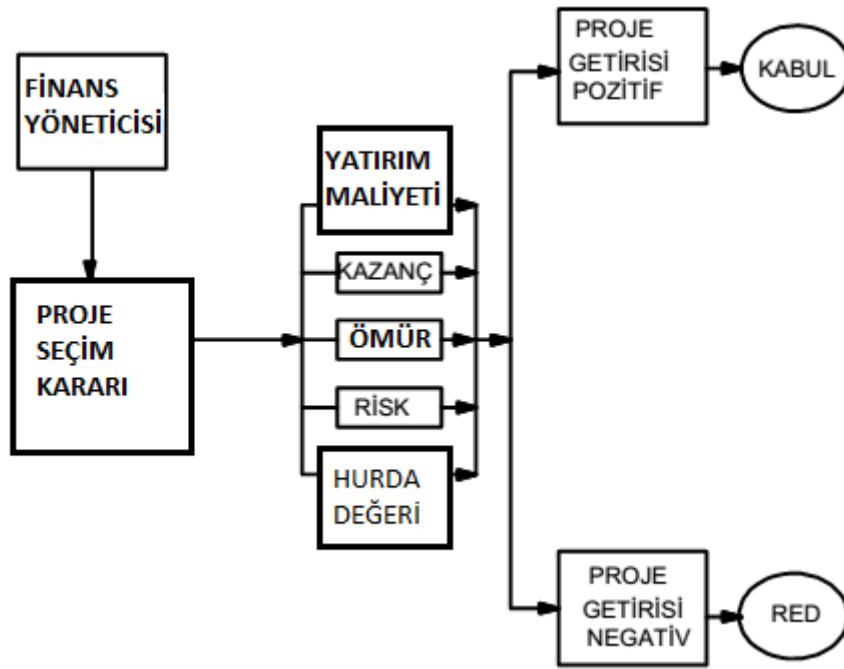
Ekonomik analiz yönetimde kararlar üst düzey yöneticiler tarafından alınır. İşletmede finans yöneticileri hazırladıkları projeleri hazırlayarak üst yönetime sunar; daha sonra üst yönetim projelerin güçlü, zayıf, yönleri ve risklerini değerlendirerek uygulamanın olup olmayacağına karar verir. Finans yöneticileri projeler için gerekli politikaları, işletmelerin fon yönetimi, piyasa şartları, yatırım değerine göre belirler ve finans yönetimi olarak işletmenin nakit giriş ve çıkışının karlılığa etkini belirleyen stratejiyi oluştururlar.

Ekonomik analizi ilgilendiren bazı konular:

- Yatırım projesinin olumlu, olumsuz tarafları analiz edilerek seçim yapılması.
- Mühendislik bölümünün mamulün üretim maliyetini düşürmek amacıyla yatırım için finansal yönetim kararlarının alınması.
- Özellikle son zamanlarda enerji verimi ve enerjiden elde edilecek kazancından faydalanmak amacıyla yapılan yatırım kararlarıdır.
- Diğer sebepler.

Ekonomik analiz kararlar ile yatırımın risk analizi yapılarak, kar maksimizasyonu en yüksek olan proje seçilir. Proje seçiminde piyasanın ekonomik yapısı, ülkenin genel siyasi yapısı ve ülkenin politik riskleri de etkilidir.

Aşağıdaki Şekil.1'de verimlilik artırıcı projenin karar akım şeması bilgilerinize sunuldu



Şekil 1. Verimlilik Arttırıcı Proje Karar Akım Şeması

2.1. Yatırım İçin Fon Kaynakları

2.1.1. Yatırım İçin Fon Kaynakları

Ekonomik analiz literatüründe temel olarak iki yatırım finansman yaklaşımı yer almaktadır; işletme yatırımlarını ya kendi hissedarlarının öz sermayesini kullanarak finanse edecek ya da banka gibi diğer finansal dış kaynaklar aracılığıyla finanse edecektir. Son birkaç senede yatırım projelerinin maliyetlerinin giderek artması ve tek bir finansman yaklaşımının neden olduğu risklerden kaçınmak için pek çok işletme her iki yaklaşımı da içerecek karma finansman yöntem ve modellerini benimsemeye başlamıştır (Wang ve Whyte, 2010). Dolayısıyla günümüzde bakıldığında işletmelerin



finansman yaklaşımları olarak öz kaynakla finansman, borçla finansman ve her ikisinin de eş zamanlı olarak yapıldığı karma finansman yaklaşımları karşımıza çıkmaktadır.

İşletmelerde yatırım için ihtiyacı olan nakdi değerleri karşılamak için aşağıdaki fonlardan yararlanır.

1. Dış kaynaklı yatırım fonları
 - a) Geri ödemeli olan fonlar.(Banka kredileri)
 - b) Teşvikli geri ödemesiz fonlar.
 - c) Kamu teşvikleri ve vergi muafiyetleri
2. İşletmenin iç kaynak fonları ve öz sermaye ile yatırımı gerçekleştirmek.

Yatırım fonlarının ister iç veya dış kaynaklı olsun nakdi paranın bize maliyeti var. Bu maliyete iskonto oranı denir.

2.2. Yatırım Kararını etkileyen sebepler için Fon Kaynakları

Üst düzey yöneticiler, kendilerine sunulan verimlilik artırıcı projeleri finansman yönünden analizinin yapıldığı gibi idari yönden de inceler. Ayrıca enerji projelerinde karar için risk analizi yapılmalı, kamu alanı veya piyasanın koşulları analiz yapılmalıdır

Verimlilik artırıcı projelerin karar verme kriterleri:

- Yatırımın harcama tutarına göre
- Yapılacak yatırımın gerektirdiği enerji ve maddenin kıt olması
- Yatırımın sağlayacağı yararın şekline göre
- Yatırımın yapılacağı iş koluna (sektöre) göre
- Yatırımın gerekçesine göre
- Üretim kapasitesine göre

Projenin diğer projelerle etkileşimine göre yatırım şekilleri aşağıdaki gibidir:

- Bağımlı yatırımlar
- Tamamlayıcı yatırımlar
- İkame yatırımlar
- Bileşik yatırımlar.

3. VERİMLİLİK ARTIRICI ENERJİ PROJELERİNDE FİNANSAL VERİLER

Verimlilik artırıcı enerji projelerinde finansal analiz için sayısal veriler aşağıda verilmiştir. Dış cephe izolasyonunun yönetmeliğe uygun projelendirilmesi için finansal analizler ömür boyu maliyet prensibine göre yapılmıştır; gerekli sonuç ve analiz değerleri aşağıda ilgili tablolarda verilmektedir.

3.1. Bina Mantolama için Finansal Veriler ve Yatırım Kararları

Dış cephe mantolama 2011 yılında alınan teklife göre	67.855 ₺
Yıllık Elde edilecek kazanç	14.437 ₺
Yatırımın hurda değeri	0,00 ₺
Projenin ömrü	15 Yıl
Projenin iskonto oranı	%11

Verimlilik artırıcı projelerde karar vermek için en basit yöntem biri yapılan yatırıma basit geri ödeme süresini hesaplamaktır. Eğer yıllık faydaları eşit olması durumunda, aşağıdaki bağlantı kurulur.

Gerçek Ödeme Süresi = Toplam Yatırım(Masraf) / Yıllık Fayda => 67.855 / 14.437 = 4,7 Yıl

Basit geri ödeme süresine göre proje uygundur.

Verimlilik artırıcı proje (VAP) uygulaması ile elde edilecek kazanç bulunmuş; daha sonra bu kazancın bu günkü değere indirgenme formülasyonuna göre ilgili değerler hesaplanmıştır. Gelecekte ki paranın bu günkü değerini hesaplarken

Tablo 4. Ömür Boyu Maliyet Prensibine Göre Finansal Analiz Sonuçları

Yatırımla İlgili Bilgiler		
Öz kaynak Miktarı	67.855	₺
Kredi Miktarı	0,00	₺
Hibe Miktarı	0,00	
Toplam Yatırım	67.855	₺
Kredi Faizi	0,00	₺
İskonto Oranı	%11	
Yatırımın Ekonomik Ömrü	15	Yıl
Yıllık Giderler	0,00	₺/Yıl
İşletme	0,00	₺
Bakım	0,00	₺
Toplam	0,00	₺
Hurda Değeri	0,00	₺
Üretim Miktarı	0,00	Ton/Yıl
Toplam Maliyet	67.855	₺
Ömür Boyu Maliyet Hesabi	0,00	
Sistemim İlk Satın Alma Maliyeti		59.650,00 ₺
Sistemin Montaj ve İşletmeye Alma Maliyeti		8.205,00 ₺
Sistemin Yenilenmesi Gerektiği de Sistemin Sökülme Maliyeti		0,00 ₺
Sistemin Yıllık Enerji Tüketim Maliyeti		0,00 ₺
Sistemin Yıllık İşletme Maliyeti		0,00 ₺
Sistemin Yıllık Bakım Maliyeti		0,00 ₺
Sistemin Yıllık Arıza Nedeniyle Durma Maliyeti		0,00 ₺
Sistemin Yıllık Çevreye Verdiği Zarar Maliyeti		0,00 ₺
Sistemin Hurda Değeri		0,00 ₺
Etkinlik Hesabı		Saat
Sistemin Çalışmaya Müsait Olduğu Süre		8640 Saat-Yıl
Sistemin Çalışmaya Müsait Olamadığı Süre		- Saat
Sistemin İki Arızası Arasında Geçen Süre		- Saat
Sistemin İstenen Arızasız Çalışma Süresi		8640 Saat-Yıl
Sistemin Arızasının Giderilme Süresi		- Saat

$$P = \frac{S}{(1+i)^n}$$

(1)

formülü kullanılmaktadır. Bu formülde :

P: Paranın Bugünkü Değeri ; S: n. yıldaki Paranın Değeri ; i=Faiz Oranı ; n=Yıl

olmaktadır.

Proje karar verme sürecinde diğer bir yöntem ise Net Bugünkü Değer yöntemidir. Bu yöntemde, Net Bugünkü Değer, Toplam Faydanın bugünkü değeri ile Toplam Masrafın bugünkü değeri arasındaki farktır ve aşağıdaki ifadeye göre hesaplanır:

$$\text{Net Bugünkü Değer} = [(\text{Toplam Faydanın Bu günkü değeri}) + (\text{Hurda Değerinin Bugünkü Değeri})] - [\text{Toplam Masrafın Bugünkü Değeri}]$$

Bu fark faydanın lehine ise proje olumlu (+Pozitif), aksi halde olumsuz (- Negatif) olarak kabul edilir.

Tablo 5. VAP sonucunda elde edilen kazançlar ve bugünkü değerleri

PROJE UYGULAMASINDANDAN ELDE EDİLECEK KAZANÇLAR			
YIL	FAİZ	KAZANÇ	BUGÜNKÜ DEĞERE GÖRE KAZANÇ
1	0,11	14.437 ₺	14.437,21 ₺
2	0,11	14.437 ₺	13.006,50 ₺
3	0,11	14.437 ₺	11.717,56 ₺
4	0,11	14.437 ₺	10.556,36 ₺
5	0,11	14.437 ₺	9.510,24 ₺
6	0,11	14.437 ₺	8.567,78 ₺
7	0,11	14.437 ₺	7.718,72 ₺
8	0,11	14.437 ₺	6.953,80 ₺
9	0,11	14.437 ₺	6.264,69 ₺
10	0,11	14.437 ₺	5.643,86 ₺
11	0,11	14.437 ₺	5.084,56 ₺
12	0,11	14.437 ₺	4.580,69 ₺
13	0,11	14.437 ₺	4.126,74 ₺
14	0,11	14.437 ₺	3.717,79 ₺
15	0,11	14.437 ₺	3.349,36 ₺
TOPLAM		144.372 ₺	115.235 ₺

$$P_{Fayda} = \left(S_{Fayda} \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \cdot i} \right) + S_{Hurda} \frac{1}{(1+i)^n} \quad (2)$$

formülüne göre :

$$P_{Fayda} = \left(14.437,21 \frac{(1+0,11)^{15} - 1}{(1+0,11)^{15} \cdot 0,11} \right) + 0 \frac{1}{(1+0,11)^n} \quad (3)$$

İle :

$$P_{fayda} = 103,887 \text{ ₺} \quad \text{olarak ;}$$

$$P_{Masraf} = 67 855 \text{ ₺} \quad \text{olarak bulunmakta, bu değerlere göre :}$$

$$P_{fayda} > P_{Masraf}$$

olmakta, buna göre Net Bugünkü Değere göre bu projenin uygulanmasının karlı ve uygun olduğu görülmüştür.

Yatırım değerlendirme için diğer bir yöntem ise Fayda/Masraf Oranıdır ve kazancın yatırıma oranı ile bulunmaktadır. Oran değeri 1'den büyük olduğunda (+Pozitif) proje olumlu; 1'den küçük olduğunda (-Negatif) ise proje olumsuz olmaktadır. Fayda/Maliyet Oranı iki ayrı yöntemle hesaplanır:

1.Yöntem: En çok kullanılan ve karlılık indeksi olarak da adlandırılan yöntemde göre; Fayda/Maliyet Oranı, bir projenin ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı faydaların (nakit girişlerinin) bugünkü değerlerinin toplamının; maliyetlerin (yatırım harcamaları ve diğer nakit çıkışlarının) bugünkü değerlerinin toplamına oranıdır ve aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\sum_{n=m+1}^t \frac{F_n}{(1+r)^n} / \sum_{n=0}^m \frac{M_n}{(1+r)^n} \quad (4)$$

Bu formüle göre ilgili kampüs için Fayda/Maliyet oranı hesaplanırsa:

$$115.235 \text{ ₺} / 67.855 \text{ ₺} = 1,25$$

olmakta, yani sonuç birden büyük çıktığı için projenin uygulanmasının olumlu olduğu kabul edilir.

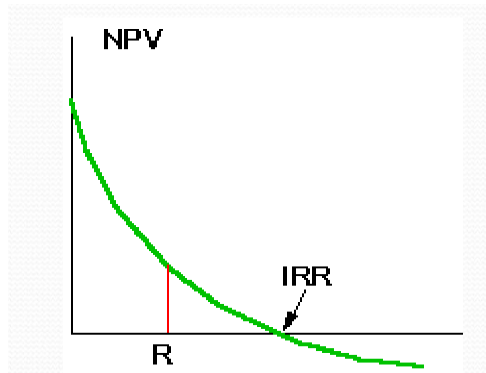
2. Yöntem: Bu yöntemde göre ise, F/M Oranı, indirgenmiş net nakit akımları (Net Fayda = Nakit Girişi - Nakit Çıkışı) toplamının, indirgenmiş yatırım toplamına bölünmesi ile hesaplanır. Bu yöntemde göre F/M oranının formülü ise aşağıdaki şekilde olmaktadır:

$$P_i = F/M = \frac{\sum_{t=1}^T X_t - Y_t}{(1+i)^t} / I \quad (5)$$

Bu formülde:

X_t =t Zamanındaki nakit girişi ; Y_t =t Zamanındaki nakit çıkış ; $PI=F/M$ =karlılık oranı
 I =projeye başlangıçta yapılan yatırım ; i =sermaye maliyeti oranı ; t =yatırımın ömrü ; F = Projeden elde edilen fayda; M = Toplam Masraf olmaktadır. Bu yöntemle bir projenin kabul edilebilmesi için $P_i > 1$ olması gerekmektedir. Alternatif projeler arasında ise 1'den büyük olmak kaydıyla bu oran en büyük olan projeye öncelik verilir. Örneğimizde uygulama sonrasında nakit çıkış olmadığından bu formülasyona göre hesaplama yapılmamıştır.

Finansal olarak karar vermede diğer önemli bir değer ise İç Karlılık Oranıdır ve bir projenin ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı net nakit girişlerinin bugünkü değerini, yatırım harcamalarının bugünkü değerine eşitleyen faiz oranıdır. Diğer bir ifadeyle bir projenin net bugünkü değerini sıfıra eşit kılan indirgeme oranıdır. İç Karlılık Oranının eğrisi aşağıdaki şekilde görülmektedir:



Şekil 2. İç Karlılık Oranı Eğrisi

R, Yatırım Projesinden Beklenen Karlılık Oranıdır. Eğer $IRR \geq R^*$ ise proje kabul edilir. Bu tanıma göre iç karlılık oranı, aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$R = -I_0 + \sum_{t=0}^T \frac{X_1}{(1 + IRR)^t} \quad (6)$$

Burada :

I_0 =Net yatırım değeri ; IRR = Optimum faiz değeri ; X_1 =Yatırımın indirgenmiş net getirisi
 $R1$ =Minimum faiz değeri ; $R2$ =Maksimum faiz değeri

olmaktadır.

İşletmede Beklenen İç Kar Oranı Saptarken Aşağıdaki Hususlar Dikkate Alınır:

- Alternatif projeler arasındaki bir seçimde ise iç karlılık oranı en büyük olan projeye öncelik verilir.
- İç karlılık oranının hesaplanması diğer yöntemlerin yanında kısmen zordur. Deneme yanılma yoluyla sonuca gidilebilir. Bu amaçla başlangıçta makul bir $R1$ ile NPV1 bulunur. Eğer bu NPV1 pozitif ise, NPV negatif olacak büyüklükte bir $R2$ ile tekrar NPV2 bulunur.
- Firmanın kaynak (sermaye) maliyeti dikkate alınır.
- İşletme içi veya dışı benzer yatırımlardaki karlılık oranı dikkate alınır.
- Sermayenin alternatif kullanım alanlarındaki faiz oranı (Sermaye Fırsatı) dikkate alınır.
- Firmanın ortalama olarak genel faiz oranı.(Yatırım Getirisi) dikkate alınır.
- Yatırımın taşıdığı risk dikkate alınır.
- Firma veya potansiyel ortakların yatırımdan beklediği en düşük kar oranı dikkate alınır.

Tablo 6. Dış Cephe İzolasyon İç Karlılığa Göre Sonuç Ve Özet Tablosu

Firma içi veya dışındaki işletmelerin benzer yatırımlardaki İç Karlılığı	Üniversite Küçükyalı Kampüsü		
Adres			
Proje Konusu	Dış Cephe İzolasyon		
EKONOMİK ANALİZ			
Basit Geri Ödeme Süresi	Yatırım Maliyeti / Kazanç		
	67.855,00TL / 14.437,37TL		
	4,70 Yıl		
Net Bugünkü Değer			
Net Bugünkü Değer(Fayda) $P_2 =$	$F_{\text{Toplam Kazanç}} \times ((1+i)^n - 1) / ((1+i)^n \times i)$		
Hurda Değeri NBD P_1	$F_{\text{Hurda}} / (1+i)^n$		
Dönem Sonunda Hurda Değeri	0,00	TL	
Hurda Değeri F	0,00	TL	
Sistemin İlk Satın Alma Maliyeti	67.855,00	TL	
Sistemin montaj ve işletmeye Alma Maliyeti	0,00	TL	
Yatırım Maliyeti + Σ Masraf	67.855,00	TL	
Yıllık Bakım Maliyeti	0,00	TL	
Yıllık Tasarruf	14.437,37	TL	

Toplam Yıllık Tasarruf	14.437,37	TL	
Piyasa Faiz Oranı i_1	0,11		
Maksimum Faiz Oranı i_2	0,25		
Ekonomik Ömür n	15,00	Yıl	
Σ Toplam Fayda=Yıllık Tasarruf NBD (P_2)+Hurda Değeri NBD (P_1)			
Hurda Değeri NBD (P_1)	0,00	TL	
Yıllık Tasarruf NBD (P_2)	103.817,24	TL	
Σ Toplam Fayda NBD=Yıllık Tasarruf NBD (P_2)+Hurda Değeri NBD (P_1)			
Σ Toplam Fayda NBD	103.817,24	TL	
Net Bugünkü Değer :	Σ Toplam Fayda NBD-Yatırım Maliyeti Σ masraf		
Net Bugünkü Değer	35.962,24	TL	
İç Karlılık Oranı (NBD)			
Hurda Değeri İç Karlılık NBD P_1	$F/(1+i_2)^n$		
Hurda Değeri İç Karlılık NBD P_1	0,00 TL		
Net Bugünkü Değer(Fayda) İç Karlılık P_2	$F_{\text{Toplam Kazanç}} \times ((1+i_2)^n - 1) / ((1+i_2)^n \times i_2)$		
Net Bugünkü Değer(Fayda) İç Karlılık P_2	55.717,60	TL	
Σ Toplam Fayda(İK)=Yıllık Tasarruf(İK) NBD (P_2)+Hurda Değeri(İK) NBD (P_1)			
Hurda Değeri NBD (İK) (P_1)	0,00	TL	
Σ Toplam Fayda NBD	55.717,60	TL	
Σ Toplam Fayda(İK)=Yıllık Tasarruf(İK) NBD (P_2)+Hurda Değeri(İK) NBD (P_1)			
Σ Toplam Fayda NBD	55.717,60	TL	
INBDİ İç Karlılığa Göre Mutlak Fayda	Σ Toplam Fayda NBD- Σ Masraf		
INBD'I İç Karlılığa Göre Mutlak Fayda	-12.137,40	TL	
İç Karlılık Oranı= $i+(NBD/(NBD+INBD'I)) \times (i_2-i)$			
NBD= Σ Toplam Fayda NBD- Σ Toplam Fayda (İK) NBD			
NBD	48.099,64	TL	
İç Karlılık Oranı= $i+(NBD/(NBD+INBD'I)) \times (i_2-i)$			
İç Karlılık Oranı	0,297		
İç Karlılık Oranı	29,73%		
Sonuç	Karlı Bir Yatırım Olarak Görülmektedir		

Tablo 6 daki ilgili tarihte piyasa efektif faiz oranı %11 seviyesinde olduğu tespit edilmiş ve hesaplamalar buna göre yapılmıştır. İç karlılık oranında hesaplanan faiz piyasa efektif faiz oranından yüksek ise yatırım projesi kabul edilir, eğer eşit ise yatırım projesi hakkında kayıtsız kalınabilir, getiri faiz oranı piyasa efektif faiz oranından düşük ise proje ret edilir.

Burada projenin iç karlılık oranı(kazanç faizi) piyasa efektif faiz oranından yüksek olduğundan bu yatırımın uygulanabilir olduğu görülmüştür.

4. SONUÇ

Günümüzde enerji yaşamın sürdürülmesi için en değerli unsurlardan biridir. Kıt kaynak olan enerjiyi daha verimli kullanabilmek için etüt yapılarak, verimlilik artırıcı projeler hazırlanması çok önemlidir. Bu etütlerde ise önemli olan nokta ise, hazırlanan projeler içinde en idealini seçilmesi en optimum verimliliğin sağlanması açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmamızda örnek olarak aldığımız bir üniversite kampüs binası için hem finansal olarak, hem de optimum verimi sağlayacak projenin seçilmesini için aşağıdaki kriterler uygulanmış ve sonuçlar irdelenerek projelerin finansal analizleri yapılmıştır:

- 1- Öncelikle mevcut durum tespit edilmiştir. Durum tespiti için geçmiş yıllara ait enerji faturaları incelenmiş, gerekli ölçümler yapılmış ve etüt raporu oluşturulmuştur. Etüt raporuna dayanılarak verimlilik artış projeleri hazırlanmıştır.
- 2- Bu adımda önemli olan en ideal verimlilik artışı olan projenin seçilmesidir. Seçim yöntemleri için farklı finansal analiz yöntemleri kullanılmıştır.
- 3- Karar yöntemleri için ayrıca işletmenin iç kaynakları, mali durumu, teknik alt yapısı, organizasyon yapısı ve dikkate alınmıştır.
- 4-Risk faktörleri dikkate alınmış, riskler senaryo haline dönüştürülmüş ve çözümler belirtilmiştir. Risklerin oluşturduğu bariyerlerin kaldırılması için çözümler üretilmiştir.

Yapılan finansal analiz sonucunda enerji verimlilik yatırımlarının finansal açıdan da verimli olduğu gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] KEDİCİ Ö., “Enerji Yönetimi” Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Enerji Kaynakları Etüt Dairesi Başkanlığı 1993 Ankara
- [2] AKGÜÇ Ö.. “Finansal Yönetim” İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayın No:46
- [3] ASHRAE, “Fundamentals: Chapter 28 – Energy Estimating Methods”, Atlanta-USA, 1993.
- [4] Kreider, J.F., Rabl A., “Heating and Cooling of Buildings – Design for Efficiency”, McGraw-Hill, 1994.
- [5] GÜRİSOY CUDİ TUNCER, Finansal Yönetim İlkeleri ,Beta 2014 İstanbul.
- [6] TEVFİK ARMAN T, Yatırım Projeleri, Literatür 2012 İstanbul.
- [7] ÜNAL BOZKURT, İşletme Finansının Temelleri, Literatür 2007 İstanbul
- [8] Gönenli ATİLLA, İşletmelerde Finansal Yönetim, İşletme Fakültesi No:15 1985 İstanbul
- [9] SIDDHARTH GAURAV, Project Risk Analysis of Solar Energy Project Delays in India, University of South Australia 2011.



ÖZGEÇMİŞ

İsmail EKMEKÇİ

1957 Bursa doğumludur. 1980 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi (İTMMMO) Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 1983 yılında Yüksek Makine Mühendisi; 1984 yılında İstanbul Teknik Üniversitesinden Endüstri Yüksek Mühendisi; 1995 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Isı Tekniği Ana Bilim Dalında doktor ünvanı almıştır. 1997 yılında Makine Müh. Isı Tekniği Bilim dalında Doçent ünvanını aldı. 1981-1996 yılları arasında YTÜ Makine Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi; 1997-1998 yılları arasında Sakarya Üniversitesinde (SAÜ) Yard. Doç. Dr. olarak; 1998-2003 yılları arasında SAÜ'de doçent olarak; 2003-2006 yılları arasında SAÜ'de Profesör olarak; 2006-2011 yılları arasında Marmara Üniversitesinde Prof. olarak görev yapmış; 2011 yılından bu yana da İstanbul Ticaret Üniversitesinde Prof. olarak çalışmaktadır. 2009-2010 yılları arasında Kırklareli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesinde Dekanlık görevi; 2010-2011 tarihleri arasında Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Müdürlüğü; 2013-2014 yılları arasında İstanbul Ticaret Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dekanlık görevlerinde bulunmuş; 2014 yılından bu yana Mühendislik Fakültesinde görev yapmaktadır. Isı Tekniği; Enerji; Optimizasyon ve Sayısal Metodlar konularında çalışmaktadır.

Nevzat ŞADOĞLU

1956 yılı Rize/İyidere doğumludur. 1982 yılında İstanbul Devlet Mühendislik Mimarlık Akademisi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümünü bitirmiştir. Daha sonra İstanbul Üniversitesi İşletme İktisat Ens. Genel Yöneticilik ve İnşaat Yöneticiliği Sertifikası aldı. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığın 'dan Enerji Yöneticiliği Sertifikası ile Sanayi ve Bina Etüt Proje Sertifikaları vardır. Halen Enerji Verimliliği; Enerji Etüt proje konuları ve İş Sağlığı Güvenliği konularında çalışmaktadır.

Yaşar YETİŞKEN

1956 yılı Kastamonu doğumludur. 1983 yılında İstanbul Devlet Mühendislik Mimarlık Akademisi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümünü bitirmiştir. 1996 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Mühendis ve 2005 yılında Sakarya Üniversitesinden Makine Mühendisliği alanında Doktor ünvanını almıştır. 2014 yılında Makine Mühendisliği alanında Doçent ünvanını almıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığın 'dan Enerji Yöneticiliği Sertifikası bulunmaktadır. Halen Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde Termodinamik Anabilim Dalı Başkanı olarak görev yapmaktadır.