

makale

ENERJİ KULLANIMININ TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZİ

Akın Burak ETEMOĞLU

Mustafa Kemal İŞMAN

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Makina Mühendisliği Bölümü

GİRİŞ

ünümüzde ülke kalkınmasının en önemli göstergelerinden biri, o ülkede kişi başına tüketilen enerjidir. Enerji, sanayileşmenin alt yapısı ve günlük hayatın vazgeçilmez bir unsurudur. Bu nedenle, enerji temini sorunu ulusal ve uluslararası gündemde oldukça önemli bir yer tutar. Enerji kaynaklarının tükenebilir oluşu, dışa bağımlılığın varlığı ve çevresel etkiler, enerji üretim ve tüketiminde odaklanılması gereken unsurlar olup, günümüzde ülkeler için ihtiyaç duyulduğunda ulaşılabilecek derecede güvenli, yeterli miktarda, ucuz ve temiz enerji üretmek, ekonomik ve sosyal hayatın temel problemleri arasında yerini almaktadır. Sanayisi, ekonomisi ve nüfusu ile hızla büyümekte olan ülkemizde de paralel olarak enerji ihtiyacı sürekli artmaktadır. Şekil 1 ülkemizdeki birincil enerji üretim ve tüketim miktarlarını ve birincil enerji ihtiyacının yıllara göre artışını göstermektedir [1].

□

Şekil 1. Birincil Enerji Üretim ve Tüketimi Arasındaki Farkın Yıllara Göre Değişimi.

Şekil 1'den görülmektedir ki, kalkınma ve nüfus artışına paralel olarak toplam enerji tüketimimiz hızla artarken, enerji üretimimiz aynı oranda artış gösterememiş, üretim ve tüketim arasındaki fark büyümüştür. Ülkemiz, genel olarak, enerji üretim kapasitesi kendi enerji talebini karşılayamaması nedeniyle enerji ithal eden bir ülke konumundadır. Bu nedenle, üretilen enerjinin yüksek verimle kullanılması, mevcut enerji kaynaklarının yanı sıra alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ait potansiyelin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, enerji tasarrufu için alınabilecek bazı önlemler ve ekonomik katkıları izah edilecektir.

KONUTLARDA ISI YALITIMI

Konutlarda ısınma amaçlı enerji tüketimiyle, kaybedilen ısı enerjisi karşılanmakta ve ortam ile yüzey sıcaklıklarını konfor şartlarının gerektirdiği seviyelerde tutabilmek temelde hedeflenmektedir. Isınma sırasında tüketilen bu enerji çevreye kaybedilmekte ve kit enerji kaynaklarımızla çevre kirletilmektedir. Diğer bir ifadeyle, konutlarda kalitesiz malzeme kullanımı, sağlıklı yaşam koşullarına uymayan yapı üretimi, kaçak yapılaşma ve en önemlisi ısı yalıtımına uyulmadığından enerji için harcanan miktarın yaklaşık yarısı israf edilmekte yani havayı ısıtmaya ve çevreyi kirletmeye harcanmaktadır. Bu nedenle ısınma amaçlı enerji tüketimimizin mümkün olan en az düzeye indirilmesi gereklidir. Yerleşmiş genel bir anlayış izolasyonun yapı maliyetini arttıracığı yönündedir. Yapılan hesaplamalar bu anlayışın doğru olmadığını göstermektedir. Bir konutun izolasyon seviyesinin artırılması ile birlikte yalıtım yatırımı artmakta ancak buna karşılık ısıtma tesisatı yatırımı azalarak en çok 1-3 ısıtma mevsimi sonunda yalıtım harcaması amorti edilmekte ve binanın kullanıldığı sonraki senelerde ısıtma giderlerinden önemli ölçüde tasarruf sağlanmaktadır [2]. Bu nedenle optimum izolasyon kalınlıklarının tespiti ve konutlarda uygulanması önem arz etmektedir.

Düzlem Yüzeylerde Optimum İzolasyon Kalınlığı

Düzlem yüzeylerde ısı yalıtımı için uygulanacak olan izolasyon malzemesinin kalınlığı genellikle tahmini olarak belirlenmekte ve ekonomik olma şartından uzaklaşmaktadır. Yalıtım kalınlığını; dış ortam sıcaklığı, ısıtma periyodunun uzunluğu, çalışma süresi, yakıt özellikleri (alt ısı değer, fiyat vs), sistem verimi, yalıtım malzemesi özellikleri (ısı iletim katsayısı, fiyat, ömür vs)

etkileyen parametrelerdir. Ayrıca amortisman hesabında enflasyon da göz önüne alınması gereken bir unsurdur.

Optimum izolasyon kalınlığı;

(1)□

ifadesiyle hesaplanmaktadır [3, 4]. İzolasyon yatırımı için;

(2)□

ifadesi kullanılabilir. Burada A, amortisman yüzdesini göstermekte olup,

(3)□

eşitliği ile bulunmaktadır. C1 ve C2 katsayıları, izolasyon malzemesinin kalınlık ve birim fiyatına bağlı olarak tespit edilmektedir. İzolasyonsuz duvar konstrüksiyonu için bulunması gereken direnç, m,

(4)□

olarak bulunur [3, 4].

Ekonomik Katkı

Isıtma ihtiyacı için doğalgaz kullanan bir yapının duvarında optimum izolasyon kalınlığının tespiti :

Yakıt birim fiyatı $Z = 354985$ TL/m³ (20.08.2003),

Kazan verimi $hK = 0.91$,

Yakıt alt ısı değeri $H_u = 8250$ kcal/m³,

Yıllık faiz oranı $f = \%50$,

Amortisman süresi $n = 10$ yıl,

Sıcaklık farkı $DT = 15^{\circ}C$,

Yıllık ısınma süresi $N = 180$ gün/yıl,

Günlük ısınma süresi $z = 15$ saat/gün,

□

3 cm izolasyon malzemesi fiyatı : 17000000 TL/m²

4 cm izolasyon malzemesi fiyatı : 19600000 TL/m²

5 cm izolasyon malzemesi fiyatı : 22200000 TL/m²

sisteminden regresyon analizi ile

$C1 = 9200000$ ve $C2 = 260000000$, regresyon katsayısı, $r=1$ olmak şartıyla bulunur.

Bu durumda izolasyon yatırımı fonksiyonu;

$T = 9200000 + 260000000$ lizo (5)

olarak elde edilir. Bu durumda, (1) nolu ifade aracılığıyla optimum yalıtım kalınlığı lizo=3.8 cm olarak hesaplanır. İzolasyon uygulanmayan 1 m²'lik bir duvardan ısı kaybının yıllık maliyeti;

□

□

elde edilir ve

Kazanç =Maliyet yalıtımsız - Maliyet yalıtımlı = 4217769.22 TL/yıl

olarak bulunur. Bu noktada, kazanç, yalıtım malzemesi ve işçilik maliyetlerinin toplamına oranlanarak amortisman süresi kolaylıkla hesaplanabilir.

ATIK AKIŞKANDAN ENERJİ GERİ KAZANIMI

Endüstrinin pek çok alanında, iş yapan akışkanın görevini tamamladığında bile hala vazgeçilemeyecek miktarda bir enerji içeriği olmasına rağmen, çevreye atıldığı görülmektedir. Atık enerjinin değerlendirilmesiyle enerji verimliliğinin artırılması, mevcut enerji kayıplarının minimize edilmesi sağlanarak ekonomik kalkınma ve sosyal refaha katkıda bulunulacaktır. Atılan bu enerjinin geri kazanımı ile ülke ekonomisini sağlanan desteğin yanı sıra çevre kirliliği de

azaltılarak ekolojik dengenin bozulmasına engel olunacağı açıktır. Günümüzde birçok ülkede endüstriyel enerji tüketiminin yaklaşık %26'sı sıcak gazlar ve sıvılar şeklinde dışarı atılmaktadır [5]. Atık ısıdan; ısı boruları, eşanjörler, atık ısı kazanları vb. tekniklerle kolaylıkla faydalanmak ve kayıpları önemli ölçüde azaltmak mümkündür. Mevcut bir tesise bir ısı geri kazanım sisteminin ilave edilmesinin ekonomik olabilmesi için, geri kazanılacak atık ısı miktarının yeterli seviyede ve uzun süreli olması gereklidir. Bu bakış açısıyla, geri kazanılacak ısı miktarı; akışkan debisi, sıcaklık, nem ve basınç gibi parametrelerin ölçümüne bağlı olarak hesaplanmalıdır. Isı geri kazanım ekipmanlarının yapılan tüm yatırım masraflarını geriye ödeyebilmesi için belirli bir sürenin geçmesi gerekmektedir. Bu sürenin kısa olması, ekipmanın ısı geri kazanım veriminin yüksek olması ve düzenli bir şekilde işletilmesi ile sağlanabilir. Bu nedenle prosesin ayrıntıları ile incelenmesi, işletme şartlarındaki değişikliklerin gözönünde bulundurulması gereklidir.

Ekonomik Katkı

Bir tekstil firmasına ait boyahaneden günde 400 ton, 85°C sıcaklıkta suyun çevredeki bir akarsuya deşarj edildiği bir durumu ele alalım. Bir ısı eşanjörü aracılığıyla suyun çevreye atılma sıcaklığını 25°C'ye düşürmüş olalım. Bu durumda atık sudan kazanılacak enerji miktarı;

ve saatte kazanılan bu enerjinin doğalgaz eşdeğer miktarı (DEM);

olarak bulunur. %30 sistem kaybı kabulü yapılarak, günde 15 saat, yılda 300 gün çalışan tesiste yıllık kazanç;

olarak tespit edilir. Son olarak, eşanjör malzeme ve işçilik toplam maliyeti, elde edilen kazanç oranlanarak geri ödeme süresi tespit edilmiş olur.

ALTERNATİF ve YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN FAYDALANMA

Dünya enerji ihtiyacındaki artış çevresel faktörlerle birleşerek araştırmaları doğal kaynakların kullanımındaki teknolojinin geliştirilmesine yönlendirmektedir. Bu olgu, bilimsel çevreleri, enerji dönüşüm araçlarını yeniden değerlendirmeye ve var olan sınırlı enerji kaynaklarından daha çok yararlanabilmek için yeni yöntemler geliştirmeye zorlamaktadır. Dünyadaki politik gelişmelere bağlı olarak enerji fiyatlarının sürekli artması, fosil yakıtların belli bir süre sonra bitecek ve üretiminin oldukça pahalı olması, alternatif enerji kaynaklarının tespit edilerek bu kaynaklardan yüksek verimle faydalanılmasını zorunlu kılmaktadır.

Türkiye, Hindistan Plakası ile Avrasya Plakasının çarpışması sonucu oluşan Dünyanın en büyük jeotermal kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya Kuşağı üzerindedir. 150 km genişliğinde ve 3000 km uzunluğunda olan kuşak İtalya, Yugoslavya, Yunanistan, Türkiye, İran, Pakistan, Hindistan, Tibet, Yunnan (Çin), Myanmar (Burma) ve Tayland'ı kapsamaktadır [6]. Dünya jeotermal kaynakları içinde Türkiye 7. en zengin potansiyele sahip ülke olup, sahip olduğu avantajlar kullanım alanlarının yoğunluğu gözönüne alındığında jeotermal kaynakların Türkiye'de kullanımının yaygınlaştırılması vazgeçilmezdir.

Ekonomik Katkı

Bursa'da sıcaklığı 82.5°C, kütleli debisi 8.4 kg/s olan bir jeotermal kaynaktan elde edilebilecek ekonomik katkıyı inceleyelim. Düşük sıcaklıklı bir ısıtma sisteminde ihtiyaç duyulan sıcak su, bir ısı eşanjörü aracılığıyla jeotermal kaynaktan elde edilsin. Bu ısı değiştiricisindeki işlem neticesinde jeotermal suyun çevreye atılma sıcaklığı 27.5°C'ye kadar düşmüş olsun. Kesintisiz olarak elde edilen jeotermal sudan kazanılacak enerji miktarı;

ve yılda kazanılan bu enerjinin doğalgaz eşdeğer miktarı (DEM);

olarak bulunur. Kaynaktan elde edilebilecek yıllık kazanç (%15 sistem kaybı kabul edilerek);

□

olarak tespit edilir. 100 m²'lik taban alanına sahip bir evin ısıtma ihtiyacı yaklaşık 10000 kcal/h olduğu düşünülürse, bu jeotermal kaynak ile (%15 kayıp kabulü yapılarak)

□

evin ısıtılmasının sağlanabileceği görülmektedir.

KAZANLARDA KİREÇTAŞI OLUŞUMU

Su içinde bulunan kalsiyum, magnezyum ve silikat gibi doğal maddeler tesisat elemanları yüzeyinde katı katmanlar oluştururlar. Bu katmanlar, tesisatın tıkanmasına, basınç kayıplarına, özellikle buhar kazanları ve ısı değiştiricilerde transfer edilen ısı enerjisi miktarının azalmasına neden olurlar.

Kazanlarda enerji tasarrufu sağlamak için; yanmanın optimize edilmesi, duruş kayıplarının azaltılması, blöf suyundan ısı geri kazanımı, kondens suyundan faydalanılması, baca gazı sıcaklığının düşürülmesi, düzenli bakım-kontrol-temizlik yapılması alınabilecek önlemler olarak sayılabilir. Bu tedbirler arasında, düzenli bakım ve temizlik ile yüzeylerde taşlaşmanın oluşması ve dolayısıyla verim kaybı kolaylıkla engellenebilir.

Kazanlarda oluşan kirlenme (taşlaşma), enerji kaybının yanı sıra baca gazı çıkış sıcaklığını ve ısıtma yüzeyleri cidarlarındaki sıcaklığı yükselterek termal zorlanmalara neden olmaktadır. Yüzeylerdeki sözkonusu kirlilik katmanı arttıkça, malzemenin tamamen kızarması, külhanın çökmesi veya yanmaların oluşması olasıdır [7]. Kısaca, düzenli bakımla sadece ekonomik değil aynı zamanda güvenli işletim şartları da sağlanmış olacaktır.

Ekonomik Katkı

500000 kcal/h ısı kapasitesine sahip doğalgaz (Z=354985 TL/m³, hK=0.91) kullanan bir kazanın saatlik yakıt sarfiyatı;

□

olarak bulunur. Bu kazanın günde z=15 saat, yılda N=300 gün çalıştığı kabul edilirse yıllık yakıt maliyeti;

MaliyetI=By. z. N. Z @ 1.064x10¹¹ TL/yıl olacaktır.

İşletimi neticesinde kazanda 1.5 mm taş kalınlığının oluştuğunu kabul edelim. Bu durumda %11 verim kaybı oluşacaktır [8]. Yeni şartlardaki yakıt maliyeti benzer mantıkla;

MaliyetII=1.21x10¹¹ TL/yıl olarak bulunur.

Kazanda oluşan taşlaşmanın tesise getirdiği yük yaklaşık olarak;

Kayıp = 1.21x10¹¹ - 1.064x10¹¹ = 1.46x10¹⁰ TL/yıl olarak tespit edilir.

SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Ülkemizin enerji ihtiyacı diğer tüm gelişmekte olan ülkeler gibi sürekli olarak artmaktadır. Enerji konusunda çağa ayak uydurmanın yolu, bir yandan artan nüfusu enerjisi en tasarruflu şekilde nasıl kullanacağı konusunda eğitirken, bir yandan da sağlıklı bir enerji politikası için sürekli bir arayış içinde olmaktan geçer. Bir ülkede üretilen enerjinin mümkün olabilen en yüksek verimle üretilmesi ve iletilmesi sağlanırken, bir taraftan da enerjinin gereksizce kaybolmasını önlemek gerekmektedir. Enerji tasarrufu kar demektir. Enerjisi sorumsuzca kullanmak ve savurganca harcamak ekonomimiz için büyük bir kayıptır. Sanayileşme ve sosyal kalkınma süreci içerisinde olan ülkemiz için bu bakış açısıyla enerji özel bir öneme sahiptir. Dünyanın içinde bulunduğu enerji darboğazından kurtulabilmesinin yeni, sürekli, yenilenebilir kaynakların bulunması ve değerlendirilmesi ile mevcut kaynakların ekonomik kullanılmasına bağlı olduğu bir gerçektir. Bu nedenle, enerji dönüşüm araçlarını yeniden değerlendirmeye ve var olan sınırlı enerji kaynaklarından daha çok yararlanabilmek için yeni yöntemler araştırmaya ihtiyacımız olduğu açıktır. Sonuç olarak, yapılacak tasarruf ile;

- Enerji ithalatının azalması dolayısıyla enerji açısından dışa bağımlılığın azalması sağlanacaktır.
- Çevre kirliliği azalacak ve ekolojik dengenin bozulması önlenecektir.
- Birincil enerji kaynakları kullanımının azalmasına paralel olarak bu konuda yapılacak yatırımlar azalacaktır.
- Enerji tasarrufu konusunda iş imkanları sağlanacaktır.

Bu bakış açısıyla, milli servet israfını önleyecek olan enerji ekonomisi çalışmalarına mümkün olan her olanak (yazılı-sözlü medya, sempozyum vs.) kullanılarak destek verilmesi, "en ucuz enerji tasarruf edilendir" ifadesinin tüm anlamıyla hayata geçirilmesi gereklidir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, Prof. Dr. Muhiddin CAN'a yorum ve katkılarından dolayı teşekkür ederler.

KAYNAKÇA

1. TPAO verileri, <http://www.tpao.gov.tr>
2. **Can, M., Avcı, A.**, Bursa Bölgesi Konut Duvarlarının Optimum Isı Yalıtım Kalınlığının Hesabı, Ülke Ekonomisi ve Çevre Kirliliğine Etkileri, 1.Isı-Ses-Su Yalıtımı Sempozyum ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 179-188, 1995.
3. **Dağsöz, A.K.**, Türkiye'de Derece-Gün Sayıları Ulusal Enerji Tasarruf Politikası Yapılarda Isı Yalıtımı, İzocam Yayınları, 1995.
4. **Karakoç, H.**, Enerji Ekonomisi, Demirdöküm Teknik Yayınları, 1997.
5. **Can, M.**, Endüstriyel Atık Akışkanların Değerlendirilmesi ve Ülke Ekonomisine Katkısı, Tesisat Dergisi, 18, 222-234, 1995.
6. Anonim, Madencilik özel ihtisas komisyonu raporu-enerji hammaddeleri alt komisyonu-jeotermal enerji çalışma grubu, TC Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Yayın No:DPT:2609-ÖİK:620, 67 s., 2001.
7. **Hepbaşlı, A.**, Kazan Temizliği ile Sağlanan Enerji Tasarrufu, Tesisat Dergisi, 15, 138-143, 1995.
8. **Burkut, E.**, Taşlaşmanın Isı Transferine Etkisi, Termodinamik Dergisi, 7, 42-43, 1999.