

LİNYİT YAKITLI ELEKTRİK ÜRETİM SANTRALLERİNDE VERİMLİLİK PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mehmet BULUT¹, Hasan TIRYAKI², Şenol DEMİR³, M. Cengiz TAPLAMACIOĞLU⁴

^{1,2,3} Elektrik Üretim Anonim Şirketi, APK Daire Başkanlığı, Araştırma -Geliştirme Müdürlüğü
İnönü Bulvarı No :27, 06490, Bahçelievler / Ankara-Türkiye

mehmet.bulut@euas.gov.tr, senol.demir@euas.gov.tr, hasan.tiryaki@euas.gov.tr,

⁴Gazi Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara-Türkiye
taplam@gazi.edu.tr

ÖZET: Dünya enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayan petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıt rezervlerinin hızla tükenmesi, enerji tüketimindeki hızlı artışa bağlı olarak ozon tabakasının incelmeye, sera gazı emisyonlarının insan yaşamını tehdit eder duruma gelmesi nedeniyle, enerji günümüzün en önemli sorunlarından birini oluşturmaktadır. Türkiye, kalkınmakta olan ve nüfusu artan bir ülke olması nedeniyle enerji tüketimi yıllara bağlı olarak hızla (Ortalama % 8) artmaktadır. Mevcut çalışmada, ülkemizde termik santrallerde kalan yüksek oranda kullanılan birincil kaynak linyit yakıtlı üretim santrallerinde verimlilik parametreleri değerlendirilip özet halinde aktarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Linyit Yakıtlı Elektrik Üretim Santralleri, Teknolojik Gelişmelerin Verimliliğe Etkileri, Santrallerde Uygulanabilecek Verimlilik Çalışmaları

1. Giriş

Enerji verimliliği, enerji arz hizmetlerinin azaltılması veya kısıtlanması şeklinde düşünülmemelidir. Enerji tasarrufu, kullanılan enerji miktarının değil ürün başına tüketilen enerjinin azaltılmasıdır. Enerjinin gereksiz kullanım sahalarını belirlemek ve israfı asgari düzeye indirmek veya tamamen ortadan kaldırmak için alınan önlemleri içermektedir. Enerji verimliliği, tüketilen enerji miktarının, üretimdeki miktar ve kaliteyi düşürmeden iktisadi kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden en aza indirilmesi biçiminde ifade edilmiştir.

Enerji talebinin % 70'ini ithalatla karşılayan Türkiye'de kalkınma ve sanayileşmede bir engel oluşturmaması için enerjinin verimli kullanılması önemli hale gelmiştir. Yapılan çalışmalara göre sadece enerjiyi verimli kullanarak yıllık nihai enerji tüketiminin %30'u kadar tasarruf sağlanacağı ifade edilmektedir.[1]

Enerji maliyetlerinin artması, enerji üretiminin çevresel etkilerinin önem arz etmesi, serbest piyasada rekabet edebilen sürekli ve güvenilir enerji arzının sağlanması bakımından her aşamadaki verimlilik gibi üretimdeki verimlilik de büyük önem arz etmektedir.

Enerjinin üretimden tüketime kadar her aşamada verimli kullanılması, maliyetlerin azaltılması, rekabet gücünün artması günümüzü ilgilendirdiği kadar, çevre etkileri açısından geleceğimizi de etkilemektedir. Her ne kadar konu ile ilgili muhtelif zamanlarda ve ortamlarda çeşitli çalışmalar yapılmışsa da, geçen süre içerisinde gerek mevcut santrallerde meydana gelen değişimler, gerekse teknolojiye gelişmeler önceki çalışmaların güncellenmesini ve yeni çalışmaların yapılmasını zorunlu hale getirmektedir.

2. Santrallerde Verimliliği Artırıcı Teknolojik Gelişmeler

Santralin verimine etki eden en büyük faktörün çevrim verimi ve dizayn parametreleri olduğu bilinmektedir. Termik çevrimin verimi; kullanılan teçhizatın (kazan boruları, bağlantı elemanları, nakil boruları, türbin vb.) emniyetle çalışabildiği, üst sıcaklık sınırı ve soğutma sisteminin etkinliğine bağlı olarak inilebilecek en düşük kondansör basıncını sağlayan alt sıcaklık sınırının bir fonksiyonudur.

Türkiye'deki birçok linyit yakıtlı santraller imal edildikleri yıllardaki teknik ve ekonomik şartlara göre oldukça verimli olmalarına rağmen, bugünkü şartlarda düşük verimlidirler. Bu aynı zamanda teknik gelişmenin ve ekonomik şartlardaki değişimin bir sonucudur. Her ne kadar santrallerin dizayn prensipleri (kullanılan termodinamik çevrim) değişmediyse de, kullanılan ekipmanların verimlerinin artması, ekonomik şartlardaki değişim (enerji fiyatlarının artması, malzeme ve imalat maliyetlerinin göreceli olarak azalması) daha verimli sistemlerin yapılmasını teknik ve ekonomik olarak mümkün kılmaktadır.

Günümüzde dünya çapında kurulan yeni santralleri daha verimli yapan başlıca gelişmeler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır;

a) Türbin iç verimlerindeki artış:

Termik çevrimin en önemli parçalarından olan türbin üretiminde meydana gelen gelişmeler, termodinamik çevrim sırasında oluşan türbindeki entropi (kullanılmayan enerji) miktarını azaltmıştır.

Bu yeni malzeme ve üretim teknikleri, yeni kanat profilleri, kanat yüzeylerinin kaplanması, türbin içi kaçaklarının (kanat ve gövde arasındaki boşluklardan üretime katkı sağlamadan geçen buhar miktarının) azaltılması, türbin izolasyonunun geliştirilmesi vs. yöntemleri kullanılarak yapılmaktadır.

b) Pompa ve fan verimlerindeki artış:

Türbinlerdekine benzer şekilde pompa ve fanların iç verimlerinde de artışlar sağlanmıştır. Aynı basınç ve debiyi, daha az enerji harcayarak sağlamak mümkün olmuştur. Tahrik sistemleri ve burada kullanılan elektrik motorlarının kapasitelerinin ve tüketimlerinin azaltılması mümkün hale getirilmiştir.

c) Kullanılan elektrik motorlarındaki artış:

Santral iç tüketiminde önemli yer tutan ve başlıca; kömür transferi ve öğütülmesi, kül transferi, kazan beslemesi, su temini ve hazırlanması, kazan suyu besleme ve sirkülasyonu, yanma havası temini, baca gazı arıtma vs. sistemlerinde olmak üzere santralin hemen her yerinde sıkça kullanılan elektrik motorlarının verimlerinin artması, bu sistemlerden kaynaklanan iç tüketim miktarını azaltmıştır.

d) Elektrik motorlarında frekans kontrolü ile hız ve güç kontrolünün sağlanması:

Özellikle sürekli çalışmayan ya da sürekli tam yükte çalışmayan elektrik motorlarında kayıpları minimum seviyeye indirmektedir. İhtiyaca göre çalışan transport sistemlerindeki elektrik motorlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. İç tüketimi azaltmasının yanı sıra bakım ve onarım giderlerini de azalttığı ve santralin emre amadeliğine olumlu etki yaptığı görülmüştür.

e) Isı transferi için gerekli sıcaklık farklarının azaltılması ve türbin çıkış kondansör sıcaklığının düşürülmesi:

İki ortam arasındaki ısı transferi (Q); ortamlar arasındaki ısı transfer şartlarına göre sabit olan ısı transfer katsayısı (K), ısı transfer yüzeyi (A) ve ortamlar arasındaki sıcaklık farkına (ΔT 'ye) bağlıdır ($Q=KxA \times \Delta T$). Aynı ısı transferi (kondansörden atılması gereken ısı) için ısı transfer yüzeyi A büyütüldükçe, sıcaklık farkı ve ona bağlı kondansör sıcaklığı ve basıncı düşürülebilir. Isı transfer alanının büyümesi maliyeti ve artan boyutlara bağlı olarak kayıpları da bir miktar artırır.

Gelişen teknoloji, imalatın ucuzlaması, enerji fiyatının artması, daha düşük sıcaklık farklarını ve buna bağlı olarak daha düşük kondansör sıcaklıklarını hem mümkün hem de ekonomik hale getirmiştir.

Kondansörde soğutucu akışkan (hava veya su) sıcaklığı ile türbinden çıkıp kondansöre gelen buharın yoğuşma sıcaklığı (kondensat sıcaklığı) arasındaki (yaklaşım sıcaklığı ΔT_y de denilen) sıcaklık farkı; günümüzde teknik ve ekonomik açıdan soğutma suyu ile buharın yoğuşma sıcaklığı arasında $4-5^{\circ}\text{C}$, soğutma havası ile buharın yoğuşma sıcaklığı arasında $12-15^{\circ}\text{C}$ arasında alınmaktadır [2]. Bu sıcaklık farkının azaltılması verimin artmasına neden olmaktadır.

f) Baca gazı sıcaklığının daha düşük değere indirilmesi:

Baca gazı sıcaklığının düşürülmesiyle kazan verimi artar. Ancak bacadan atılan gazların belirli sıcaklığın altına düşmemesi zorunludur. Baca sıcaklığı düşüldükçe doğal çekme kötüleşir, daha yüksek bacaya ihtiyaç olur. Gaz ve ısıtma yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı azaldığından, daha büyük yüzeylere ihtiyaç duyulur. Gaz sıcaklığının çığ noktasının altına düşmesi gazdaki yoğuşmaya ve gaz içindeki SO_2 ile suyun birleşerek asit oluşturmasına ve dolayısıyla korozyona yol açar.

Ekonomik, teknik ve çevresel gelişmeler baca ve baca gazı arıtma tesislerinin soğutma kulesinin içerisine yerleştirilmesine, böylece hem baca gazı sıcaklığının düşürülmesine, hem de soğutma kulesi etkinliğinin artırılmasına imkan vermektedir.

g) Ölçme ve kontrol sistemlerindeki gelişmeler:

Güvenilir ve verimli işletme için gerekli parametrelerin sürekli ölçümü, verilerin yorumlanması ve gerekli tedbirlerin alınarak kontrolün sağlanması zorunludur. Gerek işletme, gerekse planlı bakım açısından birinci aşama ölçmedir. Ölçme ve kontrol sistemlerinin kabiliyetleri gelişen teknolojiler ile artmakta olup, işletmeleri kolaylaştırmış ve maliyetleri düşürmüştür. İşletme güvenliği açısından arızaların önceden tespit edilmesi, verimlilik açısından ise optimum işletme şartlarının sağlanması daha kolay hale gelmiştir. Bakım onarım ve personel giderlerinin azaltılması da mümkün olmaktadır [3].

h) Kömür hazırlama ve Yanma teknolojilerindeki gelişmeler:

Külü ve nemi düşük, kalorisi yüksek yakıt; iç tüketimin azaltılması, kazanda yanma optimizasyonunun sağlanması ve kazan veriminin artması için önem arz etmektedir. Kömürün homojen hale getirilmesi yanma ve ona bağlı olarak üretim güvenliği ve stabilizasyonu için önemlidir. Kömürün yıkanması ve santral atık ısılarıyla neminin alınması (kurutulması) teknik ve ekonomik açıdan uygulanabilir hale gelmiştir.

Temiz yakma teknolojilerindeki (akışkan yatakta yakma, gazlaştırarak kombine çevrim santralında yakma, yüksek sıcaklıkta plazma fazında yakma vb.) gelişmeler santral çevrim veriminin artırılmasına ve/veya iç tüketimin azaltılmasına imkan tanımaktadır.

Kurulu bir santralda elektrik veriminin, santralin ana parçaları (türbin, kazan ve kondansör-soğutma sistemi) ve/veya çalışma parametreleri değiştirilmeden, yani dizaynı değiştirilmeden test verim değerinin üzerine çıkarılması mümkün değildir. Termik santralleri verimli çalıştırmak için izlenebilecek en ekonomik yol, bu sistemleri dizayn parametrelerine uygun olarak çalıştırmaktır.

3. Termik Santrallarda Verimi Etkileyen Temel Faktörler

Bir termik santralin verimine etki eden ve iç tüketimleri oluşturan birçok bileşen ve bunların değişken parametreleri bulunmaktadır. Belli başlı faktörler aşağıda verilmiştir.

3.1. Santralin Dizayn parametrelerine uygun çalıştırılmaması:

Diğer tüm işletme değerleri normal olsa bile nominal güçten uzaklaştıkça santralin verim değeri düşecektir. Kazan çıkışında istenilen sıcaklık ve basınç değerleri sağlansa bile, istenilen buhar debisi sağlanamadığından santral nominal güçte çalıştırılmamaktadır. Ayrıca soğutma sistemindeki arızalar ve yetersizliklerden dolayı, kondansörde (türbin çıkışında) gerekli vakum sağlanamadığından buharın enerjisinden yeterince faydalanılmamakta, bu da üretim ve verim kaybına neden olmaktadır.

Genel olarak linyit yakıtlı santrallarda türbinde buharın yeterince kondansör basıncına kadar genişletilemediği (enerjisinin alınmadığı) görülmektedir. Bu durumda, yoğuşma sıcaklığı daha yüksek olmasına rağmen, kondensatın (yoğuşarak su haline gelmiş buharın), yoğuşma sıcaklığının 3 °C altına soğutmak yeterli iken daha fazla (aşırı) soğutmak; hem soğutma kulesinin yükünü arttırdığından, hem de aşırı soğutulan kondensatı (besi suyunu) kazanda ısıtmak için ilave enerji gerektirdiğinden, iç enerji tüketimi arttırmaktadır.

Çevrim verimini arttırmak için türbinden alınan ara buharla kazanda ve ön ısıtıcılarda ısıtma yapılmaktadır. Türbinden çekilen ara buharın artması, elektrik üretim miktarını ve verimini azaltmaktadır. Türbinde elektrik üretim veriminin düşmesinin en büyük nedenleri; kazanda istenilen miktarda buhar

üretilememesi, kondansör ve soğutma kulesindeki sorunlar nedeniyle optimum işletme vakumunun sağlanamaması, ön ısıtılardaki arızalar nedeniyle türbinden çekilen ara buhar miktarının artması olarak sıralanabilir.

3.2 Kullanılan yakıtın (kömürün) özelliklerinin (nem, kül, kalori vs.) değişmesi

Santral dizaynı için öngörülen kömür değerleri ile santrala verilen kömür değerleri arasında nem, kül ve kalori değerlerinde farklar oluşmaktadır. Bunun sonucu olarak aşağıda bahsedilen olumsuzluklar gelişmiştir.[4]

A. Nem oranının artması:

- Nem arttığı için değirmenlerde öğütme zorlaşmakta,
- Öğütme için harcanan enerji artmakta,
- Bakım onarım giderleri artmakta,
- Kazanda istenilen kapasiteye ulaşmak zorlaşmakta,
- Kazan içerisinde yanma bozulmakta, yakıt miktarı artmakta,
- Duman miktarı artmasıyla bacadan atılan ısı miktarı artmakta,
- Kazan içi ısı balansı, gaz hız ve gaz basınç dengesi olumsuz etkilenmekte,
- Gaz hızlarının artması, sürüklenen kül miktarını arttırmakta ve dolayısıyla ısı transfer yüzeylerinin kirlenmesini ve korozyonunu arttırmaktadır.

B. Kömürün ısı değerinin (kalisinin) azalması:

- Nakledilen kömür miktarına bağlı olarak taşıma giderleri artmakta,
- Gerekli ısı enerjisini elde etmek için gerekli kömür miktarına bağlı olarak öğütülen malzeme miktarı (değirmen yükü) artmakta,
- Kazanda yanma kararlılığını sağlamak için ilave yakıt ihtiyacı artmakta,
- Yanma optimizasyonu bozulmakta ve yanma kontrolü güçleşmekte,
- Kazanda istenilen kapasite ve verim değerine ulaşmak zorlaşmaktadır.

C. Kül miktarının artması:

- Kazan içerisinde kirlenme ve birikmeleri arttırdığından ısı transferi bozulmakta,
- Elektrofiltre yükü artmakta,
- Boru aşınmaları ve arızaları artmakta,
- Kül atma ve depolama giderleri artmaktadır.

3.3 Çevre Kirliliği ve Yasal Zorunluluklar

Enerji sektörünün en büyük çevresel etkilerinden biri doğal kaynakların tüketimi ve sera gazı emisyonlarıdır. Çevresel etkilerin azaltılması ve kontrol altına alınmasında birincil önlem enerji verimliliğinin artırılması ve dolayısıyla fosil yakıtların kullanımından oluşan sera gazı

emisyonlarının ve doğal kaynak tüketiminin azaltılmasıdır.

Emisyonların azaltımında kontrol teknikleri kullanılmakta ancak bazı durumlarda emisyonların azaltımı enerji tüketimini arttırabilmektedir. Kirleticilerin mevcut Çevre Mevzuatı kapsamında getirilen limitler dahilinde alıcı ortama verilmesi zorunluluğu ve iklim değişikliği nedeniyle daha da katı yasal sınırlamaların gündemde olması arıtma teknolojilerinin mutlak kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.

Termik santrallarda yakıtın yakılması sonucunda hava, su ve toprağa kirleticiler verilmekte ancak, havaya verilen emisyonlar çevresel problemlerin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Ancak bu tür tesislerin elektrik kullanan ekipmanlarında yapılacak iyileştirmeler santralin tüm birimleri için geçerli olup, iç tüketimin azaltılmasında da fayda sağlayacaktır. Bu tesisler santralların ayrılmaz birer parçası olduğundan, düzenli bakım-onarım gibi tüm işletmeyi ilgilendiren hususlar geçerlidir. Bu tür tesislerin de tasarım değerlerinde çalıştırılması, yanma optimizasyonunun sağlanması ve baca gazı debisinin optimuma çekilmesi mevcut iç tüketim değerlerine azalmasını sağlayacaktır.

İnsan ve çevre sağlığı açısından baca gazlarının (kül, küllük oksit, azot oksitler vb.) sınırlandırılması, elektrofiltre ve baca gazı arıtma tesislerinin kurulmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu tesislerin kurulumu ilk yatırım maliyeti yanında iç tüketimde kullanılan enerji miktarını da artırmıştır.

Sonradan eklenen baca gazı arıtma tesisi, iç tüketimi %6-7 oranında artırmaktadır. Sonradan ilave edildiği için bu tesislerde baca gazlarının temizlenmesi esnasında oluşan sıcaklık ve basınç kayıplarının dışarıdan enerji verilerek karşılanması gerekmektedir.

3.4 Santral ekipmanlarının yaşlanması ve arızaların artması

Termik santralların ekonomik ömürleri 20-25 yıl olarak öngörülmektedir. Türkiye'deki linyit yakıtlı santralların birçoğu bu süreyi aşmış ya da aşmak üzeredir. Yıpranan ekipmanlar, artan bakım onarım ihtiyacı, istenilen kalitede yakıt temininde karşılaşılan güçlükler vs. santralin nominal güçte çalışmasını engellemektedir. Diğer tüm işletme değerleri normal olsa bile nominal güçten uzaklaştıkça santralin verim değeri düşecektir.

3.5 Ölçü ve kontrol sistemlerinin olmaması, düzgün çalışmaması veya ihtiyacı karşılayacak seviye de/yeterlilikte olmaması

Santralların bünyesinde birçok ölçme ve kontrol sistemi olmakla birlikte bunların yeterli olduğu söylenemez. Üretim güvenliği ve verimliliği açısından sistem analizi, sistem analizi için de yeterli ve güvenilir ölçme gereklidir. Santralların otomatik olarak çalışmasını sağlayan kontrol sistemleri genellikle eski teknoloji ürünüdür. Benzer problemler ölçü sistemlerinde de vardır. Santrallarda kullanılan ölçü sistemlerinin bir çoğu ekonomik ömrünü doldurmuş olduğundan yetersiz kalmaktadır.

Bir santralin sağlıklı işletilebilmesi için ölçü ve kontrol sistemlerinin hassas çalışması kaçınılmaz bir zorunluluktur. Bu konuda gereken önlemler alınmadığı takdirde; üretimde aksamalar, makine ve teçhizatların aşırı yıpranması, kayıp ve kaçakların artması ve de hatta mal ve can kayıplarının olması muhtemeldir. Tüm bunlar, iç tüketimi arttıran ve verimi azaltan faktörler olarak karşımıza çıkabilmektedir.[5]

Baca gazı analizi ile kazanda yanmanın tam ya da eksik olduğu, hava fazlalık katsayısının ne kadar olduğu anlaşılır ve optimum yanma için tedbirler alınabilir. Yine benzer şekilde kömürden düzenli olarak alınan numuneler, istenilen üretim ve optimum yanma için kazana sevk edilmesi gerekli yakıt miktarının tespitine imkan tanır. Kül analiziyle yanmamış yakıt miktarı ve buna bağlı enerji kaybı hesaplanabilir.[6]

Sağlıklı bir ölçme yapılmazsa, iyi bir kontrol ve verimli bir işletme sağlanamaz. Türkiye'deki birçok linyit yakıtlı santralların eski ve yaşlı olması ve ayrıca ölçme kontrol sisteminde kullanılan ekipman ve yazılımlardaki gelişmeler, mevcut sistemleri teknolojik olarak yetersiz hale getirmiştir. Ayrıca yedek parçalarının bulunamaması da büyük sıkıntı oluşturmaktadır.

3.6 Planlı, koruyucu ve kestirimci bakım yeterli düzeyde yapılamaması

Santrallarda etkin bir bakım yönetim sistemi bulunmaması, arıza gidermeye yönelik bakım yapılmaması, arızaların sıklığı ve plansız şekilde gelişimi, müdahale süresini uzatmakta, büyük iş gücü, malzeme ve üretim kayıplarına neden olmakta, maliyetleri arttırmakta ve elektrik üretim verimini düşürmektedir. Sistematik olmayan ve planlı gerçekleştirilmeyen bakım yöntemleri nedeniyle işletme ve bakım masrafları artmaktadır.

Etkin olmayan bakım yöntemleri ayrıca üretilen ürünün kalitesine ve emre-amadeliğine de büyük etki yapabilmektedir. Arızaların sık olması ve tamamen giderilememesi, nominal işletme kapasitesine çıkılmasını da engellemektedir.

4. Elektrik Üretim Santrallerinde Verim

Santrallerin iç tüketimi, santralin üretim yapması için bizzat kendisinin kullandığı enerjidir. Termik santrallerin kömür hazırlama ve kül atma tesisleri, su soğutma ve besleme sistemleri, ham su ve atık arıtma tesisleri, baca gazı arıtma tesisleri iç tüketimi en çok arttıran sistemlerdir. Bunların içinde en yüksek paya sahip olan kalem baca gazı arıtma tesisleridir ki, bunlar bir santralin ürettiği toplam elektrik enerjisinin ortalama % 6-7'sini tüketmektedirler.

İç tüketimlerin; teknoloji seçimi, verimlilik artırılması, periyodik bakım ve onarım çalışmalarının aksadan yapılması ve santral modernizasyonu ile azaltılması mümkündür. Santral verimi, kazan ve genel tesis verimi yanma kontrolleri, kazan dizayn değerlerine uygun yakıt temini, pompa ve fanlardaki frekans kontrolleri ve atık ısı geri kazanımı gibi teknik önlemler ile artırılabilir. Bu amaçla konu ile uzmanlar tarafından uzun soluklu enerji etütleri yürütülerek enerji tasarruf önlemlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Yirmi yıl çalışma ömrü üzerindeki elektrik üretim santrallerinde enerji verimliliğini sağlamak için birtakım rehabilitasyonlar ve modernizasyonlar gerekmektedir. Termik santrallerde kazan verimini arttırmaya yönelik teknolojiler, kazan tasarımına uygun yakıt tedarikinin sağlanması, pompa ve fanlarda frekans kontrolü ve eşgüdümü ile atık ısının geri kazanılması bu alandaki belli başlı tasarruf örnekleridir.

5. Sonuç ve Öneriler

Türkiye'deki linyit yakıtlı santrallerin, kendilerine özgü nedenleri olmakla beraber, genel olarak iç tüketimlerinin fazla olduğu görülmektedir. Yerli kaynakların sınırlılığı, enerji maliyetlerinin her geçen gün daha da artması, küresel boyuttaki çevre kirliliği ve önlemek için alınması gereken tedbirler, enerjinin üretiminden tüketimine kadar her aşamada verimli kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Verimlilik çalışmaları bir defada yapıp bitirilecek çalışmalar olmayıp, tüm çalışanların sorumluluk bilinciyle hareket etmesiyle daha kısa sürede başarıya ulaşma ve daha büyük fayda sağlama imkanı olan uzun soluklu çalışmalardır.

Öncelikle iyi bir ölçüm yapılması, dizayn parametrelerinden uzaklaşma noktaları ve nedenlerinin iyi belirlenmesi, yapılabilecek çalışmaların alternatifleriyle ortaya konulması, teknik,

ekonomik, sosyal ve çevresel yönden yapılacak analize göre hareket edilmesi gereklidir.

Enerji verimliliği konusunda kısa ve uzun vadeli çalışmalar yapılması ve sadece bunlarla yetinilmemesi gerekmektedir. Verimlilik kavramını hem sanayide hem de kişisel kullanımlarda bir yaşam biçimi olarak ele almak bir zorunluluk haline gelmiştir.

KAYNAKLAR

1. T. Keskin, "Enerji Verimliliğinde Politika Seçenekleri", TMMOB VI. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara, 479-500, 22-24 Ekim 2007.
2. A.R. Büyüktür, "Termodinamik Uygulama Esasları-IP", Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 1985.
3. İ. Kocaarslan, E. Çam, H. Tiryaki, B. Akbıyık, "Bir Termik Elektrik Santralinde Kontrol Yönteminin Üretime Olan Etkilerinin Karşılaştırılması", Uluslararası 9. Yanma Sempozyumu, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale, 402-414, 16-17 Kasım 2006.
4. U. Tekir, M. Kemal, V. Arslan, "Kömür Özelliği Değişiminin Termik Santral Verimine Etkisi", Türkiye 14. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, Zonguldak, 293-300, 02-04 Haziran 2004.
5. H. Tiryaki, M. Bulut, İ. Kocaarslan, M. C. Taplamacıoğlu, "Termik Santrallerin Kontrol Sistemlerinde Teknolojik Gelişmeler ve Verimlilik", Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu (ELECO'2008), Bursa, 46-50, 26-30 Kasım 2008.
6. S. Moriya et al., "High-Efficiency Coal-Fired Power Plant" Hitachi Hyoron 79, pp. 255-260, in Japanese, March 1997.