

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Orman Fakültesi
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

OREN3003

ENERJİ YÖNETİMİ

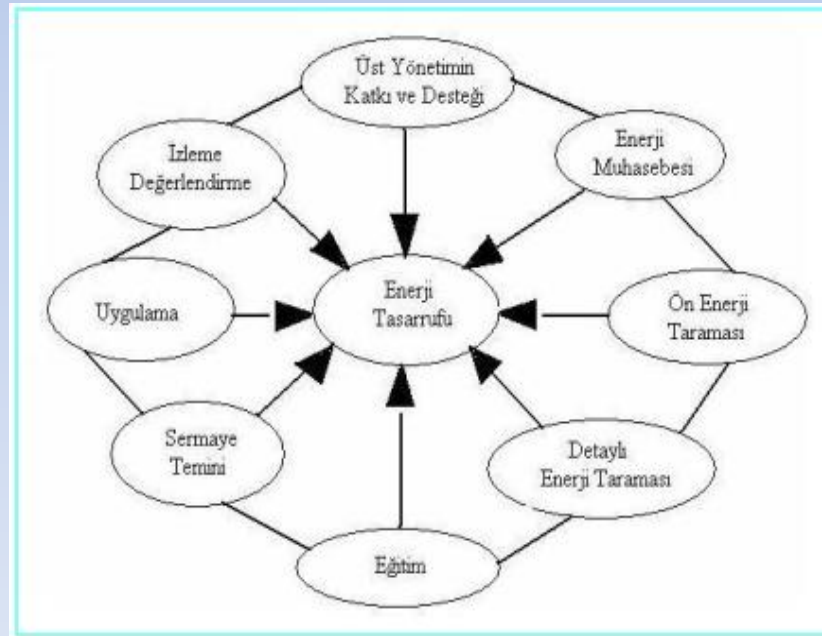
Dr.-Mak.Müh. Kemal ÜÇÜNCÜ

9. ENERJİ ANALİZİ

9.1. Enerji Yönetimi

- Enerji kullanımının etkin bir şekilde kontrolü, programlı bir şekilde gerçekleştirilecek enerji yönetimi ile başarılabilir.
- Enerji Yönetimi;
 - planlama,
 - koordinasyon
 - kontrol
- gibi birbirinden bağımsız olduklarında etkisiz kalabilecek işlevlerin, bir araya gelerek oluşan bir bütündür.
- Enerji yönetimi, ürün kalitesinden, güvenlikten ve çevresel tüm koşullardan fedakarlık etmeksizin ve üretimi azaltmaksızın enerjinin daha verimli kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş disiplinli bir çalışmadır.
- Enerji tasarrufu yönetimi uygun ve iyi tasarlanmış bir yönetim yaklaşımını gerektirir.

- Enerji yönetimi;
 - Enerji verimliliğinin iyileştirilmesini
 - Ekipmanların ayrıntılı incelenmesini
 - Maliyetlerin azaltılmasını sağlar
- Enerji yönetimi çalışmalarında organizasyonunun odak noktası “Enerji Tasarrufu” kavramıdır. Buna göre, oluşturulan enerji yönetim sisteminin bileşenleri Şekil 9.1’de gösterilmiştir.



Şekil 9.1. Enerji yönetim sisteminin bileşenleri

- Enerji yönetiminin amaçları;
 - Süreçlerin optimizasyonu
 - Birim maliyetlerin düşürülmesi
 - Kaliteli ve yeteri kadar enerji kullanımı
 - Rekabetçi koşulların sağlanması
 - Tesis ömrünün arttırılması
 - Bakım giderlerinin azaltılması
 - Yaklaşan global enerji krizine hazırlık
 - Yaşadığımız çevrenin korunması

▪ **Organizasyonel Yapı**

- Enerji yönetiminde yapılması gereken ilk iş, işletmenin ödediği enerji faturası ile enerji tüketen ekipmanlar ve üretim hattı arasında bağlantı kurmaktır.
- Bağlantı kurma işlemi:
 - enerji tüketen ekipmanların işletimi ile maliyet yönetimi arasında ilişki kurabilecek bir enerji yöneticisine,
 - teknik konularda yardımcı olabilecek danışanlara ve
 - fabrikalardaki işçilerin işbirliğine ihtiyaç gösterir.
- Bu ihtiyaçlar bir enerji yönetimi programının esasını teşkil ederler.

▪ **Üst Yönetimin Katkı ve Desteği**

- Proje kesinlikle üst yönetim tarafından başlatılmalı ve işletme organizasyonunda yer alan en düşük seviyedeki çalışanda bundan haberdar edilmelidir.
- Üst yönetim, enerji yönetimi konusunda teşvik edici, denetleyici ve yönlendirici hatta birincil sorumlusu olarak hareket etmelidir.

▪ **Enerji Yöneticisi**

- İşletme bünyesinde oluşturulacak enerji yönetim sistemi içerisinde kendi sorumluluğunda bulunan bölümlerde proje oluşturma ve uygulama süreçlerini yönetecek bilgi ve beceriye sahip olmalıdır.
- Mühendislik altyapısının olması teknik problem analizinde sonuç almayı hızlandıracaktır. Bunun yanında finansman konusunda da deneyimli olmalıdır.

▪ **Enerji Komitesi**

- İşletme içinde bulunan değişik birimlerden kişilerin katılarak çeşitli disiplinlerin temsil edildiği enerji komitesi, enerji ile ilgili tüm faaliyetleri aylık olarak gözden geçirmek üzere toplanır.
- Enerji tüketim değerleri, faturalar, mevcut projelerin son hali ve planlanan projelerin durumu incelenir. Gerekirse yeni projeler için yeni takımlar oluşturulur.

▪ **Teknik Danışmanlar**

- İşletme içindeki kaynakların yerinde ve verimli kullanılması, teknik gelişmeleri takip edebilmek amacı ile teknik danışmanlar kullanılır.
- Teknik danışmanlar ancak işletmenin katkısı ve yönlendirilmesi ile istenen hedefleri tam tutturabilirler.

▪ **Maliyetler**

- Üretim maliyetleri
 - ham madde,
 - işçilik,
 - işletme ve enerji maliyetlerinin toplamını içerir.
- Genellikle enerji, basit bir şekilde toplam üretim maliyetlerine dahil edilir ve ayrı bir kalem olarak dikkate alınmaz.
- Enerji maliyetleri işletme özelliğine bağlı olarak toplam üretim maliyetlerinin bir kısmını ve bazen de oldukça önemli bir kısmını teşkil etmekle beraber bu durum çoğu kere fabrika yöneticileri tarafından önemsenmez.

- Enerji maliyetleri sanayi sektörünün tipine göre değişir.
- İşletmelerde enerji, genellikle aşağıdaki iki ana şekilde biriyle söz konusu olur:
 - Bir ürünün doğrudan imalatında (örneğin; bir buhar kazanında kazana enerji verilmesi; elektrik motorlarına güç verilmesi gibi),
 - İmalat işlemini destekleyen etkinliklerde (örneğin: ofislerin ve depoların ısıtılması; sıcak su hizmetleri; aydınlatma).

9.2. Enerji Yönetiminin Metodolojisi

- Veri toplama, Değerlendirme ve Planlama
- Uygulama
- Raporlama ve Değerlendirme
- Devamlılığı Sağlama

9.3. Enerji Analizi Aşamaları

- Diagnostik analiz
- Ön analiz
- Detaylı enerji analizi /Audit
- Fizibilite çalışması

1- Diagnostik Analiz: Tanımlamaları içerir

- Enerji taraması ön bilgi formu şirket tarafından doldurulur,
- Formdan şirketin büyüklüğü, faaliyet alanı, enerji kullanımı, üretim bilgileri, mevcut enerji yönetimi sistemi ve nelerin ölçülmesi gerekebileceği hakkında genel bilgiler elde edilir,
- Gerekli görülürse fabrika ziyaret edilir, gerekli bölümler için detaylı bilgi ve proses açıklamaları istenir,
- Enerji verimliliği ölçüm cihazlarının bağlanacağı yerler belirlenir; ya da ilgili düzenlemeler talep edilir,
- Ön analiz için tarih belirlenir.
- **Diagnostik analiz sonucunda:** Fabrikadaki etüt süresi, ölçüm cihazı ihtiyaçları ve incelenecek fabrika bölümleri tespit edilir.

2- Ön Analiz / Preaudit

- Ön enerji etüdü iki aşamadan oluşur;
 - İlk aşamada; tesiste yatırım kararı ve mevcut enerji yönetimi faaliyetleri hakkında bilgi sahibi olmak,
 - İkinci aşamada ise, enerji verimliliği ile ilgili çeşitli ekipmanların (kazanlar ve buhar sistemleri vb.) çalışmasının gözden geçirilmesi amacıyla bir teknik çalışma yapılır.
- Bu çalışmalar orta ölçekli bir tesis için birkaç gün sürebilir.
- Ön enerji etüdü sırasında portatif ölçüm aletleri kullanılarak, kısa vadede enerjiyi verimli kullanabilmemiz için alınacak önlemler ile atık ısı kaynaklarının tespiti yapılır.

- Çalışma sırasında enerji verimliliği açısından kuvvetli ve zayıf yönlerimizin tespitinin yapılmasının yanı sıra zayıf tarafları güçlendirmek için yapılacak ölçümler ve alınacak önlemler bu aşamada tespit edilir.
- Ön enerji etüdü sırasında basit işletme tedbirleri ile çok az bir masrafla veya hiç masrafsız geri ödeme süresi kısa olan uygulamalar belirlenir; bunun için bir dış danışmana ihtiyaç duyulmayabilir.
- Ön Enerji Etüdü sırasında fabrikanın tüm bölümleri detaylı bir şekilde dolaşarak enerjinin boşa harcandığı kaynaklar, kötü yalıtım, buhar, su, yakıt sızıntıları ve çalışmayan tüm ekipmanlar belirlenmeye çalışılır.

- Bu belirleme çalışmaları;
 - Tüm kaçakların onarımı,
 - Optimum yanma verimliliğinin sağlanması,
 - Boruların bakımı ve ekipmanların yalıtımı,
 - Buhar kapanlarının bakımı ve onarımı,
 - Sık sık buhar kondensat dönüş kontrolü,
 - Enerji tüketiminin üretimle birlikte izlenmesi gibi süreçlerden oluşur.

- Bu aşamada mevcut durum belirlenir ve enerji tasarrufu imkanları, projenin genel karakteristiği, tasarruf edilecek enerji miktarı ve basit geri ödeme süresi olarak ortaya çıkartılır.
 - Bu imkanların fizibilite aşamasında tekrar incelenmesi gereklidir.
- Ayrıca, detaylı enerji etüdüne ihtiyaç olup olmadığı, yapılacaksa hangi bölümleri kapsayacağı bu aşamada tespit edilir.

- Ön enerji etüdünde;
 - Fabrikada enerjinin boşa harcandığı kaynaklar, kötü yalıtım, buhar, su, yakıt sızıntıları ve çalışmayan tüm ekipmanlar belirlenir; gerekirse ölçümler alınır,
 - Ön etüt sonucunda fabrikanın enerji yönetimi sistemi, enerji dönüşüm sistemleri, izolasyon, basınçlı hava ve elektrik sistemi konusundaki enerji tasarrufu imkanları belirlenir.

3- Detaylı Enerji Analizi / Audit

- Belirlenen bölgelere cihazlar bağlanarak bir periyot boyunca ölçümler yapılır,
- Ölçümler ön analize göre daha uzun ve detaylıdır,
- Enerji tasarrufu açısından daha az önemli alanlarda da ölçümler yapılır,
- Genelde ön analizden sonra ya da bağımsız olarak yürütülür.

▪ Enerji Analizi Adımları

- 1) Çalışmaların zamanlanması ve detaylı etüt yapılacak bölümlerin belirlenmesi,
- 2) Standart veri toplama formları ile enerji tüketim verilerinin toplanması,
- 3) Fabrikada enerji verimliliği ölçümlerinin yapılması,
- 4) Verimliliği iyileştirecek veya enerji tasarrufu sağlayacak basit işletme tedbirlerinin belirlenmesi.
- 5) Yatırım gerektiren enerji tasarrufu olanaklarının tespit edilmesi,
- 6) Önemlilik dereceleri, yöntemleri, maliyetleri ve çalışma programlarını kapsayan bir uygulama planının hazırlanması.

▪ **Enerji Analiz Sonuçları**

- Enerji ve üretim verileri birleştirilebilir,
- Enerji tasarrufu olanakları veya tedbirlerinin detaylı analizleri elde edilir,
- Uygulama faaliyet planlarına ulaşılır.

4- Fizibilite Çalışması

- Detaylı enerji analizi sonrasında belirlenen yatırım gerektiren enerji tasarrufu yöntemleri için fizibilite çalışmaları yapılmalıdır.
- Fizibilite çalışması, yatırılacak kaynaklar karşılığında elde edilecek faydaların tahmin edildiği standart mühendislik çalışmalarıdır.

▪ **Fizibilite Çalışması Adımları**

- Fizibilitesi yapılan enerji tasarrufu alternatifi detaylı olarak tanımlanır,
- İlgili alternatif için işletme verileri toplanır (Talep yapısı, enerji maliyetlerini de içeren üretim giderleri, proses parametreleri, mevcut işletme verimlilikler),
- Alternatifin uygulamasından sonra işletme faaliyetlerini tanımlayacak spesifik veriler belirlenmelidir (Üretim düzeyleri, gelecekteki enerji ihtiyaçları, ekipmanların ekonomik ömürleri vs).
- Mali analiz verileri (Geri dönüş oranları vs),
- Veri toplama ve analiz için organizasyon oluşturulmalı,
- Alternatifin hayata geçirilmesi maliyeti hesaplanmalıdır (Tasarım masrafları, işletme ve bakım masrafları vs),
- Enerji tasarrufu potansiyeli tahmin edilmelidir,
- Maliyet ve duyarlılık analizleri yapılmalı ve raporlanmalıdır.

9.4. Enerji Taraması

- Enerji taraması enerji tasarruf potansiyelinin belirlenmesi ve verimliliğin geliştirilmesi için en önemli aşamadır.
- Sanayi sektöründe enerji yönetimlerinde enerji tasarruf potansiyelinin belirlenmesi çalışmaları ve bunun için oluşturulmuş yöntemler proseslerin özelliklerine bağlı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.
- Ancak bina sektöründe enerji yönetim faaliyetleri istenilen kurumsal kimliğe kavuşamamıştır.
- Bu nedenle enerji yönetimlerinde geliştirilmiş standart bir yöntem bulunmamaktadır.

- Bina sektöründe enerji türleri elektrik, ısıtma, soğutma enerjileri olarak görülür.
- Özellikle konut türü yapılarda enerji kimliği bu enerjilerin tüketimiyle tanımlanır.
- Ancak kamuya ait hizmet binalarında elektrik, ısıtma, soğutma, enerjilerinin günlük ihtiyaçlarda kullanımı yanında kurumun türüne bağlı olarak hizmet kısımlarının kullandığı ek enerji türleri de dikkate alınmalıdır.
- Enerji taraması, bu değerlendirmelere ışığında çalışmada oluşturulan algoritmaya bağlı olarak oluşturulmuştur.

- Enerji taramasında toplanan verilerin düzenli işlenmesi için enerji yönetimlerinde bir yaklaşım oluşturulmalıdır.
- Bu amaçla toplanan verileri öncelikle standart bir yapıya dönüştürülmeli ve birim analizleri yapılarak birim dönüşümleri sağlanmalıdır.
- Verilerin işlenmesi için bu çalışmada enerji tüketim standardı ile kümülatif toplam değerler yaklaşımı olmak üzere iki yöntemle enerji tasarrufu potansiyeli tespiti gerçekleştirilmiştir.
- Her iki yöntem sanayi sektöründe enerji tasarruf potansiyelinin tespitinde aktif kullanılmakta, bina sektöründe de uygulanabilirliği değerlendirilmektedir.

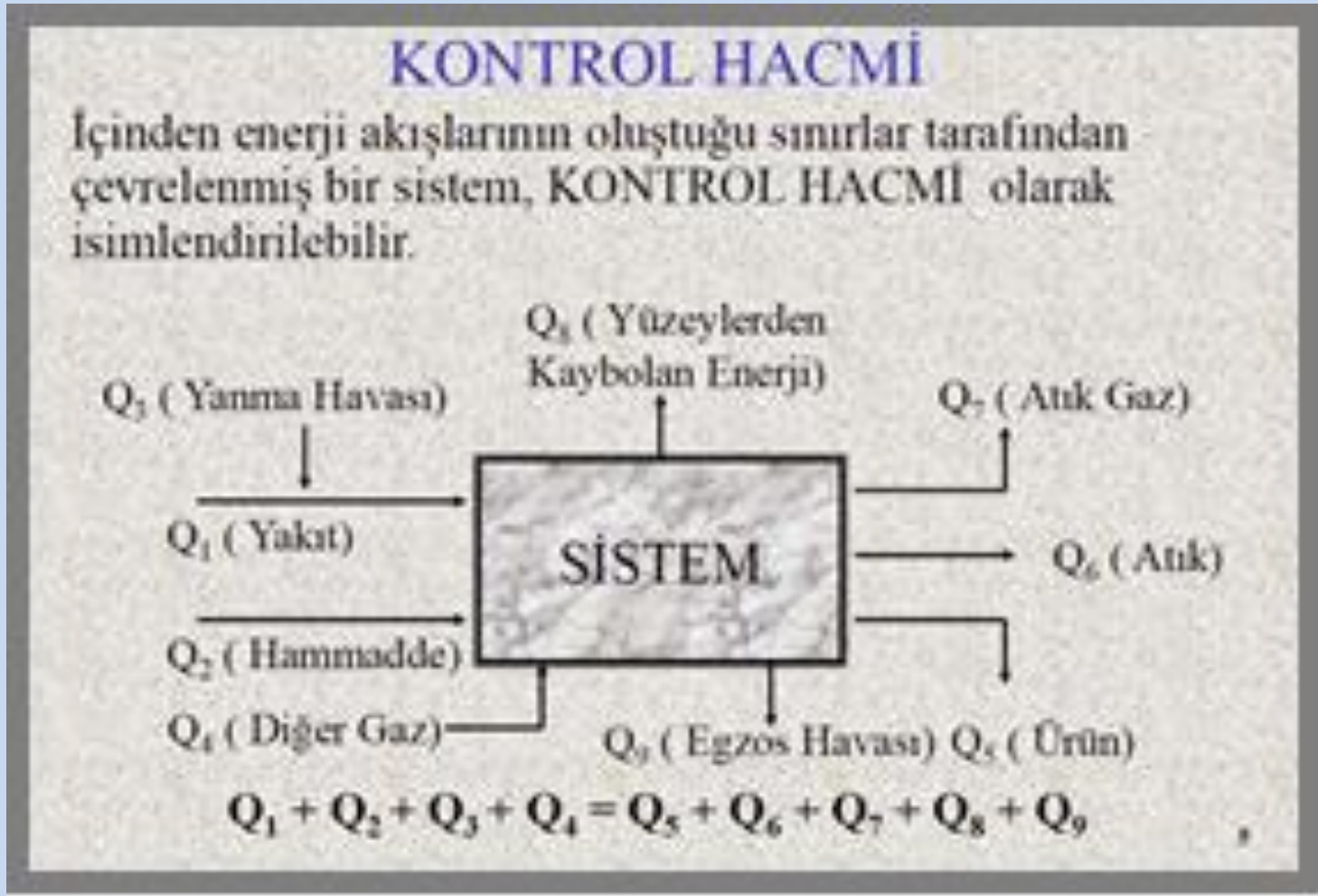
- Enerji tüketim standardı temelde enerji tüketimleri, hedef enerji tüketimleri ve enerji tasarruf potansiyellerinin belirlenmesi aşamalarından oluşur.
- Binalarda enerji tüketimi, birçok faktöre bağlı olarak günden güne, haftadan haftaya veya aydan aya değişebilir.
- Bu faktörler, spesifik değişkenler ve kontrol edilebilir değişkenler olmak üzere ikiye ayrılır.
- Spesifik değişkenler; yapının talep ettiği ihtiyaca göre enerji talebini belirleyen değişkendir.
 - Enerji ihtiyacını hesaplamak için kullanılan standart denklemlerde bu değişkenler kullanılır.

- Kontrol edilebilir değişkenler ise; enerji sistemleri işletme uygulamaları, sistem kontrolü, bakım standardı gibi enerji tüketimini en aza indirebilmek için yönetim tarafından planlanan değişkenlerdir.
- Genelde standart denklem, enerji gereksiniminin spesifik değişkenlere bağlı olduğunu gösteren bir doğru denklemdir.
- Enerji analizi, bir sisteme giren enerjinin nasıl dağıldığını görmek amacıyla termodinamiğin birinci kanunu temeline göre yapılan bir analizdir.
- Bu analizde giren 100 birimlik enerjinin hangi amaçlarla kullanıldığı hesaplanarak sistemin verimli çalışıp çalışmadığı hakkında bir yorum yapma olanağı ortaya çıkmaktadır.
- Bu analiz sonuçlarına bakılarak sistemin hangi noktalarında iyileştirmeler yapılabileceği hakkında yorum yapılabilir.

9.5. Enerji Akış Diyagramları

- Enerji analizi çalışmasından önce, çalışması yapılan sistem *kontrol hacmi* ile birlikte şematik olarak gösterilir.
- Giriş ve çıkış noktalarından enerji akışlarının olduğu, belirli sınırlar tarafından çevrelenmiş bir sistem kontrol hacmi olarak adlandırılmaktadır.
- Enerji analizi, belirlenen kontrol hacmine giren ve çıkan enerji miktarlarından yararlanılarak hesaplanır.
- Bu hesaplamaların yapılabilmesi için çeşitli ölçüm değerlerine ihtiyaç bulunmaktadır.
- Bunlar; giriş ve çıkış noktalarına ilişkin *sıcaklık, basınç, yoğunluk, debi* gibi değerlerdir.

- Enerji analizi çalışmaları ile birlikte, kontrol hacmi için enerji ve kütle denklikleri oluşturulur.



Şekil 9.2. Kontrol hacmi: Enerji döngüsü

- Enerji analizi çalışmalarının sonucunda, enerji giriş ve çıkışı ile enerji miktarlarını şematik olarak gösteren diyagramlar hazırlanır.
- Bu diyagramlar **Sankey diyagramları** olarak anılmaktadır.
- Sankey Diyagramı, enerji analizi ile elde edilen sonuçların bir diyagram üzerinde gösterilişidir.
- Bir fabrikanın veya herhangi bir işletmede yer alan, ısı ve elektrik ihtiyacını karşılayan kojenerasyon (elektrik ve ısı üretici) tesisinin Sankey diyagramı çıkarılarak sistemin analizini yapmak kolaylıkla mümkündür.

9.6. Sanayide Enerji Taraması

- Türkiye’de tüketilen toplam enerjinin %35’i binalarda, %40’ı endüstri ve imalat, %20’si ulaştırmada ve %5’, diğer alanlarda kullanılmaktadır.
- Sanayide enerji tasarrufu çalışmaları yapılırken öncelikle enerji tasarrufu sağlanacak noktaların tespit edilmesine ihtiyaç vardır.
- Sanayide enerji tüketimindeki ve fiyatlarındaki artış, ürün maliyetlerini de birinci derecede etkilemektedir.
- Sanayide ihtiyaca bağlı ortaya çıkan üretim artışı enerji talebini, dolayısıyla enerji maliyetlerini de artırmıştır.

- Sanayideki rekabet koşulları, firmaları daha az enerji ile benzer ürün ortaya çıkarma çalışmalarını artırmıştır.
- Makro düzeyde de bakıldığında da ekonomik büyümenin sağlanmasında enerji kayıplarının minimuma indirilmesi ve enerji tasarrufu çalışmalarının önemli bir payı olduğu görülür.
- Sanayide enerji tasarrufu gerçekleştirebilmek için mevcut durumun en iyi şekilde analiz edilmesi gerekmektedir.
- Bunun en iyi yolu giren ve çıkan enerjilerin tespit edilip analizinin yapılmasıdır.

- Enerji analizi; sisteme giren ve çıkan enerji miktarlarının tespiti ile bunlar arasında bir denklik kurulması esasına dayanır.
- Enerji analizinin her adımında termodinamiğin birinci yasası göz önünde tutulur.
- Enerji analizinin amacı ve buna yönelik değerlendirmeler kısaca şöyle yapılabilir:
 - Enerji analizine başlarken sisteme enerji giriş ve çıkış noktaları tespit edilir.
 - Daha sonra bu noktalardan giren ve çıkan enerji miktarlarının hesabı yapılır.
 - Bunun amacı mevcut durumda gerçekte kullanılan ve tüketilen enerji miktarının ortaya çıkarılmasıdır.
 - Bu işlem iki adımda gerçekleştirilir.

- Birinci adımda enerji giriş noktalarıyla bu noktalardan giren enerji miktarı tespit edilir.
- İkinci adımda enerji çıkış noktalarıyla bu noktalardan çıkan enerji miktarları tespiti edilir.
 - Örneğin, sanayi tesislerinde bacadan atılan sıcak gaz ile bunun debisin hesabı, atılan bu gazdan yararlanma olanaklarını ortaya çıkarmamızı sağlar.
 - Bu tür uygulamalarda baca gazı çıkışına yerleştirilecek bir atık ısı kazanı ile bacadan atılan sıcak gaz kullanılarak, sıcak su elde edilebilir ve başka amaçlarla kullanılabilir.
- İşletmenin verimli çalışıp çalışmadığı, giren ve çıkan enerji miktarının hesaplanması ve bunların sürekli izlenmesiyle ortaya çıkarılabilmektedir.

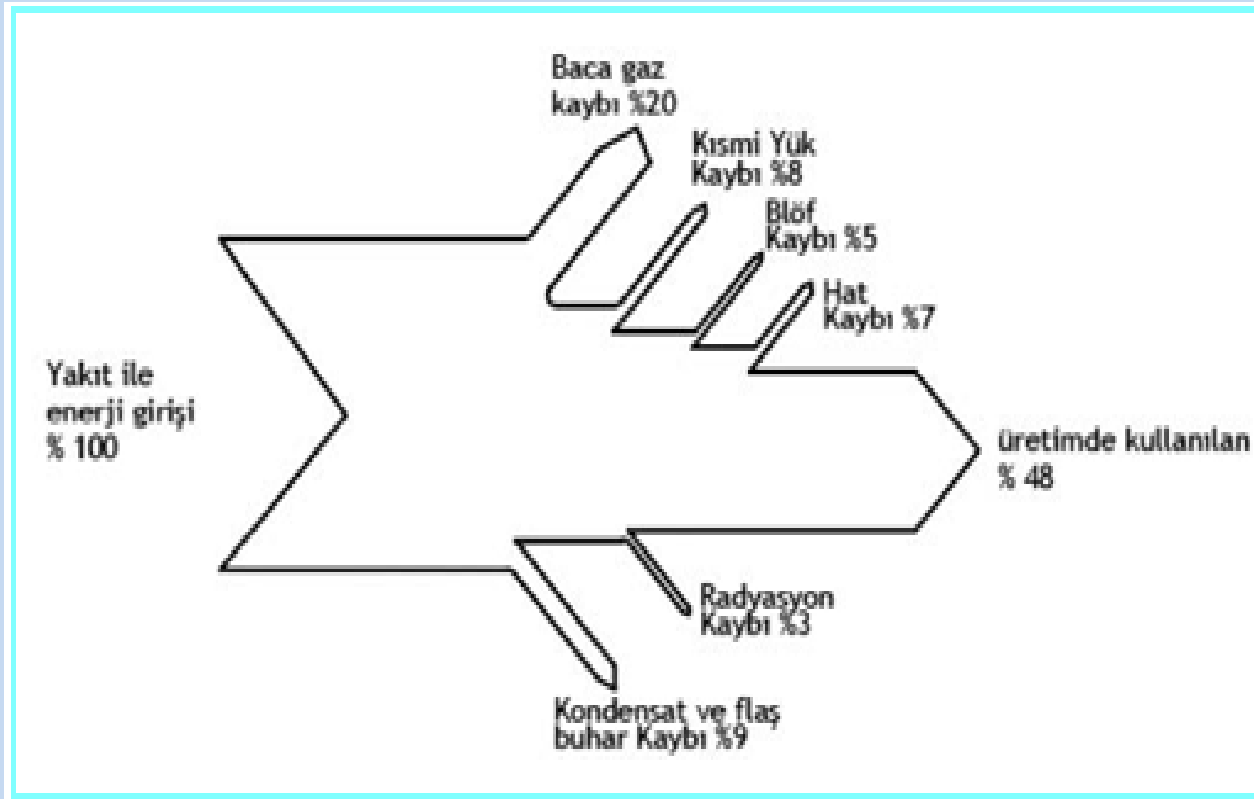
- İşletmelerde enerji analizi yapmanın diğer bir yararı da mümkün olan en düşük enerji tüketimiyle maksimum enerji üretimi sağlama hedefine ulaşmaktır.
 - Bu amaçla enerji giriş ve çıkış noktaları ile enerji miktarları hesaplanarak tek tek incelenir.
 - Bu inceleme sonunda enerji tüketim noktalarında ne kadarlık enerji tasarrufu yapılabileceği hesaplanır.
 - Bu durum, giren enerjinin de azaltılması anlamına gelir.
 - Bu çalışma ile, minimum enerji tüketimiyle maksimum üretim yapma hedefine ulaşılmaya çalışılır.

- Bu çalışma özgül enerji tüketimi olarak da anılmaktadır.
- Özgül enerji tüketimi, birim ürün başına kullanılan enerji olarak da tanımlanmaktadır.
- Bu kavram, çoğu zaman sanayi tesislerinin enerji tüketimi için bir karşılaştırma ve performans ifadesi olarak kullanılmaktadır.
- Özgül enerji tüketimi birimi için örnek olarak kJ/kg çimento verilebilir.

- İşletmeler sürekli olarak yeni önlemler alarak birim üretim başına tükettikleri enerji miktarlarını azaltmaya çalışırlar.
- İşletmelerde enerji analizi yapılması çeşitli noktalarda yenileme ya da modifikasyon gibi planların uygulanma olanağını da ortaya çıkartır.
- Bazı durumlarda cihazı tamamen yenilemeye yönelik yatırım yapmak, özellikle uzun süre çalışmış olan ve eski teknoloji ile işletilen cihazlarda çok iyi sonuçlar verebilmektedir.
 - Bu noktada elektrik motorlarıyla bunların tahrik ettiği ünitelerin kapasitelerinin uygun olarak belirlenmiş olması büyük önem arz etmektedir.

Sankey Diyagramı: Endüstriyel Örnek

- Şekil 9.3'de görülen Sankey diyagramını incelediğimizde 100 birim olarak giren enerjinin nasıl dağıldığı görülmektedir.



Şekil 9.3. Buhar kazanı için örnek Sankey diyagramı

- Bu dağılıma baktığımızda 100 birim giren enerjinin 48 birimi üretimde kullanılmakta diğerleri bir şekilde atılmaktadır.
- Atılan enerji miktarlarına baktığımızda giren enerjinin %20'si bacadan atılmakta %9'u kondensat ve flaş buhar kaybı olarak ortaya çıkmaktadır.
- Daha sonra %8'lik kaybı kısmi yük kaybı %7'si ise hat kaybı olarak görmekteyiz.
- Giren enerjini %5'i blöf kaybı, %9'u kondensat ve flaş buhar kaybı olarak %3'ü ise radyasyon kaybı olarak ortaya çıkmaktadır.

- İşletici olarak öncelikle baca gazından yararlanma olanakları değerlendirilip daha sonra kondensat ve flaş buhar kaybının nasıl azaltılabileceği üzerinde durulacaktır.
- Sırasıyla kısmi yük kayıpları hat dengeleme ve blöf kaybının nasıl azaltılacağı tek tek incelenerek burada alınacak önlemler ortaya çıkartılır.
- Örneğin bacadan atılan sıcak gaz ile yakma havası ısıtılarak giren enerjide azaltma sağlanabilir.
- Ya da kazana giren suyun ön ısıtılması baca gazı enerjisiyle sağlanarak yine girişteki enerji azaltılabilir.
- Bu durum kg buhar başına tüketilen enerji miktarını da azaltacaktır.

- Diğer noktalardan atılan enerji miktarında her azalma, giren enerjinin üretimde kullanılan kısmının artmasını sağlayacaktır.
- Sonuçta üretimde kullanılan buhar yüzdesi artacaktır.
- Aslında yukarıdaki örnekte %48 olarak belirtilen üretimde kullanılan buhar bir bakıma sistemin verimliliğini de göstermektedir.
- Diğer noktalarda azalan her bir kayıp üretimde kullanılan buhar miktarının artışı sağlayacaktır.

9.7. Binalarda Enerji Taraması

- Binalarda enerji verimliliğinin faydaları:
 - Enerji giderlerinin düşürülmesi
 - Emisyon değerlerinin azaltılması
 - Dışa bağımlığın azaltılması
 - Sürdürülebilir gelişim

Şekil 9.3'de görüldüğü gibi, binalarda enerjinin tüketimi alanları ve bunların kontrolleri enerji taraması ve verimlilik açısından önemlidir.

Hangi Sistemlerde Tüketiyoruz?

- ◆ Isıtma Sistemleri
- ◆ Soğutma Sistemleri
- ◆ İklimlendirme ve Havalandırma Sistemleri
- ◆ Sıhhi Tesisat
- ◆ Elektrik ve Aydınlatma Sistemleri
- ◆ Asansör vb.
- ◆ Yangından Koruma
- ◆ Bina Güvenlik
- ◆ Ofis Ekipmanları

Enerji Yönetimi

- ◆ Mekanik Otomasyonu
- ◆ Asansör Otomasyonu
- ◆ Yangın Otomasyonu
- ◆ Aydınlatma Otomasyonu
- ◆ Güvenlik Otomasyonu
- ◆ Bilgi İşlem Otomasyonu
- ◆ Enerji İzleme ve Kontrol Otomasyonu

Nasıl Kontrol Altında Tutuyoruz?

Şekil 9.4. Bina enerji tüketim ve kontrol sistemleri

- Enerji verimliliği çalışmalarında enerji yöneticileri ve enerji verimliliği danışmanlarından profesyonel destek alınmalıdır.
- Aynı zamanda, güvenlik ve temizlik görevlileri, bina kullanıcıları ve bina yöneticileri verimlilik çalışmalarına katılımlarını sağlamak üzere eğitilmeli ve bilinçlendirilmelidir.
- Enerji etüdü, enerjinin nereden, ne kadar ve ne şekilde kullanıldığını, enerji ve tasarruf potansiyellerinin ne olduğunu belirlemeye yarayan bir çalışmadır.
- Enerji etüdü, ön etüt ve detaylı etüt aşamalarından oluşur.

Bina enerji etüdü çalışmasında yapılacak işler:

- Bina bilgilerinin toplanması
 - Enerji tüketimine ve varsa enerji üretimine ait verilerin tablolarla dökümü
 - Veri toplama (sıcaklık, aydınlatma, debi, vb.)
 - Enerji tüketiminin spesifik ölçüm aletleriyle ölçümü, toplanması, örneklenmesi ve modellenmesi
 - Sistem çalışma senaryolarının değerlendirilmesi
- Toplanan verilerin değerlendirilmesi
- Tasarruf fırsatlarının belirlenmesi

Verimlilik Projelerinin Geliştirilmesi

- Cihaz veya sistem bazında çözümler
 - Bina kabuğu
 - Isıtma, soğutma sistemleri veya ekipmanları
 - İklimlendirme ve havalandırma sistemleri veya ekipmanları
 - Aydınlatma sistemleri veya ekipmanları
 - Otomasyon sistemleri veya ekipmanları
- Çözümlerin uygunluğu
 - Önerilen çözümler, yatırım veya devreye alma dahil geri ödeme süresi en fazla 2 – 3 yıl olan projeler Türkiye koşullarında uygun bulunmaktadır.

- Verimlilik projeleri aşağıdaki gibi olabilir;
 - Hiç maliyetsiz
 - Ekipman maliyetsiz
 - Düşük maliyetli
 - Orta ve yüksek maliyetli

Verimlilik İçin Yapılabilecekler;

- Yeni teknik veya teknolojilerin uygulanması
- Sistem otomasyonlarının kurulması
- Detaylı enerji izlenmesi
- Eski ve ekonomik ömrünü dolduran verimsiz sistem ve cihazların yüksek verimli ve cihazlarla değişimi
- Kayıp ve kaçak enerjilerin belirlenmesi ve giderilmesi
- Sistem çalışma senaryolarının sürekli güncellenmesi
- Planlı kontrol, planlı ve kayıtlı bakım

Verimlilik Çalışmalarında Karşılaşılabilecek Problemler;

- Enerji tüketiminde bilinçsizlik ve ilgisizlik
- Kiracı – mal sahibi ilişkisi
- Ekonomide yaşanan belirsizlikler
- Gerekli yasal düzenlemelerin eksikliği
 - Teşvik ve finansman modellerinin geliştirilmemesi
 - Gerekli ceza mekanizmalarının oluşturulmaması
- Bina sahiplerinin yaşadığı finansman eksikliği veya yokluğu
- Güvensizlik

Enerji Yönetiminin Kuralları;

- Sistemlere mutlaka hakim olmak
 - Mekanik otomasyon
 - Aydınlatma otomasyonu
 - Enerji izleme sistemleri
- Periyodik ve düzenli bakım yapmak
 - Planlı bakım
 - Mekanik tarama
 - Elektriksel tarama
- Planlama ve disiplin
 - Enerji yönetim programlarının belirli planlar ve disiplinler içerisinde uygulanması ve takibi

- Eğitim
 - Yönetimden alt kademeye kadar tüm personelin bilinçlendirilmesi
- Güncelleme
 - Çalışma senaryolarının değişen sistem ve ihtiyaca göre revize edilmesi
- Enerji yöneticisi
 - Günlük işlerden arındırılmış enerji yönetimi, enerji etüdü.

- Binalarda enerji tasarrufu amacıyla Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından Binalarda enerji performansı yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 05.12.2008 Resmi Gazete Sayısı: 27075) yayınlanmıştır.
- Enerji Verimliliği Kanunu ile yürürlüğe giren ve toplam inşaat alanı en az 20000 m² veya yıllık enerji tüketimi 500 TEP olan binalarda ve yıllık enerji tüketimi 1000 TEP'ten fazla olan işletmelerde, bulundurulması zorunlu hale getirilen enerji yöneticilerinin verimliliğe yönelik çalışmalar yapmaları yükümlülük haline getirilmiştir.
- Ancak, teşvik edici yeni yaklaşımlar da geliştirilmelidir.

- Bir kuruma yönelik yapılacak enerji taramasında ilk aşama, enerji türleri ile bu enerjilerin tüketim verilerinin toplanmasıdır.
- Verilerin toplanması aşamasında öncelikle veri toplama stratejilerinin belirlenmesi gerekir. Bu amaçla;
 - Veri toplanacak enerji türlerinin belirlenmeli,
 - Ölçülecek enerji tüketim noktaları belirlenmeli,
 - Ölçüm türleri (ölçü aletleri gibi) ve periyotlar (en az 10 -20 set veri alınmalı) tespit edilmeli,
 - Verilerin toplanma şekli ve yeri ile ölçüm süreleri (Haftalık ölçümlerde en az 10 hafta, aylık ölçümlerde en az bir yıl) saptanmalıdır.

- Enerji tüketimi, birçok faktöre bağlı olarak haftadan haftaya veya aydan aya değişebilir.
- Bu faktörler, spesifik değişkenler, kontrol edilebilir değişkenler olmak üzere ikiye ayrılır.
- Genelde standart denklem, enerji gereksiniminin spesifik değişkenlere bağlı olduğunu gösteren bir doğru denklemdir.
- Uygulamalarda genelde üç ayrı doğru denklemi kullanılsa da bu uygulamada enerji gereksiniminin spesifik değişkenlere bağlı olduğunu gösteren doğru denklemi tercih edilmiştir.
- Bulunan standart denklemden sonra hedefler belirlenmelidir.

- Enerji tüketiminin olduğu her bir bölüm ve tüm sistem için standart belirlenirken aynı anda hedefte belirlenmelidir.
- Bu hedef standartla aynı formda bir doğru denklemdir.
- Hedeflerin tespiti için standart doğrunun altında kalan verilerle tekrar bir hedef doğru oluşturulmalı ve bu doğrunun denklemi belirlenmelidir.
- Kurumda hedef belirlendikten sonra performansın değerlendirilmesi için, beklenen enerji kullanımı ile gerçek enerji tüketim değerlerinin düzenli olarak karşılaştırılması yapılmalıdır.
- Bunu yapabilmek için spesifik enerji tüketim (SET) değerleri kullanılabilir.

- Spesifik enerji tüketimi, birim ihtiyaç değerine bağlı kullanılan enerjinin birim zamandaki değeri olarak tanımlamak mümkündür.
- Örneğin; bir kurumda spesifik değişken, birim zamanda ihtiyaç duyulan enerji ile tarif ediliyorsa;

$$\text{SET} = \text{Enerji tüketimi} / \text{saat}$$

olarak ifade edilir.

- SET değeri, özellikle kurumun işletme koşullarının enerji tüketim performansına etkisini izleme açısından önemlidir.
- SET değerinin büyümesi, kötü performansı ve enerji tüketiminin gereksiz yere artmasını işaret eder.

- Kümülatif toplam değerler (CUSUM) grafiğinin çizilmesi de bir tesisin durumunun görülebilmesi için uygun olan bir başka değerlendirme yöntemidir.
- Bu grafiksel çalışma ile incelenen sistemde hedef tüketimlere bağlı tasarruf potansiyelleri belirlenir.
- CUSUM grafiğini çizebilmek için kurulu güce bağlı enerji verileri ve gerçek enerji verileri arasında değerlendirme yapılır.
- Bunun için en küçük kareler yöntemi ile standart denklem hesaplanır.
- Elde edilen verilere bağlı hedef tüketimleri hesaplanır ve kümülatif toplamda enerji tasarruf potansiyeli saptanır.

9. BÖLÜM SONU