

14221

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

# BİR ÜRETİM GİRDİSİ OLARAK ENERJİ VE KONTROLU

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Müh. Aytaç AYDIN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 4 Haziran 1990

Tezin Savunulduğu Tarih : 22 Haziran 1990

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Aydın AYDINCIOĞLU

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ayhan TORAMAN  
Y. Doç. Dr. Orhan KURUÖZÜM

HAZİRAN 1990

## Ö N S Ö Z

Arazi, bina, hammadde ve malzeme, işgücü, makina ve ekipman, yönetim gibi bir üretim girdisi olan enerjinin verimli kullanılması, tüm dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de önde gelen sorunlardan biridir.

Enerji atıklarının değerlendirilmesi, enerjinin rasyonel kullanılması ve mevcut enerji kayıplarının, ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden, en aza indirilmesi olarak tanımlayabileceğimiz enerji verimliliği veya enerji tasarrufu günümüzde gerçekçi olunması gereken önemli konulardan biri haline gelmiştir.

Enerji üretiminin ve bunun kullanıcıya sunulmasının maliyeti yüksektir. Ayrıca birçok sektörde enerji maliyetinin, toplam üretim maliyetleri içindeki payı küçümsenmeyecek oranlardadır. Birçok ülkede ve bizde de birim enerji maliyetini azaltmak ve üretilen toplam enerjiyi en verimli şekilde kullanmak için çeşitli çalışmalar ve uygulamalar yapılmaktadır.

Bu çalışmada, enerji verimli kullanılması konusunda yapılan çalışmalar ve uygulamalar, hem ekonomik hem de teknik yönden incelenmiş, çok fazla yatırım yapılmadan gerekli önlemler alınarak önemli miktarlarda enerji tasarrufu sağlanabileceği gösterilmiştir.

Bu çalışmanın yapılmasında değerli yardımlarını esirgemeyen, Sayın hocam Prof. Dr. Aydın AYDINCIOĞLU'na, Yüksek Elektrik Mühendisi Sayın Halefşan SÜMEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aytaç AYDIN

|                                                                                                          |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖZET.....                                                                                                | viii |
| SUMMARY.....                                                                                             | ix   |
| BÖLÜM 1 GİRİŞ.....                                                                                       | 1    |
| 1.1 DÜNYADA ENERJİ.....                                                                                  | 2    |
| 1.2 TÜRKİYE'DE ENERJİ.....                                                                               | 6    |
| 1.3 ÖNERİLER.....                                                                                        | 10   |
| BÖLÜM 2 ENERJİ VERİMLİLİĞİ VEYA TASARRUFU.....                                                           | 14   |
| 2.1 ENERJİNİN RASYONEL KULLANIMI VE ENERJİ<br>TASARRUFU.....                                             | 14   |
| 2.2 TÜRKİYE'DE DURUM.....                                                                                | 15   |
| 2.3 TÜRKİYE'DE ENERJİ DURUMUNA GENEL BAKIM.....                                                          | 17   |
| BÖLÜM 3 SANAYİDE ENERJİ TASARRUFU.....                                                                   | 22   |
| 3.1 SANAYİDE İSİNİN GERİ KAZANILMASI.....                                                                | 23   |
| 3.1.1. Baca Gazlarındaki Geri Kazanılabılır<br>Enerji.....                                               | 24   |
| 3.1.2. Atık Isı ile Yanma Havasının Isıtıl-<br>ması.....                                                 | 26   |
| 3.1.3. Atık Isı Yardımıyla Buhar Elde<br>Edilmesi.....                                                   | 26   |
| 3.2 ÇİMENTO FABRİKALARINDA FIRIN GAZLARININ<br>İSİNİN GERİ KAZANILMASI YOLUYLA ENERJİ<br>TASARRUFU.....  | 28   |
| 3.2.1. Isı Geri Kazanım Tesisleri.....                                                                   | 30   |
| 3.2.2. Döner Fırınlarda Enerji Hesapları.....                                                            | 33   |
| 3.3 ŞU SOĞUTMALI DİZEL GENERATÖR GRUPLARININ<br>BİRLEŞİK ISI ÜRETİM TESİSLERİNE DÖNÜŞTÜ-<br>RÜLKESİ..... | 37   |
| 3.4 ENERJİ ÜRETİM TESİSLERİNİN EKONOMİK ETÜDÜ.....                                                       | 42   |
| 3.4.1. Giriş.....                                                                                        | 42   |
| 3.4.2. Elektrik Üretim Tesislerinin Birim<br>Maliyet Hesabı.....                                         | 44   |
| 3.4.3. Minimal Yeni Yatırım Hesabı.....                                                                  | 47   |
| 3.5 REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU.....                                                                       | 49   |
| 3.5.1. Ark Fırınlarda Reaktif Güç<br>Kompanzasyonu.....                                                  | 49   |

|                           |                                            |    |
|---------------------------|--------------------------------------------|----|
|                           | 3.5.2. Elektrik Tesislerinde Reaktif       |    |
|                           | Güç Kompanzasyonu.....                     | 52 |
| 3.6                       | TAHRİK SİSTEMLERİ.....                     | 55 |
|                           | 3.6.1. Tahrik Sistemlerinin Doğru          |    |
|                           | Boyutlandırılması.....                     | 55 |
|                           | 3.6.2. Tahrik Sistemleri ve Kontrolü.....  | 56 |
| BÖLÜM 4                   | KONUT SEKTÖRÜNDE ENERJİ TASARRUFU.....     | 58 |
| 4.1                       | YAPILARDA ENERJİ TASARRUFU.....            | 58 |
| 4.2                       | AYDINLATMADA ENERJİ TASARRUFU.....         | 64 |
|                           | 4.2.1. Kent Aydınlatması.....              | 64 |
|                           | 4.2.2. Yapı içi Aydınlatması.....          | 68 |
| BÖLÜM 5                   | ULAŞTIRMA SEKTÖRÜNDE ENERJİ TASARRUFU..... | 71 |
| SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... |                                            | 75 |
| KAYNAKLAR.....            |                                            | 77 |
| ÖZGEÇMİŞ.....             |                                            | 79 |

|       |       |                                                                                              |          |
|-------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Şekil | 1.2.1 | Türkiye'de Enerji Talebi .....                                                               | 7        |
| Şekil | 2.3.1 | Türkiye'de Yakıt Dağılımları.....                                                            | 18       |
| Şekil | 2.3.2 | Türkiye'de Enerji Kullanımının Sektörlere<br>Dağılımı.....                                   | 19<br>19 |
| Şekil | 3.1.1 | Fırınların Madde ve Isı Bilançosu.....                                                       | 25       |
| Şekil | 3.1.2 | Sıcaklığa Bağlı Olarak Bacak Kayıpları.....                                                  | 25       |
| Şekil | 3.1.3 | Atık Isıdan Yararlanılarak Yakma Havasının<br>Isıtılması.....                                | 27<br>27 |
| Şekil | 3.1.4 | Atık Isıdan Yararlanılarak Buhar Üretilmesi...                                               | 27       |
| Şekil | 3.2.1 | Bir Ocakta Baca Gazlarından Isının Geri<br>Kazanılması.....                                  | 31<br>31 |
| Şekil | 3.2.2 | Çimento Fabrikalarında Isı Geri Kazanım<br>Sistemi.....                                      | 32<br>32 |
| Şekil | 3.2.3 | Bir Döner Fırında Akım Şeması.....                                                           | 34       |
| Şekil | 3.3.1 | Dizelde Isı Balansı.....                                                                     | 38       |
| Şekil | 3.3.2 | Isı Geri Kazanma Ekipmanlı Dizelde Isı<br>Balansı.....                                       | 38<br>38 |
| Şekil | 3.3.3 | Termal Verimin Dizel Yüküne Göre Değişimi.....                                               | 39       |
| Şekil | 3.3.4 | Birleşik Elektrik-ısı Üretim Tesisi Akım.<br>Şeması .....                                    | 41<br>41 |
| Şekil | 3.5.1 | Tristörle Devreye Sokulup Çıkarılan Reaktör<br>ile Kompanzasyon.....                         | 50<br>50 |
| Şekil | 3.5.2 | Tristörle Devreye Sokulup Çıkarılan<br>Kondansatör ile Kompanzasyon.....                     | 50<br>50 |
| Şekil | 3.5.3 | Ark Fırınının Bir Fazla Prensipte Bağlama<br>Şeması.....                                     | 51<br>51 |
| Şekil | 3.5.4 | Senkron Kompansatör ile Kompanzasyon.....                                                    | 51       |
| Şekil | 3.5.5 | Şehir Elektrik Şebekelerinde Dağıtım Sistemi..                                               | 54       |
| Şekil | 3.5.6 | Büyük Şehir Elektrik Şebekelerinin Dağıtım<br>Sistemi.....                                   | 54<br>54 |
| Şekil | 4.1.1 | Değişik Duvarlarda Isı Kaybı.....                                                            | 60       |
| Şekil | 4.1.2 | Isı Menbalarının Kapanmasından Sonra Duvar<br>Yüzeyindeki Sıcaklık Derecelerindeki Değişme.. | 60<br>60 |

|             |                                                                                                                             |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.1.3 | Tekcam Normal Çift cam Sistemi ve Nitelikli Çift Cam Sistemlerinin Isı Geçirgenlikleri Açısından Gösterdikleri Farklar..... | 63 |
| Şekil 4.1.4 | Işık Kaynaklarının Işık Verimleri.....                                                                                      | 69 |

## T A B L O L A R

Sayfa

|             |                                                                           |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 3.2.1 | Döner Fırında Madde ve Enerji Değerleri.....                              | 36 |
| Tablo 4.1.1 | 100.000 Konutun Duvarlarının Oluşturul-<br>masında Sarfedilen Enerji..... | 62 |
| Tablo 5.1   | Taşıma'da Yük-Yakıt Verimi.....                                           | 72 |
| Tablo 5.2   | Yolcu Taşıma'da Yakıt Verimi.....                                         | 72 |
| Tablo 5.3   | Yolcu Taşımacılığının Gösterdiği<br>Gelişme.....                          | 73 |

## ÖZET:

### BİR ÜRETİM GİRDİSİ OLARAK ENERJİ VE KONTROLÜ

Bu çalışmada sanayide bir üretim girdisi olan enerjinin verimli kullanılması genel olarak ve sektörel bazda incelenmiştir. Enerji tasarrufu konusunda yapılan çalışmalar hem ekonomik hem teknik yönden değerlendirilmiştir. Gelişen bir ülke olan Türkiye'nin enerji durumu, enerji tasarrufu konusunda yapılan çalışmalar ve yapılması gerekenler irdelenmiştir. Sanayi, konut, ulaştırma sektörleri ayrı ayrı incelemelerle enerji tasarrufu konusunda alınacak önlemlerle ülke ekonomisine küçümsenemeyecek boyutlarda katkının sözkonusu olacağı görülmüştür.

Ancak Türkiye'de enerji verimliliği konusunda gerekli çalışmalar ve uygulamalar yeterince yapılmamakta, gerekli önlemlerin alınılmasında gecikilmektedir. Enerji ihtiyacımızın büyük bir bölümünü ithal ettiğimizi düşünürsek, ülke ekonomisinin rahatlaması, halkın refahı açısından, enerji verimliliği konusunda ne kadar hassas olmamız gerektiği ortaya çıkmaktadır. Özellikle, sanayileşmekte olan bir ülke olmamız nedeniyle, toplam enerji tüketimindeki payı giderek artan sanayi sektöründe mevcut tasarruf potansiyelinin diğer sektörlerle göre daha kısa zamanda realize edilmesi mümkün görülmektedir.



## AS A PRODUCTION INPUT, ENERGY AND ITS CONTROL

### (ENERGY CONSERVATION)

#### SUMMARY:

Energy conservation does not mean having to do without energy. It should not be associated with rationing or curtailment of energy supply services. Rather, energy conservation means identifying areas of wasteful use of energy and taking action to reduce the waste to a bare minimum or to eliminate the waste completely. In this way, the energy consumer can provide the same level of goods or services with less energy, or an expanded level of goods or services with the same amount of energy.

Production costs in a factory are made up of: raw materials costs; labor costs; operating costs (spares, supplies, chemicals); and energy costs. Usually energy is simply lumped in to the total operating costs, and not considered as a separate item. Depending on the industry, the processes employed, and the raw materials used and final product manufactured, energy costs can be as high as 70 percent of total production costs (e.g.: cement sector % 50, steel sector % 30, paper sector % 25, food sector % 7).

It is possible to implement many energy conservation strategies at little or no cost to the energy consumer. On the other hand, some strategies may require large amounts of capital to implement. It should be understood that investments in energy conservation should be evaluated on the same basis as any other investment for having energy.

Energy conservation has substantial benefits, both for industrial facilities and for the national economy. Among these can be listed the following:

- . Short lead times - most energy conservation projects can be implemented in one year or less, thus offering

much more immediate benefits than large, capital cost solutions such as new power plants which may take 5 to 15 years to bring on line.

- . Greater profitability/productivity - reduced energy consumption leads to savings in costs and improved profitability. Overall gains in productivity may also be achieved through energy conservation measures, particularly when production is constrained by energy availability.
- . Reduced load-shedding - energy conservation measures will reduce the rate of growth in overall demand, reducing the need for load-shedding in electricity and gas supply systems.
- . Reduced need for energy imports - the benefits of energy conservation will be reflected in a reduced requirement for imported oil.
- . Improved foreign exchange position - a reduced demand for imported oil, a lower electricity demand, and lower gas demands will all help to lessen the foreign exchange resources needed for oil imports and for energy development projects.
- . Financially and economically attractive - a great majority of energy conservation projects have simple paybacks of less than 3 years, making them very attractive financially and economically. Over half of them have simple paybacks of less than 1 year. Furthermore, energy conservation often can "produce" energy at less than the cost of supplying an equal amount of energy (i.e., it is cheaper to save energy than to purchase it).

Some of the main energy conservation opportunities which are applied in Turkey are:

## Improving Boiler and Furnace Efficiency

Overall efficiency for boilers and furnaces is derived from two components:

1) Combustion efficiency, and 2) structural and other losses

. Combustion efficiency is affected by the excess air and the exhaust temperature; it can be improved in the following ways:

- excess air adjustment based on efficiency measurement (can improve efficiency a little, or significantly, depending on the condition of the existing burner; rapid payback if it works)
- burner tip and deflector replacement ( may allow adjustment of excess air, as above, and can improve efficiency a little, or significantly, depending on the condition of the burner; rapid payback if it works)
- new locally made burner (can improve efficiency to a large degree, presuming the burner is well made and can operate at low excess air; payback of approximately 1 year, but depends on existing efficiency)
- new imported burner (can improve efficiency significantly at all loads; payback usually 2-3 years or more)
- automatic combustion control (additional efficiency improvement with imported burner; recommended with imported burners only; payback of 4-5 years or more).

. Structural and other losses include mainly radiation and convection losses from surfaces, from openings in a furnace, and from blowdown in a boiler. These

higher than the liquid-to-liquid equipment, since larger surface areas are required to transfer heat. In boilers and furnaces, where high temperature differences are available, locally fabricated heat exchangers may be adequate. In most applications, however, low temperature differences require finned tube or even heat pipe heat exchangers, adding significantly to the cost.

### Cogeneration

Cogeneration is an efficient technical solution to provide thermal and electrical energy simultaneously. It reduces (or eliminates) dependence on the utility grid; and it usually involves a large and expensive project. Cogeneration of useful heat and electric power can be done in several common ways:

- 1) high pressure steam from a boiler turns a turbine generator, and low pressure steam exiting the turbine is used for process heat;
- 2) a gas turbine combustor is used to generate electricity, and the turbine exhaust passes through a waste heat boiler to generate steam for process heat;
- 3) diesel powered generators are used for electric power, the diesel exhaust and waste heat are recovered in the form of process hot water or low pressure steam.

For cogeneration to be feasible, the facility must be a large consumer of both process heat and electric power: both gas turbine and boiler/turbine generator systems begin to be attractive at 2 to 5 MW of electricity, while diesel engines are usually not attractive at much below 1 MW. Overall attractiveness of the project will depend on relative consumption of thermal and electric energy, and the relative costs of the two. Maintenance requirements for the systems are high. The projects take a long time to reach the installation stage, and costs are usually high. Nevertheless, for large facilities such as paper mills, chemical industries, large textile and food processing plants, and some large buildings, cogeneration presents a very efficient and cost-effective alternative to purchased energy.

### Buildings

- . Improve lighting efficiency
- . insulate building roofs
- . use exterior overhangs to shade walls and windows
- . use tight-sealing windows; ensure they are well sealed
- . use shades and curtains on interiors to minimize entry of solar radiation
- . Use ceiling fans in combinations with air conditioning equipment, allowing a higher comfort temperature in the room.

### Transportation

- . vehicle tune-up and regular maintenance
- . daily checks to ensure maintenance of maximum tire pressures
- . reducing highway speeds to below 90 km/h
- . training of drivers to drive efficiently and safely
- . use of radial tires
- . use of air deflectors for trucks
- . monitoring and targeting vehicle fuel consumption.

As a result, if energy conservation opportunities are applied widely and actively, especially in industry, either companies and our country will get important benefits.

## B Ö L Ü M 1

### GİRİŞ

Ülkelerdeki araştırma ve teknoloji politikasının esas amacı, ekonomilerini verim ve rekabet şartlarında daha ileri bir düzeye çıkartarak, halkın refah düzeyini yükseltmek için, iş ve yaşama ortamını daha verimli hale getirmektir.

Bu sonuca ulaşmak için, en önemli koşul, bireysel yaşamdan, tarım, sanayi ve hizmet sektörüne kadar tüm alanların ihtiyacı olan enerjiyi problemsiz ve güvenli bir şekilde sağlamaktır.

Enerji en geniş anlamda "iş yapabilme yetisi" olarak tanımlanabilir. Bu tanım insan yaşamının en önemli ögesini ortaya koymaktadır. İnsanlığın başladığı günden bu yana, enerji hergün biraz daha yaşama girmiş, özellikle çağımızın ikinci yarısında sosyal ve ekonomik birçok olay üzerinde etkin olmuştur. Güvenilir, ucuz, yeterli enerji bir ülkenin kalkınmasında en büyük etken olmakta, öyle ki kişi başına tüketilen enerji miktarı, o ülkenin gelişmişlik göstergesi olarak kabul edilmektedir. Enerji, artık refah düzeyinin bir ölçütü haline gelmiştir.

Enerjinin üretimi ve bunun kullanıcıya sunulmasının maliyeti yüksektir. Bu nedenle, birim enerji maliyetini azaltmak ve üretilen toplam enerjiyi en verimli şekilde kullanmak için gerekli araştırmaların yapılması ve süratle uygulanmaya konulması gerekmektedir.

Dünyada bugün kullanılan enerjinin hemen hemen tamamı petrol, doğal gaz ve kömürden oluşan fosil enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından (rüzgâr, hidro, güneş, jeotermal, dalga vs.) elde edilen enerji henüz gözardı edilebilecek kadar azdır. Ancak fosil enerji kaynaklarının birgün tükeneceği ve dünyada enerji tüketiminin giderek arttığı gözönüne alındığında, enerji kaynaklarının en verimli şekilde kullanılmasının gerekliliği daha açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

### 1.1. DÜNYADA ENERJİ

Dünyada kullanılan enerjinin çok büyük bir kısmı petrol, doğal gaz, kömür gibi fosil enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Nükleer enerji, bugün için, petrole alternatif olarak gözükmektedir. Çevreye ve doğaya büyük tehlikeleri olan artıkların saklanması büyük sorun yaratmasına, radyoaktif etkilerinin 500 yıl sürmesine ve tesis maliyetinin çok yüksek olmasına rağmen nükleer enerjiye büyük umutlarla bakılmaktadır.

% 2,5 - 3 dolayında ekonomik büyüme halinde yapılan hesaplara göre, 2000 yılında günde 50 milyon varil petrole eşdeğer enerjiye İHTİYAÇ olacaktır.[1;sf:11]

Bunun % 70'nin petrol dışı kaynaklardan karşılanması gerekecek. Daha yüksek bir gelişme hızı enerji talebini daha da arttıracaktır.

OPEC ülkeleri dışında kalan ülkelerle OPEC grubunun 1990 yılındaki üretiminin 65 milyon varil/gün'e ulaşması beklenmektedir. (OPEC 35 diğerleri 30) 2000 yılına kadar olan enerji talebinin 1/2'sini petrolde karşılanması gerekecektir. Mevcut Rezervlerin de 20 yıllık tüketime yetecek düzeyde olduğu hesaplanmaktadır. [1;sf:12]

Üretim metodlarının geliştirilmesi sonucu elde edilecek petrolün yanında, şist ve petrollü kumdan bugünkü düzeyde petrolün mevcut olacağını söylemek mümkündür.

Doğal gaz kaynaklarının büyük bir kısmı henüz işletmeye açılmamıştır. Yakın gelecekte bu kaynakların her geçen gün artarak üretime açılması beklenebilir.

Ancak gazın henüz yakın çevresi dışındaki kullanma alanlarına taşınması ciddi bir sorun olmaya devam etmektedir. Bunun için doğal gaz taşıma projelerinin gerçekleşmesi gerekmektedir.

Kömür rezervlerinin petrol ve doğal gaz rezervlerinden daha fazla olduğu bilinmektedir. Bu rezervlerde yıllık ihtiyacı karşılar düzeyde olduğu tahmin edilmektedir.



Petrolün uzun yıllar önce ucuz ve kullanışlı olması karşısında kömür enerji ARZI içindeki yerini koruyamamış ve hatta azalmıştır. Fakat bu eğilimin kömür aleyhine değişmesi gerekmektedir.

Hidro elektrik projeleri şartları uygun ve gelişmiş ülkelerde geniş bir şekilde uygulanmıştır. Ancak Türkiye'nin de dahil olduğu gelişmekte olan ülkelerde bu projelerin yeterince uygulanmadığını göstermektedir. Örneğin Türkiye'de hidrolik potansiyelin ancak % 8 - 10 kullanılmaktadır. Güneş ve rüzgâr enerjisi de şartlara uygun olan sahaların dışında kullanılması çok pahalı olmaktadır. [2;sf: 17]

Nükleer enerjinin ticari amaçla kullanılması genellikle son zamanlarda çok sık gündeme gelmektedir. Bu iş için gerekli olan REAKTÖR inşaatı son derece pahalıdır. Günde 10.000 varil petrole eşdeğer elektrik üreten 1000 MW'lık nükleer santral 1.2 milyar dolara yakın bir yatırım gerektirmektedir. Buna işletme masrafları eklenince bugün için bir umut olan nükleer enerjinin aynı zamanda çok büyük bir yatırımı da gerektirdiği ortaya çıkmaktadır.

Batı Avrupa'da ithal edilen kömürün petrole nazaran % 45 daha ucuz olduğu hesaplanmaktadır. A.B.D. ise kömür üretiminin gelecekte artması tahmin edilmektedir. Ancak Avrupa'da jeolojik nedenlerle üretilen kömür daha pahalıdır. Bu nedenle kömür üreticisi ülkelerle Batı Avrupa arasında yakın gelecekte geniş bir KÖMÜR TİCARETİ'nin ortaya çıkması beklenmektedir.

Gelişmekte olan ülkeler dünya nüfusunun (SSCB, Çin, Doğu Avrupa hariç) yaklaşık % 70'ni beslemekle beraber, yer yüzündeki enerji tüketiminin sadece % 15'inden yararlanabilmektedirler. Gelişme sürecindeki ülkelerin nüfus ve sanayi gelişme potansiyellerinin yüksek olması ENERJİ İHTİYACINI da hızla arttırmaktadır. [1;sf: 21]

Bu ülkelerdeki bir diğer gelişmede enerji çeşitleri üzerinde ciddi etkiler yaratacak olan "KENTLEŞME" sorunudur.



Nüfus ve kalkınma hızı düşük ve oturmuş bir KENTLEŞME düzeni olan GELİŞMİŞ ülkelerdeki durumla TEZAT teşkil etmektedir. Bu ülkelerin, gelecekte enerji ihtiyaçları düşük bir hızla devam ederek enerji talepleri rölatif olarak azalacaktır.

Enerji talebi arttıkça gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler için ciddi sorunlar ortaya çıkacaktır. Ancak, gelişmiş ülkeler enerji tasarrufu, güneş enerjisi, nükleer enerji ve jeotermal enerji kaynaklarına yatırım yapabilecekler, gelişme sürecindeki ülkeler bu kaynaklara yapacakları yatırımlar için, sermaye insan gücü, teknik ehliyete yeteri kadar sahip olmadıkları için ciddi şekilde zorlanacakları beklenmelidir.

Kalkınmış ülkelerin enerji ve petrol tüketimini azaltma yolunda alacakları tedbirler dünya ekonomisini olumlu yönde etkileyebileceği gibi, gelişmekte olan ülkelerin de yapıcı enerji politikaları geliştirip daha çok doğal kaynaklarına dayalı çözümler üzerinde durmaları gereklidir.

Ekonomik sosyala ve politik bünyelir farklı ve sayıları 100'ü bulan gelişmekte olan ülkeler üniform bir toplum olarak kabul etmek mümkün değildir. Ayrıca ülkelerin birbirinden farklı ekonomik temelleri de vardır. Bu ülkelerin fert başına düşen milli gelirleri 100 \$'dan 2880 \$'a kadar değişmektedir.

Nüfuslarının hızla artması ve büyük çoğunluğunun ancak geçinebilecek düzeyde olması, nüfusun % 40'nın 15 yaşın altında olması bu ülkelerin ortak nitelikleri sayılabilir.

Gelişmiş ülkelerde 15 yaş altındaki nüfus toplam nüfusun % 30'nu teşkil etmektedir. Bu oran gelişme sürecindeki ülkelerin gelecekteki "İŞGÜCÜ ARZI" potansiyelini göstermektedir. Çoğunluğunun kırsal bölgede yaşadığı nüfus gelişme sürecinde kentlere göç hızlanmaktadır. Gelir dağılımındaki eşitsizlik, sanayileşmedeki nicel farklılaşmadan dolayı daha da büyümektedir.

Gelişmekte olan ülkeler çoğunlukla "güneş kuşağı"nda bulunmaktadırlar. Daha çok ticari nitelik taşımayan, hayvansal ve bitkisel kaynaklar kullanmaları bu ülkelerin bir başka ortak

yönünü teşkil etmektedir. Yapılan tahminlere göre odun, bitki ve hayvan artıkları bu ülkelerin toplam enerji ihtiyaçlarının % 60'nı karşılamaktadır.

Gelişen ülkeler sanayileşme yolunda ilerlerken, kullandıkları enerji oranı da artacaktır. Bu da ekonomik kalkınma KAPASİTESİ'nin enerjiye bağımlılığındaki önemi gösterir.

Nüfus artışı ve dağılımı enerji kaynaklarına ek zorlamalar yükleyecektir.

Gelişmekte olan ülkeler sadece bugünkü hayat standartlarını sürdürebilmek için 2000 yılına kadar % 50 oranında daha fazla tüketmek durumundadırlar. Buna ilave her gün 33.000 kişinin şehirlere göç ettiğini kabul edersek ticari nitelikteki enerji talebi de buna ilave olarak artacaktır. [1;sf:23]

Gelişen ülkelerde nüfus artışı ve KENTLEŞME Hızının sürekli artması bu ülkelerin enerji taleplerinin de aynı şekilde artması ANLAMINA gelmektedir.

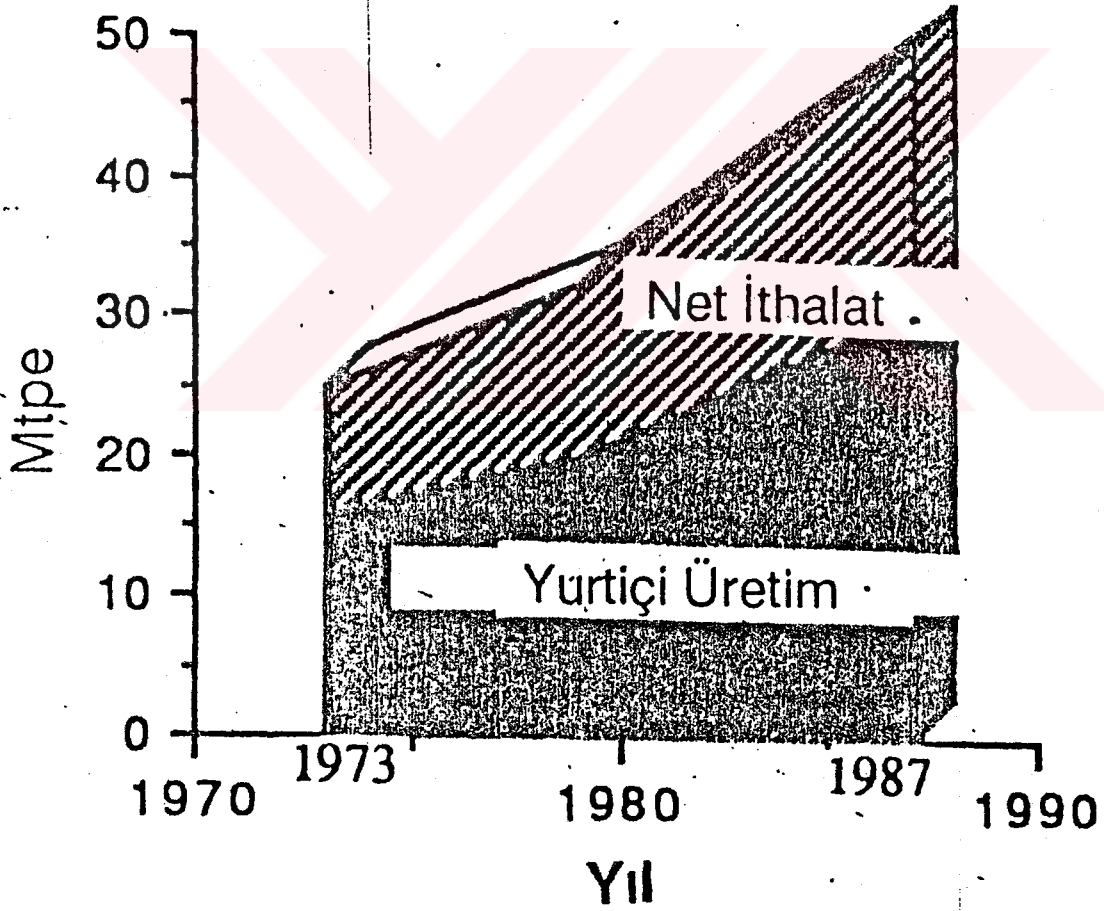
1978 yılında OPEC dışı ülkelerin toplan ENERJİ tüketimi günde 13 milyon varil petrole varmıştır. Ticari olmayan enerji tutarı ise 15 milyon varile eşit olduğu tahmin edilmiştir. 2000 yılına doğru ticari nitelikli enerji ihtiyacı 30 milyona varacağı tahmin edilmektedir ki bunun 10 milyonunun ithal edilmesi gerekir. Bugün ise bunun 4 milyon varili ancak ithal edilebilmektedir. [1;sf:23]

Gelişmekte olan OPEC dışı ülkelere 12'si petrol ihraç etmektedir. Petrol fiyatlarının artması bu ülkelere bir miktar fayda sağlamıştır. Fakat geri kalan 90'a yakın ülke ise artan petrol fiyatları karşısında hem sanayi mallarını ve hem de enerjiyi daha pahalı olarak ithal etmek zorunda kalmışlardır. Bu ülkelerin petrole ödedikleri miktar, tüm ihraç gelirlerinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır.

Bu olumsuz gelişmeden gelişmiş ülkeler de etkilenmekte ve ekonomik daralmaya gitmekte. Dolayısı ile gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelere olan ihracatlarında olumsuz yönde etkilenmekte ve gelişen ülkeler bu sonuçlarda zararlı çıkmaktadırlar.

## 1.2. TÜRKİYEDE ENERJİ

Günümüzde Türkiye'nin toplam enerji ihtiyacı 55 milyon ton petrole eşdeğerdir. Toplam enerji tüketimimizin % 50'si petrol ve doğal gaz gibi fosil enerji kaynakları olup, bunun ancak % 15'i yerli kaynaklardan sağlanabilmektedir. Taşkömürü ve linyit kömürü rezervleri toplam 8,5 milyar tonun üzerinde olmasına rağmen bunun ancak % 80'i üretilebilecek faydalı rezervdir. Linyitin elektrik enerjisi üretimindeki payı % 50 dolayındadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından hidrolik enerji yönünden potansiyelimiz  $100 \times 10^9$  kwh olmasına rağmen, bunun ancak % 10'u kullanılmaktadır. Gelecekte Türkiye'nin enerji açığını kapatabilmek için önemli kaynaklardan biri olacaktır. Büyük miktarlarda hidrolik enerji elde edebilmek için yapılması gereken yatırımların çok fazla olmasının yanında, akıp giden sularımızdan elde edebileceğimiz enerji büyük bir kayıptır. Zira fosil enerji kaynakları istenildiği zaman kullanılabilir. Bunların yanında ülkemizde, giderek azalan ormanlarımızdan sağlanan odun enerjisi, jeotermal enerji, güneş enerjisi, toplam enerji tüketimimizde çok büyük payları olmayan enerji kaynaklarıdır. Sahip olduğumuz diğer bir kaynak uranyum olup, gelecekte nükleer enerjinin, toplam enerji üretimimizde önemli bir paya sahip olabileceğini göstermektedir. Elektrik üretiminin kapasitesi son 20 yılda büyük ölçüde artmıştır. 1970'te toplam kapasite, 2187,4 MW iken, 1988'de % 660 oranında artarak 14518 MW'a çıkmıştır. Bu kurulu gücün % 57,2'si termik, % 42,8'i hidroelektrik santrallerden sağlanmıştır. Halen tüketilen enerjinin tamamı yurdumuzda üretilen enerji ile karşılanmakta ve önümüzdeki 5 yıl içerisinde elektrik enerjisi talebinin karşılanmasında bir sorun çıkma ihtimali görülmemektedir.[3;sf:1-3]



Şekil 1.2.1 TÜRKİYE'DE ENERJİ TALEBİ  
Kaynak: [3;sf:3]

Türkiye'nin enerji tüketiminin çok önemli bir bölümünü meydana getiren yenilenebilir enerji kaynakları büyük ölçüde odun ve gübreden oluşan biomass ve hidrolik enerji biçiminde karşımıza çıkmaktadır. 1987'de yenilenebilir enerji kaynakları toplam primer enerji tüketiminin % 24'ünü temsil ediyordu. [3;sf:2]

Şekil 1.2.1'de görüldüğü gibi,Türkiye'de enerji tüketimi bakımından ikinci büyük sektör olan sanayi sektörü, 1987'de 11.96 milyon ton petrol eşdeğeri (Mtpe) yakıt tüketmiştir. Bu miktar son kullanıcı durumundaki bütün sektörlerin toplam nihai tüketiminin (TNT) % 32'sini temsil etmektedir. Sanayi sektöründe enerji tüketimi 1986 - 87 yılları arasında % 8.2 artmıştır. 1987'de sanayi sektöründeki enerji kullanımının % 45'i petrolden karşılanıyor, bunu % 39'la katı yakıtlar, % 15'le elektrik ve önemsiz miktarda doğal gaz izliyordu. Enerji tüketen en büyük ikinci sektör olmasına rağmen, hızla büyüyen sanayi sektörünün, 21. yüzyıla girilirken en büyük sektör haline gelmesi beklenmektedir. [3;sf:4]

Konut / Ticaret sektörü Türkiye'de son kullanıcı durumunda enerji tüketen en büyük sektördür. Bu sektör, 1987'de 16.87 Mtpe, ya da bir başka ifadeyle TNT'nin yaklaşık % 42'sini tüketmekteydi. Odun ve atık maddeler 1987 de sektörün yakıt girdilerinin % 49'unu oluşturuyordu. 1986 - 1987 yılları arasında sektörün enerji tüketimi % 6.5 artış gösterdi. [3;sf:6]

Ülkemizde ulaşım sektörünün toplam enerji tüketimi 1987'de 8.44 Mtpe idi. Ancak, tüketimin hemen tamamını petrol oluşturuyordu ve petrolün en önemli nihai kullanıcısı durumundaydı. 1986 - 87 yılları arasında tüketimi % 9.7 oranında artan ulaşım sektörü, dönemin hızla büyüyen ve girdi açısından esas olarak ithalata dayanan sektörüydü. Karayolu ulaşımı, ulaşım alanında toplam enerji tüketiminin yaklaşık % 89'unu tüketmektedir. [3;sf:6]

Gelişen Türkiye'de kalkınmanın doğal nedeni ve sonucu olarak enerji ihtiyacı artmaktadır. Enerji ihtiyacımızı

kendi kaynaklarımızla karşılayamadığımız için de, enerji ithalatımız bunun paralelinde artmaktadır. Hızlanan enflasyon, üretim kapasitesinin ancak % 50'sinin kullanılması, büyük ölçüde ithal girdileriyle üretimi sağlayabilen sanayi kesiminin ihtiyaçlarını karşılayamayışı, ihracatın hızlandırılması, dış borç taksitlerinin ödenemeyişi vb. karşılaşılan sorunların ancak yüzeysel görülen sonuçları niteliğini taşımaktadır. Öte yandan, piyasa kurallarının işlemlerini engelleyen yasa ve yönetmelikler de dış pazarla rekabet edebilecek nitelikteki sanayinin gelişmesini engellemiştir. Genel duruma diğer bir açıdan bakıldığında, Türkiye nüfusunun dörtte biri fiilen çalışıp geri kalan dörtte üçünü beslemektedir. Oysa, rekabet etmeyi amaçladığımız batı toplumlarının tümünde nüfusun en az yüzde ellisi çalışanlar ordusunu oluşturur.

Fakat bazı faktörlerin diğerlerinden daha önemli olduğu bir gerçektir. Konuya böyle yaklaşıldığında, bugün en büyük darboğaz görünümünde olan dış ticaret açığımızın "petrol" ya da "enerji problemi"nden kaynaklandığı kolayca ileri sürülebilir. Bir taraftan petrol fiyatları artarken, diğer taraftan petrol ihraç eden ülkelerle alışveriş yapan gelişmiş ülkeler, ürünlerine hemen hemen aynı oranda zamlar yapmışlardır. Giderek büyüyen petrol faturasına, batıdan ithal edilen malların fiyat artışları da eklenince, hızla büyüyen bir dış ticaret açığı ile karşılaşılmıştır. Bu olumsuz durumdan kolayca çıkmanın yolu olan "ihraç ürünlerimize zam yapmak" geçerli değildir, zira sattığımız ürünler genellikle rekabetli koşullarda ve güçlükle satabildiğimiz mallardır. Aynı nedenden ötürü fiyatları sabit tutup satış hacmini arttırmamız da oldukça güçtür. Bu durumda, ithalatımızdaki en büyük kalemi oluşturan ve önlem alınmadığı takdirde daha da büyüyecek olan petrol ödemelerini kısa vadede bile azaltmamış kaçınılmaz zorunluluktur.

Türkiye gibi kalkınmakta olan ekonomilerde enerji tasarrufu "enerji talebini kısarak ekonomik gelişmeyi desteklemek değil, üretimi olumsuz yönde etkilemeden israfı önlemek" olarak ele alınmalıdır. Amaç, iktisadi ve sosyal hayata zarar vermeden, kıt olan enerjiyi daha iktisatlı olarak kullanmaktır. Burada enerjinin akılcı kullanımı önem kazanmaktadır. Enerjinin akılcı



kullanımının yanısıra, Türkiye'nin enerji dengesinde yapısal değişiklik yapılması, yerli kaynakların optimum üretime geçilmesi, yeni kaynakların aranarak ithal petrole olan bağımlılığın azaltılması önemle gözönünde bulundurulmalıdır.

### 1.3. ÖNERİLER

Mevcut enerji kaynaklarının hangi sektörlerle tahsis edileceği, önceliklerin saptanması önemli bir konu olarak görünmektedir. Bu konuda bir araştırma yapıp, sektörel planlamanın yapılması gerekmektedir.

Bölgesel enerji planlarının yapılması gereklidir. Ancak bunun için bölgeler itibarı ile ticari ve ticari olmayan enerji kaynağı varlıkları, bölgelerin enerji üretim ve tüketim durumlarında kullanılan enerji türlerine ait bilgilerin toplanması gerekir.

Mevcut enerji kaynaklarına ait bilgiler olmakla beraber; çok azının "FİZİBİLİTE" leri mevcuttur. 2000 yılına kadar olan dönemde ülkemizin ihtiyaç duyacağı ENERJİ talebi geçmiş yıllardan anlaşıldığı üzere hızla artacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle kullanılan ENERJİ türleri yanında BİTÜMLÜ ŞİST JEOTERMAL, GÜNEŞ, BIOGAZ, tabii gaz ve uranyum, toryum gibi kaynakların araştırılıp, kullanılma yollarının bulunması yararlı olacaktır.

Elektro-mekanik sanayinin yerli imkanlarla kurulması ve enerji teknolojisinde kullanılan GİRDİLERİN yerli oranlarının arttırılması.

Enerji talebindeki PETROL miktarının olumsuz ekonomik sonuçlara yol açmadan kömürle (özellikle linyit) ikame edilmesi ve petrol arama çalışmalarına önem verilmesi.

Nükleer enerjiye zaman kaybetmeden girilmeli ve yararlanma stratejisi belirlenerek, gerekli çalışmalar şimdiden yapılmalıdır.

Enerji kaynağının çıkarılışından, tüketimine kadar tüm aşamalarda rasyonelliğin arttırılması konusunda bilimsel çalışmalar yapılmalıdır.

Uzun dönemde planlanan enerji üreticilerinin gerçekleştirilmesi için kömür sahaları ile işletilmesi için birer hendikap olan hukuki sorunları çözümlenmesi gerekir.

Enerji ile ilgili mühendislik, müşavirlik hizmetlerinde yerli teşebbüslere ve yerli teknolojiye fırsat verilerek teşvik edilmeli.

Ticari olmayan odun ve tezek gibi enerji kaynaklarını ikâme edecek enerji türleri bölgesel olarak saptanmalı ve bu konuda süratle uygulamaya geçilmelidir.

Isınmada kullanılan enerji türlerinin "ÇEVRE" kirlenmesini azaltacak tekniklerle elde edilmesi gerekir. Bunun için "DUMANSIZ YAKIT" ile düşük kaliteli yakıtların ASİTLEŞTİRME ile teknolojilerinin geliştirilmesi gerekir.

Isınma, havagazı ve DDY'da kullanılmakta olan taş kömürünü ikame edecek enerjiler tesbit edilmeli ve taş kömürü ile çalışan santraller devreden çıkarılmalıdır.

Petrol taşımalarının tanker yerine boru hattı ile taşınması için tedbirler alınmalı.

Petrole zorunlu olarak kullanmak durumunda olan sektörler öncelikle tesbit edilmeli, kullanma zorunluğu olmayanlar başka enerji türleri ile ikame edilmelidir.

Linyit için işletme projelerinin yapılması gereklidir. Yeni sahalarda REZERV bulma çalışmaları hızlandırılmıştır.

Koklaşabilen linyit sahalarında gerekli tesisler kurularak kok ve metalurjik kok elde etme çalışmaları yapılmalıdır.

Hidrolik enerjinin tükenmez ve öz kaynak oluşu nedeni ile enerji politikasında önemli bir yeri vardır. Ayrıca



Türkiye'nin bu kaynak itibarı ile çok zengin oluşu da ayrı bir umut kaynağı olmaktadır. Hidrolik enerji elde etme için yapılan tesislerin kullanılma maksatlarla da farklı olabilmektedir. Elektrik enerjisi yanında sulama ve çevreye yaptığı olumlu etkiler sayılabilir.

Enerjinin bu santrallerden OPTİMUM üretiminin sağlanabilmesi için, Kar erime, taşkın hacimlerinin önceden tahmini ve kar vasat ağının modern cihazlarla takviyesi ve gerekli hidrolik çalışmalarının hazne işletmeleri ve enterkonnekte sistem işletmesi ile entegre şekilde yürütülmesine ağırlık verilmesi sağlanmalıdır.

Enterkonnekte sistemdeki tüm santrallerin ve haznelerin optimum işletmesini aylık, haftalık, günlük ve saatlik baza göre sağlayacak bilgisayar programlarının sistemlere adapte edilmesi, geliştirilmesi ve uygulamaya konulması çalışmaları hızlandırılmalıdır.

Nükleer enerji için yapılacak önerilerin başında uranyum ve taryum araştırmaları hızlandırılarak biran önce Türkiye'de mevcut kaynakların sağlıklı bir envantere kavuşturulması nükleer enerjinin kurulması ve uygulanması için gerekli İnsan gücünün yetiştirilmesidir. Ekonomik değerlendirmelerle Türkiye şartlarında 600 MW gücünde bir nükleer santralin üretim maliyetinin linyit santralına çok yakın olduğu ve fuel-oil'e nazaran çok daha ekonomik olacağını göstermektedir. Kurulacak santralin bu ölçekte olmalarına dikkat edilmelidir.

Güneş enerjisi için teorik ve uygulama çalışmalarını ülke şartlarına göre geliştirecek bir örgüt kurmak gereklidir. Bu konu ile ilgili ön çalışmalardan olan güneş enerjisi ölçmeleri yapılmalıdır. Özellikle konutlarda teshin ve sıcak su temini gibi ihtiyaç alanları da kullanılması teşvik edilmelidir.

Ticari olmayan (odun-tezek) enerjisinde, odunun derhal tezek için de bir plan dahilinde yakıt olarak kullanılmaları gittikçe azaltılmalıdır. Yerine öz kaynaklara dayalı enerjiler

(linyit) kullanılmalıdır. Uygulamaya odun ve tezeğin en çok kullanıldığı bölgelerde başlanmalıdır. Hatta gerekirse bu bölgelerde tezeğin ve odunun tarım ve sanayiye kaydırılması amacı ile, bu bölgelerdeki ısınma ihtiyacı olan enerji kaynağını devletin bir müddet sübvansetmesi gerekir.

Jeotermal kaynakların bulunduğu bölgede bu kaynaktan istifade edilmesi şarttır. Bu kaynağa dayalı bir tesis maliyeti aynı kapasitedeki bir tesise olan maliyeti % 40 nisbetinde daha ucuz olduğu saptanmıştır.

Biogaz, özellikle kırsal bölgeler ile yeni bir umut kaynağı, olmuştur. Hem gübrenin kalitesi yükselmekte, hem de 500 kg yaş gübreden 12 kg gaz elde edilmektedir. Enerji ihtiyacımızın % 25 - 30'unun tezek ve odundan olduğu gözönüne alındığında biogaz çalışmalarının doğal bir uygulama zeminine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. [2;sf:27]

Konut, ulaştırma, sanayi sektörlerinde enerjinin ekonomik kullanımı mutlaka sağlanmalıdır. Tüketime ait çeşitli eğitici çalışmalar yapılmalıdır. Isınma tekniğine uymayan bu konutlar için gerekli tedbirler uygulanmalıdır (çatı, zemin kat döşemesi ve dış duvarlar izolasyonların yapılması, pencere yüzeyi ile dış duvar yüzeyi arasındaki oranın belirli bir değerin üzerine çıkmaması, dış pencere ve kapı boyutlarının standartlaştırılması, kış ortalaması -12°C ve altında bulunan bölgelerde buralara çift cam takılması zorunlu hale getirilmelidir. Ayrıca izolasyonu teşvik amacı ile devletçe özel fonlar ayrılmalı; vergi indirimleri ve gerektiğinde sübvansiyon yapılmalıdır. Yeni kurulan yerleşim yerlerinde merkezi ısıtma sistemine gidilmeli, lüks araba kullanımına tedbir getirilmelidir. Demiryolu ve denizyolu taşımacılığı teşvik edilmeli, ulaştırma karayolundan, demiryolu ve denizyolu taşımacılığına kaydırılmalıdır. Dolmuş - taksi taşımacılığı daha verimli KİTLE TAŞIMA araçları ile ikame edilmelidir.

## B Ö L Ü M 2

## ENERJİ TASARRUFU

2.1. ENERJİNİN RASYONEL KULLANIMI VE ENERJİ TASARRUFUNUN  
ÖNEMİ

Enerji atıklarının değerlendirilmesi, enerjinin rasyonel kullanılması ve mevcut enerji kayıplarının, ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden en aza indirilmesi olarak tanımlayabileceğimiz, enerji verimliliği veya enerji tasarrufu günümüzde gerçekçi olunması gereken önemli konulardan biridir.

Enerji verimliliği, çevre kirliliği, atmosfer ısısının artması ve aynı zamanda fosil enerji kaynaklarının daha uzun süre yeterli olması sorunlarına açık ve kesin bir çare olarak görüldüğünden bütün dünyada geniş çapta teşvik edilmektedir.

1987 yılında IEA (International Energy Ajansı) enerji tasarrufunun neden önemli olduğunu 5 temel nedenle açıklamıştır :

- Enerji kaynaklarının tümü tükenebilir olduğundan enerji tasarrufu bu kaynakların ömrünü uzatacaktır.
- Ekonomik büyümenin sonucu olarak yüzyılın başından itibaren, "zorlu enerji pazarlarına" dönüş olacaktır, yani enerji fiyatları tekrar yükselecektir.
- Enerji tasarrufu için yapılan yatırımlar, enerji temini için yapılan yatırımlara nazaran daha büyük kârlılık sağlar.
- Enerji tasarrufu artırılınca çevresel etkiler azalacak böylece enerji politikası amacına ulaşacaktır.
- Enerji tasarrufu ile ilgili yatırımlarda, enerji temini ile ilgili yatırımlara nazaran daha küçük artışlar söz konusudur. [4;sf:10]

## 2.2. TÜRKİYE'DE DURUM

Türkiye'de enerji tasarrufu konusundaki yaklaşımlar ve alınan önlemler henüz yeterli değildir. Türkiye'deki enerji tasarrufu konusundaki bulguları şöyle sıralayabiliriz:

- Türkiye'de enerji tasarrufuna ilişkin açıkça belirlenmiş hedefler yoktur. Bu durum diğer kurum ve programları etkilemiştir.
- Bu güne değin enerji tasarrufu ile ilgili zayıf bir politika ve veri analiz işlemi yürütülmüştür, bu da ülkedeki diğer davranış ve yaklaşımları etkilemiştir.
- Enerji tasarrufu üst düzeyde ele alınmamaktadır.
- Enerji tasarrufunu teşvik etmekle görevli bakanlıklar ve devlet kuruluşları mevcuttur. Bir koordinasyon komitesi mevcut olmakla birlikte ETK Bakanlığı bu konuda tüm bakanlık ve kuruluşların görevlerini belirlemede etkin bir lider konumunda değildir.
- Türkiye'de enerji tasarrufu ile ilgili geniş çapta önlemler alınmasına karşın etkinlik ve başarı değişen ölçülerde olmuştur. Bu programların engelleri yenmede ne denli etkin oldukları belirlenmelidir. Fakat bugüne kadar böyle bir analiz yapılmamış ve çeşitli programların gerçek etkinliği iyi anlaşılamamıştır. Parasal teşviklerin incelenmesi özellikle önemlidir, çünkü bu teşviklerin enerji tasarrufu açısından yararları araştırılmadan büyük fonlar ayrılmaktadır.
- Halk enerji tasarrufunun faydaları konusunda henüz bilinçlenmemiştir. Bu faydalar ekonomi ile ilgilidir. (Maliyetler azaltılarak kârlar artırılabilir). Ancak aynı zamanda daha iyi bir rekabet, daha iyi yönetim teknikleri, daha yüksek refap ve daha temiz bir çevre söz konusudur.

- . Enerji tasarrufunun önemi anlaşılır olmakla birlikte enerji veriminin nasıl arttırılabileceği konusu henüz kavranmamıştır. Temel enerji muhasebesi, iyi bakım teknikleri ve verimli teknolojilere ilişkin bilgi birikimi mevcut değildir.
- . Sadece küçük bir enerji tasarrufu hizmetleri sanayi vardır. (Teknoloji, kontrol hizmetleri vs.) Diğer OECD ülkelerinde bu sanayinin gelişmesi enerji tasarruf stratejisinin gelişmesi açısından anahtar eleman sayılmaktadır. [5;sf:12-13]

Türkiye şu anda ilginç bir noktada bulunmaktadır. Enerji tasarrufu hiç bir zaman gerçek anlamda vurgulanmamıştır. Etkin enerji tasarruf politika ve programları enerji ile ilgili tüm problemleri çözmek ancak bir katkıda bulunabilir.

Öte yandan Türkiye'de enerji tasarrufu için mevcut potansiyeli değerlendirmeyi engelleyen faktörler vardır. Bu engeller değişen ölçülerde tüm ülkelerde mevcuttur. Başlıca 2 tip engelden söz edilebilir. Birincisi tüketici kaynaklı olan engellerdir. Bilgi, teknoloji, finans gibi. Bu engelleri yenmek için çeşitli programlar hazırlanabilir. İkinci tür engeller daha önemli olan kurumsal engellerdir. Bu engelleri yenmek için hükümetin enerji tasarrufu ile ilgili faaliyetleri nasıl gerçekleştirmek istediği ve nasıl gerçekleştirdiği konusunda bir inceleme yapılmalıdır. Bu engellerin çoğunun enerji konusunun ötesinde, personel ve bütçe ile ilgili olduğu görülecektir. Uzun vadeli, güvenilir ve etkin bir program oluşturabilmek için bu kurumsal bariyerler belirlenmelidir.

Ayrıca Türkiye'de tüketicilerin niçin enerji tasarrufu yapmadıkları ve bunun nasıl sağlanacağı aratırılmalıdır. Politika açısından enerji tasarrufunu neyin engellediği bilinmeli, politika ve programlar spesifik engellere yöneltilmelidir.

OECD ülkeleri enerji tasarrufunu tesbit edici birçok tedbir almıştır. Bunlar arasında;

- . Bilgilendirme,
- . Parasal teşvik,

- . Kanunlar,
- . Araştırma-geliştirme faaliyetleri,
- sayılabilir.

Bu kategoriler içinde de birçok seçenek mevcuttur. Örneğin bilgilendirme proglarmalarında şu seçeneklerden söz edilebilir.

- . Reklam
- . Tanıtma kampanyaları
- . Teknik dökümanlar
- . "Nasıl yapılmalı?" kitapçıkları
- . Enerji kontrolü
- . Eğitim kursları
- . Danışmanlık hizmetleri [5;sf: 11]

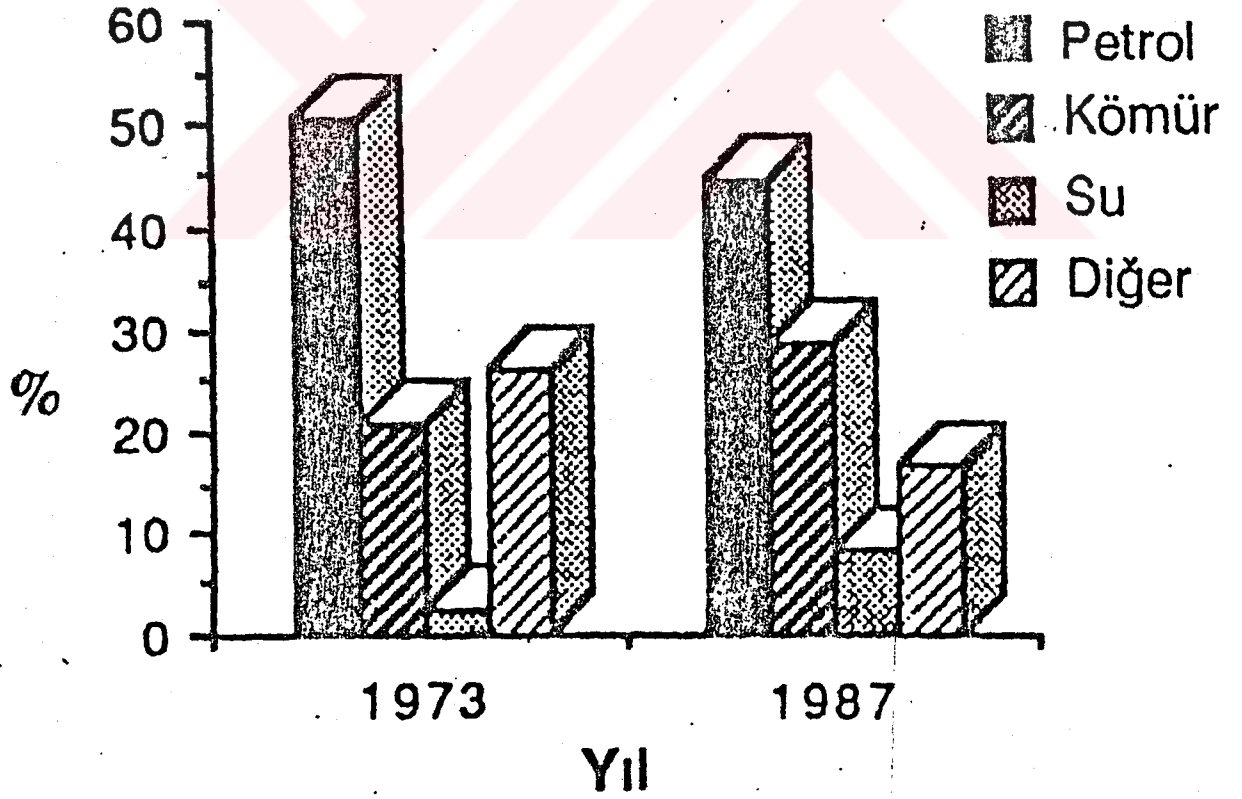
Politika açısından önemli olan nokta spesifik bir konu için birden fazla yaklaşım olabileceğidir. Örneğin sanayide enerji tasarrufunu teşvik etmek için bilgilendirme (teknik kitaplar, eğitim, enerji kontrolü), parasal teşvik veya hüküm getirme yollarına baş vurulabilir. Genellikle bu önlemler birlikte kullanıldığı zaman en iyi sonuçlar alınmaktadır.

Fakat uygun stratejiye karar vermek için bazı noktaların göz önüne alınması gerekir. Örneğin bazı önlemler diğerlerinden daha pahalıdır. (uygulaması dahil). Bazıları uzmanlık ve hükümetin desteğini gerektirir. Bazıları daha çabuk sonuca ulaşır. Bazı önlemler pratik açıdan daha kabul edilebilir niteliktedir. Örneğin bazı hükümetler sübvansiyonlu programları benimsememişlerdir. En uygun stratejiyi belirlemek için gerekli tüm araştırma ve incelemeler yapılmalıdır.

### 2.3. TÜRKİYE'DE ENERJİ DURUMUNA GENEL BAKIŞ

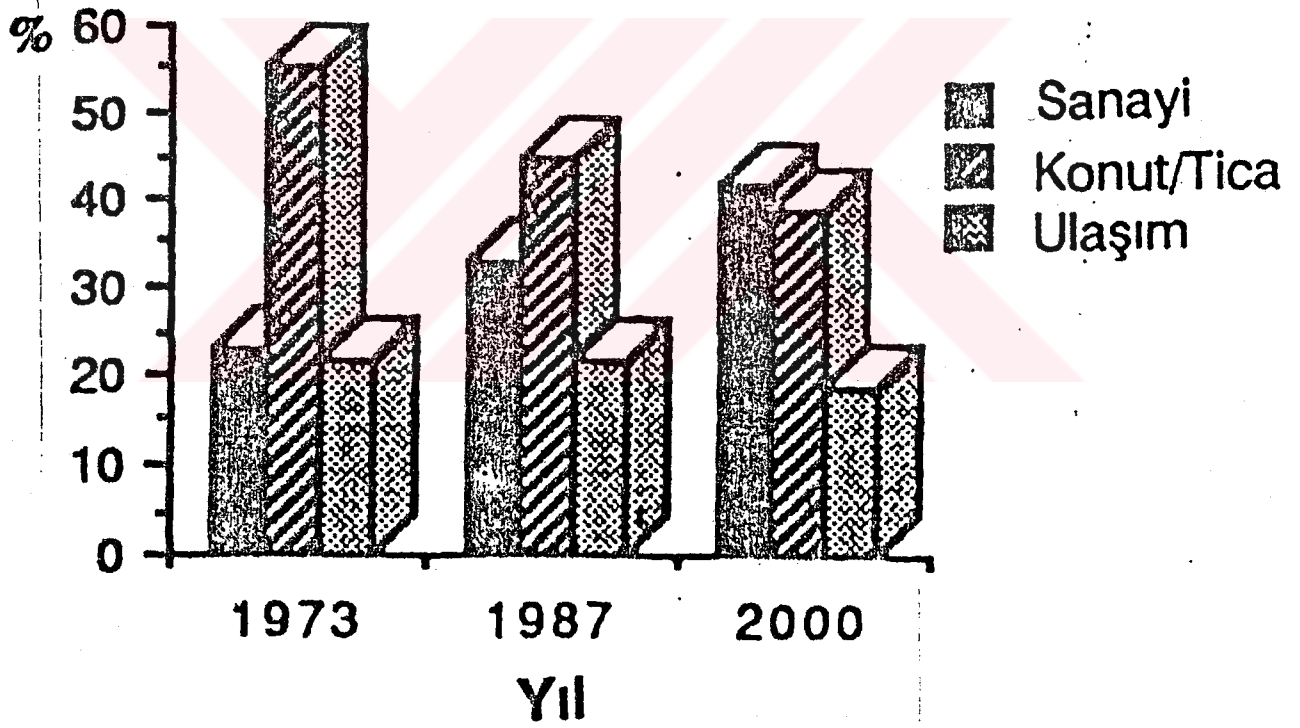
1988 yılında Türkiye'deki birincil enerji ihtiyacı (TBEİ) 1987 yılına göre % 3.1 oranında artarak 50,7 milyon ton petrol eşdeğerine (MTEP) yükselmiştir. Petrol, ağırlıklı yakıt olarak TBEİ'nin % 45'ini oluşturmakta, bunu % 29'la kömür, % 8.2'le su, % 16,6 ile diğer kaynaklar (biomass dahil) ve % 1,2 ile doğal gaz takip etmektedir. Türkiye % 56 oranında kendine yeterli olmakla birlikte petrol net





Şekil 2.3.1 TÜRKİYE'DE YAKIT DAĞILIMLARI  
Kaynak: [5; sf: 2]





Şekil 2.3.2 TÜRKİYE'DE ENERJİ KULLANIMININ SEKTÖRLERE GÖRE DAĞILIMI

Kaynak: [5; sf: 4]

ithalatın % 87'sini net petrol ithalatı ise toplam petrol ihtiyacının % 90'ını oluşturmaktadır. [5;sf: 2]

Enerji kullanımı ve enerji kullanımını etkileyen diğer faktörler açısından Türkiye'de nihai-kullanım sektörlerinin özelliklerini incelemekte yarar vardır. Ana sektörlerdeki enerji kullanımı ve 2000 yılına kadar olan tüketim tahmini yukarıda diyagramda görülmektedir.

### Sanayi Sektörü

Türkiye'de sanayi sektörü 13.86 (1987) milyon ton petrol eşdeğeri ile ikinci büyük nihai-kullanım sektörüdür. Bu değer tüm nihai-tüketim sektörleri içinde %36'lık toplam tüketim miktarına karşılık gelmektedir. Sanayi sektöründeki enerji tüketiminde petrol % 43'le birinci sırayı almakta, petrolü % 39'la katı yakıtlar ve % 15'le elektrik izlemektedir. Doğal gaz tüketimi ihmal edilebilir düzeydedir. Fakat Rusya'dan ithal edilecek gazla bu değerde artış olacaktır.

Sanayi sektörü tüketimde 2. sırayı almakla birlikte bu sektör hızla büyümüştür. Gayri safi değer olarak ifade edildiğinde sanayi 1986 - 87 yılları arasında % 10'luk bir büyüme göstermiş, bu dönemde enerji tüketimi de % 13 artmıştır. yüzyılın başında sanayinin en büyük sektör olması beklenmektedir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının (ETKB) tahminlerine göre 1988 - 2000 yılları arasında yıllık % 84'lük bir büyüme ile 2000 yılında yakıtların enerji tüketimindeki payları şöyle olacaktır. [5;sf: 5]

|               |        |
|---------------|--------|
| Katı yakıtlar | % 49,3 |
| Petrol        | % 22,3 |
| Elektrik      | % 20,4 |
| Doğal gaz     | % 6,6  |

ETKB'nın araştırma-planlama koordinasyon (APK) daire-since verilen bilgilere göre enerji verimini % 10 - 25 oranında artıracak potansiyel EIE / ELD 'nin bazı işletmelerde yaptığı incelemelerle de kanıtlanmıştır. Sonuçlar işletmeden işletmeye değişmekle birlikte bazı durumlarda ekonomik olarak

mümkün tasarrufların % 30'un üzerinde olacağı görülmüştür.

#### Konut / Ticaret Sektörü

Bu sektör toplam tüketimin % 45'ini oluşturan 17,54 milyon ton petrol eşdeğeri - 1987 ile nihai kullanım sektörleri içerisinde enerji tüketiminde ilk sırayı almaktadır. Odun ve atıklar bu sektörün yakıt girdisinin % 50'sini oluşturmaktadır. 1986 - 87 yılları arasında bu sektördeki enerji tüketimi % 5,8 oranında artırmıştır. 1988 - 2000 yılları arasındaki artışın % 45 mertebesinde olacağı tahmin edilmektedir. [5; sf: 5]

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı APK tarafından yapılan incelemeler, bu sektörde alınacak tedbirlerle % 15'lik enerji verim artışı sağlanabileceğini göstermiştir.

#### Ulaşım Sektörü

Ulaşım sektörü nihai kullanım sektörleri arasında toplam 7,73 MTEP tüketimi ile (1988) en küçük sektör durumundadır. Fakat hemen hemen tamamen petrol tüketmektedir ve petrol tüketiminde başta gelen nihai kullanım sektörüdür. 1986 - 87 yılları arasında % 13,6 'lık büyüme hızı ile en hızlı büyüyen sektör durumuna geçmiştir. Bu büyüme tamamen ithalatla karşılanmıştır.

1988 yılında yapılan tahminler enerji tüketiminin 1988 - 2000 yılları arasında yılda % 5,3 oranında artacağını göstermektedir. ETK Bakanlığı APK dairesinin verilerine göre ulaşım sektöründe alınacak tedbirlerle enerji tüketiminde % 20 - 30 luk bir tasarruf sağlanabilecektir. Yani enerji tasarrufu açısından en yüksek potansiyele sahip sektör bu sektördür. [5; sf: 6]

Bundan sonraki bölümlerde sanayi, konut/ticaret ve ulaştırma sektörlerindeki enerji tasarrufu çalışmaları ve uygulamaları hakkında daha geniş incelenecektir.

## B Ö L Ü M 3

## SANAYİDE ENERJİ TASARRUFU

Sanayileşmekte olan ülke olmamız nedeniyle toplam enerji tüketimindeki payı giderek artan ve kullanıldığı enerji türlerinin büyük çoğunluğu ticari nitelikli olan, mevcut tasarruf potansiyelinin diğer sektörlerle göre daha kısa zamanda realize edilmesi mümkün görülen sektör sanayi sektörüdür.

Orta çapta yatırımlarla kısa vadede etkili olacak ekipman iyileştirilmesi ve uzun vadede etkili olacak büyük yatırımlar gerektiren ekipman değiştirilmesi ile ilgili tedbirlerinde uygulamaya konulması halinde sanayi sektöründeki enerji tasarrufu potansiyelinin % 30 - % 35'lere ulaşması sözkonusudur.

Diğer taraftan, sanayi sektörümüzde kullanılan tüm enerjinin % 57'si enerjiyi yoğun tüketen ilk 25 fabrika tarafından tüketilmektedir. Bu durum programlı bir çalışma ile sanayi sektörümüzdeki mevcut tasarruf potansiyelinin büyük ölçüde ve kısa sürede geri kazanılabileceğinin açık bir göstergesidir. [3;sf:2]

1988 yılında bu sektörde taşkömürü, linyit vb. gibi katı yakıtlar ile petrol, doğal gaz ve elektrik gibi diğer enerji türlerinin toplam tüketimi 12.9 milyon ton petrol eşdeğeri enerjiye ulaşmıştır. Bu tüketimden hiç yatırımsız ve az yatırımlı tedbirlerin uygulanması ile ulaşılabilen % 20'lik bir enerji tasarrufu 2.58 milyon ton petrol eşdeğerine ulaşmaktadır. 1989 yılının ilk 10 ayında ülkemizde yerli petrol üretimi miktarının 2.4 milyon ton olduğu dikkate alınırsa, sanayi sektöründe yapılacak enerji tasarrufu çalışmalarının önemi daha da açıklık kazanır. [3;sf:3]

Gerçekleştirilecek enerji tasarrufu çalışmaları ile sanayi sektöründe birim mamul madde üretimi içinde yer alan enerji maliyet payı azalacaktır. Bu ise sektörün pazar rekabet gücünü

büyük ölçüde artıracaktır.

Son yıllarda sektörün artan rekabet gücünün en önemli nedeni hükümetlerin izledikleri ihracatın teşvik politikalarıdır. Avrupa Ortak Pazarı karşısında sanayi sektörümüz bu günkü yapısıyla değerlendirilirse ortak pazarda rekabet gücüne sahip olan sanayi sektörlerimizin yanısıra rekabet gücü bulunmayan sanayi sektörlerimiz ve ürettikleri ürünlerin rakiplerine nazaran % 15'e ulaşan fiyat dezavantajına sahip olan sanayi sektörlerimiz mevcuttur. Özellikle son grupta yer alan sektörlerde enerji tasarrufu konusunda uygulanacak tedbirler ile kısa sürede, ihracatı teşvik tedbirleri kaldırılrsa bile, rekabet gücüne ulaşılacaktır.

Sanayi yapısının iyileştirilmesi sürecinde kısa vadedeki en etkin tedbirlerden birisi, enerjinin verimli kullanılması yoluyla, birim mamul madde üretimindeki enerji maliyetini en azından rekabet etme durumunda olduğumuz ülkeler ile aynı düzeye indirmektir.

Bundan sonraki bölümlerde sanayi sektöründe yapılan enerji tasarrufu çalışmalarını ve uygulamalarını inceleyeceğiz.

### 3.1 ENDÜSTRİDE ISININ GERİ KAZANILMASI

Kazan, fırın ve benzeri tesislerde, yüksek sıcaklıkta baca gazları ile çevreye atılan enerjiyi geri kazanabilmek için atık ısı tesisleri kurmak, bugünkü koşullarda kendini kısa sürede amortize eden bir yatırım olmaktadır.

Bugün yapılan tesislerde baca gazlarındaki enerjiden mümkün olduğunca yararlanılması düşünülmekte, eski tesislerde ise baca gazlarındaki atık ısının geri kazanılması amacıyla ek yatırımlara gidilmektedir. Bugünkü koşullarda bir atık ısı geri kazanım tesisi kendini merteye olarak bir iki yılda amorti etmektedir.

### 3.1.1 BACA GAZLARINDAKİ GERİ KAZANILABİLİR ENERJİ

Kazan, fırın gibi bir enerji üretim tesisinde yakıt, yanma havasının içindeki oksijen ile birleşerek yanmakta, açığa çıkan enerji, ürünün ısıtılmasında kullanılmaktadır. Şekil 3.1.1. 'de solda bir enerji üretim tesisinin madde dengesi, sağda ise ısı dengesini görülmektedir. Sistemin enerji bilançosuna göre, sisteme yakıtın yanma ısısı (LHV) ile çevre sıcaklığındaki yakıt ve havanın duyulur ısıları girmektedir. Sistemden yararlı ısı  $Q_y$  yanında tesisin civarlarından çevreye taşınım ve ısıtım kayıpları  $Q_k$  ile baca gazının entalpisi  $H_{BG}$  çıkmaktadır. Buradan anlaşılabileceği gibi, bacadan atılan enerji yakıt tarafından sağlanmaktadır. Baca gazının entalpisindeki (dolayısıyla sıcaklığındaki) düşüş yakıttan tasarruf anlamına gelmektedir.

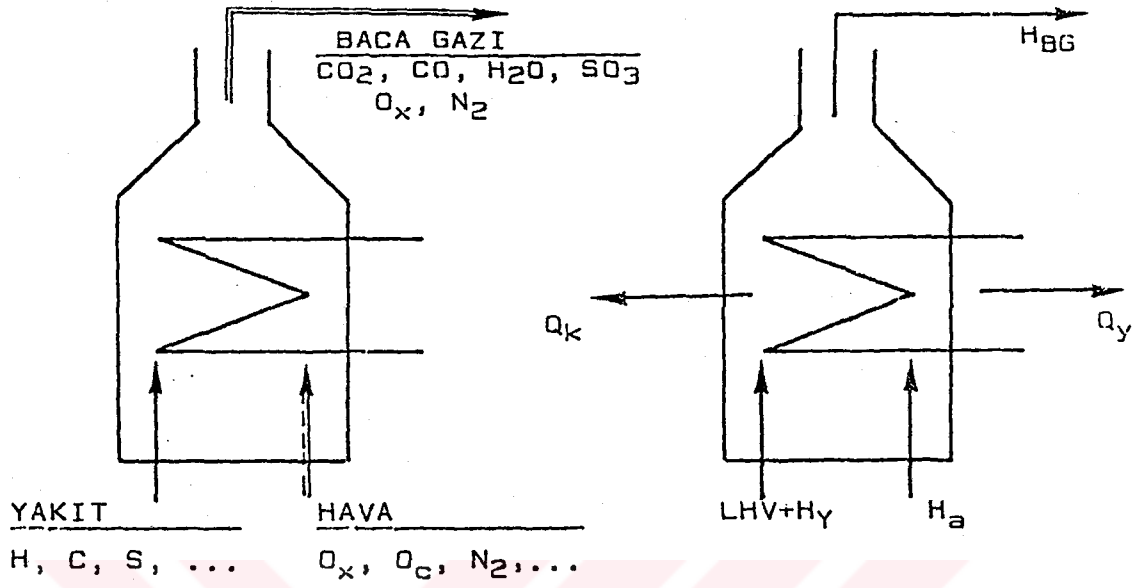
Tesisin verimi, yararlı ısının sisteme giren toplam ısıya oranı olarak tanımlanmaktadır. Yararlı ısı, giren ısı ile, ısı kayıplarının farkına eşit olduğundan;

$$\text{Verim} : \frac{\text{Yakıtın Verdiği Isı} - (\text{Konvektif} + \text{Baca Kayıpları})}{\text{Yakıtın Verdiği Isı}}$$

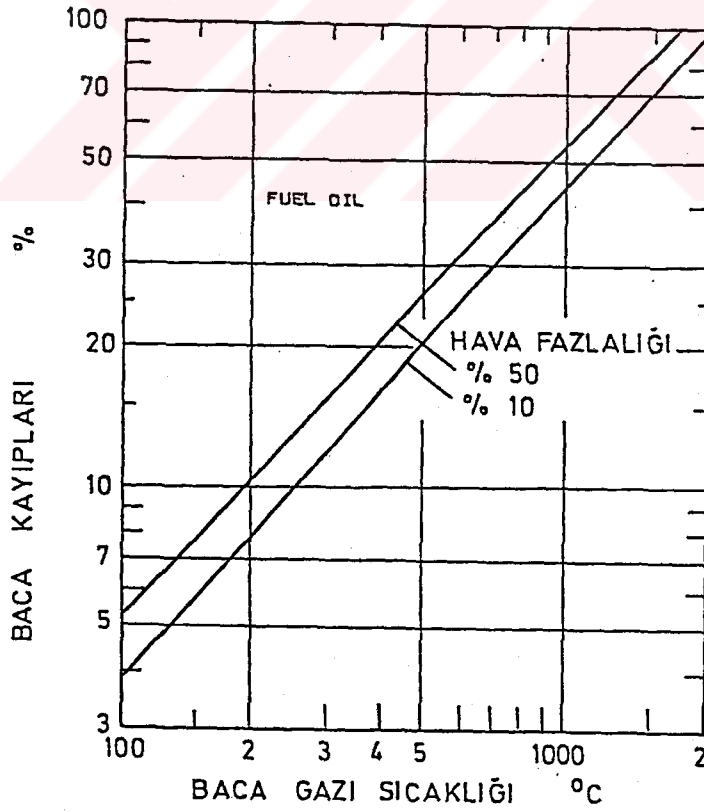
olarak düşünülmelidir.

Şekil 3.1.2. 'de baca gazı kayıplarının sisteme giren enerjiye oranı, baca gazı sıcaklığına bağlı olarak verilmiştir. Diyagrama göre % 10 hava fazlalığı ile çalışan fuel-oil'li bir enerji tesisinde  $500^{\circ}\text{C}$  da dışarı atılan baca gazlarının içindeki enerjinin sisteme verilen enerjiye oranı % 21 civarındadır. Taşınım ve ısıtım kayıpları da % 2 olarak kabul edilirse toplam kayıp % 23, verim % 77 olmaktadır. Buna karşılık baca gazı sıcaklığı  $200^{\circ}\text{C}$ 'a düşülürse baca kaybı % 8'e düşmekte verim ise % 90'a yükselmektedir. [6; sf:93]

Ancak verimi yükseltmek amacıyla baca gazı sıcaklığını düşürmek, kükürt korozyonu tehlikesini de beraberinde getirmektedir. Baca gazının sıcaklığı düştükçe, içindeki su buharı yoğunlaşmakta, yine baca gazı içindeki kükürt oksitleri ile birleşmekte, sülfirik asit oluşturarak korozyona neden olmaktadır. Bu nedenle ne baca gazlarının sıcaklığı, ne de transfer



Şekil 3.1.1.Fırınların Madde ve Isı Bilançosu



BAZ : ÇEVRE SICAKLIĞI 60°F = 15,6 °C

Şekil 3.12.Sıcaklığa Bağlı Olarak Baca Kayıpları



yüzeylerinde gaz tarafı cidar sıcaklığı çıkış noktasının altına düşmemelidir. Bugünkü uygulamaya göre baca gazının tesisten çıkış sıcaklığı 170 - 200°C arasında seçilmektedir.

### 3.1.2 ATIK ISI İLE YANMA HAVASININ ISITILMASI

Baca gazı enerjisinden yararlanma yollarından biri, bu enerji yanma havasının ısıtılmasıdır. Prensibi Şekil 3.13.'de görülmektedir. Baca gazları bir emiş fanı vasıtasıyla bir hava ısıtıcısı üzerinden emilerek bacaya verilmektedir. Diğer taraftan taze hava fanı, çevreden aldığı yanma havasını ısıtıcıya ve oradan da ısınmış olarak brülörlere göndermektedir. Yararlı ısı, konvektif ısı kayıpları, yakıt ve çevreden emilen havanın entalpilerinin Şekil 3.13'deki örneğin aynı olduğu gözönüne alınır, baca gazları sıcaklığının düşük olması nedeniyle sisteme yakıtla verilmesi gereken enerjinin daha düşük olması gerektiği açıkça ortaya çıkar.

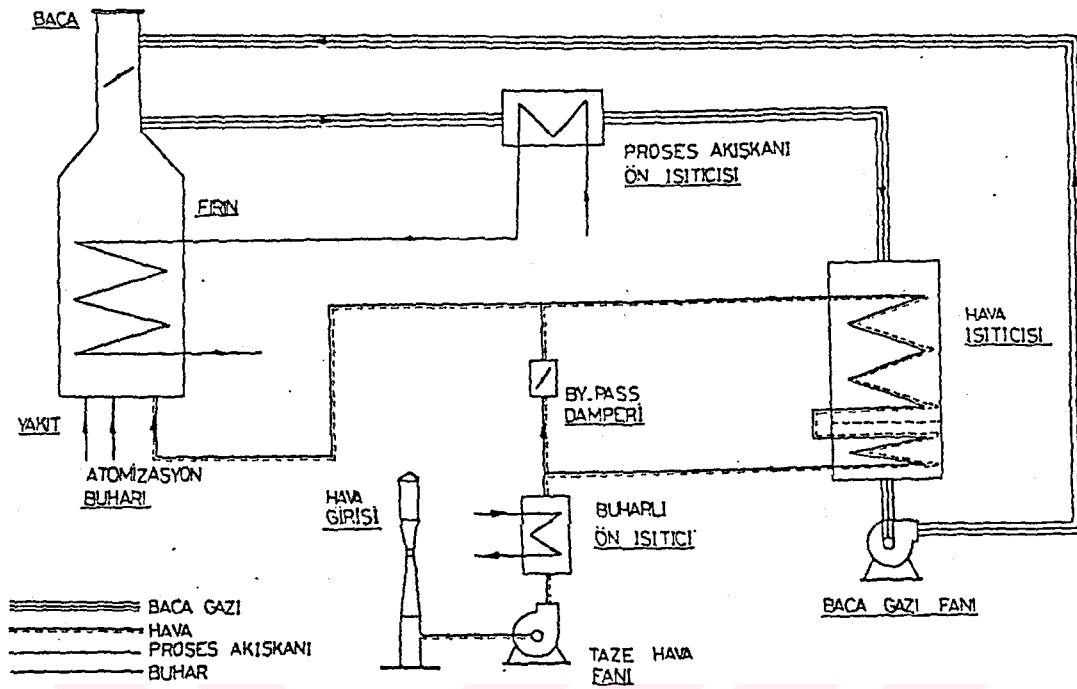
Şekil 3.13. bir hava ısıtıcı sistemini en genel şekliyle göstermektedir. Şekildeki proses akışkanı ön ısıtıcısı, buharlı ön ısıtıcı ve korozyona dayanıklı hava ısıtıcısı (hava ısıtıcısının soğuk olan alt tarafında gösterilen) her sistemde bulunmayabilir. Bu ekipmanlar, korozyonu önlemek veya sistem verimini optimize etmek amacıyla sisteme eklenebilir.

Hava ısıtma sistemlerinde enerji kullanan makinalardan yalnızca fanlar bulunmaktadır. Fanların enerji ihtiyacı, kazanılan enerjinin % 2-4'ü mertebesinde kalmaktadır.

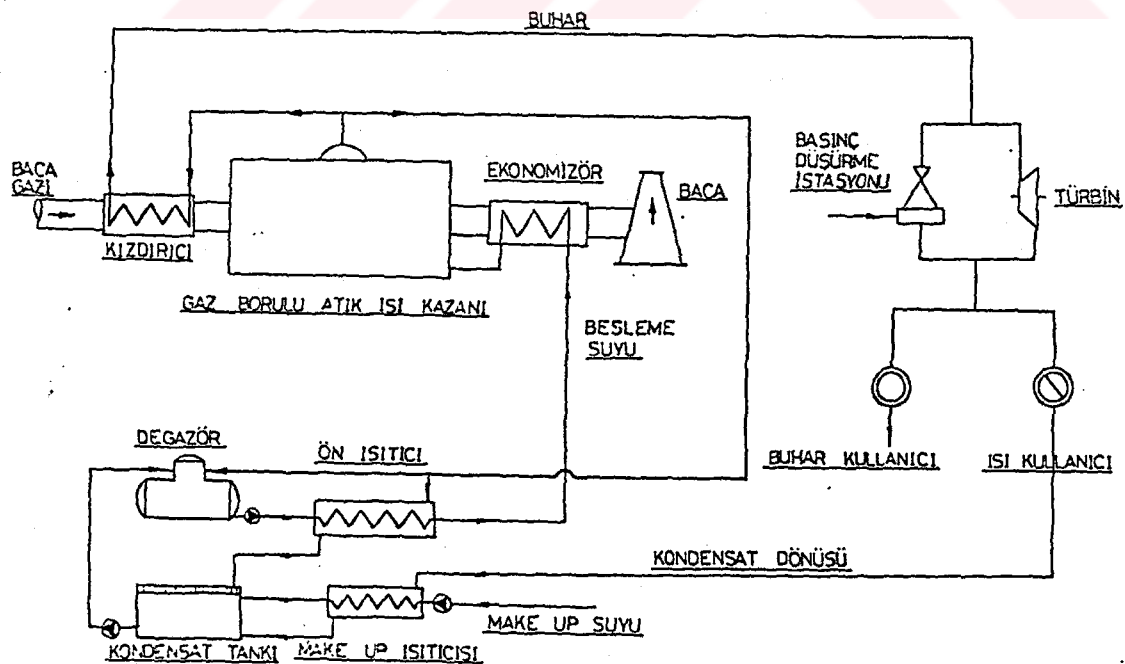
Tesisin geri ödeme süresi birçok faktöre bağlı olmakla beraber bugünkü koşullarda bir ilâ birbuçuk yıl arasında değişmektedir.

### 3.1.3 ATIK ISI YARDIMIYLA BUHAR ELDE EDİLMESİ

Şekil 3.14. 'de atık ısıdan yararlanarak buhar elde edilmesinin prensibi görülmektedir. Şekil kapsamlı tutulduğundan burada görülen her ekipmanın tüm atık ısı ile buhar elde eden sistemlerde bulunması gerekmez. Ekipmanlardan hangisinin



### Şekil 3.1.3 Atık Isıdan Yararlanarak Yakma Havasının Isıtılması



sistemde bulunacağı, atık ısıdan yararlanma amaçlarına, baca gazının özelliklerine ve sistemin işletme parametrelerine bağlıdır.

Şeklin sol üst kısmında görülen ekonomizer, kazan ve kızdırıcıdan oluşan grup, asıl buhar üretimini sağlayan kısımdır. Atık ısı kazanı tüm sistemin odak noktasıdır. Ekonomizer kullanılıp kullanılmayacağı işletme parametrelerine bağlıdır. Doymuş buhar istenen sistemlerde kızdırıcıya gerek yoktur.

Şeklin sağ tarafında türbin, basınç düşürme istasyonu, buhar kullanıcı ve ısı kullanıcıdan oluşan enerjiyi tüketen alt sistem görülmektedir. Burada yukarıda belirtilen ekipmanlardan hangisinin bulunacağını, tesisi kullanacak olanın ihtiyaçları belirler. Sol altta besi suyu hazırlama grubu bulunmaktadır.

Isısı geri kazanılacak baca gazının özellikleri (sıcaklık, debi, kimyasal birleşim), elde edilecek buharla yapılmak istenen iş, kondensat dönüş oranı ve mevcut taze suyun (make up suyunun) özellikleri, sistemin tasarımı için yeterli bilgiyi oluşturmaktadır. Bu verilerden yola çıkarak tüm sistemi termodinamik ve ekonomik açıdan optimize etmek ve projelendirmek mümkündür.

Mevcut baca gazının özellikleri, ısıtılacak ortamın sisteme giriş şartları ve geri kazanılacak enerjinin nerede kullanılacağı bilindiği takdirde tüm sistemin tasarımı yapmak ve optimize etmek mümkün olmaktadır.

Atık ısı tesisleri hem kuruluşa hem de ülke ekonomisine önemli tasarruflar sağlamaktadır.

### 3.2.ÇİMENTO FABRİKALARINDA FIRIN GAZLARININ ISISININ GERİ KAZANILMASI YOLUYLA ENERJİ TASARRUFU

Portland klinkeri üretiminde olduğu gibi, endüstrinin birçok dalında kömür veya petrol yakılması sonucu oluşan fırın gazları, ucuz enerji dönemlerinden kalan bir alışkanlık ile sıcak halde atmosfere atılmaktadır. Son on yıl içinde enerji

fiatlarındaki artış, daha önceleri ekonomik olmadığı için üzerinde durulmayan birçok "geri kazanma" yönteminin yeniden gözden geçirilmesine neden olmuştur. Nitekim son zamanlarda, 200°C'den daha yüksek sıcaklıktaki baca gazlarının duyulan ısıısının geri kazanılması, geliştirilmiş olan yeni teknikler ile ekonomik ölçüler içinde mümkün hale gelmiştir.

Baca gazlarından ısının geri kazanılması için çeşitli ısı değiştirici ve kazan tipi geliştirilmiştir. Bu ekipmanlar sözkonusu endüstrinin normal proseslerine engel teşkil etmeyecek biçimde ve boyutlarda özel olarak projelendirilmektedir.

Baca gazları ile çevreye kaçan ısının hangi ölçüde geri kazanılabileceği konusunda genel bir değer verilmesi mümkün değildir. Bu sözkonusu olan tesiste baca gazları sıcaklığının minimum kaç dereceye kadar düşürülebileceğine bağlıdır. Bilindiği üzere tam yanmanın sağlanması için yeterli bir baca çekişinin altına düşülmemesi gerekir. Bu nedenle baca gazları çıkış sıcaklığının istenildiği kadar düşürülmesi mümkün olmaz. Örneğin doğal gaz yakılan ocaklarda yanma kontrolü kolay olduğu için baca gazları sıcaklığı 130°C'ye kadar düşürülebildiği halde, kömür yakılan ocaklarda 200°C'den aşağı düşürülemez. [7; sf: 115-118]

Isının geri kazanılması için, yalnız baca gazları çıkış sıcaklığının yüksek olması yeterli değildir. Bunun dışında kazanılacak enerjinin kapasitesi de önemlidir. Çünkü ısı geri kazanım tesisleri ancak 0.5 MW'den daha yüksek enerji potansiyellerinde ekonomik olmaktadır. Böyle bir tesisin gerçek ekonomik kazancı belirlenirken, tesis ile geri kazanılan ısı miktarı kadar, tesisin kendini geri ödeme süresi de gözönünde tutulmalıdır. Bir geri kazanım tesisinin uygulanabilir olması için bu sürenin yaklaşık üç yıl olması ve beş yılı geçmemesi gerekir. Bugünkü mevcut enerji fiyatları ile en çok beş yıllık geri ödemesi olan tesisler rantabl olabilmektedir. Buna rağmen, amortisman süresi daha uzun olan geri kazanım tesisleri bile çevre kirlenmesinin önlenmesi veya ithal petrol miktarının azaltılması nedenleriyle yine de uygulama alanı bulmaktadır. Nitekim birçok ülkede termik santraller, çimento, tuğla ve kağıt fabrikaları gibi çevre kirlenmesine neden olan tesislerde daha çok bu sonuncu amaçlara yönelik olarak kullanılmaktadır.

### 3.2.1 ISI GERİ KAZANIM TESİSLERİ

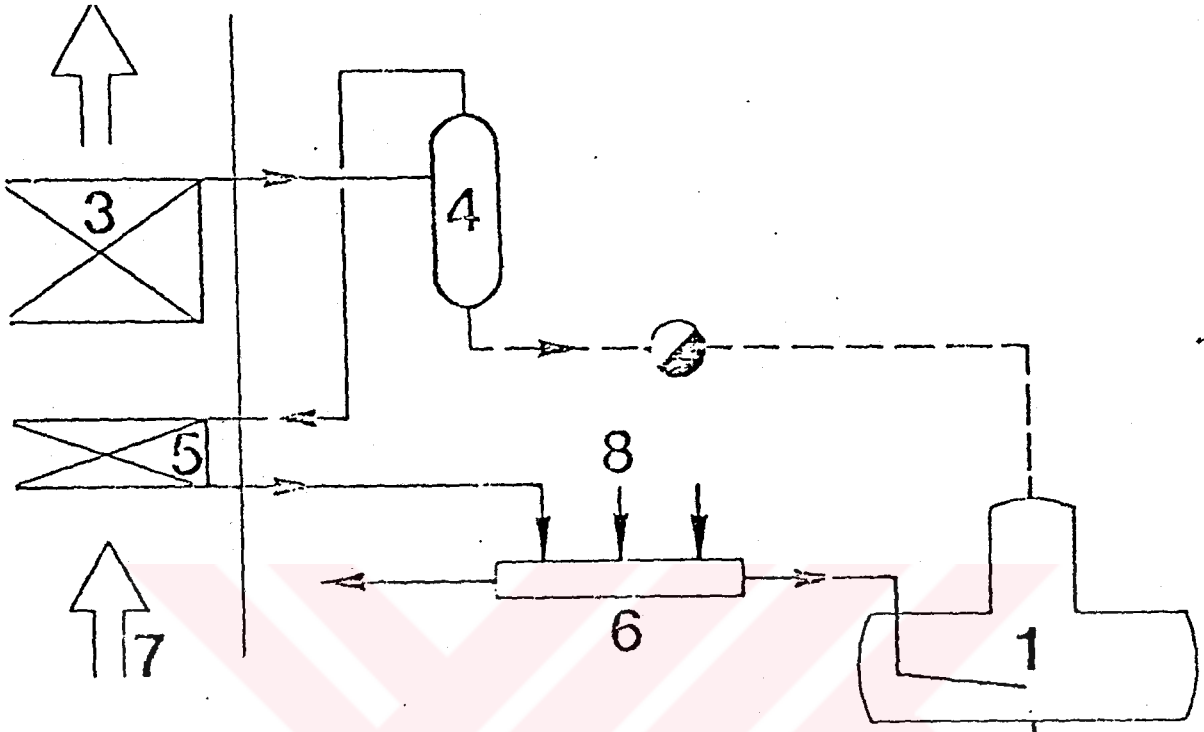
Termik santrallarda baca gazları genellikle  $270^{\circ}\text{C}$  -  $300^{\circ}\text{C}$  arasında bacayı terkeder. Bu tesislerde baca gazlarının kazanı terkettiği yer ile toz tutucu filtreler arasına yerleştirilen özel ısı değiştirici (veya atık ısı kazanları) ile baca gazlarının sıcaklığını  $200^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düşürebilmek mümkün olmaktadır.(Şekil 3.2.1.)

Termik santrallarda bu yolla kazanılan ısı, normal buhar kazanlarının girişine monte edilen düşük basınç kazanlarında ön ısıtıcı olarak değerlendirilmektedir. İsviçre'de Lucerne de yapılan bir uygulamada, atık ısı kazanından saatte 1,6 ton buhar üretilmiş ve yılda yaklaşık 500 ton fuel-oil tasarruf edilmiştir.

Çimento fabrikaları da fazla miktarda yakıt kullanan tesislerdir. Portland klinkeri üretimi için hammadde karışımının döner fırınlarda uzun süre  $1450^{\circ}\text{C}$  civarında ısıtılması gerekir. Bu fabrikalarda 100 ton klinker üretimi için yaklaşık olarak 30 ton kömür veya 10 ton fuel-oil yakılır. Kuşkusuz yakıt sarfiyatı, klinker üretiminin yaş veya kuru yöntemle yapılmasına ve kullanılan kömür cinsine bağlı olarak fabrikadan fabrikaya önemli ölçülerde değişiklik gösterir. Bir fikir vermek üzere, 1978 yılında faaliyette olan 38 çimento fabrikasında toplam olarak 13,8 milyon ton klinker üretilmiş ve buna karşılık 549 bin ton kömür ile 1,216 milyon ton fuel-oil harcanmıştır. Son yıllarda bazı fabrikalarda yaş sistemden kuru sisteme geçilerek ve çeşitli tasarruf önlemleri ile yakıt/klinker oranında önemli ölçülerde azalmalar sağlanmıştır. Buna rağmen henüz baca gazları duyulan ısının geri kazanılması yoluna gidilmemiştir.

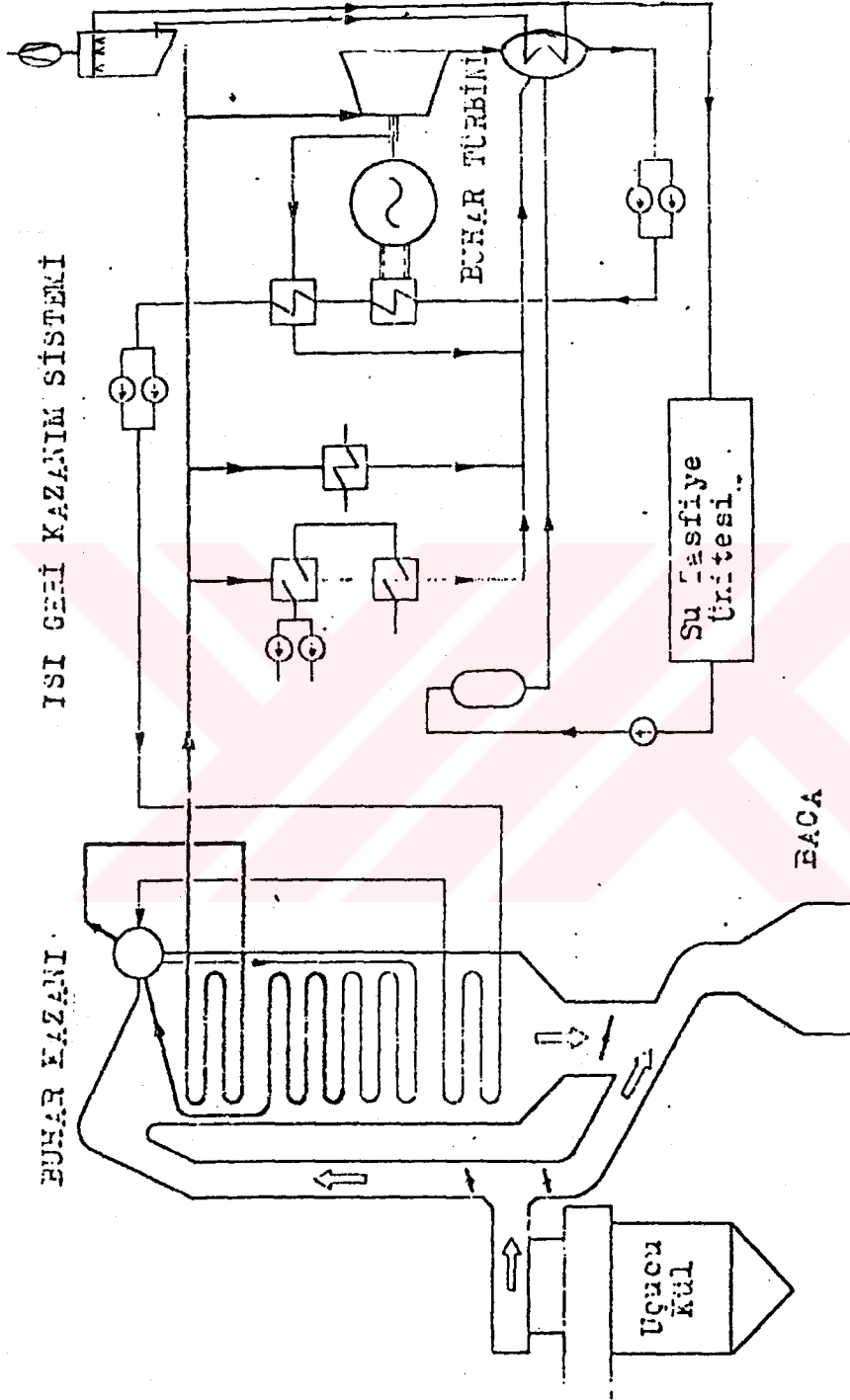
Çimento fabrikalarında fırın gazlarının çıkış sıcaklığı yaklaşık olarak  $300^{\circ}\text{C}$  -  $330^{\circ}\text{C}$  arasında değişir. Bu gazların taşıdığı ısının önemli bir kısmı uygun yöntemlerle geri kazanılabilir. Şekil 32.2. de bir çimento fabrikasındaki ısı geri kazanım sisteminin akım şeması görülmektedir.

Buhar kazanı olarak gösterilmiş olan ünite gerçekte bacaya paralel olarak yerleştirilmiş borulardan oluşur. Buhar



Şekil 32.1 Bir Ocakta Baca Gazlarından Isının Geri Kazanılması

1- Su tankı, 2- Pompa, 3- Islak Buhar Ünitesi, 4- Seperator, 5- Kızgın Buhar Ünitesi, 6- Buhar Dağıtım Ünitesi, 7- Baca Gazları, 8- Diğer Isı Kazanım Ünitelerinden Gelen Buhar.



Şekil 322. Çimento Fabrikalarında Isı Geri Kazanım Sistemi



Fabrikalardaki siklon kulesi üzerine yaklaşık 1 m yükseklikte yerleştirilmiş olan bir ısı geri kazanım tesisi vardır. Bu tesiste kazanılabilen ısı miktarı döner fırının işletme koşullarına bağlıdır. Genellikle baca gazları sıcaklığını  $200^{\circ}\text{C} - 220^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düşürmek mümkün olmaktadır. Böylece baca gazlarının duyulan ısısının yaklaşık yarısına yakını geri kazanılmış olmaktadır. Bilindiği üzere çimento fabrikalarında buhar kullanan bir proses yoktur. Geri kazanım yoluyla elde edilen buhar doğrudan elektrik enerjisi üretiminde kullanılabildiği gibi, yakıt ve hammaddelerin ön ısıtılmasında veya çevredeki konutların ısıtılması amacıyla da kullanılabilir.

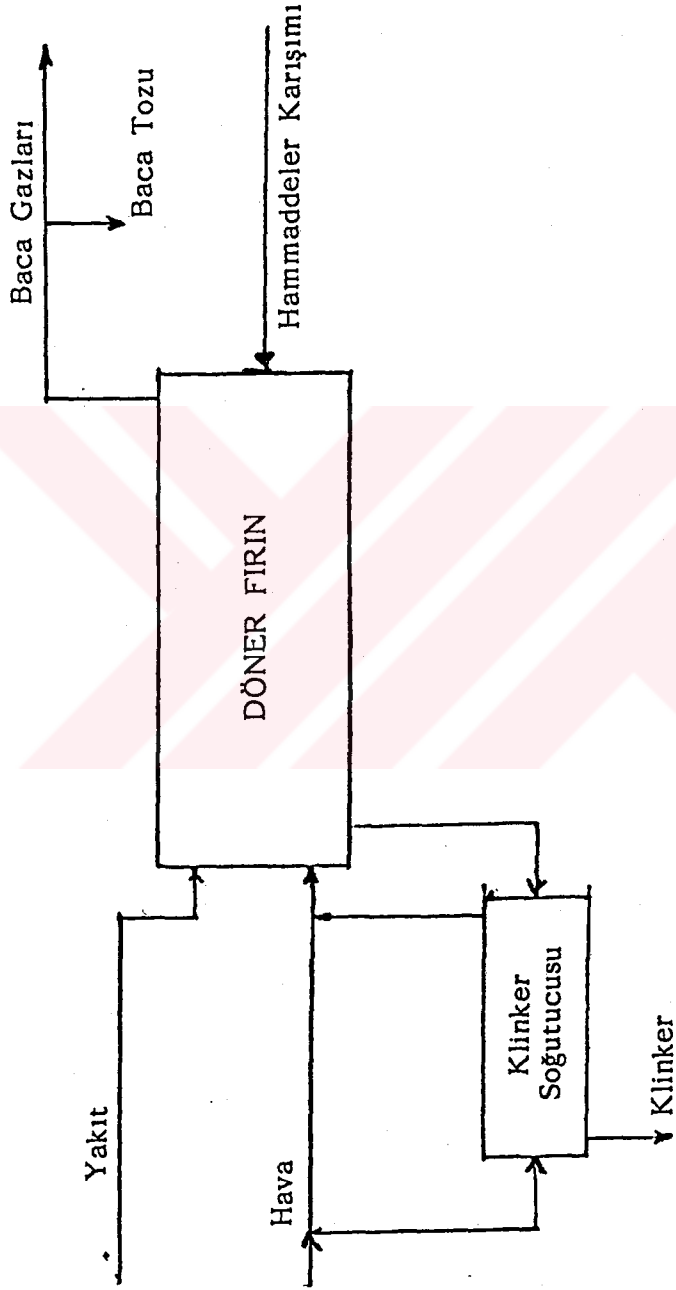
### 3.2.2. DÖNER FIRINLARDA ENERJİ HESAPLARI

Klinker oluşumu yüksek sıcaklıklarda yürüyen endotermik bir kimyasal reaksiyondur. Çimento hammaddeleri stokiometrik oranlarda karıştırılarak çamur halinde veya kuru halde öğütülerek döner fırına verilir. Yakıt olarak kömür kullanılması halinde kömürün külü de hammaddeler gibi reaksiyona katılır.

Yaş usulle klinker üretiminde, fırına giren hammaddeler karışımı yaklaşık % 35 oranında su ihtiva eder. Bu suyun buharlaştırılması için büyük ölçüde ısı harcanması gerekir. Döner fırınlar atmosfere açık olduğundan ısısının büyük bir kısmı da doğrudan atmosfere kaçar. Esasen fırında kullanılan yakıtın yanma ısısının ancak % 30 kadarı klinker oluşumu için kullanılır. Kalan ısı baca gazları ile (duyulan ısı, gizli ısı ve kimyasal potansiyel olarak) atmosfere atılır. Bu nedenle aynı tip klinker üreten fabrikalarda bile yakıt/klinker oranı birbirinden biraz farklı olur.

Yakıt/klinker oranını etkileyen başlıca faktörler şöylece sıralanabilir:

- Üretimin yaş veya kuru sistemle yapılmış olması,
- Kullanılan yakıt cinsi, kalitesi ve hava/yakıt oranı,
- Kullanılan hammadde bileşimi (özellikle karbonat yüzdesi),
- Klinker soğutucu sisteminin etkinliği,



Şekil 3.23 Bir Döner Fırında Akım Şeması

Bir çimento fabrikasında çeşitli yollarla meydana gelen ısı kayıplarının tam olarak belirlenmesi için önce sisteme giren ve çıkan madde cinslerinin ve miktarlarının belirlenmesi gerekir. Bu amaçla sözkonusu fabrikada, yeterli bir zaman aralığında sistematik ölçü ve kontroller yapılmalıdır. Bu kontrollerde sisteme giren yakıt, hava ve hammaddeler ile, sistemden çıkan klinker, baca gazları ve uçucu küllerin bileşimleri duyarlı şekilde tayin edilmelidir(Şekil 3.23.). Ayrıca, hava rutubeti, sisteme giriş sıcaklığı ve basıncı kayıt edilmeli, yakıtın elementel analizi, yukarı yanma ısısı(kömür kullanılması halinde külün analizi), yapılmış olmalıdır. Kontrol süresince sürekli olarak baca gazları çıkış basıncı ve sıcaklığı ölçülmeli ve bu değerlerin mümkün olduğunca sabit kalmasına özen gösterilmelidir.

Kararlı halde çalışan bir çimento fabrikasında yukarıda belirtilen verilen deneysel olarak belirlendikten sonra stokio-metrik hesaplar yapılarak 1 ton klinker üretilmesi halinde, kullanılan hammadde ve yakıt miktarları ile oluşan baca gazları mol sayısı hesaplanabilir.

Örnek olmak üzere, biri yaş sistem ile çalışan ve yakıt olarak fuel-oil kullanan, diğeri kuru sistemle çalışan ve yakıt olarak kömür kullanan iki çimento fabrikası üzerinde yapılmış olan gerçek madde ve enerji hesaplarına ait sonuçlar Tablo 3.2.1. verilmiştir.

Sonuç olarak, biri yaş sistem ile fuel-oil yakarak, diğeri kuru sistem ile kömür yakarak çalışan iki çimento fabrikasında yapılmış olan hesaplardan aşağıdaki sonuçları çıkarmak mümkündür.

- 1 - Yaş sistem ile çalışan çimento fabrikalarında hammadde içinde bulunan suyun buharlaştırılması büyük boyutlarda ısı kaybına neden olmaktadır. Kuru sistemde böyle bir kayıp sözkonusu değildir.
- 2 - Her iki sistemde en önemli ısı kaybı baca gazları duyulan ısısı ile çeşitli yollarla çevreye kaçan

**Tablo 3.2.1.**  
Döner Fırında Madde ve Enerji Değerleri  
(100 kg klinker üretimi için)

| Özellikler                                                                | Yaş Sistem İle Çalışan Çimento Fabrikası | Kuru Sistem İle Çalışan Çimento Fabrikası |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Klinker, kg                                                               | 100                                      | 100                                       |
| Hammadde karışımı, kg                                                     | 160                                      | 137                                       |
| Yakıt, kg                                                                 | 16 (fuel-oil)                            | 30 (kömür)                                |
| Baca gazı, kmol                                                           | 10.2                                     | 7.0                                       |
| Fırına giren enerji                                                       |                                          |                                           |
| Yakıtın yanma ısısı, kcal                                                 | 153710                                   | 120240                                    |
| Fırından Çıkan Isılar                                                     |                                          |                                           |
| - Klinker oluşumu için harcanan ısı, kcal                                 | 39434 38700                              | 38700                                     |
| - Hammadde içindeki suyu buharlaştırmak için harcanan ısı, kcal           | 52960 770                                | 770                                       |
| - Baca gazları duyulan ısısı, kcal                                        | 26535 19000                              | 19000                                     |
| - Baca gazı içindeki karbon monoksitin yanma ısısı, kcal                  | 4186 8385                                | 8385                                      |
| - Çevreye kaçan ısı, kcal*                                                | 28375 51015                              | 51015                                     |
| Fırın gazlarının duyulan ısısından geri kazanılması mümkün olan ısı, kcal | 3300                                     | 6300                                      |
| Günlük ısı tasarrufu, kcal/gün                                            | 10.89 10 <sup>6</sup>                    | 56.7 10 <sup>6</sup>                      |
| Günlük yakıt tasarrufu, kg/gün                                            | 1062 (fuel oil)                          | 14146 (kömür)                             |
| Geri kazanım gücü, MW <sub>t</sub>                                        | 0.527                                    | 2.748                                     |

\* Çevreye kaçan ısı miktarı sisteme giren ve çıkan ısı denkliği yoluyla bulunmuştur.

Kaynak: [7; sf: 121]

ısı miktarını azaltmak için bazı önlemler almak mümkün olmakla beraber, asıl enerji tasarrufu baca gazları duyulan ısısının geri kazanılması yolu ile sağlanabilir.

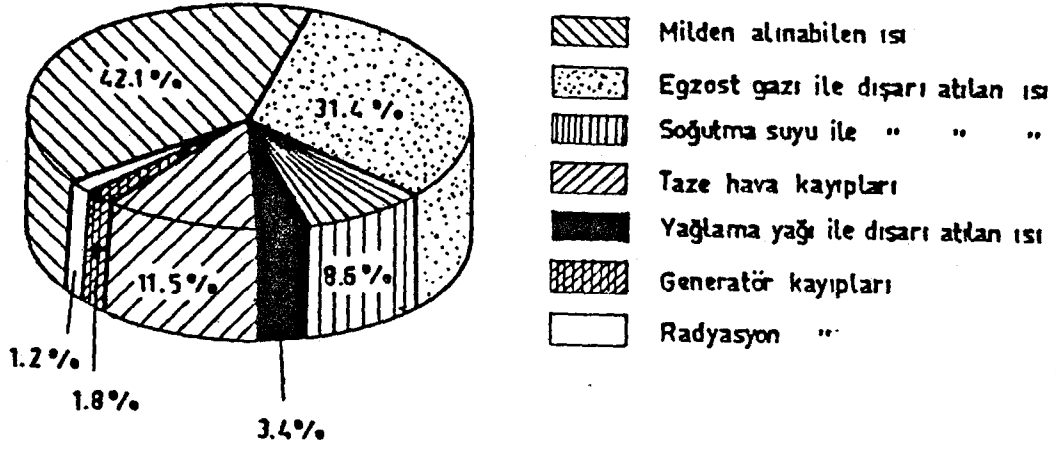
- 3 - Baca gazı sıcaklığı, normal işletme koşullarını zorlamadan 2000 civarına düşürülerek baca gazı duyulan ısısının büyük bir kısmı geri kazanılabilir. İki ayrı fabrikada yapılan hesaplar bu yöntemle günde 1 ton fuel-oil veya 14 ton kömüre eşdeğer ısısının tasarruf edilebileceğini göstermiştir. Bu ısı yaklaşık 5000 nüfuslu bir kasabanın komple ısıtılmasının tamamını sağlayabilecek seviyededir.

### 3.3 SU SOĞUTMALI DİZEL GENERATÖR GRUPLARININ BİRLEŞİK ELEKTRİK ISI ÜRETİM TESİSLERİNE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

Bilindiği gibi yalnız elektrik üreten dizel generatör gruplarının termal verimleri tam yükte % 40 civarındadır. (Bu değer imalatçı firmalara göre çok az değişmektedir.) Diğer bir deyişle dizel generatör gruplarında yakılan 100 birim yakıt enerjisinin ancak 40 birimi elektrik üretilmek üzere motor milinden generatöre aktarılabilir. Enerjinin geriye kalan bölümü ise ısı enerjisi şeklinde soğutma devrelerinden, egzost gazından dışarı atılmaktadır.

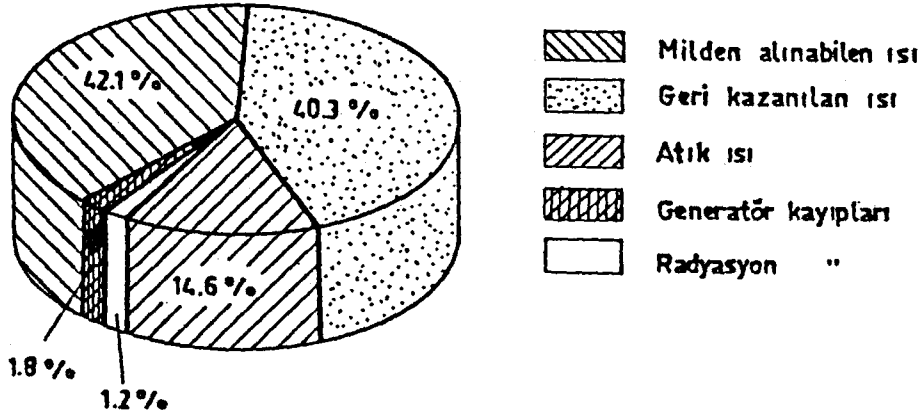
Bir dizelde ısı balansını şu şekilde gösterebiliriz.  
(Bak, Şekil 33.1.)

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| Milden alınabilen              | % 40 - 42 |
| Egzost gazı ile dışarı atılan  | % 30 - 32 |
| Ceket, türboşarj ve süpab      |           |
| soğutma suyu ile dışarı atılan | % 7 - 9   |
| Yağlama yağı ile dışarı atılan | % 3 - 4   |
| Taze hava kayıpları            | % 11 - 12 |
| Generatör kayıpları            | % 1,5- 2  |
| Radyasyon kayıpları            | % 1 -1,5  |



Şekil 3.3.1.DİZELDE ISI BALANSI

Kaynak [6;sf: 95]

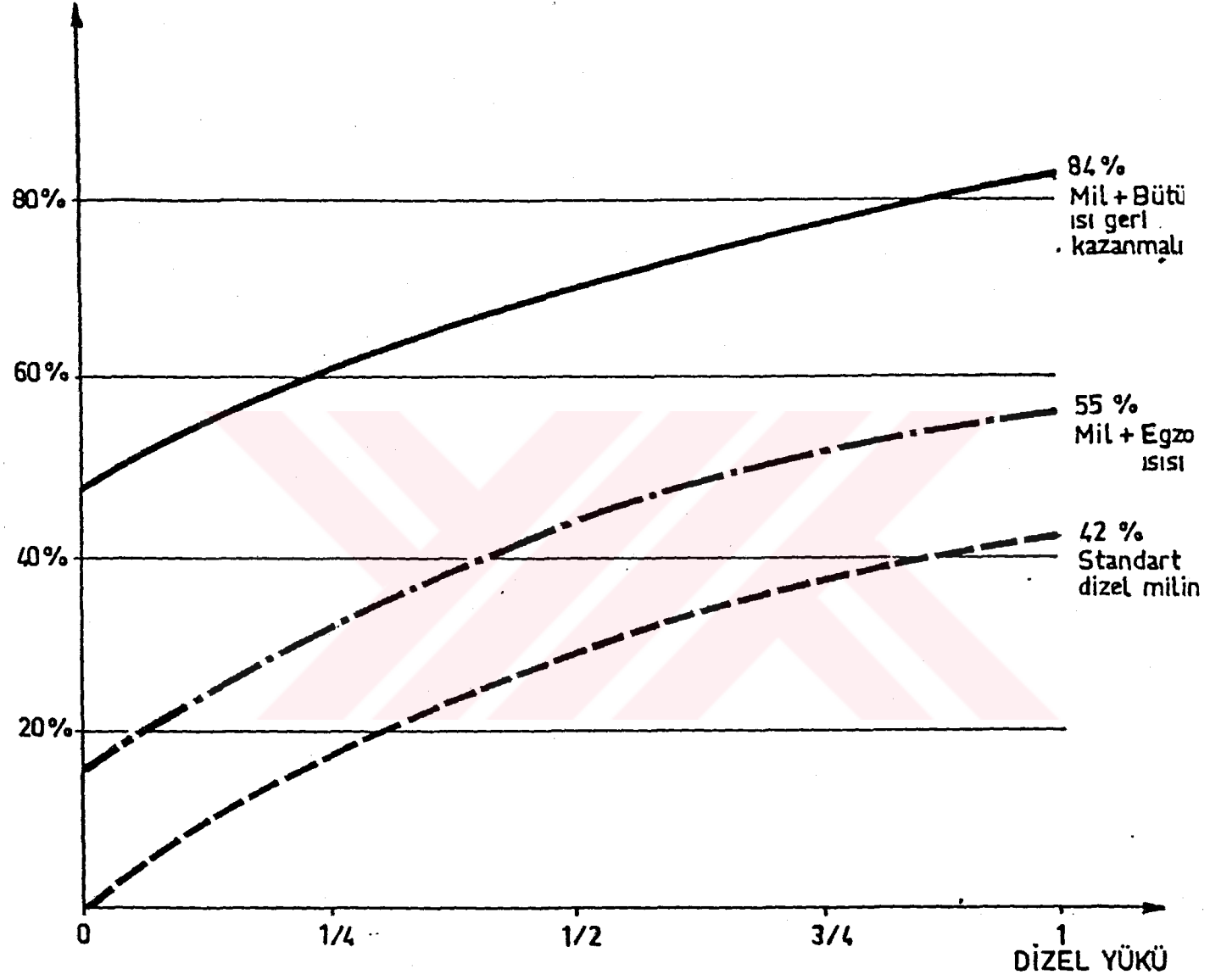


Şekil

3.3.2.ISI GERİ KAZANMA EKİPMANLI DİZELDE  
ISI BALANSI

Kaynak:[6; sf: 95]

ŞEKİL 3.3.3.  
TERMAL VERİMİN DİZEL YÜKÜNE GÖRE DEĞİŞİMİ





Bu Tablo bize giriş enerjisinin % 53 - 60'ının faydalı enerjiye dönüştürülemiyerek dışarıya atıldığını göstermektedir. Dışarı atılan enerjinin % 40'lık bölümünü çeşitli yollarla faydalı enerjiye dönüştürmek mümkündür.

Bu sayıldığı takdirde dizellerin % 40 - 42 olan termal verimliliği % 80 - 82'ye çıkartılmış olacaktır.

Isı geri kazanma düzenekleriyle donatılmış olan dizelerde ısı balansı şöyledir. (Bak. Şekil 3.3.3.)

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Milden alınabilen                  | % 40 - 42 |
| Geri kazanılan                     | % 40 - 41 |
| Artık Isı (Geri kazanılamayan ısı) | % 14 - 15 |
| Generatör Kayıpları                | % 1,5 - 2 |
| Radyasyon Kayıpları                | % 1 - 1,5 |

Doğal olarak geri kazanılacak ısı miktarı ve termal verimlilik dizelin tam yükte çalışıp çalışmadığına bağlıdır. Dizel yüküne göre termal verimin değişmesi Şekil 8.3'de gösterilmiştir.

Su soğutmalı dizellerden geri kazanılabilecek ısı enerjisini sıcaklığa bağlı olarak 2 bölüme ayırabiliriz.

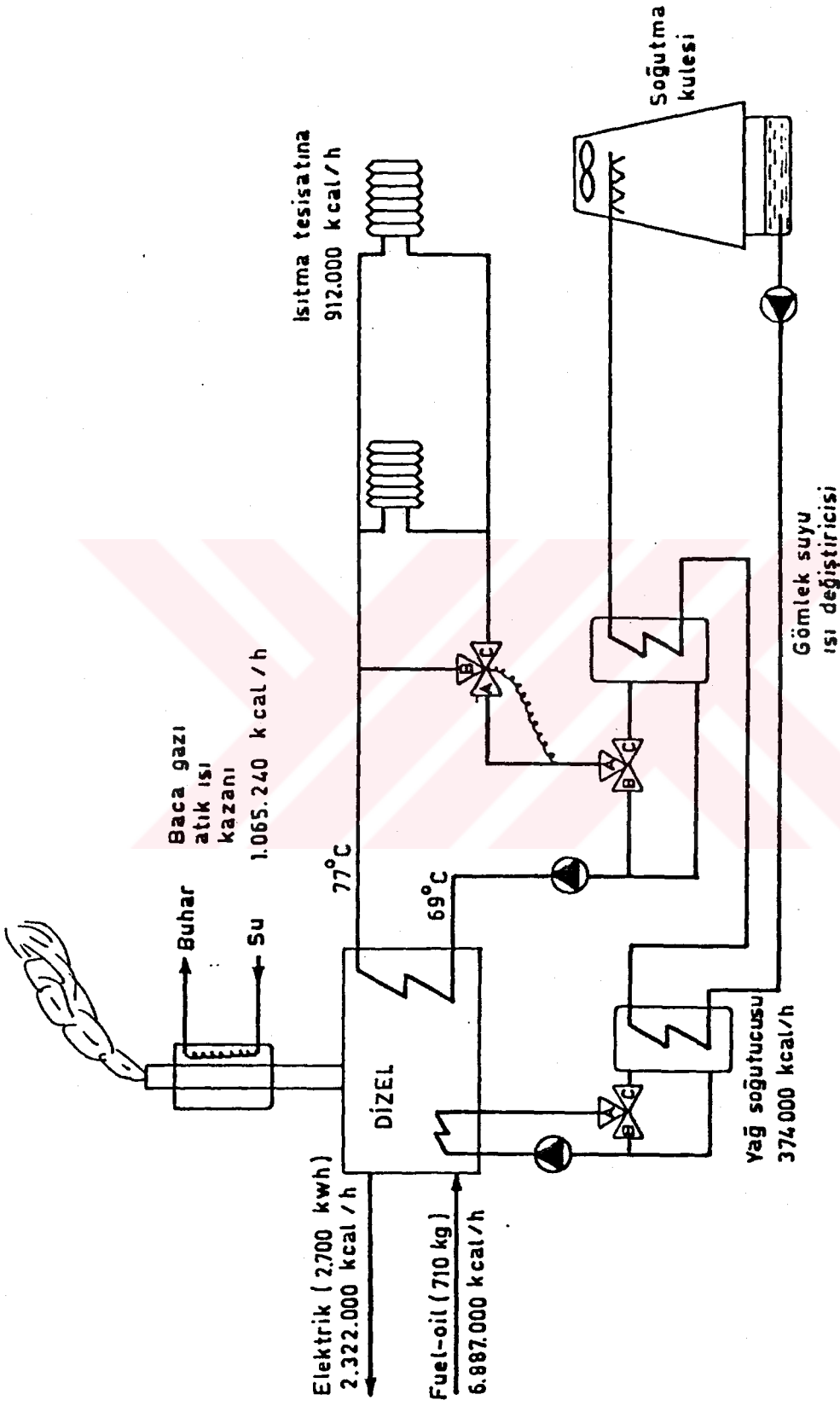
#### 1 - Yüksek Kaliteli Isı:

Yaklaşık 400 - 500°C sıcaklıkta atılan egzost gazının tışığı ısı bu sınıfa girer. Sıcaklık yüksek olduğu için bu ısıdan buhar üretebilir, kazan besleme suyu ısıtılabilir veya kalorifer devresindeki su ısıtılabilir.

Uygun donatım kullanılması halinde egzost gazı ile atılan % 30 - 32 oranındaki ısıнын % 17 - 18'lik bölümü geri kazanılabilir.

#### 2 - Düşük Kaliteli Isı:

Su soğutma devreleri ile atılan ısı bu sınıfa girer. Soğutma suları dizel'e 60 - 70°C ta girip en fazla 90°C ta çıkmaktadır. Bu yüzden soğutma suyu devrelerinden geri kazanılabilecek ısıyı ancak çeşitli akışkanların 80°C'a kadar



**Şekil 3.3.4 Birleşik Elektrik- ısı üretim tesisi Akım şeması**

ısıtılmasında kullanabiliriz.

Dizel Generatör gruplarının atık ısıları geri kazanılarak birleşik elektrik-ısı santrallarına dönüştürülmeleri sırasında, işletmelerdeki elektrik ve ısı taleplerinin nerelerde düşük kaliteli ısıya, nerelerde yüksek kaliteli ısıya gereksinildiğinin, bunların saatlik günlük, aylık ve mevsimlik değişimlerinin etüdü gerekmektedir. Böylece dizelden geri kazanılacak ısıdan yıl boyunca tam kapasite ile yararlanılması sağlanabilir. Aksi halde teorik olarak yükseltilecek termal verimlilik, gerçekte sağlanamamış olacaktır.

### 3.4 ENERJİ ÜRETİM TESİSLERİNİN ATIK ISILARININ KULLANILMASININ EKONOMİK ETÜDÜ

#### 3.4.1 GİRİŞ

Elektrik enerjisi üreten tesislerin pek çoğunun kullandığı Carnot Çevriminde tesisin toplam verimi daima % 100'den aşağıdadır. Bunun nedeni de, bilindiği gibi, soğutucu ve yoğuşturucularda kullanılmayıp atmosfere veya çevre sularına atılan ısıdır.

Bugün dünyada elektrik enerjisi üretebilmek amacı ile kullanılan tekniklerden kendini ispatlamış olanların ana elemanını türbinler oluşturmaktadır. Kısıtlı bir kullanım sahası olan gaz türbinleri bir kenara bırakılırsa, çok önemli bir kullanım sahasına sahip olanlar ise su ve buhar türbinleridir.

Buhar türbinleri, bilindiği gibi, bir ısı kaynağının suyu buharlaştırması sonucu oluşan kuru doymuş veya kızgın buharla çalışan sistemlerdir. Bu ısı kaynağı da, ya çeşitli kömürler, ya fuel-oil veya nükleer enerjidir. Bazı durumlarda tabii gaz ve güneş enerjisi de ısı kaynağı olarak kullanılabilirse de, özellikle sonuncu kaynağı kullanan ekonomik olarak kendini ispatlamış bir santral henüz kurulmamıştır.

Su buharını bir ısı taşıma aracı olarak kullanan buhar türbinlerinde iş çevrimi olarak klasik Carnot çevrimi geçerli olmaktadır. Bu tip bir çevrimde, eğer sisteme verilen ısı  $Q_0$

ve sistemden alınan iş  $W$  ise, bir termik verim söz konusu olur ve,

$$n : \frac{W}{Q_0}$$

şeklinde tarif edilir.

Bu şekilde kullanılan termal enerjinin değeri sıcaklığına bağlıdır. Belirli bir prosesde kullanılan ısı enerjisinin sıcaklığı azaldığı vakit bu enerjinin artık atık ısı olarak bir soğuk kaynağa atılması gerekmektedir. Bu enerjiyi taşıyan su buharı genellikle kapalı çevrim olarak çalıştırıldığı için, atılacak olan ısı, kullanılmayan buharın bir yoğuşturucuda yoğuşması ve ısı kaynağına sıvı olarak dönmesi ile atmosfere verilecektir. Bu durumda dışarı atılan ve kullanılmayan ısı miktarı  $Q_1$  ile gösterilirse, yukarıdaki verim ifadesi,

$$n : \frac{Q_0 - Q_1}{Q_0}$$

şeklini alacaktır.

Bu şekilde çalışan sistemlerde termik verim, kullanılan ısı kaynağı cinsine ve çevrimin şekline göre : 30 ila % 50 arasında değişmekte, dolayısı ile de kazanda oluşan ısı enerjisinin % 70 ila % 50'si yoğuşturucunun soğutma suyu vasıtası ile doğaya atılmaktadır.

Bu durum gözönüne alındığı vakit görülmektedir ki, eğer bu atılan ısı enerjisini şu veya bu şekilde kullanmak imkanı olsa bu termik verim % 100'e yaklaşacak ve çevre termik kirlenmeden kurtulacaktır. Unutmamak gerekir ki, bu tip sistemlerde kullanılar soğutucular, dere ve göllerin ve hatta denizlerin su sıcaklığını bir kaç derece arttırmakta, biyolojik dengeyi bozmaktadır. Tabii aynı şey mikroklimalar yaratan soğutma kuleleri için de geçerlidir.

Yoğuşturuculardan doğaya atılan bu ısı oldukça düşük

sıcaklıkta olduğu için kullanım sahaları da pek fazla değildir. Bu mümkün kullanım sahaları arasında,

- 1 - Seraların ısıtılması,
- 2 - Toprağın ısıtılması, dolayısı ile toprak veriminin arttırılması,
- 3 - Balık üretim havuzlarının ısıtılması,
- 4 - Donmadan koruma amacı ile kokak, liman ve kanalların ısıtılması.

sıyılabilir.

Bu sistemlerden birinin kurulması söz konusu olduğunda, bu atık ısının sadece soğuk mevsimlerde ise yarayacağı ortadadır. Yaz aylarında yine eski şekilde soğutma kulelerinin veya deniz, göl, nehire geri dönüşlerin devreye gireceği ortadadır.

Bu şekildeki çözümün bir alternatifi yoğunlaştırıcı türbini yerine karşı basınç türbini kullanmaktır. Örneğin türbin çıkışında 3 bar basınç ve  $140^{\circ}\text{C}$  sıcaklığında çürük buhar var ise, bu buharı bir tatlı su üretim tesisine göndermek ve orada enerji kaynağı olarak kullanmak mümkündür.

Bütün bu haller, aşıkardır ki mevcut sistemin çevresinde yeni yatırımları gerektirecektir. O halde sorun, mevcut santralin elektrik enerjisi üretim fiyatını değiştirmeden, bu atık ısıyı kullanacak bir tesise yatırılması gereken minimal parayı hesaplamaktır.

### 3.4.2 ELEKTRİK ÜRETİM TESİSİNİN BİRİM MALİYET HESABI

Mevcut bir sisteme yapılması gereken yeni yatırımın hesaplanabilmesi için bir örnek tesis gerektiğinden, burada yapılacak hesaplar 900 MW gücündeki bir nükleer reaktör örnek seçilerek yapılmıştır.

Yatırım hesapları yapılırken ele aldığımız ana prensip, elektrik enerjisi birim üretim maliyetinin değişmemesi prensibi olduğundan, bu maliyetin nasıl hesaplanacağını kısaca hatırlatmakta yarar vardır.

Nükleer reaktörlerde olsun, diğer üretim santrallerinde olsun birim üretim maliyeti aşağıda açıklandığı gibi üç ana ögeden meydana gelmektedir :

### 1 - Birim yatırım maliyeti

Bir tesisin yatırım maliyeti, binaların inşaat bedeli, mühendislik hizmetleri, arazi alımı, makina ve cihazların bedelleri gibi faktörlerden oluşmaktadır. Bu bedeller genelde inşaat süresi içinde, belirli peryotlarda ödenmektedir. Bu ödeme planı her tesis için farklı olacağı için burada üzerinde durulmamaktadır. Bu bedelin içine ayrıca inşaat süresince olacak eskalasyon ve faiz de dahil edilmektedir.

Bu şekilde hesaplanmış olan C yatırım maliyetinden hareketle birim maliyet;

$$f_k : \frac{C}{E} \left[ \frac{i (1 - i)^n}{(1 - i)^n} \right] + s + v$$

formülü ile hesaplanabilmektedir. Burada;

C : eskalasyon ve faiz dahil tüm yatırım (T.L.)

E : bir senede üretilen enerji (kwh)

i : faiz oranı

n : amortisman süresi (veya tesisin ömrü)

v : vergiler

olarak belirlenmektedir.

Bu formülden kolayca görüleceği gibi birim yatırım maliyeti termik verime bağlı değildir. Kurulu olan bir üretim tesisi senede E kwh üretecek şekilde planlandığı için, eklenecek yeni tesis ne olursa olsun, bu E enerjisini değiştirmeyecek şekilde ele alınacaktır.

## 2 - Birim işletme ve bakım maliyeti

Bir sene içinde enerji üretim tesisi için yapılacak tüm bakım masrafları, ödenecek maaşlar, eğitim giderleri, tüketilebilir malzemelerin bedellerinin tümü o senenin toplam işletme ve bakım maliyetini oluşturacaktır. Bu maliyetin yine senelik enerji üretimine bölünmesi ile elde edilecek  $f_b$  değeri de bize birim işletme ve bakım maliyetini verecektir. Bu değer sadece enerji üretim tesisinin büyüklüğüne ve tipine bağlı olup, termik verimle bağıntılı değildir.

## 3 - Birim yakıt maliyeti

Bir santralde üretilecek olan elektrik enerjisi, termik verim yardımı ile yakıtın vereceği termik enerjiye bağlıdır. Bu değer de doğrudan yakıt miktarı ile orantılıdır. Dolayısı ile, termik verimin yükselmesi,

$$P_{elek} : P_{ter} \cdot \eta$$

bağıntısı nedeniyle, sabit bir elektrik gücü için termik gücü ve tüketilecek yakıt miktarını "sanal" olarak azaltacaktır.

Senelik yakıt giderleri  $F_y$  ile gösterilirse, birim yakıt maliyeti;

$$f_y : \frac{F_y}{E}$$

ile elde edilecektir.

Bu üç faktör bilindiği vakit, üretilen elektrik enerjisinin birim maliyeti aşağıdaki şekilde hesaplanabilmektedir :

$$f : f_k + f_b + f_y$$

Örnek santral olarak ele aldığımız 900 MW elektrik gücündeki nükleer santral için yapılan hesaplar sonucu bu  $f$  değeri 8,83 mills/kw.h (1\$ : 1700TL. hesabı ile 15 TL./kw.h) bulunmuştur.



### 3.4.3 MİNİMAL YENİ YATIRIMIN HESABI

Yukarıda da bahsedildiği gibi, termik verimin etkisi sadece yakıt maliyeti üzerinde olmaktadır. Eğer üretim tesisinin atık ısısını kullanacak bir ek tesis mevcut sistemin yanında kurulacaksa, yeni iki sistemin birim elektrik üretim maliyetini verecek denklemi aşağıdaki gibi yazmak mümkündür:

$$f : f_k + f_b + f_y^1 + f_k^{11} + f_b^{11}$$

Burada,

$f$  : değişmediği kabul edilen elektrik üretim birim maliyeti

$f_k, f_b$  : mevcut sistemin yatırım ve bakım birim maliyetleri

$f_y^1$  : termik verimin % 100 olması halinde hesaplanacak "sanal" birim yakıt bedeli

$f_k^{11}$  : yeni tesisin birim yatırım maliyeti

$f_b^{11}$  : yeni tesisin birim işletme maliyeti

Burada görüldüğü gibi yeni tesisin birim yakıt maliyeti yok kabul edilmektedir. Bu tesisin, mevcut üretim tesisinin atık ısısını kullandığı kabul edildiğinde ve ilk yakıtın tüm maliyeti elektrik üretim maliyeti içinde olduğundan, bu kabu- lün geçerliliği ortadadır.

(6) ve (7) bağıntıları karşılaştırıldığında, ortaya çıkan yeni bağıntı,

$$f_y - f_y^1 : f_k^{11} + f_b^{11}$$

şeklindedir. Bu bağıntıdan çıkartılan sonuç, esas elektrik üretim tesisinin gerçek birim yakıt maliyeti ve verimin % 100 olması halinde hesaplanacak olan maliyet arasındaki farkın yeni tesise yatırılacak minimum maliyeti verdiğidir. Bu olay, örnek tesis hesapları ile kolayca görülebilir.

Bu tesiste termik verimin, sadece % 10'luk bir kayıpla % 90'a çıkartıldığı varsayılırsa, "sanal" birim yakıt maliyeti

2,94 mills/kwh (5 TL/kwh) olarak hesaplanmaktadır. Yeni kurulacak tesis bir enerji üretim tesisi olamayacağından, birim işletme bedeli birim tesis bedelinden büyük bile olabileceği için, bir ilk kabul ile bu iki birim maliyetin eşit olduğu varsayılırsa,

$$f_k^{11} : 2,95 \text{ mills/kwh (5 TL/kwh)}$$

dolayında bir kazanç elde edileceği görülür.

Bu değerden hareket edildiğinde, bu fark değerini belirli bir yatırımın amortisman payı olduğu düşünülürse, güç santralının ömrü boyunca kendini amortize edecek bir tesisin yatırım değeri için, yine ( 1 ) formülü kullanılarak,

$$C_1 : 277,65.10^6 \text{ ₺}$$

değeri elde edilir. (Ele alınan örnekteki nükleer güç santralının yatırım bedeli yaklaşık  $2.10^9$  ₺'dir).

Bu çalışmada ele alındığı gibi 30 senelik tesis ömrü yerine, bir senelik bir üretim üzerinden kazanç hesaplanıp yatırım hesabı yapılırsa idi, C değeri için,

$$C_2 : 16,26.10^6 \text{ ₺}$$

elde edilirdi ki, bu değer yapılacak yatırımın minimal değerine verecektir.

Buhar türbini ile elektrik enerjisi üreten herhangi bir tesiste yoğunlaştırıcılardan düşük sıcaklıkta atılan ısınnın belirli bir sahada kullanılabilmesi için yapılması mümkün tesislerin çok fazla olmadığından daha önce bahsedilmişti. Bu tesislerin inşaatına karar verilmeden evvel ekonomik yapılabilirliklerinin çok iyi incelenmesi gerekmektedir. Buradaki ilk çalışmadan görüldüğü gibi eğer bu yatırım  $C_1$  maliyetinden büyük olursa elektrik üretim bedeli hesaplanan değer üzerine çıkacaktır. Eğer bu yatırım  $C_2$  değerinden düşük olursa, bu kez de istenen yüksek termik verim elde edilemeyecektir. Minimal değerle yapılacak bir yatırımın geliri tamamen kâr hanesine yazılacak olmasına rağmen maksimum değerdeki yatırımın tek

kârı enerjiyi tam anlamıyla kullanırken elektrik enerjisi fiyatını yükseltmektir. Görülmektedir ki, bu iki arada yapılacak her yatırım maliyeti belirli bir kâr getirecek bir yatırım olmakta ve ilk enerji kaynağının tüm enerjisinin tam olarak kullanılmasına yararlı olabilmektedir. [8; sf:123-128]

Enerji tasarrufunun çok önemli olmaya başladığı bu günlerde, bu tip ekonomik hesaplarında gözardı edilmeyeceği ortadadır.

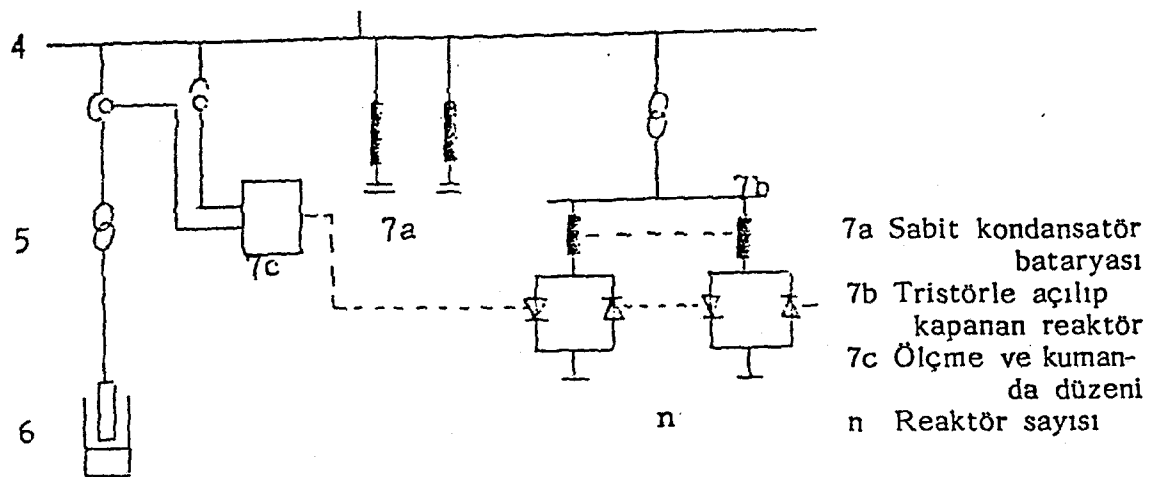
### 3.5 REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU

Enerji ekonomisinin sağlanmasında en etkin yöntem reaktif güç kompanzasyonudur. Bilindiği gibi belli başlı reaktif güç tüketicileri; Transformatörler, hava hatları, senkron motorlar, ark fırınları, floresan lamba balastları vb.'dir.

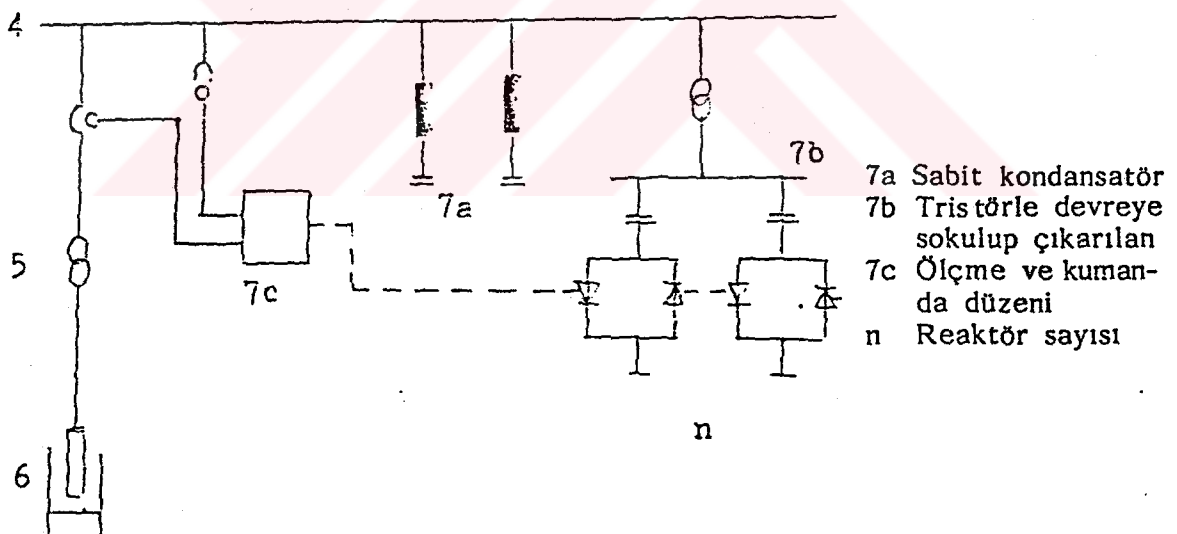
#### 3.5.1 ARK FIRINLARINDA REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU

Son yıllarda çelik üretiminde daha çok ark fırınlarından yararlanılmaktadır. Tüm dünyadaki çelik üretiminin % 25'i ark fırınları ile gerçekleştirilmektedir. Ark fırınlarının kapasiteleri 120 - 250 ton ve buna bağlı olarak güçleri ise 50 - 100 MW kadardır. Kurulu güçlerinin yüksek oluşu, darbeleri ve dengesiz güç çekmeleri, harmonik üretmeleri nedeniyle elektrik güç sistemleri için en problemlili yüklerden biridir. Ark fırınları yapıları nedeniyle 0.7 seviyesinde bir güç katsayısıyla çalışması gerekmektedir. Ergitme sırasında mümkün olduğu kadar kararlı bir ark meydana getirmek için küçük güç katsayısı seçilmesine rağmen akım sabit kalmayacağından reaktif güçte değişimler olur ve reaktif güç değeri çekilen aktif güçle yaklaşık birbirine eşittir.

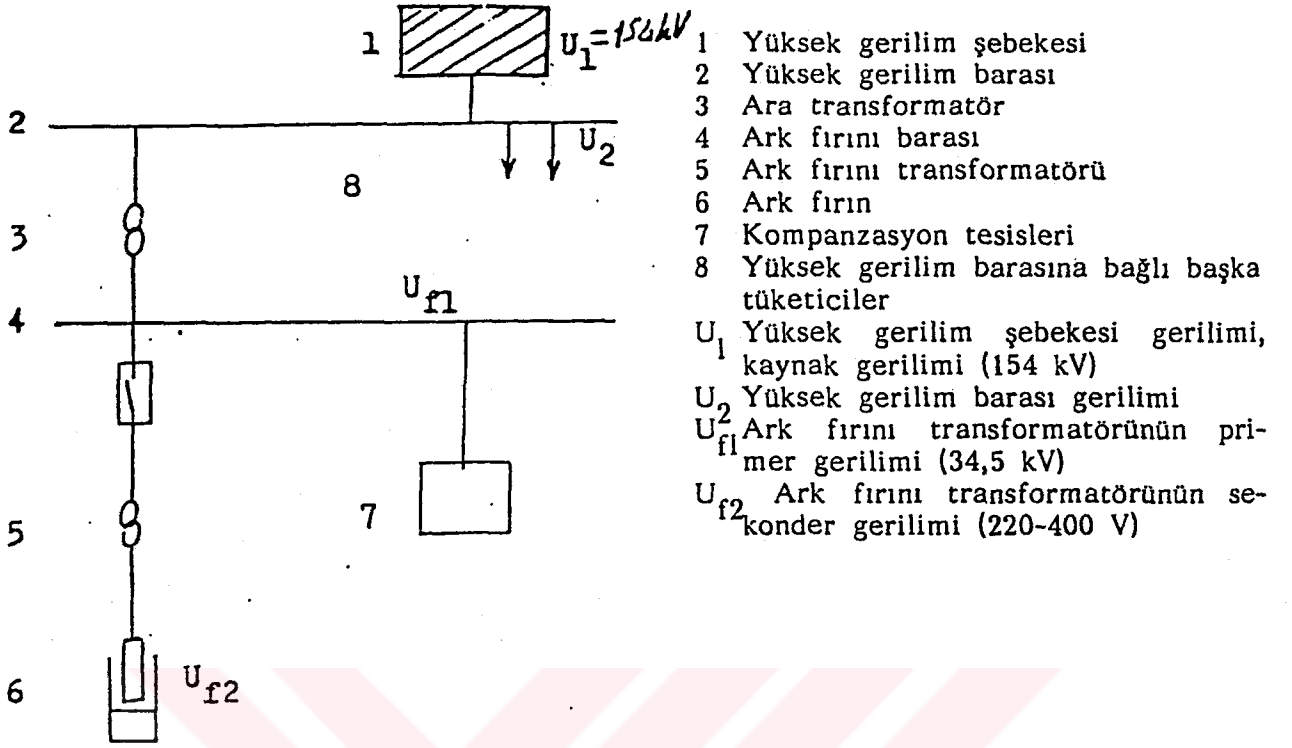
Ark fırınlarında kullanılacak reaktif güç kompanzasyonu tasarım değerlerini bulmak için öncelikle fırınların elektriksel davranışları ölçmeler yoluyla belirenir. Kompanzasyon sisteminin tasarımında iki döküm arasında geçen süre ve bu süre boyunca aktif ve reaktif güç tüketimindeki değişimler ortalama güç faktörünü 0.9'un üzerine çıkarmak, aşırı kompanzasyona neden olarak sistemin toplam güç faktörünün yapasitif bilgeye kaymasını engellemek, akım ve gerilim harmonikleri vb. bileşenlere dikkat etmek gerekir. Fırınların reaktif güç gereksimini belirlemede kullanılan yöntemler; ideal çalışma koşullarının düşünülerek kuramsal hesaplamaların yapılması, uzun vadede toplanan aktif/reaktif enerji verileri ile işletme raporlarının



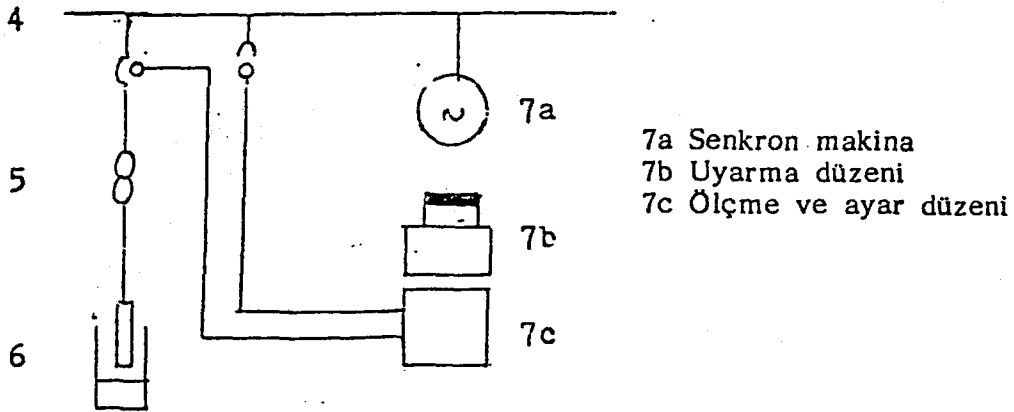
**Şekil 3.5.1.Tristörle Devreye Sokulup Çıkarılan Reaktör İle Kompanzasyon**



**Şekil 3.5.2. Tristörle Devreye Sokulup Çıkarılan Kondansatör İle Kompanzasyon**



Şekil 3.5.3. Ark Fırınının Bir Fazlı Prensip Bağlama Şeması



Şekil 3.5.4. Senkron Kompansatör İle Kompanzasyon

kullanılması, kısa vadeli ölçmelerle reaktif güç isteminin belirlenmesi vb.'dir. Kuramsal bilgiler kompanzasyonun kademe-  
meli olarak yapılması gerektiğini göstermektedir.

Ark fırınlarında kompanzasyon için kullanılan belli başlı kompanzasyon sistemleri; Dönen makinalar ile kompanzasyon, kondansatör ile kompanzasyon, doymuş reaktör ile dengelenen sabit kondansatör ile kompanzasyon, tristör denetimli reaktör ile dengelenen sabit kondansatör ile kompanzasyon tristör anahtarlama-  
malı kondansatör ile dengelenen sabit kondansatör ile kompanzasyon. Bu sistemlere ilişkin prensip bağlama şemaları ekte verilmiştir.

Bu yüklere aktif güç kompanzasyonu uygulanmasıyla iletim ve dağıtım sistemindeki kayıpların azaltılması, ortalama güç faktörünün yükseltilmesi, ek kapasite yaratılması, bağlı oldukları burada daha iyi bir gerilim düzenlenmesi ile fırınların veriminde artış sağlanması vb. yararlar sağlanacaktır. [9; sf: 77-81]

### 3.5.2 ELEKTRİK TESİSLERİNDE REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU

Son 20 -25 yıl içerisinde Türkiye'de hızlı bir sanayileşme olduğundan elektrik şebekelerinden çekilen reaktif enerji miktarı oldukça yükselmiştir. Bunun sonucunda da güç faktörü çoğu yerde 0,6 seviyesine inmiştir. Ayrıca nüfus artışında hızlandığından elektrik şebekeleri genişlemiş ve kullanılan trafo sayısında artmıştır. Böylece enerji kayıpları hatlardaki gerilim düşümleri artmış, generatör ve trafoların kapasitesi düşmüştür.

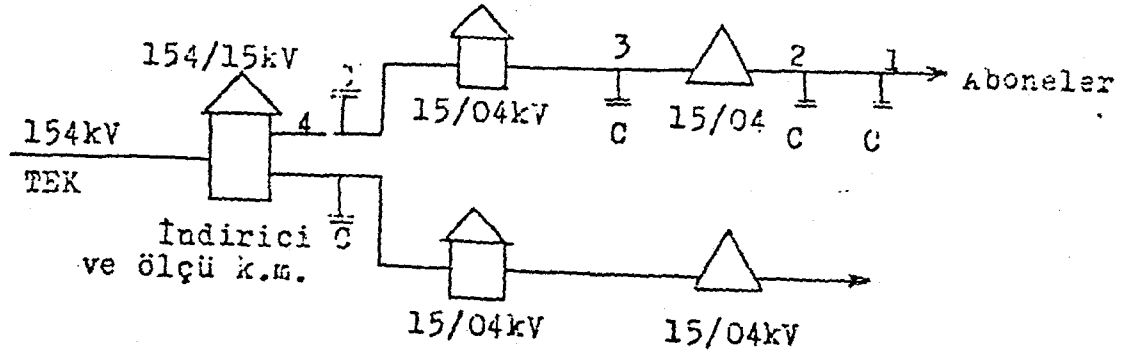
Ekteki Şekil 355 de bir şehrin elektrik şebekesindeki dağıtım sistemi görülmektedir. Kompanzasyon tesisinin 4 noktasına kurulması halinde elektrik işletmesi TEK'a reaktif enerji bedeli ödemez ancak ölçü kumanda merkezinden abonelere kadar olan kısımda hat kayıplarının azalması ve trafo kapasitelerinin arttırılması mümkün olmaz. Ayrıca burada kullanılacak elemanlar yüksek gerilime göre imal edileceklerinden pahalıya mal olacaktır. 1 nolu noktada abonelerin hemen yanında kompanzasyonun yapılması aslında en ideal durumdur. Ancak her abonenin ayrı ayrı

kompanzasyon tesisi kurulması ve bunların muntazam gelişip gelişmediğini kontrolu zordur. Kompanzasyon tesislerinin 2 nolu noktaya kurulması ile ölçü kumanda merkezinden bu kısma kadar olan şebeke kısmında hat kayıpları azaltılabilecek, trafo ve şebeke kapasitesi arttırılabilecektir. Burada kullanılacak kompanzasyon elemanları alçak gerilimli olduğundan daha ekonomik olacaktır. Ayrıca bu noktadaki tesisin kontrolunda kolayca gerçekleştirilebilecektir. Yukarıda sıralanan nedenlerden ötürü bu tür dağıtım sistemlerinde kompanzasyon tesislerinin 2 nolu bölgede kurulması uygundur.

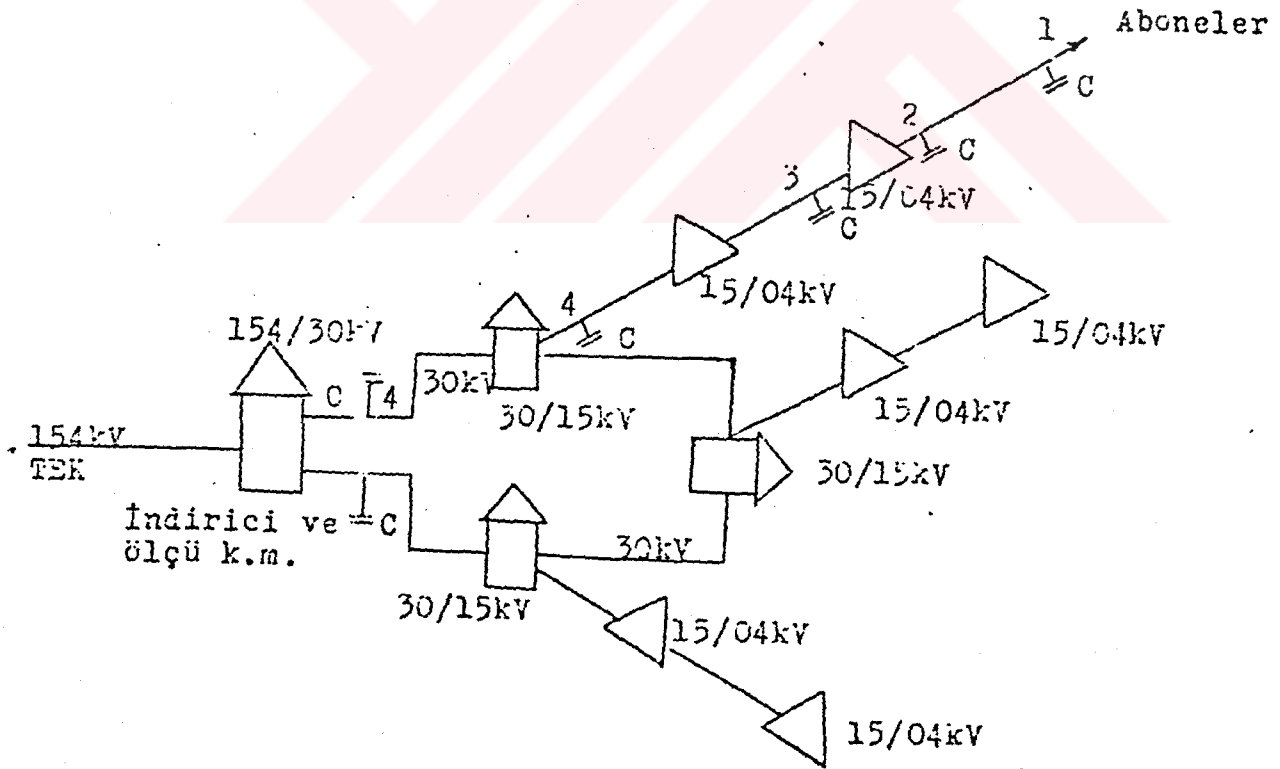
TEK'nun 1981 yılında yayınladığı bir broşüre göre tüm elektrik şebekesinin güç faktörünün 0.86'ya yükseltilmesi halinde yıllık tüketimin yaklaşık % 20'sini tutan hat kayıpları % 10'a düşecektir. 2000 yıllarında Türkiye'nin enerji tüketiminin 200 Milyar Kwh olacağı tahmin edilmektedir. Şayet yeterli kompanzasyon tesisi kurulmazsa 20 Milyar Kwh'lik bir enerji kaybımız olacaktır. Bu ise şu andaki tüketimimizin büyük bir kısmını karşılamaktadır.

Yapılan hesaplamalar ilişkin bazı örnekler verecek olursak: 1. Aktif güç sabit kalmak kaydıyla güç faktörünün 0.8'den 0.95'e çıkarılması halinde zahiri güç % 18.75 kadar artmaktadır. Böylece iletim ve dağıtım hatları herhangi bir ilave sistem kurulmaksızın %18.75 kadar daha fazla yüklenebilecektir. 2. Zahiri gücü sabit tutarak güç faktörünü 0.8'den 0.85'e, 0.90'a, 0.95'e çıkarmakla aktif güç miktarını sırasıyla % 6.25, % 12.5, %18.75 kadar arttırabiliriz. Güç faktörünün 0.95'e yükseltilmesiyle yaklaşık olarak kazanılacak 700 Mw'lik gücün 1981 yılı fiyatları ile tesis maliyeti (termik) 105 milyar TL'dir. 3. Aktif gücün sabit kalması ilk ısı kayıplarındaki azalma güç faktörünün 0.9 olması halinde % 20.99 kadarı TEK'nun 1981 yılı için iletim ve dağıtım kapıları 1150 Gwh olduğuna göre kompanzasyon ile 240 Gwh'lik bir ısı kaybı önlenmiş veya yaklaşık olarak 50 Mw'lik güç kazanılmış olacaktır. Güç faktörünün 0.95'e çıkarılması halinde kazanç 67 Mw'a çıkacaktır. [10; sf: 58-62]





Şekil 3.5.5. , Şehir Elektrik Şebekelerinde Dağıtım Sistemi



Şekil 3.5.6. Büyük Şehir Elektrik Şebekelerinin Dağıtım Sistemi

### 3.6 TAHİRİK SİSTEMLERİ

#### 3.6.1 TAHİRİK SİSTEMLERİNİN DOĞRU BOYUTLANDIRILMASI

Endüstride kullanılan elektrikli tahrik sistemlerinin yaklaşık % 95'inde alternatif akım kısa devre motorlarından yararlanıldığından incelememizi bu tip motorlar üzerinde yürüteceğiz.

Elektrik motorlarında güç faktörü bildiğimiz gibi aktif gücün gözüken güce katkısını gösterir ve her tahrik sisteminde boşta çalışmada ve motordan en az yararlanıldığı konumlarda en düşük değerindedir. Yük değeri nominal güç değerine yaklaştıkça güç faktöründe artacaktır. Demekki motordan mümkün olabilem oranda iyi yararlanmamız gerekir. Bunu bir örnek üzerinde inceleyelim. 10 kW'lık bir aktif güç alınışında bir 21 kW lık bir motor bir 38 kW lık bir motor kullanıldığını düşünelim. Yapılan incelemeler sonunda 21 kW lık motor kullanımında güç faktörü 0.7, 38 kW lık motor kullanımında ise 0.5 bulunmuştur. ayrıca 38 kW lık motorun 21 kW lık motordan daha büyük bir yol alma akımı gereksinimi de olduğundan ilave bazı gereksiz kayıplara da neden olacaktır.

Enerji kayıplarından kaçınmak için doğru boyutlandırma işleminin gerçekleştirilmesinde öncelikle sistemin güç gereksinimi, yük cinsi belirlenmelidir. Bu işlem için teorik hesaplamaların yanısıra ölçmelerden de yararlanılmalıdır.

Yeni kurulacak sistemlerde güç gereksinimi belirlendikten sonra büyük boyutlandırılmadan kaçınılması, tip sayısının mümkün olabilecek oranda azaltılması, güçlerin normallestirilmesi, şebeke bağlantısının değiştirilebilirliği için normal olarak devreye üçgen giren motorların seçimi vb. noktalara dikkat edilerek büyük oranda enerji ekonomisi sağlanabilir.

Kurulu işletmelerde yanlış boyutlandırmanın getirdiği kayıpları azaltmak için de çalışma hızının yükseltilmesi, reaktif akım kompanzasyonu, yıldız-üçgen bağlama gibi yöntemlerden yararlanılabilir. Bir tekstil fabrikasının bir bölümünde 557 kW lık kurulu güce sahip 159 tahrik sisteminin 71 tanesi yıldız bağlantıya dönüştürülmesi ile reaktif akım tüketimi % 67'e düşmüştür. Ayrıca kompanzasyon kondansatörleri 270 kVAR'lık bir güçle serbest kalmıştır. [10; sf: 63-64]

### 3.6.2 TAHRİK SİSTEMLERİ VE KONTROLU

Tahrik sisteminin otomatik olarak devreden çıkmasını sağlayacak modern düzeneklerin kullanılması ve ayrıca mümkün olduğu kadar hoşta çalışmadan kaçınarak % 50'ler düzeyinde enerji ekonomisi sağlayabiliriz. Günümüzde tahrik sistemlerinin gittikçe karmaşıklaşması ve fonksiyon sayılarının artması nedeniyle halen kullanılmakta olan tahrik kontrol teknolojisi maliyet ve güvenilirlik açısından yetersiz duruma düşmektedir. Bu olumsuz tarafları gidermek amacıyla mikrobilgisayarlı kontrol sistemlerinin kullanımına başlanmıştır. Bu sistem daha büyük kapasiteli ve gelişmiş karakteristiklere sahip olduğundan maliyet ve karmaşıklığına azalmasına neden olur.

Mikrobilgisayarlı kontrol sistemleri farklı aritmetik, lojik işlemleri yapabilen bir bilgisayara dayalıdır. Örneğin Siemens tarafından elektrikli ulaşım da Tip8086 kontrol komutlarınca belirlenen operandları ve işlem çedini yani standart fonksiyonlardan yaklaşık 70 tanesini yapabilir. Bu şekilde bilgisayar değişik değişkenli bir seri fonksiyonu ardışıl olarak yapabilir. Uygun programlandıkları takdirde davranış açısından klasik kontrol sistemleriyle aralarında fark yoktur.

Mikrobilgisayarlı kontrol sistemi ile bilgisayarın belirli temel bir outlay içermesine karşın çok sayıda kontrol fonksiyonları yapabildiği bilinmektedir. Kontrol sistemindeki işleme miktarı arttıkça maliyet azalacağından ek bir yarar sağlar.

Donanım ve yazılımın geniş ölçüde standardizasyonu sayesinde çok küçük bir uyarılama ile farklı farklı tahrik sistemlerine uygulanabilmektedir. Ayrıca donanım ve yazılımın paralel olarak yapılmasıyla tüm üretim zamanı kısaltılabilir.

Mikrobilgisayarlı kontrol sistemi daha güvenilir ve daha kısa hata yapma zamanı ile belirlenir. Yüksek olan güvenilirlik bileşen sayısının daha az ve sistemin daha basit olmasındandır. Bu sistem aynı zamanda bir hata arama ve bulma sisteminde imkan tanır. Sistem ise hatanın daha hızlı olarak aranmasını ve düzeltilmesini olası kılar. Hatanın bulunma düzeltilme zamanları eşittir.

Sonuç olarak, enerji ekonomisi sağlanması açısından öncelikle yeni kurulacak tesislerin doğru boyutlandırılması gerekmektedir. Halen mevcut tesislerde ise aşırı boyutlandırma veya başka nedenlerden dolayı düşük olan güç faktörünün yükseltilmesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Ayrıca tahrik sistemlerinin kontrolunda mikrobilgisayarlı sistemlerden yararlanılması maliyet ve sistem karmaşasını azaltmak, güvenilirliği arttırmak vb. yararlar sağlayacaktır. [10; sf: 65-67]



## BÖLÜM 4

## KONUT SEKTÖRÜNDE ENERJİ TASARRUFU

4.1 YAPI SEKTÖRÜNDE ENERJİ TASARRUFU

Bilindiği gibi yapı sektörü enerji üretmeyen fakat onu en geniş ve en yaygın ölçülerde kullanan bir sektördür. Burada önemli olan nokta, bugünün konut yapılarındaki enerji girdisini, enerji tüketimini yalnızca iç mekanlarda belirli bir sıcaklık sağlamak amacıyla tüketilen enerji olarak algılayanın yanlışlığıdır.

Konuyu tümüyle kavrayan bir bakış açısından incelediğimizde, bir binanın yapım sürecinde ve kullanımı süresince ve kullanımı süresince gerekli enerji girdilerini şu gruplarla toplayabiliriz:

- Binanın bünyesinin oluşturulmasında kullanılan tüm malzemenin üretimi için tüketilen enerji (hammadde tedarikinden, mamul ürün depolamaya kadar tüketilen toplam enerji),
- Malzemenin üretim yerinden kullanım yerine kadarki tüm taşıma ve ara depolama işlerinde tüketilen enerji,
- Binanın yapım işinde tüketilen enerji,
- Binanın kullanım süresince ısınma, aydınlatma ve diğer işler için tüketilen enerji,
- Yapı kalitesindeki yetersizlikler, yanlış uygulamalar nedeniyle vaktinden önce oluşan yıpranma ve bozulmaların onarımı için tüketilen enerji,
- Organizasyon bozukluğu ve zaman kayıplarının sebep olduğu gereğinden fazla tüketilen enerji.

Açıkça görüldüğü gibi, sıraladığımız enerji tüketim alanlarının bir kısmı yapı meydana getirilirken kullanılıyor. Bu tür tüketimler periyodik olarak tekrarlanmıyor.

Buna karşılık bina kullanıldığı sürece çeşitli fonksiyonları yeterli düzeyde karşılamak amacıyla tüketilen enerji her sene tekrarlanmaktadır.

Bu durumda enerji tasarrufu sağlamak amacıyla belirlenecek stratejinin ana iskeleti, elbetteki binanın yapım sürecinde bir defa kullanılanları, binanın ömrü boyunca her sene tekrarlanarak kullanılan enerjiyi en aza indirecek şekilde oluşturmak olmalıdır.

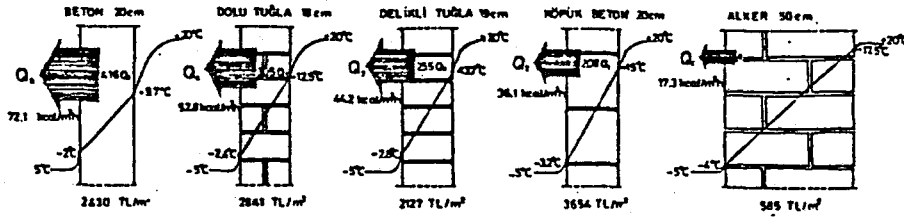
Soruna genel hatları ile bakılırsa;

Gerekli konfor koşullarını sağlayan kullanma enerjisi gereksinmesini en aza indirecek bina konumu, biçimi, ve bünye yapısının, en az düzeyde enerji girdisi ile nasıl gerçekleştirileceği,

olarak görülebilir.

Konut sektöründe bir binada gerekli konfor düzeyinin sağlanması için tüketilecek enerji miktarı yapının fiziksel niteliklerine bağlıdır. Binanın konumu, biçimi ve cephelerdeki doluluk boşluk oranı ile bu saydam ve opak alanların nitelikleri enerji tüketimini dolayısıyla talebini etkileyen önemli faktörlerdir. Dış duvarlarla çevrili bir iç hacimde iç iklim dış ortamdaki iklimsel değişmelere göre farklılık gösterecektir. Kullanıcının kendini konforda hissetmesi için bu değişmelerin belli sınırlar içinde kalması gereklidir. Burada dış duvarlardan belirli zaman dilimlerinde dışa akan ısı miktarlarını olabildiğince azaltmak ve duvar bünyesinde tutulacak ısı miktarı ile ısının duvardan geçiş süresini, o hacmin kullanılma düzenine uygun olarak belirlemekle mümkündür. Şekil 4.1'de değişik malzemeden yapılan duvarlardan birim zamanda ve birim alandan geçen ısı miktarları verilmiştir. Alker (alçıllı kerpiç) duvardan geçen miktar 1 kabul edilirse, beton blok duvarda bu değer 4,16 katı daha fazla olmaktadır.

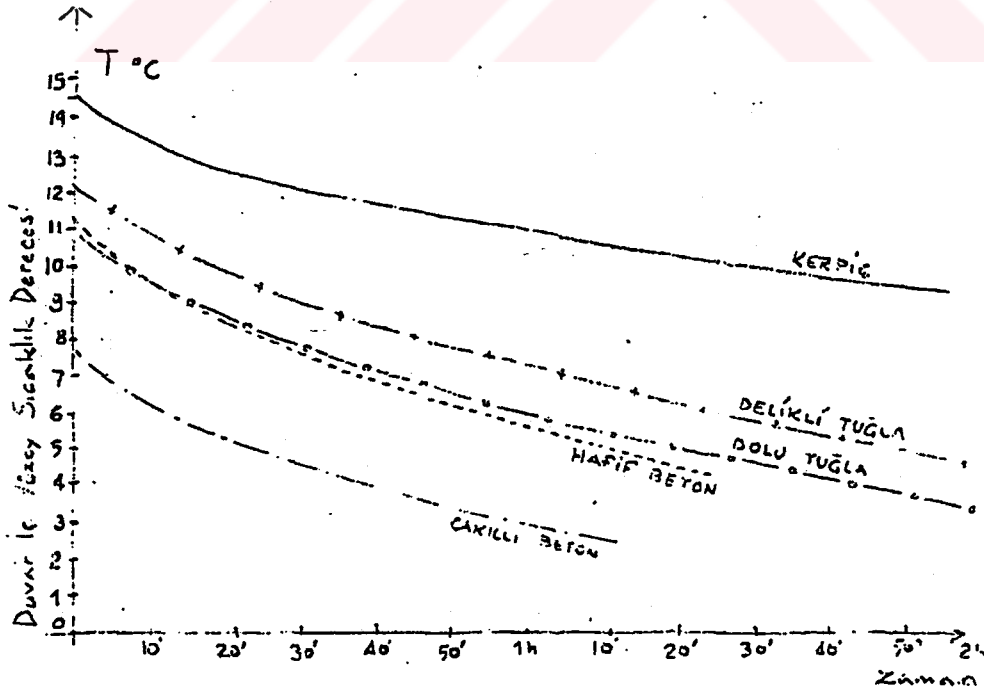
CESİTLİ DUVARLARIN  $1m^2$ 'sinden 1 SAATTE DIŞA AKAN (KAYBEDİLEN) ISI MİKTARI  $Q$  kcal/m<sup>2</sup>h  
(İÇ ORTAM +20°C DİŞ ORTAM -5°C)  
DUVAR YÜZEYİ SICAKLIK DERECELERİ VE DUVAR MALİYETİ (1984 FİYATLARI)



90m<sup>2</sup> BİR EVİN YALNIZ DİŞ DUVARLARINDAN KAYBEDİLEN ISIYI KARŞILAMAK İÇİN  
SARF EDİLMESİ GEREKEN YAKIT MİKTARI (FUEL OİL LİTRE) VE  
BETON DUVARLI EVE ORANLA SENELİK YAKIT TASARRUFU



Şekil 4.1.1. Değişik duvarlarda ısı kaybı. Yazın sıcaklıkları ve beton duvara oranla yakıt tasarrufu.



Şekil 4.1.2. Isı menbalarının kapanmasından sonra duvar yüzeyindeki sıcaklık derecelerindeki değişme.



Buna karşılık 20 cm kalınlıkta beton duvarlı bir hacmin yakıt gereksinmesi 1 kabul edilirse 50 cm kalınlıkta kerpiç duvarda % 77 oranında tasarruf sağlanmaktadır. Bilindiği gibi bir elemanın ısı biriktirme kapasitesi ve ısının geçiş hızını belirleyen en önemli faktör de, elemanın birim hacim ağırlığıdır. Şekil 4.12'de değişik malzemeden aynı kalınlıktaki duvarlarda ısı menbağı kapatıldıktan sonra belirli sürelerde duvarın soğumasına bağlı olarak duvar yüzeyi sıcaklık derecelerindeki değişimler verilmektedir. Görüldüğü gibi oluşturacağımız elemanın bünye yapısını, maksadımıza en uygun şekilde düzenleme olanağına sahibiz.

Tabloda 80 m<sup>2</sup> lik 100.000 adet konutun duvarlarının yapılmasında kullanılan değişik malzemenin üretimi ve taşınması için tüketilecek enerji miktarları ile evlerin yalnız duvarlarından kaybolan ısıyı karşılamak için her sene tekrarlanması gereken yakıt miktarları rakamlarla ve grafik olarak verilmiştir. Görüldüğü gibi, üretim sürecinde ve her sene tekrarlanan tüketimlerde sağlanacak tasarruf oldukça büyük boyutlara varabilmektedir.

Ayrıca duvar dış yüzeyi, yağışlardan etkilenmeyecek ve duvar kesitinin rutubetlenmesini önleyecek nitelikte izolasyon maddeleriyle kaplanmalıdır.

Bunun yanında çatıdan kaybolan enerji de önemli bir yer tutar. Bu kaybın önlenmesi, çatının, cam yüzü, çatı şiltesi gibi izolasyon maddeleriyle kaplanması ile % 40 - 50 düzeyinde gerçekleşebilmektedir.

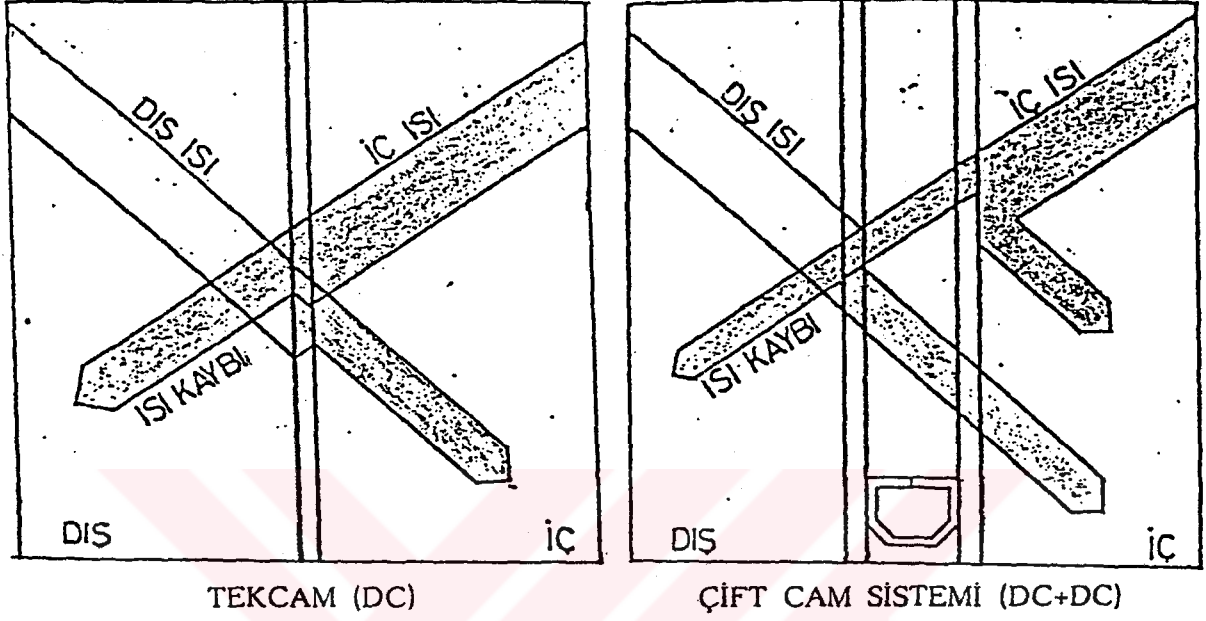
Yapılardaki ısı kayıplarının % 37 gibi yüksek bir oranda pencerelerden olmaktadır, bu nedenle pencere camlarında alınacak izolasyon tedbirleri büyük ölçüde ısı tasarrufu sağlayacaktır. Pencerelerdeki ısı kaybının yüksek olmasının en önemli nedeni ise, camın iyi bir ısı iletken olmasından kaynaklanmaktadır. Pencerelerdeki ısı kaybını azaltmak için kullanılan

Tablo 4.1.1.

100.000 konutun duvarlarının oluşturulmasında sarfedilen enerji  
(Ton Fuel-Oil olarak)

|                                                                                                  | DOLU<br>TUĞLA 19 <sup>cm</sup> | DELİKLİ<br>TUĞLA 19 <sup>cm</sup> | BETON<br>BLOK 20 <sup>cm</sup> | HAFİF B.<br>BLOK 20 <sup>cm</sup> | ALKER<br>30 <sup>cm</sup> | ALKER<br>50 <sup>cm</sup> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ÜRETİMDE                                                                                         | 185.300                        | 141.100                           | 106.100                        | 106.100                           | 1600                      | 2668                      |
| TAŞIMADA                                                                                         | 5.120                          | 20.800                            | 16.512                         | 19.200                            | 940                       | 1566                      |
| TOPLAM                                                                                           | 200.420                        | 161.900                           | 122.512                        | 125.200                           | 2.540                     | 4.232                     |
| Evın dış du-<br>varlarından<br>kaybolan ısı-<br>yı karşılamak<br>için gerekli o-<br>lan fuel-oil | 119.600                        | 100.080                           | 163.770                        | 81.780                            | 53.952                    | 37.000                    |
| BİR YIL<br>DA TÜKE-<br>TİLEN<br>YAKIT                                                            |                                |                                   |                                |                                   |                           |                           |
| TON<br>FUEL-OIL                                                                                  |                                |                                   |                                |                                   |                           |                           |
| 200.000                                                                                          | 200.420                        |                                   |                                |                                   |                           |                           |
| 150.000                                                                                          |                                | 161.900                           | 163.770                        |                                   |                           |                           |
| 100.000                                                                                          | 119.600                        | 100.080                           | 122.512                        | 125.200                           | 81.780                    |                           |
| 50.000                                                                                           |                                |                                   |                                |                                   | 53.952                    | 37.000                    |
|                                                                                                  |                                |                                   |                                |                                   | 2.540                     | 4.232                     |

Kaynak: [1]; sf: 24]



Tekcamda gerek mekan içi ısı gerek dış ısı herhangi bir engelle karşılaşmadan hareket eder, yani yapının calardan olan ısı kayıpları fazla olur. Tekcamın ısı geçirgenlik kat sayısı ortalama  $5,8 \text{ kcal/m}^2\text{hC}^0$ 'tır.

Çift cam sistemlerinde iki camın arasındaki kuru hava yalıtım sağladığından içerdeki ısı içerde, dışardaki ısı dışarda kalır, böylece ısı kayıpları büyük oranda azalır. Çift camın ısı geçirgenlik katsayısı tek camla kıyaslandığında katsayıda ortalama %50 oranında düşme görülür.  $k = 2,3 \text{ kcal/m}^2\text{h C}^0$ .

Şekil 4.1.3.

TEKCAM, NORMAL ÇİFT CAM SİSTEMİ VE NİTELİKLİ ÇİFT CAM SİSTEMLERİNİN ISI GEÇİRGENLİKLERİ AÇISINDAN GÖSTERDİKLERİ FARKLAR

en yaygın yöntem çift camdır. Şekil de tek camlı ve çift camlı sistemlerin ısı geçirgenlikleri açısından gösterdikleri farklar görülmektedir. Çift cam yerine üçlü yada dörtlü cam kombinasyonları yapılarak ısı geçirgenlik katsayısı daha düşürülebilir. Ancak bu ünitelerin ağır olmaları ve özel doğrama ve daha geniş cam yuvası gerektirmeleri nedeniyle kullanımları pratik değildir. Cam yüzeylerine metal kaplama yöntemlerinin gelişmesi sonucu, çeşitli özellikte imal edilen camlar vasıtasıyla, ısı geçirgenliğin daha da düşürülmesi ve güneş ışınlarının kontrolü vasıtasıyla daha iyi düzeyde ısı ızalasyonu mümkün olmaktadır. [11;sf: 21-27]

#### 4.2 AYDINLATMADA ENERJİ TASARRUFU

Belirli bir enerji kullanılarak -ki bu günümüzde büyük oranda elektrik enerjisine dayanmaktadır- elde edilen ışığın oluşturduğu aydınlık, günışığının olmadığı ve azaldığı gün ve saatlerde yararlanmayı sağlar. Bu nedenle, yapı içinde ve dışında lamba ışığına geceleri zorunlu olarak gereksinme olduğu gibi, sürekli olarak yeterli günışığı olmayan kimi yapılarda ya da kapalı günlerde gün ışığının yetersizleştiği durumlarda veya denetimli aydınlatma gereken koşullarda ve ayrıca da tamamen dışa kapalı yani günışığının hiç girmediği yapılarda gündüz saatlerinde de lamba ışığına gereksinme doğar.

Aydınlatmada enerji kullanımı;

- . Yapı dışında (kent aydınlatması)
- . Yapı içinde

olmak üzere iki grupta ele alınabilir.

##### 4.2.1 KENT AYDINLATMASI

Yapıların dışında olan bu aydınlatma değişik amaçlarla yapılır. Bunlar;

- . Özellikle yaya ve araç trafiğinin emniyeti yönünden iyi görme koşullarının sağlanması,
- . Tarihi ve turistik kentsel değerlerin ortaya çıkarılması,
- . Estetik yönden kente çekici bir görüntü kazandırılması,

- . Hırsızlık, saldırganlık, yankesicilik ve benzeri gibi mal ve can güvenliğini tehlikeye sokan olayların önlenmesi,

gibi sıralanabilir.

Bugünkü çağcıl yaşayışta kentlerin aydınlatılması kaçınılmazdır. Ama önemli nokta bu aydınlatmaların aydınlatma tekniğine dayalı olması ve aydınlatmayı sağlayan elektrik enerjisinin en uygun, akılcı bir biçimde kullanılarak yapılmasıdır.

### YOL AYDINLATMASINDA ENERJİ TASARRUFU

Lâmba cinsinin isabetli seçimi, kaliteli ve ekonomik yol aydınlatması temininde en önemli hususlardan biridir. Yolların niteliğine bağlı olarak aydınlatmadan beklenenler farklıdır. Otoyolda, karayolunda ve yaya trafiği bulunmayan süratin yüksek olduğu şehiriçi yollarda en önemli husus yolun üzerindeki cisimlerin uzun mesafeden görülebilmesi ve seçilebilmesidir, cisimlerin renklerinin ayırt edilmesi gerekli değildir. Öte yandan yaya ve taşıt trafiğinin birarada olduğu, düşük taşıt hızlı yollarda cisimlerin renklerinin ayırt edilmesi gereklidir, cisimlerin görülebilmesi ve seçilebilmesi için sürat yollarına nazaran daha kısa bir uzaklığa müsaade edilebilmektedir.

Yol aydınlatmasında günümüzde alçak ve yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar, civa buharlı lambalar kullanılmaktadır. Akkor telli lambalar ekonomik olmadığından günümüzde terk edilmiştir. Benzer şekilde, biçimi ve başlık tipi dış aydınlatmaya uygun olmayan fluoresan lambalar, ışık dağılım eğrisini kumanda etmek çok güç olduğu ve yükseğe montaja elverişli olmadığından yaygın kullanılmamaktadır.

#### GÖRSEL AÇIDAN:

Çeşitli deneysel çalışmalardan aşağıdaki sonuçlar alınmıştır,

- Alçak basınçlı sodyum buharlı lambalarda aynı yol parıltısında yol üzerindeki cismin görülebilirliği mesafe, yüksek basınçlı sodyum ve civa buharlı lamba-
- ... % 10 ...

- Alçak basınçlı sodyum buharlı lambalarla diğer lambalara nazaran takriben % 25 daha az parıltı seviyesinde aynı görsel keskinlik elde edilir.
- Aynı ışık şiddeti için kamaşma alçak basınçlı lamba için daha azdır.
- Bunlara karşılık, alçak basınçlı sodyum buharlı lambalarda renk ayırımı imkânsız iken, yüksek basınçlı sodyum ve civa buharlı lambalarda oldukça mümkündür.

#### ENERJİ TASARRUFU AÇISINDAN;

Alçak basınçlı sodyum buharlı lambaların etkinlik faktörü balast kaybı hariç max.178 lm/W iken, aynı büyüklük ateşleyicili yüksek basınçlı sodyum buharlı 400 W lık lambalarda 120 lm/W ateşleyicisiz yüksek basınçlı 350 W lık sodyum buharlı lambalarda 98 lm/W, 400 W lık civa buharlı lambalarda ise 58 lm/W dır.

Başka bir ifade ile aynı elektrik enerjisi sarfı ile alçak basınçlı sodyum buharlı lambalardan,

- Ateşleyicili yüksek basınçlı lambaların 1.5 katı,
- Ateşleyicisiz yüksek basınçlı lambaların 2 katı,
- Civa buharlı lambaların 3 katı,

ışık elde edilir.

#### EKONOMİK AÇIDAN:

Lamba tiplerinin ekonomik açıdan mukayesesi için 1 lm-h ışık miktarının maliyeti, F (TL/lm-h), aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır,

$$F : \frac{\frac{A}{n} + A.i}{P.e.t_y} + \frac{a}{p.e.t} + \frac{b}{1000 e}$$

Burada,

- A : Armatür fiyatı (TL)
- n : Armatür ömrü (yıl)
- i : Gerçek faiz (%)
- P : Lamba gücü (W)
- e : Balast kaybı dahil etkinlik faktörü (lm/W)
- $t_y$  : Yıllık aydınlatma süresi (saat)
- a : Lamba fiyatı (TL)
- t : Lamba ekonomik ömrü (saat)
- b : Elektrik enerjisi fiyatı (TL/kwh)'dir.

İncelememizde tüm armatürlerin ömrü 20 yıl, gerçek faiz % 10, elektrik enerjisi fiyatı 57 TL/kwh ve yıllık aydınlatma süresi 4380 saat kabul edilmiştir.

Armatür ve Lambalara ilişkin veriler ise Tablo 1'dedir.

#### Armatür ve Lambalara İlişkin Veriler

| Lamba Cinsi |      | Armatür Fıatı<br>(TL) | Lamba Fıatı<br>(TL) | e<br>(lm/w) | t<br>(saat). |
|-------------|------|-----------------------|---------------------|-------------|--------------|
| ABNaBL      | 180W | 80.000.-              | 22.000.-            | 145         | 6000         |
| YBNaBL      | 400W | 65.000.-              | 18.000.-            | 108         | 6000         |
| YBNaBL/A    | 350W | 55.000.-              | 18.500.-            | 98          | 6000         |
| YPHgBL      | 400W | 55.000.-              | 7.750.-             | 54          | 9000         |

Yukarıdaki esaslar için yapılan hesaplamalardan 10000 lm-h ışık miktarının maliyetinin 180 W lık alçak basınçlı sodyum buharlı lamba için 5.94 TL, yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba için 6.42 TL, ateşlemesiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba için 7.27 TL, civa buharlı lambalar için 11.75 TL'dir. [12; sf: 77-79]



Yukarıdaki incelemelerden aşağıdaki sonuçlar çıkartılmıştır.

- Renklerin ayırt edilmesi gerekmeyen otoyollar, karayolları ve fazla yaya trafiği bulunmayan şehiriçi yolların alçak basınçlı sodyum buharlı lambayla aydınlatılması görsel bakımdan yararlı olduğu gibi enerji tasarrufu sağlar ve ekonomiktir. Ülkemizde bu tür yolların aydınlatılmasında halen yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kullanılmaktadır, bundan sonra alçak basınçlı sodyum buharlı lamba kullanılması her yönden daha yararlı olacaktır.

- Renklerin ayırt edilmesi gereken yaya trafiğinin de bulunduğu şehiriçi yolların aydınlatılmasında en uygun lamba yüksek basınçlı sodyum buharlı lambadır.

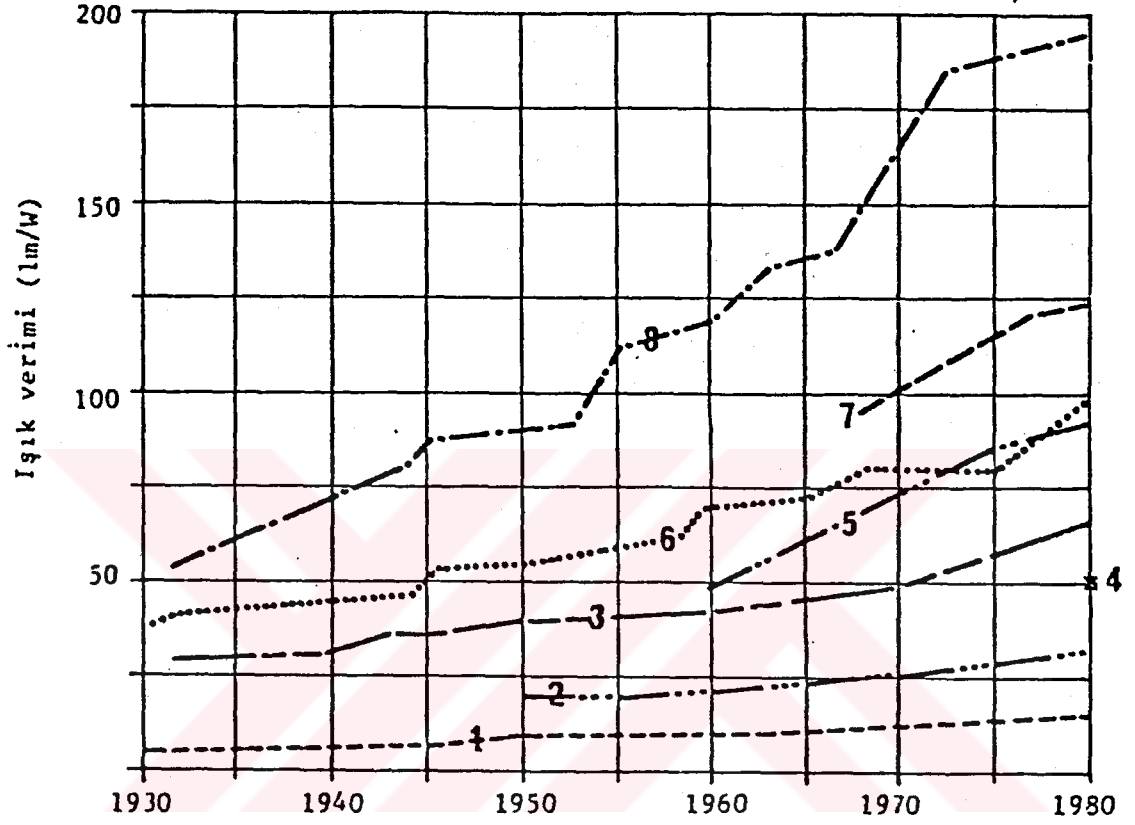
- Halen civa buharlı lambalarla aydınlatılan yollarda, lambaların aynı teçhizatla çalışabilen ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar ile değiştirilmesi yararlıdır.

#### 4.2.2 YAPI İÇİ AYDINLATMASI

Yapılarda hacimlerin işlevlerine yönelik, yani kullanım amaçlarına uygun aydınlatma düzenlerinin sağlanması gerekir. Bu düzenlerin oluşturulmasında ise aydınlığın nicelik ve nitelik yönünden gerekli koşullarının yerine getirilmesi önemlidir.

Aydınlığın niceliği, bir başka deyişle, aydınlık düzeyi hacimlerde iyi görme koşulları için yeterli aydınlığın sağlanmasıdır.

Aydınlığın niteliği ise, başkaca önemli bir konudur. Çünkü görsel algılama da aydınlığın sayısal değerinden çok nasıl olması gerektiği ağırlık taşır. Yapılan aydınlatma düzenlerinde gerekli aydınlık düzeyi sağlanmış olsa bile, eğer elde edilen aydınlıkta ışığın rengi, doğrultusu, düzgün yayılmışlığı, iç yüzeylerin ve aydınlatma aygıtlarının (lambaların) ışıklılık değeri ve benzeri gibi etkenler gerekli görsel koşulları sağlamıyorsa aydınlık, dolayısıyla elektrik enerjisi büyük oranda boşa harcanmış sayılır.



- 1 - Akkor lambalar
- 2 - Akkor - halojen lambalar
- 3 - Yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar
- 4 - SL lambalar
- 5 - Boşalmalı halojen lambalar (metal halide)
- 6 - Flüorışıl lambalar
- 7 - Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar
- 8 - Alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar

Şekil 4.1.4. Işık Kaynaklarının Işık Verimleri

Bu nedenle iç ve dış aydınlatmada ışık verimi yüksek lambaların ve geriverimi yüksek aydınlatma aygıtlarının yer alması, aydınlatma döşemlerinin (tesisatların) enerji harcamalarını koruyan bir biçimde tasarlanıp uygulanması, kullanımda değişebilen düzenler oluşturulması, lambaların yakıp-söndürülmesine denetim getirilmesi aydınlatma sistemlerinin sürekli bakımlarının sağlanması, çevre yansıtıcı yüzeylerin yansıtma çarpanlarının yüksek olması, gibi etkenler enerji kullanımında etkin rol oynar.

### IŞIK KAYNAKLARININ VERİMİ

Her ışık kaynağının harcadığı elektrik enerjisine karşı verdiği ışık akısı vardır (lümen/wat). Buna lambanın ışık verimi denir.

Gerek iç, gerekse dış aydınlatma düzenleri oluşturulurken ışık verimi yüksek lambaların seçilmesi ilk aşamada elektrik enerjisinden arttırım sağlar. Dolayısıyla daha az enerji ile daha fazla ışık elde edilmiş olur. Yalnız bu seçimin yapılmasında lambalarla ilgili başka özelliklerinde (ömür, boyut, ışık rengi vb gibi) gözönünde tutulması gerekir. Şekil 4.1.4.deki grafikte değişik ışık kaynaklarının ışık verimleri ve bunların yıllara göre artışları gösterilmiştir.

Genellikle güçleri az olan lambaların ışık verimleri düşüktür. Örneğin, 60W akkor lambanın ışık verimi 10.5 lm/w, 100W akkor lamba ise 12.5 lm/w dır. Flüorışıl lambalarda da 20W TL33 tip lambanın ışık verimi 55 lm/w iken 40W olanının 80 lm/w'dır. Ayrıca, aynı güçte iki ayrı lambanın da ışık verimleri arasında büyük ayrımlar vardır. Örneğin, 40W akkor lamba ile 40W flüorışıl lamba gibi. Bu konu, aydınlatmada ilk yapım ve kullanım giderleri yönünden de önemlidir. [13; sf: 49-51]

## B Ö L Ü M 5

## ULAŞTIRMA SEKTÖRÜNDE ENERJİ TASARRUFU

Ulaştırma sektörü toplam birincil enerjinin % 15 ini tüketmektedir. Diğer ülkelere göre bu miktar çok yüksektir. Petrol talebinin % 39'u ulaştırma sektöründen gelmektedir.

Ayrıca buna sektörün dolaylı enerji talebi eklenirse, bu sektörde verimlilik ve tasarrufun önemi daha iyi ortaya çıkmaktadır. Yapılan hesaplamalara göre dolaylı enerji talebi toplam direkt enerji talebinin % 18'ini tüketmektedir. Bu rakamlar ulaştırma sektöründe geniş bir tasarruf potansiye-  
linin göstergesi olmaktadır.

Sektör talebi % 85 - 90'nı petrol, % 15 - 10'nu kömür ve elektrik ile karşılamaktadır. Talebin büyük bir kısmı özel otolar, otobüs, kamyonlardan gelmektedir. Geri kalan kısmı demiryolu, deniz yolu ve hava yolu ile takip edilmektedir.

Bu patern içinde ulaştırma sektöründe enerji verimliliği çok düşüktür. Bu sektörde tüketilen enerjinin ancak % 20 - 25 yararlı hale gelmektedir. En düşük verimlilik bu sektördedir.

Benzinli araçların çok yaygın olması ve performanslarının % 25, hatta şehir trafiği içinde daha düşük olması bu sektörün verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Yük taşımacılığının % 74.2 si kara yolu ile % 25.8 demir yolu ile yapılmaktadır. Dünya ortalaması ise % 28.7 karayolu, demiryolu % 71.3 düzeyindedir. [3; sf:7]

T A B L O 5.1

## Taşıma'da Yük - Yakıt Verimi

| <u>Taşıt Cinsi</u> | <u>K.cal/ton-km</u> | <u>Endeks</u> |
|--------------------|---------------------|---------------|
| D.yolu (dizel)     | 161                 | 1.0           |
| K.yolu (kamyon)    | 393                 | 2.4           |
| Denizyolu          | 125                 | 0.8           |
| Boru hattı         | 210                 | 1.3           |

Tablo 5.1.'den izlendiği üzere en dezavantajlı taşıma tipi karayolu ile olmaktadır. Karayolu demiryolundan 2.5 misli daha pahalıdır. Denizyolundan 3 misli, boru hattından yaklaşık 2 misli daha pahalıdır.

Bu rağmen, yani karayolunun en pahalı taşıma sistemi olmasına rağmen ülkemizde yük taşımacılığının % 74.2 si karayolu ile yapılmaktadır. Geri kalan % 25.8'i ise demiryolundan yapılmaktadır.

T A B L O 5.2

## Yolcu Taşıma'da Yakıt Verimi

| <u>Taşıt Cinsi</u>  | <u>K.cal/yol<br/>km</u> | <u>Endeks</u> |
|---------------------|-------------------------|---------------|
| Demiryolu (Dizel)   | 107                     | 1.0           |
| Karayolu (Otobüs)   | 103.5                   | 1.2           |
| Karayolu (Otomobil) | 308                     | 2.9           |
| Uçak                | 786                     | 7.3           |

T A B L O 5.3

Yolcu Taşımacılığının Gösterdiği Gelişme  
(%)

| Yıl                | Karayolu | Demiryolu | Denizyolu | Havayolu | Toplam |
|--------------------|----------|-----------|-----------|----------|--------|
| 1955               | 73.1     | 24.0      | 2.5       | 0.4      | 100.0  |
| 1987               | 93.0     | 5.7       | 0.3       | 1.0      | 100.0  |
| Artış oranı<br>(%) | 27,2     | 321       | 733       | 150      |        |

Kaynak: [3; sf: 9]

Karayolu yolcu taşımacılığının 1955 ten bu yana % 27,2 oranında artış kaydettiği, demiryolu ve denizyolu yolcu taşımacılığının ise toplam % 1054 azaldığını görüyoruz. Havayolunda ise % 150 artış olduğu anlaşılmaktadır.

Bu tablonun ülkenin enerji ekonomisini olumsuz yönde etkilediği muhakkaktır.

Aşırı enerji tüketen sistemlerden kaçınılarak daha az enerji tüketen sistemlere geçilmesi zorunludur. Bunlara ilave olarak,

- Teknolojik gelişmeler
- İşlemsel ve ekonomik değişimler
- Uzun vadeli tüketici talep politikaları göz önüne alınarak taşıt verimliliği konusunda bir çok önlemler alınması gereklidir.

Teknolojik gelişmeler, otomobil motorlarının verimliliğinin arttırılması, arabaların rüzgar dirençlerinin azaltılması, demiryollarının ELEKTRİFİKASYON'u ve diğer bazı ulaştırma teknolojilerinin geliştirilmesi, işlemsel ve ekonomik tedbirler ise başlıca hız limitleri, insangücü ve yük toplu taşımacılığı, trafiğin düzenlenmesi, daha yüksek benzin fiyatları, toplu taşıma için sübvansiyon, insangücü trafiğinin

karayolu ve havayolundan demiryoluna kayması, küçük ve hafif arabaların tercihi, dizel motor kullanımının yaygınlaştırılması söylenebilir.

Uzun vadede şehir gelişmelerinin göz önüne alınması, şehir merkezlerinin canlılıklarına kavuşturulması, haberleşmenin taşımayı ikame etmesi, ulaştırma ihtiyacını azaltacak tedbirler olarak sıralanabilir.

Ulaştırma sektörünün enerji tasarrufu konusunda enerji krizi başlamadan bu yana alınan en önemli tedbir "HIZ LİMİTLERİ" olmaktadır. Bu sektörde önemli ölçüde tasarruf potansiyeli vardır. Sanayi sektöründen tasarruf sağlamaktan çok daha kolaydır.

Genel olarak ulaştırma sektöründe tedbirleri şöyle izah etmek mümkün:

- . Kentliçi ve kent dışı alanlarda "HIZ LİMİTLERİ" uygulamak,
- . Daha az yakıt tüketen otomobillerin üretiminin yaygınlaştırılması ve halkın bunları tercih etmelerinin sağlanması,
- . Ekonomik olmayan "DOLMUŞ SİSTEMİNİN" düzenlenmesi, toplum taşımaya geçilmesi nüfusu 500.000 den fazla kentler için metro banliyö trenleri, daha küçük kentler için otobüs ve trolleybüs sistemine geçilmesi,
- . Yük ve yolcu taşımacılığında karayolundan-demiryoluna kaydırılması için önlemler alınmalıdır.



### SONUÇ VE ÖNERİLER

Sanayileşme sürecinde kaydedilen ilerlemeler, bir yandan insana daha iyi bir refah düzeyi sağlarken, beraberinde birtakım problemleri de getirmektedir. Sanayinin ihtiyaç duyduğu, hammadde ve malzemenin işlenebilmesi için gerekli olan enerjiyi istenen zaman ve mekânda yeterince bulabilmek için enerjinin verimli kullanımı ve tasarrufu gereklidir. Enerji, sanayide bir üretim girdisi olmasının yanı sıra, ferdin günlük hayatını sürdürebilmesinde önemli bir yer teşkil etmektedir.

Bir ülkenin gelişmesi, büyük ölçüde hammadde kaynaklarına ve bu kaynakların işlenebilmesi için gerekli olan enerjiye bağlıdır. Ancak enerjiyi gelişmişliğin bir kıstası olarak değerlendirirken, enerji kullanım miktarının yanında, kullanılan bu enerjinin verimlilik oranını da gözden uzak tutmamak gerekir.

Gelişmekte olan ülkelerde, kalkınma çabalarını aksatmadan sürdürebilmenin tek yolu, sahip oldukları hammadde kaynaklarını ve enerjiyi en verimli şekilde kullanmaktır. Enerjinin verimli kullanılması ve tasarrufu için ise, iyi eğitilmiş kadroların yetiştirilmesi ve enerjiyi kullanan sanayinin ve ferdin bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Konuya ülkemiz açısından baktığımızda, tüketilen toplam enerjinin % 70'i sanayide kullanılmakta ve sanayide kullanılan enerjinin, sanayinin türüne ve teknolojik durumuna göre % 10'u ilâ % 40'ından istifade edilememekte, yani israf edilmektedir. Sanayi dışındaki enerji kullanımlarında ise bir rakam verememekle birlikte önemli bir bölümünün hiçde rasyonel olmayan bir biçimde tüketildiği varsayılmaktadır.

Toplam enerji kullanımının % 70 gibi çok önemli sayılacak miktarının sanayi ve ticarete tüketildiği göz-önünde bulundurulduğunda, bu dallarda faaliyet gösteren işletmelerin enerji tasarrufu konusunda yapacakları çalışmalar ve uygulamalar, ülke ekonomisine küçümsenemeyecek katkılarda bulunacak ve şirketlerin işletme giderlerinde azalma nedeniyle kazançları artacaktır.

Enerjinin verimli kullanılması ve tasarrufu konusunda, sanayi ve devletin işbirliği şarttır. Bu işbirliğinde devlete büyük görevler düştüğü bir gerçektir. Çünkü, devlet bir yandan kamu iktisadi teşekküllerinde, enerji tasarrufu çalışmaları ve uygulamaları yaparken, bir yandan da özel sektörü yönlendirme ve hatta zorlama durumdadır. Devlet eliyle kurulacak, enerji tasarrufu konusunda çalışmalar yapacak araştırma kurumları, özel sektörün bu konuda yönlendirilmesinde esas teşkil edecektir.

Bu çalışmada incelenen tasarruf yöntemlerinin hemen hepsinde, sonuçta küçümsenemeyecek rakamlar ortaya çıkmaktadır. Yapı sektöründe enerji tasarrufu için gerekli önlemlerin alınması, devlet eliyle zorunluluk haline getirilir ve gerekli kontroller yapılabilirse, toplam enerji tüketimimizin yaklaşık % 10'unu tasarruf etmemiz mümkündür. Özellikle sanayide havaya giden ısıнын geri kazanılmasına ilişkin yöntemler mutlaka uygulanmalı, sanayi kolunun teknolojik yapısına göre ısıнын geri kazanılmasına ilişkin çalışmalar yapılmalıdır. Elektrik enerjisi tüketiminde, büyük kayıplara neden olan güç katsayısının değeri reaktif kompanzasyon yöntemleri yaygın ve yerinde uygulanarak yükseltilmelidir. İncelenen tasarruf yöntemlerinin etkin bir şekilde uygulanmasının hem kuruluşlara, hemde ülke ekonomisine önemli katkıları olacaktır.

K A Y N A K L A R

- [1] - KAVRAKOĞLU İbrahim , Enerji Sorunu, Haziran 1980
- [2] - AYER E.N. - SARAL N. - , Türkiye'nin Bugünkü ve Gelecekteki Enerji Durumu, İzmir 1986, FİKRET.H. Türk Milli Komitesi Yayını
- [3] - SEGEM Türkiye'de Enerji Arz ve Talebi, Elektrik İşleri Etüd İdaresi Enerji Tasarrufu serisi 4,1990
- [4] - RCG/Hagler, Baill, Inc. Energy Conservation Management, Elektrik İşleri Etüd İdaresi Seminer Notları, 1989
- [5] - SEGEM Enerji Tasarrufu ile İlgili Politika ve Programlar, Elektrik İşleri, Etüd İdaresi Seminer Notları, 1989
- [6] - TANES Yalçın M. , Enerji Tasarrufu Semineri Tebliğleri, Sf.93-97, 1987
- [7] - YALÇIN Hayri , Çimento Fabrikalarında Isının Geri Kazanılması, Enerji Tasarrufu Semineri Tebliğleri, Sf. 115 - 123, 1987
- [8] - DIŞÇIOĞLU Atilla. , Türkiye'de Enerjinin Rasyonel Kullanılması, Türkiye 4. Enerji Tasarrufu Kongresi Teknik Oturum Tebliğleri, cilt:2, Sf.123-128
- [9] - ÖZAY N. - ERMiŞ M. , Ark Ocağı İçeren Elektrik Sistemlerinde Kompanzasyon, Elek. Müh. Ulusal Kongresi, 1985  
ERTAŞ A.- ERTAN H.B.

- [10] - BAYRAM H. , Hızlı Değişen Olaylarda Reaktif Güç Kompanzasyonu, EMO Reaktif Güç Kompanzasyonu Semineri, 1983
- [11] - KAFESCİOĞLU R. , Torak - Çağdaş Yapı Malzemesi, Shell ilgi Extra Yayını
- [12] - TÜFEKÇİ Turgut , Enerji Tasarrufu Semineri Tebliğleri, Sf.77-79, 1987
- [13] - ŞEREFHANOĞLU M. , Aydınlatmada Enerji Kullanımı, Enerji Tasarrufu Semineri Tebliğleri, 1989

**YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ :**

Aytaç AYDIN, 1963 yılında İstanbul'da doğdu. İstanbul Davutpaşa Lisesi'ni bitirdikten sonra, İ.T.Ü. Elektrik - Elektronik Fakültesi Elektrik Bölümü'nden 1985 yılında Elektrik Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İşletme Mühendisliği bölümünde master öğrenimine başladı. Master öğrenimi tamamlanmak üzere olan Aytaç AYDIN, halen serbest mühendis müşavir olarak çalışmaktadır.