

Çevre Sağlığı
Temel Kaynak Dizisi
No : 41

ÜÇÜNCÜ BİN YILA HAZIRLANIYORUZ

ENERJİ VE ÇEVRE

Prof. Dr. Çağatay GÜLER
Zakir ÇOBANOĞLU

Ankara
1997



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
SAĞLIK BAKANLIĞI
Sağlık Profesleri Genel Koordinatörlüğü

T.C.

SAĞLIK BAKANLIĞI

Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü

ENERJİ VE ÇEVRE

Prof. Dr. Çağatay GÜLER
Zakir ÇOBANOĞLU

Birinci Baskı

Ankara
1997

I. Basım : 3500 Adet- 1997

ISBN 975-8088-54-8

Bu kitap, Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü işbirliği içerisinde yürütülen çevre sağlığı programı çerçevesinde kullanılmak üzere yazılmış ve çoğaltılmıştır. Birinci basımın telif hakları Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü'ne aittir. Kaynak gösterilmeksizin yayınlarda kullanılamaz, alıntı yapılamaz.

Basıldığı Yer: Aydoğdu Ofset Tel: (0.312) 310 79 79 - ANKARA

ÖNSÖZ

Ülkemizde gerek Sağlık Bakanlığı gerekse ilgili diğer kurumların üzerinde büyük bir hassasiyetle durdukları ve son zamanlarda oldukça yoğun bir kamuoyunun oluştuğu **çevre sağlığı sorunları**, birinci basamakta görev yapan sağlık görevlilerinin öncelikli çalışma alanlarından birini oluşturmaktadır. Diğer sağlık sorunlarına göre daha çok işbirliği, daha fazla mevzuat bilgisi ve bilgilerdeki gelişmeleri daha yakın izlemeyi gerektiren çevre sağlığı çalışmalarında sağlık personelinin gözönünde tutması gereken en önemli noktalar; sorunlara duyarlı olmak, bilgisini sürekli tazelemek ve ilgili sektörlerle yakın işbirliği ortamları yaratmaya çalışmaktır.

Bakanlığımız, birinci basamak düzeyinde verilen koruyucu sağlık hizmetlerinde; sağlık personelinin, sürekli eğitimi kapsamında bilgi ve beceri yönünden dünyadaki gelişmeleri yakından izlemesi üzerinde hassasiyetle durmaktadır. Bunun için uygulamaya konulan hizmetiçi eğitim programları kapsamında çevre sağlığı konusundaki eğitimlerin başarıya ulaşmasının, ancak yazılı kaynakların da personele sunulması ile gerçekleşebileceği bilinmektedir.

Eğitilmelere ve uygulamalara temel oluşturması ve gereğinde bir başucu kitabı olarak kullanılması amacıyla, hazırlanan bu bir dizi yayının, ülkemiz çevre sağlığı sorunları ile mücadele eden sağlık personelimiz için gerçekten yararlı olacağına inancımız sonsuzdur.

Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü ile işbirliği içerisinde Birinci ve İkinci Sağlık Projeleri kapsamında yürütülmekte olan "Çevre Sağlığı Programı" hizmetiçi eğitimleri için hazırlanmış olan bu yayınların yakın bir gelecekte tüm sağlık çalışanları için vazgeçilmez birer kaynak olacağı ve pek çok yarar sağlayacağı ümidini taşımaktayız.

Dr. S. Haluk ÖZSARI

Uz.Dr. Cihanser EREL

Sağlık Projesi Genel Koordinatörü Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürü

Sevgili Meslektaşlarımız,

Çevresel etkenler giderek halk sağlığında daha büyük önem kazanmaktadır. Bu ağırlık bir yandan yeni çevresel etkenlerin etkili olmaya başlamasına bir yandan da diğer halk sağlığı sorunlarının kontrol edilmeye başlamasına bağlıdır.

Kişinin kendi sağlığının korunması ve geliştirilmesine yönelik uygulamalardan, doğrudan sorumlu olmasının yanısıra çevre ile ilgili olumsuz davranışların başkalarının sağlığını da tehlikeye düşürebilmesi, konunun önemli bir yasal düzenleme ve yaptırım sorunu olarak da karşımıza çıkmasına yol açmaktadır.

İnsanın dışındaki herşey çevrenin ögesidir. Çevre kişi üzerindeki dış etkenlerin bütünüdür. Çevreyi önce doğal ve yapay çevre olarak ikiye ayırabiliriz.

Çevrede sağlığı doğrudan ya da dolaylı etkileyen önemli etkenler bulunmaktadır. Çevre bir yaşamı sürdürme ve sağlama sistemidir. Su, yiyecek ve barınak bu sistemin en önemli öğelerini oluşturur. Sağlık açısından baktığımızda çevre üç ana grupta incelenir : Fizik, biyoloji ve sosyokültürel çevre.

Hastalık nedenleri ise bünyesel ve çevresel nedenler olmak üzere iki grupta incelenebilir :

Bünyesel nedenler; gen, hormon ve metabolik kaynaklı olabilir. Bazı bünyesel nedenler bazı hastalıklara daha büyük oranda yakalanmaya yol açabilmektedir. Bunlar insan iç ortamı ile ilişkili bir durumdur. İnsan dış çevrenin etkilerine genetik yapısı ile cevap vermektedir.

Çevresel nedenlerin birincisi fiziksel nedenlerdir. Sıcaklık, soğuk, ışın, travma, içme ve kullanma suyu, atıklar, konuk sağlığı, iklim koşulları, hava ve su kirliliği, giyeceklerimiz, kamuya açık yerler, sağlığa az ya da çok zarar verebilme olasılığı olan kuruluşlar, mezarlıklar başlıca fiziksel çevre öğeleridir. Çevresel nedenlerin ikincisi kimyasal nedenlerdir. Bunlar, zehirler, kanser oluşuna neden olan bazı etkenler örnek olarak verilebilir. Temel madde eksiklikleri üçüncü neden olarak ele alınabilir. Bazı maddeler vardır ki insanın sağlıklı olabilmesi ve yaşamsal olayların yürütülebilmesi için dışarıdan alınmaları gerekir. İnsan ya da canlı bunu vücudundaki temel yapı taşlarından sentez edemez. Buna temel maddeler denmektedir. (Vitaminler, esansiyel aminoasitler veya yağ asitleri, mineraller gibi.) Çevredeki biyolojik etkenler ise mikroorganizmalar, asalaklar, mantarlar ve diğer etkenlerden oluşmaktadır. Bunlar canlı vücudunda hastalık yapabilirler. Çağdaş yaşamda sık rastlanan stres vb. durumların dahil olduğu psikolojik etmenlerle, sosyokültürel ve ekonomik etmenleri de çevresel etkenler arasında sayabiliriz.

Bu durumda çevre; hastalıklar için zemin hazırlayan, doğrudan hastalık nedeni olabilen, bazı hastalıkların gidişini ve sonucunu etkileyen, bazı hastalıkların da ya-

yılmasını kolaylaştıran bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bütün çevre olumsuzlukları her dört etkiye de neden olabilir. Hava, su, toprak kirlenmesi doğrudan hastalık nedeni olabildiği gibi, bir kısım hastalıkların yayılımını kolaylaştırabilir ya da bir kısım hastalığın gidişini etkileyebilir.

Fizik ve biyolojik çevre yakından ilişkilidir. Sözelimi iklim canlıların yaşaması ve çoğalmasıyla yakından ilişkilidir. Jeolojik ve coğrafik özellikler toplumlar arasındaki bağlantıyı oluşturmaktadır ve hastalık etkenlerinin yayılımıyla da bağlantısı olabilir.

İnsanlarca oluşturulan yapay çevre koşulları insanlar ve insan toplulukları üzerinde giderek çok daha önemli boyutlarda etkili olmaya başlamıştır. Uzay yolculukları veya denizaltı bilimsel araştırma merkezlerinde olduğu gibi kimi zaman da bu yapay çevre koşulları kişinin varlığını sürdürebilmesi için vazgeçilmez durumdadır.

Çevre sağlığı, bir çok meslek grubunun ekip hizmeti sunmasını gerektiren önemli bir sağlık sorunudur. Bir çok sektörün işbirliği olmadan çevre sağlığı sorunlarının çözümü mümkün olmaz. Toplumun ekonomik yapısı, ekonomik kalkınma çabaları ile bağlantılı olup, kentleşme süreci ile de yakından ilişkilidir. Bunun sonucunda başlangıçta alınacak koruyucu önlemler pahalı gibi görünse de, sonradan bozulan çevrenin düzeltilmesiyle ilgili çabaların maliyeti ve olumsuz sonuçları gözö-nüne alındığında daha ucuz bir yöntemdir.

Çevre sağlığı, çevre fizyolojisi, uygulamalı fizyoloji gibi bilim dalları ile yakından ilişkilidir. Uygulamalı fizyoloji ve çevre fizyolojisi çevredeki olumsuz etmenlerin insan ve canlı fizyolojisi üzerindeki etkilerini incelemektedir. Çevre sağlığı halk sağlığının da önemli bir koludur. Sağlık elemanları, sağlık ve çevre mühendisleri çevre sağlığı konusunda işbirliği yapmak zorundadır. Sağlık elemanları çevresel öğelerin sağlık üzerindeki etkilerini belirleyerek çevre mühendislerine yol gösterirler.

Canlıyı olumsuz etkileyen maddeler genel olarak toksik maddeler olarak adlandırılmaktadır. Zehir anlamına gelir. Toksikoloji günümüzde tek başına bir bilim dalı olarak önemli bir çalışma alanı haline gelmiştir. Klinik toksikoloji, adli toksikoloji gibi dalların yanısıra giderek çevresel toksikoloji dalları da gelişmiştir. Toksikoloji bu açıdan farmakoloji, patoloji, beslenme ve halk sağlığı dallarıyla yakından ilişkilidir. Toksik maddelerin etkilerinin ilaç yan etkileri, orjinleri, etkileme süreci gibi özelliklerine dayanarak yapılması mümkündür. Toksik maddeden etkilenmenin değerlendirilmesi, doz cevap ilişkileri giderek büyük önem kazanan alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Uzun yıllar toplum hekimliği görüşünün hijyenden farklılığı vurgulandı. Bu vurgulama çoğu genç hekimde hijyen kavramının yok sayıldığı gibi bir yanlış anlamaya yol açtı. Oysa bu yaklaşımın amacı toplum hekimliği görüşünün hijyen kavramı-

na göre daha çağdaş bir yaklaşım olduğunu vurgulamaktı. 1800'lü yılların halk sağlığı yaklaşımının temeli olan hijyenin yadsınması veya yok sayılması söz konusu değildi.

Çevre sağlığının konuları gözden geçirildiğinde çoğunun alınacak önlemlerle radikal olarak ortadan kaldırılabilir özellik taşıması hekimlerde gelecekte çevre ile hekimin doğrudan ilişkisinin kalmayacağı şeklinde yanlış bir kanı da uyandırdı. Bu yanlış kanının dayandığı temeller yok değildi. Bir kanalizasyon sisteminin kurulması, buna bağlı arıtım tesislerinin varlığı insan atıkları ile ilgili bir çok sorunun ortadan kalkmasını sağlayabilirdi. Ancak günümüzde ortaya çıkan sorunlar hekimin çevre sağlığı konuları arasında işlenen bazı temel sorunlarla doğrudan ilişkisinin kalmamasına karşın, çevre sorununun önemli bir boyutunun doğrudan ilgisi olmak zorunda kalacağını gösterdi. Günümüz kaynakları bunu kısaca çevre hekimliği terimiyle tanımlamaktadır.

Öte yandan radikal önlemlerle ortadan kaldırılacak olan çevre sağlığı sorunlarında da toplum bireylerine ve topluluklara yer, zaman ve kişi özelliklerine uygun, pratik çözüm önerileri götürülmedikçe teknik danışmanlık hizmeti sağlanmadıkça ilerleme sağlanması çok zordur. Kimi zaman tek bir beldenin bütün köyleri için geçerli bir uygulama biçiminin sunulabilmesi bile zor olmaktadır. Oysa hızla gelişen teknolojiye uyum sağlama çabası içerisindeki ülkemizde yapılan her düzenleme doğrudan ve dolaylı olarak sağlık personeline önemli görevler yüklemektedir. Ülkemizde çevre sağlığı ile ilgili mevzuatın sağlık personeline yüklediği görevler sanıldığından çok ağırdır. Çevre hekimliği yaklaşımı esas alındığında hekim ve sağlık personelinin eğitiminde görev alacak personelin eğitiminde tartışılması gereken konular oldukça kapsamlıdır. Mevzuattaki görev ve yetki karmaşaları ortadan kaldırılamadığı sürece bu kapsam doğrudan ve dolaylı olarak alanda çalışan personel tarafından dile getirilecektir. Kimi sanayileşmiş illerde içerik istemi daha çok sanayi tesislerinin çevresel etki değerlendirmesi ile bağlantılı olmaktadır.

Bütün bu noktalar esas alındığında kolay yenilebilir, kısa ve birbirine bağımlı olmadan ilgili bölümlerin sık sık gözden geçirebildiği bir kaynak kitapçıklar dizinin yararlı olacağı sonucuna varılmıştır. Yapılacak katkı ve önerilerle daha da gelişeceğine inandığımız bu dizinin yararlı olmasını diliyoruz.

Prof. Dr. Çağatay GÜLER

H.Ü. Tıp Fakültesi

Halk Sağlığı Anabilim Dalı

Zakir ÇOBANOĞLU

T.C. Sağlık Bakanlığı

Temel Sağlık Hizmetleri

Genel Müdürlüğü

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1	
Ekoloji-Çevre-Enerji İlişkisi	8
BÖLÜM 2	
Enerji ve İnsan	14
BÖLÜM 3	
Enerji Üretimi	19
BÖLÜM 4	
Türkiye'nin Enerji Politikası	22
BÖLÜM 5	
Ülkemizde Enerji Savurganlığını Önlemeye Yönelik Politikalar	28
BÖLÜM 6	
Enerji Santralleri	31
BÖLÜM 7	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	61
BÖLÜM 8	
Enerji Tesisleriyle İlgili Değerlendirme	79
BÖLÜM 9	
Yakıtlar	85
EK 1	
Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği	107
KAYNAKLAR	116

BÖLÜM 1

EKOLOJİ - ÇEVRE - ENERJİ İLİŞKİSİ

Her türlü çevre maliyeti enerji ile bağlantılıdır. İnsanoğlunun canlılığını sürdürmesi için başka canlıların özellikle bitkilerin yaptıkları organik maddelere bağlıdır.

Organik maddelerin oluşturulması için gerekli enerji bitkilerin güneş enerjisinden yararlanarak inorganik maddelerden yaptıkları organik maddelere bağımlı olduğunu biliyorsunuz. Beslenmesinde vazgeçilmez olan temel besin öğelerini sağlarken dış ortamdan bu maddelere geçen kimyasal kirleticileri de vücuduna almaktadır. İnsanlığın özellikle uygarlığın gelişmesi, refahının artırılması için gerekli her türlü uygulama enerji bağımlıdır. Bu enerjinin elde edilmesi için yapılan her türlü müdahalenin de çevresel maliyeti ve çoğu zaman çevreye olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Canlılar özellikle oksijen ve karbon olmak üzere büyük miktarda element ve molekülü kullanarak kendi varlıklarını sürdürmektedir. Hayvanlar solunum yoluyla karbondioksiti ortama vermekte, ortama verilen bu karbondioksit atmosferdeki sıcaklık yayılımını düzenlemektedir. Canlılar çevreyi etkilemekte kendileri de çevreden etkilenmektedir.

Canlıların birbirleriyle ve cansızlarla etkileşimine bağlı olarak enerji transferinin söz konusu olduğu herhangi bir bölgeye ekosistem denmektedir. Ekolojinin temel birimidir. Okyanuslar, göller, ormanlar, bataklıklar, kentler bir ekosistemdir. Ekosistemi oluşturmak üzere biyotik ve abiyotik çevreler bir bütün oluşturur. Biyotik çevre canlı çevre veya komüniteler, abiyotik çevre ise cansız çevreyi tanımlamaktadır. Her ekosistemin kendisine özgü bir yaşama birliği (komünite) vardır. Komünite belirli bir bölgedeki tüm canlıları kapsamaktadır. Komüniteleri popülasyonlar oluşturur.

Bir ekosistemdeki üretici, tüketici ve çürükçüller arasındaki enerji ve madde transfer zincirine besin zinciri denmektedir.

Ekosistem sürekli değişim içerisindedir. Ekosistem de insan tarafından etkilenen çok önemli döngüler vardır. Bunlar su döngüsü, karbon döngüsü, nitrojen döngüsü, fosfor döngüsü ve enerji akışıdır. (1,2,3)

Karbon döngüsü atmosferdeki karbondioksitin bitkiler ve bazı alglerce fotosentez aracılığıyla bağlanmasıyla başlar. Karbondioksit ve su karbondhidratları oluşturmak üzere tepkimeye girer ve atmosfere serbest oksijen salınır. Karbonhidratların bir bölümü bitkide depolanır geri kalanı ise

enerji sağlamak üzere bitki tarafından tüketilir. Bitkilerin depoladığı karbonun bir bölümü onu yiyen, havaya karbondioksit veren hayvanlarca kullanılır. Ölen bitki ve hayvanlar mikroorganizmalar ve toprakta bulunan diğer katalizörler tarafından parçalanır ve dokularındaki karbon oksitlenerek karbondioksit halinde atmosfere döner.

Nitrojen döngüsü atmosferde bulunan nitrojenin bazı bakteriler ve mavi-yeşil su yosunları aracılığıyla bağlanmasıyla başlar. Güneş ışığı, şimşek ve yıldırım, kimyasal bazı olaylar gibi fiziksel ve kimyasal yollarla da bir kısım nitrojen bağlanırsa da en etkili yöntem biyolojik mekanizmalarla olandır. Diğer bakteri, mantar ve su yosunları da nitrojen bağlanmasında önemli rol oynamaktadırlar. Esas olarak atmosferdeki nitrojen nitratlara çevrilir ve alınan bu bileşik bitkisel proteinlere dönüştürülür. Bitki öldüğünde bitki proteini parçalanır nitrojen ve amonyak salgılanır, bakterisel oksitleyici etki ile nitritlere dönüşür, daha ileri bakteriyel etki sonucu daha ileri derecede indirgenerek atmosfere nitrojen olarak salınır. Hayvanlar tarafından yenilen bitkisel proteinler aminoasitlerine parçalanarak hayvansal proteinlerin sentezinde kullanılır. Ölü hayvanların parçalanması, dışkı ve idrarın bozunumu sonucu protein amonyağa dönüşür. Amonyak tekrar bakteri etkisi ile nitrit aşamasına ve daha ileri bozunumla da atmosferik nitrojene dönüşür.

Fosfor döngüsünde de element aynı evrelerden geçer ve daha sonra kemik ve dişlerde bağlanır. Tarım ürünleri için temel fosfor kaynakları; fosfat kayaları, canlı ve ölü organizmalardır.

Enerji zinciri besin ağı olarak tanımlanabilir. Besin ağı veya zinciri bir canlının daha küçük canlıları yemesi ve daha büyük canlılarca yenmesinden ibarettir. Mikroskobik bitkiler ve hayvanlar küçük hayvan ve balıklarca yenir, bunlar da daha sonra daha büyük canlılar ve insanların besinlerini oluşturur. Besin zincirinin en önemli etkisi biyomagnifikasyonla ortaya çıkmaktadır. Sudaki kirletici öğeler yaşamın alt biçimlerinde yoğunlaşmakta giderek zincir içerisinde bu yoğunlaşma artabilmektedir. İçme suyunda insanın alabileceği civa miktarının 0,01 mikrogramı aşmaması gerekirken, civayı konsantre etme özelliğine sahip bir balığın yenmesi durumunda 30-50 mikrogram civa alınabilmektedir.

Enerji döngüsünün esasının burada incelenmesi yararlı olacaktır. Güneş enerjisi yerküre tarafından soğurulur ve daha sonra uzaya yeniden yayılır. Atmosfer ve okyanusların etkisine bağlı olarak ısı bütün yerkürede dağılmaktadır. Işık, rüzgar, sıcaklık, nem gibi etkenlere bağlı olarak 24 saat içerisinde günlük değişimler de olabilmektedir (diurnal değişim). Bazı

yerleşimlerde yeryüzü şekilleri ve esen rüzgarlara bağlı olarak sıcaklık özellikleri değişim gösterebilmektedir. Ancak toplam sıcaklık değişimi lokal özelliklerden fazla etkilenmemektedir.

Atmosferdeki güneş enerjisinin toplam olarak %30 u yerküre yüzeyi ve bulutlar nedeniyle geri yansır. Gelen radyasyonun %50 kadarı okyanus ve toprak tarafından soğurulur. Yüzeyin bir enerjiyi alabilme özelliği ısının dağıtabileceği üst tabakaların kalınlığınca belirlenmektedir. Okyanuslarda yüzeyel dalgalar 90 metrelik hava tabakasındaki sıcaklığı etkili biçimde dağıtmaktadır. Toprakta sıcaklığın yayılması moleküler sıcaklık iletimiyle olmakta ve yavaş bir süreç olarak gelişmektedir. Penetrasyon mesafesi çok azdır. Gelen solar radyasyonun %20 kadarı absorbe olurken geri kalanı atmosfere dönmektedir. Üst atmosfer tabakalarında oksijen ve ozon molekülleri gelen radyasyonun %1-3 ünü absorbe etmektedir. Bu soğurma ultraviyole ışınlarında olmaktadır. Bu nedenle penetre olabilecek radyasyonu 300 nanometrenin üzerindekiyle sınırlandırmaktadır. Bu absorbsiyon çok büyük önem taşımaktadır çünkü üst atmosferde havanın hareketini sağlayan ana enerji kaynağını oluşturmaktadır. Bu soğurma ultraviyole ışınlarının olumsuz etkilerinden korunmayı da kolaylaştırmaktadır. Geri kalan %20 nin büyük çoğunluğu bulutlardaki su buharı, toz ve su damlacıklarınca soğurulmaktadır. Geri kalan enerji ise tüm canlı sistemlerce kullanılan enerjidir ve fotosentezle bağlanmaktadır. Enerjinin bir bölümü milyonlarca yıl süresince sıkışma etkisi altında kalmış olan bitki ve hayvanlarda depolanmıştır, bunlar genel olarak fosil yakıtlar olarak adlandırılmaktadır.

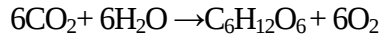
Yeryüzündeki bir organik maddedeki toplam enerji miktarı biyokütle olarak adlandırılmaktadır. Bu bütün canlıları ve tüm canlı ürünlerini kapsamaktadır. Biyokütle yeryüzünün birim alanı başına düşen miktar olarak tanımlanır. Genel olarak g/m^2 veya metrik ton/hektar olarak verilmektedir.(1,3,51) Biyokütle biyolojik üretim (büyüme) ile artmaktadır. Zamana bağlı olarak biyokütledeki artıma net üretim denmektedir. Biyolojik üretim yararlı enerjinin yakalanması ve enerjinin depolandığı organik maddelerin üretilmesidir. Üretimin üç ölçütü bulunmaktadır:

1. Biyokütle
2. Depolanan enerji
3. Depolanan karbon

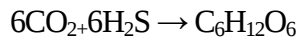
İki farklı biyolojik üretim bulunmaktadır: Bazı canlılar kendi organik maddelerini enerji kaynağından ve inorganik maddelerden yapmaktadır.

Bunlar ototrof canlılardır. Kendi beslek ya da kendi besinlerini yapabilen canlılardır. Diğer bütün canlılar varlıklarını sürdürebilmek için onlara bağımlıdır. Bunlar ağaçlar, su yosunları gibi klorofilli bitkilerdir. Ototrof ya da kendi beslek canlıların yaptığı üretime primer üretim denmektedir. Bir çok ototrof canlı fotosentez yoluyla güneş ışığı, karbondioksit ve su kullanarak şekerleri yapabilmektedir.

Fotosentez :



Kemosentez:



Ototroflar için net Üretim

$$\text{NPP} = \text{GPP} - R_a$$

Burada NPP : Net birincil üretim, GPP gayrisafi birincil üretim ve ototrofların solunumudur.

Kendi besinlerini yapamayanlar için ise bu formül:

$$\text{NSP} = \text{B}_2 - \text{B}_1$$

Burada NSP net ikincil üretimdir. B₂, 2. aşamada biyokütle, B₁ ise bir aşamadaki biyokütledir. Biyokütlerdeki değişim canlı ağırlığındaki artım, yemidoğan ve göçedenlerin katılması, dışa göç ve ölüme bağlı olarak meydana gelen kayıpların çıkartılmasıdır.

Solunumla enerjinin biyolojik kullanımı basit olarak şöyle ifade edilebilmektedir:



Bazı ototrof canlılar inorganik kükürttten enerji elde edebilmektedir. Bu bakterilere kemototrof denmektedir. Bunlar derin okyanus çukurlarında bulunmuşlardır. Aynı zamanda oksijen bulunmayan bazı bataklık bölgelerinde rastlanmıştır.

Kendi besinlerini inorganik materyalden yapamayan canlılara adrıbeslek, heterotrof denmektedir. İnsanlar dahil bütün hayvanlar bu gruba girer. Heterotroflarca yapılan üretime ikincil üretim denmektedir. Çünkü ototrof canlıların üretimine bağlıdır. Burda ki bağımlılık besin ağını oluşturur.

Canlı organik maddeyi aldıktan sonra enerji kullanarak bundan yeni organik maddeler yapabilmektedir. Bu dönüştürme gerek kendi beslek gerekse adrıbesleklerde solunum yoluyla olmaktadır. Solunumla organik bileşikler oksijenle bağlanmakta, karbondioksit ve su oluşturmaktadır. Bu organik maddelerin yanmasına benzer. Ancak enzimatik katalizasyonla çok daha düşük ısı değerlerinde gerçekleştirilmektedir. Solunum bu anlamda iş için gerekli enerjinin salınması amacıyla oksijenin kullanılmasıdır. Solunumla ortama dönen karbondioksit fotosentezle alınarak tekrar döngüye sokulur.

Biyokütlenin oluşumu ve bunun ototroflarca enerji kaynağı olarak kullanılmasının üç evresi vardır:

1. Organizma vücutta organik maddeyi oluşturur.
2. Yeni organik maddeyi solunumda yakıt olarak kullanır.
3. Yeni oluşturulan organik maddenin bir bölümü gelecekte kullanılmak üzere depolanır.

İlk aşama gayri safi üretimdir.

Net üretim:

Net üretim = Gayrisafi üretim - solunum
formülüyle gösterilebilir.

Bu temel üretim ilişkisinin formülüdür.

Tablo 1. Biyokütle ve Üretimin temel birimleri

Habitat	Biyokütle	Üretim
Kütle birimi		
Toprak	g/cm ²	g/cm ² /gün, g/cm ² /yıl
	kg/ha	kg/ha/yıl
	t/ha	t/ha/yıl
Su	g/cm ³	g/cm ³ /gün
	kg/m ³	kg/m ³ /yıl
Enerji birimi		
Toprak	kcal/cm ²	kcal/cm ² /gün
kcal/ha/yıl	kcal/ha/yıl	
KJ/cm ²	kJ/cm ² /gün	
KJ/cm ²	kJ/cm ² /gün	
KJ/ha/yıl	kJ/ha/yıl	
Su	kcal/m ³	kcal/m ³ /yıl
	kJ/m ³	kJ/m ³ /yıl

Çoğu kez enerji bizim için görünür değildir. Ancak infrared filmler kullanarak sıcak ve soğuk cisimler arasındaki farkı ve yaşamı etkilemekte olan enerji olgularını belirleyebiliriz. Enerjinin ekosistemde hareketine enerji akımı denmektedir. Bütün yaşam biçimleri enerji gerektirir. Bizim kilomuz da aldığımız enerji ile harcadığımız arasındaki ilişkinin sonucudur. Enerji kullanımımız, kilo alıp almamamız da fizik yasaları ile ilişkilidir. Bu sadece kişiler için değil popülasyonlar, komüniteler, ekosistemler ve biyosfer için de doğrudur.(51,52)

BÖLÜM 2 ENERJİ VE İNSAN

İnsanlar da diğer canlılar gibi biyolojik enerji kaynakları aracılığıyla aldıkları besinleri yapı taşları haline çevirmekte ,ya da aldıkları besinlerde depolanmış olan enerjiyi özel moleküllerde kullanılabilir hale çevirmekte, gerektiğinde biyolojik süreçlerde kullanmaktadır. Yüksek enerjili fosfat bileşiklerinde depolanan enerji biyolojik süreçlerin hepsi için vazgeçilmez temel ögeyi oluşturmaktadır.

İnsanoğlunun uygarlığın nimetlerinden yararlanabilmesini sağlayan temel öge de enerjidir. Teknoloji ilerledikçe enerjiye daha da bağımlı hale gelmektedir.Petrol,kömür vb. başkalaşıma uğramış bitkisel artıklardır ve bunlardaki enerji kullanılarak binalar ısıtılmakta, otomobiller çalıştırılmakta gereğinde elektrik enerjisi elde edilmektedir. Ancak fosil yakıt kaynakları sınırlıdır. Üstelik fosil yakıtların yanmalarına bağlı olarak önemli çevre sorunları ortaya çıkmaktadır.

Gelecek yirmi yıl içerisinde insan nüfusunun % 50 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Bu insanların beslenmesi için gerekli besin kaynakları çok önemlidir ve açlığın önlenilebilmesi için yeni yiyecek türlerinin bulunması gerekmektedir.

Yakın gelecek için yeterli fosil yakıt bulunmaktadır. Fosil yakıtlar yandığında önemli çevre kirliliği nedeni olur. Giderek fosil yakıt kaynakları tükenmektedir. Enerji kaynağı olarak kullanılabilecek yeni bitki türlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Soya fasülyesi buna örnek verilebilir. Günümüzde bu oldukça pahalı bir kaynaktır.

1973 petrol ambargosu enerji probleminin gündeme gelmesinde en önemli etkenlerden birisi olmuştur. Ülkelerin bir bölümü giderek daha büyük oranda fosil yakıt tüketir duruma gelmiş tir. Enerji kaynaklarının korunması ve yeni enerji türlerinin geliştirilmesi giderek daha büyük oranda önem kazanmaktadır.

Varolan nükleer enerji kaynakları özellikle nükleer santral kazaları ve radyoaktif atıkların zararsız hale getirilmesi sorunları nedeniyle tartışılmaktadır. Terörist grupların Özellikle nükleer fizyon atıklarını ele geçirme çabaları önemli bir potansiyel tehlike olarak görülmektedir.

Jeotermal enerji yerküre sıcaklığından yararlanma imkanı vermektedir. Jeotermal enerji kuru buhar, sıcak buhar ve sıcak su gibi kaynakları kap-

samaktadır. Ancak maliyet faktörleri nedeniyle sadece kuru buhar elektrik enerjisi eldesinde kullanılabilir.

Güneş enerjisi ekonomik ve teknolojik olarak verimli ve maliyeti göze alınabilir bir enerjidir. İki binli yılların ilk 25 senesinin sonlarına doğru güneş enerjisi daha büyük oranda kullanılabilir hale gelebilir. Isıtma, soğutma, tarımsal ve endüstriyel işlemlerde güneş enerjisinin kullanımına yönelik araştırmalar giderek artmaktadır. Rüzgar gücünden, güneş pillerinden, solar termal elektrik sistemleri ve okyanus termal enerji konversiyonu yöntemlerinden elektrik enerjisi elde edilmesine yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Bu sistemler teorik esasları bakımından çok iyi anlaşılmış durumda olmakla birlikte hala ekonomik yeterlilik kazanmamıştır. Biyokütle-enerjisi organik materyallerin kullanılması esasına dayanmaktadır. Konversiyon işlemleriyle değişik enerji kaynakları elde edilmesi de mümkündür. II. Dünya Savaşında Fransa'nın akaryakıtının büyük oranı odundan elde edilen metanolden sağlanmaktaydı. 2000'li yıllarda biyokütle enerjisine dayanarak günlük 1, 5 milyon varil petrol eşdeğeri enerji elde edileceği tahmin edilmektedir. Bunun eldesindeki işlemler metan ve alkol eldesini sağlayan fermentasyon, buradan kimyasal yöntemle metanol eldesi organik atık maddelerin pirolizle düşük Btu (British thermal unit) değerine sahip organik atık maddelere çevrilmesidir.

Kömür önemli enerji kaynaklarından birisi olma özelliğini sürdürmektedir. En önemli sorunlardan birisi yapısındaki kirleticiler özellikle kükürt oluşturmaktadır. Kükürt yeni teknolojiyle azaltılmaya çalışılmaktadır. Doğrudan kömürün yakılmasına bağlı olarak oluşan partiküllerde kükürt miktarının azaltılması ve domestik yaşamla ilgili olarak kömür tüketiminin azaltılmasına yönelik çabalar artmıştır. Kömür gazifikasyon ve kömür likidifikasyonuna yönelik çabalar artmıştır. Kükürt dioksitin kömürden ayrılmasını sağlayan teknolojiler geliştirilmiştir. Özellikle kömür parçacıklarının 8 milimetreden küçük kireçtaşı parçacıkları ile enjeksiyonu, yanmayan kireçtaşı parçacıklarının kükürtdioksiti tutması esasına dayanmaktadır.

Kömür dünyadaki en yaygın fosil yakıttır. Kömür işçileri kömür tozlarının etkilenimi altında kalmaları nedeniyle siyah akciğer hastalığı, silikoz ve amfizem dahil pnömokonyoz hastalıkları ortaya çıkmaktadır. Fosil yakıt yan ürünleri arasında kömürün yanması ve distilasyonu ile oluşan katran ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar ortaya çıkmaktadır. Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) fosil yakıtlarda ve yan ürünlerinde bol miktarda bulunmaktadır. Katran deri ve akciğer kanserine neden olur.

PAH karışımlarının etkisinde kalan insanlarda uzun süreli etkilenebilirliğe bağlı kanser gelişmektedir.

Baca temizleyicilerinde skrotum kanseri ilk kez 1775 te Percival Polt tarafından tanımlanmıştır. Kömür emisyonları ile akciğer ve genitoüriner kanser mortalite bağlantıları giderek artan oranda yayımlanmaktadır. Creosote bağlı olarak insanda tümörojenite yayımlanmıştır. Creosote katran creosote ve katran yağından elde edilen ağaç koruyucuları için kullanılan generik bir isimdir. İleri derecede karmaşık sıvı ve katı aromatik hidrokarbon karışımını kapsamaktadır,

Kömür likefaksiyonu ve gazifikasyonunun başlangıç noktası bitüminöz kömürdür. Kömür yapısının parçalanması bir çok karsinojenik maddenin salınmasına neden olmaktadır. Bunlar arasında PAH lar, benzantrasen, chrysene ve benzopren sayılabilir. Kömürün gazifikasyonunda kömür 900 santigrad derece ve üzerindeki sıcaklıkta su buharı ve oksijene maruz bırakılmaktadır. Bu durumda hidrokarbon yapı büyük oranda bozulmakta ve karsinojenik bileşikler büyük oranda azalmaktadır. Ancak bu sıcaklık değerlerinde karbonmonoksit'e bağlı zararlar artmakta, hidrojen sülfür ve karbon hidrojen bileşiklerinin çevreye yayılması riski söz konusu olmaktadır. (1,2, 3)

Kömürün likefaksiyonu 450-500 santigrad derecelerde sağlanmaktadır. Başlangıç konversiyon reaksiyonunda kömüre hidrojen katmakta, değişik kondanse aromatik yapıda çok sayıda bileşik elde edilmektedir. Bunların büyük çoğunluğu karsinojeniktir. Karbon monoksit gibi toksik bileşiklerin oluşumu da söz konusudur.

Kömür şisti (oil shale) kerojen olarak bilinen organik materyal içeren sedimentar kayalardır. Kerojen kapsamı ton başına 5-80 galon petroldür, inert atmosfer koşullarında 350-550 santigrad derece sıcaklık etkisiyle petrol elde edilmektedir. Üründe petrol buharı, hidrokarbon gazlar ve karbonlu kalıntılar bulunmaktadır.

Petrol varili başına 1 ton ham ürün harcanmaktadır.

Ezme işlemi sırasında hacmi %50 artmaktadır. Bunun sonucunda içerisinde bulunan alkali metaller yer altı su kaynaklarına ulaşmaktadır.

Tozun önlenmesi ve alkajinitenin azaltılması için çok büyük hacimde su gerektirmektedir.

İşlenmesi sırasında nitrojen, oksijen ve kükürt içeren organik maddeler ortaya çıkmaktadır. Hidrokarbon, nitrojen sülfür, kükürt dioksit ve nitrojen oksit içeren atık gazlar meydana gelir.

Jeotermal enerjideki kirleticiler genellikle elde edildiği bölgeyle ilişkilidir. Jeotermal sıvıların içerisinde arsenik, bor, selenyum, kurşun, kadmiyum, florür, hidrojen sülfür, civa, amonyak, radon, karbon dioksit ve metan bulunabilmektedir.

Atık yönetimi Özellikle önemli bir çevre sağlığı sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Yüzeysel su kirliliği açısından atık su çok büyük önem taşımaktadır. Yüzeysel suların kirlenmesine ve tabak biçiminde çöküntülere neden olabilir, atık suların basınçla geri aynı jeolojik yapıya verilmesi sismik olaylara neden olabilir. Jeotermal enerjinin yarattığı bir diğer sorun da gürültüdür. Bazı bölgelerde gürültü düzeyi 120 desibel A'nın üzerine çıkabilmektedir.

Patlamalara bağlı kazalar ortaya çıkabilmektedir. Hava kaynaklı emisyon ve gürültü insan sağlığı açısından sakıncalı olabilir. Havadaki en önemli kirletici riski hidrojen sülfürdür. Hidrojen sülfür hacimsel olarak 1000 ppm'in üzerinde respiratuar paralizi ile birlikte kollapsa neden olan ileri derecede toksik bir gazdır. Volüm olarak 50-100 ppm değerlerinde ciddi göz zedelenmeleri ortaya çıkabilmektedir. İstenilmeyen bir kokusu vardır ve insan burnu çok düşük seviyelerde bile algılayabilir. (1)

Fotovoltaik güneş araçları etkili direkt enerji konversiyon araçlarıdır. Güneş ışınları bunun üzerine düştüğünde elektron oluşumunu sağlamakta ve elektrik akımı oluşturmaktadır. Bir çok uydunun enerji kaynağı olarak güneş enerjisi kullanılmaktadır. Başlıca sorunlar silikon pillerin yapımıyla ilgili evreler sırasındadır. Kullanılan diğer piller kadmiyum sülfür ve galyum arseniddir. Bunların üretimiyle ilgili önemli işçi sağlığı sorunları bulunmaktadır. Eğer gelecekte sattelit enerji santralleri gündeme gelecek olursa dünyaya düşecek olan mikrodalga demetlerinin biyozararları ile ilgili ayrıntılı bir araştırma yapılması gerekecektir.

Yakıt olarak kullanılan bitki ve hayvan atıklarına biyokütle denmektedir. Biyokütle yanma ürünleri, gazifikasyon kalıntıları, likefaksiyon işlemleriyle ilgili sağlık sorunları bulunmaktadır. Yakılmasına bağlı olarak yanmamış hidrokarbonlar, kükürt oksitler, ileri derecede toz seviyeleri önem taşımaktadır. Sızıntılara bağlı yüzeysel su kirlilikleri olabilmektedir. Evsel sobalarda yetersiz yanmaya bağlı olarak karbon monoksit ve yanmamış hidrokarbon salınımı yüksektir. Bunlar karsinojenler gibi fotokimyasal aktiviteye sahip maddeleri de kapsamaktadır. Biyogas sistemlerinden gaz sızıntısı önemli kirlenme nedeni olabilir. Bu sızıntılarda nitrojen oksitler, hidrojen siyanür, hidrokarbonlar, amonyak, karbon monoksit ve partiküllü maddeler sayılabilmektedir. İşleme suyunda ve çökeltilerde ise fenoller, iz elementler bulunmaktadır. Termokimyasal dekompozisyonu ile elde edilen katranda PAH bulunabilmektedir. Anaerobik bozunmaya bağlı olarak koku

hidrojen sülfür ve amonyak ortaya çıkabilmektedir. Atıkta biyolojik oksijen talebi çok yüksek organik materyaller, organik asitler ve mineral tuzlan bulunabilmektedir.

Nükleer santraller bol miktarda enerji sağlayabilecek bir potansiyel olarak görülmektedir. Uranyum madenlerinde çalışanlarda Radon 222 bozunumuna bağlı alfa ışınımı akciğer kanseri nedeni olarak ortaya çıkmaktadır, işlemler sırasında bol miktarda radon ve artım elementleri ortaya çıkabilmektedir. Daha sonra uranyum oksit uranyum hekzaflorüre çevrilir. Bu işlemler uranyum 235 kapsamının artımını sağlamaktadır. Daha sonra bu yakıt çubuklarının eldesinde kullanılır ve nükleer santral de enerji eldesi amacıyla kullanılır. Yakıt çubuklarının kullanımından sonra irradiye çubuklar reaktör soğutucusundan alınır kısa ömürlü fizyon ürünlerinin bozunumu için uzun süre bekletildikten sonra yeniden işlenir. Bütün nükleer reaktörler büyük atomları parçalayarak ısı yayılım esasına dayanmaktadır. Nükleer yakıt çekirdeğinin aşırı derecede ısıtılmasından ve kontrol edilemeyen bir kitle halinde erimesinden kaçınılması gerekmektedir. Bu durumda kabının duvarlarını eriterek radyoaktif materyalin yayılımına neden olabilir. Bunun bir yolu sürekli soğutucu bir maddenin dolaşımıyla korunmasıdır. Bu işlemde genellikle su kullanılmaktadır. Sıcaklığın nakli ile ilgili mekanik aşamaların tıkanmaması için bir çok yedekleme mekanizması bulunmaktadır. Ancak bu teknik erimeyi % 100 önleyen bir teknik değildir.

ABD de dört küçük modüler reaktör zinciri kurulmasıyla bu sorun çözülmeye çalışılmıştır. Burada kor ısısı erime ısısına hiç bir zaman ulaşmamaktadır. Yakıt sıcağa dayanıklılığı seramik küreler içerisine konulmakta ve inert helyum gazı ile soğutulmaktadır. Bütün sistem yer altına gömülmektedir. Başlıca sorun bunların daha az enerji sağlaması ve maliyetinin daha yüksek olmasıdır. Zamanla daha verimli hale gelebileceği düşünülmektedir.

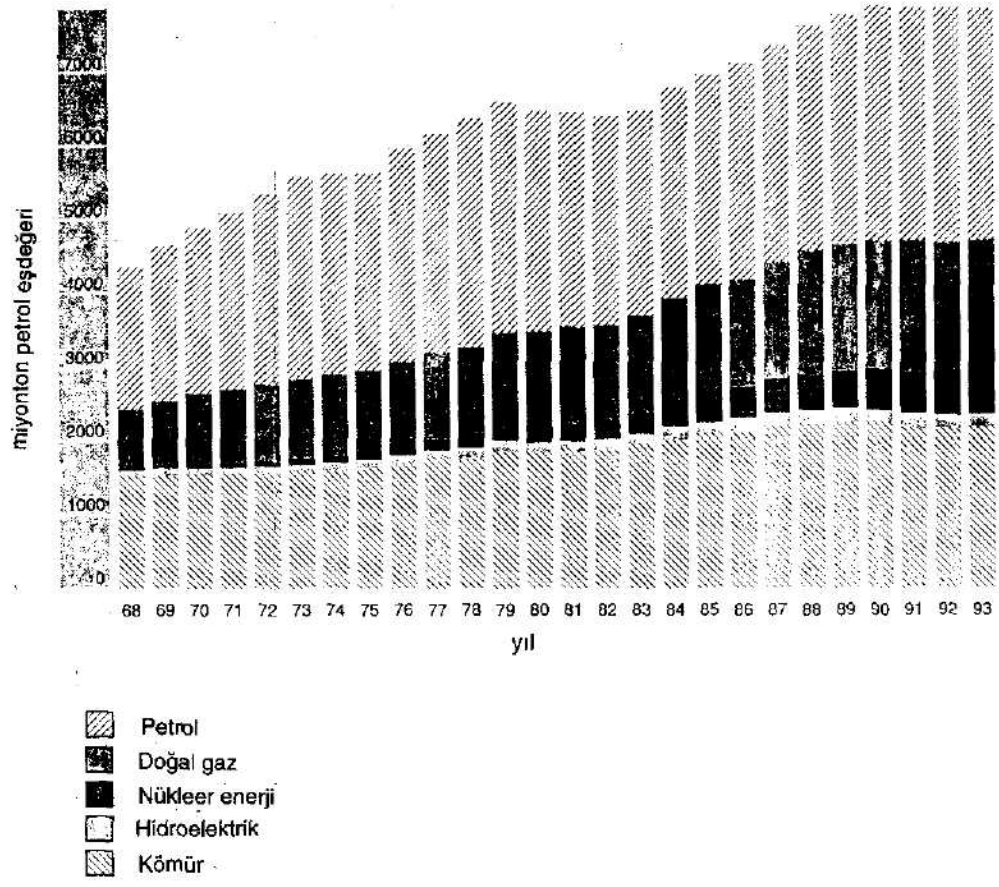
Enerji ile ilgili başlıca çevresel sorunlar fosil yakıtlarca salınan kirleticiler, fosil yakıtların alınması veya yayılması, sızıntısı ile doğal çevrenin ha-rabiyeti, fosil yakıtların fiyatlarının giderek artması sonucu ekonomi üzerindeki yükünün artması olarak sıralanabilir. Petrolün çıkartılması, taşınması, depolanması ile ilgili uygunsuz ve yetersiz önlemler çevrenin zarar görmesine neden olmaktadır. Doğal yaşam üzerinde büyük zararlara neden olmaktadır. Petrol fiyatlarındaki artım büyük ekonomik ve sosyal sorunların nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Üçüncü dünya ülkelerinde bu etki giderek daha ağır biçimde belirmektedir. Sağlık, estetik ve ekonomi ile ilgili sorunlar bütünüyle ilişkili sorunlardır ve kritik önem taşıyan bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir.

BÖLÜM 3

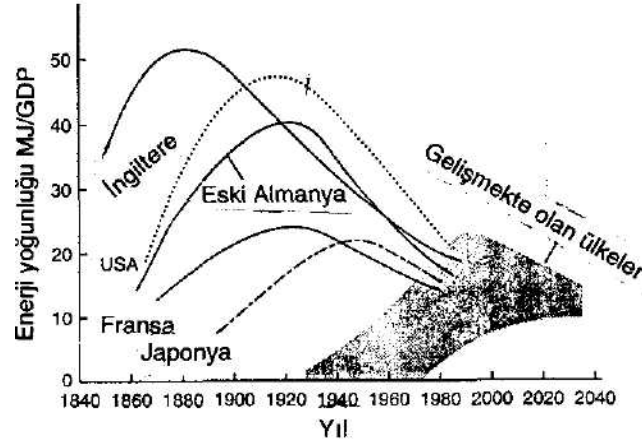
ENERJİ ÜRETİMİ

Enerjinin Dönüşümüyle ilgili bilime termodinamik denmektedir. İnsan-oğlunun enerji dönüşümüne yönelik teknolojik ilerlemesi yeryüzünün diğer sakinlerinin zararına sonuç vermektedir. Rüzgar enerjisinin yeldeğirmenlerine çevrilmesi ya da su enerjisinin kayıkların yüzdürülmesinde kullanımı belki de en az zarar verenidir. Ancak aynı su enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesine yönelik barajların önemli ekolojik etkileri bulunabilmektedir. Gelişen dünyada toplumların kalkınma ve ilerleme çabaları, buna bağlı refah payını yükseltme isteği giderek çevre maliyeti yüksek enerji elde çabalarının yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Termodinamiğin birinci yasasına göre enerji yoktan varedilemez ve varolan enerji yokedilemez. Ancak bir biçimden diğerine dönüşebilir. Sık sık kullanılan enerji üretimi veya enerji tüketimi esasında söz konusu yasanın ışığında doğru terimler değildir. Eğer sonuçta evrenin toplam entropisi artacak olursa enerji biçimleri birbirine dönüşecektir. Enerji tüketimi bu anlamda potansiyel enerjinin daha yararlı biçime dönüştürülmesi anlamına gelmektedir. Birincil enerji tüketimi doğadaki bulunan bir biçimden çevrilen enerji miktarına karşılık gelmektedir. Elektrik enerjisi elde etmek amacıyla kömürün yakılması birincil enerji tüketimi biçimlerindendir. (Şekil 1)

1968 den 1993 kadar toplam enerji tüketimi $4,5 \times 10^{12}$ den $7,8 \times 10^{12}$ ye çıkmıştır. Toplam %70 oranında bir artım söz konusudur. Enerji yoğunluğu veya enerji şiddeti enerji kullanımının etkinliğinin ölçütüdür (energy intensity). Birim gayrisafi yerli üretim başına (GDP, Gross domestic product) tüketilen enerji miktarıdır. Ülkenin endüstrileşme düzeyi arttıkça enerji gereksinimine artım GNP nin üzerinde olmaktadır. Bu nedenle enerji yoğunluğunda artım olmaktadır. Endüstrileşme sırasında ekonomik gelişme enerji yoğun ağır endüstri ve alt yapı gelişmesine bağlıdır. Endüstrileşme sağlandıktan sonra ülkenin enerji yoğunluğu düşer. Bu süreç sırasında ulaşılan maksimum enerji yoğunluğu ülkeden ülkeye değişmektedir. Giderek gelişen teknolojiye bağlı olarak enerjinin daha verimli kullanımına bağlı olarak maksimum değerde azalma eğilimi vardır. (Şekil 2)



Şekil 1: Birincil enerji tüketimi (BP Statistical Review of World Energy, 1994, (Andrew and Jackson)(53)



Şekil 2: Enerji yoğunluğundaki değişim (Andrew and Jackson'den, Reddy and Goldemberg 1990) (53)

Eğer gelişmiş ülkelerle endüstrileşmiş ülkeler arasında yeterli teknoloji transferi sağlanabilecek olursa gelişmekte olan ülkelerin endüstrileşme süreci daha düşük yoğunlukta enerji ile sağlanabilecektir.

Enerji tüketiminin coğrafik dağılımı üniform olmaktan uzaktır. Büyük çoğunluğu OECD ülkeleri olan endüstrileşmiş ülkeler gelişmekte olan ülkelere göre çok daha büyük oranda enerji tüketmektedir. 1973 te OECD ülkeleri toplam primer enerji kaynaklarının %63 ünü kullanırken 1989 yılında bu %51 e düşmüştür ve bu eğilim giderek azalma yönündedir.

Başlıca primer enerji kaynakları:

1. Kömür
2. Petrol
3. Gaz
4. Nükleer yakıtlar
5. Su gücüdür.

Günümüzde petrol en çok tüketilen enerji kaynağı olma özelliğini sürdürmektedir. 1980 yılında primer enerji tüketiminin %45 ini oluşturmaktadır. 1990 yılında bu rakam %40 a düşmüştür. 1980 den 1989 a kadar dünyanın nükleer enerji ile karşılanan gereksinimi %2,5 tan 5 e çıkarak ikiye katlanmıştır.

BÖLÜM 4

TÜRKİYE'NİN ENERJİ POLİTİKASI

Türkiye'nin enerji üretiminde kullandığı temel yakıtlar, hidrolik kaynaklar ve linyit kömürüdür. Ancak, son yıllarda ithal doğal gaz da enerji üretiminde fuel oilin yerini alarak gittikçe artan önemde bir rol oynamaya başlamıştır. Doğal gaza olan bu yönelim , ekonominin gerekleri, çevre ile ilgili endişeler ve hükümetlerin enerji politikalarının sonucudur.

Yerli su ve kömür kaynaklarına dayalı enerji santrallerinin dikkate alınması gereken ekonomik ve çevresel maliyetleri vardır.

Enerji üretiminden sorumlu kuruluşun (TEK) çevreyi olumsuz yönde etkilemeden, güvenilir ve ucuz enerji temin etmekle yükümlüdür. Kömür kullanan enerji santrallerinde oluşan emisyonların kontrolü, gaz temizleyiciler ve diğer arıtma prosesleri için ekstra sermaye harcamaları yapılması gerekmektedir. Hidroelektrik santralleri ise büyük arazi gerektirmektedir ve çok güvenilir olmayan meteorolojik koşullara bağımlıdır.

Ülkemizin yıllık enerji üretim ve tüketimi Tablo 2 de verilmektedir.

Tablo. 2-Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketimi (106 KW saat)

Yıllar	1990	1991	1992
Brüt Üretim	57. 543	60. 246, 3	67. 342, 2
TEK üretimi	52. 854, 2	55. 460, 7	61. 533, 3
İç Gereksinme	3. 311, 4	3. 655, 2	4. 237, 3
Net üretim	54. 231, 6	56. 591, 1	63. 104, 9
İthalat	175, 5	759,4	188,8
Brüt tüketim	54. 407, 1	57. 350, 5	63. 293,7
Şebeke Kaybı	6. 680, 3	7. 561,2	8. 994, 8
İhracat	906,8	506,4	314, 2
Net Tüketim	46. 820	49. 282, 9	53. 984, 7
KW saat/kişi	835	860	921

KAYNAK: Türkiye İstatistik Yıllığı, 1993 (4)

Sanayileşmiş ülkelerde, kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi yılda 14. 000 Kw saat düzeyine kadar çıkmaktadır. Bu değer, AT ülkelerinde yılda 7. 000-8. 000 Kw saat arasında değişirken, ülkemizde 1. 000 kw saat sınırının altında kalmaktadır. 2000 yılına kadar planlanan tüm tesislerin gerçekleşmesi durumunda bile, ülkemizdeki elektrik tüketiminin gelişmiş ülkelere oranla çok daha düşük seviyelerde kalacağı görülmektedir.

4. 1. Kalkınma Planlarında Enerji ve Çevre Politikaları

Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1963-1967) (5)

I. B. Y. K. Planında ana ilke olarak, enerji kaynaklarının en uygun biçimde kullanılarak enerji üretim maliyetlerinin en aza indirilmesi benimsenmiş; enerji tüketiminin oldukça büyük bir oranını oluşturan ticari olmayan odun, tezek gibi kaynakların tüketiminin azaltılması ve enerji talebinin karşılanmasında birincil ticari enerji kaynaklarından mümkün olduğunca çok yararlanılması hedeflenmekte, yakıt ve enerji üretim fiyatlarının ayarlanması ile enerjinin teknik bakımdan en uygun yerde kullanımı ve ileri tekniklerin özendirilmesinin sağlanması öngörülerek, yüksek verimli araçların kullanımı yolu ile elektrik enerjisi tasarrufunun özendirileceği belirtilmektedir.

İkincil enerji kaynaklarından kok ve havagazının kentlerde halka ekonomik ve sağlıklı yakıt sağlanması amacıyla kullanılması; elektrik enerjisi üretiminde ise hidrolik kaynaktan daha çok yararlanılması; planın hedefleri arasında yer almaktadır.

Planda çevre sorunları ile doğrudan hüküm bulunmamakla birlikte aşağıdaki hususlar dikkat çekmektedir.

i. Konutların ısıtılmasında ve köylerde kullanılmak üzere ekonomik linyit sobalarının yapımının özendirilmesi,

ii. Kömür ve linyit sobalarını tutuşturmak için kullanılacak tutuşturucuların içine zift ve ucuz kimyasalların konacağı, böylece soba tutuşturmak için kullanılacak odun miktarının azaltılacağı düşünülmüş, hava kirliliği akıllara o zaman için gelmemiştir.

iii. Şehir ve kasabalardaki kalorifer kazanlarında kömür, linyit ve fuel-oilin uygun olarak yakalamamasından kaynaklanan sağlığa zararlı duman, toz, kurum vb. nin azaltılması ve hatta yok edilmesini sağlayacak yasal önlemlerin alınması.

İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1968-1972) (6)

Planda; hızla artan talebi karşılamak için petrol ürünlerinin daha fazla kullanılması gerekeceği; doğal gaz rezervlerinin aranmasına Önem verileceği, geniş üretim olanaklarına sahip komşu ülkelerden doğal gaz ithali üzerinde durulacağı; enerji kaynaklarının fiyatlarında yapılacak ayarlamaların genel enerji dengeleri çerçevesinde karara bağlanacağı; ülkenin kok kömürü talebinin iç piyasadan karşılanacağı öngörülmüştür.

Diğer taraftan, elektrik enerjisi talebinin karşılanmasında darboğaz yaratılmaması için, üretim, iletim ve dağıtım olanaklarının mevcut talep düzeyinin üzerinde olacak biçimde gerçekleştirilmesi, enterkonnekte şebekenin hızla geliştirilmesi hedeflenmekte ve enerji gereksiniminin karşılanmasında I. Plan döneminde olduğu gibi, önceliğin su kaynaklarının geliştirilmesine verileceği ve nükleer ve jeotermal enerji kaynaklarından yararlanma olanaklarının araştırılacağı belirtilmektedir,

II. Planda da çevre sorunlarıyla ilgili olarak ayrı bir bölüm bulunmamaktadır.

Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1973-1977) (7)

Planda; II. Plan dönemindeki duraklama nedeni ile talebin karşılanmasında dış enerji kaynaklarına olan bağımlılığın arttığı; kok kömürü üretiminin sanayinin ihtiyacını karşılamakta yeterli olduğu; havagazı üretim artışının sınırlı kaldığı, buna karışık petrol kaynaklı LPG ve fuel-oil üretiminin arttığı; ancak hidrolik enerji açısından hedeflenen artışın sağlanamadığı; elektrik enerjisi iletim ve dağıtım tesislerindeki fiziki hedeflerin gerçekleşmiş olmasına karşın üretim tesislerinin zamanında bitirilememesi sonucunda plan dönemi başında dikkate alınmayan dışa bağımlı kaynakları kullanan ve nisbeten kısa ömürlü yeni tesislerin ele alınmak zorunda kalındığı vurgulanmaktadır.

Ayrıca, sanayileşme ve yükselen yaşam düzeyinin gerektirdiği elektrik enerjisi ihtiyacının zamanında, kararlı ve güvenilir biçimde sağlanması için TEK Kanunu çerçevesinde çalışmaların hızlandırılması dış kaynaklara olan bağımlılığın azaltılması ve tek dış kaynağa bağlı kalınmaması ilkelerinin gözönünde bulundurulması; nükleer teknolojiye geçişin sağlanması ve nükleer enerjinin uzun dönemde planlanması ve merkezi köylere öncelik tanınarak, köylerin elektrifikasyon çalışmalarının hızlandırılması da planda benimsenen ilkelere dendir.

Diğer taraftan, kaynakların rasyonel kullanımına olanak vermek için yapılan ve öncelikle öz kaynaklardan yararlanılması;hidrolik aleyhine bozulan termik/hidrolik dengenin düzeltilmesi;enerjinin devamlılığı, güvenilirliği ve ucuzluğunun sağlanması ilkelerini esas alan ve 15 yıllık bir döne-mi kapsayan bir ana plan hazırlandığı da planda belirtilmektedir.

İlk defa bu planda ayrı bir bölüm olarak ele alınan çevre sorunlarında ise; Türkiye'deki çevre sorunlarının nedeni olarak doğal kaynakların gerekli biçimde ve yeterince kullanılmaması, gelir ve eğitim yetersizliği gösterilmekte, gelişmiş ülkelerdeki çevre sorunlarına da değinmektedir.

Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1978-1983) (8)

Planda, Türkiye'nin birincil enerji kaynaklarının bilinen rezervlerine göre linyit kömürü ve hidrolik kaynakların en önemli enerji kaynağı olduğu;ancak bu kaynakların bilinen rezervlerinden II. Plan döneminde yeterince yararlanılmadığı; rezervlerin araştırılmasında yeterli gelişme sağlanamadığı;yurt içi üretim talebinin istenen düzeyde karşılanmadığı ve tüketimin baskı altında tutulduğu belirtilmekte; ülkenin hızla artan petrol ihtiyacına rağmen yerli üretimde artış sağlanamamış olması ve petrol fiyatlarındaki artışlardan dolayı ham petrol alımının büyük çapta sorun yarattığı belirtilmektedir.

Enerji talebinin yurt İçi kaynaklardan karşılanması; rezervlerin ekonomik olarak işletilmesi; elektrik üretimi ve ısınma-ısıtma için stratejik Önem taşıyan linyit yataklarının kamu eliyle işletilmesi; enerji üretimi, iletimi ve dağıtımında kullanılan tüm yatırım mallarının yurt içinde üretimine ve bu alanda imalat sanayinin kurulmasına öncelik tanınması;nükleer teknolojiye geçiş çabalarının yoğunlaştırılması;termik/hidrolik dengesinin hidrolik üretim kaynakları yönünde gelişmesine özen gösterilmesi;enerji tüketiminde tasarruf ilkesinin esas alınması belirtilmektedir.

Petrol darboğazı nedeniyle Türkiye'de enerji açığının kapatılmasında en büyük katkının linyitten geleceğine, bu nedenle plan döneminde linyit üretiminde büyük atılım yapılmasının hedeflendiği de belirtilmektedir.

Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1984-1989) (9)

IV. Beş Yıllık Kalkınma Planında enerji üretiminin her aşamasında yerli üretim hedeflenirken, V. Planda, özel sektör ve yabancı sermaye girişimlerinin destekleneceği belirtilmektedir. Ayrıca, enerji ve elektrik taleplerinin

yeterli ve güvenilir bir biçimde zamanında karşılanabilmesi amacıyla, enerji amaçlı yatırımlara ağırlık vermeye devam edileceği, enerji hammaddelerinin aranması ve üretiminde , kamu dışı kaynaklardan yararlanılması ve bu konuda özel sektör ve yabancı sermaye girişiminin destekleneceği de belirtilmektedir.

Diğer taraftan, enerji üretiminde, ekonomik olmak kaydıyla yerli kaynak kullanımına ve ithal kaynaklı ucuz birincil enerji kaynaklarına önem verilmesi, elektrik enerjisi üretimi için kısa dönemde düşük kalorili linyitlere dayalı termik santrallara, uzun dönemde hidrolik kaynaklara ağırlık verilmesi;ithal yakıtlı santrallar kurulmasının etüd edilmesi; doğal gaz arama değerlendirme ve komşu ülkelerden doğal gaz temini projelerinin gerçekleştirilmesine çalışılması;petrol arama ve üretiminde özel sektör ve dış kaynaklara ağırlık verilmesi, yeni ve yenilenebilir kaynaklardan kısa sürede yararlanmak üzere gerekli girişimlerin desteklenmesi; enerji tasarruf ve üretim verimliliğinin artırılmasına Önem verilmesi gibi hususlarda yer almaktadır.

Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (10,11)

Ekonomik olmak kaydıyla yerli ya da ithal tüm enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve yurt içi yurt dışı kamu ve özel yatırım ve finansman kesimlerinden ve olanaklarından yararlanılmasının amaç olarak belirlendiği planda;doğal gaz kullanımının planlı bir şekilde yaygınlaştırılması, başta hidrolik olmak üzere jeotermal ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha büyük oranda yararlanılması; üretimden tüketime kadar tüm aşamalarda enerji kaynaklarının uygun teknolojilerle, verimli şekilde kullanılması ve enerji tasarrufuna yönelik projelerin desteklenmesi;nükleer enerji teknolojisine giriş için çalışmalar yapılması benimsenmiştir.

Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (12)

Planda; birincil enerji ve elektrik tüketim değerlerinde son kırk yıllık önemli gelişmelerin sağlandığı, üretimde en Önemli gelişmelerin hidrolik enerji ve petrolde gözlendiği belirtilmekte; son dönemlerde sektörde büyüyen nüfusun ve gelişen ekonominin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olarak yapılması gereken yatırımlarda yetersiz kaldığı belirtilmektedir.

Ayrıca, planda; enerji sektöründe artan nüfusun ve gelişen ekonominin enerji ihtiyaçlarının sürekli ve kesintisiz bir şekilde ve mümkün olan en düşük maliyetlerle karşılanabilmesi temel amaç olarak benimsenmiştir.

Diğer taraftan; sektörde azalan doğal kaynaklar, artış göstermesi beklenen maliyetler ve büyüyen talep gözönüne alınarak, uzun dönemde güvenilir ve düşük maliyetli bir enerji arz sisteminin kurulması esas alınmış; enerji kaynaklarının üretimine dönük madencilik yatırımlarına ağırlık verilerek, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması ve nükleer teknolojinin kısa sürede transferi ve adaptasyonu üzerinde durulacağı vurgulanmıştır.

BÖLÜM 5.

ÜLKEMİZDE ENERJİ SAVURGANLIĞINI ÖNLEMeye YÖNELİK POLİTİKALAR

Enerji savurganlığının önlenilmesinde temel uygulama tüketici katılımıdır. Ancak yüksek bir kentlilik bilinci ve eğitim düzeyi olmaksızın bunu sağlamakta önemli güçlükler bulunmaktadır. İkinci adım tüketim oranında maliyetin artırılmasıdır. Üçüncü yöntem yasal ve idari düzenlemelerle zorunlu enerji tasarrufunu sağlayacak düzenlemelerin yapılmasıdır. Ülke mizde enerji tasarrufu ile ilgili çalışmalar 1962 yılından bu yana zaman zaman uygulanan ve gün ışığından en fazla yararlanmaya yönelik tedbirler ile başlamıştır. 1963'ten itibaren planlı dönemlere geçildiğinde 5 Yıllık Kalkınma Planlarında enerji savurganlığını önlemeye yönelik tedbirler öngörölmüşse de istenilen düzeye çıkartılamamıştır.

1972 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nca 'Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlanması ve Şehirlerde Isıtma Tesislerinin Sebep Olduğu Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Dair Yönetmelik" hazırlanmış ve yürürlüğe girmiştir. Binalarda çatı yalıtım ve kalorifer ateşçilerinin eğitimi gibi konuları içeren bu Yönetmelik 1973 petrol krizinden sonraki şartlarda dikkate alınarak ve yeni yeni binaları da içerecek şekilde 1977'de revize edilmiştir. (Bkz.Ek 1). Ancak bu yönetmelik İmar Yasası eki olarak çıkarılmadığından istenilen ölçüde uygulanamamıştır. Bazı bölümleri yeniden düzenlenen yönetmelik 30 Ekim 1981 tarihinde "Bazı Belediyelerin İmar Yönetmeliklerinde Değişiklik Yapılması ve Bu Yönetmeliklere Yeni Maddeler Eklenmesi Hakkında Yönetmelik" adı ile İmar Kanunu eki olarak yayınlanmıştır.

Diğer yandan elektrik enerjisinden tasarruf amacıyla sokak, vitrin vb. aydınlatmasının azaltılması , kamu kurum ve kuruluşlarında enerji tasarrufu uygulaması, yaz saati uygulaması gibi önlemlerin yanı sıra 1 Nisan 1977 den bu yana reaktif enerji tarifesinin uygulanmasına geçilmiştir. Bu uygulama ile tüketicinin alacağı bazı önlemlerle güç faktörlerinin yükselti-lerek reaktif enerji tüketiminin azaltılması ve bu şekilde mevcut sistemden daha aktif güç alınması sağlanabilmektedir.

Akaryakıt tüketiminde tasarruf tedbirlerini belirlemek amacıyla 1977'de Tasarruf Milli Komiteleri kurulmuş ve komitelerin belirlediği tedbirler Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca yayınlanan genelgelerle duyurul-muştur.

Başbakanlığın 9. 4. 1981 tarihli talimatı ile kamuoyunun enerji tasarrufu konusunda bilinçlendirilmesi amacıyla kamu kuruluşları, özel sektör ve üniversite temsilcilerinden oluşan ve başkanlığı ve koordinatörlüğü Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına verilmiş bulunan "Başbakanlık Enerji Koordinasyon Kurulu" kurulmuştur. Kurulun adı daha sonra "Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu" olarak değiştirilmiştir.

Bu kurulun faaliyetleri çerçevesinde her yıl Ocak ayının ikinci haftasında "Enerji Tasarrufu Haftası" düzenlenmekte ve çeşitli yayın organları vasıtasıyla halkın bilinçlendirilmesi çalışmalarına yardımcı olunmaktadır.

1981 yılından bu yana illerde valiliklere bağlı olarak Enerji Tasarrufu Birimi oluşturulmuştur. Bu birimlerce kendi illerinde gerçekleştirilen enerji tasarrufuna yönelik faaliyetler üçer aylık aralıklarla Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına gönderilmekte ve değerlendirilmeleri yapılmaktadır.

EİE idaresi ilk olarak UNIDO tarafından desteklenen bir proje ile Türk sanayiinde enerji tasarrufu çalışmalarına başlamıştır. 1980 yılında yürütülen bu çalışma sırasında sanayiin enerji yoğun 4 sektörü olan Demir ve Çelik (Karabük Demir Çelik Fabrikası), Cam(Türkiye Şişe ve Cam A. Ş. ye ait Çayırova ve Topkapı fabrikaları), Tekstil (Sümerbank Fabrikaları), Alüminyum (Seydişehir Alüminyum) sektörlerinde enerji tasarrufu önlemleri ile ilgili etüdleri yapmıştır.

Etüdler sonucunda fabrikalardaki tasarruf önlemleri atık ısının atık ısı kazanlarında ya da proses kademelerinde değerlendirilmesi, bileşik ısı-güç üretimi, mevcut kondensasyonlu buhar türbinlerinin karşı basınçlı tiplerle değiştirilmesi, yanma kontrolü izalasyon ve fabrikaların operasyonları ile ilgili işletme düzenlemeleri şeklinde ortak önlemler olarak belirlenmiştir.

Bu projenin tamamlanmasından sonra 1980 yılında Dünya Bankası ile imzalanan ancak 1983 yılında yürürlüğe giren "Sanayide Enerji Tasarrufu Projesi" 1984 yılında tamamlanmıştır. Bu proje kapsamında;

- Sıvı yakıt kullanan santral olarak TEK'in Ambarlı Termik Santrali,
- Şişe-Cam sektöründe Türkiye Şişe ve Cam Sanayii AŞ. ye ait Paşabah-çe, Çayırova, Topkapı, Anadolu, Teknik Cam ve Mersin Soda Fabrikaları,
- Demir-Çelik sektöründen, Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları,
- Kağıt sektöründe SEKA İzmit Fabrikaları,
- Tekstil sektöründe Sümerbank İzmir Basma Fabrikası ile SASA Suni Sentetik Elyaf Fabrikasında incelemeler yapılmıştır.

Bu sanayi kuruluşlarında yapılan çalışmalar sonucu belirlenen enerji tasarrufu tedbirleri de;

-Hiç yatırımsız veya çok az yatırımlarla hemen etkili olacak temel tedbirler ve işletme prosedürlerinin iyileştirilmesi,

-Orta çapta yatırımlarla kısa vadede etkili olacak küçük ekipman değişiklikleri,

-Uzun vadede daha fazla etkili olacak ve büyük yatırım gerektirecek ekipman iyileştirilmesi ve değiştirilmesi, gibi üç ana başlıkta özetlenmiştir.

BÖLÜM 6

ENERJİ SANTRALLARI

Hidroelektrik Santralları :

Akarsuların ve yüksekten düşen şelale vb. suların hidrolik enerjisinden elde edilen elektrik enerjisine hidroelektrik enerji diyoruz. Barajlarda belirli bir düzeyde tutulan su bırakılınca, menfezlerden geçerek hidroelektrik santralin su türbinlerine gelir. Barajdaki su düzeyi ile türbin düzeyi arasındaki yüksekliğe, düşü denir. Düşü arttıkça, üretilen güç; barajda biriken su arttıkça da, üretilecek toplam enerji artar.

Hidroelektrik santralları, eğimi ya da düşüşü iyi olan akarsuların kenarına ya da ırmakların göllere açıldığı yerlere kurulur. Barajın amacı, suyun birikmesini sağlamaktır. Bazı yerlerde, büyük bir alan sular altında bırakılmadan da hidroelektrik güç üretilir. Bu, sözgelimi, yüksek kayalarla çevrili derin vadilerde akan ırmaklarla sağlanabilir. Su türbinleri yavaş dönerler (100-300 devir/dakika gibi) ve çok kutuplu alternatörleri vardır. Hem ana yük için, hem en üst yük için üretim yapılabilir. Üretimi su miktarına bağlı olan hidroelektrik santrallar, mevsimlere göre değişiklik gösterebilir.

Hidroelektrik üretimi toplam elektrik üretiminin %20 si kadardır. Bu oldukça düşük ve sınırlı bir orandır. Santralların gücü, düzenlenen akarsuların debisine ve düşme yüksekliğine göre büyük farklılıklar gösterir. Üretkenlik güçleri de çok değişiktir. Barajlar, suyu biriktirerek yıllar arasındaki debi farklılıklarını tam olarak ortadan kaldırmayı amaçlamakla birlikte her zaman bu sağlamamaz. Yıllar arası veya mevsimsel debi farklılıkları, özellikle kurak bölgelerin yakınlarında olmak üzere eriyen kar ve buzullarla beslenen akarsulara oranla yağmur sularıyla beslenen akarsularda daha belirgindir. Buna karşılık barajlar, mevsimlik debi değişmelerini büyük ölçüde azaltır. Kapasiteleri çok farklı baraj gölleri de oluşturulmuştur. Bir hidrolik santralin yapım maliyeti oldukça yüksektir. Ancak aynı zamanda sulama talebinin giderilmesine de önemli katkılar sağladığından maliyet oldukça düşer.

ABD dünya üretiminin % 39'unu, Batı Avrupa % 27'sini, Doğu Bloku ülkeleri % 13'ünü ve özellikle Japonya olmak üzere Doğu Asya % 9'unu sağlar. Buna karşılık Güney Amerika'nın payı % 10, Kuzey Afrika ve Ortadoğu'nun her birinin payı % 2'dir. Birçok sanayi ülkesinde hidroelektriğin toplam elektrik üretimi içindeki payı gene de çok düşüktür: İngiltere'de %

2, Almanya'da % 5, ABD'de yaklaşık % 10, BDT'de, Avustralya ve Japonya'da bunun biraz üstündedir.

Kuzey-batı Avrupa'da sadece dağlık alanlarda (İskoçya) ya da akarsular üzerinde (Moselle, Main, Neckar) birkaç tesis vardır. BDT'de 160 TWsa üretilir. Bunun üçte biri Avrupa kesiminde (Leningrad bölgesi, Dinyeper, Orta Volga ve Kama), biraz daha fazlasıysa Doğu Sibirya'dadır (Angora, Yeni-sey). ABD'de, çoğu devlet ya da karma şirketler tarafından kurulan fabrikalarda yaklaşık 300 TWsa üretilir. Japonya'da, hidroelektriğin % 75'i, Honşu adasının ortasında orta büyüklükte barajların yanında kurulmuş birkaç küçük santralde üretilir. Hidroelektriğin payı, Akdeniz, Alp ya da Pirene ülkelerinde biraz daha fazladır.

Türkiye'de, ilk hidroelektrik santral (HES) olan Visera, 1929'da Trabzon'da işletmeye açıldı. Visera, yılda 3 milyon kWsa lık hidroelektrik enerjisi üretimiyle 20 yıl ülkenin tek hidroelektrik santral olarak kaldı. 1951-1956 arasında Dinar, Bünyan, Derme, Murgul, Defne-Harbiye, Girlevik, Denizli ve Durucasu hidroelektrik santrallarının devreye girmesiyle yıllık kapasite 83 milyon kWsa'a çıktı. 1956 da, yılda 400 milyon kWsa üretim kapasitesi olan Sarıyar HES ile 350 milyon kWsa kapasiteli Seyhan HES işletmeye açıldı. Bu santralları, yılda 400 milyon kWsa kapasite ile Hirfanlı HES izledi (1959). 1972'ye kadar başlıcaları Doğankent I, Kadıncık I, Kovada II olmak üzere irili ufaklı birçok hidroelektrik santral daha açıldı. 1972'de 562 milyon kWsa kapasite ile o güne kadar açılan santralların en güçlüsü olan Gökçekaya HES üretime katıldı. 1975'te Keban'ın hizmete açılmasıyla yıllık hidroelektrik enerjisi üretim kapasitesinde 6 milyar kWsa artış sağlandı. Keban'ı 1 milyar kWsa'yı aşkın kapasiteli Hasan Uğurlu ve Suat Uğurlu hidroelektrik santralları (1981) ile 569 milyon kWsa kapasiteli Aslantaş ve 1 620 milyon kWsa kapasiteli Oymapınar hidroelektrik santralları (1984) izledi. Böylece, Türkiye'de işletmeye açılmış 48 hidroelektrik santralından sağlanan yıllık elektrik enerjisi üretimi yılda toplam 14 milyar kWsa'yı buldu.

Bu hidroelektrik santrallarına ilaveten her yıl bir veya birkaç santral daha devreye girmektedir. Bunlardan en önemlisi kısaca GAP diye adlandırılan Güneydoğu Anadolu Projesi Kapsamında bulunan barajlar ve bunların içinde de Atatürk Hidroelektrik Santralıdır. Bu barajın kapasitesi 9 milyar KW sa.dır.

Tüm hidroelektrik santralların kullanılmasıyla birlikte geriye 60 milyar KW sa. hidrolik enerji potansiyelimizin bulunduğu hesaplanmaktadır.

Termik Santrallar :

Termik santrallar kömür, doğal gaz veya sıvı petrol ürünlerinin yakılması ile buhar üretilerek, buhar tribünlerinde yakıt enerjisinin elektriğe çevrildiği santrallardır.

Termik santralların doğayı kirletici özellikleri tartışmasız kabul edilmektedir. Bu gibi santrallar yaktıkları fosil yakıtlarla, çevreye yaydıkları kü-kürtdioksit ve büyük hacimli tozlar nedeniyle kirlerini hava, su, toprak ve diğer doğal kaynaklara saçarak, kirlenme ve bozulmaların yoğunlaştığı geniş alanlar oluştururlar.

Ülkemizde ve başka ülkelerde düşük kaliteli kömürleri elektrik enerjisine dönüştüren termik santrallarda çevreye belli başlı üç tür kirletici yayılır. Bunlar gaz atıklar, katı atıklar ve sıvı atıklardır. Bu atıklar ile termik santrallar hava kirliliğine, ısı kirlenmeye, su kirliliğine, toprak kirliliğine ve estetik bozulmaya yani görüntü kirliliğine neden olurlar (14).

Termik santralların hava kirliliğini artırıcı etkileri özellikle önem taşımaktadır. Termik santrallarda tüketilen linyitlerin düşük kaliteli, buna karşılık yüksek kükürt içermesi nedeniyle, santraldan çıkan gazlardan özellikle kükürtdioksit ve uçucu kül başlıca hava kirleticileridir. Bir büyük termik santral her gün 500 ton kadar kükürtlü artık çıkartmakta ve havaya da 50 ton toz yaymaktadır.

Termik santralların hava kirliliğine ilişkin çevresel etkisi kısaca;

a. Uçucu Kül (Tanecikler)

Uçucu küllerin bacalardan atmosfere yayılmasının gösterdiği çevre sorununu ile toz tutma cihazları çıkışlarında tutulan tozların oluşturduğu yığınlar, termik santralin yarattığı en önemli çevre sorunudur. En önemli sonuç eşya ve bitkiler üzerinde toz yığılmasının yanısıra, nem ve yağış etkisiyle sert bir kabuk oluşumuna yol açarak toprak ve malzemenin esas yapısını bozmakta, bitki ve insan dokularını tahrip ederek kalıcı sonuçlar yaratmaktadır.

Baca gazları içindeki uçucu küllerin çevreye yayılmalarını önlemek üzere, özellikle son yıllarda kurulmakta olan santrallarımız yüksek verim ile çalışan elektrofiltrelerle donatılmaktadır. Ancak, yüksek elektrik tüketimi nedeniyle sınırlı olarak çalıştırılmaktadır.

Bunların solunması, akciğerler üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle tehlikeli sayılmaktadır. Etkileri büyüklükleri ile orantılıdır. Daha çok bitki Örtüsü üzerindeki etkisi nedeniyle ön plana çıkmaktadır.

b. Karbonmonoksit ve Karbondioksit :

Bacadan yetersiz yanma durumunda karbonmonoksit atılabilmektedir. Zehirleyici bir gazdır. Karbondioksit ise tam yanma ürünüdür. Genellikle atmosferdeki sera etkisi açısından önem taşımaktadır.

c. Kükürtdioksit ve Azotoksitler :

Halen çalışmakta olan ve kurulmakta olan termik santrallerin planlama aşamasında, santrallerin tasarımında, santral teknik verileri ve santral sahasının bulunduğu bölgenin meteorolojik koşulları dikkate alınarak, baca gazlarının yayılımının sağlanması, böylelikle yer seviyesinde düşük kükürt oksitleri konsantrasyonuna ulaşmak hedeflenmiş bu şekilde seçilen baca yüksekliği, baca gazı çıkış hızı ve baca gazı sıcaklığı yer seviyesinde düşük kükürt oksitleri seviyesini sağlayacağı öngörülmüştü. Ancak, Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, yer seviyesi konsantrasyonları yerine baca gazı içindeki kükürt oksitleri değerini (emisyon) esas almaktadır. Bu durumda, bugün linyite dayalı tüm termik tüm termik santrallerimizde baca gazı içindeki kükürt oksitleri miktarı, yönetmelikte belirtilen limit değer olan 1000 mg/m³ ün üzerinde olduğundan, santrallarda emisyon azaltıcı etkilere ağırlık verilmelidir. Ancak emisyon esasından giderek alıcı ortam kavramına geçiş zorunludur. Belirli alıcı ortamların tarım alanı, yerleşim yerine yakınlığı vb. özellikleri esas alınarak alıcı ortamın etkilenme riski değerlendirilmelidir.

Kükürt oksitleri emisyonunun yönetmelikteki sınır değerine düşürülmesi için bacalardan çıkan gazın içerisindeki kükürtün alınması gerekmektedir. Buna desülfürizasyon denmektedir.

Kömür tüketen bir termik santraldan yayılan başlıca iki hava kirletici kükürtdioksit (SO₂) ve azotoksitlerdir (NO_x). SO₂ ve NO_x'in atmosferde kalma zamanı bir kaç gündür. Bu arada bu oksitler bir kaç kilometre uzaklığa taşınabilirler. Taşınma sırasında asit yağışı halinde yeryüzüne inebilirler. Atmosfere karışan SO₂ ve NO_x gazları havada su buharı ile birleşince sülfürikasit, sülfürozasit ve nitrikasit meydana getirmektedir (15).

Kükürtdioksit konsantrasyonunun fiziksel ve biyolojik çevre üzerindeki etkisinde en önemli oluşum asitleşme olayıdır. SO_2 'nin atmosferdeki başlıca kaderi, oksidasyonla SO_3 'e dönüşmesidir. Bu oksidasyon süreci katalitik veya fotokimyasal süreçle devam edebilir ve SO_3 derhal H_2O ile reaksiyona girerek sülfürik asiti oluşturur. Sülfürik asit su ile birleştiğinde sıvı sülfürik asit meydana gelir. Bu da, yoğunlaşmış asidin depolanmasına neden olur ya da şayet amonyak mevcutsa $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 'e dönüşür. Eğer sodyum klorür varsa Na_2SO_4 ve HCl oluşur. Kömür veya petrolün yakıldığı termik santrallerin deniz kıyısında işletilmesi halinde, sodyum klorürlü deniz sularının santraldan verilen dumanla teması sonucunda önemli miktarlarda hidroklorik asit meydana getirilebilir. (16) Asitleşme olayı özellikle deniz ekosistemlerinde, nemin fazlalığı nedeniyle önem kazanmaktadır. Asit depolanması ormanların ve sucul yaşamın tahribine yol açar. (17)

SO_2 'nin ormanlara, özellikle iğne yapraklılara etkisi konusunda çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Özellikle kızılcam, iğne yapraklı bir bitki olarak SO_2 ye karşı çok duyarlıdır. SO_2 bu bitkilerin yapraklarının stomalarından içeri girerek aside dönüşmekte ve sülfürik asit klorofil maddesiyle plazmayı yıpratmakta, özümleme organlarını öldürmektedir. Kükürtdioksitin bitkilere olan bu doğrudan etkisinden başka, yağışların ve bağıl nemin fazlalığı da, topraktaki asitleştirmeyi artırıcı, bazılarca fakirleştirici ve mikrobiyolojik aktiviteyi yok edici bir etkiye bulunarak, dolaylı olarak bitkilerin direncini azalmasına neden olmaktadır. Bunu sonucu olarak, sekonder zararlı çeşitli böcek ve mantarların üremesi için gerekli ortam oluşmaktadır. (18) Gaz tarafından zarar gören ağaçlarda özellikle kabuk böcekleri ve mantarlar önemli zararlar yapmakta ve bu ağaçlar üzerinde üreyen böcekler çevre ormanları yayılarak olumsuz etkilemektedir.

Bölgedeki insanlarda solunum ve dolaşım yetersizlikleri ile beliren hastalıklara yol açar, içindeki benzopiren benzeri maddeler nedeniyle solunum yollarına olumsuz etkileri olur. Yıllık ortalama konsantrasyonun 100 mikrogram /metreküpü aşması halinde, solunum yolları hastalıklarında artış görülür; günlük SO_2 konsantrasyonu 250-500 mikrogram /metreküp olduğu zaman akciğer hastalıkları olanların rahatsızlıkları artar; günlük konsantrasyonun 500 mikrogram/metreküpe ulaşmasıyla da hastahanelerdeki solunum yolu hastalarının sayısı artar ve ölüm olayları görülür.

-Akut artım dönemlerinde özellikle gözlerde ve ciltte etkilenme,solunum yollarında irritasyon nedeni olmaktadır. Akciğer fonksiyon testlerini olumsuz etkilemektedir.

-Evcil hayvanların verimi azalır, kara ve sulardaki yaban hayvanlarının soylarının tükenmesine neden olabilir.

-Ağaçların yeşil sürgünleri gelişimlerini tamamlayamayarak kurur, yaprakları dökülür, çiçek ve meyve vermezler, başta kızıl çam ormanları olmak üzere orman ağaçlarının büyük bölümü tahrip olmaktadır.

-Bitkilerde verimlilik azalır ve giderek yeşilliğini kaybedip kururlar .

-Asit yağışı toprağı fakirleştirir, zararlı böcek, mantar ve diğer asalakların üremesine yol açar,

-Ormanların azalması, toprağın çoraklaşması, erozyon nedeniyle toprak kaybına yol açar

-Yüzeyel su kütlelerinin asiditesinin artmasına bağlı olarak sucul yaşam olumsuz etkilenir. Başta balıklar olmak üzere su canlılarında biyosel bozukluklar ve dejenerasyon başlar. Üremeleri azalır. (19).

Baca gazlarında bulunan azot oksitleri yönünden linyite dayalı santrallerimizde bir sorun bulunmamaktadır. Linyit yakan santrallerimizde kül ergime sıcaklıklarının düşük olması nedeni ile yanma odası sıcaklıkları düşük tutulmaktadır.

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde Termik Santrallerin inceleme alanı baca yüksekliğinin 30 katı yarı çapında bir daire şeklinde tanımlanmakta ve bu alanın yıllık ortalama konsantrasyonların Uzun Vadeli Değeri'nin (UVD) 1, 5 katı geçmesi halinde, baca yüksekliğinin 50 katına çıkartılması gerektiği ifade edilmektedir. Yani baca yüksekliği 300 metre olan bir santralda inceleme alanı $300 \times 50 = 15.000$ metre, bu da 15 km. yarıçapında bir alana karşı gelmektedir. Termik santraller iç kısımlardakiler hariç büyük bir kısmı denize yakın yerlerde veya deniz kenarlarında kuruldukları için bu alanın büyük bir kısmı deniz içlerine rastlamaktadır.

Termik santrallerde meydana gelen hava kirliliklerini kontrol amacıyla üç temel uygulama önerilmektedir: Uygun yer seçimi, kaliteli yakıt kullanılması, yakma etkinliğinin artırılması ve bunu sağlayacak teknolojinin kullanılmasıdır. (20)

Termik santraller ayrıca su kirliliğine de yol açar. Termik santralin çok miktarda suya ihtiyacı vardır. Suyun bir kısmı buhar eldesinde, bir kısmı ise soğutmada kullanılır. Baca gazları ve uçucu külün asidik yağış ile yüzüne ıslak çökme ile çökmesi ile göl ve akarsular kirlenir, uçucu külün ve cürufun su ile sevinde su kirliliği meydana gelir. Arıtma tesisinde atıklar su kirlenmesine yol açar. İşletme ve çevresindeki evlerin atıkları su kirlenmesine yol açar.

Kömür yakıtlı termik santrallerdeki sıvı deşarjlar şu şekilde belirtilebilir.

-Su ön arıtma sistemlerinden koagilasyon, sonucu oluşan askıdaki maddeler, kireç sütüyle muamele sonucu açığa çıkan kalsiyum karbonatlar demir ve alüminyum sülfatlar ve klorid atıkları,

-Demineralizasyon tesislerinde ve CPP (Condensate Polishing Plant) tesislerinde oluşan esas olarak asidik ya da alkali atık sular,

-Fuel-oilin depolandığı tankların bulunduğu alanlardan, kazan türbin dairesinden Özellikle yağ içeren atıklar,

-Soğutma suları

. Eğer tesis deniz suyu kullanıyorsa, atık denize deşarj edilen ısınmış soğutma suyudur.

. Eğer tesiste soğutma kuleleri varsa atık püskürtme suyudur.

-Kül uzaklaştırma tesislerinde ortaya çıkan askıda katı madde ve tuz içeriği yüksek olan atıklar,

-Kazanların kimyasal olarak temizlenmesi sonucu çıkan deterjan, asit, İnbitör, alkalın maddeler içeren atıklar,

-Desülfürizasyon tesislerinden gelen atıklar,

-Evsel atıklar,

Santrallerde sıvı atıkların arıtılması için aşağıdaki önlemler gerekmektedir:

1.Su demineralizasyon tesislerinden ve CPP tesislerinden gelen atıklar nötralizasyon tanklarında nötralize edilir.

2.Ön arıtma sistemlerindeki çöktürücülerdeki çamur, çamur toplama havuzlarına oradan da çamuru konsantre hale getirmek için yoğunlaştırıcıya gönderilir. Daha sonra da konsantre çamur özel araçlarla ile kül boşaltma alanına nakledilir.

3.Kül uzaklaştırma tesislerinden gelen atıklar kül-su arıtma tesislerin de sırasıyla kum tutucu, çöktürme ve nötralizasyon havuzlarına gönderilir. Kum, askıdaki maddeleri tutulan ve nötralize edilen su eğer gerekli görülürse kül ve cüruf dökülen alana külü nemlendirmek için gönderilir. Bu sistemlerdeki çamurlarda kül boşaltma alanına özel taşıyıcılarla nakledilir.

4.Yağ karterlerinin çıkışı filtreler ve yağ ayırıcılarla teçhizatlandırılarak yağlı sulardaki katı ve yağlı maddeler ayrılmakta geriye kalan atıklar ise yağmur suyu drenaj sistemine veya başka bir sisteme verilebilir.

5.Deniz suyunun soğutma suyu olarak kullanıldığı güç santrallerinde , soğutma suyunu denize deşarj etmek için dalga hareketleri, akıntılar, gerekli derinlikte sıcaklık profilleri, flora ve fauna üzerine yapılması gereken araştırma sonuçlarına göre soğutma suyunun deşarj şekli seçilir. Soğutma kulelerinin kullanıldığı güç santrallerinde, çeşitli iyonlar içeren püskürtme suları ana drenaj sistemine seyreltilmek amacıyla deşarj edilebilir.

6.Kazanlardaki kimyasal temizleme atıkları büyük kapasitedeki tanklarda toplanıp homojenize edilir ve daha sonra nötralize edilerek atıksu alıcı su ortamına deşarj edilir. Oluşan çamurlar ise kül alanlarına nakledilir. Bazı durumlarda atık havuzlarda nötralizasyondan sonra buharlaşma için havuzlarda bırakılmalıdır.

7.Evsel atıksular ise değişik güç santralleri için Aktif Çamur, Uzatmalı Havalandırma, Dönen Biyolojik Diskler vb. değişik biyolojik arıtma ünitelerinde arıtılabilir.

8.Desülfürizasyon tesislerinden kaynaklanan atıklar kül uzaklaştırma tesislerinde ortaya çıkan atıklarla nötralize edilerek, daha fazla arıtmaya gerek duyulmadan kül barajına pompalanır. Burada kül bir miktar su seviyesinin altında muhafaza edilir.

Bir diğer sorun santrallardan çıkan katı atıklardır. Santrallardan çıkan katı atıkların tümünü kül ve cüruf oluşturmaktadır. Ülkemizde ki santrallarda eskiden beri kül ve cüruf bant konveyörlerle santral sahasının yakınlarındaki kül boşaltma sahalarına sevkedilmektedir. Bu sahalar açık alanlardan oluşmaktadır. Bu tarz kül dağları şeklinde depolama, görsel ve fiziksel çevre sorunlarının yanı sıra, kaçak toz yayılımına sebebiyet vermektedir. Bu da elektrostatik filtreler gibi sistemler ile engellenmeye çalışılan hava kirliliği sorunlarının yeniden gündeme gelmesine yol açmaktadır. Benzer şekilde, kıyı bölgelerinde yer alan bazı termik santrallarda uygulandığı gibi, atık küllerin doğrudan denize atılması da sorunlara neden olabilmektedir.

Genelde, düzenli depolanan malzemenin çözünmesi sonucu yüzey ve yeraltı sularının kirlenmesiyle (özellikle, ülkemizde kül örnekleri üzerinde Al, Fe, Si, Ca, Na, K, Mg, P, Ti, Mn, Pb, Cu, Ni, Co, Cr, V, Ba, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb gibi elementler bulunmaktadır. Ayrıca radyoaktif maddelerin varlığı azımsanmayacak durumdadır.) karşı karşıya kalınmasıdır. Ancak,

ülkemizde kurulu bulunan termik santrallardan alınan kül örnekleri ile yürütülen deneysel çalışmalar, ağır metal sızması ile ilgili problemlerin ancak belirli koşullar altında beklenebileceğini göstermiştir. (21) Ayrıca, ABD de halen kullanılmakta olan standartlara göre belirli kül örnekleri ile yürütülen deneysel çalışmalar, tipik kül ve cüruf atıklarının tehlikeli atık olarak sınıflandırılmayacağını göstermiştir. (22)

Bu koşullar altında, düzenli depolama ile kül ve cüruf bertarafı uygulanırken dikkate alınması gereken temel unsurlar, uygun yer seçimi, depolanan atıklarla temas eden su miktarını en alt seviyeye indirmek ve kül yığınlarıyla temas eden suların başka bölgelere ulaşmasını engellemek olarak sıralanabilir. Bu önlemlerin, jeoloji, hidroloji ve yeraltı suyu kalitesi etüdlerini de içeren geniş kapsamlı arazi çalışmalarına paralel olarak titizlikle uygulanması durumunda kül depolanmasından kaynaklanan çevresel etkiler kabul edilebilir seviyede tutulabilir. Diğer taraftan kül depolama sahalarında, külün rüzgarla savrulmasıyla çevrede kirliliğe neden olmasını önlemek için;

-Kül-cüruf, bant konveyörlerle nemli olarak sevkedilebilir.

-Suyun bol olduğu yörelerde, kül ve cüruf hidrolik olarak kül barajına depolanabilir. Bu usul Soma Termik Santralında uygulanmaktadır.

-Genel olarak kül döküm sahaları, dolan kısımlardan başlamak üzere tarım toprağı ile örtülerek, tarıma elverişli araz, haline getirilebilir. Afşin-Elbistan ve Seyitömer Termik Santrallerinde bu tür çalışmalar yapılmaktadır. Ancak tarım toprağı elde etmek için taşınan toprak yine tarımsal arazilerden elde edilmektedir. Bu durumda bir yerde külü örtmek için tarımsal arazilerin bozulmasını gündeme getirmektedir. Bu konularda bilimsel kuruluşlarla işbirliği içinde çalışma yapmak yararlı sonuçlar doğuracaktır.

-Ortaya çıkan külün içerisinde radyoaktif atıkların oranı yüksek olabilir.

Kömür ve linyit üretimi ve kullanımı sırasında radyoaktif elementlerin düşük seviyede yayılmasından dolayı sağlık risklerine maruz kalınması söz konusudur. Bu konuda yapılan çalışmalar kömür ve/veya linyitin yakılması sırasında ortaya çıkan radyoaktif maddelerin emisyonu ve taksimatı üzerinedir; uranyum ve toryum bozunma zincirindeki bir çok radyonüklidin dip külünde ya da presipitatörlerde (çöktürücülerde) bulunmaktadır.

Türkiye'de üretilen linyit küllerinin uranyum içeriğı Tablo. 3 de verilmektedir.

Tablo. 3-Türkiye'de Üretilen Linyit Küllerinin Uranyum İçeriği

YER	Küllerin Uranyum İçeriği (%)
Beypazarı I	0.010
Beypazarı II	0. 0025
Beypazarı III	0. 0040
Orhaneli-Burnu	0. 0060
Orhaneli I	0. 04
Orhaneli II	0. 009
Keleş-Davutlar	0. 0010
Çan	0. 0005
Seyitömer	0. 0013
Saray	0. 0050
Muğla I	ihmal edilebilir
Muğla II	0. 0020
Yatağan	0. 105
Soma E-I	0. 110
SomaE-2	0. 0120
Afşin-Elbistan	ihmal edilebilir .

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, OECD 1991 Yılı Çalışma Programı, Çevre ve Enerji İlişkileri Kapsamında Değerlendirilmek Üzere Türkiye'de Sürdürülen Çalışmalar, (23)

Termik santrallara bağlı ısı kirlenme bir diğer olumsuz etkisidir. Sant-ralda, yakıt yakılarak üretilen basınçlı buharın türbin içerisinde aniden ge-nişlemesiyle türbinde enerji kullanılabilir hale geçerken, kaçak ısı nedeniyle Önemli miktarda enerji kaybı olur. Kaçan ısı kazandan radyasyon ile çıkar veya baca gazı ile birlikte bacadan atılır. Bacadan kaçan ısının belirli bir düzeyde tutulabilmesi için kazan çıkışında gaz ve buharın sürekli soğutulması gerekir. Bu ise çok miktarda soğutma suyu tüketimi demektir. Soğutma suyu nehir, göl veya denizden alınır. Buhar kondansetöründen geçer ve alındığı kaynağa ısınmış olarak geri verilir. 80-120°C kadar ısınmış olan su, geri döndüğü ortamda sıcaklık artışına neden olur. Birkaç derecelik sıcaklık artışının bile, narin dengeli ekosistemlerde ve özellikle yüksek tuzluluktaki deniz ortamında çok ciddi biyolojik yaşam kalitesi bozulmalarına yol açabildiği bilinmektedir .

Tesisin işletme aşamasına yönelik olarak ısıl deşarj etkileri için geçmişte yapılmış olan çalışmalar değerlendirilmeli ve bu çalışmalar güncelleştirilerek yeni bir ekolojik durum tesbiti yapılmalıdır. Bir referans durumu olarak kabul edilecek olan bu çalışmalar, bir sürekli izleme programı çerçevesinde periyodik olarak tekrarlanmalı ve su ekosisteminde oluşacak değişimler sürekli olarak izlenmelidir. Bu kapsamda yapılması gerekli görülerek önerilen değerlendirme ve izleme çalışmaları Tablo 4 te verilmektedir.

Tablo 4-Etki bölgesinde ve referans İstasyonlarında yapılması önerilen ölçümler.

Parametre Grupları	Yapılması Gereken Ölçümler
Fiziksel Parametreler	Sıcaklık, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, yoğunluk, pH, oksijen, toplam askıda katı madde, toplam uçucu katı madde, bula- nıklık dağılımları.
Kimyasal Parametreler	Biyolojik Oksijen ihtiyacı(BOD ₅), sülfat (SO ₄ ⁻²), klorlu organik bileşikler (AOX), Klorür (Cl ⁻), nütrientler: amonyum (NH ₄ ⁺), nitrit (NO ₂ ⁻), nitrat (NO ₃ ⁻), ortofosfat (o-PO ₄ ⁻³), toplam fosfat (top-P), silikat (SiO ₃)
Biyolojik Parametreler	Bitkilerle ilgili parametreler: Fitoplankton, klorofil-a, birincil üretkenlik, makrofitlerin kalitatif ve kantitatif dağılımları ile mevsimsel değişimleri Hayvanlarla ilgili parametreler: Zooplankton, balık yumurta ve larvaları(ih-tiyoplankton), makrovertebraların kalitatif ve kantitatif dağılımları ile mevsimsel değişimleri.
Sedimentleri Karakterize Eden Parametreler	Total koliform, total azot, Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn ve pestisidler.

Tablo 4'te önerilen sürekli ölçüm ve izleme çalışmalarının yanısıra, aşağıdaki ek değerlendirmelerin yapılması da gerekmektedir.

i. Santral soğutma sularının oluşturduğu ısıl deşarjın etkilerinin deniz ortamındaki mevsimsel ısı tabakalaşma ile farklı yön ve hızlardaki akıntılar esas alınarak ve gerçek meteorolojik koşullar altında formüle edilmiş deniz-atmosfer ısı alış verişi terimleriyle birlikte günümüzde mevcut gelişmiş sayısal modellerle hesaplanmasında ve sonuçların Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde verilen değerler çerçevesinde irdelenmesi yararlı olacaktır. Santralin deneme üretimi sırasında bu şekilde modelden elde edilen değerlerle, modele esas olan koşullar altında yapılmış ölçümlerin kıyaslanarak modelin gerçekleşmesinin (validation) yapılması da mümkün olabilecektir

ii. Soğutma suyunun etkilediği alanlardaki sıcaklık artışlarının ve santralin herhangi bir nedenle üretimini durdurduğu dönemlerde oluşabilecek olan soğuk şokların doğrudan ölçüm, uzaktan algılama ve model çalışmaları ile belirlenerek biyotik unsurların tepkilerinin incelenmesi gerekir.

iii. Deniz suyunun içerdiği planktonik organizmaların su alma ağzı ile santral çıkışı arasındaki evrede uğradıkları değişimlerin ve tahribatın etkilerinin incelenmesi gereklidir.

iv. Su alma yapısı çevresindeki radyal akıntılar ve emme etkisi incelenmelidir. Su alma ağzı çevresinde alınması gerekebilecek ek önlemler belirlenmelidir.

v. Soğutma suyu sisteminde fouling organizmaların yerleşmesini önlemek amacıyla periyodik olarak klorlama yapılmalıdır. Bu işlemin çevresel etkileri incelenmeli ve çıkış suyunda serbest klor ve klorlu organik madde tesbitleri yapılmalıdır.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinin 35'inci maddesinde deniz ortamının seyreltme kapasitesi ne olursa olsun, denize deşarj edilecek suların sıcaklığı 350 C yi aşamaz. Sıcak su deşarjları difüzörün fiziksel olarak sağladığı birinci seyrelme sonucunda karıştığı deniz suyunun sıcaklığını Haziran-Eylül aylarını kapsayan yaz dönemlerinde 10 C den diğer aylarda 20 C den fazla artıramaz ifadesi bulunmaktadır.

Santrallardan çıkan sıcak suları değerlendirmek için başta karides olmak üzere çeşitli ekonomik deniz canlı türlerinin (Solea sp., Anguilla anguilla, Mugil cephalus) üretilmesine ve seracılıkta kullanımına yönelik çalışmaların başlatılması (24,25,26) ekonomi sağlamak bakımından, hem de sıcak suyun alıcı ortama doğrudan verilmek suretiyle ekosisteme olan etkilerini azaltması bakımından önemlidir.

Alıcı ortamda bulunan organizmalar için belirtilen ısı limitleri Tablo 5 te verilmektedir.

Tablo 5-Organizmalar İçin Belirtilen Isıl Limitler

Biyotik Gruplar	Sıcaklık Limitleri (0 ⁰ C) Optimum	Sıcaklık Limitleri (0 ⁰ C) Termal stres
Bentik flora grupları:		
Cyanophyceae	45	40
Corrallinaceae	19	40
Peyssonelliaceae	17-26	46
Udoteaceae	28	45
Dasycladaceae	28	45
Sphacelariales	28	40
Ceramiales	23	37
Rhodomelaceae	23	40
Fitoplankton Grupları:		
Diatomae	25	30-35
Dinoflagellata	28.2	30-35
Zooplankton Grupları:		
Protozoa	-	45
Cladocera	27.8	35
Copepoda	27.8	34
Omurgasızlar:		
Mollusca	26.7	31.4
Echinoderma	27.2	31.8
Coelenterata	25.9	29.5
Porifera	24.0	31.2
Balıklar:		
Balık larvaları	25.3	30.3

Yüksek bacalar, atık depolan, yakıt depolan, büyük binalar, otoparklar, kömür bantları ve taşıtları, kömür yığını sahaları, kömür işleme üniteleri, kül taşıyıcı bant ve boruları, kül barajları ve benzerinden oluşan termik santraller estetik açıdan da büyük bir çevre kirliliği yaratırlar. 3000 MW gücünde bir santralin bu üniteler dahil toplam arazi ihtiyacı 400-500 hektardır. Bunun içinde 90 günlük kömür depolaması için 12 metre yükseklikte 20 hektarlık alan da dahildir. Kül deposu ise 140-185 hektar tutar. Termik santrallerin sıra sıra dev hiperbolik soğutma kuleleri hemen dikkat çeker. Santral çevresinde yüksek gerilim hattı, trafolar vardır.

Santrallerin böylesine büyük hacmi; estetik kirlenmeden başka ve daha önemli olarak, yöre halkının mekan ve toprak sıkıntısını ortaya çıkarır. Termik santraller nedeniyle büyük kamulaştırmalar, yeni sosyal hareketler gözlenir. Göç artar.

Kömürün çıkarılması, taşınması, yükleme boşaltma etkinlikleri ve santralin işletilmesi sırasında gürültü meydana gelebilir. Özellikle, bu faaliyete yakın çevredeki yerleşmeler için diğer etkiler kadar olmamakla birlikte rahatsızlık verici bir çevre sorunu ortaya çıkacaktır.

Tesiste işletme faaliyetleri, kömür çıkarma, taşıma ve santral olmak üzere işgücü istihdamı yaratacaktır. Çalışan personel ve aile bireylerinin o tesise yakın yerleşim bölgelerini kentleşme ve bunu sonucu olarak kent hizmetleri ve alt yapısı bakımından zorlayacaktır.

Termik santralda çıkartılacak linyit çıkarma şilemleri nedeniyle de doğrudan zararları arasında sayılmaktadır. Açık işletme ile çıkartılan linyit çevresel açıdan önemli bir müdahaledir. Verimli toprak alanlarının kaybolmasına, akıntıların çevreye zarar vermesine, bitki ve hayvan hayatının zarar görmesine neden olur. Önemli ekolojik sonuçlara yol açar.

Ülkemizde termik santrallerle ilgili bazı sorunlar :

Türkiye'de 1990 verilerine göre mevcut elektrik santrallerinde 12493 MW elektrik üretilmektedir. Bunun 7474 MW'lık kısmı termik santrallerde üretilmektedir. 1990 verilerine göre bunun 4456 MW'lık kısmı, linyite dayalı termik santrallerden çıkmaktadır.

Termik santrallerin çevreye ilişkin olumsuz etkileri ülkemizde ayrıntılı olarak tartışılmaktadır. Soma, Tunçbilek, Seyitömer, Yatağan, Afşin Elbistan, Orhaneli, santrallerinin aşağıdaki etkilere yol açtığı belirtilmektedir:

-Afşin-Elbistan santralında bir filtre arızası olduğunda santralin çalışmaya devam etmesi sonucu toz çamurla karışık kar halinde yağmıştır., fabrikanın 7-8 Km. yakın çevresinde toprağın doğal yapısı ve rengi değişmiş, toprakta uçucu bir kül tabakası oluşmuştur. Tarım arazileri büyük zarar görmüştür (27)

- Soma A santralının çevresinde yapılan ölçümlerde, Dünya Sağlık Örgütü'nün kabul ettiği sınırlara göre havadaki toz konsantrasyonu 10-30 misli fazla, SO₂ açısından 3-4 misli fazladır. Asidik etki nedeniyle metal ve mermerden yapılmış tarihi eserlerin etkilendiği belirtilmektedir. (27)

-Yatağan Termik Santralı'nın çok kısa Önce yol açtığı tehlikeli boyuttaki hava kirliliği ve radyasyon etkisi, santralin çalışmasının geçici olarak durdurulmasına yol açmıştır. Yatağan santralı; aynı bölge kömürlerinin kullanılacak olması, coğrafya yakınlığı nedeniyle, Gökova/Kemerköy Termik Santralı için çevre yönünden tedirginlik yaratmıştır, ilk üniteleri sırasıyla 1982-1983-1984 yıllarında üretime başlayan Yatağan Termik Santralı'nın 1985 yılında yapılan tespit 4, 5 -9, 5 Km. uzaklıkta 10. 000 dönüm kızılcam ormanını tamamen kuruttuğu görülmüştür . Bu alan 1986'da 4181 hektar olmuştur (17). Yatağan'da 1986 dan itibaren 3 yıl içerisinde 600. 000 çam yok olmuş, verim ileri derecede düşmüştür. Ürün kaybı nedeniyle açılan davalarda hak sahipleri lehine tazminata hükmedilmiştir.

Doğalgaz Çevrim Santralleri

Kombine çevrim terimi, gaz türbini ile buhar türbininin aynı çevrim içinde birlikte kullanılması anlamına gelir. Genel prensibi bir veya daha fazla gaz türbininden çıkan yüksek dereceli atık ısının ek bir enerji üretimi sağlanması amacıyla kazan-buhar türbini çevriminde kullanılmasıdır.

Gaz türbininde üretim kısaca şu şekilde gerçekleşmektedir:

Atmosferden alınan hava, kompresör yardımıyla sıkıştırılarak gaz türbini yanma odalarına gönderilir. Yanma odalarına püskürtülerek verilen doğal gaz, sıkıştırılmış hava ile karışarak yanar ve yanma sonucu oluşan yaklaşık 1200 C sıcaklıktaki yüksek basınçlı gaz, türbini döndürerek türbine bağlı jeneratörden elektrik enerjisi sağlanır. Gaz türbininden elde edilen bu enerjinin yanısıra, ortaya çıkan türbin atık gazları(500-550 C civarında) bir eksoz kanalı ile atık kazanına geri verilir. Atık ısı kazanları, herhangi bir ilave yakıtın kullanılmasına gerek kalmadan, doğrudan egzoz gazlarının yüksek ısısından yararlanılan basit bir ısı eşanjörü olarakta düşünülebilir. Egzoz gazları, ısılarını su/buhar çevrimine transfer ederek so-

ğur ve daha sonra 100⁰ C sıcaklıkta kazan bacasından atmosfere atılır. (28,29)

Doğalgazlı kombine çevrim santralının doğurabileceği çevresel etkiler genellikle, hava ve su kalitesine etkiler ile karasal, gördel ve gürültü etkileri olarak sıralanabilir. Ancak bu etkiler fosil yakıtların kullanıldığı santrallere oranla çok düşük seviyelerdedir.

Modern endüstriyel gaz türbinlerinde ulaşılan % 35lik ve fosil yakıtlara dayalı konvansiyel santrallerdeki yaklaşık % 36'lık verimliliğe karşılık, doğal gaz kombine çevrim santrallerinde bu değer, gelişmiş kombine tasarım nedeniyle % 52'nin üzerindedir. Yüksek verimlilik, ekonomik faktörlerin yanı sıra çevresel etkiler adına da olumlu sonuçlar doğurmaktadır. Yüksek verimlilik nedeniyle, konvansiyonel termik santrallara oranla, üretilen birim elektrik enerjisi başına CO₂ emisyonu daha düşük;kullanılan doğal gazın bileşimine bağlı olarak, partiküler madde emisyonları çok düşük, SO_x ve NO_x değerleri ise sifıra düzeyinde olmaktadır. (30)

Tablo. 6- Alternatif Enerji Üretim Tesislerinin Hava Emisyon Değerleri

Santral Tipi	SO ₂	NO ₂	CO
Fuel-Oil Termik Santralı (kg/m ³)	19S*	6, 3-12, 6	0,63
Kömür Termik Santralı (kg/ton)	15S*	3-8, 5	0,5-1
Doğal gaz Çevrim Santralı (kg/m ³)	İhmal edilebilir	0,0112	0, 000272

* S, yakıt İçindeki ağırlıkça kükürt yüzdesidir.

KAYNAK: Bursa Doğal Gaz Kombine Çevrim Santralı Çevresel Etki Değerlendirmesi Çalışma Nihai Raporu, 1994 (EPA, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, US Environmental Protection Agency, 1977 den)

Doğalgaz çevrim santralleri çevre kirliliği açısından sorun yaratmaz. Temiz enerji kaynağıdır. Ancak gaz sızıntısı, yangın ve patlamalar söz konusu olduğunda güvenlik sorunu ortaya çıkar. Diğer taraftan ülkemizde çok az bulunan doğal gazın bu santralleri faaliyete geçirmesi beklenmez. Doğal gaz ithalat yoluyla sağlanmaktadır. Üç büyük kentimizin de doğal gazın dış kaynaklardan sağlanması ve bu gazla ısıtılma zorunluluğu nedeniyle doğal gazın kaynaklarının çoğaltılması yönünde çalışmalar sürmektedir.

Nükleer Santraller

Nükleer reaktörler kontrollü koşullar altında nükleer yakıtlardan enerjinin salınmasını sağlayan araçlardır. Bu reaksiyondan çok yüksek ısı değeri gaz veya sıvı çıkar. Bu kaynaklar elektrik enerjisi veya ısı yoğun endüstriyel birimlerde doğrudan ısı kaynağı olarak kullanılmaktadır. Nükleer enerji, bir çekirdeğin, bir enerji düzeyinden başka bir enerji düzeyine yaptığı geçişlerde ve nükleer tepkimelerde ortaya çıkan enerjidir. Daha dar bir anlamda, nükleer parçalanma ya da kaynaşma tepkimeleri sırasında açığa çıkan enerji olarak tanımlamak mümkündür. Günümüzde sivil amaçlı kullanım daha çok elektrik enerjisi eldesiyle sınırlıdır. Yüksek enerji talebi olan endüstriler nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde kurulmuştur. Böylesine yoğun bir bölgede bir nükleer enerji reaktörünün kurulmasıyla ilgili risk oldukça büyük olduğundan kaçınılmaktadır.

Nükleer yakıt tüketimi toplam birincil enerji tüketiminin %5 ini kapsamakta ise de endüstri de kullanılan elektriğin önemli bir bölümü nükleer enerjiden elde edilmektedir. Fransa 1986 verilerine göre elektrik enerjisinin % 70 ini, 1993 verilerine göre İngiltere elektrik enerjisinin %23 ünü bu yolla elde etmektedir. Fosil yakıt tüketiminin maliyetinin ve kısıtlılığının artması oranına engellenmesine yönelik çabalara rağmen nükleer enerji ile elde edilen elektriksel enerjinin tüketim oranında artım olacaktır.

Diğer taraftan; nükleer güvenlik kavramını da , kişilerin ve malların, sabit ya da hareketli nükleer donanımların kurulmasından, çalışmasından ve durmasından olduğu kadar, doğal ya da yapay radyoaktif maddelerin depolanmasından, taşınmasından, kullanımından ya da dönüştürülmesinden de kaynaklanan her tür tehlikelere, çevre sağlığını bozan etkilere ve güçlüklerle karşı korunması; bu korumayı sağlamayı amaçlayan önlemlerin tümü şeklinde açıklamak gerekmektedir.

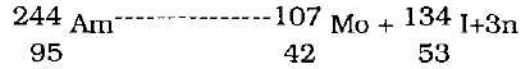
1934'ten başlayarak Avrupa'nın birçok laboratuvarında sürdürülen araştırmalar sonunda, 1938'de Alman Hahn ve Strassmann parçalanma

tepkimesini buldu. Bu yeni olayı Fransa'da, Halban, Joliot-Curie, Kowarski, F. Perrin ekibi, İngiltere'de Frisch, ABD'de Fermi inceledi. 1939'da Fransız ekibi, parçalanma sırasında nötronların yayımlandığını ve bunların sayısının zincirleme bir tepkimeyi sürdürmek için yeterli olduğunu gösterdi; bu ekip böyle bir tepkimeyi, bir ağır su ve uranyum bütünü içinde gerçekleştirmek üzere planlar hazırladı. Savaş Fransa'daki araştırmaları durdururken, İngiltere ve sonra ABD ve Kanada'dakileri hızlandırdı.

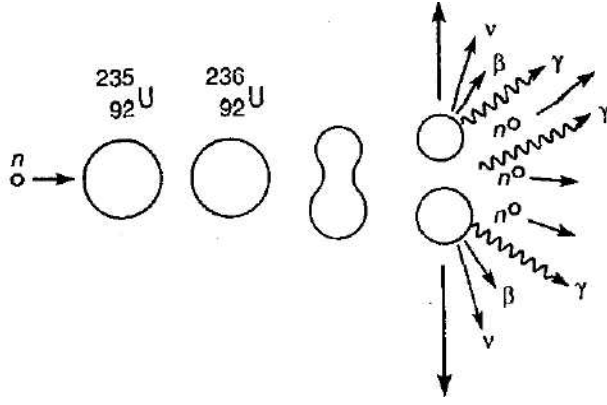
İlk nükleer reaktör'ü Fermi ekibi 1942'de Chicago'da gerçekleştirdi. Bu, bir grafit ve uranyum istifinden oluşuyordu. Parçalanmayla ilk elektrik enerjisi üretimi, 1951'de ABD'de Arco'da oldu ve 1954'te SSCB Obninsk'te 5 000 kW'lık küçük bir santral çalışmaya başladı.

Bir atomun çekirdeği bir su damlasına benzer. Küreseldir. Nükleer kuvvetlerle bir arada tutulmaktadır. Bu durum kabaca bir sıvı damlasının yüzey gerilimininkine benzeyen bir durumdur. Yüksek kütle numarasına sahip olan bir çekirdek aynen bir halter biçimi veya daha karmaşık yapılarda şekil bozukluğuna uğrayabilmektedir. El halteri biçimindeki yapıda bulunan protonlar arasındaki elektrostatik itme gücü söz konusu güçlü bağları koparacak yükseklikte olabilir ve nükleusun benzeri kütlelere sahip bir veya daha fazla parçalara ayrılmasına neden olabilir. Bu olaya fizyon denmektedir (fission).

Bazan internal osilasyonlar kendiliğinden bu tip şekil bozunumlarına neden olabilir bu duruma spontan fizyon denmektedir. Americium -244 ün molibden 107 ye bozunumu bu yolla olmaktadır:

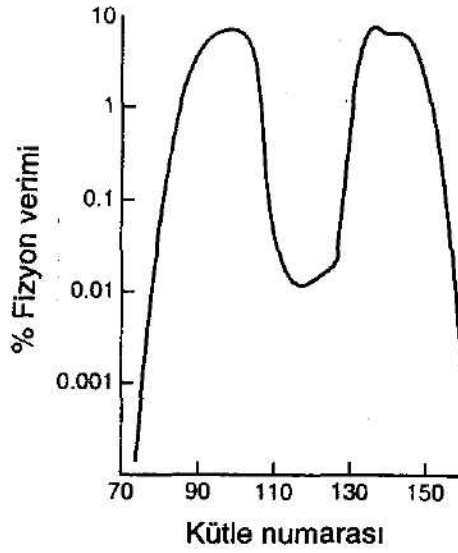


Diğer nüklidlerde proton bombardımanına tutulmaları durumunda nükleer fizyona uğrayabilirler (induced nuclear fission). Fizyona uğrayabilen nüklidlerin başlıcaları ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th , ^{233}U , ^{239}Pu dur ^{233}U ^{235}U ve ^{239}Pu düşük enerji ile fizyona uğrayabilmektedir ve bu grup elementlere fissil elementler denmektedir. Bunlar hızlı nötronlardan çok yavaş nötronlarla fizyona uğramaktadırlar. Şekil 4 de ^{233}U un yavaş fizyonu görülmektedir.



Şekil 3. U^{235} in yavaş fizyonu (Jackson and Jackson)

aynı nüklidin bir nukleusunun fizyonu, diğer nukleusunun fizyonu ile aynı ürünü verme durumunda değildir. Uranyum 235 50 bozunum biçimine sahiptir, bunlar fizyon ürünlerinin sayıları ve özellikleri bakımından çok farklıdır. Fizyon olayı genellikle asimettiktir, fizyon ürünleri genellikle benzer kütle numaralarına sahip olsalar bile farklıdır. Şekil 4 te ^{235}U un fizyon spektrumu görülmektedir.



Şekil 4: ^{235}U in fizyon spektrumu (Jackson ve Jackson)

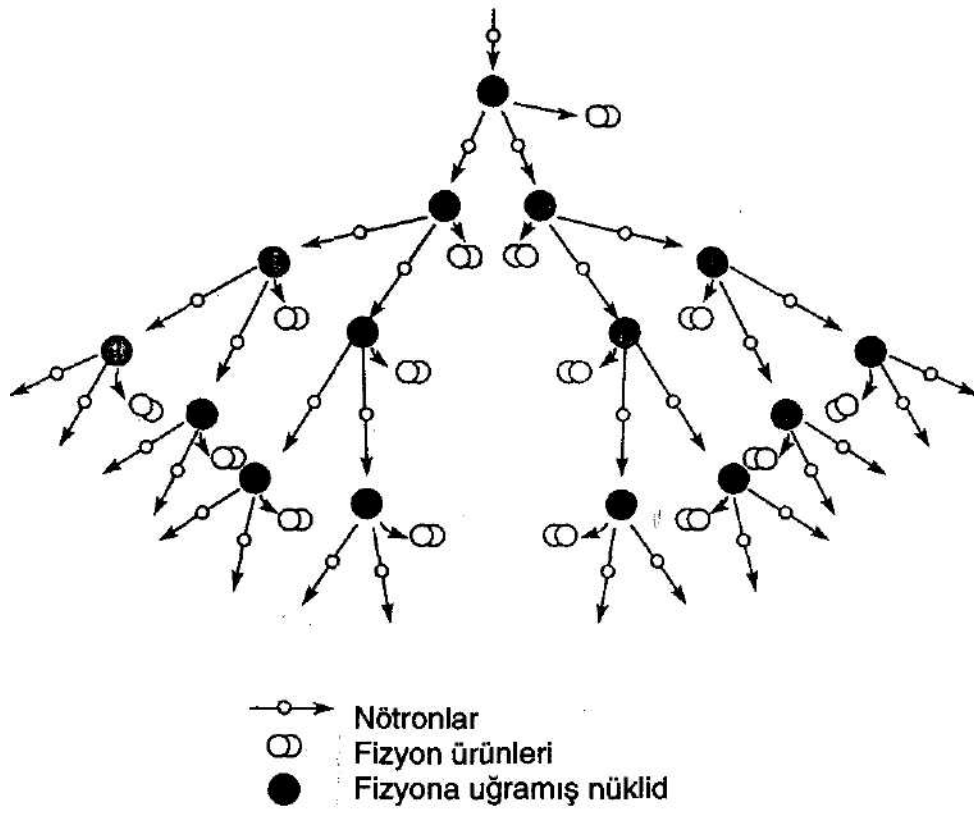
Fizyon ürünlerinin hepsi de radyoaktiftir. Bu bozunum nötrondan zengindir ve beta daha nadir olarak ta nötron emisyonu yaparlar. Bu bozunumun ürünleri de radyoaktif olabilir. Sonuçta bazı bozunum ürünleri kendileri de uzun bir bozunumlar zincirinin başlangıç noktasını oluşturabilirler.

²³⁵

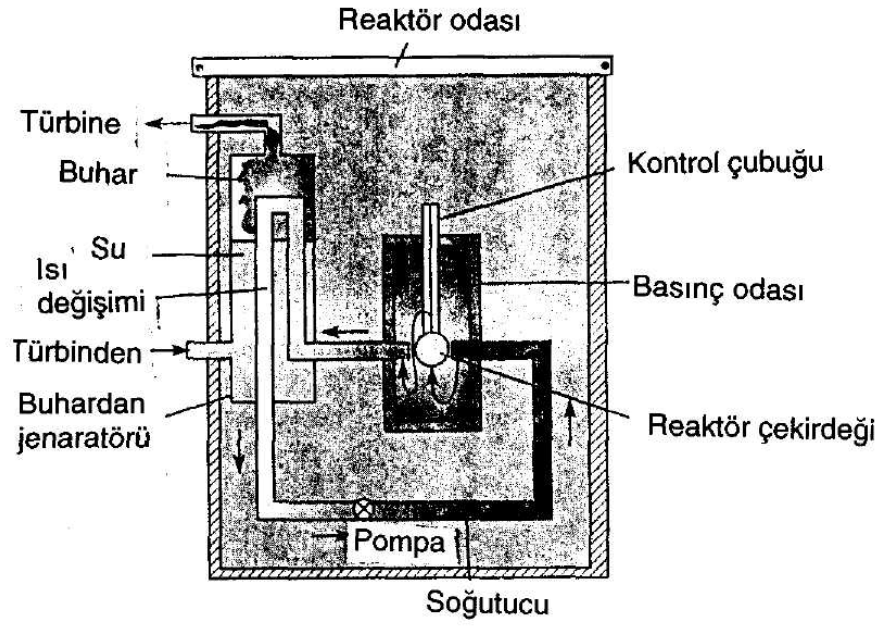
³² U nukleusunun her fizyonu ortalama olarak 200MeV enerji ve 2,5 nötron salınımını sağlamaktadır. Bu nötronlar daha ileri fizyon reaksiyonlarının başlatılmasını sağlayacak sürece dönerler. Sonuçta fissile nüklidlerin fisyonuna bağlı olarak daha sonraki zincir reaksiyonlarında etkili olacak yeni nötronlar salınmaktadır. Şekil 5 da bu tip bir zincir reaksiyonu görülmektedir: Bir jenerasyonda meydana gelen nötron sayısı bir sonraki jenerasyondan sayısal olarak fazladır. Bu duruma süper kritik reaksiyon denmektedir ve reaksiyonunun hızı nükleer bombalarda olduğu gibi patlama noktasına da gelebilir. Eğer her jenerasyondaki fissil materyal tarafından absorbe edilen nötron sayısı reaksiyonunun kararlı bir durumda sürdürülmesini sağlamaya yeterli durumda ise, bir jenerasyonda meydana gelen nötron sayısı diğer jenerasyondaki ile aynıdır. Bu duruma kritik durum denmektedir ve normal bir nükleer reaktörün çalışma mekanizması böyledir. Subkritik durumda ise bir jenerasyondaki nötron sayısı bir öncekiden daha azdır. Subkritik durum fizyon reaksiyonunun giderek durmasını sağlar.

Termal reaktörler fissil materyalinin fizyonu ile enerji meydana getirmektedir. ²³³U ve ²³⁹Pu da kullanılmakla birlikte genellikle ²³⁵U kullanılır. Bu reaksiyonlar sırasında fissil materyal tüketilir (bir nevi yakılır), bu reaktörlere aynı zamanda yakıcı reaktörler (burner reactors) denmesinin nedeni budur. Zincir reaksiyonları düşük enerjili (yavaş) nötronlarla yapılmaktadır. Çünkü bunlar hızlı nötronlara göre daha etkin bir biçimde absorbe edilmektedir. Nötronlar yakıt tarafından meydana getirilen hızlı nötronların yavaşlatılmasıyla elde edilmektedir. Burada yavaşlatıcı (moderator) normal su veya ağır su olabilir. Fizyon reaktörlerinde meydana gelen bütün enerji ısı enerjisine çevrilir. Bu ısı bir soğutucu ile taşınır bu bir gaz karbondioksit veya helyum ya da su olabilir

Termal reaktör esaslı nükleer santrallerin farklılıkları olmakla birlikte genel özellikleri Şekil 6 de verilmiştir.



Şekil 5. Nötron indüksiyonlu fizyon reaksiyonu (Jackson ve Jackson'dan)



Şekil 6: Termal reaktör santralının temel özellikleri (Jackson ve Jackson'dan)

Burada çekirdek nükleer reaksiyonunun meydana geldiği yerdir. Moderatör ve soğutucu matriks içerisinde yakıt bulundurmaktadır. Bir çok reaktörlerde yakıt paslanmaz çelik veya diğer metalden yapılmış silindirik tüplerde bulunmaktadır. Bu reaktörlerin yakıt sıklıkla uranyumdur. Uranyum elementel biçiminde veya uranyum oksit olarak kullanılabilir.

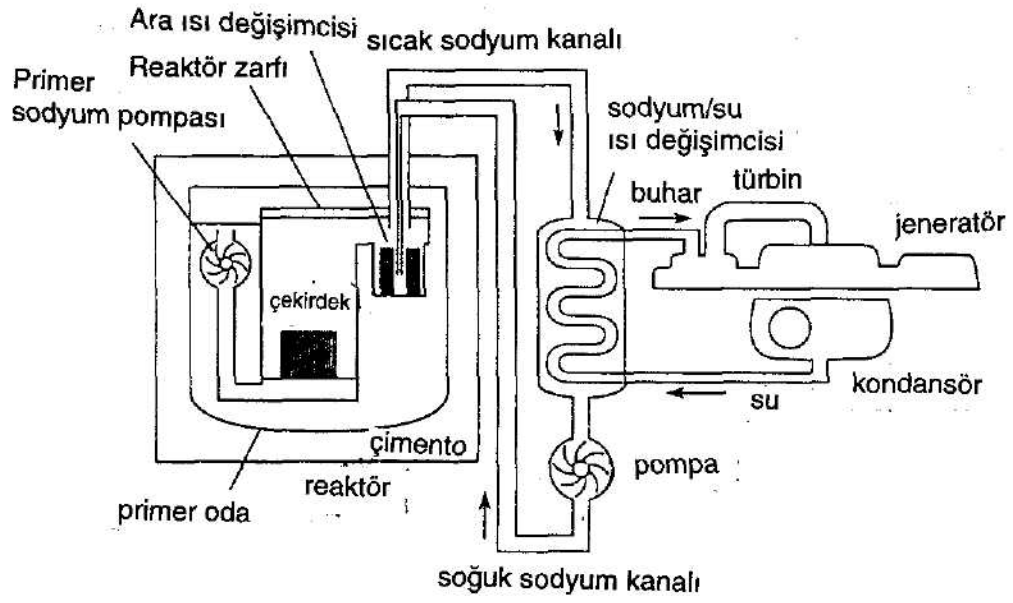
Pompalar aracılığıyla soğutucu çekirdekte dolaştırılır ve sıcaklık değiştiricilere iletilir. Her reaktör için dört veya beş soğutucu halkası bulunmaktadır. Herbirisinin kendi pompası ve sıcaklık değişimcileri vardır. Böylece herhangi bir sirkülasyon sistemi nükleer reaktörün çalışması engellenmez. Katı (grafit) moderatörleri bulunan reaktörlerde yarı soğutucu ve moderatör sistemleri olmalıdır. Eğer moderatör su ise gereğine göre su moderatör veya soğutucu olarak etkili olabilmektedir.

Reaktör çekirdeğinde kontrol çubuklarının hareket edebileceği boşluklarda bulunmaktadır. Bu çubuklar kadmiyum, bor veya hafnium gibi nötron absorbe edici elementler bulunur. Bunların reaktörün içerisine indirilmeleri reaksiyonunun subkritik düzeye inmesine ve reaktörün kapanmasına neden olur.

Çekirdekte soğutucu bulunduran basınç boruları bulunmaktadır. Ayrıca çekirdekten yayılan gama ve nötron yayınımlarını engelleyen kalkanlar bulunmaktadır. Kalkan genellikle çimentodan yapılmaktadır. Bu çimento kalkan metrelerce kalınlıktadır. Bir çok tasarımlarda basınç damarları çelikten yapılmaktadır ve fiziksel olarak kalkandan farklıdır. Çelik kaplı çimento kalkan sistemlerinin bir arada bulunduğu sistemler de bulunmaktadır. Yükleme/boşaltma sistemi çekirdeğin üzerinde bulunmaktadır. Sıcaklık değişimcisi santralde dolaşan suyun ısıtıldığı bölümdür. Oluşan buhar türbinlerin döndürülmesi ve elektrik eldesinde kullanılmaktadır.

Diğer bir nükleer reaktör tipi hızlı üretim reaktörleridir (fast breeder reactor). Termal reaktörlerle benzerliği vardır. Bunların da ortasında dolaşan soğutucu ile birlikte çekirdek bulunmaktadır. Termal reaktörlerdeki gibi çekirdek biyolojik kalkan içerisindeki basınç borularıyla desteklenmektedir. Bunlarda moderatör bulunmamaktadır. Yakıtın meydana getirdiği nötronlar hızlı olarak kalmaktadır. Reaktörlerdeki hızlı terimi buradan gelir. Reaktörün kritik olarak kalabilmesi için yakıtın çok miktarda fissil materyal bulundurması gerekmektedir. Çünkü hızlı nötronlar fissil izotoplarda fisyon oluşturmak için çok etkili değildir. Tipik yakıtlar yaklaşık %25 ²³⁹Pu ve %75 fakirleştirilmiş uranyum (esas olarak saf ²³⁸U) veya ileri derecede zenginleştirilmiş uranyum (%25-50 ²³⁸U veya ²³²Th bulundurmaktadır. Bu nedenle başlangıç yakıt maliyeti ileri derecede yüksektir.

Zincir reaksiyonları sırasında meydana gelen nötronların bazıları nonfissil ^{238}U veya ^{232}Th dan fissil izotopların oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu tip nonfissil nüklidlere fertil (doğurgan) ve fissil materyalin dönüşümü ise üretim terimleri kullanılmaktadır. Sonuçta net sonuç olarak daha fazla fissil materyal oluşmakta ve kullanılmaktadır. Meydana gelen fissil izotopların oranının artırılması amacıyla çekirdek fertil izotoplardan oluşan bir örtü ile çevrilidir. Sonuçta bu tip reaktörler yakıtın birim kütlesi başına daha yüksek termal güç ve yakıtın birim kitlesi başına birim zamanda daha fazla enerji eldesini sağlamaktadır. Bu durumda çok mükemmel termal iletkenliğe sahip olan ve böylece meydana gelen ısıyı hızla alınmasını sağlayan bir soğutucuya gereksinim duymaktadır. Buna ek olarak soğutucu soğutucu çok az nötron akışı soğurmalıdır. Ergimiş sodyum ve bunun potasyum alaşımları bu amaca en uygundur. Maalesef sodyum 23 te bozuna rak radyoaktif materyal oluşumunu sağlamaktadır. Sonuçta soğutucunun biyolojik kalkanın ötesine geçmesinin engellenmesi gerekmektedir. Sonuçta primer soğutucu ile enerji eldesini sağlayan döngü arasında ekstra bir ısı döngüsü gerekmektedir. (Bkz.Şekil 7)



Şekil 7. Hızlı üretim reaktörleri (Porteus 1991, Jakson ve Jackson'dan)

Nükleer füzyon

Herhangi iki hafif çekirdeğin füzyonu sözgelimi doteryum ve trityumun birleşmesi de enerji vermektedir. Böyle bir füzyonunun sağlanabilmesi için böyle iki nukleusun birbirine çok yaklaştırılması gerekmektedir. Nükleer kuvvetlerin bunların birleşmesini sağlamak için mesafenin 10-13 cm kadar yakın olması gerekmektedir. Bunu sağlayabilmek için nukleuslar çok yüksek hızlarda kolloid hale getirilmelidir. Bunu sağlamak için füzyona uğrayabilir çekirdeklerin buna elverişli ısı değerine ısıtılması gerekir. Bu sıcaklık derecelerine ulaşan gazlar tam olarak iyonize olarak, plazma haline gelir. Nükleer reaksiyonların olduğu plazmaya ise termo-nükleer plazma denmektedir.

Nükleer füzyon alanındaki çalışmalar hızla sürmektedir. Çünkü deniz suyundan bol miktarda doteryum elde edilebilirken lityumdan trityum yapılabilir. Yakıt kütlesi birimi başına daha yüksek enerji sağlanabilmektedir. Reaktörün relatif olarak daha düşük oranda radyoaktif materyal içermesi ve uzun yarı ömürlü olmamaları nedeniyle güvenlik düzeyi daha yüksektir. Ayrıca hiç nükleer patlama riski bulunmamaktadır. Füzyon reaksiyonunun anında durdurulması mümkündür. Herhangi bir radyoaktif atık atılma sorunu bulunmamaktadır.

Türkiye'de ilk nükleer çalışma ve araştırmalar 1962'de İstanbul'da Küçükçekmece Gölü kıyısında kurulan 1 MW'lık TR-1 araştırma reaktörü ile başladı. 1980'lerde bu reaktörün gücü 5 MW'a çıkarıldı TR-2. U^{235} ce % 93 zenginlikte yakıt kullanan havuz tipi bu reaktörde, çekirdek fiziği araştırmaları, radyoizotop üretimi gibi çalışmalar yapılmaktadır. 1990'ların sonuna doğru Türkiye'de elektrik enerjisi üretmek üzere nükleer güç santrali yapımı için çalışmalar sürdürülmektedir.

Nükleer Santrallerin Dünya'da Dağılımı

İkinci Dünya Savaşı'nın ertesinde atom pilleri çalışmaya başlamakla birlikte, ilk nükleer santral olan Calder Hail ancak 1955'te hizmete girdi ve bu model kısa sürede ABD, SSCB ve Fransa'da uygulandı. On beş yıl boyunca ilerlemeler sürekli olmakla birlikte büyük bir atılım göstermedi (1963'te dünya üretimi 10 TWsa, 1965'te 22 TWsa, 1970'te 68 TWsa), çünkü üretim maliyetleri yüksekti ve petrol yakarak üretilen elektrik daha uygun fiyatlarla elde ediliyordu. 1974 petrol krizinin başlamasından sonra nükleer enerji kökenli üretim 239 TWsa'ya çıktı, 1982'de ise 920 TWsa'ya ulaştı. Bu durum hem nükleer kaynaklı enerjinin KWsa'nının maliyet fiyat-

larındaki düşüşüne ve petrol fiyatlarının artışına (1979'ten önce başlayan), hem de çevre bilimcilerin korumacı etkinliklerine karşın termik santrallerde giderek daha fazla kömür yakılmasına bağlı olarak oluştu. 1981'de toplam elektrik üretiminde nükleer enerjinin payı % 10 eşiğini aştı ve 1985'te % 17'ye erişti. Nükleer enerji üretiminde yirmi kadar ülkenin payı vardır. % 2'lik bölüm gelişmekte olan ülkelerde (Tayvan, Güney Kore, Hindistan, Pakistan) ve % 12'lik bölüm Doğu Bloku ülkelerde (BDT, Bulgaristan, Çekoslovakya) üretilmektedir. Bu durum Kuzey Amerika'nın (en büyük pay ABD'nin olmak üzere % 43), Batı Avrupa'nın (başta Fransa olmak üzere, % 31) ve Japonya'nın (% 12) ağırlıklı rolünü ortaya koyar. Elektrik akımı küçük sayıda işletmede elde edilmektedir; bu işletmeler kurulu gücün ardışık büyümelerini yansıtan birçok dilimden oluşur. 1983 başında Dünyada 95'i Kuzey Amerika'da, 52'si Doğu Bloku Ülkelerinde, 1181 Batı Avrupa'da ve 25'i Japonya'da olmak üzere 303 dilim hizmeti görüyordu. Toplam kurulu güç 300 000 MW'a yaklaşıyordu. Eskimiş kabul edilen küçük işletmeler hala çalışmakla birlikte (özellikle İngiltere ve BDT ülkelerinde), günümüzde, yılda 6 ile 10 TW'lık enerji üreten 900 ile 1300 MW'lık yeni dilimler hizmete girmiştir: büyük bir nükleer santral yılda 25 Twsa dan fazla enerji üretir. Nükleer santrallerin çok büyük miktarlarda soğutma suyuna gereksinimi vardır; bu nedenle debisi bol ve kararlı akarsuların kıyısına (Loire, Rhône, Ren, Volga, Ohio} ve son yıllarda deniz kıyılarına kurulmaktadır (ABD'nin doğusu, Batı Avrupa, Japonya). Uranyum gereksinimi düşüktür, ama bu yakıt, göreceli enderliği (orta derecede rezervler), yüksek maden arama maliyetleri ve yerinde zenginleştirilmesi gereken cevherdeki düşük oranı yüzünden masraflıdır. Bu tür işletmeler için gerekli yatırımlar yüksek olsa da petrol fiyatlarındaki artış ve enerji verimlerinin iyileştirilmesi bunları rekabet edebilir duruma getirmiştir: Örneğin, 1980'de Fransada bir kWsa nükleer kaynaklı elektrik enerjisinin maliyet fiyatı petrolden elde edilenin üçte biri ve kömürden elde edilenin de yarısıydı (işletimi kolay büyük kömür yataklarına sahip ülkelerde bu bilançolar farklıdır). Nükleer santraller diğer yönden yüksek elektrik tüketimi olan bölgelerin yakınına kurulmaktadır. Kuzey Amerika'da işletmelerin büyük çoğunluğu ABD'nin doğusunda'dır. Michigan gölü kıyıları ve doğu kıyıları, Maine'de n Chesapeake koyuna, Florida'nın güney kıyısı (Turkey Point). Batı Avrupa'da santraller Po, Orta Loire, Meuse ve özellikle Rhône ile orta Ren boyunca çalışmaktadır. Başka santraller da İngiltere, İspanya kıyılarında, İsveç'in ve Finlandiya'nın güneyinde hizmet görmektedir. Büyük santraller Elbe ve Weser haliçlerinde (AFC) ve Fransa kıyılarında devreye girmiştir. Japon santralleri bütün kıyılarda, bir kısmı başka enerji kaynaklarından yoksun batı kıyısında, daha

güçlü olan diğerleri Güney-doğu kıyısında büyük yerleşim merkezleri yakınında kurulmuştur. BDT'de en önemli santraller Leningrad yakınında, Batı Ukrayna bozkırlarında ve Rusya'nın güney ucunda yer almaktadır. Bu enerji üretim biçiminin çok süratli büyümesi (kurulu güç 1990'dan önce üç katına ve 2000 yılına doğru 8 ile 10 katına çıkacaktır) yakıt rezervleri bakımından problemler yaratmakla kalmamakta çevre için de endişe verici olmaktadır (santrallerin işletilmesinden çok ısınlanmış yakıtların yeniden işlenmesi ve radyoaktif atıkların depolanması düzeylerinde).

Nükleer Atıklardan Kaynaklanan Çevre Kirliliği

1989 yılının sonlarında nükleer enerji dünya enerjisinin %16 sını oluşturmaktaydı. (13) 26 ülkede 426 reaktör çalışmaktadır ve 300 gigawattın üzerinde bir kapasiteye sahiptir. Nükleer yakıt siklusu uranyum cevherinin çıkartılması ve öğütülmesi, bir çok reaktör tiplerinde kullanılmakta olan uranyum 235 in zenginleştirilmesi, yakıt elementlerinin üretilmesi, termal reaktörlerde enerji eldesi, kullanılan yakıtın yeniden işlenmesi, bu birimlerdeki nükleer materyalin taşınması başlıca temel sorunları oluşturmaktadır.

Son yıllarda nükleer enerji kullanımı giderek artmaktadır. Nükleer enerjinin faydalan yanında, uzun süre kalıcı radyoaktif atıkları önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Radyoaktif atıklar su, hava veya çeşitli yollarla toprağa ulaşmakta ve uzun süre toprakta kalıcı etkisini göstermektedir. Radyoaktif madde bulaşan topraklarda yetişen ürünlerde aynı kirlilikten etkilenmektedir. (53-56)

Çevre sorunları sınır tanımamakta ve çeşitli kirleticiler, emisyonlar kilometrelerce uzaklara taşınarak etki edebilmektedir. Ülkemizde nükleer santraller bulunmadığı halde, Çernobil kazası nedeniyle yayılan radyoaktif atıkların toprak ve ürünlerine yol açtığı kirlilik hepimizce bilinmektedir. (31)

Atıklardaki nükleer maddelerin konsantrasyonu oldukça düşüktür. Bu nedenle nükleer etkilenim altında kalma toplum bireylerinin değerlendirilmesinden çok çevreye yayılmış bulunan radyonüklidlerin ölçülmesi esasına dayanmaktadır. (13)

Çernobile kadarki 303 nükleer kazada 5685 kişi etkilenmiş bunlardan 1335 i ağır nükleer etkilenim altında kalmıştır. Total fatalitesi ise %65 olmuştur. (13) Çernobil kazasında 116 500 kişi etkilenmiş , etkilenimlerin 500 ü ağır derecede olmuş ve 32 fatalite belirlenmiştir. Brezilya Gioaina

kazasında ise 249 kişi etkilenmiş 36 kişi önemli derecede etkilenim altında kalmış ve 4 ölüm vakası tesbit edilmiştir. (13)

Çernobil

26 Nisan 1986 da Çernobil yakınındaki Lenin nükleer santralında dünyanın en büyük nükleer reaktör kazası meydana gelmiştir. Düşük güçteki denemelerde güvenlik önlemleriyle ilgili standartların ihmal edilmesi, tasarım hataları, patlamaya ve reaktör çekirdeğinin erime noktasına ulaşmasına yol açmıştır. Sonuçta Sovyetler ve Avrupada yaygın radyoaktif kirlilikte sonuçlanan büyük nükleer reaktör afeti ortaya çıkmıştır. (57-61)

Olaylar 4 nolu reaktörün ara bakım denemeleriyle ilgili kararla başladı. Bu reaktörlerin en yenisiydi ve iki yıldır çalışmaktaydı. 25 Nisan 1986 sabah saat birde reaktörün tedrici güç azaltımı başladı. Düşük güç testi için 3200 MW yerine 700 ve 1000 MW güç gerekliydi. Daha sonraki hazırlık evresinde acil çekirdek soğutma sistemi (ECCS; Emergency core cooling system) öğleden sonra ikide bağlantıdan çıkartıldı. Bu dönemde reaktör yarım güçle çalışmaktaydı. Ancak yakındaki Çernobil kentinin elektrik gereksinimi reaktörün bu güçte dokuz saat daha çalıştırılmasını gerektirmekteydi. Bu dönemde acil soğutma sistemi ayrılmış durumda kaldı. Güç azaltma süreci öğleden sonra 11.10 da tamamlandı. Test için gerekli güç çıktısı yerine reaktör gücü sadece 30 MW termalde tutuldu. Reaktörün aşırı soğutulması potansiyel kapanma anlamına geliyordu ve reaktörün yeniden çalıştırılması zaman alacaktı. Reaktör 4 ün gücünün tekrar eski seviyesine ulaştırılabilmesi için operatör kontrol çubuklarını reaktör çekirdeğinden çekmeye başladı. Bu uygulama güvenlik standartlarına aykırı bir durumdu. 211 kontrol çubuğunun nerede ise tamamı daha sonraki iki saat içerisinde çekildi. Güç seviyesi 200 MW termale çıktı. Sadece birkaç kontrol çubuğu kalmıştı ve bütün acil koruma sistemleri devre dışı bırakılmıştı ve reaktör bu durumda kararsız bir noktaya gelmişti. Bununla birlikte saat 1:23 te (26 Nisan 1986) planlanan test başlatıldı ve süre 40 saniye idi. 1:23:40 da 4 nolu reaktörün gücü artmaya başladı, aşırı ısınmanın kontrol çubuklarıyla kontrolüne yönelik çabalar başarısız kaldı. 2,5 saniye içerisinde 4 nolu reaktörün güç seviyesi 3800 MW termal değerine çıktı ve 4 saniye içerisinde normal güç olan 3200 MW termal değerinin 120 katına ulaşıldı.

Daha sonra da büyük bir alanı etkileyen Çernobil felaketinin durdurulmayan zinciri durdurulmaksızın devam etti. (57-61)

Son yıllarda nükleer enerji kullanımı giderek artmaktadır. Nükleer enerjinin faydaları yanında, uzun süre kalıcı radyoaktif atıkları önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Radyoaktif atıklar su, hava veya çeşitli yollarla toprağa ulaşmakta ve uzun süre toprakta kalıcı etkilere yol açabilmektedir. Ağır kirleticilerin toprağa yayılımı toprakta yetişen bazı bitkiler aracılığıyla hayvanlara geçmekte , bunların bir bölümü söz gelimi Stronsiyum 90 süte geçmektedir. Çernobil kazasının olumsuz etkileri ülkemizde de görülmüştür. (31)

BOLÜM 7

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Petrol krizi ve çevresel etkilenim nedeniyle giderek yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme eğilimi artmaktadır. {55} Özellikle fosil yakıtların sonsuz olmadığı gerçeği daha iyi anlaşıldı ve bu söz konusu yakıtlara seçeneğe arayan çalışmaları hızlandırdı. Orta Doğu da 95 yıldan daha az süre yetecek kadar petrol kaldı. Kuzey Amerika'da sadece 10 yıl yetecek bir enerji kalmıştı.

Jeotermal enerji :

Dünyada hızlı bir artış gösteren enerji gereksiniminin büyük kısmı, bir süre daha fosil yakıtlar ve hidrolik enerji ile karşılanabilecektir. Fosil yakıtların belirli süre sonunda tükenmesi, bunların yerini yeni enerji kaynaklarının alması beklenmektedir. Bu nedenle tüm dünya ülkeleri, alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesine özen göstermektedir. Yeni enerji kaynaklarının en önemlilerinden biri de jeotermal enerjidir. Jeotermal enerji yerküre sıcaklığından yararlanma imkanı vermektedir. Jeotermal enerji kuru buhar, sıcak buhar ve sıcak su gibi kaynakları kapsamaktadır. Ancak maliyet faktörleri nedeniyle sadece kuru buhar elektrik enerjisi elde-sinde kullanılabilmektedir. Jeotermal enerjide esas yerkürenin derinliklerindeki kayalar ve sıcak sıvılardaki enerjinin kullanılmasıdır. Stabl jeolojik bölgelerde her yüz metrede yerkabuğunun ısısında yaklaşık 3 derecelik bir artış meydana gelmektedir. 3 km derinlikte aşağı yukarı 100 santigrad derece sıcaklığa ulaşılmaktadır. Volkanik bölgelerde, yer kabuğunun hareketli olduğu bölgelerde bu kaynaklara ulaşılması daha kolaydır.

Jeotermal enerji insan yaşamı süreci içerisinde yenilenebilir bir kaynak değildir ancak çok boldur. Bir çok jeotermal kaynak arasında:

- 1.Hidrotermal
- 2.Jeolojik basınç
- 3.Sıcak kuru kaya
- 4.Magma (erimiş kaya) sayılabilir.

Günümüzde halen yaygın kullanımda olan birincisidir.

Jeotermal ya da jeotermik enerji, yerin iç tabakalarında ısınan sıcak su ya da buhardan elde edilen enerji olarak tanımlanabilir. (32) Jeotermal enerji; yerkabuğunun sahip olduğu ısının etkisiyle aşırı ısınan, çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş madde içeren sıcak su ve buharın taşıdığı enerjidir. (33)

Yerkabuğunun derinliklerinde var olan ısı kaynağı, henüz soğumasını tamamlamamış bir magma kütlesi veya genç bir volkanizma ile ilgilidir. Yüzeyden kırık ve çatlaklar aracılığı ile derinlere süzülen meteorik sular, bu ısı kaynağı tarafından ısıtıldıktan ve mineralce zenginleştikten sonra yükselirler, yeryüzünün değişik derinliklerinde yer alan ve geçirimsiz örtü kayalarla kontrol edilmiş olan gözenekli ve geçirimli hazne kayalarda birikirler. Bu akışkan, kırık ve çatlak sistemlerinin oluşturduğu yollarla yeryüzüne ulaşarak termal kaynakları oluşturur ya da sondajlarla çıkartılarak ekonomik kullanıma sunulur. Ayrıca bazı alanlarda bulunan "sıcak kuru kayalar" da, herhangi bir akışkan içermemesine rağmen, jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir.

Jeotermal akışkanı oluşturan sular meteorik kökenli olduklarından, yeraltındaki hazneler sürekli beslenmekte ve kaynak yenilenebilmektedir. Bu nedenle pratikte, beslenmenin üzerinde kullanıma olmadıkça jeotermal kaynakların tükenmesi söz konusu değildir.

Büyük derinliklere inen genç ve diri faylar birçok kesiminde yakın zamanlara kadar sürmüş volkanik etkinlikler, yerkabuğuna sokulmuş ve hal, daha soğumamış magma kütleleri ile Türkiye, jeolojik bakımdan, jeotermal enerji oluşumuna elverişli koşullara sahip bir ülkedir.

Ülkenin birçok termal kaynaklarının sıcaklığı 70-80°C'ın üzerindedir; hatta bazılarının 100°C'ı bulur. Bunların derinlerdeki hazne kayaları içindeki su sıcaklığının çok daha yüksek olduğu kuşkusuzdur. Jeotermal enerjiden yararlanma konusu ülkemizde oldukça geç bir tarihte, MTA Enstitüsü'nde bu amaçla kurulan Petrol ve Jeotermal Enerji Dairesi tarafından ele alınmış ve sistemli araştırmalar sonucunda şimdilik Ege bölgesindeki iki alanda olumlu sonuçlara ulaşılmıştır. Bunlar, Menderes masifinin çevresinde, biri Gediz ovasının güney kenarı, öteki Büyük Menderes vadisinin kuzey kenarı boyunca uzanır. Jeotermometrelerle yapılan araştırmalar bu suların hazne sıcaklıklarının 285°C'a kadar olduğunu göstermiştir. (32)

Henüz yararlanılmayan bu potansiyel alan dışında, günümüzde bilinen ve yararlanılan en önemli jeotermal kaynak alanı, Büyük Menderes vadisi-

nin kuzey kenarında Menderes masifi ile neojen çökelleri dokanağı boyunca Sarayköy kuzeyindeki Kızıldere'den Aydın batısından Alangüllüye kadar uzanan kuşaktır. Bu kuşağın doğu kesiminde Kızıldere'de üst miyoseni de keserek derindeki hazne kayalılara kadar inen genç fayların kesişme noktalarında 1968-1973 tarihleri arasında yapılan 15 sondajdan 13'ünde olumlu sonuç alınmış ve derinliği 450 -1300 m arasında değişen kuyuların her birinden saatte 300-500 ton sıcak su ve 40 ton kadar buhar elde edilmiştir. Bunlardan Kızıldere, Tekkehamamı ve Demirtaş kuyularında su sıcaklığı 100°C dolayındadır hazne kayalarındaki sıcaklıklarının ise 300-500°C arasında olduğu saptanmıştır. Fışkıran buhar esas olarak su buharıdır; su bileşimi kuyulara göre değişir. Kızıldere kuyusunun suyu sodyum karbonat, bor, silis, flor ve amonyum içerir. Tekkehamamı suyunda yüksek oranda H₂S vardır. İncelemeler burada 1 km lik alanın 25 MW üzerinde enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Yüksek oranda zararlı mineral tuzları içermesi, jeotermal suyun sulamada kullanılmasına uygun değildir. Buna karşılık, bu enerji kaynağı sera ve kent ısıtmasında, dokuma sanayisinde, kurutmacılıkta, konservecilikte ve özellikle elektrik üretiminde kullanılabilir. Türkiye'nin ilk jeotermal enerji santrali de burada Kızılderide kurulmuştur (1984). 175 MW gücünde olan bu santralin yıllık elektrik enerjisi üretim kapasitesi, 130 milyon kW saattir.(32)

Yakın geçmişe kadar sağlık ve yiyecekleri pişirme amacıyla yararlanılan jeotermal kaynakların kullanım alanları, gelişen teknolojiye bağlı olarak, günümüzde çok yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Bunların başında elektrik üretimi, ısıtmacılık ve endüstrideki çeşitli kullanımlar gelmektedir.

Tablo. 7- Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanma Yerleri (0°C)

180	Yüksek konsantrasyon solüsyon buharlaşması, Amonyum absorpsiyonu ile soğutma
170	Hidrojen sülfid yolu ile ağır su eldesi, Diyatomitlerin kurutulması
160	Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması
150	Bayer's yoluyla alüminyum eldesi
140	Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması(konservacilikte)
130	Şeker endüstrisi
120	Temiz su eldesi Tuzluluk oranının arttırılması
110	Çimento kurutulması
100	Organik maddeleri kurutma (Yosun, et, sebze vb.) Yün yıkama ve kurutma
90	Balık kurutma
80	Ev ve sera ısıtma
70	Soğutma (alt sıcaklık sınırı)
60	Kümes ve ahır ısıtma
50	Mantar yetiştirme, banleolojik banyolar
40	Toprak ısıtma, kent ısıtma(alt sınır), sağlık tesisleri
30	Yüzme havuzları, fermentasyon, damıtma, sağlık tesisleri
20	Balık çiftlikleri

KAYNAK : Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Jeotermal Enerji, Ankara, 1989 dan değiştirilerek.

Elektrik Üretimi

Hazne sıcaklığı 200°C ve daha yüksek olan jeotermal akışkandan elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Yeni teknolojilerin uygulanmasıyla bu sınır, bazı yerlerde 150°C ye kadar indirilebilmiştir. Freon, izobutan gibi buharlaşma noktaları düşük gazlar kullanılarak, daha da düşük sıcaklıktaki akışkanlardan elektrik üretilmesine yönelik çalışmalar sürdürülmektedir.

Isıtma

Düşük sıcaklıklı jeotermal akışkanlar (30°C - 150°C) doğrudan ya da ısı değiştiricilerin yardımıyla ısıtmacılıkta kullanılmakta, binaların, kentlerin, seraların, hayvan çiftliklerinin, toprak, cadde ve havaalanı pistlerinin ısıtılması sağlanmaktadır.

Ayrıca sağlık ve turizm amaçlı tesislerde bu doğal kaynak yaygın olarak kullanılmaktadır.

Endüstriyel Uygulamalar

Sıcaklığına ve içerdiği erimiş maddelere bağlı olarak; gıda maddelerinin kurutulması ve sterilize edilmesinde, kerestecilik ve ağaç kaplama sanayiinde, derilerin kurutulmasında ve işlenmesinde, şeker ve süt fabrikalarında, soğutma tesislerinde, kağıt ve dokuma sanayiinde jeotermal akışkandan yararlanılmaktadır.

Bu uygulamaların yanı sıra, jeotermal akışkandan borikasit, amonyum bikarbonat, ağır su (D₂O), amonyum sülfat, kuru buz (CO₂) gibi kimyasal madde üretimi de yapılmaktadır.

Jeotermal enerjinin maliyeti

Jeotermal enerjinin maliyeti, diğer doğal kaynaklarda olduğu gibi, rezervuarın derinliğine, arama risklerinin boyutlarına, jeotermal akışkanın niteliklerine ve kurulacak tesislerin özelliklerine göre değişmektedir. Bununla birlikte gerek elektrik enerjisi üretiminde gerekse elektrik dışı uygulamalarda (özellikle ısıtmacılık) maliyet, nükleer enerji ile kömür, petrol gibi fosil enerji kaynaklarına oranla düşük olmaktadır.

Kaynaktan yararlanmada entegrasyona gidildiğinde maliyet daha da düşmektedir.

Türkiye'de Jeotermal Enerji

Genç tektonik hareketlerin sonucunda gelişen grabenlerin, yaygın volkanizmanın, doğal buhar ve gaz çıkışlarının, hidrotermal alterasyonun ve sıcaklıkları yer yer 100°C ye ulaşan 600 ün üzerindeki sıcak su kaynağının varlığı, Alp-Himalaya erojenik kuşağı üzerinde bulunan Türkiye'nin önemli bir jeotermal enerji potansiyeli taşıdığını göstermektedir.

Yurdumuzda jeotermal enerji projeleri, 1962 yılında MTA Genel Müdürlüğünün termal sulara yönelik envanter çalışmasıyla başlamıştır. İlk kuyu 1963 yılında İzmir-Balçova'da açılmış ve 40 metre derinlikte 124°C lik akışkan (sıcak su + buhar) bulunmuştur.

Daha sonra Birleşmiş Milletler Kalkınma Teşkilatı ile yapılan ortak proje çalışmaları sonucunda 1968 yılında, elektrik üretimine elverişli Denizli-Kızıldere jeotermal alanı keşfedilmiştir.

1976-1982 yılları arasında ara verilen sondajlı aramalara 1982 yılında tekrar başlanmış ve yine elektrik üretimine elverişli Aydın-Germencik, Çanakkale-Tuzla sahaları bulunmuştur. Bu sahaların yanısıra, ısıtmacılık ile endüstriyel uygulamalara uygun nitelikte ve bir çok jeotermal alanın keşfi gerçekleştirilmiştir.

1982 yılından bu yana jeotermal enerjiye yönelik çalışmalar giderek artan bir yoğunlukla sürdürülmektedir.

Türkiye'deki Önemli Jeotermal Alanlar

Kızıldere (Denizli) Sahası:

Büyük Menderes grabeninin doğu bölümünde yer almaktadır. Rezervuar derinlikleri 450-1100 m. arasında değişmektedir. Rezervuar sıcaklığı 198°C - 212°C, buhar oranı % 10-12 dir. 1968 yılında keşfedilen sahada kurulan 20 MW gücündeki Türkiye'nin ilk jeotermal santrali, 1984 yılında üretime alınmıştır. Elektrik üretiminin yanı sıra, buhar içindeki kondanase olmayan gazlardan CO₂ üretilmekte ve sanayiye verilmektedir. Ayrıca sant-raldan çıkan ve bir bölümü ısıtmacılıkta kullanılan 140°C sıcaklıkta ve yaklaşık 1500 ton/saat debideki artık akışkan, 100 termal MW eşdeğerinde ısı enerjisi içermektedir.

Entegre kullanımın gerçekleştirildiği Kızıldere sahasında, geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir.

Germencik (Aydın) Sahası :

Büyük Menderes grabeninin batı bölümünde, Kızıldere sahasının 110 km kadar batısında yer alır. Rezervuar derinlikleri 285-1500 metreler arasında değişmekte olup, sıcaklık 200-231°C, buhar oranı % 13-20 arasındadır. Türkiye'nin en yüksek rezervuar sıcaklığına sahip olan bu sahada açılan 235 metre derinlikteki 4 nolu kuyu, dünyadaki yüksek sıcaklıklı en sık kuyular arasında yer almaktadır. Elektrik üretimi ve diğer kullanımlar için Önemli jeotermal potansiyel taşımaktadır.

Tuzla (Çanakkale) sahası:

Çanakkalenin 80 km güneybatısındadır. 1982 yılında açılan 814 metre derinlikteki ilk arama kuyusunda 333-553 metreler arasında kesilen birinci rezervuarın sıcaklığı 174°C dir. Daha yüksek sıcaklıklı ikinci rezervuarın araştırılmasına yönelik çalışmalar planlanmıştır. Saha, elektrik üretiminin yanı sıra, tarımsal (sera ısıtmacılığı, kurutmacılık) ve endüstriyel uygulamalara uygundur.

Seferihisar (İzmir) Sahası :

İzmir'in 40 km kadar güneybatısında yer alır. Rezervuar sıcaklığı 153°C ye ulaşmaktadır. Özellikle sera ısıtmacılığı ve sağlık amaçlı tesislerde kullanılabilecek potansiyele sahiptir. Yapılan değerlendirmelerle, mevcut kuyuların kullanımı halinde 117 dekar, sahanın tümüyle geliştirilmesi halinde 3600 dekar seranın ısıtılması mümkün görülmektedir.

Simav (Kütahya) Sahası :

Simav ilçesinin kuzeyinde yer alır. Rezervuar sıcaklığı 162°C ye kadar çıkmaktadır. Elektrik dışı uygulamalar için elverişli bir saha olup, ısıtmacılık yapılmaktadır.

Salavatlı (Aydın) Sahası:

Büyük Menderes grabeninde, Kızıldere ve Germencik sahalarının arasındadır. Rezervuar sıcaklığı 162°C-171°C arasında değişmektedir. Elektrik dışı kullanımlara uygundur.

Dikili-Bergama (İzmir) Sahası;

İzmir'in yaklaşık 90 km kuzeyinde bulunur. MTA-JICA (Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı) işbirliği çerçevesinde gerçekleştirilen araştırmalarda, modern teknoloji ürünü yöntemler kullanılmış ve sahanın önemli olduğu sonucuna varılarak sondajlarla test edilmesi planlanmıştır.

Bunların dışında; Zilan (Van), Acıgöl-Kozaklı (Nevşehir), Kızılcahamam (Ankara), Tekkehamam-Karahayıt-Yenice (Denizli), Sındırgı-Gönen (Balıkesir), Kestanbol (Çanakkale), Salihli (Manisa), Ömer-Gecek (Afyon), Balçova (İzmir) vb. sahaların da jeotermal enerji yönünden önemli olduğu tesbit edilmiştir. Bir bölümünde ısıtmacılık yapılmakta olan bu sahaların değerlendirilmesine yönelik çalışmalar sürdürülmektedir.

Türkiye'deki Kullanımlar :

Jeotermal enerji ülkemiz için yeni bir enerji kaynağıdır ve diğer doğal kaynaklara oranla çok yakın geçmişi bulunmaktadır. Bununla birlikte elektrik enerjisi üretimi, ısıtmacılık, kimyasal madde elde edilmesi, sağlık ve turistik amaçlı tesislerde yararlanma gibi değişik kullanımlara yönelik uygulamalar yapılmaktadır,

Bu uygulamaların başlıcalarını şöyle özetlemek mümkündür:

-Türkiye'nin jeotermal enerjiye dayalı ilk ve tek elektrik santrali Kızıldere (Denizli) sahasında kurulmuştur. Kurulu gücü 20.4 MW olan santral, Şubat 1984 te üretime başlamıştır. Ayrıca jeotermal akışkan içindeki CO₂ gazını endüstriye sunmak üzere gerçekleştirilen 40.000 ton/yıl kapasiteli tesis de üretimini sürdürmektedir. Artık akışkandan 4500 m² lik sera ısıtılmakta olup, bu uygulamanın genişletilmesi amacıyla Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından çalışmalar yapılmaktadır. Öte yandan yabancı bir firma ile Denizli Belediyesi, sahada üretilen akışkandan yararlanılarak Denizli şehrinin bir bölümünün ısıtılmasını öngören bir proje üzerinde çalışmaktadırlar.

-Balçova (İzmir) sahası 1963 yılında keşfedilmiş, ancak hızlı kabuklaşmadan dolayı, açılan kuyu, kısa sürede kullanılamaz hale gelmiştir. Kabuklaşma sorunu yaratmayan "Kuyu içi eşanjörü" sistemi ilk kez 1982 yılında bu sahada uygulanmıştır. Bu uygulamada, jeotermal akışkanın ısısı, kuyu içine yerleştirilen "U" şeklindeki borularda dolaşan şebeke suyuna aktarılmaktadır. Sahada bugüne kadar açılan 9 adet kuyudan üretilen 4,5x10⁶ KCal/h lık ısı enerjisi, Balçova termal tesisleri ile Dokuz Eylül Üniversitesinin bazı ünitelerinin ısıtılmasında kullanılmaktadır.

- Gönen (Balıkesir) sahasındaki 3 sondaj kuyusundan çekilen jeotermal akışkandan, kuyu dışı eşanjör sistemi uygulamasıyla 8x10⁶ KCal/h lık ısı enerjisi üretilerek, Gönen şehir merkezindeki 1000 konut ile 2000 m² sera ısıtılmakta, ayrıca yöredeki deri işleme tesislerinde bu doğal kaynaktan yararlanılmaktadır. Sıcaklığı düşürülen termal su da, kaplıca tesislerinde sağlık amacıyla kullanılmaktadır. Böylece Gönen'de jeotermal akışkanın entegre kullanımı söz konusudur.

-Ömer-Gecek (Afyon) sahasında, kuyu içi eşanjör sistemi yardımıyla 2,8x10⁶ KCal/h lık ısı enerjisi üretilmekte ve 2000 m² sera ile kaplıca tesisleri ısıtılmaktadır.

Bunlara ek olarak Kestanbol'da (Çanakkale) 1000 m², Havran'da (Balıkesir) 6900 m², Tekkehamam'da (Denizli) 3000 m² lik seralar ile Simav (Kütahya), Terme (Kırşehir), Sandıklı (Afyon) kaplıcaları jeotermal enerjiyle ısıtılmaktadır.

Jeotermal Enerjinin Türkiye İçin Önemi

-Jeotermal enerji; hidrolik, güneş ve rüzgar enerjisi gibi tükenmez enerji kaynaklarından, Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil enerji kaynaklarına oranla çok uzun Ömürlü ve yenilenebilir yerli bir kaynaktır. Bu nedenle enerji ihtiyacımızın karşılanmasına, dolayısıyla dövize dayalı ödemelerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır.

-Jeotermal enerji, fosil yakıtlardan üretilen enerjiye göre daha ucuzdur.

-Fosil ve nükleer kaynaklı enerji üretimlerine oranla çok daha az ve genellikle kabul edilebilir sınırlar içinde kalan çevre sorunlarına neden olur.

-Jeotermal enerjide özellikle elektrik dışı uygulamalarda yerli teknoloji kolaylıkla geliştirilmektedir.

-Kaynakların ülkemiz düzeyinde dağılımı da enerji ihtiyacımızın niteliğine uymaktadır. Genellikle elektrik ihtiyacının fazla olduğu Batı ve Kuzeybatı Anadolu'da elektrik üretimine elverişli yüksek sıcaklıklı kaynaklar, Orta ve Doğu Anadolu'da ise ısıtma amacıyla kullanılmaya elverişli düşük sıcaklıklı kaynaklar bulunmaktadır.

-Arama sondajları aynı zamanda üretim sondajı olabildiğinden uygulamaya geçiş süresi kısadır.

-Jeotermal santrallerin yapım süresi diğer santrallara oranla daha kısadır.

Türkiye'de jeotermal sahaların % 90'ı ısıtmada kullanılabilir özelliktedir. MTA Genel Müdürlüğünce termal amaçlı üretim imkanı Tablo. 8'de verilmiştir.

Tablo.8-Jeotermal Isı Üretim Hedefleri ve Talep Tahmini Projeksiyonu

Yıllar	1989	1990	1991	1992	1993	1995	2000	2010
Sahalar								
Balçova-	15	20	30	40	40	50	50	50
Gönen-	20	20	20	20	25	30	30	50
Kızıldere-	1	2	3	10	50	150	15	150
Seferihisar-	-	9	18	36	50	100	20	250
Diğerleri	14	19	29	44	13	170	25	735
TÜRKİYE (TOPLAM)	50	70	100	150	30	500	30	100
TÜRKİYE (Bin TEP)	37	52	74	110	22	368	2208	7358

Kaynak : Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,OECD 1991 Yılı Çalışma Programı, Çevre ve Enerji İlişkileri Kapsamında Değerlendirilmek Üzere Türkiye'de Sürdürülen Çalışmalar, (MTA Genel Müdürlüğü'nden) (5)

Bu üretim imkanının konut sektörünün teshin amaçlı enerji talebinin bir bölümünü karşılayacağı genel enerji planında öngörülmüştür. MTA Gn.Müdürlüğünce 1990 yılı verilerine göre toplam 142 kaynakta 95.20MW ve 71 kuyuda 715,58 MW olmak üzere toplam 810,78 MW potansiyel hesaplanmıştır.

Jeotermal enerjiye bağı çevre kirliliği:

Jeotermal enerjideki kirleticiler genellikle elde edildiği bölgeyle ilişkilidir. Jeotermal sıvıların içerisinde arsenik, bor, selenyum, kurşun, kadmiyum, florür, hidrojen sülfür, civa, amonyak, radon, karbon dioksit ve metan bulunabilmektedir.

Atık yönetimi özellikle önemli bir çevre sağlığı sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Yüzeysel su kirliliği açısından atık su çok büyük önem taşımaktadır. Yüzeysel suların kirlenmesine ve tabak biçiminde çöküntülere neden olabilir, atık suların basınçla geri aynı jeolojik yapıya verilmesi sismik olaylara neden olabilir. Jeotermal enerjinin yarattığı bir diğer sorun da gürültüdür. Bazı bölgelerde gürültü düzeyi 120 desibel A'nın üzerine çıkabilmektedir.

Rüzgar enerjisi:

Rüzgar enerjisi eskiden beri yel değirmenlerinde, basit su sistemlerinde kullanılan enerji türlerindendir. Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, elektriğin götürülemediği veya götürülmesinin ekonomik olmadığı küçük yerleşim birimlerinde rüzgar enerjisinin kullanım imkanını araştırmış ve bu amaçla 1, 1 kW gücünde düşey eksenli Savonius takviyeli Darri-eus tipinde olan türbin ithal etmiş, bunun dışında kalan jeneratör, kule ve elektronik donanım yerli olarak imal edilerek rüzgar enerji sistemi tesis etmiştir.

Rüzgar enerjisi genel anlamda hareket eden havanın kinetik enerjisidir. Yeryüzünün değişik yüzeylerinin güneş ışığını farklı soğurması nedeniyle meydana gelen hava akımlarının yarattığı kinetik enerjidir. Dünya enerji üretiminin sözü edilemeyecek kadar küçük bir bölümünü oluşturmalarına rağmen özellikle izole bölgelerde elektrik enerjisi sağlanmasında yararlı olabilir.

Danimarka'dan 20 kW gücünde rüzgar türbin jeneratör sistemi ithal edilerek Bandırmaya tesis edilmiştir. Rüzgar enerjisinin mekanik enerji olarak kullanılması konusunda başlatılan bu proje kapsamında mevcut teknolojilerin izlenmesi ve bilgi birikimi sağlanması, bu sistemlerin bakım, onarım ve işletimi ile yurt içinde imalat ve kullanım imkanlarını araştırmak için Almanya'dan rüzgar ve su pompaj sistemi ithal edilerek idare tesislerine kurulmuştur. Sistem 6 m. yüksekliğinde bir direk üzerine oturtulmuş 6 kanatlı türbin ve maksimum kapasitesi 14,4 m olan emmebasma tulumbadan oluşmaktadır.

Ülkemizin rüzgar potansiyelinin değerlendirilmesi ve alternatif enerji kaynağı olarak düşünülmesi gerekmektedir. Ancak çok sınırlı enerji eldesine imkan sağlayabilecektir.

Güneş Enerjisi

Güneş ışıını asırlardan beri yeryüzüne geldiği halde bilinçli faydalanmaya başlanması oldukça yenidir. Kaynaklara göre, ilk defa Sokrat (M. Ö. 400) evlerin güney yönüne fazla pencere koyarak güneş ışığının içeri girmesini ve kuzey tarafını yüksek yaparak rüzgarın önlenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Güneş'den dünyaya dev boyutlarda enerji ulaşmaktadır. Tropik bölgelerde öğlede metrekaareye 1 kW enerji düşmektedir. Biz bu enerjinin ancak çok sınırlı bir bölümünü alarak kullanabilme şansına sahibiz. Günümüzde pompalar aracılığıyla dolaştırılan suyun ısıtılmasını sağlayan güneş ısıtma sistemleri sıcak su sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle evsel kullanım için gerekli sıcak suyun sağlanmasında başvurulan yöntemlerden birisidir. Güneş enerjisi aynı zamanda Güneş Soğutma sistemleri için de kullanılmaktadır. Pasif güneş ısıtma sistemlerinde pompalar bulunmamaktadır. Kuzey yarıkürede binanın güneyine yerleştiren parlak yüzeyler aracılığıyla su veya duvar vb. gibi absorban kütlelerin ısıyı absorbe etmesi sağlanmaktadır. Solar termal teknolojiler ve fotovoltaik teknolojiler giderek gelişmekte ve yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

Türkiye'de güneş enerjisi konusundaki çalışmalar yenidir. Özellikle 1973 petrol krizinden sonra ülkemizde de güneş enerjisi ile ilgili çalışmalar yoğunlaşmış ve 1975 yılından sonra güneş enerjisi ile sıcak su temin edilen sistemler yaygınlaşmıştır.

Gerçekte, bütün enerji kaynakları güneşten türemiştir. Yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar, çağlar önce güneşin aldıkları enerji sayesinde özelliklerini değiştirmişler ve bugünkü kullanılır şekillerini almışlardır. Fosil yakıtların bulunmasıyla birlikte kullanımları günden güne artmış ve bu artış öyle hızlı bir şekil almıştır ki, çok yakın bir gelecekte bitirilmeleri söz konusudur. Bu nedenle, enerji ihtiyaçlarımızın büyük bir bölümünü, depolanmış enerji kaynaklarından değil, güneşten elde etmeye mümkün olduğu kadar kısa zamanda başlamalıyız.

Enerji kaynakları azalırken dünya nüfusunun sürekli artması ve enerji bağımlılığı, enerji açığını sürekli büyütmektedir. Yaygın bir biçimde kullanılan fosil yakıtların tükenme olasılığı ve çevre kirletici etkilerine karşı alter-

natif enerji biçimleri araştırılırken en çok gündeme gelen enerji kaynaklarından birisi güneş enerjisinin doğrudan kullanılmasıdır. Güneş enerjisi günümüzde basit ısıtma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak halen depolanarak endüstride kullanılma imkanı tam olarak sağlanabilmiş değildir. Güneş enerjisi kullanılmasıyla ilgili olarak herhangi bir çevre kirliliği yaratmamaktadır. Ancak su sistemlerinde bekleyen suyun bazı mikroorganizmaların üremesine neden olma riski bulunmaktadır. Lejyonellozis özellikle yetersiz su tesisatında bekleyen suda üreyebilme özelliğine sahiptir.

Güneş ışınımını faydalı enerji şekline dönüştüren gereçlere "güneş toplayıcıları (kollektörü)" adı verilmektedir. Pratikte kullanılan toplayıcılarda, güneş ışınımı, önce bir yüzey tarafından yutulur, sonra da bir akışkana aktarılarak akışkanın iç enerjisi artırılır. Bilindiği gibi eskiden beri, yaz aylarında sıcak su ısıtmak için bakır kaplara su doldurulur ve güneşte bırakılırdı. Bu kap bir anlamda basit bir güneş toplayıcısıdır. Güneş ışınımı kabın yüzeyi tarafından yutulduktan sonra suya aktarılmakta ve suyun sıcaklığı artmaktadır. Yüzey sıcaklığının artması ile dışarı taşınımı ısı kaybı artmakta, yutulan ışınlama kaybolan ısı eşit olunca sıcaklık sabit kalmaktadır. Işınım şiddeti ve çevre sıcaklığı kontrolümüz dışında değiştiğinden belirli bir değerdeki ışınlama yüzeye gelerek faydalandığımız enerjiyi artırmak için;

- a) Çevreye olan ısı kayıplarının azaltılması,
- b) Yüzeyin yutuculuğunun artırılması,
- c) Kap içindeki akışkana ısı geçişinin iyileştirilmesi,

ve bunların yanında ısınan suyun değiştirilmesi ve ışınlamının yoğunlaştırılması gerekir.

Çevreye olan ısı kayıplarının azaltılması için üst yüzeye güneş ışınımını geçiren ve taşınım olan ısı kaybını önleyen saydam bir örtü konulur, ışınlama gelmeyen alt ve yan yüzeyler ısı geçişine karşı yalıtılır. Yüzeyin yutuculuğunu artırmak için siyaha boyanır. Akışkana ısı geçişini iyileştirmek için de ısı iletim katsayısı yüksek malzemeler kullanılır ve akışkan hareket ettirilerek iç yüzeydeki ısı taşınım katsayısı büyütülür.

Akışkan sıcaklığının yaklaşık 80°C'den düşük olabileceği sistemlerde (yüzme havuzu ısıtması, sıcak su temini, vb.) düz toplayıcılar kullanılabilir. Daha yüksek sıcaklık değerleri için yoğunlaştıran toplayıcıların kullanılması gerekmektedir. Düz toplayıcıların konstrüksiyonları yoğunlaştıran toplayıcılara göre daha basittir ve hareketli kısımları yoktur. Ayrıca yerleş-

tirilmeleri kolay, yardımcı elemanları ve işletme masrafları az, daha dayanıklı ve daha uzun ömürlü oldukları gibi yayılı ısınlardan da faydalanılabılır.

Toplayıcılar, ısı taşıyıcı akışkan cinsine göre sıvılı ve gazlı (havalı) toplayıcılar olarak iki grupta incelenebilir. Sıvılı toplayıcılarda daha ziyade su (veya inhibitörlü su), gazlı toplayıcılarda ise hava dolaştırılmaktadır. Sıvılı toplayıcıların verimi havalı toplayıcıların veriminden daha yüksek, yapımı kolay ve ucuzdur. Toplanan enerjinin depolanması için daha düşük hacimli depo yeterlidir. Buna rağmen, sıvının donma tehlikesi, korozyon ve sızdırma gibi problemleri mevcuttur. Havalı toplayıcılar ise daha uzun ömürlü, ağırlıkça daha hafif ve verimleri üniformdur. Donma ve korozyon gibi problemleri olmamasına rağmen yapımları daha zordur, ayrıca tozlanma ve sızdırma problemleri vardır.

Düzlemsel güneş kolektörleri, üstten alta doğru, camdan yapılan üst örtü, cam ile absorban plaka arasında yeterince boşluk, kolektörün en önemli parçası olan absorban plaka, arka ve yan yalıtım ve yukardaki bölümleri içine alan bir kasadan oluşmuştur.

Güneş kolektörlü sıcak su sistemleri, güneş enerjisini toplayan düzlemsel kolektörler, ısınan suyun toplandığı depo ve bu iki kısım arasında bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa ve kontrol edici gibi sistemi tamamlayan elemanlardan oluşmaktadır

Güneş kolektörlü sistemler doğal dolaşım ve pompalı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Her iki sistem de ayrıca açık ve kapalı sistem olarak tasarlanırlar.

Doğal Dolaşım Sistemleri :

Doğal dolaşım sistemleri ısı transfer akışkanının kendiliğinden dolaştığı sistemlerdir. Kolektörlerde ısınan suyun yoğunluğunun azalması ve yükselmesi esasına dayanmaktadır. Bu tür sistemlerde depo kolektörün üst seviyesinden en az 30 cm. yukarıda olması gerekmektedir. Deponun alt seviyesinden alınan soğuk (ağır) su kolektörlerde ısınarak hafifler ve deponun üst seviyesine yükselir. Gün boyu devam eden bu olay sonunda depodaki su ısınmış olur. Doğal dolaşım sistemleri daha çok küçük miktarda su ihtiyaçları için uygulanır. Deponun yukarıda bulunması zorunluluğu nedeniyle büyük sistemlerde uygulanamazlar. Pompa ve otomatik kontrol devresi gerektirmediği için pompalı sistemlere göre biraz daha ucuzdur.

Pompalı Sistemler:

Isı transfer akışkanının sistemde pompa ile dolaştırıldığı sistemlerdir. Deposunun yukarıda olma zorunluluğu yoktur. Büyük sistemlerde su hatlarındaki direncin artması sonucu doğal dolaşımın olmaması ve büyük bir deponun yukarıda tutulmasının zorluğu nedeniyle pompa kullanma zorunluluğu doğmuştur.

Pompalı sistemler otomatik kontrol devresi yardımı ile çalışırlar. Depo tabanına ve kollektör çıkışına yerleştirilen diferansiyel termostatin sensörleri; kollektörlerdeki suyun depodaki sudan 10°C daha sıcak olması durumunda pompayı çalıştırarak sıcak suyu depoya alır, bu fark 3°C olduğun da ise pompayı durdurur. Pompa ve otomatik kontrol devresinin zaman zaman arızalanması nedeniyle işletilmesi doğal dolaşimli sistemlere göre daha zordur.

Açık Sistemler :

Açık sistemler kullanım suyu ile kollektörlerde dolaşan suyun aynı olduğu sistemlerdir. Kapalı sistemlere göre verimleri yüksek ve maliyeti ucuzdur. Suyu kireçsiz ve donma problemlerinin olmadığı bölgelerde kullanılırlar.

Kapalı Sistemler :

Kullanım suyu ile ısıtma suyunun farklı olduğu sistemlerdir. Kollektörlerde ısınan su bir eşanjör vasıtasıyla ısınıp kullanım suyuna aktarır. Donma, kireçlenme ve korozyona karşı çözüm olarak kullanılırlar. Maliyeti açık sistemlere göre daha yüksek, verimleri ise eşanjör nedeniyle daha düşüktür.

Türkiyenin güneşlenme süresi ve güneş enerjisi potansiyelinin zamansal ve alansal dağılımı Tablo 9. da verilmiştir.

Tablo. 9-Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı.

Bölgeler	Yıllık Güneş Enerji ay	Ortalama Kw/m2	Yıllık Güneşleme (saat/gün)	Ortalama Süresi
Güneydoğu Anadolu	1460		8. 2	
Akdeniz	1437		8. 7	
Ege	1392		8. 2	
İç Anadolu	1302		7. 5	
Doğu Anadolu	1347		6. 5	
Marmara	1257		6. 8	
Karadeniz	1123		5.3	

KAYNAK : 1990 Türkiye Enerji Master Planı (34)

Bu çalışmalara göre Türkiye'nin güneşlenme süresinin 2640 saat ve yıllık ortalama güneş enerjisi ise 3,6 KW/m2 olarak belirlenmiştir.

Yaygın olarak turistik tesislerde sıcak su elde etmek ve diğer işler ile ilgili olarak güneş enerjisinden yararlanılmaktadır. Teknolojinin gelişmesi, güneş enerjisinin yüksek düzeyde enerji sağlayabilecek biçimde depolanması gelecekte önemli bir enerji kaynağı olmasını sağlayacaktır.

Dalga Enerjisi

Deniz yüzeyi ile rüzgarların etkileşimine bağlı olarak meydana gelen dalgalar rüzgardan deniz suyuna enerji transferini sağlamaktadır. 40-60 derece kuzey ve 40-60 derece güney dönencelerinde rüzgarların kuvvetli olmasına bağlı olarak dalga enerjisinden yararlanma söz konusu olmaktadır. Maliyet yüksekliği, deniz suyunun korozyon etkisi, aralıklı olma özelliği nedeniyle sorunlar bulunmaktadır. Deniz fenerlerinin çalıştırılması, elektrik eldesi, drenaj işaretlerinin görünür hale getirilmesi amacıyla deniz dalgalarından yararlanılmaktadır.

Tidal enerji

Güneş ve ayın çekim kuvvetlerine bağlı olarak meydana gelen gelgit olayları özellikle 5 metrenin üzerinde gelgit olayının söz konusu olduğu bölgelerde bunun enerji kaynağı olarak kullanılması yönünde çabaları getirmiştir. Çok büyük sermaye gerektirmekte, bu sistemlerin de doğal hayata, denizciliğe, sahil tesislerine zararı olabilmektedir.

Okyanus termal enerjileri

Okyanus termal enerjisi (OTEC) okyanuslardaki doğal termal farklılıklardan yararlanılması esasına dayanmaktadır. Sıcak sular ısı kaynağı oluştururken 1000 m nin altındaki sular ise suyun nötralize edildiği bir sistem oluşturmaktadır. Bunun yarattığı termal güç döngüsü elektrik enerjisi eldesi amacıyla kullanılabilir. İki tabaka arasındaki minimum farkın 20 santigrad derece olması gerekmektedir. Bu sıcaklık farklılıkları tropikal ve subtropikal bölgelerde bulunmaktadır.

Biyokütle enerjisi

Organik maddenin yakılmasıyla sağlanan enerjidir. Isı kaynağı, yakıt eldesi kimya endüstrisi için ham madde eldesi amacıyla gelecekte yaygın kullanım bulabilecek, günümüzde kullanımında hava ve kapalı ortam kirliliği riskleri bulunan yakıt biçimidir.

BÖLÜM 8

ENERJİ TESİSLERİYLE İLGİLİ DEĞERLENDİRME

Hangi tip enerji sağlamaya yönelik olursa olsun enerji sağlayacak tesislerin daha planlanma ve kuruluş aşamasında ayrıntılı bir çevresel risk değerlendirmesine alınması gerekmektedir. Tesisin kuruluşu, işletilmesi ve faaliyetinin durdurulması aşamalarında ayrıntılı bir değerlendirme bir çok çevresel sorunun önlenmesini sağlayacaktır.

Kuşkusuz en önemli değerlendirme konusu tesisin kurulacağı yerin çevresel özellikleriyle ilgili olarak yapılacak değerlendirmedir. Seçilen yerin gözönünde tutulması gereken başlıca fizik, biyolojik ve sosyal çevre özellikleri şöyle sıralanabilir:

1.Fiziksel ve Biyolojik Çevrenin Özellikleri ve Doğal Kaynakların Kullanımı

2.Meteorolojik ve İklimsel Özellikler

2.1. Bölgenin Hava Kirliliği Meteorolojisi

3. Jeoloji özellikler

3. 1. Fizyografi

3. 2. Bölgesel Jeoloji

3. 3. Yerel Jeoloji

3. 4. Tektonik

3. 5. Depremler

3. 6. Mineral Kaynakları

4. Hidrojeolojik Özellikler

4. 1. Yüzeyel Kuyular

4. 2. Derin Kuyular

5. Toprak Özellikleri ve Kullanım Durumu

5. 1. Toprakların Genel Özellikleri

5. 2. Toprak Örnekleme ve Analizi

6. Tarım Alanları

7. Hidrolojik Özellikler

- 8.Yüzeysel Su Kaynaklarının Mevcut ve Planlanan Kullanımı
- 9.Yeraltı Su Kaynaklarının Mevcut ve Planlanan Kullanımı
- 10.Denizler ve İçsulardaki Canlı Türleri
 - 10.1. Flora
 - 10.2. Fauna
- 11. Termal ve Jeotermal Kaynaklar
- 12.Koruma Alanları
 - 12. 1. Milli Parklar ve Doğal Parklar
 - 12. 2. Sulak Alanlar
 - 12. 3.Doğal Anıtlar
 - 12. 4. Tarihi Değerler
 - 12. 5. Kentsel ve Arkeolojik Sit Alanları
 - 12. 6. Doğayı Koruma Alanları
- 13. Orman Alanları
- 14. Flora ve Fauna
 - 14. 1. Flora
 - 14. 2. Fauna
- 15. Hayvancılık
- 16. Madenler ve Fosil Yakıt Kaynakları
- 17. Peyzaj Değeri Yüksek Yerler ve Rekreasyon Alanları
 - 17. 1. Rekreasyon(Mesire) alanları
 - 17. 2. Kıyı Olanakları
 - 17. 3. Kaplıca ve İçmeler
 - 17. 4. Diğer Rekreasyon Alanları
 - 17. 5 Mevcut Konaklama Tesisleri ve Günü Birlik Tesisler
- 18. Kamu Arazileri
- 19. Bölgenin Mevcut Kirlilik Yükü
 - 19. 1. Mevcut Hava Kalitesi

- 19. 2. Mevcut Su Kalitesi
- 19. 3. Mevcut Toprak Kalitesi
- 19. 4. Mevcut Gürültü Seviyesi
- 20. Sosyo- Ekonomik Çevrenin Özellikleri
- 20. 1. Ekonomik Özellikler
- 20. 1.1. Yörenin Ekonomik Yapısını Oluşturan Başlıca Sektörler
- 20. 1.2. Üretimin Yöre ve Ülke Ekonomisindeki Yeri ve Önemi
- 20. 1. 3. Yöresel İşgücünün Dağılımı
- 21. Nüfus
- 22. Yöredeki Sosyal Altyapı Hizmetleri
- 23. Kentsel ve Kırsal Arazi Kullanımı
- 24. Bölgesel Gelir Dağılımı
- 25. İşsizlik
- 26. Sağlık
- 27. Ulaşım

Kurulacak tesisin çevre üzerinde ne gibi etkileri olabileceği de ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir. Bu değerlendirmelerin ışığında alınacak önlemler belirlenebilecektir:

- 1. İnşaat Aşamasında Alınması Gereken Önlemler
 - 1. 1. Hafriyat(Kazı)
 - 1. 2. Hafriyat Artıklarının Kullanımı
 - 1. 3. Zemin Emniyeti
 - 1. 4. Taşkın Önleme ve Drenaj
 - 1. 5. Patlayıcı ve Kimyasallar
 - 1. 6. Toz Yayıcı Uygulamalar
 - 1. 7. Su Ortamında İnşaat
 - 1. 8. Ulaşım Altyapısı
 - 1. 9. Su Temini

- 1.10. Atıksu ve Soğutma Suyu Arıtma ve Deşarj Sistemleri
- 1. 11. Elektrik Sistemi
- 1. 12. Yakıtlar ve Emisyonlar
- 1. 13. İnşaat Atıksuları
- 1. 14. Katı Atıklar
- 1. 15. Gürültü ve Vibrasyon
- 1. 16. Saha Hazırlığı ve Ağaç Kesimi
- 1. 17. Tarım Alanları
- 1.18. Çalışan Personel İçin Teknik ve Sosyal Altyapı
- 1. 19. İnsan ve Çevre Sağlığı İçin Riskler
- 1. 20. Peyzaj
- 1. 21. Flora ve Fauna
- 1.22. Güvenlik
- 2. İşletme Aşaması
 - 2. 1. Faaliyet Tanımı
 - 2. 2. Tehlikeli ve Zararlı Maddeler
 - 2.3. Faaliyet Üniteleri ve Teçhizat
 - 2. 3. 1. Gaz Türbin Jeneratörü (GTJ)
 - 2. 3. 2. Atık Isı Kazanı (AIK)
 - 2. 3. 3. Buhar Türbin Jeneratörü (BTJ)
 - 2. 3. 4. Soğutma Suyu Sistemi (SSS) ve Soğutma Kuleleri
 - 2. 3. 5. Su Hazırlama ve Arıtma Sistemleri
 - 2. 3. 6. Salt Sahası ve Elektrik Sistemleri
 - 2. 3. 7. Kontrol ve Kumanda Sistemleri
 - 2. 3. 8. Diğer Yardımcı Sistem ve Ekipmanlar
 - 2. 4. Faaliyet Ürünleri
 - 2. 5. Üretim Yönetimi
 - 2. 6. Taşıma ve Ulaşım

- 2. 6. 1. Yakıt
- 2. 6. 2. Personel
- 2. 6. 3. Malzeme ve Ekipman
- 2. 7. Proses Suyu
- 2. 8. Soğutma ve Kazan Katma Suyu
- 2. 9. İçme ve Kullanma Suyu
- 2. 10. Yakıtlar, Emisyonlar ve Hava Kalitesi Etkisi
 - 2. 10. 1. Kullanılan Yakıt
 - 2. 10. 2. Emisyonlar
 - 2. 10. 3. Hava Kalitesi Standartları
 - 2. 10. 4. Modelleme Çalışmalarında Kullanılan Yöntem
 - 2. 10. 5. Model Sonuçları
 - 2. 10. 6. Hava Kalitesi Etkilerinin Genel Değerlendirmesi
- 2. 11. Katı Atıklar
- 2. 12. Gürültü ve Vibrasyon
- 2. 13. Radyoaktif Atıklar
- 2. 14. Personel İçin Teknik ve Sosyal Tesisler
- 2. 15. İnsan ve Çevre Sağlığı İçin Riskler
- 2. 16. Peyzaj
- 2. 17. Toprak Asitlenmesi
 - 2. 17. 1. Toprak Asitlenmesi ile İlgili Genel Bilgi
 - 2. 17. 2. Toprak Asitlenmesinin Tahmininde Kullanılan Yöntemler
 - 2. 17. 3. Sonuçlar
 - 2. 17. 4. Toprak Kalitesine Etkilerin Belirlenmesinde Kullanılan Yaklaşımın Değerlendirilmesi
 - 2. 17. 5. Toprak Kalitesine Genel Etki
- 2. 18. Flora/Fauna
- 2. 19. Görsel Etkiler
- 2. 20. Emniyet .

3. Tesisin Sosyo-Ekonomik Çevre Üzerine Etkileri
3. 1. Çevresel Fayda-Maliyet Analizi
3. 2. Sosyo-Ekonomik Etkiler
3. 2. 1. Bölge Ekonomisi Üzerine Etkiler
4. 2. 2. Sosyal Hizmetler ve Altyapı

İşletmenin sona ermesinden sonra yapılacak değerlendirmeler şunlardır:

1. Arazi Islahı
2. Rekreasyon çalışmaları
3. Bölgedeki su kaynakları üzerindeki etkileri
4. Olası hava emisyonları
5. Toprak kalitesi üzerindeki etkileri.

Bütün bu değerlendirmeler yapılacak fizibilite değerlendirmelerinin daha gerçekçi olmasını, çevreye verilebilecek zararın en aza indirilmesini sağlayacaktır.

BÖLÜM 9

YAKITLAR

Tarihin ilk çağlarında kişi başına tüketilen enerjinin yalnızca beslenme için gerekli olduğu ve bunun günde 12 500 kJ (kilo Jul) dolayında bulunduğu; ateşin bulunması ve yiyecek türünün artmasıyla bu değerin 32 500 kJ'a (1 kg taş kömürü eşdeğeri) çıktığı kabul edilmektedir. Buna göre tarım Öncesi çağlarda 10 milyon olduğu sanılan dünya nüfusunun yılda yaklaşık 4 milyon ton kömüre eşdeğer enerji tüketimi olmuştur. Tarım ve hayvancılık çağında enerji tüketiminin 16 000 kJ daha arttığı ve miladın başlangıcında 250 milyon olan dünya nüfusunun enerji tüketiminin 150 milyon ton kömür eşdeğerine çıktığı görüşü benimsenmektedir. Ortaçağda 400 milyona çıkan nüfusun enerji tüketimi yılda 500 milyon ton kömür eşdeğerine ulaşmış, 18. yüzyılda kömürün izabeye girmesi, buhar makinalarının tekstil sanayiinde ve gemilerde kullanılması ile gelişen teknoloji enerji tüketimini 19. yüzyıl sonlarında kişi başına günde 350 000 kJ'a çıkarmıştır. Günümüzde endüstri ülkelerinde bu değer 1 milyon kJ'un üzerindedir. Bu ise ilkel insanın tükettiğinin 80 katıdır.

1850'lerde dünya enerji tüketiminin % 90'ı odunla karşılanırken, odunun yerini giderek kömür almış, bu yüzyılın başında kömürün oranı % 80'e çıkmıştır. Kömür de yerini giderek petrole bırakmış ve petrol 50'li, 60'lı yıllarda kömürden 6 kez daha ucuz bir enerji olarak endüstride geniş ölçüde kullanılır duruma gelmiştir. Fakat 70'li yıllardaki petrol krizi ve büyük artış gösteren petrol fiyatları kömürü yeniden ön plana çıkarmıştır.

1980 yılında yaklaşık 7 milyar ton petrol eşdeğeri olan dünya enerji tüketiminin %48'i petrolle, % 26'sı kömürle, % 18'i doğal gaz, % 6'sı hidrolik, % 2'si de nükleer enerji ile karşılanmıştır. İlk kez 1859 yılında sondajla üretiminden bu yana geçen sürede petrolün bu kadar önem kazanmasının başlıca nedeni; üretilmesinin, taşınmasının, depolanmasının ve kullanılmasının sağladıkları kolaylıkların yanı sıra fiyatının da, özellikle 70'li yıllara kadar çok düşük düzeylerde kalmış olmasıdır.

Yeraltı zenginliklerinin "rezerv" olarak tanımlanabilmeleri için jeolojik olarak bilinmeleri ve ekonomik değerde olmaları gerekir. Bunların dışında kalanlar "kaynak" diye tanımlanırlar.

Fakat uygulamada "rezerv" ve "potansiyel" deyimleri kullanılmaktadır. "Potansiyel", varlığı bilinen, bugünkü yöntemlerle üretilemeyen, yakın bir gelecekte üretilmeleri mümkün olan miktarları belirtmektedir. Dünya ener-

ji kaynaklarının rezerv ve potansiyel yönünden durumu Tablo 10 da verilmektedir.

Tablo 10-Dünya Enerji Kaynakları Rezerv ve Potansiyeller

	Rezerv	Potansiyel
Fosil Yakıtlar		
Geleneksel		
Petrol	90-115 Gt	240-260 Gt
Doğal Gaz	70 Tm ³	12 Tm ³
Kömür	637 Gt	10125 Gt
Geleneksel Olmayan		
Petrol	73 Gt	810 Gt
Ağır petrol		
Asfaltlı kum		
Petrollü Şeyl		
Doğal Gaz	-	?
Nükleer Enerji	310 MW	
Uranyum		3x10 ⁶ t
Toryum		0.6 x 10 ⁶ t
Yenilenebilir Enerji		
Jeotermal	1325 MW	10 Exajul/yıl
Hidroelektrik	5,7 Exajul/yıl	-35 Exajul/yıl
Güneş	Önemsiz	5x10 ⁶ Exajul/yıl

Kaynak: Köksoy, M. , Yakıtlar Jeolojisi, Ankara, 1985 (35) Not: Exajul=10¹⁸ jul=25x 10⁶ P. E

Gt=Gigaton=10⁹ Tm=Tera m³ =10¹² m³

P. E. =Petrol Eşdeğeri

Tablo. 10dan görüleceği gibi petrol rezervleri "geleneksel" ve "geleneksel olmayan" diye ikiye ayrılmaktadır. Geleneksel petrol rezervleri bulunmuş yataklardan bugünkü üretim yöntemleri ile çıkarılabilecek rezervlerdir. Bunun en az 90 milyar ton olduğu saptanmıştır. Yapılacak yeni buluşlarla artması söz konusu olan bu değer ilk kez 1920 yılında yapılan tahminlerde 5. 87 milyar ton olarak verilmiştir. Oysa o günden bu güne kadar yapılan toplam üretim 60 milyar tonu geçmiştir.

Yeraltında mevcut petrol potansiyelini saptamak amacıyla 60 yıldan beri birçok yöntem geliştirilmeye çalışılmıştır. Jeolojik araştırmalar ve sondajlardan elde edilen bilgilerden yararlanarak ekstrapolasyon, anoloji ve ihtimal hesapları ile dünya petrol potansiyeli 140-260 milyar ton olarak saptanmıştır.

Geleneksel olmayan petroler ağır petrol, asfaltlı kum ve petrollü şeyl yataklarındaki petrolerdir. Bu yatakların önemli petrol potansiyelleri vardır. Ağır petrol ve asfaltlı kum yataklarının en büyükleri batı yarım küresindedir. Venezüella'daki ağır petrol (10-15° API) yataklarını potansiyeli 575 milyar ton, Kanada'daki asfaltlı kumların ki ise (7-10° API) 125 milyar ton olarak belirlenmiştir. Asfaltlı kum yataklarından üretimin genellikle açık (50 m'ye kadar) ve kapalı (150 m'ye kadar) madencilik yöntemleriyle yapılması öngörülmektedir. Bu tür işletmelerde ayrıca çevre sorunları ortaya çıkacaktır. Bu yataklardan petrol üretimi büyük yatırımları gerektirmektedir, örneğin Kanada'daki Cold Lake asfaltlı kum yatağından (23 milyar ton rezerv) üretim yapmak üzere 6 milyar dolar yatırım yapılması ve 9000 kuyu açılması planlanmış, çalışmalara başlanmıştır. Açılacak kuyular 500 m derinliğe inecek ve bunlar yatak içerisine yatay olarak giren drenaj kuyuları olacaktır.

Petrollü şeyller, içinde serbest halde petrol bulunmayan kayaçlardır. Çok yaygındırlar. İçlerindeki petrol ancak ısıtılarak çıkartabilmektedir. Ekonomik olabilmeleri için en az % 3 petrol içermeleri gerekmektedir. Ayrıca yatak kalınlığının 3 m'den fazla olması da gerekmektedir. Dünya'da %4'den fazla petrol içeren yatakların petrol rezervlerinin 28 milyar ton olduğu kabul edilmektedir. Colorado'daki Piceance Creek Basın'ın petrol potansiyelinin 170 milyar ton olduğu belirlenmiştir.

Doğal gaz petrol kadar önemli diğer bir enerji kaynağıdır. Ülkemizde pek az kullanılmakla birlikte, endüstri ülkelerinde tüketilen enerjinin % 20-30'dan fazlasını doğal gaz karşılamaktadır.

Dünya geleneksel doğal gaz rezervlerinin $70.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ potansiyelinin ise $126.7 \times 10^{12} \text{ m}^3$ olduğu saptanmıştır. Geleneksel olmayan doğal gaz kaynakları "Az Geçirgen Formasyonlar1 (geçirgenliği 1×10^{-3} milidarcy) ile yeraltındaki "Basınçlı Zonlar" ve "Gaz Hidratlarıdır. Dünyada birçok yerde varlığı bilinmekle birlikte, geleneksel olmayan gaz yatakları üzerinde fazla inceleme yapılmamıştır.

Gaz içeren az geçirgen kayalar (kumtaşları ve şeyller) dünyanın birçok yerinde vardır ve büyük bir gaz potansiyeline sahiptirler. Örneğin Rocky Mountain/ABD'deki az geçirgen kumtaşı gaz yataklarında $16 \times 10^{12} \text{ m}^3$ gaz bulunduğu saptanmıştır.

Basınçlı zonlar, sedimanter havzalarda rastlanılan, içlerinde yüksek basınçlı sıcak su bulunan zonlardır. Bu sulara erimiş halde doğal gaz vardır. Dünyada petrol üretimi yapan tüm Senozoik sedimanter havzalar derinlerde basınçlı zonlara sahiptirler. Buralarda hidrokarbonların oluşumu ve doğal katalitik erakingle metana dönüşmesiyle dünyanın en büyük doğal gaz rezervleri oluşmuştur. Teksas ve Louisiana'da/ABD basınçlı onlardan gelen gazın üretildiği 8000 gaz sahası bulunmaktadır. Dünyanın bu yönden en iyi incelenmiş bölgesi olarak bilinen Meksika Körfezi'nin kuzey kesiminde $375\,000 \text{ km}^2$ lik bir alanda geniş basınçlı zon olduğu ve bunun yer yer $16\,000 \text{ m}$ derinliğe indiği sanılmaktadır. Bu kuşakta $1300 \times 10^{12} \text{ m}^3$ gaz bulunduğu tahmin edilmektedir (yaklaşık 1800 milyar ton kömür eşdeğeri).

Doğal gaz petrol kadar önemli diğer bir enerji kaynağıdır. Ülkemizde üç büyük kentimiz doğal gazla ısıtılmakta, endüstriyel kullanımı giderek artmaktadır. Gelişmiş endüstri ülkelerinde tüketilen enerjinin % 20-30'dan fazlasını doğal gaz karşılamaktadır.

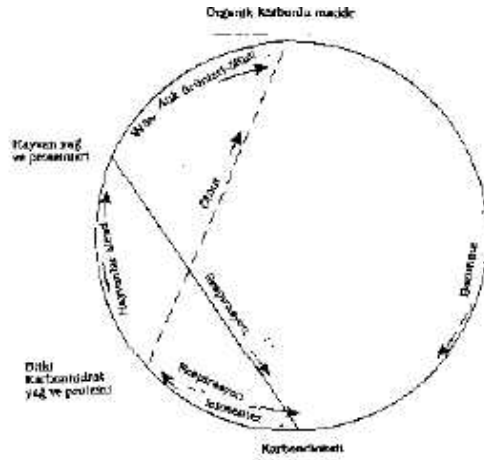
"Gaz Hidratları" donmuş doğal gazlara verilen isimdir. İlk kez on yıl önce SSCB'de, daha sonra Kanada Mac Kanzie Baseninde ve dünyanın açık deniz sahalarında bulunmuştur. Okyanusların altında da gaz hidrat yataklarının varlığı bilinmektedir. Gaz hidrat yataklarındaki metanın $10^6 \times 10^{12} \text{ m}^3$ den fazla olduğu hesap edilmektedir. Bunların ekonomik işletme yöntemleriyle ilgili araştırmalar sürmektedir. 90-115 milyar ton arasında bir değer olarak saptanan dünya petrol rezervlerinin tüketime karşılayabilmesi için her yıl en az tüketilen kadar yeni petrol rezervinin bulunması gerekmektedir. Üretilen rezervlerin bugünkü yıllık tüketime oranı 1/38'dir. Halen var olan petrolün 38 yıl yetebileceği anlamına gelmektedir. Aynı değer doğal gaz için 1/35, kömür için 1/238'dir. Petrol için söz konusu değer 1/20'nin altına düşmesi tehlike sınırı olarak kabul edilmekte-

dir. Yıllık tüketiminin artmaması halinde 2000 yılına kadar tüketilecek petrol 65 milyar ton, % 3 artması halinde 89, % 6 artması halinde ise 143 milyar ton olacaktır. Görüldüğü gibi, dünya petrol rezervleri yönünden tüketimde bir artış söz konusu olmayacaktır. Bu nedenle yeni rezervlerin bulunması gerekmektedir.

YAKITLARIN GENEL SINIFLAMASI

Yeterli miktarda yanıcı organik bileşikler içeren, doğal hallerde veya bazı değişikliklerden sonra yakacak olarak kullanılabilen kayalara "mineral yakıtlar" adı verilmektedir. Bütün yanabilen mineraller yakıtlar sınıfına dahil edilmezler. Oksijen içeren bir ortamda yanabilmesine rağmen yakıt olarak kullanılamayan kükürt gibi mineraller de vardır. Mineral yakıtların ortak özellikleri organik kökenli olmaları ve belirli oranlarda C, H, O ve N içermelidir. Bu elementlerden en önemlisi C'dur.

Yerkürede C elementi çok az miktarda bulunur. Dünyanın %0.04'ü (400ppm) kadarı karbondur. 5000 metre derinliğe kadar olan yerkabuğu içerisinde ise C miktarı % 0.1'i geçmez. Bununla beraber dünyamız içerisinde önemli elementlerden birisi de C'dur. Karbonsuz hayat olamayacağı gibi insanlığın en önemli enerji kaynağını da C ve bileşimleri meydana getirmektedir. Ayrıca yiyecek ve giyecek maddelerimizin önemli bir bölümünü de karbon bileşimleri teşkil ederler. Mineral yakıtlar içerisindeki enerjiyi, güneş enerjisinin bu maddeleri içerisinde milyonlarca yıl esnasında birikmeleri şeklinde düşünmek gerekir. Karbon elementi doğada karbonlu kayaların içinde de zenginleşirler. Doğadaki C döngüsü Şekil 8 de gösterilmiştir. (35)



Şekil 8. Karbon döngüsü 90

Yakıtların basit sınıflaması:

Kömür :

Sular içinde, tabakalar altında havasız ortamda kalan, basınç altında bulunan bitkilerin yavaş yavaş kömür durumuna gelme olayına kömürleşme denilmektedir. (36) Diğer bir ifadeyle, turbanın, kahverengi kömür (linyit, alt bitümlü kömür), taşkömürü (bitümlü kömür) ve antrasit basamaklarından geçerek meta-antrasite dönüşmesine "kömürleşme" denilmektedir. Bir kömürün kömürleşme derecesi ile ifade edilir.

Kömürler havanın oksijeni ile doğrudan doğruya yanabilirler. Bunlar % 55-95 arasında serbest veya bileşim halinde karbon içeren, katı, organik kökenli kayaçlar olup yandıklarında değişik miktarda ve bileşimde bir kül bırakırlar. Genel olarak bitkisel kökenlidirler. Sert, yumuşak, mat veya parlak olabilirler. Renkleri kahverengiden siyaha kadar değişir. Gelişme derecelerine göre gözle veya mikroskopla ayırt edilebilen iyi veya kötü muhafaza edilmiş bitkisel artıklar ihtiva ederler. Kendi aralarında turba, linyit, taşkömürü, antrasit gibi sınıflara ayrılmaktadır. Bütün bu kömürsel gruba "hümülit" adı verilmektedir.

Bir kayacın yakıt olarak kullanılabilmesi için yeterli miktarda karbon içermesi gerekir. Genel olarak % 50 veya daha fazla oranlarda yanabilen madde içeren kayaçlar kömür olarak kabul edilmektedir.

Kömür Türleri ve Sınıflaması

Bir kayacın yakıt olarak kullanılabilmesi için yeterli miktarda karbon içermesi gerekir. Genel olarak % 50 veya daha fazla oranlarda yanabilen madde içeren kayaçlar kömür olarak kabul edilmektedir.

Özellikleri birbirinden çok farklı olan kömürleri sınıflayabilmek için esas alınabilecek çok sayıda değişken vardır. Bu yüzden, genellikle birbirine bağlı, bazen birbiriyle çakışan bir çok sınıflama sistemi ortaya çıkmıştır.

Stratigrafik durumuna göre kömürleri Karbonifer, Permien, Jura ve Tersiyer kömürleri gibi sınıflandırmak mümkündür. Ancak bu sınıflandırma kömürün özelliklerini belirtmemektedir. Her ne kadar turbalar Kuva-terner'de, linyitler Tersiyer'de, taşkömürleri Paleozoyik'te teşekkül etmişlerse de, bu durum her yerde geçerli değildir. Örneğin, Silezya'daki Kretase yaşlı kömürler taşkömürü karakteri taşır. Buna karşın Moskova havzasında bulunan Karbonifer yaşlı kömürler kahverengi kömür karakterindedir. Bu örneklerden anlaşılacağı üzere kömürleri jeolojik devirlere göre sınıflamak kömürün özelliklerini belirtmeyeceği için o kadar yararlı değildir.

Görünüm ve bazı fiziksel özelliklere göre kömürler; turba, linyit, taşkömürü ve antrasit olarak sınıflandırılabilir (Tablo 11).

Tablo 11. Kömürlerin genel sınıflaması

A- Turba

B- Linyit

I-Yumuşak linyit

1 - Toprağımsı linyit

2- Şisti linyit

II-Sert linyit

1- Mat linyit

2- Parlak linyit

C- Taşkömürü

D- Antrasit

TURBA

Turba, daha önce de belirtildiği gibi kahverengi amorf organik maddelerden (hüyük maddeler) ve bitkisel kalıntılardan oluşur. Dünya turba rezervi 1200×10^8 ton civarındadır. Bu rezervin 700×10^8 tonu BDT ülkelerindedir. Dünya turba tüketimi ise 0.2×10^8 ton/yıl (havada kuru baza göre)'dir.

Bir turbanın nem içeriği %90 civarındadır. Havada kurumuş turbanın nem içeriği %12, kül içeriği ise % 3 civarındadır. Havada kurumuş turbanın kalori değeri 3000-4000 kcal/kg civarındadır. Kuru-külsüz baza göre hidrojen içeriği %6, azot içeriği %2, kükürt içeriği %1, oksijen içeriği % 31 civarındadır. Karbon içeriği ise ekseriya % 60dan küçüktür.

Turbadan yumuşak kahverengi kömüre veya linyite geçiş derecelidir.

LİNYİT

Taş kömürlerine göre oluşumları daha yeni olan kömürlerdir. Linyitleri aşağıdaki sınıflara ayırmak mümkündür.

Sarımtırak linyitler: Bunların dokuları odunu andırır. Isıl değeri yaklaşık olarak 2500 Kcal/kg. dır.

Esmer linyitler: Toprakdan çok nemli olarak çıkarlar. Fazla kükürt içermezler. Isıl değeri 3000-5000 Kcal/saat arasındadır.

Siyah linyitler: Taş kömürüne en yakın linyit cinsidir. Endüstride ve ısıtmada kullanılır. Isıl değeri 4500-5000 Kcal/kg arasındadır.

Türkiye'de çıkan başlıca linyitlerin özellikleri Tablo. 12 de verilmektedir.

Tablo. 12. Türkiye linyitlerinden bazılarının ortalama özellikleri

Linyit	Elemanter analiz						
	C	H	N+O	Kükürt(%)	Kül(%)	Nem(%)	Yüksek ısı değer
Ağaçlı	48	4.2	20	2.5	13	45	3000
Değirmisaz	80	6	12	2.1	22.7	7	6000
Soma	73.6	5.6	20	0.7	10.2	17	5200
Tavşanlı	76.6	5.9	14.7	2.3	15.6	13.8	5400
Seyitömer	67	5.1	25.2	2.4	26.3	43	2480

Kaynak : Aybers. N., Isıtma Havalandırma ve İklim Tesisleri, İstanbul, . 1978

Yapılan yayınlar ülkemizdeki linyitlerin genellikle ısı değerlerinin düşük (kg başına 2156 kalori) kül oranının %17, kükürtün %2 ve nem oranının ise %42 olması nedeniyle çevre kirliliği açısından riskli maddeler olarak tanımlanmaktadır.

Ülkemizde kömür yakımında kullanılan sobaların tipleri ve yakma etkinlikleri çok değişiktir. Genellikle etkin bir kömür yakımı sağlanamamaktadır. Bu nedenle ülkemizde hava kirliliğinde en önemli etkenlerden birisi olarak kabul edilmektedir. Özellikle Londra tipi hava kirlenmesini oluşturan fosil yakıt gazlarının oluşumunda tekin olmaktadır, özgül kül sıcaklıkları düşüktür. Sonuçta ortama verdikleri polisiklik aromatik hidrokarbonların oranı çok yüksektir.

Linyitlerin kalori değerleri ve yanma etkinlikleri arasında da önemli farklılıklar bulunduğu bilinmektedir.

Ülkemizdeki linyitlerde kömürün daha çok organik nitelikte olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle kükürdün azaltılması amacıyla kullanılan flotasyon ve piroliz yöntemleri yetersiz kalmaktadır. (40) Bu nedenle kullanılamayacaktır.

Linyit içerisinde bulunan kükürt yanma sonucu büyük oranda kükürt dioksit ve az oranda da kükürt trioksit dönüşmektedir. Havaya verilen kükürt dioksit güneş ışığının etkisiyle yine kükürt trioksit ve su buharı ile birleşerek sülfürik asite dönüşebilmektedir.

Linyitlerde kül oranının yüksek olmasına bağlı olarak toplam asılı parçacık yayılımı da yüksektir.

Linyit yakımına bağlı hava kirliliğinin önlenilmesinde önerilen etkin yakma sistemleri ve kirliliği önleyici önlemler genellikle kent yaşamında pratik uygulama alanı bulmamaktadır.

Ülkemizde soba standardı ve yakma etkinliklerine yönelik bilimsel çalışma azdır. Sobada tiplendirme ve standardizasyon çalışmaları yeterli değildir. Sobaların yanısıra baca etkinlikleri de yanma sürecinde önemli olmaktadır. Değişik kömür tiplerinin hangilerinin ne oranda polisiklikaromatik hidrokarbon yayılımının neden olduğu konusunda ülkemizde yapılmış çalışmalar yeterli değildir. Uluslararası kaynaklar yakıt cinsi kadar soba tipinde PAH oluşumuna etkili olduğunu vurgulamaktadır.

Briket

Genellikle düşük ısı değerli kömürlerden yapılır. Özellikle taşıma sırasında kendi kendine ufalanan kömürleri briket haline getirmekte yarar vardır. Briket imali için toz haline kömür kurutulduktan sonra yaklaşık olarak 1200 kg/cm² basınçta sıkıştırılır. Bazı kömürlere yapıştırıcı olarak zift tozu katmak gerekebilir. Bu şekilde ısı değeri 8000 Kcal/kg kadar olabilen taşınması ve yakılması iyi bir ısıtma yakıtı elde edilir.

KAHVERENGİ KÖMÜR

Kahverengi kömürler, özelliklerine göre yumuşak, mat ve parlak kahverengi kömürlere ayrılırlar. Diğer taraftan mat ve parlak kahverengi kömür, "sert kahverengi kömür" adı altında birleştirilmektedir.

1.Yumuşak Kahverengi Kömür

Yumuşak kahverengi kömür, açık kahverengi-koyu kahverengi renkte, mat ve toprağımsıdır. Turbaya benzer, ancak ondan daha katı ve yoğundur. Çoğu kahverengi kömürlerde mikroskopik olarak odun ve yaprak kalıntıları, iyi korunmuş bitki dokuları görülebilir.

Ocaktan çıkarılmış yumuşak kahverengi kömür % 35 -75 arasında nem içerir. Kalori değerleri ise 4000 kcal/kg (nemsiz-külsüz kömürde)'dan küçüktür.

2.Mat Kahverengi Kömür

Yumuşak kahverengi kömür turbaya, mat kahverengi kömür daha çok taşkömürüne benzer. Mat kahverengi kömür, yumuşak kahverengi kömüre göre daha katı, daha koyu renkte ve oldukça iyi tabakalıdır. Mikroskopta nadiren bitki kalıntıları gözlenebilir.

Ocaktan çıkarılmış mat kahverengi kömür, % 25-30 nem içerir. Kalori değerleri 4000-5000 kcal/kg (nemsiz ve külsüz kömürde) arasındadır.

3.Parlak Kahverengi Kömür

Parlak kahverengi kömürlerin taşkömürlerinden ayrılması oldukça güçtür. Bu yüzden ASTM sınıflamasında linyit-taşkömürü arasına geçiş kömürleri olan alt bitümlü kömürler konmuştur. Parlak kahverengi kömür, siyah renkli ve parlaktır. Ocaktan çıkarılmış, parlak kahverengi kömür, % 8-25 nem içerir.

Taşkömürleri/bitümlü kömürler ve antrasitler değişik parametrelere göre (örneğin, kalori değeri, uçucu madde, vitrinit yansıtması, vb.) sınıflandırılırlar.

Taşkömürü

Genellikle az veya çok bantlı yapıya sahiptir. Bu kömürlerin parlaklığı farklı bantlara göre değişiklik gösterir. Bu bantların rengi parlak ve mat olabilir. Bazı bantlar (füsen), ele alındığında parmakları boyar. Bu kömürler ocaktan çıkarıldıklarında genellikle %8-10'dan daha az nem içerirler. Bu kömürlerin kalori değeri 7000 kcal/kg (nemsiz-külsüz kömürde)'den daha fazladır. Karbon içerikleri genellikle %77 (kuru külsüz kömürde)'den fazla; uçucu maddeleri ise genellikle %42 (kuru külsüz kömürde)'den azdır.

Taş kömürü, sanayide ve ısıtmada en önemli yakacaklardandır. Kaliteleri ve çeşitleri farklıdır. Derinde bulunan en eski kömür olan antrasit en iyisidir. % 90 ile 95 karbon içerir. Taş kömürü kömürler içinde en az kültür içeren kömürdür. Isıl değeri 8200-8700 Kcal/kg arsında değişir.

Fosil yakıtlar içerisinde özellikle ısınma amacıyla en çok kullanılan kömürdür. Temel olarak karbon ve hidrojenle oluşan bir maddedir.

Etkin bir yanma karbondioksit ve su buharı verecektir. Ancak yanmanın bu etkinlikte yapılabilmesi kolayca mümkün olamamaktadır. Etkin olmayan yanmada karbon monoksit, polisiklik hidrokarbonlar ve duman çevreye yayılmaktadır. Smog oluşumunda özellikle etkindir. Smog İngilizce smoke ve fog terimlerinden yapılmış bir terimdir. Sisle dumanın karışımı sonucu oluşan hava kirliliğini tanımlamak amacıyla kullanılan bir terimdir. Kömür içerisindeki kükürt, nitrojen ve anorganik bileşikler önemli hava kirliliği unsuru olabilmektedir.

Kömürün distilasyonuna bağlı olarak gerek günlük kent gereksinimlerinin ve gerekse sanayi gereksinimlerinin karşılanması amacıyla kömür gazı elde edilmektedir. Polisiklik aromatik hidrokarbon kirlenmesi bu işlem sırasında özellikle önem taşımaktadır. Bu işlemlerin benzo(a) piren içeren katran gibi kalıntıların da endüstriyel süreçte çalışanlar yönünden risk oluşturduğu, kanserojen etki yaptığı belirtilmektedir.

Kok

Taş kömürlerinin damıtılmasıyla elde edilir. Başlıca iki çeşidi vardır. Birincisi, uçucu madde oranı %30-35 kadar olan yağlı kömürlerin 900 derecede damıtılmasıyla elde edilir. Isıl değeri 6500 Kcal/kg dır. Kül oranı yüksektir. İkincisi, metalürji kokudur. Çok sağlam olan bu kok yüksek fırınlarda ve kupol ocaklarında kullanılmaktadır. Metalürji koku % 16 ile 23 kadar uçucu maddesi olan yağlı kömürlerin 1000 derecede damıtılmasıyla elde edilir.

Antrasit

Bu kömürler mat veya demir siyahı renginden metalik civaya kadar değişen özellikleri ile karakteristiktir. Çoğunlukla antrasitin kalori değeri, taşkömüründen daha azdır. En sert kömür türü olup sertliği 2. 5-3'tür. Bazı bölgelerden elde edilen antrasit türlerinden parlatmak suretiyle süs eşyası yapılabilir. Bu kömürlerin nem miktarları yok denecek kadar azdır.

Bitümlü Şeyller

Kömüre nazaran karbon miktarı az fakat içerdikleri inorganik mineral maddeleri çok daha fazla olan bitümlü şeyller genellikle killi bir ana kayaca empenye olmuş organik maddelerden ibarettir. Genellikle kahverengidirler. Makroskopik olarak çok nadir hallerde bitki artıkları görünür. Mikroskopik gözlemler, bitümlü şeyllerin bir mineral çimento içinde pek az sayıda bitkisel kalıntılar içerdiğini ortaya koymuştur.

Petrol

Gaz, sıvı veya katı halde bulunabilen hidrokarbürler olup, genellikle bir hazne kayaş içerisinde birikmiş halde bulunurlar. Petrol su ile karışmayan, duru ya da yoğun, açık ya da koyu renkli, bileşimi karbonlu hidrojen olan bir sıvıdır. Hidrokarbürler ekonomik yönden en önemlileridir. Petrol içeren hazne kayaşlar, özellikle mostra verdikleri yerlerde görünüş bakımından bitümlü şeyllere çok benzemelerine rağmen depolanmaları açısından çok farklıdır. Bitümlü şeyllerin az çok düzenli sedimanter tabakalar halinde bulunmalarına rağmen, petrolerin depolanmaları, içinde bulundukları kapanın şekline uymakta ve genellikle tabakalaşma düzlemleri ile uyumsuz özel bir yatak şekli teşkil etmektedirler.

Bazen ayrı bir yakıt türüymüş gibi sözü edilen asfaltitler, gerçekte sıvı veya katı halde bulunan bir petroldür. Ancak önemli bir ekonomik potansiyele sahip olduklarından, işletilmeleri ve arıtılmaları ayrı bir teknolojiyi gerektirdiğinden asfaltitler ayrı bir türmüş gibi düşünülebilir.

"Petrol" sözcüğü Latince'den türemiş olup "taşyağı" anlamına gelmektedir (Petro - taş; oleum - yağ). Doğada gaz, sıvı, yarı - katı, veya bunların karışımı şeklinde bulunabilmektedir. Kimyasal olarak ham petrol kompleks bir hidrokarbonlar karışımı olup yaklaşık olarak % 85 C, % 13 H, % 0. 1-1.5 arasında N + O + S ihtiva etmektedirler. Gaz halindeki petrole "doğal

gaz" veya "petrol gazı", sıvı halindeki de "ham petrol" veya yalnızca "petrol", denilmektedir. Oldukça karmaşık bir bileşimi olan ham petrol, rafineri tesislerinde farklı sıcaklıklarda distile edilerek içindeki yabancı maddelerden arındırılır ve yeni ürünler elde edilir.

Doğada bulunduğu şekliyle petrol, hemen hemen yararsızdır. Yararlı ürünler haline gelinceye kadar rafine edilmesi gerekir. Bir rafineride, ham petrol ısıtılır ve ağır asfalttan hafif gazlara kadar çeşitli ürünlere ayrılır. Rafinerilerde elde edilen başlıca petrol ürünleri ve kullanıldığı yerler aşağıda sıralanmıştır.

a) LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı)

Doğal gazı meydana getiren hidrokarbonların doğal sıcaklık ve yüksek basınç altında sıvılaştırılmasıyla oluşan gazlardır. Evlerde ve sanayide geniş çapta kullanılan bu gazlar çelik tüplere doldurulmuş olarak tüketime sunulur .

b) Nafta

Ham petrol ünitesinde üretilen ilk hafif ürün nafta'dır. Çözücü sıvı ve temizleyici olarak kullanılır.

c) Benzin

Motor yakıtı olarak benzin, ham petrolden kaynama noktaları 30 -200°C olan hidrokarbonların ayrılmasıyla elde edilir.

d) Solvent (çözücü)

Benzin ile gazyağı arasında bir hidrokarbon sıvısı olan solvent boya sanayinde, kuru temizlemede, ormancılıkta, haşaratla savaşta eritici veya çözücü madde olarak kullanılmaktadır.

e) Gazyağı

Ham petrolün damıtılmasıyla elde edilen gazyağı, kaynama noktaları 160 - 250°C arasında değişen hidrokarbonlardan meydana gelmektedir. Isıtma, aydınlatma ve motor yakıtı olarak da uçaklarda kullanılmaktadır.

f) Motorin (Mazot)

Genellikle 200 - 360°C arasında kaynama noktası hanı hidrokarbonların, ham petrolden ayrılmasıyla elde edilir ve dizel motorlarında yakıt olarak kullanılır.

g) Fuel-Oil (Mazot)

Enerji üretimi veya ısıtma işlerinde kullanılan akaryakıttır. Fuel-Oiller akıcılıklarına göre hafif veya ağır yağlar halindedirler. Hafif fuel oil büyük dizel motorlarında yakıt olarak kullanılır. Ağır fuel oil, endüstri ve kazan yakıtlardır. Buhar kazanlarında kömür veya gaz yerine kullanılırlar.

h) Asfalt

Ham petrolün rafineri ürünlerinden elde edilen ve normal oda sıcaklığında akıcılığı olmayan siyah renkli ziftlerdir. Asfalt doğada tabii halde de bulunmaktadır.

ı) Makine yağları

Ham petrolün % 4-5 oranından fazlasını teşkil etmeyen makina ve gres yağları, endüstride çok önemli bir maddedir. Katı ve sıvı olmak üzere pek çok çeşitleri vardır.

i) Parafin

Makina yağları imal edilirken elde edilen parafin, beyaz renkte ve kristalize yapıdadır. Bu madde kozmetik, kablo, bobin, transformatör, yağlı kağıt, karbon kağıdı, bandaj ve cephane yapımında kullanılmaktadır.

Tablo 13. Petrol Ürünleri, Özgül Ağırlıkları ve Kalori Değerleri

	ÖZGÜL AĞIRLIĞI	KALORİ DEĞERLERİ
Benzin	0. 73	11. 500 cal/kg.
Gayağı.	0. 79	11. 00 0 cal/kg.
Motorin	0. 93	11. 000 cal/kg.
Fuel-Oil	0. 94	11. 000 cal/kg
Solvent	0. 77	11. 500 cal/kg.
Asfalt	0. 83	10. 000 cal/kg.
Makina Yağları	0. 88	10. 000 callkg.
Parafin .	0. 85	10. 000 cal/kg.

Kaynak: Köksoy. M. , Yakıtlar Jeolojisi, Ankara, 1985

Rafinaj işlemleri oldukça karmaşıktır. Modern teknolojinin ve gittikçe artan piyasa rekabetinin gerektirdiği kalitedeki ürünlerin elde edilmesi gün geçtikçe yeni arıtma yöntemlerinin geliştirilmesini gerektirmektedir. "Termal" ve "katalitik kraking" yöntemleriyle ağırlı, ağır hidrokarbonlar da yararlı ürünlere dönüştürülebilmektedir. Ürünlerin kalitesini artırmak için modern rafinerilerde ayrıca "polimerizasyon", "alkilasyon" ve "izomerizasyon" gibi işlemlerde yapılmaktadır. Petrolün kuyudan çıkarılıp, rafineriden geçmesi ve sonunda bir servis istasyonuna teslim edilmesi üç ayı bulur.

Yakıtların Bir Başka Sınıflaması

Potaniye, organik kökenli kayaç anlamına gelen "biyolit"leri iki büyük gruba ayırmaktadır.

1-Yanıcı biyolitler (mineral yakıtlar),

2-Yanıcı olmayan biyolitler (organik kireçtaşları, silisler, fosfatlar vb.)

Yanıcı biyolitler ise:

Sapropelitler,

Hümitik (normal) kömürler,

Liptobiyolitler olarak ayrılırlar.

Petrol, doğal gaz, bitümlü şeyller ve asfaltitlerin temelde ortak hammaddesi "Biyomas" diye adlandırılabilen "organik hammadde yığılması" dır. Bu terim halk sağlığı kitaplarında tezek ve yakıt olarak kullanılan bitkisel artıklar için de kullanılmaktadır. Organik maddenin üretiminde fotosentez reaksiyonu ilk ve temel bir olgudur. Güneş enerjisinden yararlanılarak inorganik maddelerden organik madde yapılması sürecidir. Organik maddeler ve bunlardan türeyen yakıtlar içinde kenetlenmiş olan enerji bulunduğu gibi güneş enerjisidir: sınav petrolün damıtılması ile elde edilen çeşitli sıvı yakacaklar şunlardır:

1. 40-200° C arasında Benzin
2. 100-300° C arasında kerosen, nafta
3. 250-375° C arasında motorin
4. 350° C civarında fuel oil
5. Damıtma artığı ağır yağlar.

Tablo. 14. Isıtmada kullanılan sıvı yakacakların sınıflandırılması

Sınıf	Isıl değeri(Kcal/litre)	Kullanma sahası
No. 1 oil	9050	Hafif ev tipi
No. 2 oil	9200	Orta ev tipi
No. 3 oil	9360	Ağır ev tipi
No. 4 oil	9650	Hafif endüstriyel
No. 5 oil	9860	Orta endüstriyel
No. 6 oil	10100	Ağır endüstriyel

Kaynak:Aybers. N. , Isıtma Havalandırma ve İklim Tesisleri, İstanbul, 1978

Petrokok

Petrokok katı ve koyu renkli bir karbon ürünüdür. Ağır likit hidrokarbonların termal olarak bozundurulması ve polimerizasyonu ile elde edilmektedir. Kaynağını ham petrol oluşturmaktadır. Siyah ve gri renkli bir ürün olan petrokok 1500 santigrad derecede plastik özellik kazanmaktadır. Suda çözünmemektedir.

Kimyasal olarak normal koşullarda stabil özelliktedir. Reaksiyona girmez ve polimerize olmaz. Yanması sonucunda kükürt ve karbon oksitleri ortaya çıkmaktadır. Yetersiz yanma da karbon monoksit çıkmaktadır. Etkin yanmanın son ürünü karbondioksittir. Tipine bağlı olarak % 85-99 arasında karbon içermektedir. Kükürt, nitrojen, oksijen ve hidrojen de bulundurabilmektedir. Eser miktarda demir, manganez, magnezyum, sodyum ve kalsiyum da içerebilmektedir. İçerisindeki kükürt oranının %15 lere varabildiği de belirtilmektedir.

Kapalı üretim süreci kok oluşumuyla ilgili ortam kirlenmesinde özel bir sorun yaratmamaktadır. Ancak tozların havaya yayılmasını önleyebilmek için depolama bölgelerinin çevresinin kapalı olması gerekmektedir. Yükleme sırasında yükleyici kişilerin toz etkisinde kalmamaları ve tozların hava akımlarıyla yayılmaması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Petrokokun kullanımı

Petrokok başlıca metal üretiminde yakıt olarak kullanılan bir maddedir, gerek çelik ve gerekse alüminyumun üretiminde petrokok üretim sürecinde gereklidir. Özellikle grafit elektrotların bileşiminde büyük oranda petrokok kullanılmaktadır. Yüksek kükürtlü ve yüksek metalli ham petrolden elde edilen petrokok ise genellikle yakıt olarak kullanılmaktadır. Bu kok genellikle diğer kömürle karıştırılarak yakılmaktadır. Ayrıca taş ve tuğla ocaklarda yakılmaktadır. Kokun bu yolla kullanımında temel etki yanma etkinliğinin artması ve kalan kül miktarının azaltılmasıdır. Ancak bazı durumlarda karışımın kükürt aksamının artmasına yol açtığı da belirtilmektedir. (49) Titanyum alaşımlarının, çelik eldesinde de ve doğru akım pillerinin yapımında karbon anod olarak ta kullanılmaktadır. Isıyı çok iyi iletmesine ve yüksek temperatür mekanik etkilerine bağlı sınırlı kullanım biçimleri de bulunmaktadır.

Sağlık üzerindeki etkileri

Yapılan çalışmalarda genellikle %0.1 oranındaki konsantrasyonlarda karsinojen etken yaymadığı belirtilmektedir.

Petrokokla ilgili en önemli sorun petrol ürünlerindeki kükürt ve bazı metal bileşenlerin petrokokta daha konsantre olarak verilmesine bağlı olarak ortaya çıkabilecek kirletici etki riski ve buna bağlı olarak ortaya çıkacak sağlık sorunlarıdır.

Bunların başında PAH bileşiklerinin etkisi gelmektedir. Tüm tam olmayan yanmalarda tüm fosil yakıt yanmalarında özellikle petrol olmak üzere PAH meydana gelmektedir. Meydana gelen yüzlerce madde arasında en büyük oranda benz(a)piren oluşturmaktadır.

Petrokokun yaygın kullanım alanı bulmaması nedeniyle insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri daha çok petrol kökenli maddelerden petrokokta olması muhtemel maddelerin tekisinin geçerliği olduğu varsayılarak değerlendirilmektedir. Ancak petrokok kullanımında ortaya çıkan yüksek ısı, yakma fırınlarının teknolojik özellikleri ve yakım bölgeleri, özellikle konut ısıtmasından çok sanayide kullanılıyor olması nedeniyle çevre kirliliği ve sağlıkla ilgili atıflar konusunda kesin sonuç veren değerlendirmeler bulunmamaktadır.

Petrokokun küçük yakım birimlerinde söz gelimi evlerde sobalarda ve kalorifer kazanlarında yakımı ile ilgili olarak belirtilen sakıncalar aşağıda sıralanmıştır. Ancak aynı sakıncaların tüm fosil yakıtlar için de geçerli olabileceği unutulmamalıdır. Kullanım oranının artması sonucu yaygın

olarak düşük miktarda çıkan bu maddeler ani konsantrasyona ulaşabilmektedir. Petrokokla ilgili olarak sıralanan başlıca sağlık sorunları şunlardır:

1. Petrokokta nikelin normal üzerinde bir değere ulaşması mümkündür. Karbonmonoksit bulunması halinde karbonil bileşimleri oluşturmaktadır ve özellikle katı atık arıtım tesislerinde nikelin bu bileşiği önemli kirlilik nedeni sayılmaktadır. Soba ve kalorifer gibi oksijenden fakir yanma koşullarında bu sorunun petrokoka çıkabileceği düşünülmektedir. Kanserojen ve allerjen bir madde olarak kabul edilmektedir.

2. Petrokokta zenginleştirilmiş oranda bulunması muhtemel olan maddelerden birisi vanadyumdur. Vanadyum etkisinin kesin olarak belirlenmemiş olması nedeniyle daima ihtiyatla karşılanan bir madde niteliğindedir, allerjen etkileri nedeniyle de istenmemektedir. Küçük kapasiteleri yamalarda bunun da sorun olabileceğinden kuşulanılmaktadır. Vanadyumun katalizör olarak bazı toksik bileşiklerin oluşumuna da katkıda bulunabileceği belirtilmektedir. Klorlu dioksin, furanlar ve çok çekirdekli aromatik bileşiklerin oluşumunu kolaylaştırabilir.

3. Kükürt oranının yüksek olması halinde verdiği ısı ve yakıt kullanma oranında ki azalışla açıklanabilecek bir olumlu yön bulunmak zorundadır. Bu nedenle tüm petrokok tiplerinin kükürt kapsamı açısından dikkatle değerlendirilmesi gerekir. Yakım tesislerinde ve çevreye verilen kükürt miktarının ısı birim başına kükürt miktarı ile karşılaştırılarak bu değerlerdirme yapılmak zorundadır.

4. Klor klorlu dikosinlerin ve furanların oluşumu açısından önemli olabilir. Özellikle katalitik etki yapan bir ağır metalin varlığı bu bileşiklerin oluşumuna yol açan kimyasal tepkimeleri kolaylaştırmaktadır. Petrokokta bulunan nikel ve vanadyumun bu açıdan sakıncalı olabileceği belirtilmektedir. Fuarının oluşumunda ise kükürtün varlığı kolaylaştırıcı etkenler arasındadır.

5. Polisiklik aromalar bir diğer kuşkulu durumdur. Kanserojen maddeler içermesi bakımından dikkatli olmayı zorunlu kılmaktadır.

6. Total asılı parçacıklar

Total asılı parçacık oranı Özellikle küçük kullanım miktarlarında söz gelimi evlerde ve kaloriferlerde kullanılmaları durumunda tozların alınması riskini arttırmaktadır. Bu tozların ciltle temasa bağlı sorunlarda yaratabileceği belirtilmektedir.

7. Düşük ısıda yanma karbonmonoksit oluşumunu yüksek ısıda yanma ise azotoksitleri oluşma oranı artacaktır.

Diğer Yakıtlar: Odun

Odun, yakıt olarak kullanılır veya odun kömürüne dönüştürülebilir. Tropikal veya yan tropikal bölgelerde ormanlar yaygındır. Bu yüzden bu bölgelerde yakıt olarak kömür yerine odun kullanılmaktadır.

Odunun en önemli kimyasal bileşenleri selüloz ve linyindir. Reçine ve balmumu diğer önemli bileşenleridir. Odun, %25-50 arasında su içerebilir. Havada kurumuş odun, %10-19 arasında su içerir. Odunun kül içeriği ise azdır. Genellikle %0. 6'dan azdır. Uçucu madde miktarı ise % 60-75'dir. Havada kurumuş odunun kalorifik değeri 4000-4500 kcal/kg arasındadır. Kuru-külsüz baza göre odun, %49-51 karbon, %5. 9-6. 2 hidrojen ve %43-45 oksijen içerir.

Eskiden beri ısıtmada kullanılmaktadır. Sellüloza benzer birtakım elyaf-lardan meydana gelmiştir. Sellüloza göre karbonu biraz fazla oksijeni biraz daha azdır. Odunun kül miktarı % 1 den azdır.

Odunların ısıl değeri cinslerine göre değil, nem derecelerine bağlıdır. Örneğin nem oranı % olarak 0 ise yüksek ısıl değeri (YID) 4730, alçak ısıl değeri (AID) 4400, nem oranı % olarak 40 ise YID=2830, AID=2400 dur. Odunun ısıtmada kullanılması ekonomik değildir.

Diğer taraftan,

Ocak ve şöminelerden çıkan odun dumanının içerisinde de bir çok toksik madde bulunmaktadır. Odun dumanının içerisinde çok sayıda toksik madde salınmaktadır. Bunlar arasında asetaldehit, asetik asit, alüminyum, kalsiyum, karbonmonoksit, klor, formaldehit, hidrokarbonlar, demir, magnezyum, manganez, nitrojen oksitler, fenoller, fosfor, polisiklik organik maddeler, potasyum, silisyum, sodyum, kükürt oksitler, titanyum sayılabilir. Bazı çalışmalar gelişmekte olan ülkelerde odun dumanına maruziyet ile kronik akciğer hastalığı arasında belirgin ilişki bulunduğunu göstermektedir.

Odun yanma ürünleri, üst solunum yolları için güçlü irritan etkiye sahiptir. Ayrıca yanma sonucu ortaya çıkan bir takım parçacıkların mutajen özellikleri vardır. Polinükleer aromatik hidrokarbonlar genellikle kanserojenik özellikte maddelerdir.

Tezek

Tezek Gelişmekte olan ülkelerde biyomass kirliliği (tezek) önemli bir sorun olma özelliğini sürdürmektedir. Değişik ülkelerde yapılan çalışmaların sonucuna göre gelişmekte olan ülkelerde biyomass kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan ortam kirleticileri ve değişik ülkelerde yapılan ölçümlerin alt ve üst değerleri Tablo 15 de verilmiştir.

Tablo 15 : Değişik ülkelerde yapılan çalışmaların sonucuna göre tezek yakılmasına bağlı olarak ortaya çıkan kirleticilerin alt ve üst ölçüm değerleri (Nigeria, Papua New Guinea, Kenya, Hindistan)

Madde	Ölçüm Sonuçları
Asılı parçacıklar, mg/m ³	0.8-56.6
Benz a-pyren, mg/ m ³	145- 9320
Karbonmonoksit, mg/ m ³	35.5-1076
Nitrojen dioksit, mikrog/ m ³	15,168-326
Kükürt dioksit, ppm	38-269
Benzen, ppm, ppm	86
Formaldehit, ppm	1.2
BaH mikrog/ m ³	224
Fenoller, mikrog/ m ³	1.0
Asetik asit, mikrog. / m ³	4.6

Tezek yakılmasına bağlı olarak kronik obstrüktif akciğer hastalığına ve kansere yol açabilen bir takım maddeler kapalı ortam havasına kolayca geçebilmektedir, özellikle tandır, soba yakınında yemek pişirerek vaktinin bütün zamanını harcamış olan kadınlarda buna bağlı kronik akciğer hastalığından erken ölümler söz konusu edilmektedir.

Tezek dumanının azaltılması

Kuşkusuz olanak sağlandıkça bu tip yakıtların en aza indirilmesi ve artık kullanılmaması en ideal yoldur. Ancak bir çok bölgede bu yakıt alternatif sağlanabilmesi daha uzun zaman alacaktır.

Tezek dumanının oluştuğu konut teknolojisi oldukça kötüdür. Havalandırma etkinliği değişik özellikler taşıyabilir. Teknolojik yalıtım yetersizliği havalandırma etkinliği sağlayabilir. Ancak bu ısınma etkinliğini de azalttığından tezek yanma oranının da artımına yol açmaktadır. Tezek yakımında tandırdan yararlanma durumunda duman oranı çok artmaktadır. Alışıl-gelen soba teknolojisinde tezeğin ısıtma etkinliği çok azdır. Tandırın işlevlerini de yerine getirememektedir. Kuzine tipi sobalar yararlı olabilir. Tezek içerisinde %10 oranında kömür tozu katılması yanma etkinliğini arttırmaktadır.

Gaz yakacaklar:

Yanma kolaylığı, ayar kabiliyeti ve hava kirliliğini önlemek bakımından gaz yakacakların ısı üretiminde kullanılması yaygınlık kazanmıştır. Esas olarak ısı elde edilmesi için kullanılan gaz yakacaklar sıvı hidrokarbürlerin gazları, doğal gaz ve mamul gazlardır.

Doğal gaz:Toprak altından çıkan doğal gazlar çeşitli yanıcı gazların karışımıdır ve çok az bir miktarda inert gaz içerir. Esas itibariyle gaz içinde % 55 ile 98 arasında metan bulunur. Bir miktar etan ve diğer karbonhidratlarda geri kalan kısmını teşkil eder. Doğal gazların ısı değeri 8900-9400 Kcal/metreküptür. Trakya bölgesinde doğal gaz yatakları bulunmuştur. Ancak ülke ihtiyacını karşılamadığından dışarıdan sağlanmaktadır.

Çeşitli Yakıtların Karşılaştırılması :

Isı elde edilmesinde kullanılacak yakıtlarda aranacak özellikler şunlardır:

1. Amaca uygun olması,
2. Piyasada çok ve kolay bulunur olması,
3. Kullanılış kolaylığı ve ayar kabiliyetinin olması,
4. Ekonomik olması,
6. Temizliği.

Sıvı yakıtların yararları şunlardır:

1. Taşınması, doldurulup boşaltılması kolaydır.

2. Bakım ve amortisman masrafları azdır, malzemenin kir, toz vb. ile aşınması yok gibidir.

3. Depo edilmesi az yer kaplar, az miktardaki sıvıdan çok ısı alınır.

4. Kullanılışı temizdir.

5. Kontrol kolaylığı vardır.

Sıvı yakıtların sakıncaları şunlardır:

1. Depoların ek tesis masrafı vardır.

2. Yangın tehlikesi bulunmaktadır.

5. Petrol bulunmayan ülkelerde pahalıdır

Gaz yakıtların yararları şunlardır:

1. Gaz yakacak hava ile iyi karışır.

2. Mükemmel bir ayar kabiliyeti vardır.

3. Çok temizdir

Gaz yakıtların sakıncaları şunlardır:

1. Pahalıdır,

2. Depo edilmesi ve taşınması zordur.

3. Fazla hidrojen içerdiğinden dumanları ıslaktır.

EK 1

ISITMA VE BUHAR TESİSLERİNİN YAKIT TÜKETİMİNDE EKONOMİ SAĞLANMASI VE HAVA KİRLİLİĞİNİN AZALTILMASI YÖNETMELİĞİ

(3 Kasım 1977 gün ve 16102 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmıştır)

I. BÖLÜM

1. Yönetmeliğin amacı ve kapsamı:

Memleket ekonomisi yönünden son derece önemli olan yakıt tüketiminde tasarruf sağlamak ve halk sağlığını büyük ölçüde tehdit eden hava kirliliğini azaltmak bu yönetmeliğin amacıdır.

Binaların ve sınai tesislerin ısı enerjisi ihtiyaçlarını saptanması, yakıt enerjisi sarfeden ısıtma tesisleri ve sınai tesislerin projelendirilmeleri, yapımları, işletme izinlerinin verilmeleri, işletilmeleri, bakımları, denetlenmeleri ve ısıtma tesislerinin işletilmesinde çalışacak personelin yetiştirilmesi bu Yönetmeliğin kapsamına girer.

II. BÖLÜM

2. Yakıt tüketiminde ekonomi sağlamak amacıyla, bina ve ısıtma tesisi projesi hazırlayan ve bu projeleri uygulayan mimar ve mühendislerin uyacağı ilkeler:

Bina projelerini hazırlayan ve uygulayan mimar ve mühendisler ısıtma tesislerini projelendiren ve bu projeleri uygulayan mühendislerle işbirliği yaparak binayı ve bina bölümlerini, ısı ekonomisi ve ısıtma tekniği kurallarını gözönünde tutarak ısı kayıplarını asgariye indirecek şekilde projelendirecek ve bu projeleri uygulayacaklardır.

2.1. Bina projelerinin hazırlanmasında ve uygulamasında gözönünde tutulacak ilkeler:

2.1.1. Yeni tesislerde uygulama

Bu yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihten sonra inşaat ruhsatı isteğinde bulunan bütün tesisler yeni sayılır. Bu gibi tesisleri tamamlanım projeleri dahi olsa bu yönetmeliğe uygun olarak değiştirileceklerdir.

2.1.1.1. Bütün Türkiye'deki binalarda ister merkezi kalorifer ile ister müstakil kalorifer ile, ister soba ile ısıtılsın, bir yapının aşağıda belirtilen şartları sağlaması mecburidir.

Şart 1:

Binanın ısı kaybeden dış alanlarının ortalama ısı geçirgenlik katsayısı aşağıdaki değerleri geçemez:

f/v	+3 ile 3			
	km, max	6 ve 9	12, 15, 18	21, 24, 27
0,195	1,60	1,50	1,35	1,20
0,20	1,55	1,45	1,30	1,15
0,25	1,40	1,30	1,16	1,05
0,30	1,30	1,20	1,07	0,95
0,35	1,20	1,10	1,00	0,90
0,40	1,15	1,05	0,95	0,85
0,45	1,10	1,00	0,91	0,82
0,50	1,05	0,95	0,87	0,78
0,55	1,00	0,92	0,84	0,76
0,60	0,97	0,89	0,81	0,73
0,65	0,93	0,86	0,78	0,70
0,70	0,91	0,84	0,76	0,68
0,75	0,89	0,81	0,74	0,67
0,80	0,87	0,79	0,72	0,65
0,85	0,84	0,77	0,70	0,63
0,90	0,83	0,76	0,69	0,62
0,95	0,82	0,75	0,68	0,61
0,100	0,81	0,74	0,67	0,60
0,105	0,80	0,73	0,66	0,59
0,110	0,78	0,71	0,65	0,58
0,115	0,77	0,70	0,64	0,57
0,120	0,76	0,69	0,63	0,56

Not: Ara değerler enterpolasyonla bulunur,
burada

F: Binanın ısı kaybeden dış alanlarının (dış duvar, dış pencere ve kapı çatı ve zemin) toplamını ifade eder.

$$F = F_D + F_f + F_ç + F_z$$

V : F alanlarını n içinde kalan hacimi (m) olarak ifade eder. Km: Binanın ortalama ısı geçirgenlik kat sayısını ifade eder.

$$k_m = \frac{k_D \cdot F_D + k_p \cdot F_p + 0,8 k_ç \cdot F_ç + 0,5 k_z F_z}{F}$$

Şart 2:

Binanın dış duvarlarının, dış kapı ve dış pencereler dahil ortalama ısı geçirgenlik kat sayısı

$$k_D + F \frac{k_D \cdot F_D + k_f \cdot F_f}{F_D + F_f}$$

aşağıdaki değerleri geçemez:

3 ve-3	-6 ve-9 ,12,	-15 ve-18	-21, -24, -27
1,90	1,75	1,6	1,45

Şart 3:

-6 ve daha soğuk bölgelerde pencereler çift veya çift camlı yapılacaktır.

Şart 4:

Dış pencerelerin derzlerinden geçen hava miktarını veren hava sızdırma derecesi (a) katsayısı (2) değerini geçemez -6 ve daha soğuk bölgelerde bütün binalarda dış pencerelerin açılan kanatlarına ait derzler sentetik sünger, lastik veya plastik conta ile hava sızdırmayacak şekilde kapatılmak zorundadır.

2.1.1.2. Merdiven boşluklarına hiçbir zaman ısıtıcı konulmayacaktır. Bina girişlerinde dış kapıdan sonra bir kapı daha bulunacaktır. Sayfiye evlerinde ve iklim haritasında -6 dan daha sıcak bölgelerde bu şart aranmaz. İki kapıda açıldıktan sonra kendi kendine kapanır tipten olacaktır.

2.1.1.2. Etrafa verdiği ısı, faydalı ısı olarak hesaba girmeyen bütün kalorifer suyu, kullanma sıcak ve buhar boruları izole edilecektir. İzole değerleri Ek. 1 de belirtilen değerlere uygun olarak projede belirtilecektir.

2.1.1.4. Isıtma tesisatında ve kazan dairesinin boyutlandırılması ve yapımında gözönünde tutulacak ilkeler.

2.1.1.4.1. Kazanlar

Kazanlar TSE veya Uluslararası standartlardan herhangi birine uygun yapılabilir. Kazan kapasitesi kcal/h cinsinden belirlenir.

Kazanlar (Kömürlü ve Akaryakıtlı) Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından direkt metot ile kapasite ve verim testine tabi tutulacaktır. Kazan imalcileri bu testlerin yapılabilmesi için gerekli tesisatı bünyelerinde hazırlayacak veya temin edeceklerdir. Kazan imalcilerinin bünyelerindeki test yerlerinde veya Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca gösterilecek başka bir tesisatda yapılacak testlerde kömürlü kazanlar için Ek: 2de, akaryakıtlı kazanlar için Ek: 3 de belirtilen azami baca çekişlerinde, takatlarına tekabül eden ısı verimleri (Kazanın dış yüz kayıpları dikkate alınarak) verdikleri tesbit edildiği takdirde projeleri Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca onanacak ve bu projeleri uygun olanların imal ve satışına müsaade edilecektir. Isıl veriminin tesbitinde brülör ve stoker gibi yardımcı cihazların çektiği enerji dikkate alınmayacaktır.

Kazanlar 14/kg/m³ cam pamuğu veya aynı değerde izolasyon değerinde bir malzeme ile izole edileceklerdir.

Seri olarak yapılan kazanlarda en küçük kazan ve bundan %60 fazla kapasitedeki her kazan teste tabi tutulacak ve projesinin üzerine test sonuçları yazılacaktır. Bundan böyle bu projelere uygun olarak yapılacak kazanlar teste tabi tutulmayacaktır. Ölçümü yapılan en büyük kapasitedeki kazanlardan %25 fazla kapasitedeki kazanlara da projesi üzerinden kapasite belgesi verilebilir.

Binanın toplam ısı ihtiyacı (kullanma sıcak suyu için ısı dahil) en az iki adet kazanla (1/3, 2/3 veya 1/3, 1/3, 1/3, 1/3 oranlarında) sağlanacaktır. Ancak toplam ısı ihtiyacı 160.000 ksal/h. den küçük olan tesislerde tek kazan kullanılabilir.

Toplam ısı ihtiyacı 160.000 - 300.000 kcal/h arasında olan boylerli tesislerde kazanların ikisi de-hem kaloriferi hem de boyleri besleyecek şekilde bağlanacaktır. Toplam ısı ihtiyacı 330.000 kcal/h den büyük olan tesislerde kullanma sıcak suyu için ayrı bir kazan konacaktır. Orta yağ yakan tesislerde 50.000 kcal/hden daha küçük kazan yapılmayacaktır. Boyler ayrı bir pompa ile beslenecek ve bu pompa boyler suyu sıcaklığına göre otomatik olarak (termostat ile) çalışacaktır.

2.1.1.4.1.2. Kömürlü kazanlar

Kömürlü kazanların kapasite ve verim testleri sırasında kazanlarda alt ısı değeri 3500 - 4000 kcal/kg. olan linyit kömürü yakılacaktır.

2.1.1.4.1.3. Akaryakıt Kazanlar

Akaryakıtlı kazanlar kapasite ve verim testleri sırasında kazanlarda, alt ısı değeri 9600 kcal/kg. olan orta veya ağır yağ kullanılacaktır.

2.1.4.1.2. Brülörler

Bütün brülörler Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından kapasite ve verim testine tabi tutulacaklardır. Bu testlerde en düşük, yarım ve tam kapasitede Ek: 3 de belirtilen CO₂ yüzdelerini verebilen (ve CO yüzdesi l'i geçmeyen) brülörlerin projeleri bakanlıkça onanacak ve bu projelere uygun olanların yapım ve satışına izin verilecektir. Brülör yapımcıları ve testlerin yapılabilmesi için gerekli tesisatı bünyelerinde hazırlayacak veya sağlayacaklardır.

Testler brülör yapımcılarının bünyelerindeki test yerlerinde yapılabileceği gibi Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca gösterilecek başka yerdeki bu amaçla hazırlanmış bir tesiste de yapılabilir.

100.000 kcal/h den büyük kazanlara takılacak brülörler ayrı ayrı kumanda edilebilen çift memeli olacaktır.

Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığının mütalaası alınmak suretiyle Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca gerekli görülecek yerlerde ve hallerde, akaryakıt ya da kömür kullanan mevcut ısıtma tesisleri ve sınai tesisler motorin yakacak şekilde gerekli değişiklikleri yaparak motorin kullanacaklardır.

2.1.1.4.3. Kazan Daireleri

Kazan daireleri, geçerli projelendirme ilkelerine ve standartlara uygun olarak projelendirilmiş ve yapılmış olacaktır.

Kazan dairesinin bir duvarı muhakkak surette dış duvar olacaktır. Kazan dairelerinin en az iki kapısı olacaktır. Bu kapılardan birisi bina içerisine, diğeri ise bina dışına açılacaktır. Bina dışına açılan kapı, kazan ve boylerin girip çıkmasına uygun olacaktır.

Kanalizasyona bağlantı yapılamayan kazan dairelerinde bir su toplama çukuru yapılacak ve üzeri ızgara ile kapatılarak suyun boşaltılmasını sağlayacak bir pompa konulacaktır. Bu pompa, toplam ısı ihtiyacı 300.000 kcal/hden küçük olan tesislerde el pompası olabilir.

Kazanların kenarlarının duvarlardan veya duvara monte edilmiş cihazlardan uzaklığı en az 70 cm iki kazan arasındaki uzaklık en az 40 cm olacaktır. Kazan dairesi yüksekliği, kazan üzerinde yeralacak düzenlerin gerektiğinde tamir ve bakımının yapılmasında zorluk doğurmamak üzere en az 2,5 m. ve en yüksek kazan üst seviyesinden en az 1 m. daha yüksek olacaktır.

Kazan dairelerinin, kazan dairesi taban alanının en az 1/12 si kadar alanda dışa açılan ve kendiliğinden kapanan yeterli sayıda penceresi olacaktır. Kazan dairelerinin pencere ve kapılan yanmaz malzemeden yapılacaktır.

2.1.1.4.4. Yakıt Depoları ve Isıtıcılar

Yakıt depoları, geçerli projelendirme ilkelerine ve standartlara göre projelendirilmiş ve yapılmış olacaktır.

Kömür veya akaryakıt depolan tesisin tam takatte en az 30 günlük çalışmasına yetecek yakıtı depo edebilecek büyüklükte olacaktır.

Akaryakıt deposu prizmatik veya silindirik formda yapılabilir.

Akaryakıt deposu ile kazan arasında en az 20 cm. yüksekliğinde bir eşik bulundurularak akaryakıtın depodan akması halinde kazan tarafına geçmesi önlenecektir.

Orta veya ağır yağın akıcılığının sağlanması için ana tankta ve servis tankında yakılabilmesi için brülör bünyesinde ısıtılması gerekir. Ana tanktaki ısıtmada kullanılacak ısıtıcı serpantin, eşanjör tipinde olacak ve yalnız kullanılan yakıtı ısıtacaktır. Aksi halde depodaki bütün akaryakıt ısınacağından deponun izolesi gereklidir. Ana tank ile servis tankı arasındaki yakıt borusu ve ana tanktaki ısıtıcıya kalorifer suyu veya buhar getiren borular ile tankının ve brülör bünyesindeki ısıtıcının yan yüzleri izole edilecektir. Servis tankı takriben bir saatlik yakıtı depo edebilecek büyüklükte seçilecektir.

2.1.1.4.5. Bacalar

Temiz hava, duman ve pis hava atma bacaları, duman kanalları, geçerli projelendirme ilkelerine ve standartlarına göre projelendirilmiş ve yapılmış olacaktır.

Kazan daireleri, yanma için gerekli temiz havanın girebilmesi için zemin seviyesinde duman bacası kesitinin % 50 si kadar bir kesitte, temiz hava alma bacasıyla dış havaya bağlanmış olacaktır.

Kazan dairelerinde toplanacak pis havanın tahliyesi için toplam baca kesitinin en az % 25 i kesitinde ağız kazan dairesi tavanında bulunan bir pis hava bacası bulunacaktır.

Her kazanın ayrı bacası olacaktır. Birden fazla kazan her ne sebeple olursa olsun aynı bacaya bağlanamayacağı gibi kalorifer bacalarına soba, şofben v.s.de bağlanmayacaktır.

Bacalar teknik bir zorunluluk olmadıkça binaların dış duvarlarına konmayacak ve bina duvarları baca duvarı olarak kullanılmayacaktır.

Baca duvarı kalınlıkları standart tuğla boyundan az olmayacak ve baca duvarı yapımında delikli tuğla ve briket kullanılmayacaktır.

Bacalar tesisat mühendisinin verdiği kesitte ve içeri hava olmayacak şekilde içi ve dışı ince sıva ile sıvanmış olacaktır. Bacalar komşu yüksek binanın çekişi bozan etkisini azaltmak amacıyla varsa bu binalardan en az 6 metre uzaklıkta bulunacak ve bina mahyasının en az 80 cm. üzerine kadar çıkarılacaktır.

Bacalar mümkün olduğu kadar yön değiştirmeyecek şekilde yapılacak eğer yön değiştirmesi zorunlu ise, yön değiştirmede yatayla açđ en az 60 olacaktır.

Bacaların en alt kontuna saılan ve hava sızdırmayacak şekilde contalı bir temizleme kapağı konacaktır. Yatay duman kanalları bacaya en az % 5 lik yükselen bir eğimle bağlanacak ve uzunluğu hiçbir suretle baca yüksekliğinin 1/4 ünü aşmayacaktır. Duman kanallarının, temizlenmelerine imkan verecek sızdırmaz, ısı izolasyonlu, kolay açđlıp kapanabilen ve en küçük Ölçüsü 30x30 cm. olan yeter sayıda, temizleme kapağı bulunacaktır.

Duman kanalları bacaya doğrudan doğruya veya zorunlu durumlarda yuvarlak dirseklerle bağlanacak asla 90 derecelik keskin köşeli dirsek kullanılmayacaktır.

Gerekli önlemlerin alınması ve lüzumlu cihazların kullanılması suretiyle baca ısı kayıpları asgariye indirilecektir.

Sıvı yakıtla çalışan tesislerde brülörlerin çalışmadığı sürece bacadaki çekışten dolayı doğacak ısı kaybını önlemek için baca kapama cihazları konulacaktır.

2.1.1.4.6. Isıtma tesisatının diğer birimleri:

2.1.1.4.6.1. Radyatör hesaplarında kolon, branşman ve kazan bacası nın verdiği ısılar faydalı ısı olarak hesaba dahil edilecektir.

2.1.1.4.6.2. Bütün radyatör girişlerinde basıncın aynı olması sağlanacaktır. Teknik zorunluluklar nedeni ile bu şart sağlanamıyorsa basınç farkından dolayı,değişen su miktarına bağlı olarak radyatörün ortalama sıcaklığının değişmesi radyatör dilim sayısının bulunmasında hesaba katılacaktır.

2.1.1.4.6.3. Özel binalarda her radyatör grubuna yakıt pay Ölçer takılması ve yakıt parasının bu cihazların gösterdiği rakamlara istinaden tahsim edilmesi mecburidir. Yakıt pay ölçer cihazının takılması ve yakıt sarfiyatının paylaştırılması Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca yetki ve rilmış bürolarca yapılır.

2.1.1.4.6.4. Akaryakıt kullanan resmi ve özel binalar, dış hava sıcaklığına göre kazan çıkış suyu sıcaklığını ayarlayan otomatik kontrol sistemi ile donatılacaktır.

2.1.1.4.6.5. Kullanma sıcak suyu ihtiyacı için boyler büyüklüğünün tayininde haftada her gün sıcak su verilecek olsa dahi, haftada üç gün verilecekmiş gibi hesap yapılacaktır. Kullanma sıcak suyu her daireye ayrı bir boru ile girecek ve bu boru üzerine sarfedilen sıcak suyu ölçmek üzere bir sıcak su sayacı takılacaktır. Sıcak su masrafları bu sayaçların gösterdiği sarfiyata göre paylaştırılacaktır.

Kalorifer ve kullanma sıcak suyu ihtiyacının tek bir kazanla karşılanmasında kullanılan ve boyler suyu sıcaklığı kontrol altına alınamayan boylerli kazanların işletme verimleri son derece düşük olduğundan imalleri ve kullanılmaları yasaklanmıştır. Boyler kazana, kalorifer devresinden bağımsız bir devre ile bağlanmış ise ve bu bağlantı üzerinde termostatik kumandalı pompa var ise bu tertip kullanılabilir.

2.1.1.4.6.6. Buhar kullanan tesislerde, teknik ve ekonomik imkansızlıklar hariç en az enerjiye ihtiyaç gösteren makinalar tercih edilecek, enerjisinin bir kısmı kullanılan buhardan (veya kondens) ya kazanı beslemede, ya ısıtmada veya başka bir şeye ile muhakkak faydalı enerji olarak yararlanılacaktır. Makinalara buhar enerjisi getiren borular ekonomik izolasyon kalınlığında izole edilecektir, (vanalar, flanşlar vs. de katiyen buhar veya kondens kaçacağı bulunmayacaktır.)

2.1.1.4.6.7. Buhar tesislerinde mevsimlere veya aylara göre çeşitli takatlara ihtiyaç duyuluyorsa, bu takatlara uygun iki veya üç kazan dairesi, baca, izolasyon vs. için ısıtma tesislerinde yer alan koşullar, buhar tesislerinde de aynen geçerlidir.

2.1.1.4.6.8. Buhar, kalorifer ve kullanma sıcak suyu taşıyan cihazların (kazan., boyler, eşajör vs.) ve etrafa verdikleri ısı faydalı ısı olarak hesaba girenler hariç bütün dağıtım boruları izole edilecektir. İzole toprağı (asbest) ile izole yapılmayacaktır. Dağıtım boruları doğrudan doğruya toprağı veya betona gömülmeyeceklerdir. Bu gibi hallerde borular kanal içine alınacak ve izole edileceklerdir. Daireler içinde bulunan kullanma sıcak suyu veya kalorifer boruları izole edilmek kaydıyla duvara gömülebilirler.

Kullanma sıcak suyu taşıyan boruların hem kazan dairesinde hem katlar arasında ve hem de daireler içinde bulunan kısımları izole edilecektir.

KAYNAKLAR

1. Koren, H. , Bisesi, M. Handbook of Environmental Health and Safety, (1-12), Lewis Publishers, Florida, 1996.
2. Güler, Ç. Çobanoğlu, Z. Çevresel ve Biyolojik İzleme ve Değerlendirme, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No. 7, TC Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ISBN 975-7572-55-1, Ankara 1994.
3. Güler, Ç. Çobanoğlu, Z. , Çevre Sağlığının İlkeleri ve Genel Bakış Açısı, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No. 1, TC Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ISBN 975-7572-49-7 , Ankara 1994.
4. Devlet İstatistik Enstitüsü, Türkiye İstatistik Yıllığı, Ankara, 1993
5. Devlet Planlama Teşkilatı, Kalkınma Planı. Birinci Beş Yıl (1963-1967), Ankara, Ocak 1963
6. Devlet Planlama Teşkilatı, Kalkınma Planı İkinci Beş Yıl 1968-1972, Ankara, Aralık 1967
7. Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1973-1977) ,27. 11. 1972 gün ve 14374 sayılı Resmi Gazete
8. Devlet Planlama Teşkilatı, Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979-1983, DPT: 1664, Ankara, Nisan 1979
9. Devlet Planlama Teşkilatı, Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Programı (1985-1989) , DPT: 1974, Ankara 1985
10. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (1990-1994) , 6. 7. 1989 gün ve 20217 sayılı Resmi Gazete
11. Devlet Planlama Teşkilatı, Enerji Üretiminde Çevre Politikaları, VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı ÖİK Raporu, ISBN 975-19-0587-7, Ankara, 1992
12. Devlet Planlama Teşkilatı, Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı(1996-2000), Ankara, 1995
13. Last,J.M.,Walace,R.B.Public Health and Preventive Medicine, Appleton-Lange, Norwalk,1994.
14. Özer. U, Katkat. V. , Orhaneli Termik Santralının Çevreye Etkileri, Uludağ Üniversitesi, Bursa. 1992
15. Akengin. E. , Kükürtdioksit Gazının Doğal Çevreye Etkileri, Çevre

Koruma Dergisi, Ekim, 1984

16. Taylor, O. C. , Phytotoxic Air Pollutants and Their Source, Papers presented to the Symposium on the Effects of Air-Borne Pollution on Vegetation, UN, Economic Commission for Europe, Warsaw, Poland, 1980

17. Control of Air Pollution From Fossil Fuel Combustion, OECD, Environment Committee, Group on Energy and Environment Air Management Policy Group, ENV/EN/84. 3, ENV/Air/84. 3;Scale D.

18. Anıl. Y., Kemerköy Termik Santralının Ormancılığımız Açısından İncelenmesi, Orman Genel Müdürlüğü, Kasım, 1983

19. Oruç. N. . Orman Mühendisliği Dergisi, 1987, sh. 34

20. Emission Standards for Energy Facilities in OECD Member Countries, OECD, Environment Committee, ENV(83) 30, Scale 2.

21. Egemen. E, Yurteri. C. , Kömür Yakıtlı Termik Santrallardan Kaynaklanan Uçucu Küllerin Çevresel Etkileri, Türkiye 6. Enerji Kongresi Oturum Tebliğleri 2, 269-284, İzmir, Ekim, 1994

22. Egemen. E, Yurteri. C. , Regulatory Leaching Tests for Fly Ash:A Case Study, Waste Management and Research, 1994

23. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, OECD 1991 Yılı Çalışma Programı, Çevre ve Enerji İlişkileri Kapsamında Değerlendirilmek Üzere Türkiye'de Sürdürülen Çalışmalar,

24. DPTE, Türkiye Elektrik Kurumu, Kemerköy Termik Santrali Deniz Suyu Kirlenmesi Denetimine Yönelik Biyolojik ve Balık Yetiştirme Demonstrasyon Ünitesi Uygulama Projesi, D. E. Ü. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Proje Kod. No. DBTE-062, İzmir, 1987

25. Müller-Feuga, A. , Centrales Nucleaires et Ressources Marines Au Japon, La Pêche Maritime, Paris, 1980

26. C. E. A. , Pisciculture, Primeurs et Culture Par La Valorisation des Eaux Tiedes, Electricite de France, Direction deTEquipement, No:E, 48:1-8, Paris, 1980

27. Haktanır. K. , Orman Mühendisliği Dergisi, 1987, sh. 39

28. Uslu. T. , Orman Mühendisliği Dergisi, 1987, sh. 41

29. ODTÜ, Bursa Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali Çevresel Etki Değerlendirmesi Çalışması, Ankara, Eylül 1994

30. ODTÜ, Marmara Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali Çevresel Etki Değerlendirmesi Çalışması Nihai Raporu, Ankara, Eylül 1994
31. TC. Çevre Bakanlığı, 2000'li Yıllara Doğru Çevre, Ankara, -
32. Büyük Larousse Ansiklopedik Sözlük, Cilt. 10, Gelişim Yayınları, İstanbul, 1986
33. M. T. A. , Jeotermal Enerji, Ankara, 1989
34. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 1990 Türkiye Enerji Master Planı, Ankara, 1991 (Basılmamış)
35. Köksoy, M. , Yakıtlar Jeolojisi, Hacettepe Üniversitesi Yayını, Ankara, 1985
36. İzbirak. R. , Coğrafya Terimleri Sözlüğü, Milli Eğitim Bakanlığı Öğretmen Kitapları Dizisi, No: 157, İstanbul, 1992
37. Çobanoğlu, Z. , Konut Sağlığı, Somgür Yayınevi, Ankara, 1996
38. Aybers. N. , Isıtma, Havalandırma ve iklim Tesisleri, İstanbul, 1978
39. Jüntgen, H. Coal Characterisation in Relation to Coal Combustion. Part II. Environmental Problems of Combustion, Erdöl und Kohle. Petrchemie Vereinigt mit Brennstoff- Chemie Bd.40, Heft 5, 1987.
40. Küçükbayrak, S. Farklı Kükürt Giderme Yöntemlerinin Türk Linyitlerine Uygulanması, Doktora tezi, İTÜ, İstanbul, 1984
41. Benson, J.M. Hill. J.O. Mitchell, E., Newton, G.J. Carpenter. R.L. Toxicological Characterisation of The Process Stream From an Experimental Low Btu coal Gasifier. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 11, 3, 363,-371, 1982a
42. Comins, B.T. Polycyclic Hydrocarbons in Rural and Urban Air. Int.J. Air. Pollut. 1, 14-17, 1958.
43. Von Fredersdorff, C.G. and Elliott M.A. Coal Gasification. In: Lowry, H.H. Ed. Chemistry of Coal Utilisation, Supplementary Volume. pp 893,954, John Wiley and Sons, New York, 1983
44. Güler , Ç.; Çevre ve Sağlık. Tıbbi Dokümantasyon Merkezi, Ankara, 1992.
45. Topuzoğlu, İ.; Çevre Sağlığı ve İş Sağlığı, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, A- 27, Ankara, 1979.
46. Last, J.M., Wallace, R.B. Public Health and Preventive Medicine, Appleton-Lange, Norwalk, 1992

- 47.Çulfaz, A.,Yücel,H. Termik Santrallarda Baca Gazından Kükürtdi-oksit Temizleme Yöntemleri, Kimya Mühendisleri Der., 109,9,984.
- 48.Beine, H. Über den Gehalt an 3,4, Benzpyren in den Abgasen von Hausbrandöfen mit Festen Brennstoffen, ..Staub -Reinhalt.Luft, 39, 334-336, 1970.
49. Janssen, H.R., Roussel, K. M.,Ulmanns, Industrial Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5 th ed.Volume A, 19.(235-239)
- 50.Monteil, C.L;Carbon Graphite Handbook. Inter Science Publis-hers, NY, 191968.
- 51.Botkin, D.B., Keller, E.A.,Environmental Science, Earth as a Living Planet, John Willey Sons Inc, New York, 1995.
- 52.Morowitz, H.J., Energy Flow in Biology, Oxbow Press, Woodbridge, Conn., 1979
- 53.Jackson, R.W., Jakson, J.M., Environmental Science, The Natural Environment and Human Impact Longman,London,1996.
- 54.BP Statistical Review of World Energy,The British Petroleum Co., London, June 1994.
- 55.International Energy Agency, Renawable Sources of Energy, OECD/IEA, 1987.
- 56.International Energy Agency, Global Energy, The Changing Outlook, OECD, 1992.
- 57.Wilson, J., Apsimon, H.,Tracking the Cloud From Chernobyl, New Scientist, 42-5 17 July 1986.
- 58.Ahearne, J.F., Nuclear Power After Chernobyl, Science, 236, 673-9, 1987.
- 59.Atwood, C.H., Chernobyl-What Happened ? Journal of Chemical Education, 65 (12), 1037-41, 1988.
- 60.Rich; V., An 111 Wind From Chernobyl, Hew Scientist, 26-8, april 20, 1991.
- 61.Bojcun, M., The Legacy of Chernobyl, New Scientists, 30-5, 20 april 1991.