

X. ENERJİ

X.1.TÜRKİYE’DE ENERJİ VE ÇEVRE

İnsanların ihtiyaçlarının karşılanmasında ve gelişmenin sağlıklı olarak sürdürülmesinde gerekli olan enerji özellikle sanayi, konut ve ulaştırma gibi sektörlerde kullanılmaktadır. Ancak enerji; yaşantımızdaki vazgeçilmez yararlarının yanı sıra üretim, çevrim, taşıma ve tüketim esnasında büyük oranda çevre kirlenmesine de yol açmaktadır.

Nüfus artışına, sanayinin gelişmesine paralel olarak kurulan büyük ölçekli enerji üretim ve çevrim sistemleri ekolojik dengeyi büyük ölçüde etkiledikleri gibi sınırlar ötesi etkileri de beraberinde oluşturmaktadır. Bu nedenle çevre sorunları ulusal olduğu gibi uluslararası nitelikler de taşımaktadır. Yine bu nedenle çevre sorunlarını gidermek için, gerekli tedbirlerin alınmasında, uluslararası işbirliğinin rolü önem kazanmaktadır.

X.1.1. Bugünün Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen Enerji Kaynakları: Kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Odun, bitki artıkları, tezek, jeotermal enerji, güneş, rüzgar, hidrolik ve gel-git dalga enerji kaynaklarıdır.

Dünyada büyük ölçüde yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanılıyor olması, çevre sorunlarını önemli ölçüde artırmıştır. Bu nedenle çevresel etkileri az olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneliş her bakımdan avantajlı olmaktadır. Ancak bazı teknik sorunların çözümlenebilmesi için zamana ihtiyaç vardır ve bu da söz konusu geçişin oldukça uzun bir süre olacağını göstermektedir.

X.1.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

X.1.1.1.1. Fosil Yakıtlar

Bu yakıtlar içerisinde petrolün sınırlı rezerve sahip olması, petrol üretiminin 21. yüzyılın ilk çeyreğinden sonra azalan üretim ve artan fiyat nedeniyle düşüş göstereceği, doğal gazın 200 yıl kadar, kömürün ise 3000 yıl kadar yetebileceği dikkate alınırsa, kömür en kirlletici enerji kaynağı olmasına rağmen yine de en çok ve en uzun kullanılacak bir kaynak olduğu görülecektir. Her üç kaynağın tüketimi ile atmosferde ortaya çıkacak kirlilik etkileri ise şu şekilde olmaktadır.

X.1.1.1.1.1. İklim Değişikliği ve Global Isınma

Fosil yakıtların yanması ve özellikle ormanların giderek azalmasıyla havadaki CO₂’in diğer bazı gazlarla birlikte sera etkisi yaparak, güneş ışınlarını yeryüzüne yakın bir yerde tutması ve bu suretle yerküreyi ısıtıp iklimi değiştirmekte olduğu artık kabul edilmektedir.

X.1.1.1.2. Hava Kirliliğinin Sınırlar Ötesi Taşınımından Gelen Zararları ve Asit Yağmurları

1970’li yıllarda birçok sanayileşmiş ülkede kentsel sinai hava kirleticilerin kontrolüne ilişkin tedbirlerin alınmasıyla, hava kirlenmesi azaltılmış olmakla birlikte, yüksek bacalar veya tedbir alınmamış kirleticilerin ayrıca sınır ötesinde etkiler yaratmasına sebep olmuştur. Bu kirlilikler çok uzun mesafelere atmosferik şartlara bağlı olarak taşınmakta göllere, topraklara, bitki ve hayvan topluluklarına zarar vermektedir. Böylelikle kirlilik sınır ötesi bir hal almaktadır. Neticede oluşan kirleticiler sülfürik ve nitrik asitler, amonyum tuzlarıdır. Bu maddeler ayrıca metalik yüzeyleri, binaları, taşıt araçlarını da etkilemektedir.

Topraktaki asitleşme ile birlikte havadan gelen asitleşme etkisi bitki örtüsünü olumsuz olarak etkilemekte ve bazı bitki türlerinin tamamen yok olmasına sebep olmaktadır.

X.1.1.1.3. Kentsel Hava Kirliliği

1960’lı yılların başından itibaren dünyanın her tarafında görülen hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme, ısınma, trafik, sinai faaliyetler ve buna bağlı elektrik üretimi için artan bir yakıt tüketimini de beraberinde getirmiştir.

Fosil yakıt emisyonları arasında SO_x , NO_x , CO_2 ve çeşitli organik bileşikler, kurum ve partikül maddeler sayılabilir.

X.1.1.2. Nükleer Enerji

Nükleer enerji, önceleri atom bombası yapımında, İkinci Dünya Savaşı sonrasında ise barışçı amaçlarla enerji üretiminde, tıpta ve endüstride de kullanılmaya başlanmıştır. Nükleer uzmanlığa sahip ülkeler bu konuda bir anlaşma imzaladıktan sonraki kırk yıllık süre içinde, nükleer enerji artık yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. 32 ülke nükleer jenaratörlerden, global elektriğin % 17’sini üretmektedir. Ancak bu gücün radyasyon riskleri, nükleer atık imhası gibi pek çok önemli sorunları da devam etmektedir. Bunların yanında 250’yi aşkın gemi ve denizaltı nükleer enerji ile hareket edebilmekte, dünya genelinde 1000’i aşkın ticari, askeri ve araştırma amaçlı nükleer reaktör işletilmektedir. Bu konuda daha geniş bilgiler (**Bkz; Bölüm X.4 Nükleer Santrallar ve Çevre**) verilmiştir.

X.1.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları bilindiği gibi, sürekliliği itibariyle sürdürülebilir olduktan başka dünyanın her ülkesinde var olabilen bir özelliği ile büyük önem taşımaktadır. Fosil yakıtları esas alan enerji kullanımı; yakıt konusunda dışa bağımlılık, yüksek ithalat giderleri ve çevre sorunları gibi önemli olumsuzlukların yanında, dünya fosil yakıt rezervlerinin hızla tükenmesi sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmaktadır. Diğer taraftan çevresel etkileri, yenilenemeyen enerji kaynaklarına oranla çok azdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, mevcut teknik ve ekonomik sorunların çözülmesi halinde 21. yüzyılda en önemli enerji kaynağı olacağı kabul edilmektedir.

X.1.1.2.1. Odun

Yenilenebilir enerji kaynağı olarak, önemli potansiyele sahip olmakla birlikte, tüketimi o derece hızlıdır ki yenilenebilme kapasitesi oldukça düşmüştür. Odun tüketimi, ayrıca sanayi hammaddesi olarak kullanılması halindeki yararı çok yüksek olmasına rağmen, en verimsiz şekilde yakıt olarak yaygın kullanılmaktadır

X.1.1.2.2. Hidrolik Güç

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında odundan sonra ikinci sırayı almaktadır ve dünyada her yıl üretimi % 4 artmaktadır. Bugün hidrolik güçten oldukça yararlanılmasına rağmen, kullanılamayan potansiyel yine de çok bulunmaktadır. Hidrolik barajların ayrıca, büyük toprak alanlarını sular altında bırakması, ekolojik yapıda bitki ve hayvan türlerini değiştirmede de dolaylı etkisi gibi, pek fazla zararlı olmayan etkileri de bulunmaktadır.

Ulusal kaynaklarımızdan ve işletme masrafları çok düşük olan ancak hala % 35'i kadarını değerlendirebildiğimiz hidroelektrik enerji santralleri yatırımları desteklenmeli, ancak özellikle büyük hidroelektrik santrallerin ekolojik ve sosyo ekonomik dengede oluşturduğu Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED'i) yapılarak belirlenecek olumsuz etkilerini azaltacak tedbirler alınmalıdır. Ülkemizdeki hidrolik güç ile ilgili bazı bilgiler (Bkz; Bölüm: X.2 Barajlar-Hidroelektrik Santraller ve Çevre) verilmiştir.

X.1.1.2.3. Güneş Enerjisi

Dünyanın global olarak halen pek fazla kullanmadığı, ancak geleceğin en fazla kullanılabilecek enerji kaynağı olmaktadır. Güneş enerjisinden elektrik üretimi doğrudan dönüşüm ve dolaylı dönüşüm olmak üzere iki ayrı yöntemle gerçekleştirilir. Bazı ülkelerde kullanımı her geçen yıl artmaktadır. Ancak yeterli değildir. Güneş enerjisi teknolojisindeki ilerlemeler ümit vermektedir.

Çevresel etkileri yok denecek kadar az olan ve ülkemizde 200 kWp civarında kurulu olduğu tahmin edilen güneş pili güç kapasitesinin artırılması azami yararlanma politikalarını geliştirmeli, bu konuda gerekli araştırma ve yatırımlar yapılmalıdır.

X.1.1.2.4. Rüzgar Gücü

Çok eskiden beri bilinmesine rağmen halen çok az kullanılmaktadır. Son yıllarda özellikle Kaliforniya ve İskandinavya'da yerel elektriğin rüzgar türbinleri ile üretilmesi uygulamaları yaygınlaşmıştır. Ülkemizde ağırlıklı olarak Ege ve Marmara olmak üzere çeşitli bölgelerde yer alan 7 ölçüm istasyonu tamamlanmış ve halen 14 ölçüm istasyonda ölçüm çalışmaları sürdürülmektedir. Yapılan uzay çalışmaları ile saptanan meteorolojik çalışmalar neticesinde ülkemizin rüzgar enerjisi bakımından zengin olduğu belirlenmiştir. 1999 yılında toplam 23.7 milyon kilowat-saat elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmiştir.

Bu enerjinin de 21. yüzyılda elektrik üretim sistemleri ile rekabet edebileceği öngörülmektedir. Bu enerji üretiminde en çok gürültüden şikayet edilmektedir.

X.1.1.2.5. Jeotermal Enerji

Doğal yer altı ısı kaynaklarından gelen enerjinin kullanımı hızla artmaktadır. Sıcaklığın uygun olduğu şartlarda jeotermal enerjiden elektrik üretilmektedir. Bugün için dünyada toplam elektrik kurulu gücü 8274 MW'e, ülkemizde ise 20.4 MW'e'dir.(Denizli-Kızıldere Jeotermal Elektrik Santrali) Ülkemizdeki jeotermal sahalardan 5 tanesi elektrik üretimine elverişlidir. Mevcut şartlara göre ülkemizde, 2005 yılı hedefi 185 MW, 2010 yılı hedefi 500 MW ve 2020 yılı hedefi 1000 MW olarak öngörülmektedir.

Ülkemizde uygun bir jeotermal kanunu çıkarılmalı jeotermal alanlar devlet tarafından araştırılmalı, MTA bu konuda desteklenmelidir. Rezervuar parametrelerinin korunması ve çevreye jeotermal akışkanın atılmaması için reenjeksiyon mutlaka yapılmalıdır.

X.1.1.2.6. Biyokütle Enerjisi

İlk çağlardan günümüze değin odun ve bitki artıkları enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. 1997 yılı verilerine göre yerli enerji üretiminin % 25.5'i odun ve tezekten sağlanmış, toplam birincil enerji tüketiminin ise % 9.8'i odun ve tezek ile karşılanmıştır. Türkiye'nin biyogaz potansiyelinin 1400-2000 Btep/yıl düzeyinde olduğu belirtilmektedir.

Ülkemizde biyogaz ile ilgili çalışmalar 1957 yılında başlanılmış ancak 1987 yılında kesilmiştir. Çalışmalar günümüzde yeniden başlamış ve çöp termik santrallerin kurulması girişimleri hız kazanmıştır.

X.1.1.2.7 Deniz Enerjisi

Deniz enerjileri deniz dalga, boğaz akıntıları, med-cezir ve deniz sıcaklık gradyenti gibi çeşitlidir. Türkiye'de bunlardan sadece deniz dalga ve boğaz akıntıları olanakları vardır.

Üç tarafı denizlerle çevrili Türkiye'de deniz dalga konvektörleri ile bu enerjiden faydalanılması düşünülmelidir. Bu kaynağın değerlendirilmesi için dalga rasatlarına başlanılarak, teknik ve ekonomik incelemeler yapılmalıdır.

X.1.1.2.7. Hidrojen Enerjisi

Aslında tam olarak yenilenebilir bir enerji kaynağı olamayan hidrojen, bir başka enerji tüketilerek elde edilen sentetik yakıt durumundaki enerji taşıyıcısıdır. 21. yüzyılın enerjisi olarak varsayılmaktadır. Giderek ağırlaşan çevre sorunu ve küresel ısınma, tükenen hidrokarbon kaynakları hidrojen gibi sentetik yakıtları cazip duruma getirmektedir. Hidrojen motor yakıtı olarak kullanılabilirdiği gibi, sanayide, elektrik üretiminde, konutlarda güvenle kullanılabilir durumdadır. Uygulamaya aktarılacak üretim, taşıma, dağıtım, kullanım teknolojileri geliştirilmiş, uluslararası standartlar çıkarılmıştır. Hidrojen çağına ekonomik koşullara göre 10-15 yılda girilmesi beklenmektedir

Türkiye'nin hidrojen üretimi açısından bir şansı, uzun bir kıyı şeridi olan Karadeniz'in tabanında kimyasal biçimde depolanmış hidrojen bulunmasıdır. Karadeniz'in suyunun % 90'ı anaerobiktir ve hidrojen sülfür (H₂S) içermektedir. 1000 m derinlikte 8 ml/l olan H₂S konsantrasyonu, tabanda 13.5 ml/l düzeyine ulaşmaktadır. Elektroliz

reaktörü ve oksidasyon reaktörü gibi iki reaktör kullanılarak, H₂S'den hidrojen üretimi konusunda çalışmalar sürdürülmelidir.

X.1.2. Enerji Tasarrufu

Sürdürülebilir kalkınma açısından, enerji tasarrufunun ulusal politikalarda temel faktör olarak yer alması kaçınılmaz bir olgudur. Özellikle 1970'lerdeki petrol krizi sonrası gelişmiş ülkelerde, 1973-1983 yılları arasında yılda % 1.7 ortalama düzeyinde enerji tasarrufu sağlanabileceği görülmüştür.

Enerji tasarrufu bilincinin yaygınlaştırılması, bedava teknik bilgi ve denetim hizmetinin verilmesi, araç-gereçlerin üzerinde enerji etiketleri vb. teknikler konusunda eğitim verilmesi bu alandaki faaliyetler olmaktadır.

Enerji tasarrufu sağlamada bir diğer önemli araç, enerji fiyatlandırması olmalıdır. Enerji fiyatının, enerjinin üretim veya ithal maliyeti ile birlikte sağlığa, mala ve çevreye olan zararlarını da kapsayacak şekilde, gerçek enerji maliyetini tüketiciye yansıtmalıdır. Ancak bu suretle hem çevre kirliliğini önlemede hem de tasarruf sağlamada doğru çözümler sağlanmış olacaktır.

Enerji tasarruf tedbirlerinin uygulanabileceği bazı önemli sektör ve alanlar aşağıda verilmiştir.

- Ulaştırma Sektörü,
- Sanayi Sektörü,
- Tarım Sektörü,
- Binalar, konutlar
- Elektrik İletim hatları,
- Kaçak Kullanımın Engellenmesi vs,

Türkiye'de Birincil Enerji Tüketimi ve Kaynakların Oranları **Tablo:X.1.1.**'de, yine Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklar İtibariyle Sektörel Dağılımı ise **Tablo:X.1.2**'de verilmiştir. Ayrıca Türkiye'de enerji sektörü ile ilgili harita **X.1.1**'de gösterilmektedir.

Ülkemizin Temel Enerji Politikası; Ekonomik gelişmeyi engellemeden, sosyal kalkınmayı destekleyecek ve yönlendirecek yeterli, güvenilir enerji temini sağlamak olmalıdır. Ancak bu amacı gerçekleştirmek için ulusal enerji yönetimi açısından yurtiçi kaynaklarının düzenlenmesi, enerjinin üretimi, dağıtımı ve rasyonel kullanımı çevre değerleri korunarak yapılmalıdır.

Kaynaklar

- 1- 1999 Enerji İstatistikler Konseyi Türk Milli Komitesi, Ankara, 2000.
- 2- 1999 Enerji Raporu, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Ankara, 2000.
- 3-VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Elektrik Enerjisi, 2001.

Tablo:X.1.1 Birincil Enerji Tüketimi ve Kaynakların Oranları

		1996	1997	1998	1999	2000*	2005	2010	2020
		Gerçekleşme	Gerçekleşme	Gerçekleşme	Gerçekleşme	Tahmini	Tahmini	Tahmini	Tahmini
Taşkömürü	(mt)*	13.17	15.06	14.98	13.44	13.266	29.026	51.837	147.035
Linyit	(mt)	53.89	59.47	64.50	64.05	64.984	100.691	160.542	184.555
Asfaltit	(mt)	0.03	0.03	0.02	0.03	0.35	0.1	0.1	0.1
Petrol	(mt)	29.60	29.18	29.02	31.94	33.231	38.560	44.656	64.364
Doğalgaz	(milyar m ³)	8.11	10.07	10.65	12.90	15.463	46.382	55.156	82.749
Nükleer **	(GWh)							14.035	63.159
Hidrolik En.	(TWh)	40.48	39.82	42.23	34.68	30.898	48.398	65.387	97.456
Jeotermal El.	(TWh)	0.08	0.08	0.09	0.1	0.09	0.09	0.09	0.09
Jeotermal Isı	(mtoe)	0.08	0.11	0.15	0.09	0.1	0.1303	0.28	0.62
Güneş ve Diğ.	(mtoe)	0.08	0.08	0.1	0.11	0.159	0.758	1.312	2.756
Odun	(mt)	18.37	18.37	18.37	17.64	16.938	13.819	11.275	10.250
Hay.ve Bit.Art.	(mt)	6.67	6.58	6.74	6.53	5.981	5.127	4.493	3.696

* Tahmini, Mt: Milyon ton, GWh:10⁹ KWh, TWh: 10¹² KWh,

** Türkiye nükleer enerji programında erteleme yapılmıştır. Bu kapsamda elektrik enerjisi ve buna bağlı olarak genel enerji planlama çalışmaları sürdürülmekte olup, çalışmalar tamamlandığında değerler revize edilecektir.

Kaynak: 1999 Türkiye Enerji İstatistikleri, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2000.

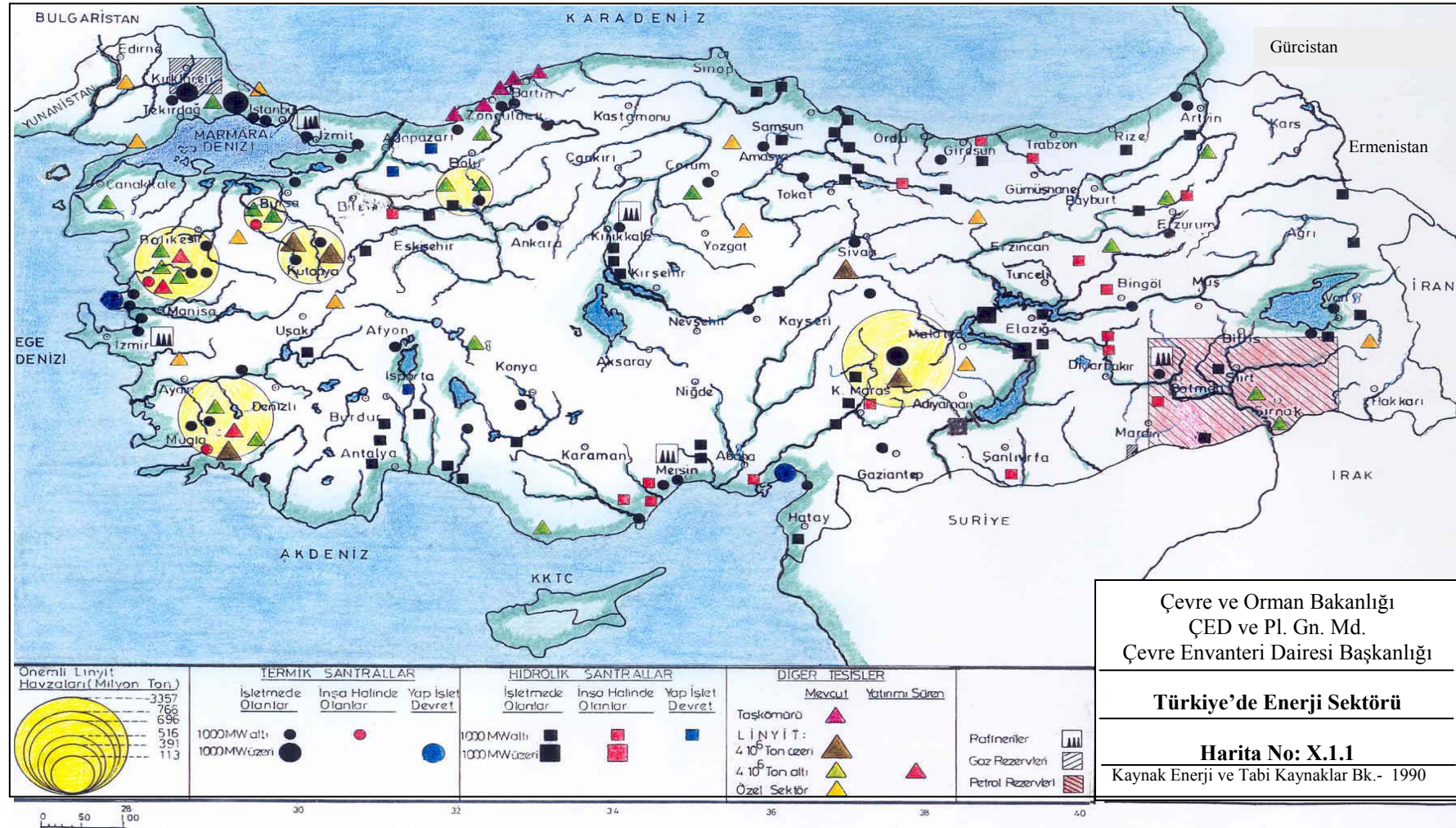
Tablo: X.1.2 Birincil Enerji Tüketimi ve Kaynakları İtibariyle Sektörel Dağılımı

		1997				1998				1999			
		Nihai Tük.(Net)	San.	Ulaş.	Diğer	Nihai Tük.	San.	Ulaş.	Diğer	Nihai Tük.	San.	Ulaş.	Diğer
Taşkömürü	(mt)	12.01	10.53	0.01	1.48	11.64	10.79	0.01	0.85	10.37	9.73	0.01	0.63
Linyit	(mt)	13.62	6.89		6.74	12.22	6.49		5.73	10.15	5.24		4.91
Asfaltit	(mt)	0.03			0.03	0.02	0.01		0.01	0.03	00.00		0.03
Petrol	(mt)	24.57	6.01	10.70	6.00	24.24	5.98	10.11	5.78	26.94	6.51	12.58	5.90
Doğalgaz	(milyar m ³)	5.50	3.04		2.46	5.16	2.50		2.66	5.23	2.35		2.88
Odun	(mt)	18.37			18.37	18.37			18.37	17.64			17.64
Hay.ve Bit.Art(mt)		6.58			6.58	6.40			6.40	6.18			6.18
Jeotermal Isı	(mtoe)	0.11			0.11	0.15			0.15	0.06			0.06
Güneş	(mtoe)	0.08	0.02		0.06	0.10	0.02		0.08	0.11	0.02		0.09
Elektrik	(TWh)	79.91	41.52	0.6	37.79	85.59	44.02	0.65	40.92	89.35	44.62	0.66	44.06

* Tahmini

** Türkiye nükleer enerji programında erteleme yapılmıştır. Bu kapsamda elektrik enerjisi ve buna bağlı olarak genel enerji planlama çalışmaları sürdürülmekte olup, çalışmalar tamamlandığında değerler revize edilecektir.

Kaynak: 1999 Türkiye Enerji İstatistikleri, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2000.



X.2. BARAJLAR, HİDROELEKTRİK SANTRALLAR (HES) VE ÇEVRE

Yurdumuzda yıllık yağışlar 200-2500 mm arasında değişmekte olup, ortalama yağış (aritmetik) 642,6 mm'dir. Bu yıllık ortalama 501 milyar m³ yağış miktarına tekabül eder ve yılda ülkemiz yüzeyine düşen bu miktar suyun takriben 186 milyar m³'lük kısmı akış haline geçer.

Akarsularımızın, rejimlerini kontrol altına almak, dolayısıyla taşkın zararlarını önlemek ve depolanan sulardan içme suyu, sulama yararları sağlamak ve enerji elde etmek amacıyla bugüne kadar bir çok baraj ve hidroelektrik santralleri yapılmıştır. Ülkemizde Cumhuriyet döneminde ilk baraj Ankara'nın içme suyu ihtiyacını sağlamak için 1936 yılında yapılmış olan "Çubuk I" barajıdır.

DSİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılan etütlere göre, 26 havzada bulunan akarsularımızda, su rejimini düzeltmek için 1999 yılı başı itibarıyla 730 baraj inşaatı düşünülmektedir. İşletmede ve inşaat halinde olanlar dahil takriben 730 baraj ve 485 adet hidroelektrik santral vasıtasıyla akarsularımız düzenlenebilecek ve azami fayda sağlanacaktır. Bu baraj ve hidroelektrik santraller bittiği takdirde, toplam 34.728 MW kurulu gücündeki santrallerle yılda 123,040 TWh elektrik enerjisinin üretilmesi imkan dahiline girecek; ayrıca sulama, taşkın kontrolü, içme, kullanma ve sanayi suyu faydaları sağlanacaktır.

X.2.1.No'lu "Türkiye'deki Barajlar ve Hidroelektrik Santraller Haritası"nda işletmeye açılan, inşaatı devam eden, projesi hazır olan ve projesi hazırlanmakta olan "Baraj ve Hidroelektrik Santralleri"nin bölge ve yerleri gösterilmiş, ayrı ayrı isimleri verilmiştir.

Tablo: X.2.1.'de "İşletmeye Açılan Baraj ve Hidroelektrik Santraller" 193 adet olup, adları inşaatın başladığı ve bittiği yılları, yeri ve diğer teknik özellikleri ile kuruluş amaçları belirtilen bu barajlardan 75 adedi hidroelektrik santralli barajlardır. Baraj faaliyetlerine paralel olarak DSİ tarafından barajsız nehir ve kanal santralleri de yapılmaktadır

Tablo:X.2.2'de İnşaat Halindeki Barajlar ve Hidroelektrik Santralleri, 32 adet olup, adları, inşaatın başlama yılı, yeri ve diğer özellikleri ile kuruluş amaçları belirlenen bu barajlardan 16 adedi hidroelektrik santralli baraj olup, diğerleri taşkın zararlarını önleme, sulama ve içme suyu temin etmek için planlanmıştır.

Tablo:X.2.3.'de Projesi Hazır Olan Barajlar ve Hidroelektrik Santralleri. 20 adet olup adları, yerleri ve diğer özellikleri, kuruluş amaçları belirlenen bu barajlardan 13 adedi hidroelektrik santralli barajlar olup, diğer barajlar sulama, taşkın önleme ve içme suyu temin için projelendirilmiştir.

Tablo:X.2.4.'de Projesi Hazırlanmakta Olan Barajlar ve Hidroelektrik Santralleri, 14 adet olup adları, yerleri ve diğer teknik özellikleri, kuruluş amaçları tespit edilen bu barajlardan 7 tanesi hidroelektrik santralli baraj olup, diğer barajlar taşkın önleme, çevre koruma, sulama ve içme suyu temin için projeleri hazırlanmaktadır.

Söz konusu bu barajlar vasıtasıyla akarsularımız düzenlendiğinde;

7.254.454 ha arazinin sulanması,
704868 ha arazinin taşkından korunması,
130.326 ha arazinin kurutulması,
9 856.3 hm³ suyun içme suyu olarak şehir ve kasabalara iletilmesi,
34.728.7 MW toplam güçte yapılacak 485 adet hidroelektrik santral vasıtasıyla
123.040 GWh

enerji üretilmesi, yapılan etütlere göre mümkün görülmektedir.

X.2.1.Baraj Gölleri ve Çevresinde Olması Muhtemel Çevre Sorunları

Barajlar; depoladıkları suların, kapladıkları alanların ve yapılan hafriyatın büyüklüğü, baraj göl ve göletlerin oluşması sırasında flora ve faunanın ya da yerleşim yerlerinin su altında kalması ve sulama faaliyetlerinin ekosistemde oluşturacağı değişikliklerle ve baraj inşaatı sırasında ortaya çıkaracağı değişikliklerle ve baraj inşaatı sırasında ortaya çıkaracağı istihdam imkanları, enerji üretim, nakil ve dağıtım hatları ile çok yönlü çevresel etkilere sahip olmaktadır.

Barajların yapımı ile bölgedeki bazı yerleşik halkın yeniden iskan sorunları, yerleşik alanlardaki tarihi ve kültürel varlıkların sular altında kalma durumu, sosyo-kültürel etkiler olarak önem arz etmektedir.

Yeni oluşan baraj gölleri ya da sulama faaliyetleri sonucunda, ekosistem ve iklim gibi çevre faktörleri ve buna bağlı olarak yaşayan bitki ve hayvanlarda bir kısım değişiklikler beklenmektedir. Bu değişiklikler sonucu ya bazı bitki ve hayvan türleri ortadan kalkabilmekte ya da tür popülasyonlarında bir takım değişimler olabilmektedir. Bu değişimlere karşılık, oluşan veya oluşacak yeni baraj göl alanlarındaki tatlısu fauna ve florası da büyük bir potansiyele sahip olabilmektedir.

Barajların yapımı ile birlikte, baraj gölü ve göletler bölgesinde çok büyük bir su varlığı meydana gelmekte bu yeni şartlar yöre iklimini değiştirebilmektedir. Gerek su rezervleri ve sulama uygulamalarından kaynaklanan buharlaşma, gerekse büyük alanlar kaplayan bitki varlığından terleme yoluyla ortamda su buharı yayılımı sonucunda havanın nem oranında belli düzeyde artış meydana gelmekte, yaz-kış ve gece-gündüz arasında sıcaklık değerlerindeki farklılıklar azalmaktadır.

Sulu tarıma geçilmesi ile tarımsal uygulamalarda drenaj sistemi, tuzlulaşma ve çoraklaşma sorunları ile kimyasal gübrelerden ve pestisitlerden kaynaklanan yüzey ve yer altı sularının kirlenmesi, yanlış toprak işlenmesine bağlı olarak su ve rüzgar erozyonunun hızlandırılması gibi değişik tür sorunlar ortaya çıkabilmektedir.

Baraj gölleri ve çevresinde oluşabilecek değişikliklerin, bölgenin flora ve faunası üzerinde meydana getireceği etkilerin belirlenmesi, endemik ve nesli tehlikeye düşmüş canlı türlerinin tespiti ve bunlar hakkında koruma tedbirlerinin alınması, yörenin biyolojik zenginliklerinin ve mevcut kültür formlarının tespiti için Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Raporlarının hazırlanması ve barajların planlama, işletilme aşamasında çevreyle ilgili her türlü tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır.

Barajların ekonomik kullanma ömürlerini uzatacak olan erozyon kontrolü için, göl havzalarının ve yörenin ağaçlandırılmasına, mera, otlak ve çayırların ıslah çalışmalarına, projenin yatırım aşamasında bir plan dahilinde mutlaka başlanması gereklidir.

Ekonomik büyümenin, çevre ile uyumlu bir kalkınma modeli olmaksızın sürdürülemeyeceğinin kabul edildiği günümüzde gerçek sorun, çevre korunması ile ekonomik kalkınma arasında bir tercih sorunu değil, dengeli ve sürdürülebilir kalkınma için çevrenin ekolojik açıdan duyarlı yönetiminin sağlanmasıdır.

Dünyanın değişik coğrafi bölgelerinde bulunan 30 büyük baraj, çevresel etkileri bakımından incelenmiş olup, elde edilen araştırma sonuçları “The Social and Environmental Effects of large Dams” adı altında ve 1984 yılında yayımlanmıştır.

Büyük barajların çevresel etkilerini değerlendirmeye yarayan bu genel kriterler, **Tablo:X.2.5.**’de “Büyük Barajlar-Çevre ilişkileri” (*) olarak verilmiştir.

(*) (E.Goldsmith ve N.Hilyard, The Social and Enviromental Effects of Large Dams, Volume One:Overview, Wadebridge Ecological Centre, 107Rue de la Cours, Bordeaux 33000 France)

Kaynaklar

- 1- OECD, Türkiye’de Çevre Politikaları, Paris, 1992.
- 2- DSİ Genel Müdürlüğü, Haritalı İstatistik Bülteni, 1999.
- 3- DSİ Genel Müdürlüğü, Türkiye’deki Barajlar ve Hidroelektrik Santrallar, 1999.
- 4- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 1999 Enerji Raporu, Ankara, 2000.

Tablo: X.2.1. İşletmeye Açılan Barajlar ve Hidroelektrik Santraller (Göl Hacmi 100 Milyon m³ ya da 15 km²'den büyük alanlar)

Adı	Bitiş Yılı	Yeri		Göl Hacmi hm ³	Göl Alanı km ²	Amacı	Sulama Alanı ha	Faydası		
		Akarsuyu	İli					Enerji		Yıllık İçme Suyu hm ³
								Güç MW	Yıllık GWh	
1-	Sarıyar	1956	Sakarya	Ankara	1900	83.83	E		160	400
2-	Seyhan	1956	Seyhan	Adana	1200	67.32	S+T+E	174 000	59	350
3-	Kemer	1958	Akçay	Aydın	544	14.75	S+T+E	27.263	48	143
4-	Hirfanlı	1959	Kızılırmak	Kırşehir	5980	263	E+T		128	400
5-	Demirköprü	1960	Gediz	Manisa	1320	47.66	S+T+E	99.220	69	193
6-	Mamasın	1962	Ulurmak	Aksaray	165.80	16.20	S	24.859		
7-	Apa	1962	Çarşamba	Konya	169	12.60	S	97.15		
8-	Almus	1966	Yeşilırmak	Tokat	950	31.30	S+E+T	21.350	27	99
9-	Kurtboğazi	1967	Kurtboğazi	Ankara	101.50	5.50	S+İ	3.780		67
10-	Çaygören	1971	Simav	Balıkesir	130.00	7.25	S+T+İ	17.208		1
11-	Kozan	1972	Kilgen	Adana	163	8.02	S	10.220		45
12-	Kartalkaya	1972	Aksu	K.Maraş	195	11.25	S+İ	31.480		206
13-	Porsuk	1972	Porsuk	Eskişehir	431	23.40	S+T+İ	41.020		180
14-	Ömerli	1972	Riva	İstanbul	386.50	23.10	İ			
15-	Devegeçidi	1972	Furtakşa	Diyarbakır	202.32	32.14	S	10.600		
16-	Gökçekaya	1972	Sakarya	Eskişehir	910.00	20.00	E		278	562
17-	Tahtaköprü	1975	Karasu	Hatay	200	23.40	S	11.575		
18-	Keban	1975	Fırat	Elazığ	31 000	675	E		1330	6000
19-	Karaidemir	1980	Karaidemir	Tekirdağ	120.30	15.50	S+T	11.840		
20-	H. Uğurlu	1981	Yeşilırmak	Samsun	1073.75	22.66	E		500	12127
21-	Sevişler	1981	Yağcılı	Manisa	127	6.05	S	7000		
22-	Güzelhisar	1981	Güzelhisar	İzmir	158	5.80	İ			126
23-	Suatuğurlu	1981	Yeşilırmak	Samsun	182	9.70	S+E	83.312	46	173
24-	Arpaçay	1983	Arpaçay	Kars	525	41.80	S	40.420		
25-	Aslantaş	1984	Ceyhan	Adana	1150	49	S+T+E	149.849	138	569
26-	Oymapınar	1984	Manavgat	Antalya	300	4.70	E		540	1620
27-	Çalidere	1985	Bayındır	Ankara	1226	32.00	İ			150
28-	Kayalıköy	1986	Teke	Kırklareli	149.89	10.20	S+T	14.716		
29-	B.Çekmece	1987	B.Çekmece	İstanbul	161.61	43.00	İ			102
30-	Karakaya	1987	Fırat	Diyarbakır	9580	298	E		1800	7354
31-	Çakmak	1988	Abdal	Samsun	106.50	6.28	İ			126

E: Enerji, T: Taşkın Kontrolü, S:Sulama, İ:İçme suyu**Kaynak:** DSİ Genel Müdürlüğü, Türkiye'deki Barajlar ve Hidroelektrik Santraller, 1999.

Tablo: X.2.1.(devam) İşletmeye Açılan Barajlar ve Hidroelektrik Santraller (Göl Hacmi 100 Milyon m³ ya da 15 km²'den büyük alanlar)

Adı	Bitiş Yılı	Yeri		Göl Hacmi hm ³	Göl Alanı km ²	Amacı	Faydası			
		Akarsuyu	İli				Enerji		Yıllık Güç MW	Yıllık İşme Suyu hm ³
							Sulama Alanı ha			
32- Gödet	1988	Gödet	Konya	158	6.75	S	24000			
33- Hancıoğlu	1988	Nizip	Gaziantep	100	7.50	S	10.736			
34- Zerk	1988	Hoşap	Van	104	5.16	S+E	11.300	4	13	
35- Altınkaya	1988	Kızılırmak	Samsun	5763	118.31	E		700	1632	
36- Darlık	1988	Darlık	İstanbul	107	5.56	İ				108
37- Tercan	1988	Tuzla	Erzincan	178	8.85	S+E	29.725	15	51	
38- Kapulukaya	1988	Kızılırmak	Ankara	282	20.70	E+İ		54	190	45
39- Karacaören	1989	Aksu	Burdur	1234	45.50	S+T+E	9.537	32	142	
40- Kılıçkaya	1989	Kelkit	Sivas	1400.39	64.42	E		124	332	
41- Menzelet	1989	Ceyhan	K.Maraş	1950	42	S+E	177.959	124	515	
42- Adıgüzel	1989	B.Menderes	Denizli	1188	25.90	S+E+T	94.825	62	280	
43- İkizcetepeler	1989	Kocadere	Balıkesir	164.56	9.60	S+İ	1.700			72
44- Yapraklı	1990	Horzum	Burdur	112.95	6.50	S	19.576			
45- Sarımehtmet	1990	Karasu	Van	34.00	10.30	S	17.70			
46- Sır	1991	Ceyhan	K.Maraş	1120	47.50	E		284	725	
47- Atatürk	1991	Fırat	Ş.Urfa	48700	817	S+ E	872.385	2400	8900	
48- Eğrekkaya	1992	Sey	Ankara	113	3.94	İ				90
49- Gelingülü	1993	Konak	Yozgat	270	23.20	S	20.474			
50- Kuzgun	1995	Serçeme	Erzurum	312.00	11.20	S+E	22.216	23	36	
51- Kırklareli	1985	Şeytantepe	Kırklareli	112.30	6.25	S+T+İ	9.050			4
52- Tahtalı	1996	Tahtalı	İzmir	306.25	23.52	İ				205
53- Gönen	1996	Gönen	Balıkesir	164.00	14	S+T+E	17.553	11	47	
54- Çatalan	1996	Seyhan	Adana	2126.33	81.86	E+T		169	596	
55- Çat	1997	Abdülharap	Malatya	240.00	14.30	S	22.091			
56- Kralkızı	1997	Dicle	Batman	1919.00	57.50	E		90	146	
57- Dicle	1997	Dicle	Diyarbakır	595.00	24.00	S+E	126.080	110	298	
58- Özlüce	1998	Peri	Bingöl	1075.00	25.80	E		170	413	
59- Bakacak	1998	Kocaçay	Çanakkale	139.00	7.74	S+T	9.100			
60- Batman	1998	Batman	BATMAN	1175.00	49.25	S+E	37.744	198	483	

E: Enerji, T: Taşkın Kontrolü, S:Sulama, İ:İçme suyu

Kaynak: DSI Genel Müdürlüğü, Türkiye'deki Barajlar ve Hidroelektrik Santraller, 1999.

Tablo: X.2.2. İnşa Halindeki Barajlar ve Hidroelektrik Santraller (Göl Hacmi 100 Milyon m³ ya da 15 km²'den büyük alanlar)

Adı	Yeri		Göl Hacmi Hm ³	Göl Alanı km ²	Amacı	Faydası			
	Akarsuyu	İli				Sulama Alanı ha	Enerji Güç MW	Yıllık GWh	Yıllık İçme Suyu hm ³
1- Kürtün	Harşit	Gümüşhane	108.20	3.64	E		85	198	
2- Kayacık	Aynifar	Gaziantep	116.76	2.91	S	13680			
3- Berke	Ceyhan	K.Maraş	427.00	7.80	E		510	1672	
4- Karaçal	Bozçay	Burdur	106.00	6.08	S	15006			
5- Manyas	Kocaçay	Balıkesir	393.40	16.80	S+E+T	48800	20	66	
6- Palandöken	Lezgi	Erzurum	220.44	22.00	S+İ	11678			34
7-Beydağ	K.Menderes	İzmir	248.27	13.00	S	13055			
8-Uzunçayır	Munzur	Tunceli	308.00	13.43	E		74	317	
9- Birecik	Fırat	Şanlıurfa	1220.20	56.25	S+E	92.700	672	2518	
10- Alpaslan	Murat	Muş	2993.00	114.83	E		160	488	
11- Adatepe	Göksun	K.Maraş	500.00	18.60	S	44.03			
12- Yazıcı	Altıçayır	Ağrı	196.00	7.61	S	25.079			
13-Bayburt	Bozkuş	Kars	50.84	32.00	S+İ	5237			18
14-Koçhisar	Büyüköz	Çorum	161.00	12.00	S	12367			
15- Akköprü	Dalaman	Muğla	384.49	8.50	S+E+T	14200	115	343	
16-Çine	Çine	Aydın	349.55	9.34	S+E+T	20000	36	118	
17-Obruk	Kızılırmak	Çorum	661.11	50.21	S+E	5538	203	473	
18-Çınarcık	Orhaneli	Bursa	372.94	10.14	S+E	65.97	120	548	
19-Bahçelik	Zamantı	Kayseri	216.14	12.13	S+E+İ	36.282	7	35	97
20-Yoncalı	Yoncalı	Malatya	122.00	4.52	S	12.045			
21-Karkamış	Fırat	K.Maraş	157.00	28.40	E+T		180	652	
22-Topçam	Melet	Ordu	132.60	3.09	E		60	199	
23-Dim	Dim	Antalya	250.63	4.70	S+İ+E	6600	38	127	11
24-Çokal	Kocadere	Tekirdağ	204.00	10.10	S+İ	10660			14
25-Gördes	Gördes	Manisa	448.46	14.05	S+İ	19260			
26-Hamzadere	Off-Stream	Edirne	207.37	13.80	S	34.356			
27-İbrala	İbrala	Konya	132.00	6.70	S	13000			
28-Kığı	Peri	Bingöl	507.55	8.35	E		140	450	
29-Morgedik	Deliçay	Van	102.50	4.28	S	17.574			
30-Süreyyabey	Çekerek	Amasya	131.00	41.34	S+E+T	66.165	14	40	
31-Deriner	Çoruh	Artvin	1.969	26.40	E		670	21	
32-ikizdere	İkizdere	Aydın	194.96	5.47	S+İ	6.884		18	34

E: Enerji, T: Taşkın Kontrolü, S:Sulama, İ:İçme suyu

Kaynak: DSI Genel Müdürlüğü, Türkiye'deki Barajlar ve Hidroelektrik Santraller, 1999.

Tablo: X.2.3. Projesi Hazır Olan Barajlar ve Hidroelektrik Santraller (Göl Hacmi 100 Milyon m³ ya da 15 km²'den büyük alanlar)

Adı	Yer		Göl Hacmi Hm ³	Göl Alanı km ²	Amacı	Faydası			
	Akarsuyu	İli				Sulama Alanı ha	Enerji Güç MW	Yıllık GWh	Yıllık İçme Suyu hm ³
1- Boyabat	Kızılırmak	Sinop	3557.00	65.40	E		513	1468	
2- Söylemez	Aras	Erzurum	1101.12	45.34	S+E+İ	23530	46	250	53
3- Susurluk	Susurluk	Balıkesir	249.00	14.20	S+E+T	24645	30	88	
4- İhsu	Dicle	Mardin	10410.00	299.50	E		1200	3830	
5- Yedigöze	Seyhan	Adana	661.55	15.45	E+T		300	969	
6- Gürsöğüt	Sakarya	Ankara	1103.00	29.82	E		242	276	
7-Cizre	Dicle	Mardin	360.00	21.00	S+E	120000	240	1280	
8-Kayraktepe	Göksun	İçel	4800.00	133.00	E+T		421	991	
9- Konaktepe	Munzur	Tunceli	450.00	14.80	E		210	730	
10-Hatunköy	Hatunköy	Elazığ	1283.00	650	S	3554			
11-Kıbrıs	Kıbrıs	Antalya	312.80	1.80	S	2881			
12- Gökbel	Çine	Aydın	105.60	0.68	S+E	18.927	6	25	
13-Reşitköy	Karınca	Balıkesir	118.40	6.10	S	4910			
14-Ardıçtepe	Madra	Balıkesir	268.60	2.27	S	3606			
15-Yusufeli	Çoruh	Artvin	710	33.00	E		540	1705	
16-Borçka	Çoruh	Artvin	187.00	10.86	E		300	1039	
17-Artvin	Çoruh	Artvin	500.00	4.1	E		332	1026	
18-Bostanlı	Bostanlı	İzmir	2105	0.23	İ+T				3
19-Alionbaşı	Alionbaşı	İzmir	2622	0.15	İ				5
20-Değirmendere	Değirmendere	İzmir	1010.40	220.00	İ				6

E: Enerji, T: Taşkın Kontrolü, S:Sulama, İ:İçme suyu

Kaynak: DSİ Genel Müdürlüğü,Türkiye'deki Barajlar ve Hidroelektrik Santraller, 1999.

Tablo: X.2.4. Projesi Hazırlanmakta Olan Barajlar ve Hidroelektrik Santraller (Göl Hacmi 100 Milyon m³ ya da 15 km²'den büyük alanlar)

Adı	Akarsuyu	Yeri İli	Göl Hacmi Hm ³	Göl Alanı km ²	Amacı	Faydası			
						Enerji			
						Sulama Alanı ha	Güç MW	Yıllık GWh	Yıllık İçme Suyu hm ³
1- Çataltepe	Göksu	Adıyaman	1082.00	27	S+İ	71500			330
2- Ayşehatun	Keyburan	Bitlis	530.37	18.46	E		60	278	
3- Kızlaryolu	Derves	Çankırı	112.54	3.60	S	15586			
4-Sancaktar	Solan	Erzurum	181.90	8.30	S	18178			
5- Murat	Murat	Ağrı	373.11	11.85	S	51211			
6-Afrin	Afrin	Gaziantep	250.00	10.33	S+İ	7242			11
7-Çivril	Küfi	Denizli	166.00	6.40	S+E	7117	3	10	
8-Paşalı	Kuruçay	Adana	3.90	45.00	S	511			
9-Taşköprü	Gökırmak	Kastamonu	253.78	9.79	S+E	6185	10	44	
10-Bağbaşı	Göksu	Konya	188.00	4.42	S+E	209580	30	100	
11-Reyhanlı	Off-Stream	Antakya	460.00	25.47	S+T	60000			
12-Yamula	Kızılırmak	Kayseri	3476.00	85.30	S+E	7272	200	443	
13-Alpaslan	Murat	Muş	2430.60	54.69	S+E+T	78210	200	590	
14- Köprübaşı	Devrek	Kastamonu	163.00	1.25	E		70	212	

E: Enerji, T: Taşkın Kontrolü, S:Sulama, İ:İçme suyu

Kaynak: DSİ Genel Müdürlüğü, Türkiye'deki Barajlar ve Hidroelektrik Santraller, 1999.

Tablo: X.2.5. Büyük Barajlar-Çevre İlişkileri

<p>1- Barajların Yapımındaki Nedenler</p> <p>1.0. İnşaat zamanlama</p> <p>1.01 Geleceğin Planlanması ve Barajlar</p> <p>1.02 Kısa sürelerde alçalış yükselen fiyatlar</p> <p>Büyük ölçüde su kaynakları geliştirme projelerinin beklendiği belirtilen yararları.</p> <p>1.03. Sulama kapanı</p> <p>1.04. Su ile oynama ateş ile oynama.</p> <p>II-Barajın Doldurulmasından Önce</p> <p>2-Baraj ve Toplum-Yeniden İskan Problemleri</p> <p>2.0. Yeniden yerleştirme programının ölçeği</p> <p>2.01 Hatalar listesi</p> <p>2.02 Hükümet girişimleri</p> <p>2.03 Düşük kaliteli arazilerde değerlendirme eksikliği</p> <p>3-Sosyal ve Kültürel Tahrifat</p> <p>3.00 Başka yere yerleştirmeye direnme</p> <p>3.01 Gözardı edilen farklılıklar</p> <p>3.02 Elverişli olmayan yeni yerleşim binaları</p> <p>3.03 Evlere geleneksel kültürün bağdaştırılması (Entegrasyonu)</p> <p>3.04 Daha iyi planlamalar yapılabilir</p> <p>3.05 Gecekondulaşmaya giden yol</p> <p>3.06 Tarih ve arkeolojik</p> <p>III- Baraj Doldurulduktan Sonra</p> <p>4-Barajın Kapaklarının Kapanması: Memba Tarafında Arazi ve Yaban Hayatı Kaybı, Mansap'ta Silt ve Verimlilik Kaybı.</p> <p>4.00 Tarımsal arazi kaybı</p> <p>4.01 Ormanların kaybı</p> <p>4.02 Yaban hayatı kaybı</p> <p>4.03 Su tutulması nedeniyle mansap'ta verimlilik kaybı</p> <p>4.04 Verimliliğin azalması ve nehir kenarı erozyonu</p> <p>5-Su Kayıpları: (Fayda Götüren)</p> <p>5.00 Açıklama</p> <p>5.01 Evatranspivasyon kayıpları</p> <p>5.02 Transpivasyon kayıpları</p> <p>5.03 Sızma ve fazla su kullanma kayıpları</p> <p>6- Sulamanın Bitki Zararlıları Popülasyonlarına Etkileri.</p> <p>7- Barajlar ve Hastalıklar:</p> <p>7.00 Açıklama</p> <p>7.01 Malaria-Sıtma</p> <p>7.02 Schistosomiaasis-Kan İşeme Hastalığı</p> <p>7.03 Filariasis</p> <p>7.04 Omchocerciasis-Nehir Körlüğü</p> <p>7.05 Su kaynaklarının geliştirilmesi projelerinden dolayı gelen hastalıklar.</p> <p>7.06 Hastalıklarla mücadele için sarfedilen gayretler.</p> <p>8- Büyük Barajların, Büyük Ölçekli Su Projelerinin Balıkçılığa Etkileri</p> <p>8.00 Kısa vadeli başarılar-Uzun vadeli başarılar</p> <p>8.01 Barajlar ve balıkçılığın tahrip edilmesi</p> <p>8.02 Pestisit kirlenmesi ve balıkçılığın zararları</p> <p>8.03 Barajlar, balıkçılık ve net protein kayıplar</p> <p>9-Barajlar, Hatalar ve Zلزeler</p> <p>9.00 Baraj hataları</p> <p>9.01 Zلزeler ve barajlar</p> <p>9.02 Barajlar ve zلزeler, yapılan son araştırmalar</p> <p>10- Feyezan Kontrolü Tedbirlerinin Etkililiği</p> <p>10.00 Feyezan: Artan tehlike</p> <p>10.01 Bir stratejinin çökmesi</p> <p>10.02 Yeniden ormanlaştırma</p> <p>10.03 Feyezan alanında yapılaşma</p> <p>10.04 Yapısal kontrollerin başarılı olmamasının diğer nedenleri</p> <p>10.05 Feyezan kontrolü yaklaşımı-Ekolojik yaklaşım</p>	<p>11-Tarım Alanlarının Tuzlanması-Tuzluluk Problemi</p> <p>11.00 Tuzluluğun nedenleri</p> <p>11.01 Sulama ve tuzluluk, gizli ilişkiler</p> <p>11.02 Problemin yaygınlığı</p> <p>11.03 Tuzluluk ve suya doygunluk önenebilir</p> <p>11.04 Niçin drenaj tesisleri yapılamıyor.</p> <p>11.05 Tuzluluk-Tarihi deneyimler</p> <p>11.06 Tuzluluk ve aşağı yörelerde tarım</p> <p>12- Yönetim ve Bakım-Uzun Süreli Problemler</p> <p>12.00 Açıklama</p> <p>12.01 Yönetim ve Bakım: Önceliği düşük ilgi</p> <p>12.02 Bürokratik ihmal</p> <p>12.03 Hesaplanabilirlik eksikliği</p> <p>12.04 Bakım sorunu</p> <p>12.05 İşbirliği ve bakım</p> <p>12.06 Gıda-Cash-Crops arasındaki karışıklık</p> <p>12.07 Geleneksel sulama sisteminin avantajları</p> <p>13-Arazi Kaybı ve Besin Maddesi Eksilmesi ve Büyük İhracata Dönük Plantasyonlar.</p> <p>13.00 Cash-Crops ekonomisi</p> <p>13.01 Cash-Crops ve sulama projeleri</p> <p>13.02 Çiftçilerin marjinal arazilere itilmesi</p> <p>13.03 Cash-Crops ve tarımsal alanların tahribi</p> <p>13.04 Kimin için ne gıda maddesi</p> <p>13.05 Cash-Crops ve gıda madde fiyat. Yük.</p> <p>14-Sanayi ve Şehirleşme İçin Kaybedilen Arazi ve Su</p> <p>14.00 Açıklama</p> <p>14.01 ABD'de şehirleşme ve sanayi için arazi kaybı</p> <p>14.02 İngiltere'de şehirleşme için arazi kaybı</p> <p>14.03 Japonya'da şehirleşme ve sanayi için arazi kaybı</p> <p>14.04 Arazi kayıplarının hesaba katılmasındaki hatalar</p> <p>14.05 Asuvan Barajı ve Mısır'da arazi kayıpları</p> <p>14.06 Sanayide ve evlerde su kullanımından doğan kayıplar: ABD tecrübesi</p> <p>14.07 Mısır'da sanayi ve tarımsal ürün için su kullanımı</p> <p>15-Barajlar, Kirlenme ve Gıda Üretiminde Azalma</p> <p>15.00 Açıklama</p> <p>15.01 Zararlı sanayinin ihracı</p> <p>15.02 Bitki gelişmesinde kirlenmenin etkileri</p> <p>15.03 Kirlenmenin balık üretiminde etkileri</p> <p>16- Sedimentasyon: Bütün Barajlarda Oluşumlar:</p> <p>16.00 Açıklama</p> <p>16.01 Sulanan alanlarda sedimentasyon</p> <p>16.02 Tropik alanlarda sedimentasyon</p> <p>17- Bu Problemler Ölenemez mi ?</p> <p>18-Sosyal ve Çevresel Etki Değerlendirme Çalışmaları:</p> <p>19-Baraj Yapımı Politikaları:</p> <p>19.00 Politikalar mı; Yoksa yükselmesi yanlışlar mı?</p> <p>19.01 Asuvan tecrübesi</p> <p>19.02 Güç kurma, bölgeye özel tahsisat ve suistimal</p> <p>19.03 Devlet içinde devlet</p> <p>20-Kitaba Uydurmak:</p> <p>20.00 Masraf-fayda araştırmaları: Yanlışlarda rekor kırma</p> <p>20.01 Faydaları yüksek tahmin etme. Masrafları düşük hesaplama</p> <p>20.02 Değerlendirme</p>
---	--

Kaynak: E.Goldsimith ve N.Hilyard, The Social and Enviromental Effeacts of Large Dams, Volume One: Owerview, Vadebridge Ecological Centre, 107 Rue de la Copurse, Bodaux 33000, France



X.3. TERMİK SANTRALLAR VE ÇEVRE

Termik santrallar kömür, fuel-oil, motorin, doğal gaz ve jeotermal enerji kaynaklarının kullanılmasıyla elektrik enerjisinin üretildiği tesislerdir. Kömüre dayalı bir termik santraldeki ana işlem, kömürdeki kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesidir. Bu dönüşüm, büyük miktardaki kömürün kazan adı verilen yanma odalarında yakılması ile elde edilen ısıyla bir dizi arıtma işlemleri ile saflaştırılan suyun buharlaştırılması ve bu buharın türbin-jenaratör ikilisinde elektrik enerjisi üretiminde kullanılmasıyla sağlanmaktadır.

Günümüzde artan nüfus ve gelişen teknolojiyle beraber enerji gereksimi de artmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'ndan elde edilen bilgilere göre ülkemizde elektrik enerjisine olan talep her yıl yaklaşık olarak % 5.3 düzeyinde artmaktadır.

Türkiye'deki Termik Santralların Adları, Kurulu Güçleri, Kullandıkları Yakıt Cinsleri ve Diğer Bilgiler **Tablo: X.3.2'**de verilmiştir.

Genelde enerji talebinin karşılanmasında kullanılabilecek yöntemler arasında, hidroelektrik enerji santralları ile kömür, fuel-oil veya doğalgaz ile çalışan termik santrallar ön sıralarda yer almaktadır. Bu teknolojilere alternatif olarak, nükleer enerji santralları ile jeotermal, rüzgar veya güneş enerjisiyle çalışan enerji santralları da vardır.

Fosil yakıtı dayalı bir termik santralin çevreye vereceği zararın en aza indirilebilmesi için öncelikle yer seçimi aşamasında ekolojik faktörler dikkate alınmalı ve Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) çalışması yapılmalıdır. Önceki yıllarda, yerel meteorolojik koşullar ve santralin tasarım parametreleri göz önüne alınarak yöredeki hava kalitesi değerlerinin belirlenen standart değerlerin altında kalmasını sağlayacak yükseklikte baca inşa edilerek önlenmeye çalışılan çevresel etkiler; son yıllarda sınır ötesi taşınım ve asit yağmurları nedeniyle, kaynakta kirletici gazların tutulması yolu ile önlenilmeye çalışılmaktadır.

Kömür yakıtlı termik santralların Türkiye'de ağırlıklı bir elektrik enerjisi üretim biçimi olarak seçilmesinin başlıca nedeni, kömürün fuel-oil veya doğalgaz gibi ülkemizde pahalı ya da kıt olan yakıtlara göre daha ucuz olarak kabul edilmesidir. Ancak, bir enerji cinsinin "Fizibilite Raporu" hazırlanırken, çevreye verebilecek zararların ve bu zararların en aza indirilebilmesi için gerekli önlemlerin maliyetleri de dikkate alınmalıdır. Çünkü, linyit kullanan termik santralların bacalarından atmosfere atılan başta SO_x, NO_x ve CO₂ gazları farklı tozlar ve ayrıca üretmiş oldukları çok büyük miktarlara ulaşan küllerle, çevreyi yoğun olarak kirlettiği bilinmektedir. Bu nedenle ve özellikle düşük kaliteli linyit kullanan termik santrallarda, kömürün yanma prosesleri, atıkları ve emisyon kontrolü metotlarına ait bazı bilgilerin incelenmesinde fayda vardır.

Ülkemizde kurulu termik santralların büyük bir çoğunluğunda, yakıt olarak linyit kullanılmaktadır. Toplam elektrik üretiminde linyitin payı % 45, linyit kullanımında termik santralların payı % 60'dır. Bir başka deyişle linyitlerimizin büyük bir kısmı termik santrallarda tüketilmektedir. Mevcut santrallarımızda ortalama 2000 Kcal/kg düşük ısı değerli kömürler kullanılmaktadır.

X.3.1. Kömürlerin İçerdiği Mineral Maddeler

Fosil yakıtlar içerisinde kömür, taşımadan depolanmaya, beslemeden debi ölçmeye, tüm kullanım kolaylığı ölçütlerine göre, sorunlu bir yakıttır. Kömür yakıtların içerdiği safsızlıklar; nem, mineral madde, inorganik kükürt, organik kükürt parametrelerine göre belirlenir. Kömürlerin İçerdiği Mineral Maddeler **Tablo:X.3.1.**'de verilmiştir.

Kömürde Nem: Kömürün bir özelliği olan nem; yatak nemidir. Kömürün yatak neminin üstünde olan nem, yüzey nemi olarak adlandırılır. Parça kömürler için çok az olan yüzey nemi, özellikle yıkama işleminden geçmiş toz kömürlerde yüksek düzeydedir. Yüzey nemi, ısı kurutmayla değil, sarsak elek, santrifüj vb. donanıyla mekanik olarak kömürden ayrılır.

Mineral Madde: Kömürün inorganik madde içeriği, yanma öncesinde “mineral madde”, yanma sonrasında da “kül” olarak adlandırılır. Kömürün içerisindeki mineral madde kömür damarı içerisinde dağılmış olabilir, ya da üretim sırasında damarın tabanından ve tavanından kömüre karışan, kil ya da kilaşında zengin karbonlu parçacıklardan oluşabilir.

Tablo: X.3.1. Kömürlerin İçerdiği Mineral Maddeler

Mineraller	Kimyasal Bileşimi	Yaygınlık Düzeyi (*)
<u>Kil Mineralleri</u>		
İllit	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	1
Smektit	$Al_2Si_4O_{10}(H)_{2 \times} H_2O$	1
Kaolinit	$AlSi_4O_{10}(OH)_2$	1
<u>Karbonatlar</u>		
Kalsit	$CaCO_3$	1
Dolomit	$CaCO_3 MgCO_3$	2
Siderit	$FeCO_3$	2
<u>Sülfitler</u>		
Pirit	FeS_2 (İzometrik)	2
Markasit	FeS_2 (ortorombit)	4
Galena	PbS	4
Siferalit	ZnS	4
<u>Oksitler</u>		
Kuvartz	SiO_2	1
Hematit	Fe_2O_3	2
Rutil	TiO_2	3
<u>Klorürler</u>		
Silvinit	KCl	3
Halit	$NaCl$	3
<u>Sülfatlar</u>		
Demir Sülfat	$FeSO_4 \cdot H_2O$	3

(*) Yaygınlık Düzeyi: (1) En Yaygın, (2) Yaygın, (3) Az, (4) Pek Az.

Kömürde mineral madde olarak, kil mineralleri, karbonatlar, sülfidler, oksitler, klorürler, sülfatlar bulunmaktadır. Mineral maddede özgün olarak sülfat bileşiklerinin bulunması, ayrıca yanma sonucu oluşan kükürtdioksitin bir bölümünün külde sülfatlar oluşturması nedeniyle, kömür külünün kükürt içeriği SO_2 eşdeğeri olarak gösterilir. Kirletici özellikleri nedeniyle kömürde klor ve genellikle eser element düzeyinde olsalar da, arsenik, berilyum, civa, kadmiyum vb. rastlanmaktadır.

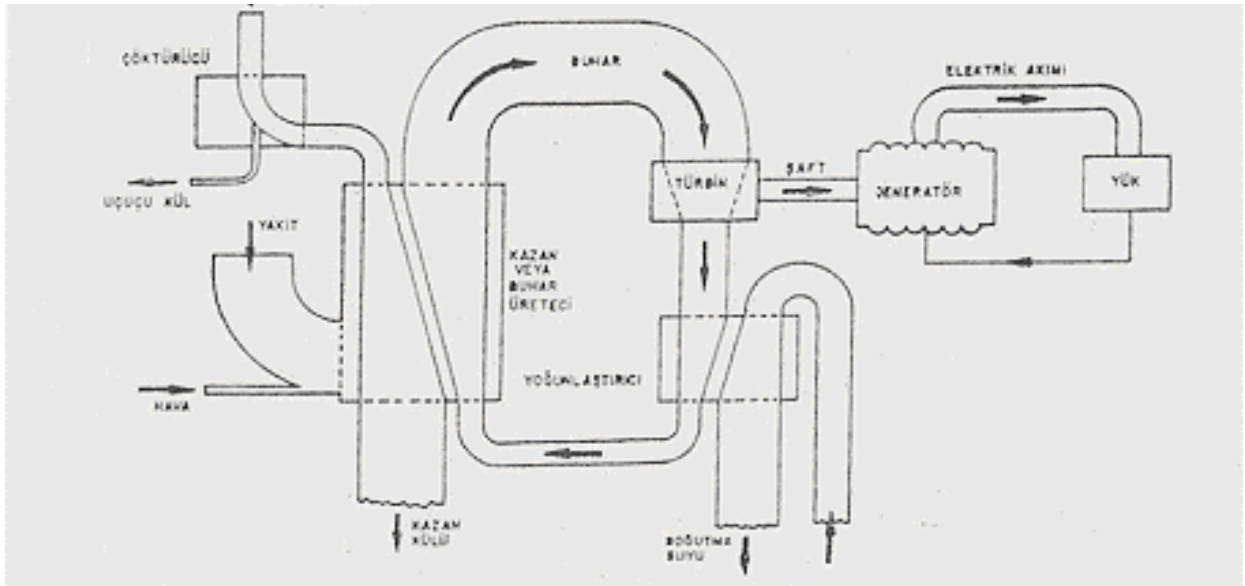
Kükürt: Kömürde kükürt, organik olarak saf kömürün yapısının bir parçası olabildiği gibi kömürün mineral maddesinde de bulunur. Mineral madde içerisinde kükürt çoğunlukla pirit biçiminde ve az miktarlarda da sülfat kükürdü olarak vardır.

X.3.2. Üretimde Yer Verilen Proses ve İşlemler

X.3.2.1. Temel Çalışma Prensibi

Kömürle çalışan termik santrallarda temel prensip, kömürün yakılarak kimyasal enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesidir.

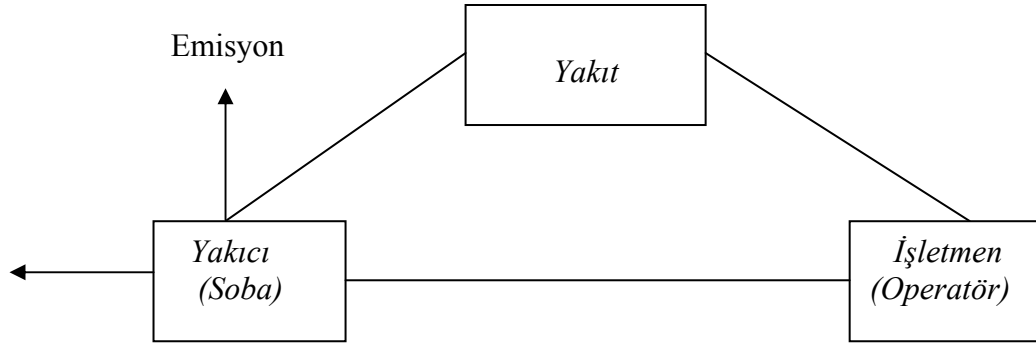
Yanma işleminde kömürün kompozisyonu, fiziki yapısı, muhtelif sıcaklık ve nem şartları çok önemlidir. Bilindiği gibi yanan kömürün 1 kg'ı için 17 kg havaya ihtiyaç vardır. Yanma işlemi ısıyla uyarılan bir işlem olup yakıt alev alma sıcaklığına gelinceye kadar yanma olmaz. Sistemde buhar jeneratörü olarak kazan kullanılmaktadır. Türbini döndürüp, elektrik enerjisi elde etmek için, yüksek basınçta buhara ihtiyaç vardır. Kazan içindeki su yakıtlarla ısıtılarak buharlaştırılır. Buhar kazandan dışarıya gittiği için buharlaşan suyun yerine ilave su verilmesi gerekir. Bu görevi yapan kazan besleme pompası, kazanın içindeki basıncı yenebilecek kadar yüksek basınçta çalışır. Kazan çalışırken içerisinde yeterli suyun bulunması gerekir, aksi takdirde metal yüzeyler kızıl sıcaklığa erişip yumuşar ve tahrip olur. Kazan buhar tankındaki su miktarına göre su debisini kontrol eden besleme suyu regülatörleri bulunmaktadır. Kazandan gelen yüksek basınçlı buharın bir kısmı sabit, bir kısmı dönebilen yüzlerce kanadı olan türbine gelir. Bu kanatlar buharın sırasıyla birbirini takip eden muhtelif saflardan geçmesini sağlar. Buhardan türbin rotoruna aktarılan enerji, jeneratör rotorunu çevirerek elektrik enerjisi elde edilir. Kazanda ısıtılıp buharlaştırılan suyun tamamı kondanser de yoğunlaştırularak kazana geri pompalanır. **Şekil:X.3.1**'de Termik Santrallerin Genel Çalışma Şeması verilmiştir



Şekil:X.3.1 Termik Santrallerin Genel Çalışma Şeması

X.3.2.2. Yakıtlar ve Yanma Mekanizması

Yakıtlarda depolu bulunan kimyasal enerji, yanma süreci ile yakma sistemlerinde (kazan, soba, içten yanmalı motorlar, gaz türbinleri vb.) ısıya dönüştürülmektedir. Yakma sistemlerinde yanmanın ekonomisi ve çevresel etki yönünden uygun bir biçimde (verimli ve temiz) oluşturulabilmesi; yakıt/yakma sistemi/işletmen (operatör) üçlüsü arasındaki gerekli uyumun sağlanabilmesine bağlıdır. **Şekil:X.3.2**'de Yakma Üçgeni verilmiştir.



Şekil:X.3.2 Yakma Üçgeni

Yakma üçgeni olarak tanımlanan bu sistemin elemanları arasındaki her uyumsuzluk ısı üretimini azaltmakta, çevreye olan kirletici emisyonları artırmaktadır.

Yakıtlar katı, sıvı ve gaz yakıtlar olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Katı yakıtlarda odun, turba, linyit, taşkömürü, antrasit vb. biçiminde sınıflandırılmakta, bunların her biri ayrıca alt sınıflara ayrılabilir. Yakıtların yanma özelliği yakıt türüne (katı, sıvı, gaz) yakıt ısı değerine, yakıt bileşimine (sabit karbon, nem, uçucular, kül, vb.) ön hazırlama ile yakıt fiziksel özelliklerinin yanma için uygun hale getirilmesine (yıkama, kırma, öğütme, ön ısıtma parçalama vb.) yakıt besleme biçimine, kül ve yakıt dokusunun yanma odasında davranışına ve diğer birçok faktöre bağlıdır.

Kömürler uygulamada alt ısı değerine göre genelde linyit ve taşkömürü diye adlandırılmaktadır. Alt ısı değeri 6000 kcal/kg ve üzerinde olan kömürler taşkömürü, altında olanlar ise linyit diye tanımlanmaktadır. Alt ısı değeri 3000' den 6000 kcal/kg'a kadar olan linyitler iyi kalite linyitler, alt ısı değeri 1500 ile 3000 kcal/kg arasında olan linyitler ise orta kalite linyitler, alt ısı değeri 1500 kcal/kg'ın altında olan linyitler ise düşük kalite linyitler olarak tanımlanır.

Isıl verim ve ısı kapasite ile ifade edilen ısı performans bir yakma sisteminin ekonomik boyutunu, sistemden çevreye yayılan kirletici emisyonlar ise kazanın çevresel etki boyutunu tanımlamaktadır.

X.3.2.2.1. Yanmanın Temel Kuralları

Yanma gaz fazında olmaktadır. Gaz fazında olması nedeni ile en kolay yanma gaz yakıtlarla en zor yanma ise katı yakıtlarla sağlanmaktadır. Uygun bir yanmanın gerçekleştirilebilmesi için, sıvı yakıtların yakıt parçalama (kırma, öğütme), kurutma,

uçucuların gazlaştırılması (proliz), kok gazlaştırma süreçleri ile gaz fazına geçirilmesi gerekmektedir. Kömürün gaz fazına geçirilmesi; kurutma, uçucuların gazlaştırılması ve kokun gazlaştırılması süreçleri için gerekli ısının yanma odasında sağlanmasını gerektirir.

Bitki kökenli bir dönüşüm ürünü olan kömür, kimyasal ve kristal yapı yönünden çok karmaşık bir özellik göstermektedir. Kömürün yanma davranışı; kaba analiz yardımıyla belirlenmektedir. Kömürün içerdiği nem 105 °C dolayında sıcaklıklarda kurutma işlemi ile açığa çıkmaktadır. Kömürün yanan bölümü; sabit karbon ve yanıcı uçucu maddelerden oluşmaktadır. Uçucu yanıcı maddeler hidrokarbonlardan (C_mH_n) oluşmakta ve kömürün 400-800 °C sıcaklıklarda ısıtılması ile gaz ve buhar biçiminde kömür kütlelerini terketmekte, geriye sabit karbon ve külden oluşacak kok kalmaktadır.

X.3.2.2.2 Yakma Sistemleri ve Sınıflandırılması

Yakma sistemleri yakıt tane büyüklüğüne ve yanma sırasında yakıt davranışına bağlı olarak yüzeyde (ızgarada) yakma, akışkanlaştırılmış ortamda (akışkan yatakta) yakma ve hacimde yakma (brülör) olmak üzere üç gruba ayrılabilir.

X.3.2.2.2.1. Yüzeyde Yakma (Izgara Üzerinde Yakma)

Izgara üzerinde yakma, sabit karbon oranı yüksek, uçucu yanıcı madde oranları düşük yakıtlar için (kok, taşkömürü) uygundur. Bu tür yakma sistemlerinde verimli ve temiz bir yanmanın sağlanabilmesi için uygun tane büyüklüğüne sahip, taşınabilir, depolanabilir özellikte standart yakıtlara gereksinim vardır. Bu tür yakıtlar yerine uçucu madde, nem, kül ve kükürt oranı yüksek yakıtların kullanılması (linyit) yakıt üçgeninde uyumsuzluğa, yanma veriminin düşmesine, hava kirletici emisyonların aşırı biçimde artmasına sebep olmaktadır.

Bunun başlıca nedeni, sabit karbon ve uçucuların tamamen ayrı yanma özelliklerine sahip olmasıdır. Sabit karbonun ızgara üzerinde yakılması gerekirken, proliz sonucu oluşan gaz ve buhar biçimindeki yanıcı uçucuların, hacimde yakılması zorunluluğu bulunmaktadır. Linyitlerin ızgara üzerinde yakılmasının istenmesi durumunda, yakma sistemine yapısal olarak uygun olmayan bir uçucu madde bulutu gelmekte, buna uygun olarak sistem yapısı ve işletme biçimindeki gerekli bazı değişikliklerin yapılması sorunu doğmaktadır.

a) Sabit Izgarada Yakma

Sabit ızgarada yakıt, hareketsiz olarak ızgara üzerinde durmaktadır. Alttan yakma durumunda, yanma ızgaranın üzerinde başlamakta oluşan ısı, iletim ile yanma odasına taşınmaktadır. Yatak sıcaklık dağılımı, en başta yatak kalınlığına bağlıdır. Belli yatak kalınlığı üzerinde, ızgara üzerinde sıcaklık belli bir ergime sıcaklığı üzerine çıkarak külün ergimesine, birincil havanın azalmasına ve yanmanın bozulmasına neden olmaktadır.

Üstten yakma durumda ızgaradan başlayarak yakıt kurumakta, uçucular gazlaşmakta, oluşan yanıcı gazlar yatak üzerinde uygun ikincil hava verilmesi ile oluşturulan bir oksijen perdesinden ve alev perdesinden geçirilerek tam yanma sağlanmaya çalışılmaktadır.

b)Hareketli Izgarada Yakma

Burada yakıt ızgara üzerinde bir karışıma uğramadan etken bir kül yıkama işlemi sağlanamamaktadır. Kurutma bölgesinde nem, uçucu gazlaştırma bölgesinde yanan uçucu maddeler ayrışmakta, kok yakma bölgesinde ise kok gazlaştırmakta ve yanmaktadır. Uçucu maddeler döş tuğlaları ve kor yatağından özellikle ısıyla sağlanan ısı ile yanma odasında yakılmaya ve yanma odası ile doldurulmaya çalışılmaktadır. Gerekli oksijen ise ikincil hava ile sağlanmaktadır.

X.3.2.2.2.2. Hacınde Yakma

Gaz, sıvı yakıtlar ve toz kömür brülörler yardımıyla yanma odasına püskürtülerek yakılmaktadır. Yakıt taneciği havada askıda yanmakta, yanma odasında oluşturulan türbülansla kurutma, uçucu gazlaştırma ve kok gazlaştırma ve yanma işlemleri kolayca sağlanabilmektedir.

Uygun brülör düzeni ve işletme koşulları ile alevin duvarlarla teması olmadan olabildiğince yanma odasını doldurması sağlanmakta, kararlı yanma koşullarının oluşturulmasına çalışılmaktadır.

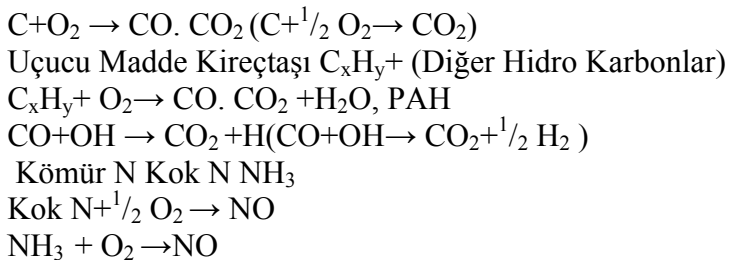
Linyitlerin verimli ve kararlı bir şekilde yakılabilmesi için kömür öğütme değirmeni çıkışındaki kömür tozundan kalan bünyesel nemin, yaklaşık % 12-16 dolayında tutulması gerekir.

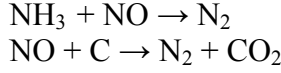
X.3.2.2.2.3. Akışkan Yatakta Yanma

Akışkan Yatakta Yanma (AYY), diğer sistemlerden çok farklıdır. En başta taneciklerin askıda bulunması yanma reaksiyonunu olumlu yönde etkiler. Öte taraftan sadece kömür ve gerekli hava debisinden hareket ederek yatağa istenilen miktarda kömür beslenebilir. Herhangi bir anda yataktaki kömür miktarı ısı değerine bağlı olarak % 1-5 arasında değişir. AYY sıcaklığı 750-950 °C arasında kalmalıdır. Üst sıcaklık limiti kül ergimesini önleyerek kekleşmeye ve yatağın tamamıyla bağlanmasına meydan verilmesi, alt limitde tutuşma sıcaklığının üzerinde kalınması gereğinden ortaya çıkmaktadır. Ortalama 1 kg kömüre 10 kg civarında hava gereksinmesi düşünülürse, bu havanın yatak sıcaklığında genişmesi ve gaz hızının yukarıda bahsedilen minimum maksimum akışkanlaşma hızının arasında kalması gereği unutulmamalıdır.

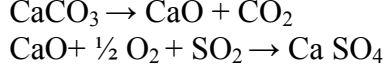
AYY'daki yanma reaksiyonlarını kavrarken temel, yine tek kömür taneciğinin yanması olacaktır. AYY'ın en önemli fark kömür yüzeyinde oksijen transferinin doğru öngörülebilmesidir. AYY'da cereyan eden başlıca reaksiyonları aşağıda verilmiştir.

Kömür C Uçucu Madde:





AYY’da kireçtaşı yatak malzemesi olarak kullanıldığında, kömürdeki kükürt yanmasıyla kaynaklanan SO_2 ‘yi aşağıdaki reaksiyonlarla tutmak mümkün olur.



Kükürtdioksiti tutmak için en uygun sıcaklık 850 °C olduğu için yatak sıcaklığı bu değere yakın seçilmelidir. Yukarıdaki reaksiyonlardan görüldüğü gibi kömür bünyesindeki azottan kaynaklanan azotoksitin bir kısmı AYY içinde moleküler azota indirgenebilmektedir.

Yanmayı etkileyen belli başlı faktörler aşağıda özetlenmiştir.

Yakıt ve Külün Özellikleri: Kül, nem, uçucu madde içeriği, kül yumuşama sıcaklığı gibi özellikler yanmayı direk etkiler.

Yakıt Besleme Yöntemi: Yakıtın yatağı alttan, üstten veya yandan beslemesi, yakıtın içeriğine bağlı olarak yanma verimini değiştirir.

Tanecik Büyüklüğü: Büyük tanecik yanma süresini artırır, küçük tanecikle bu azalır, ancak küçük taneciklerin taşınması yanma verimini azaltır.

Yatak Yüksekliği: Yatak yüksekliği arttıkça küçük taneciklerin yatak içinde yaşam süresi, dolayısıyla yanma verimi artar.

Operasyonel Hız: Minimum akışkanlaşma hızına yakın seçildiğinde AYY için karışım kötüleşir, bunun sonucunda yatak izotermal karakterini kaybeder, yanma yatak içinde farklılaşma gösterir.

Yatak Sıcaklığı: Eğer kül ergime sıcaklığı yeteri kadar yüksekse, yatak sıcaklığını arttırabilir, bunun sonucunda yanma iyileşir.

a) Akışkan Yataklı Kazanlar

AYY sistemlerinin alışılmış yakma sistemlerinden farklı elemanlarının bir kısmına yukarıda değinilmişti. Yatağa kömür beslenebilmesi için yatak sıcaklığının tutuşma sıcaklığı üzerinde olması gerekir. AY’ı bu sıcaklığa ulaştırmak için aktif yatak üzerinde ve sıvılaşma havasını besleyen hatta brülörler yerleştirilir. Yalnız dağıtıcı eleğin ve karışım unsurlarının maruz kalacağı termal etki göz önüne alınmalıdır. Eğer kireçtaşı ile SO_2 tutulması öngörülüyorsa günlük kömür bunkerı gibi günlük kireçtaşı silosu da bulunmalıdır. Akışkan yataklı sistemleri çeşitli yönlerden sınıflandırmak mümkündür. Sistemin çalışma basıncına göre atmosferik basınçlı ve basınçlı AYY olmak üzere ikiye ayrılır. Atmosferik basınçlı AYY’lerde yatak malzemesinin sirkülasyonuna bağlı olarak,

- Kabarcıklı AYY tipi,
- Dolaşım AYY tipi olarak sınıflandırılır.

Endüstriyel boyutlarda yaygın olarak kullanılan kabarcıklı AYY'ler yatay, düşey, kompozit tip olmak üzere üç ana guruba ayrılırlar.

b) AYY Belli Başlı Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları

-AYY'da karışma işleminin mükemmelliği nedeniyle sıcaklık dağılımı yatak içinde üniforma yakındır.

- Yanma sıcaklığı düşük olduğu için kül yapışması, korozyon ve yüksek sıcaklık sonucu oluşan problemler çok azalır.

- AYY'a kireçtaşı ilavesiyle yatak içinde SO₂ tutulması mümkündür. Düşük sıcaklık nedeniyle AYY'da NO_x oluşumu da azalır.

- AYY içindeki yatay geçişli borulara olan ısı transferi katsayısı, alışılmış sistemlere nazaran çok yüksektir. Bu da sistemin fiziksel büyüklüğünün azalması anlamını taşır.

- Çöpler çeşitli biyolojik ve endüstriyel atıklar gibi düşük kaliteli yakıtlar da AYY'de başarı ile yakılabilmektedir.

- Yanma verimi çok yüksektir.

Dezavantajları

- Üretilen enerjinin % 3-5'i kadar iç tüketime gitmektedir.

- Yük kontrolü kısıtlıdır.

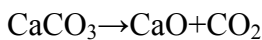
- Korozyon problem olabilmektedir.

- Sayılan avantajlardan mümkün olduğunca yararlanmak, dezavantajları da elimine etmek için yoğun bilgi birikimine ihtiyaç vardır.

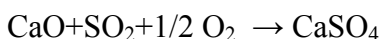
c) Akışkan Yataklı Kazanlarda Emisyon Kontrolü

SO₂ Kontrolü

AY kazanların bütün tiplerinin en önemli avantajlarından birisi, yanma sonucu çıkan SO₂ gazının yanma esnasında yatağa kireçtaşı (CaCO₃) veya dolomit (CaCO₃, MgCO₃) ekleyerek önemli ölçüde tutulmasının sağlanabilmesidir. Bu proseste genel olarak kabul edilen mekanizmaya göre, önce kalsinasyon olur, örneğin kireçtaşı kullanıldığında;



Böylece oluşan gözenekli CaO, oksijenli ortamda SO₃ ile reaksiyona girerek kalsiyum sülfata dönüşür.



900 °C'den yüksek sıcaklıklarda SO₂'nin kireçtaşı ile tutulması azaldığından bu sıcaklık sınırlamasından dolayı PK'larda SO₂ tutma verimi molar Ca/S oranının 2-3 olduğu hallerde ancak % 40-50 arasındadır. KAYK'larda ise Ca/S oranının 3 olduğu % 90 SO₂ tutulması sağlanabilir. Ancak kullanılan kireçtaşının boyutu çok önemlidir. Çok küçük tanecikler kolayca akışkan yataktan taşınıp kaçabilir. Diğer taraftan ise büyük taneciklerden ise tam yararlanma mümkün olmaz. Zira SO₂'nin CaO ile tutulması sonucu CaSO₄'ün molar hacmi CaO molar hacminden 2.72 misli daha büyük olduğundan, gözeneklerin tıkanması sonucu bu reaksiyon tanecik yüzeyine yakın yerlerde sınırlanır.

SO₂ emisyonunun azaltılması için çaba harcarken bunun NO_x emisyonunu da etkilediği dikkate alınmalıdır. Zira SO₂ tutulması için kullanılan CaO aynı zamanda NO_x oluşumu için katalit görevi de görebilir. Ayrıca O₂'nin fazlalığı her ne kadar CaSO₄'e dönüşümü arttıracaksa da bu NO_x oluşumunda yardımcı olur. Bundan dolayı düşük NO_x emisyonu seviyesi ile birlikte 100 mm SO₂ / MJ'den düşük SO₂ emisyonu elde etmek kolay değildir.

NO_x Emisyonu

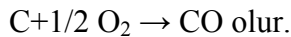
Yanma sonucu olan NO_x emisyonu genel olarak iki kaynaktan olmaktadır. Bunlardan birincisi yüksek sıcaklıklarda yanma havasının içindeki N₂ oksitlenmesi ile oluşan "Termal NO_x'dir". Özel bir önlem alınmadığında dahi akışkan yataklı kazanlardan olan NO_x emisyonu püskürtmeli kazanlardan olan NO_x emisyonundan daha azdır. Bu da AYK'larda sıcaklığın daha düşük olmasından dolayıdır. Düşük sıcaklıklarda da termal NO_x oluşumu az olduğundan, akışkan yataklı kazanlardan olan NO_x emisyonu esas olarak kömürdeki nitrojenli bileşimlerden kaynaklanmaktadır.

NO_x emisyonunu azaltmak için kullanılan en basit yollardan birisi kademeli yanmadır. Bu metoda göre, stokiometrik hava miktarının % 50-60 kadarı birincil hava olarak kazanın alt kısmında dağıtıcı eleğin altından verilir. İkincil hava ise kazanın daha yukarısında bir konumda verilir. Böylece kazanın alt kısmında indirgeme ortamı ve üst kısmında ise yükseltgeme ortamı oluşur. Bu tip kazanlardan NO_x emisyonunun azaltmak için kullanılan bir diğer yöntem ise soğutulmuş baca gazının bir kısmının kazana tekrar geri döndürülmesidir.

Akışkan yataklı kazanlardan NO_x emisyonunu azaltmanın etkili yolu da SNCR adıyla bilinen katalitik olmayan seçimli indirgeme metodudur.

Yanmamış Gazların Emisyonu

Baca gazında görülebilecek tam yanmamış gazlardan en önemlisi karbonmonoksittir. CO emisyonu karbonun kısmi oksidasyonu;



AYK sistemlerinin çıkışına konulan silikonlarda, gazın içinde var olabilecek yanmamış karbon tanecikleri gazdan ayrıldığında, yukarıda belirtilen reaksiyonlarla CO oluşumu ihtimali ortadan kalkar ve merkezi girdap içinde CO genellikle hava fazlasından olan O₂ ile yanıp CO₂ 'e dönüşme şansına sahip olur. Böylece normal işletme şartlarında baca gazında CO miktarı genellikle azdır. Ancak nemli, düşük kaliteli ve yavaş yanan yakıt kullanılan düşük sıcaklıklarda, yanma işlemleri CO emisyonunun kademeli artmasına neden olabilir.

d) Akışkan Yatakta Yakıtın Özellikleri

AYYT uygulanırken dikkat edilmesi gereken kömür özellikleri; ısı değeri, kül, kükürt, nem ve uçucu madde içeriği, kül ergime noktası ve beslenen kömürün tane büyüklüğüdür. Bunlardan ısı değeri, AYY'nin nominal kapasitesine göre kömür besleme hızını belirler. Isı değeri, uçucu madde ile beraber ısı çekişinin dağılımını da etkilemektedir. Isı değeri düşük, uçucu maddelerin yakılacağı sistemlerde uçucuların

önemli bir bölümünün serbest bölgede yanması durumunda, aktif yataktan çekilebilecek ısı büyük ölçüde azalabilir. Buna karşın serbest bölge sıcaklığının yükselerek baca gazı kayıpları artabilir. Kömürdeki kül miktarı ve özellikleri kullanılacak kül boşaltma sisteminin tasarımını doğrudan etkilemektedir. Kül ergime noktası ve kükürt içeriği ise, yakıtın sıcaklığını belirlemektedir. Genelde yatak sıcaklığının optimum SO₂ giderimi sağlayacak ve kül ergimesine engel olacak bir düzeyde kontrol edilmesi istenir. AYYT ülkemizde uygulanırken kömür özelliklerinden kaynaklanması beklenen sorunlar, başlıca iki grupta toplanmaktadır.

1-Kullanılacak kömürün özelliklerine en uygun sistem tasarımı ve/veya seçimi (tasarım sorunu)

2- Kullanılan kömürün özelliklerinde meydana gelecek değişiklikler (işletme sorunu)

X.3.3. Termik Santrallardan Kaynaklanan Atıklar

X.3.3.1. Gaz Atıklar

Kömür yakıtlı termik santral bacalarından atmosfere atılan başlıca kirleticiler;

-Karbonmonoksit (CO), Karbondioksit (CO₂),

-Kükürt oksitler (SO_x),

-Azot oksitler (NO_x) ve Hidrokarbon bileşikleri,

-Ağırmetaller ve partiküller,

-Fosil yakıt içinde bulunan radon ve uranyum gibi radyoaktif maddeler de az miktarda bulunur.

X.3.3.1.1. Karbondioksit

Tüm fosil yakıtların yanması ile CO₂ oluşur, fakat enerji içeriği bazında, kömürün yanması fuel-oil'e göre % 25, doğal gaza oranla ise % 50 daha fazla CO₂ çıkmasına neden olmaktadır. CO₂ kontrolü ya da önlenmesine yönelik teknolojiler ise pahalıdır.

X.3.3.1.2. Kükürt Oksitler

Baca gazındaki SO_x bileşikleri, kömür kükürtünün yanma sırasında oksitlenmesi neticesinde açığa çıkar. Kömürün yanması esnasında kömür kükürtü yanma sırasında oksitlenerek SO₂ açığa çıkar. Fosil yakıtların yakımından ortaya çıkan SO₂'nin miktarı, kömür ve petroldeki kükürt oranına bağlıdır. Tahripkar olan SO₂ 'den ziyade bunun oksitlenmesinden ortaya çıkan SO₃'tür. SO₂ temiz kuru havada kolay bir şekilde yükseltgenemez. Toz halinde metaloksit taneciklerinin varlığında SO₂ 'nin O₂ ile SO₃'e yükseltgenmesi çok hızlıdır.

X.3.3.1.3. Nitrojen Oksitler

Nitrojen oksit emisyonları, tek başlarına ya da diğer kirleticilerle birlikte yerel bölgesel etkileri arttırıcı özelliktedirler. Yakma tesisi olan tüm endüstrilerde, atmosfere sürekli olarak verilen azotun yüksek sıcaklıklarda N₂ ve O₂ birleşerek;

$$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g)$$
 reaksiyonunu gerçekleştirir.

X.2.2.1.4. Ağır Metaller

Fosil yakıtların ağır metal içerikleri de, diğer kirleticilerde olduğu gibi yakıtın cinsine ve kaynağına göre değişmektedir. Yakıttaki elementin konsantrasyonu, kazan tipi baca gazı emisyonu kontrol aygıtının yapısı, termik santralden atmosfere verilen ağır metal emisyon miktarlarını belirler.

X.3.3.1.5. Partiküller

Bu tür emisyonlar çoğunlukla kömür yakıtlı santrallardan kaynaklanmaktadır ve kontrol edilmedikleri takdirde sıvı ya da gaz yakıtlı santrallara oranla çok fazladır. Elektrostatik çöktürücüler ve torbalı filtreler % 99'dan fazla kontrol randımanı sağlamaktadır. Kömür külüne ilaveten bertaraf edilmesi gereken diğer katı atıklar arasında; evsel nitelikli çöpler, tesis içerisindeki su ve atık su tesislerinden çıkan çamurlar ise eğer mevcut ise kireçtaşı-alçıtaşı baca gazı desülfirizasyonu (BGD) sisteminden çıkan atıklar sayılabilir.

X.3.3.1.6. Termal (Isıl) Kirlenme

Termik santrallarda üretilen enerjinin sadece % 30-40 oranındaki bir bölümü elektrik enerjisine dönüştürülebilmekte kalan kısmı ise “kaçak enerji” olarak adlandırılmakta ve ısı kazanından radyasyon ile çıkmakta ya da baca gazıyla birlikte bacadan atılmaktadır. Bacadan kaçan malzemeyi korumak için kazan çıkışında gaz ve buhar sürekli soğutulmakta ve bu nedenle santralin büyük miktarlarda soğutma suyu kullanması gerekmektedir.

X.3.3.2. Katı Atıklar

X.3.3.2.1. Uçucu Küller

Kömürün bileşimindeki elementler uçucu kül içeriğinin ana kaynağıdır. Bu elementler yüksek sıcaklıkta kısmen buharlaşır ve soğutma sırasında kül tanecikleri üzerinde yoğunlaşır. ABD Çevre Koruma Kurumu (EPA) tarafından öncelikli kirletici olarak kabul edilen bazı elementler şunlardır;

Sb, As, Be, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Se, Ag, Zn, Th, U, vb.

Bu elementlerin değişik ortamlarda çözünürlükleri de farklıdır. Genel olarak pH'ı düştükçe çözünme oranı artar. Kullanım ya da stabilizasyon amacı ile yapılan kimyasal işlemlerde uçucu kül de sızabilecek elementleri etkilemektedir.

X.3.3.3. Sıvı Atıklar

X.3.3.3.1. Soğutma Suyu

Termik santralların en önemli çevresel etkilerinden biri de soğutma suyu kullanımı ile ilgilidir. Genellikle termik santralların soğutma suyu ihtiyacı çok büyüktür. Bu yüzden termik santrallar çoğunlukla nehir, göl veya deniz gibi soğutma suyu kullanabilecek kaynaklara yakın yerlere kurulur.

Örneğin 7 °C lik bir sıcaklık farkı ile çalışan 1000 MW gücündeki tipik bir santralin günde yaklaşık 4 000 000 m³ soğutma suyuna ihtiyacı vardır. Yoğunlaştırıcılarda kullanılan soğutma suyu genelde 7 °C ila 10 °C ısınmış olarak alındığı ortama geri verilir. Gerek soğutma suyunun ortamdan çekilmesi ve gerekse kullanılan suyun alıcı ortama geri verilmesi önemli çevre sorunları yaratabilmektedir. Isınmış suyun deşarjı alıcı ortam sıcaklığını etkilediğinden sudaki yaşam zincirinde olumsuz yönde etkiler.

X.3.3.3.2. Kazan Suyu Deşarjı

Termik santrallerin buhar kazanlarında, sirkülasyon halinde bulunan kazan suları içine korozyonu ve biyolojik gelişimi önleyici toksik kimyasal maddeler eklendiği için, alkali ya da asidik özelliktedir. Bu kimyasal maddeler arasında hidroklorik asit, sülfürik asit, sitrik asit, EDTA, formaldehit ve ürotrofin sayılabilir.

X.3.3.3.3. Rejenerasyon ve Deminerilizasyon Atık Suları

Tesise, özel nitelikte proses suyu hazırlama birimi olan deminerilizasyon sisteminden çıkacak atıkların, asit ve bazik karakterde olması nedeni ile nötralize edilmesi zorunludur. nötralizasyon tesisinin kurulması durumunda da bu işlem için gerekli olan rejenerant ve diğer kimyasal madde atıklarını içeren yeni bir atıksu sorunu ortaya çıkmaktadır.

X.3.3.3.4. Petrol ve Yağ Atıkları İçeren Atıksular

Termik santrallarda özellikle; soğutma suyu pompalarından, ısı değiştiricilerinden, mekanik ekipman tamir ve bakım işlemleri. vb. işlemlerden kaynaklanan petrol ve yağ atıkları içeren atıksular yer altı ve yerüstü su kaynakları için çok önemli bir kirlenme kaynağıdır.

X. 3.3.3.5. BGD (Baca Gazı Desülfürizasyon) Sistemlerin Deşarjları

Uçucu kül arıtımı için kullanılan BGD sistemlerinden kaynaklanan atıklarda termik santralin neden olduğu bir su kirliliği kaynağıdır. Bu atıklar arasında kireç, kireçtaşı, diğer kalsiyum tuzları vb. sayılabilir.

X.3.3.3.6. Yıkama Atık Suları

Santrallarda yakılacak kömürü yıkamak için kullanılacak sular ile kil atılacak sahanın çevresindeki yağmur suları çeşitli ağır metaller, kimyasal maddeler ve siyanür içermektedir. Bu suların denize verilmesi ya da sızıntı ile yer altı sularına karışması söz konusudur.

X.3.3.3.7. Evsel Atıksular

Santral bölgesinde oluşacak organik kökenli evsel atık sularında, alıcı ortama (deniz, drenaj vb.) verilmeden önce arıtılması zorunludur. Bu nedenle ya bir arıtma tesisi ya da difüzör sistemi kurulması gereklidir.

X.3.3.3.8. Limana Yanaşacak Gemilerin Yaratacağı Sorunlar

Termik santrallerin deniz kıyısında kurulmuş olması halinde, santralde yakılacak kömür gemilerle taşınacağından, liman bölgesi sürekli bir sintine ve kömürle kirlenme riski altında bulunmaktadır.

X.3.4. Termik Santrallardan Kaynaklanan Kirleticilerin Arıtımı

X.3.4.1. Hava Kirleticilerin Arıtımı

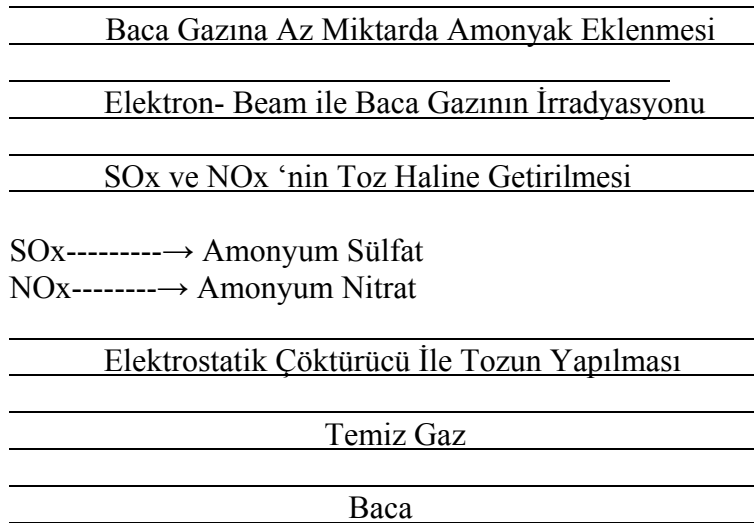
Termik santrallerin yarattığı SO_x ve NO_x kirliliklerin asit yağmurları vb. şeklinde ortaya çıkan etkilerinin giderilmesi için kullanılan, çeşitli baca gazı arıtma işlemleri bulunmaktadır. Termik santral baca gazında bulunan SO₂'nin arıtım yöntemleri genelde arıtım amacıyla hazırlanmış bir arıtıcı akışkanın baca gazları ile temasa geçirilerek SO₂'nin arıtıcı akışkana aktarılması ilkesine dayanmaktadır. Bu aktarma işlemi SO₂'nin çözülmesi (absorbe edilmesi) ya da bir yüzeyde tutulması esasına dayanmaktadır. SO₂ arıtma yöntemleri; Elektron-Beam baca gazı arıtma yöntemi ile SO₂'nin çözülmesi esasına dayanan “yaş yıkama” yöntemleri ve SO₂'nin çözülmeden kuru olarak bir yüzeyde tutulması “yüzeysel tutunma” yöntemleri olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır.

X.3.4.1.1. SO₂ Arıtma Yöntemleri

X.3.4.1.1.1. Elektron-Beam Baca Gazı Arıtma Yöntemler

Çok yeni bir yöntem olup, atık gazdaki SO₂ ve NO_x'in birlikte arıtılması ve bunun sonucunda gübre olarak kullanılabilen katı halde amonyum sülfat ve amonyum nitrat elde edilmesi özelliklerine sahiptir. Bu yöntem üzerindeki araştırmalara 1970 yılında Atom Enerjisi Araştırma Enstitüsü (JAERI) ve Tokyo Üniversitesinde başlanmış ve teknik gelişmeleri EBERA tarafından gerçekleştirilmiştir. Elektron-Beam baca gazı arıtım işlerinin evreleri şöyle sıralanmaktadır.

-En uygun desülfürizasyon ve denitrifikasyon için baca gazı sıcaklığı 70 °C ile 90 °C arasında olmalıdır. Filtreden geçirilen baca gazının sıcaklığı bir püskürtmeli soğutucu aracılığı ile 70 °C düşürülür.



Desülfürizasyon ve Denitrifikasyonun Temel İlkeleri

-Reaktör girişinde baca gazına, stokiyometrik miktarda NH_3 katılır.

-Reaktörde baca gazı, hızlandırılmış elektronlarla iradyasyon işlemlerinden geçirilir. İradyasyon sonucunda oluşan serbest radikallerin SO_x ve NO_x oksitlenmesi ile H_2SO_4 ve NH_3 asitleri oluşur. Bu asitlerin amonyak ile reaksiyona girmesi sonucunda amonyum sülfat ve amonyum nitrat-sülfat kristalleri elde edilir.

-Elektron-Beam İşleminin yatırım ve işletme maliyeti düşüktür.

X.3.4.1.1.2. Yaş SO_2 Arıtma Yöntemleri

X.3.4.1.1.2.1. Yenilenemeyen Arıtıcı Akışkanlı Yaş SO_2 Arıtma Yöntemleri

Yaş SO_2 arıtma yöntemlerinde baca gazı SO_2 absorblayıcı çözelti ile yıkandığından baca gazı sıcaklığı 50 °C kadar düşmektedir. Yaş SO_2 arıtma sistemleri genelde 150- 50 °C gaz sıcaklığında çalıştırıldığından, baca çekimini sağlamak için baca giriş öncesi baca gazlarının yeniden ısıtılması gerekmektedir.

Temel Absorblayıcı Madde Olarak Kireç Taşı Kullanılan Yaş Arıtma Yöntemleri

a) Kireç Taşı Yöntemleri

Bu yöntem SO_2 emici maddesi olarak kireç taşı (CaCO_3) kullanılmaktadır. Oluşturulan kireç çözeltisi ile yıkanan SO_2CaCO_3 karışımına ilave bir oksidasyon sistemi ile alçıya dönüştürmektedir.

Bu yöntemde SO_2 arıtma verimi veya arıtma sonucu baca gazındaki SO_2 emisyonu değerleri en başta kömürün kükürt oranına bağlıdır. Kükürt oranı % 1-0,75 olan kömürlerde emisyon değerleri 400 mg/ Nm^3 altına düşürülebilmektedir. Kireç yönteminde SO_2 emisyon değerlerinin daha da düşürülebilmesi için; fan düzeninde ve reaksiyon kinetiğinde yapılacak değişiklik ve iyileştirmeler ile mümkün olmaktadır. Böyle bir durumda doğabilecek işletme sorunlarını, yatırım ve işletme giderlerindeki artışları göze almak gerekmektedir. Üretilen sülfat/sülfat-alçı karışımı biçimindeki yan ürün için yeterince kullanım alanı bulunmadığından, büyük boyutta atık sorunu ortaya çıkmaktadır.

b) Dengelenmiş Kireç Taşı (SHL ve İşlemi) Yöntemi

Bu yöntemde de kireç taşı temel arıtma maddesi olarak kullanılmaktadır. Reaksiyon kinetiğinin iyileştirilmesi, yani SO_2 'nin baca gazında arıtıcı akışkanı aktarımının hızlandırılması amacıyla organik asit, çoğunlukla formik asit ilave edilmelidir. Böylelikle arıtıcı akışkan belli bir pH değeri bölgesinde dengelenmeye çalışılmaktadır.

c) Birleşik Fe-EDTA (Etilendiamin Tetraasetik Asit) Yöntemi

Bu yöntemi Saarberg-Hoelter-Lugi grubu tarafından geliştirmiş olup, kireçle yıkama yöntemine dayanmaktadır. Bu yöntemde SO_2 ve NO_x 'ler birlikte arıtılmakta, yan ürün olarak kullanılabilir kalitede alçı taşı oluşmaktadır. Arıtkan akışkana demir bazlı EDTA-Chelate'leri yerleştirmek suretiyle kirli gazdaki SO_x ve NO_x 'lerin etken ve verimli

bir biçimde arıtılması amaçlanmaktadır. Bu yöntemde NO sülfid iyonları yardımıyla elementer azota dönüştürülmekte ve sülfatlar oluşturulmaktadır.

d) Birleşik Amonyak Yöntemi (Walther Yöntemi)

Yenilenemeyen arıtıcı akışkanın diğer SO₂ yaş yıkama yöntemi amonyak çözeltisini arıtıcı akışkan olarak kullanıldığı yöntemdir. Bu yöntemde SO₂ ile birlikte NO_x arıtılmaktadır. Baca gazındaki SO₂ arıtıcı akışkan olarak verilen amonyak ile amonyum tuzlarına dönüştürülmekte, yan ürün olarak “amonyaklı gübre” üretilmektedir. Bu işlemin başlıca avantajı yan ürün olarak tarımsal üretim için gerekli gübre üretilmesi, atık yok etme sorununun bulunmamasıdır. Dezavantajı ise yatırım maliyetlerinin çok yüksek olmasıdır.

X.3.4.1.1.2.2. Yenilenebilen Arıtma Akışkanlı Yaş SO₂ Arıtma Yöntemleri

Yenilenebilen arıtma akışkanlığı yaş yıkama yöntemlerinde, arıtıcı akışkan kapalı devre dolaştırılmaktadır. Arıtıcı akışkanın baca gazı ile temasta olduğu sürece SO₂'yi emmekte (SO₂ yükleme, absorpsiyon fazı), yenileme fazında ise absorbe ettiği SO₂'yi vermektedir. Yenilenebilir arıtıcı akışkanlığı yaş yıkama prosesleri arasında sanayide uygulama aşamasına gelmiş yöntemlerin başında Wellman-Lord yöntemi gelmektedir. Bu yöntemde arıtıcı akışkan olarak NaOH kullanılmakta, rejenerasyon sürecinde ayrılan ara SO₂ gazından; amorf kükürt, sıvı SO₂ ve sülfürik asit oluşturmaktadır. Soğutma-ısıtma bölümünde bir ısı değiştirgeci ile baca gazı sıcaklığı arıtıcı akışkan yıkama sıcaklığına (150-50 °C) düşürülmektedir. İşlemin absorpsiyon bölümünde, SO₂ ön yıkamaya tabi tutulur, benzeri diğer işlemlerde SO₂ absorpsiyonunda nitrat ve fosfat tuzları kullanılmaktadır. Rejenerasyon bölümünde SO₂ buharlaştırıcı katalizörler içerisinde ısıl ayrılmaya uğramakta ve taşıyıcı çözeltide ayrılmaktadır. SO₂ işleme bölümleri diğer bölümlerden tamamen ayrı ve bağımsız olarak düzenlenebilmektedir. Wellman-Lord yönteminde SO₂ emisyonu 200 mg/Nm³ düzeyine, ek bir absorpsiyon birimi ile ise 100 mg/Nm³ düzeyine düşürülmektedir.

X.3.4.1.1.3. Kuru SO₂ Tutma Yöntemleri

Kuru SO₂ arıtma yöntemleri aşağıdaki gruplara ayrılmaktadır;

- Yakma sistemlerinde hava ön ısıtıcıyla toz tutucu arasında, nemlendirme uygulamadan, kirli gaza SO₂ tutucu (kireç, kireç taşı ve diğer tutucular eklenmesi) yöntemleri,
- Yukarıda belirtilen SO₂ tutucularının eklendiği, fakat toz tutucu öncesi baca gazının nemlendirildiği yöntemler,
- SO₂'in aktif karbonlar yüzeysel tutma yöntemi,

X.3.4.1.2. NO_x Arıtma Yöntemleri

Uygun yakma sistemi tasarım ve yakma kontrolü ile azot oksitlerin (NO_x) yanma odasında oluşumu azaltılabilir. Günümüzde uygulanmakta olan sıkı emisyon sınırlandırmalarında, öngörülen sınırlara düşürülmesi genelde mümkün olmamaktadır. Bu durumda baca gazı NO_x arıtma yöntemleri uygulanmaktadır. Bacagazı NO_x arıtma yöntemleri üç ana grupta toplanmaktadır.

- Kuru NO_x arıtma yöntemleri,
- Yaş NO_x arıtma yöntemleri,
- Birleşik SO₂/NO_x arıtma yöntemleri.

X.3.4.1.2.1. Baca Gazı Kuru NO_x Arıtma Yöntemleri

Azot oksitlerin genelde çözülme özelliğinin zayıf olması nedeni ile, günümüzde baca gazlarından NO_x arıtımı için en çok kuru yüzeysel tutma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler; katalizörlü yöntemler ve katalizörsüz yöntemler olmak üzere iki ana guruba ayrılmaktadır.

X.3.4.1.2.2. Yaş NO_x Arıtma Yöntemi

Baca gazlarında çoğunlukta olan azotmonoksit (NO), azotdioksit (NO₂) kıyasla daha az çözülebilirlik özelliğine sahiptir. NO₂ ise SO₂'den daha az çözülür. Yaş NO₂ arıtma yönteminde esas sorun, NO'nun arıtma çözeltisinde çözülebilirlik sorunuudur.

X.3.4.1.2.3. Birleşik NO_x/ SO₂ Arıtma Yöntemleri

Başlıca birleşik kuru yöntemler şunlardır:

- Bakır oksit yöntemi,
- NO_x/ SO₂ absorpsiyon yöntemi,
- Karbon yüzeysel tutma yöntemi,
- Sodyum karbonat yöntemi,
- Katalizör birleşik tutma yöntemi,
- Diğer yöntemler olmak üzere bir çok yöntem bulunmaktadır.

X.3.4.2. Sıvı Atıkların Arıtımı

X.3.4.2.1. Termal (Isıl) Kirlenme Kontrolü

Soğutma suyu kaynaklı olumsuz çevresel etkilerin en az düzeyde tutulabilmesi için deşarj noktasındaki lokal ısı artışının kış ayları için 2 °C'yi; yaz ayları için ise 1 °C'yi aşmaması gerekmektedir. Bu gereksinimlere ilave olarak deşarj noktasına doğal su kaynaklarının birim termal yükü 12-17 kJ/m²'ü kesinlikle geçmemesidir.

Termik santrallardan atılan soğutma sularının neden olduğu, olumsuz çevresel etkilerin önlenmesi için aşağıdaki önlemlerden söz edilebilir;

- Soğutma suyu depolama kuleleri kullanarak deşarj noktasında seyrelmeyi ve dispersiyonu arttırarak fazladan bir havalandırma ve soğutma sağlamak,
- Termik santrallarda buharlaştırıcı kapalı devre soğutma sistemleri kullanmak,
- Atık ısıyı çeşitli ısıtma amaçları ve suyun demineralizasyonu için kullanarak değerlendirmek,
- Sprey soğutma soğutma kuleleri kullanmak,

- Buharsız türbinler ya da hava ile soğutulan alternatif teknolojiler kullanmak.

X.3.4.2.2. Petrol ve Yağ İçeren Atık Suların Arıtımı

Bu tür atık suların arıtımı için, ilk olarak yüzeyde toplanmış petrol ve yağ artıklarının atık sudan ayrılması gerekir. Çökebilen maddeler üzerine tutunmuş olan bu tür atıklar, basit çöktürme işlemi ile atık sudan ayrılabilir. Bu yöntemle önemli bir miktarda bir arıtım sağlanabilmektedir.

Daha ileri arıtım sistemleri olarak çözünmüş petrol ve yağ parçacıkları atık sudan, filtrasyon, ters ozmos, koagülasyon- elektrokoagülasyon, ya da aktif karbon gibi yöntemlerden biri ile ayrılabilir. Bu tür atıkları içeren atık sular termik santrallerin çeşitli ünitelerinden kaynaklandığı için, tüm bu atıkları arıtım öncesi bir dengeleme tankında toplamak gerekir.

X.3.4.2.3. Kimyasal Madde İçeren Atık Suların Arıtımı

Yıkama suyu, rejenerasyon ve deminerilizasyon atık sularının arıtılması, kimyasal metotlarla yapılır. Bu işlemler sonucu oluşan atıl su, metal kompleksleri ve organik maddeler içerir. Bu tip atık suların arıtımı kullanılan yakıtın türüne ve kül uzaklaştırma metoduna göre değişir. Yani, katı yakıt kullanan açık kül atma sistemiyle çalışan termik santrallerde yıkama atık sularının arıtımı farklıdır. Yıkama suları arıtımında izlenen en kolay metod alkali maddelerle, (sodyum hidroksit, soda ya da kireç) atık suyun nötrale hale getirilip; metallerin hidroksit şeklinde çökmesini sağlamaktır.

Daha ileri arıtım tesislerinde, solüsyon arıtım tesislerine ulaşmadan dengeleme tankında toplandığı görülmektedir. Bu tanktan ayrılan sular nötralizasyon tankına verilmektedir. Bu tankta belirli bir süre kalan atık suyun içerdiği katı maddelerde çöken ve oluşan çamur tanktan uzaklaştırılır. Atık su alıcı ortama deşarj edilmeden önce pH, asit eklenerek 7.5-8.5 düşürülür.

Kimyasal çöktürmenin yanı sıra, filtrasyon, iyon değiştirici, elektro diyaliz ve aktif karbon absorpsiyonu da kimyasal madde içeren atık suları arıtmak için kullanılan diğer yöntemlerdir.

X.3.4.3. Toz Emisyonlarının Arıtılma Sistemleri

Toz toplayıcılar genellikle altı grup halinde toplanabilirler;

- Yerçekimi ile çökeltme odaları,
- Siklonlar, multisiklonlar,
- Yaş toplayıcılar,
- Torbalı filtreler,
- Elektro filtreler,
- Ultrasonik ayırıcılar.

X.3.4.3.1. Yerçekimiyle Çökeltme Odaları

Yer çekimi ile çökeltme odaları 50 µm'den küçük tanecikleri toplamak için kullanılırlar. Çökeltme odaları, genellikle aynı kapasitedeki konvansiyonel siklondan daha

pahalı ve basınç kayıpları daha az olmamakla birlikte daha düşük toplama verimine sahiptir.

X.3.4.3.2. Siklonlar-Multisiklonlar

Siklonlar bir gaz akımı içerisindeki tozları santrifüj kuvvetin etkisiyle toplarlar. Siklonlar, büyük çaplı tek bir kuvvet biçiminde veya küçük çaplı bir çok tüpten oluşan çoklu siklonlar biçiminde tasarımlanabilirler. Katı veya sıvı 5 µm 'den ufak tanecikleri toplamadaki etkinsizlikleri nedeniyle, genellikle seri şeklinde ikinci bir toz toplama sistemi (elektro statik filtre, yaş toplayıcı vb.) ile birlikte kullanılırlar.

X.3.4.3.3. Yaş Toplayıcılar

Yaş toplayıcılarda filtreleme etkisi, toz veya gazın sıvı damlalar içerisinde direk temas yoluyla absorblanması prensibine dayanır. Temas mekanizması atalet çarpması veya yerçekimiyle çökeltme biçiminde olabilir. Büyük tanecikler basit bir siklonda ayrıldıktan sonra 10 µm 'den daha küçük partiküllerin tutulmasında yaş toplayıcılar uygulanır. Yaş filtreler kullanılmasının avantajları şunlardır:

- Toz ve gazları birlikte uzaklaştırmada kullanılabilirler,
- Belirli bir enerji tüketimi ile, herhangi bir tanecik boyutu için yüksek toplama verimleri elde edilebilir,
- Yapışkan maddeler tıkanma olmadan toplanabilir,
- Yüksek sıcaklıktaki atık gaz akımlarıyla kullanılabilirler,
- Atık gazın nem içermesi ve/veya çiğ noktası yaş toplayıcının çalışmasında kritik durum yaratmazlar,
- Tutuşabilen tozlar ve gazlar tehlikesiz bir biçimde işleme tabi tutulabilir,
- Diğer bazı proseslerin uygulanması da mümkündür,
- İlk yatırım masrafları nispeten azdır.

X.3.4.3.4. Torbalı Filtreler

Toz filtreleri çok değişik malzemelerden ve çok çeşitli geometrilerde yapılırlar. Örneğin, torbalı filtreler çok sayıda filtre torbalarından meydana gelirler. Torbalı filtreler toplanan maddenin sürekli olarak uzaklaştırılmasını mümkün kılacak şekilde düzenlenirler. Filtreler, malzeme biriktikçe basınç kaybında bir artma gösterdiklerinden, katı tanecikleri periyodik olarak uzaklaştıracak boşaltma düzeneklerine ihtiyaç gösterirler.

Torbalı filtrelerin bazı avantajları şunlardır:

- Hemen hemen % 100 toplama verimi (% 99.80) sağlar,
- Küçük tanecik toplama kapasitesi,
- Nispeten küçük basınç kaybı,
- Kirletici malzemenin kuru halde toplanması,
- Yüksek gaz akışı debilerinde çalışma imkanı verirler.

X.3.4.3.5. Elektro Filtreler

Büyük hacimsel debilerdeki tozlu atık gazların temizlenmesinde elektro filtreler kullanılır. Elektro filtreler düşük basınç kayıplarında küçük tanecik boyutları için yüksek

verime sahiptirler. Elektro filtreler, bir gaz akımı içerisinde toz taneciklerini, elektriksel bir yükü yükleyerek toplarlar. Yüklenen tanecikler, ters yükü yüklenmiş bir plakadan meydana gelmiş toplama elektroduna sürüklenirler. Elektro filtre kullanmanın bazı avantajları şunlardır:

- Yüksek toplama verimi,
- Çok küçük tanecikler toplama özelliği,
- Katı ve sıvılarda kullanma imkanı,
- Düşük basınç kaybı,
- Düşük enerji tüketimi ve işletme masrafları,
- Yüksek gaz çıkış debilerinde çalışabilme olanağı.

X.3.4.3.6. Ultrasonik Ayırıcılar

Ultrasonik ayırıcılar, tozların ultrasonik titreşimler yoluyla birleştirilmesi mekanizmasına göre çalışırlar. Bu yöntemin kullanılabilmesi için tozların birleşmeye uygun olması gerekir. Gaz, toz yükünün yüksek olması ve toz taneciklerinin değişik büyüklükte olması, yöntemin iyi sonuç vermesine neden olur.

X.3.5. Termik Santrallerin Çevreye Olumsuz Etkileri

- Baca gazları ve baca külleri,
- Kül stok sahasındaki küller,
- Kül barajları ve kül siloları,
- Kül nakil bant hattı,
- Hidrolik kül atma sistemi,
- Santral sahası ve dekapaj sahalaları,
- Kömür stok sahasındaki kömürler,
- Kömür nakil yolları, kömür nakil bant hattı,
- Kömür nakil havai hattı,
- Kirli atık sular,
- Termal etki.

X.3.5.1. Termik Santrallerin Çevresinde Oluşan Çevre Sorunları

X.3.5.1.1. Doğal Flora ve Vejetasyon Üzerinde Etkileri

Termik santrallerin bacasından çıkan ve bitki örtüsünü en çok etkileyen gazlar, kükürtdioksit ve azot oksitlerdir. SO_2 ve NO_x 'lere en hassas olan ve etkilenen bitki organı yapraklardır. Stomalar vasıtasıyla bünyeye giren SO_2 ve HF gibi asit etkili kirleticiler, yaprak dokusunun zarar görmesine neden olmaktadır. Ayrıca yanık etkisi, serbest asit halinde yüzeysel olarak da ortaya çıkabilmektedir. Yanıkların derecesine bağlı olarak fotosentez ve transpirasyon gerilemektedir. Bitkiler üzerinde kirletici etkisiyle ortaya çıkan zararlanma üç ayrı boyutta görülebilir. Bunlar akut, kronik ve gizli zararlanmadır. Akut zararlanmaya uğrayan bitkiler derhal ölmekte, kronik zararlanma öldürücü olmamakla birlikte bitki kalitesini büyük oranda bozmaktadır. Görülmeyen (gizli) zarar ise zaman içinde ortaya çıkmaktadır.

SO_2 'nin bitkilere olan bu doğrudan etkisinden başka, yöredeki yağışların ve bağıl nemin fazlalığı da topraktaki asitleşmeyi artırıcı, bazlarda fakirleştirici ve mikrobiyolojik

aktiviteyi yok edici bir etkide bulunarak, dolaylı olarak bitkilerin direncinin azalmasına neden olur. Bu direnç zayıflığı zararlı böcek ve mantarlar bitki örtüsünü ve kalitesini giderek yok eder.

SO₂'nin yapraklardan sonra en etkili olduğu yer, hazır bitki besinlerinin taşındığı borulardır. Bu borular vasıtasıyla SO₂'in etkisi bitkinin diğer kısımlarına yayılır. Bitki terleme olayını kontrol edemez ve su dengesi bozulur. Bitkide solgunluk ve kurumalar görülür. Bu durum bitkideki fotosentez olayını bozar. Ayrıca polen tozları ve dişikik tepesi gazdan zarar gördüğünden dölleme olmaz ve meyve tutmaz.

Meyvedeki belirtiler, SO₂'ye 1 yıl kaldıktan sonra belirginleşir. Bitkideki SO₂ ve NO₂ zararları yaprak lekeleri, yaprak kurumaları, yaprak ve meyve dökülmeleri, büyümedeki gerileme, solgunluk ve ölümle sonuçlanır.

Bitki örtüsünü etkileyen asit yağmurları, SO₂'in havada gerçekleştirdiği bir takım reaksiyonlar sonucu olur. Öncelikle SO₂ atmosferde oksidasyonla SO₃'e dönüşür. Bu oksidasyon süreci katalitik ve fotokimyasal süreçle devam eder ve SO₃ derhal su (H₂O) ile reaksiyona giderek sülfürik asit (H₂SO₄) meydana gelir. Eğer ortamda NaCl varsa Na₂ SO₄ ve hidroklorik asit (HCl) oluşur.

Bu konuda ülkemiz için en çarpıcı örnek Muğla-Yatağan termik santrali çevresinde yaşanmıştır. 20 Kasım 1982'de ilk ünitesi devreye giren bu santralin, ikinci ünitesinin 1984'de devreye girmesinden iki ay sonra çevre ormanlarında sararmalar başlamıştır. Üçüncü ünitenin 1984'de devreye girmesinden sonra da 1986 yılı ortalarına kadar 4181 ha orman sahası kuruduğu için kesim yapılmıştır.

Termik santralin olumsuz etkileriyle 4181 ha gibi çok geniş bir alanda ekosistem bozulmuş; yani orman altı bitki ve hayvan türlerinin çoğu yok olmuştur. Ayrıca toprağı tutacak bitki örtüsü büyük oranda tahrip olduğu için erozyon ile toprak kaybı olmuş, eski kaynaklar kurumuştur.

Bu kadar geniş bir alandaki ekosistemin bozulması ile endemik bitki ve hayvan türlerinin yok olması, bölgedeki tür çeşitliliğinin azalmasına, erozyon vb. sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

X.3.5.1.2. İnsanlar Üzerindeki Etkileri

Termik santralin insan üzerindeki etkileri, öncelikle termik santral ve kömür işleme sahalarında çalışanlar üzerinde görölmektedir. Termik santralden uzaklaştıkça insanlar üzerindeki etki giderek azalmaktadır. Yıllık ortalama konsantrasyonunun 100 µg/m³ 'ü aşması halinde, solunum yolu hastalıklarda artış görülür, günlük SO₂ konsantrasyonu 250-500 µg/m³ olduğu zaman akciğer hastalıklarında artış görülür. Günlük konsantrasyonun 500 µg/m³'e ulaşması durumunda solunum yolu hastalıklarının sayısının artışı ve ölüm olayları görülür.

SO₂ gazı solunum yollarına girerek orada su ile birleşir ve sülfüroz asidini (H₂SO₃) meydana getirir. Bazen bu oksidasyon havadaki su buharı ile olur ve zehirli sis dumanları teşekkül eder. Bu da dumanı soluyan kimselerin boğaz ve hava yollarında ilerleyici bir tahriş öksürüğüne sebebiyet vermektedir. Duman zehirlenmesi devam ettikçe hava

yollarının tıkalı iltihabı denilen kronik bronşit ve bunun sonunda da karaciğer şişkinliği (Anfizem) oluşmaktadır.

NO_x ve SO₂ bir arada bulunurlarsa birbirlerinin zararlı etkilerinin artırmaktadır. NO₂ çıkan fabrikanın çevresinde yaşayan çocuklarda solunum fonksiyon testlerinde normale kıyasla zayıflama, akut solunum yolları enfeksiyonlarında artma, kanda methemoglobinin artma belirlenmiştir.

CO alveollerimize girdikten sonra kana geçmekte ve oksijen olarak bilinen hemoglobinle birleşmekte, bu arada oksijenin yerini almakta ve karbosihiemoglobin (COHb) oluşturmaktadır.

Partiküller, görüş mesafesinde azalma, kötü kokular, güneş ışığını engelleme gibi etkilerinin yanında, solunum yollarının savunma mekanizmalarını zayıflatır ve zararlı maddeleri akciğere taşırlar. Bu zararlı maddeler de akciğerleri etkileyerek nefes darlığına neden olurlar.

X.3.5.1.3 Topraklar Üzerindeki Etkileri

Termik santraller çevresindeki topraklar aşağıdaki şekilde kirlenmektedir.

- Baca gazındaki kükürt dioksitinin asit yağmuru şeklinde toprağa geçmesi ve toprağın kimyasal yapısının zamanla değişmesi,
- Baca küllerinin kül yağmuru olarak toprağa yağması ve toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının zamanla değişmesi,
- Radyoaktif maddeler içeren kömür kullanan termik santrallerde, baca külleri ile radyoaktif maddelerin toprağa karışması,
- Termik santral ve lavuarların kirlettiği akarsuların tarım topraklarının sulanmasında kullanılması ile bu kirliliğin topraklara geçmesi ve tarım topraklarını kirlilmesi,
- Termik santrallerin oluşturduğu asit yağmurları sonucu ormanları kurutması ve bu alanlardaki topraklarda su erozyonunun hızlanması ve benzer olumsuz etkiler sayılabilir.

X.3.5.1.4. Hayvanlar Üzerindeki Etkileri

Termik santrallerin bacasından çıkan SO₂ gazının havadaki 1 ppm'lik dozu hayvanların solunum sistemlerinde akut etkilere neden olur. Düşük SO₂ dozlarına sürekli maruz kalan hayvanlarda solunum yolları enfeksiyonları artar ve kasların elastikiyetleri azalır.

NO₂ gazı ise burun ve gözlerde tahrişe neden olur. Bunu solunum güçlüğü, akciğer ödemleri ve ölüm izler.

X.3.5.1.5. Yeraltı ve Yerüstü Suları Üzerindeki Etkileri

Termik santralin deniz ortamına etkisi, sıvı atıklarla ve hava kirliliği sonucunda SO₂'nin asit yağışına dönüşmesiyle (doğrudan veya yer altı ve yer üstü sularının denize ulaşmasıyla) veya denizde asitleşmenin meydana gelmesiyle olmaktadır. Bu kirlenmeler

deniz ekosisteminde meydana gelebilecek bozulma sonucunda, su ürünlerinin balıkçılık ve süngerciliğin olumsuz etkilenmesine ve üretimde düşüşe neden olacaktır.

Termik santral ve lavuarların kirlettiği akarsuların çeşitli alanlarda kullanımı, olumsuz etkilere neden olmakta ve bu akarsulardan yararlanıldığında başka çevre sorunları ortaya çıkmaktadır. Termik santrallerin çevreye olan etkilerinin ve zararlarının büyüklüğü tartışılmaz. Ancak termik santrallerin kirleticisi atıklarını, istenen limitlerde tutabilen arıtma tesisleri ve teknolojileri mevcuttur. Her türlü atığın arıtılması yoluyla termik santrallerin çevreyi kirlilmeden temiz çalışması sağlanabilir.

Tablo:X.3.3' de Termik Santrallerin Genel Değerlendirme Formatı verilmiştir.

X.3.1 No'lu Harita'da ise Termik Santrallerin Bulundukları Yerler ayrı ayrı gösterilmiştir.

Kaynaklar

- 1- Durmaz A. Arcan Y., Uluslararası Yanmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Sempozyumu, Yanmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü, Ankara, 1987.
- 2- Uslu T., Türkiye'deki Kömüre Dayalı Termik Santraller Çevreyi Olumsuz Etkileyen Faktörleri ve Yarattığı Çevre Sorunları, Ankara, 1990.
- 3- Doğu.,Uysal, B.Z. 1.Ulusal Sempozyum, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü, Ankara, 1991.
- 4- Çevre Mühendisleri Derneği, Aliğa Özelinde Ülkemizde Termik Santraller ve Çevre, Ankara, 1992.
- 5- Çevre Bakanlığı, Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Hava Dairesi Başkanlığı, 1993.
- 6- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji İstatistikleri, 1999.
- 7- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu, 1999.

Tablo: X.3.2. Türkiye’deki Termik Santrallerin Adları, Bulunduğu Yer ve Diğer Bilgiler

Sıra No	Santralin Adı	Yakıt Cinsi	Bulunduğu İl	Toplam Kurulu Güç (MW)	Proje Üretimi (GWh)	Ortalama Termik Verim(%)	Elektro Filtre	BGD Tes.	Son Durum
1	Afşin-Elbistan A	Linyit	K.Maraş	1360.0	8840.0	30.06	Var	Yok	İşletmede
2	Aliğa GT+KÇ	Motorin	İzmir	180.0	540.0	33.78	...	Yok	İşletmede
3	Ambarlı	Fuel-Oil	İstanbul	630.0	4100.0	37.25	...	Yok	İşletmede
4	Ambarlı KÇ *	Doğal Gaz	İstanbul	1350.9	8780.0	48.57	...	Yok	İşletmede
5	Bursa	Doğal Gaz	Bursa	1432.0	10024.0	54.40	...	Yok	İşletmede
6	Çatalağzı B	Taşkömürü	Zonguldak	300.0	1950.0	33.57	Var	Yok	İşletmede
7	Çayırhan 1,2	Linyit	Ankara	320.0	2080.0	34.54	Var	Var	İşletmede
8	Denizli	Tabii Buhar	Denizli	17.5	105.0	11.57	...	Yok	İşletmede
9	Esenyurt I,II,III,IV	Doğal Gaz	İstanbul	188.5	1413.8	45.00	...	...	İşletmede
10	Enron(Trakya Elek.)	Doğal Gaz	Tekirdağ	498.7	3740.3	47.00	...	...	İşletmede
11	Engil GT	Motorin	Van	15.0	90.0	21.27	...	Yok	İşletmede
12	Hakkari	Fuel-Oil	Hakkari	11.1	83.3	35.03	...	...	İşletmede
13	Hamitabat KÇ	Doğal Gaz	Kırklareli	1200.0	7800.0	45.81	...	Yok	İşletmede
14	Hopa	Fuel-Oil	Artvin	50.0	200.0	26.27	...	Yok	İşletmede
15	Kangal 1,2,3 **	Linyit	Sivas	457.0	2970.5	29.76	Var	Var	İşletmede
16	Kemerköy 1,2,3	Linyit	Muğla	630.0	4095.0	33.21	Var	İnşaa aşaması	İşletmede
17	Orhaneli	Linyit	Bursa	210.0	1365.0	36.18	Var	Var	İşletmede
18	Ova elektrik	Doğal Gaz	Kocaeli	258.4	1938.0	44.00	...	...	İşletmede
19	Park Termik	Linyit	Ankara	300.0	1072.9	34.71	Var	Var	İşletmede
20	PS3-Silopi	Fuel-Oil	Ş. Urfa	44.1	330.8	37.36	...	...	İşletmede
21	PS3A-idil	Fuel-Oil	Mardin	11.4	85.5	35.19	...	...	İşletmede
22	Seyitömer	Linyit	Kütahya	600.0	3900.0	32.97	Var	Yok	İşletmede
23	Soma A	Linyit	Manisa	44.0	290.0	30.31	Var	Yok	İşletmede
24	Soma B	Linyit	Manisa	990.0	6435.0	32.45	Var	Yok	İşletmede
25	Tunçbilek A+B	Linyit	Kütahya	429.0	2790.0	31.45	Var	Yok	İşletmede
26	Unimar	Doğal Gaz	Tekirdağ	504.0	3780.0	37.00	...	...	İşletmede
27	Van	Fuel-Oil	Van	24.0	180.0	39.33	...	Yok	İşletmede
28	Yatağan	Linyit	Muğla	630.0	4100.0	32.67	Var	İnşaa aşaması	İşletmede
29	Yeniköy	Linyit	Muğla	420.0	2730.0	34.82	Var	İnşaa aşaması	İşletmede

*Santral fuel oil ile de çalışacak şekilde dizayn ve tesis edilmiştir. ** Bacagazı tesisi 1. ve 2. ünitelerde yoktur, yalnızca 3. ünite bulunmaktadır.

Kaynak: TEAŞ Genel Müdürlüğü Verileri, 2001.

Tablo :X. 3.3. Termik Santrallerin Genel Değerlendirme Formatı

<p>1. Santralin Adı.</p> <p>2. Santralin Yeri</p> <p>3. Santralin Statüsü (Kamu/Özel)</p> <p>4. Santralin Toplam Sahası (m²)</p> <p>4.1. Toplam Alan (m²)</p> <p>4.2. Santral Saha Kullanım Alanı (m²)</p> <p>4.3. Santral Sahası Yeşil Alanı (m²)</p> <p>4.4. Sosyal ve İdari Tesisler Alan (m²)</p> <p>5. Santralin Kurulu Gücü (MW)</p> <p>6. Ünite Sayısı ve Güçleri (MW)</p> <p>7. Yıllık Üretim Kapasitesi (KWh)</p> <p>8. Santral Genel Verimi (%)</p> <p>9. Ortalama Çalışma Saati (h/Yıl)</p> <p>10. Kullanılan Yardımcı Yakıt</p> <p>11. Kullanılan Ana Yakıt Türü(Linyit, Doğal Gaz)</p> <p>11.1. Ana Yakıtın Nereden Temin Edildiği</p> <p>11.2. Ana Yakıt Yıllık Tüketim Miktarı (Ton)</p> <p>12. Kullanılan Ana Yakıt Ait Bazı Analizler</p> <p>12.1 Yakıtın Alt Isıl Değeri (Kcal/kg)</p> <p>12.2 Uçucu Madde Miktarı (%)</p> <p>12.3 Toplam Nem Miktarı(%)</p> <p>12.4. Kuru Kül Miktarı (%)</p> <p>12.5. Kükürt Miktarı. (%)</p> <p>12.6. Kül Yumuşatma Sıcaklığı (°C)</p> <p>12.7. Sabit Karbon (mg)</p> <p>12.8. Yanmamış Maddeler. (mg)</p> <p>12.9. Azot ve Oksijen (mg/m³)</p> <p>13. Tesisin Yakma Kazanları</p> <p>13.1.Sayısı (Adet)</p> <p>13.2. Özellikleri</p> <p>13.3. Yanma Odası Sıcaklığı (°C)</p> <p>13.4. Yanma Tekniği İle İlgili Bilgiler</p> <p>13.5 Yakıt Besleme Kapasitesi (t/h, m³/h)</p> <p>13.6. Kazan Verimi (%)</p> <p>13.7 Tesisin Toplam Yakıt Isıl Gücü (MW/Ton)</p> <p>14. Su Kullanım ve Atıksu Durumu.</p> <p>14.1 Santralde Kullanılan Toplam Su Miktarı (ton/gün)</p> <p>14.2 Tüketilen Suyun Kullanım Durumu</p> <p>14.3 Tüketilen Suyun Kaynağı</p> <p>14.4 Su Kullanımı ve Atıksu Durumu</p> <p>14.4.1. Tüketilen Suyun Kullanım Durumu</p> <p>14.4.2. Kazan Suyunu Miktarı (ton/gün)</p> <p>14.4.3. Soğutma Suyu (Kapalı Çevrim, Tek Girişli) Miktarı (ton/gün)</p> <p>14.4.4. BGD Atıksuyu Miktarı (ton/gün)</p> <p>14.4.5. Kimyasal Temizleme Atık Suları Miktarı. (ton/gün)</p>	<p>14.4.6. Yağlı Atıksu Miktarı (ton/gün)</p> <p>14.4.7. Kül ve Curufllu Atık Su Miktarı (ton/gün)</p> <p>14.4.8.Evsel Atıksu Miktarı (ton/gün)</p> <p>14.5. Atıksuların Deşarj Edildiği Alıcı Ortamlar.</p> <p>14.6.Santralde Atıksu Arıtma Tesis Varmı? Varsa</p> <p>14.6.1 Arıtma Tesisinin Aktif Çalıştığı Gün Sayısı</p> <p>14.6.2. Arıtılan Atıksu Miktarı (ton/gün)</p> <p>14.6.3.Arıtma Ünitelerinde Toplanan Çamur Miktarı, Kullanım Çeşidi ve Bertaraf Durumu (ton/gün)</p> <p>15.Santralin Gaz Emisyon Durumu</p> <p>15.1. Santraldaki Baca Sayısı ve Yükseklikleri(m)</p> <p>15.2. Bacaların çapı ve yüksekliği (m)</p> <p>15.3. Baca Gazı Çıkış Hızı.(m/sn)</p> <p>15.4. Baca Gazı Sıcaklığı (°C)</p> <p>15.5. Baca Gazı Hacimsel Hacimsel Debisi(m³/sn)</p> <p>15.6 Emisyon Kütlesel Debisi (mg/sn)</p> <p>15.7. Kükürtdioksit Emisyonu(mg/m³)</p> <p>15.8. Santralde Uygulanan Yakma Tekniği.</p> <p>15.9. Yanma Odası Sıcaklığı (°C)</p> <p>16. Santralin Katı Atık Durumu</p> <p>16.1 Santralden Atılan Külün Toplandığı Alan(m²)</p> <p>16.2 Külün Miktarı (Ton/Gün, Ton/Yıl)</p> <p>16.3 Atıkların Nasıl Değerlendirildiği.</p> <p>16.4. BGD Tesisinden Kaynaklanan Jips'in Miktarı ve Değerlendirmesi,</p> <p>17. Meteorolojik Veriler:</p> <p>17.1 Rüzgar Yönü,</p> <p>17.2 Yer Rüzgar Hızı,</p> <p>17.3. Anemometre Yüksekliği (m/sn)</p> <p>18. Termik Santrallerin Çevresel Etkileri,</p> <p>18.1 Doğal Flora ve Vegetasyon Üzerindeki Etki</p> <p>18.2 Egzotik Bitkiler Üzerindeki Etki</p> <p>18.3. Tarım Ürünleri Üzerindeki Etki</p> <p>18.4. İnsanlar Üzerindeki Etki</p> <p>18.5. Yabani ve Evcil Hayvanlar Üzerindeki Etki</p> <p>18.6 Topraklar Üzerindeki Etki</p> <p>18.7. Akarsular Üzerindeki Etki</p> <p>18.8. Yeraltı suları, Barajlar Üzerindeki Etki</p> <p>18.9. Göller, Denizler Üzerindeki Etkiler</p> <p>18.10. Hava Üzerindeki Etkiler</p> <p>18.11. Yerleşim Yerleri Üzerindeki Etkiler</p> <p>18.12. Tarihi Ören Yerleri Üzerindeki Etkiler</p> <p>18.13. Peyzaj Alanı Üzerindeki Etkiler</p> <p>18.14. Turizm Alanları Üzerindeki Etkiler</p> <p>19.Yöredeki Çevre Kirliliğinin Tespiti,</p> <p>20.Termik Santrallerin Genel Değerlendirmesi.</p>
---	--

Kaynak: TEAŞ Genel Müdürlüğü Verileri, 2001.



- Linyit İle Çalışan Termik Santraller



- Taşkömürü İle Çalışan Termik Santraller



-Fuel-oil İle Çalışan Termik Santraller



- Motorin İle Çalışan Termik Santraller



- Doğal Gaz İle Çalışan Termik Santraller



- Tabii Buhar İle Çalışan Termik Santraller

Çevre ve Orman Bakanlığı
ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü
Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı

Türkiye’de Termik Santraller

Harita No:X.3.1

Kaynak:TEAŞ Genel Müdürlüğü-2001

Türkiye’de Termik Santraller Bulunduğu Yerler, Adları ve Kullandığı Yakıt Türleri:

1. Afşin Elbistan A (Linyit)
2. Aliğa GT+KÇ (İzmir) - Motorin
3. Ambarlı KÇ (İstanbul) - Doğalgaz
4. Ambarlı (İstanbul) - Fuel-Oil
5. Bursa (Bursa) - Doğalgaz
6. Çatalağzı (Zonguldak)- Taşkömürü

7. Çayırhan (Ankara) -Linyit
8. Denizli (Denizli) -Tabii buhar
9. Esenyurt (İstanbul) - Doğalgaz
10. Enron (Tekirdağ) - Doğalgaz
11. Engil GT (Van) -Motorin
12. Hakkari -Fuel-Oil

13. Hamitabat KÇ(K.eli) – Dgaz
14. Hopa (Artvin) - Fuel-Oil
15. Kangal (Sivas) - Linyit
16. Kemerköy (Muğla) - Linyit
- 17.Orhaneli (Bursa) - Linyit
18. Ova (Kocaeli) - Doğalgaz

19. Park Termik(Ankara)- Linyit
20. PS3A-Silopi (Urfa) -Fuel-Oil
21. PS3A- İdil (Mardin) -Fuel-Oil
22. Seyitömer (Kütahya) - Linyit
23. Soma A (Manisa) - Linyit
24. Soma B (Manisa) - Linyit

25. Tunçbilek (Kütahya) -Linyit
26. Unimar (Tekirdağ) - Doğalgaz
27. Van -Fuel-Oil
28. Yatağan (Muğla) - Linyit
29. Yeniköy (Muğla) - Linyit

X.4. NÜKLEER SANTRALLAR VE ÇEVRE

X.4.1. Dünyada Enerji Durumu

Çağımızda tüketimi hızla artan ve gelecekte de artmaya devam edecek olan en önemli ihtiyaçlardan biri hiç şüphesiz enerjidir. Her ne kadar tam bir kriter olmasa da ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, üretip tükettikleri enerji ile ölçülmektedir. Bugün dünyanın ticari enerji talebinin % 90 kadarı fosil yakıtlardan; geri kalanı ise hidrolik ve nükleer enerji tarafından karşılanmaktadır. Halen hidrolik dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından yakın bir gelecekte daha önemli bir katkı beklenmektedir.

Tablo:X.4.1.’de Dünyanın geçmişteki enerji tüketiminde kaynakların rolü ile gelecekteki kaynaklara göre enerji arzı tahminleri gösterilmiştir.

Tablo incelendiğinde de görüleceği gibi 1960’da kömür en önemli yakıt iken 1980’de petrol en çok kullanılan kaynak durumuna gelmiştir. 2020 yılına doğru petrolün rolü yavaş yavaş düşerken kömürünün artacağı, 2020 yılında % 30 pay ile kömürün yine en önemli kaynak durumuna geçeceği tahmin edilmektedir. Doğal gazın payı 1980’de % 17’ye çıkmıştır; bu payın yaklaşık olarak değerini muhafaza edeceği, 1980’de % 5 dolaylarında olan hidrolik enerjinin payının çok yavaş artarak 2020’de % 7’ye çıkacağı, 1980’de % 2 kadar olan nükleer enerji payının da 2020’de % 11 olmak suretiyle hidrolik enerjiden daha fazla kullanılır hale gelmesi beklenmektedir.

Tablo:X.4.1. Kaynaklara Göre Dünya Enerji Arzı Tahminleri

Enerji Kaynakları	1980 10 ⁶ TEP	2000 10 ⁶ TEP	2010 10 ⁶ TEP	2020 10 ⁶ TEP
Kömür	1830	2930	2820	3350
Petrol	3100	3415	4589	5494
Doğalgaz	1301	1885	2724	3551
Hidrolik	383	650	287	336
Nükleer	156	845	690	617
Yeni Enerji			279	361

Kaynak : DPT, VII. Beşyillik Kalkınma Planı, 1995.

Fosil yakıtlar ve hidroelektrik rezervlerinin sınırlı olması ve elektrik enerjisine olan talebin her geçen süre artması, alternatif enerji üretimine ihtiyaç göstermektedir.

Dünyada elektrik üretimi içinde önemli bir pay, nükleer reaktörler tarafından sağlanmaktadır. Bu oran gelişmiş ülkelerde çok daha yüksek rakamlara ulaşmaktadır.

Tablo:X.4.2.’de Ülkelere Göre Reaktör Sayısı ve Nükleer Santrallardan Elektrik Üretimi gösterilmektedir. Görüleceği gibi fosil yakıtları kısıtlı olan Fransa elektriğinin % 75’ini nükleer enerji ile karşılamaktadır.

Dünyada 32 ülkede yayılmış durumda toplam gücü 351 718 MW olan 436 nükleer santral çalışmakta ve toplam gücü 26 252 MW olan 38 nükleer santral da inşa halinde bulunmaktadır. Ayrıca 6,619 GWe 62 kadar da planlanmış proje mevcuttur. Nükleer enerji arzı 1998 yılında 2 404 TWh, 1999 yılında ise 2 496 TWh olarak gerçekleşmiştir.

1974-1987 aralığında, dünyada elektrik talebindeki artış % 3.8 iken, nükleer enerji üretimindeki artış % 15.4 olmuştur. 1987-2005 aralığında elektrik talebindeki artış % 3-4 olacak ve nükleer enerji üretimindeki artış ise buna paralel olarak % 3.8 ile % 4.6 kadar artmak suretiyle normal gelişimini sürdürebilecektir.

Tablo X.4.2. Ülkelere Göre Reaktör Sayısı ve Nükleer Santrallardan Elektrik Üretimi Payları (2000 yılı)

Ülke Adı	Mevcut Reaktörler		İnşaa Halindeki Reaktörler		Nükleer Elektrik (%)
	Ünite Sayısı	Kapasite (MWe)	Ünite Sayısı	Kapasite (MWe)	
Arjantin	2	935	1	692	9.04
Ermenistan	1	376	...	...	36.36
Belçika	7	5712	...	...	57.74
Brezilya	1	626	1	1229	1.25
Bulgaristan	6	3538	...	...	47.12
Kanada	14	9998	...	...	12.44
Çin	3	2167	7	5420	1.15
Çek Cumhuriyeti	4	1648	2	1824	20.77
Finlandiya	4	2656	...	...	33.05
Fransa	59	63103	...	...	75.00
Almanya	20	22282	...	...	31.21
Macaristan	4	1729	...	...	38.30
Hindistan	11	1897	3	606	2.65
İran	...	...	2	2111	...
Japonya	53	43691	4	4515	34.65
Kore	16	12990	4	3820	42.84
Litvanya	2	2370	...	...	73.11
Meksika	2	1308	...	...	5.21
Hollanda	1	449	...	...	4.02
Pakistan	1	125	1	300	0.12
Romanya	1	650	1	650	10.69
Rusya	29	19843	4	3375	14.41
Güney Afrika	2	1842	...	...	7.08
Slovakya	6	2408	2	776	47.02
Slovenya	1	632	...	...	37.18
İspanya	9	7470	...	...	30.99
İsveç	11	9432	...	...	46.80
İsviçre	5	3079	...	...	36.03
İngiltere	35	12968	...	...	28.87
Ukrayna	16	13765	4	3800	43.80
Amerika	104	97145	...	...	19.80
Toplam	436	351.718	38	31.718	

Kaynak: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Mayıs, 2000.

1988 yılında dünya elektrik üretiminin % 16 veya genel enerji talebinin % 5 kadarını temin etmekte olan nükleer santrallarda yılda 1 500 TWh elektrik üretilmektedir. Bu miktar elektriği fosil yakıtlarla üretmek için yılda 550 milyon ton kömür veya 350 milyon ton ham petrol gerekmektedir. 1985 yılına kadar toplam olarak nükleer üretim 4 400 milyon ton kömür ve 28 000 milyon ton ham petrol kadar

daha az fosil yakıt yakılmasına katkı sağlamıştır. Bu suretle 30 yıl zarfında 10 milyar ton CO₂ ve 200 milyon asitli gazların atmosfere yayılması önlenmiştir.

Günümüzde ticari üretimde bulunan nükleer santrallarda yakıt olarak uranyum kullanılmaktadır. Hiçbir endüstriyel kullanım alanı olmayan uranyum doğada, bol miktarda bulunmaktadır. Son maden aramaları sonucu Avustralya ve Kanada’da büyük uranyum yatakları olduğu ortaya çıkmıştır. Uranyumun fiyatı bu nedenler dolayısıyla zaman içinde sürekli azalmıştır.

İkinci bir nükleer hammadde ise toryumdur ve Türkiye dünyanın en zengin toryum yataklarına sahiptir. Nükleer hammaddenin stoklanabilir olması, onun petrol gibi ekonomik silah olarak kullanılmasını imkansız kılar ve nükleer santrallar genel olarak ilk yatırım maliyeti yüksek, yakıt ve işletme giderleri düşük santrallardır.

Nükleer enerjinin başta tıp olmak üzere tarım, endüstri ve araştırma alanlarında geniş uygulama imkanları bulunmuş ve yeni uygulamalar da geliştirilmektedir. Tıp alanındaki uygulamalar ve besin maddelerinin daha iyi korunması tekniklerinde radyasyon ve radyoaktif maddelerin kullanılmasının insan sağlığı bakımından büyük yararlar sağladığı bugün açıkça herkes tarafından kabul edilen bir gerçek olduğu gibi araştırmalar ve endüstriyel işlemlerle yepyeni imkanlar getirdiğine de şüphe yoktur.

X.4.2. Türkiye’nin Enerji Durumu

Enerji açısından kendi kendine yeterli olmayan ülkemiz, 1994 yılında birincil enerji üretimini 32.6 milyon ton petrol eşdeğerine (MTEP) yükseltmiştir. 1994 yılı sonu itibari ile toplam birincil enerji tüketimi 64.0 MTEP ulaşmıştır.

Türkiye yerli enerji kaynakları ile talebini karşılayamamaktadır. Enerji talebinin % 49 kadarı ithal enerji ile karşılanmaktadır. İthal edilen enerji içinde en büyük payı % 80’ lik payla petrol ve petrol ürünleri almaktadır. Doğalgaz ve petrol fiyatlarındaki artış ve enerji talebindeki yoğunluk nedeniyle Türkiye için nükleer enerji alternatif bir enerji kaynağı olarak düşünülmelidir.

Tablo: X.4.3.Birincil Enerji ve Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketimindeki Gelişmeler

	1996	1997	1998	1999	*2000	2001
	Gerçekleşme	Gerçekleşme	Gerçekleşme	Gerçekleşme	Gerçekleşme	Tahmini
Elektrik Enerjisi MW						
Kurulu Güç	21246.9	21889.4	23351.5	26116.8	27257.2	29511.5
Termik	11297.1	11771.8	13021.3	15555.9	16048.1	17307.4
Hidrolik	9934.8	10102.6	10306.5	10537.2	11175.2	11850.2
Rüzgar			8.7	8.7	18.9	353.9
Jeotermal	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Elektrik Enerjisi GWh						
Üretim	94861.7	103295.8	111022.4	116439.9	125160.9	131355.9
Termik	54302.8	63396.9	68702.9	81661.0	94101.5	101636.7
Hidrolik	40475.2	39816.1	42229.0	34677.5	30930.4	29392.7
Rüzgar			5.5	20.5	44.9	326.5
Jeotermal	83.7	82.8	85.0	80.9	84.1	80.0
İthalat	270.1	2492.3	3298.5	2330.3	3796.5	5300.0
İhracat	343.1	271.0	298.2	285.3	412.7	384.0
Toplam Tüketim GWh	94788.7	105517.1	114022.7	118484.9	128544.7	136271.9
Kişi Başına Tük. KWh	1512	1678	1797	1840	1968	2058

Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri, 2001.

Tablo: X.4.3.’de verilmiş olan birincil enerji ve elektrik enerjisi üretim ve tüketimdeki gelişmeler incelendiğinde 1999 sonu itibari ile elektrik santrallerinin kurulu gücü 26,116 MW’a, üretim kapasitesi ise 111,439 GWh’e ulaşılmıştır. 1999 yılında 118.484 GWh’e ulaşan talep komşu ülkelerden yapılan ithalat ile kesintisiz olarak karşılanabilmektedir. Bu hızlı elektrik enerjisi talebinin önümüzdeki yıllarda kesintisiz ve emniyetli bir şekilde karşılanabilmesi için yatırımlarda sürekliliğin sağlanması zorunlu görülmektedir.

Türkiye’nin mevcut enerji kaynakları **Tablo:X.4.4.’de** verilmektedir. Türkiye’nin hidrolik potansiyeli 34 728.7 MW güce karşı olarak 123.040 GWh/yıl’dır. 2010 yılına kadar bu potansiyelin % 70 oranında kullanılabilir hale gelmiş olacağı varsayılmaktadır. O halde 2010 yılındaki yaklaşık % 10 yedekli bir üretim sistemi oluşturmak için, sisteme en azından 5000 MW nükleer santraller ile 19935 MW termik santral eklenmesi gerekecektir.

Ülkemizin radyoaktif mineraller bakımından zengin olduğu bilinmektedir. Halen ticari nükleer santrallerin yakıtı durumunda olan uranyum ülkemizde daha çok Salihli Köprübaşı Havzası’nda ve Yozgat-Sorgun’da bulunmaktadır. Toplam tabii metal uranyum rezervi halen 9129 ton olarak belirlenmiştir. Eskişehir-Sivrihisar’da ise dünya çapında önemli toryum rezervleri (380000 ton) bulunmaktadır. İleriki yıllarda toryum kullanan santrallerin ticari hale gelmesi koşulu ile ülkemizin bu zengin toryum kaynaklarını değerlendirmesi mümkün görülmektedir.

Tablo:X.4.4. Türkiye’nin Mevcut Enerji Kaynakları

Kaynaklar	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
Taşkömürü (MT)	428*	456	245	1126
Linyit (Elbistan) (MT)	3357	...	...	3357
Diğer (MT)	3982	626	110	4718
Toplam (MT)	7339	626	110	8075**
...
Asfaltit (MT)	45	29	8	82
Bitümler (MT)	555	1086	...	1641
Hidrolik	...	...	...	...
GWh/yıl	125000	...	...	125000
MW/yıl	34729	...	...	34729
Hampetrol (MT)	43.1	...	...	43.1
Doğal gaz (Milyar M ³)	8.8	...	...	8.8
Nükleer Kaynak (Ton)	...	...	...	...
Tabii Uranyum (Ton)	9129	...	...	9129
Toryum (Ton)	380000	...	...	380000
Jeotermal (MW /Yıl)	...	...	...	...
Elektrik	200	...	4300	4500
Jeotermal (MW /Yıl)	2250	...	28850	31100
Güneş (Milyon TPB)	...	...	...	...
Elektrik	...	...	...	8.8
Isı	...	...	...	26.4

(*) Hazır rezerv dahil (**) 300 milyon ton belirlenmiş ve potansiyel kaynakla 8375milyon ton olmaktadır.

Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri, 2001.

Kömürlerin çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeni ile yakın gelecekte doğalgaz ve nükleer enerjinin önem kazanmasının kaçınılmaz olduğuna, ancak petrol fiyatlarının artması ile doğalgaz fiyatlarını da etkileyeceğine işaret edilmektedir.

Kalkınmakta olan ülkeler arasında yer alan ve enerji bakımından kendi kendine yeterli olamayan ülkemizde de enerji sorunu başta gelen bir konudur. Yıldan yıla artmakta olan enerji açığımız karşısında etkin tedbirler alınması gerekmektedir.

Yerli kaynak rezervlerinin ve üretim metotlarının geliştirilmesi suretiyle üretimlerin artırılması, yeni ve yenilenebilir kaynaklardan yararlanmak üzere Ar-Ge faaliyetlerine rağmen, ülkemizin enerji ithal etmeye muhtaç olduğu görülmektedir. İthal edilecek enerji çeşitlerinin çok iyi seçilmesi, bunların cins ve ithal edilen ülke bakımından çeşitlendirilmesi, uzun vadeli politikalar tespit edilirken konuya tek yönlü bakılmaması, konunun politik, ekonomik yönlerinin iyi değerlendirilmesi gerekmektedir.

X.4.3 Nükleer Enerji ve Çevre

Çevresel etkiler bakımından değerlendirildiğinde nükleer enerji santralleri hakkında en çok sözü edilen konular radyoaktif atıklar ve radyasyon sızıntısıdır. Ülkemizde kurulacak olan bir nükleer santralin yüksek radyoaktivite içeren yıllık kullanılmış yakıt miktarı yaklaşık 30 ton civarında olacaktır. Diğer bir deyişle, bir nükleer santralin ömür boyunca (40-50 yıl) üreteceği atık yaklaşık olarak 200 m³ civarındadır. Önemli bu atığın bağımsız bir denetleme otoritesinin de gözetimi altında güvenilir bir şekilde depolanabilmesidir ve günümüz teknolojisi bunu başarabilecek düzeydedir. Nükleer enerjiden kaynaklanan radyoaktif atıklar kontrollü olarak depolandıkları için çevreye herhangi bir tehlike oluşturmamaktadır. Ayrıca nükleer atık depolama teknolojisi günümüzde mevcuttur ve önümüzdeki on yıl içinde başta ABD olmak üzere bazı ülkelerde nihai atık depolama teknolojisi uygulamalarına geçilebilecektir.

Nükleer enerji seçeneğinin kullanılması, CO₂ emisyonunu azaltmasının yanı sıra SO₂ ve NO_x emisyonlarını önlemede de etkin bir yol oynayacaktır. Fosil yakıtlı santrallarda kullanılacak olan desülfürizasyon ve denoksing gibi SO₂ ve NO_x emisyonunu önleyebilecek ekipmanların kullanılması bu santrallerin maliyetini artırmaktadır ve sadece kirliliğin şeklini değiştirmektedir. Ayrıca enerji hammaddesi açısından dışa bağımlı olan ülkemizin karşılaştığı, yakıt taşıma sırasında olabilecek kazalar sonucu çevre kirliliği de önemli boyutlardadır. Avrupa Komisyonu 1999 Yıllık Enerji Raporu'nda açıklandığı gibi, küresel ısınmanın en önemli nedeni olan CO₂ emisyonunun gelişimine bakılacak olursa; dünya genelinde CO₂ emisyonu 80'li yıllarda, kararlı bir biçimde, yılda % 1,3 oranında artmış, 1990 yılından sonra bu artış hızı yılda % 1,1 düzeyinde kalmıştır. Diğer bir deyişle, 1990-1997 yılları arasındaki CO₂ emisyon artışı % 8 olmuştur. 1997 yılında imzalanan Kyoto Protokolü 2008-2012 yılları arasında 1990 yılı emisyonunu % 5,2 altına çekmek CO₂ emisyonu sorununa tüm insanlığın yararı için acilen bir çözüm getirecek mahiyettedir. Önlem alınmazsa, CO₂ emisyonu dünyanın karşılaşılabileceği en büyük çevre felaketine neden olacaktır. Buna karşın, örneğin, 1000 MW_e gücünde bir kömür santralının çevreye bıraktığı yılda 6,5 milyon ton CO₂, 300.000 ton kül, 4000 ton NO_x ve 400 ton ağır metal neredeyse tamamen kontrol ve denetim dışıdır.

Enerji üretiminin çevresel etkileri değişik biçimlerde değerlendirilebilir. Bu değerlendirmeler, her bir kaynak için birim enerji üretimine karşılık gelen kirlletici madde tip ve miktarları, bunların çevre ve atmosfer içerisindeki dağılımları, çalışanların ve halkın sağlığı üzerine etkileri, atığın miktar ve zehirliliği, uzun dönemde çevre ekolojik sistemler

göz önüne alındığında karşımıza sera etkisi, asit yağmurları ve hava kirliliği olarak çıkar. Keban Barajı gücünde 700 MW'lık bir nükleer santralin yıllık yanmış yakıt çıktısı 100 ton'dur. Aynı güçte linyit kullanan bir termik santral bunun ondört katını (1400) bir günde kül ve curuf olarak dışarı atar. Bunun sonucunda 8 ton uçucu kül, bacalardan atmosfere yayılır ve yıllık toplam atık miktarı 500 000 tonu bulur. Bunun yanı sıra yılda 4 milyar 200 bin ton sera etkisine neden olan CO₂ atmosfere verilmiş olur. Fosil yakıt yakan tesislerin bacasından çevreye yayılan gaz ve partiküller, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Hava kirliliği bronşit, emfizema, akciğer kanseri gibi hastalıklara ve farkına varılmadan ölümlere neden olabilmektedir. ABD'de "Medical Associaton" ile "National Energy Studies Project" tarafından yapılan çalışmalara göre kömür veya fuel-oil yakan santraller GWe-yıl başına en azından 10 ölüm ve 2000 hastalık vakasına neden olmaktadır.

Nükleer güç reaktörlerinde meydana gelen artıklar çekirdek fisyonu ve nötron aktivasyonu sonucu oluşurlar. Reaktörde meydana gelecek artığın miktarı, reaktör tipine, inşa şekli ve işletme usullerine, reaktör yerinin özel koşullarına bağlıdır. İnsanların radyasyon dozlarına maruz kalmaları akut ışınlama (kısa zaman süresi içinde ışınlama sonucu alınan dozlar) olmak üzere iki grupta incelenebilir. Akut dış radyasyon etkileri, genel akut etkiler ve lokal akut etkileri olarak gruplandırılabilir.

X.4.4. Radyasyon Etkileri

Nükleer teknoloji ile ilgili olarak kamuoyunun endişelerinin temelinde, radyasyonun sağlık üzerindeki etkilerinden kaynaklanan korku yatmaktadır. Radyasyon, günlük hayatımızın bir gerçeğidir. Yıllık kişisel radyasyondan etkilenme içerisindeki dünyadan saçılan radon gazının payı % 49, kozmik radyasyondan, topraktaki ve vücudumuzdaki radyoaktif elementlerden kaynaklanan doğal radyasyon etkisi ise % 40 oranında olmaktadır. Geriye kalan % 11'lik pay ise insan tarafından üretilen ve genellikle tıbbi uygulamalardan kaynaklanan radyasyona aittir. Nükleer teknolojiye dayalı faaliyetlerden kaynaklanan radyasyon % 0,006 oranında olup, günlük radyasyondan etkilenme içerisinde % 0.006'lık bir eşdeğere karşılık gelmektedir. Doğal radyasyon miktarı bölgeden bölgeye değişir ve radon gazı miktarının yoğun olduğu bazı bölgelerde global ortalamanın 10 ila 20 kat üzerine çıkar. Dünyanın herhangi bir yerinde işletilmekte olan ticari nükleer tesislerin rutin işletimlerinden kaynaklanan sağlık etkileri ile ilgili güvenilir bir doküman mevcut değildir.

Dünyaca kabul görmüş yayınlar, nükleer tesislerin kanserden kaynaklanan ölümlerle hiçbir ilgisi olmadığını ortaya koymaktadır. Gerçekten de, normal işletim şartlarında, bakım personelinin aldığı yıllık doz Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi'nin kabul sınırının yaklaşık 1/100 katı ile 1/1000 katı arasında olabilmektedir.

Kaynaklar

- 1- Bozkurt, G., Nükleer Santrallerin Elektrik Enerjisi Üretiminde Dünü, Bugünü ve Yarını, 21 YY. Bütün Yönleri ile Enerji Sempozyumu, İstanbul, 1994.
- 2-Kadiroğlu, K.O. ve Sökmen,N., Nükleer Santraller ile Elektrik Üretimi, TÜBİTAK, Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı:319, Sayı:26, Ankara, Kasım, 1994.
- 3- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu, 1999.
- 4- TAEK,Sürdürülebilir Kalkınma ve Nükleer Enerji, Mayıs, 2000.
- 5- Devlet Planlama Teşkilatı, VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara, 2001.