

HAVA KİRLİLİĞİ VE ÖNLEMLERİ

Doç Dr. -Ing. Ahmet CAN

1953 yılında Tekirdağ Oruçbeyli'de doğdu, ilk ve Ortaokulu Oruçbeyli'de, Liseyi Aydın Sanat Enstitüsü'nde bitirdi. 1977 yılında İDMMA (Yıldız Teknik Üniversitesi)'dan Makina Mühendisi olarak mezun olduktan sonra 1977-1978 yıllarında Balıkesir Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisinde asistan, 1979-1982 yıllarında Berlin Teknik Üniversitesi Ölçme ve Otomatik Kontrol Enstitüsünde Tudor, 1982-1984 yıllarında aynı birimde Araştırmacı olarak görev yaptı. Yine aynı Üniversiteden 1982 yılında Dipl. -Ing, 1984 yılında Dr. -Ing, Trakya Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi'nden 1985 yılında yardımcı doçent 1989 yılında doçent unvanlarını aldı. Halen aynı Fakülte'nin Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilimdalı'nda öğretim üyeliği, Fakülte Dekan Yardımcılığı ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür Yardımcılığı görevlerini sürdürmektedir.

1. GİRİŞ:

Hava kirliliğine neden olan teknik sistemler denince, sanayi kuruluşlarındakiler olarak çeşitli yakma sistemleri, kazanlar, soğutma sistemleri v.b. akla gelir. Şehirdekiler ise, kalorifer kazanları, motorlar, sobalar v.b. olmaktadır.

Bu sayılan sistemlerin en belirgin ortak özelliği fosil yakıt kullanılarak, değişik amaçlar için ısı enerjisi üretilmesidir. Burada, önce hava kirliliğinin, teknik ekonomik ve sosyal etkisi üzerinde durulmuştur. Daha sonra, teknik sistemlerin, hava kirliliğine neden olan yönleri, ele alınmış ve genel değerlendirilmesi yapılmıştır. Konu aralarında bazı araştırmaların sonuçlarından elde edilmiş rakamlara ve önemli değerlere dikkat çekilmiştir.

1. TEKNİK-EKONOMİK VE SOSYAL ETKİSİ

Endüstri; kuşkusuz insanoğlunun refahı, gelişmesi ve dengesi için, büyük görevler üstlenmektedir. Ancak madalyonun öbür yüzü ise, sürekli korkunç ve endişe verici bir resme tanıklık etmektedir. Çağımızın tanınmış filozoflarından SPRANGLER belki de bir miktar haklı olarak ve bir miktar ironi ile hava kirlenmesi konusundaki savaş için şöyle demiştir. "Mühendisin çalışmalarının yarısı, diğer yarısı ile bozduklarını düzeltmek içindir."

Sanayileşme çevreye az ya da çok mutlaka zarar verir. Amaç bu zararı standartlarda ön görülen en az seviyeye indirmek ve çevrede doğal dengenin sürekliliğini sağlamaktır. Bugün hava kirliliğinin belirli sınırlarda tutulması için birçok ülkede kanun ve yönetmelikler yapılmış ve bilim adamları ile mühendisler de belirlenen sınırları sağlayabilmek için olağanüstü çaba sarf ederek çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Erişilmiş olan sonucu şüphesiz taktirle karşılamak gerekir.

Bilindiği gibi asit yağmurları, azot oksitler, ozon boşluğu, sera etkisi gibi etkenler giderek dünyamızın ekolojik yakıtların aşın tüketimi poliüretan üretiminde, soğutma tekniğinde kullanılan akışkanların üretiminde ve bazı spreylerde taşıyıcı gaz olarak kullanılan kloroflorokarbon gazlarına ve taşıyıcı gaz olarak kullanılan kloroflorokarbon gazlarına ve tarımda, endüstride ortaya çıkan metan gazının atmosfere bırakılması gibi çevreyi kirlenmeye sebep olan unsurlardan kaynaklandığı görülür.

Bununla birlikte sanayileşme ve teknolojik gelişme insanlarda giderek çevre bilincinin artmasını ve bilinçle yaşamak gereğini ortaya koymuştur. İnsanlar yaşadıkları doğal çevreyi ve havayı kirletmek istemiyorlar, ama aynı zamanda yaşamın kolaylaşmasını da arzu ediyorlar. Örneğin, otomobil egzozlarının getirdiği hava kirliliği var diye insanlar bu lüksten vazgeçemiyorlar. Sanaysiz bir ülke tabii ki mümkün değil, ülkemizde sanayileşme ve kalkınma olmasın demek yanlış olur.

Türkiye'nin bazı yönlerden imkanları var. Sanayileşme geç başladığı için hava kirliliği batılı ülkelerdeki kadar değil. Birçok sanayi tesisi kurulmadığı veya yeni kurulması planlandığı için önceden gerekli tedbirleri alıp hava kirliliğine neden olacak sanayiler kurulmayabilir.

2. KİRLİLİK NEDENLERİ

2.1. YANMA İLE İLGİLİ,

Günümüzde yanma ile ilgili bilimsel araştırmaların dört nedeni vardır ve yanma araştırmaları dört grupta toplanır.

1. Yakıt tasarrufu
2. Güvenlik
3. Hava kirliliği
4. Uzay taşıtları ve roketler.

Yanma ile ilgili ve çok önemli bir konu olan hava kirliliğinin ise iki kaynağı vardır. Birincisi, gerek motorlu taşıtların büyük sayılara erişmiş olması ve gerekse şehirlerin büyümesi ile dar bir bölgede kalorifer kazanlarının çoğalmasdır. İkincisi, endüstriyeldir.

Birinci tip teknik sistemler, şehir havalarının tahammül edilebilir sınırların üzerinde kirlenmesi sonucu doğurmuştur. Özellikle şehir merkezlerindeki kirlenmenin %50'si ev bacalarından ve araçların egzozlarından çıkan gazlardan oluşmaktadır.

Şehirlerdeki kalorifer kazanlarında ve sobalarda kullanılan kalitesiz yakıtlar, şehirleri kirlilik bulutuna gömüyor, soluk alınamaz hale getiriyor. Özellikle sabah ve akşam saatleri gözleri ve genzi yakmaya başlayan kirli hava insan sağlığını tehdit ediyor. Bu güne kadar yapılmış araştırmalar kükürtdioksitin, özellikle nem oranına bağlı olarak, solunum ve dolaşım sistemi hastalıklarına neden olduğunu gösteriyor.

Hava kirliliği yalnız insan sağlığını değil, doğal yaşamı da tehdit ediyor. Şehirlerde ısı ve enerji üretiminde kullanılan yakıtların yanması sonucu oluşan kükürtdioksit ve ozotoksitleri atmosferde değişime uğrayarak, asit olarak yağmurlara karışıp yeryüzüne dönüyor. Bunun sonucunda bitkiler kuruyor, suların özellikleri bozuluyor, toprak verimsizleşiyor ve bazı canlılar yok oluyor.

Son yıllarda, ülkemizde büyük eksikliği hissedilen çevre istatistiklerini toplama ve değerlendirme çalışmalarına başlayan Devlet İstatistik Enstitüsü "DİE" ile merkezlerinde ölçümü yapılan hava kirlenme parametrelerinden kükürtdioksit ve duman istatistiklerini değerlendirerek Türkiye genelinde hava kirliliği haritalarını yayınlamıştır /3/.

Şekil 1'de il merkezlerine göre kükürtdioksit ve Şekil 2'de yine il merkezlerine göre duman konsantrasyonları haritaları verilmiştir. Bunlardan, yüksek orta ve düşük konsantrasyonların bulunduğu iller ve ölçüm yapılmamış iller görülmektedir. İnsan nüfusunun çok ve sanayi kuruluşlarının yoğun olduğu illerde kükürtdioksit ve duman konsantrasyonlarının da yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 1: Türkiye il merkezlerine göre havadaki kükürtdioksit konsantrasyonları.



Şekil 2 : Türkiye il merkezlerine göre havadaki Duman konsantrasyonları.

İkincisi, Termik santrallarda ve büyük sanayi kuruluşlarında kömürün yakılması sonucunda oluşan baca gazlarındaki katı parçacıklar ve kükürtdioksit yüksek bacalardan atmosfere atılmakta ve böylece hava kirliliği meydana gelmektedir. Çok küçük katı parçacıklar ve kükürtdioksit uzun süre havada kalır ve yeniden yer seviyesine inmeden önce sülfat iyonlarına dönüşür. Sülfirik asit ve sülfat iyonları içeren sis kükürtdioksite nazaran çok daha fazla sağlığa zarar vericidir.

Günlük hayatımızda önemli yeri olan, benzinle çalışan içten yanmalı motorlar, havaya bol miktarda yanmamış petrol buharı, karbonmonoksit (CO) yüksek yanma sıcaklığı nedeniyle azotoksitler ve vuruntuyu gidermek için ilâve edilmiş benzindeki kurşun bileşiklerinden ileri gelen kurşun oksiti yayarak hava kirliliğinde önemli pay oluştururlar /5/. Egzoz gazları, ortalama %1 CO,%1 NO, %0.3 H₂,%10 H₂O, %0-1 O₂, %77.6 - 78.6 N₂ içermektedir. Ayrıca yavaşlama ve rölânti durumunda CO, hızlanma ve sabit hızla hareket halinde ise, azotoksitler artar. Diesel motorlarında CO- HC ve NOX emisyonları, benzinli motorlardaki emisyonların ancak çok küçük bir bölümüne karşılık geldiğinden sorun olmamaktadır. Bunlarda partikül madde emisyonu hava kirliliğine neden olmaktadır.

2.2. YANMA KONTROLÜ İLE İLGİLİ

Hava kirliliğinde önemli bir etken de yanma sürecinin gerçekleştiği sistemlerde daha uygun yakma tekniklerinin geliştirilmesi, uygulanması ve bu sistemleri kullananların eğitilmesidir.

Kömür yakılan kalorifer kazanlarında ve sobalarda yanma kontrolü ve hava kirliliğini azaltabilecek verimli kömür yakma için yöntemler geliştirilmiştir.

HAVA KİRLİLİĞİNİ AZALTBİLECEK VERİMLİ KÖMÜR YAKMA YÖNTEMLERİ

KAZANLAR

Kalorifer kazanlarında genellikle ateş üzerine kömür atılması hem enerji kaybına yol açmakta hem de hava kirliliğine neden olmaktadır. Bu nedenle ateş üzerine hiçbir zaman yeni kömür atılmamalıdır. Izgarada cürufur temizlendikten sonra ateş geriye itilerek ızgaranın ön tarafı açılmalı, yeni kömür bu bölgeye atılarak arkadaki ateş yeni atılan kömürün üzerine çekilmelidir. Böylece bir anlamda üstten yakma yöntemi gerçekleştirilmiş olur. Böylece bir anlamda üstten yakma yöntemi gerçekleştirilmiş olur. Böylece yeni atılan kömürden çıkan uçucu gazlar alev içersinden geçerek tam olarak yanmakta ve hava kirliliğine neden olmamaktadır.

Kalorifer kazanlarında ideal bir yanma elde etmek için hem tesisle ilgili bir takım önlemlerin alınması hem de kullanıcıların yakma kurallarına özenle uymaları gerekmektedir. Bu önlemler aşağıda sıralanmıştır.

1. Kömürü kazana yüklerken ne yanmayı boğacak kadar çok, ne de sık sık yükleme gerektirecek kadar az kömür atılmaz. Kömürün kalınlığı 15 cm'yi geçmemeli ve kömür ızgara üzerine boşluk bırakılmayacak şekilde yayılmalıdır.
2. Kömür ocağa süratle atılmalıdır ve kapak hemen kapatılmalıdır. Böylece ocağın soğuması önlenecektir. Ayrıca bu süreç esnasında baca damperini kısarak ocağa soğuk hava girmesi engellenmelidir.
3. Kalorifer kazanına hava sadece küllük kapağından girebilmeli, başka yerlerden hava sızması engellenmelidir.
4. Kömür atma kapağındaki gözleme deliklerinden giren ikincil hava ancak tam kapasitede, birincil havanın yetersiz olduğu isli yanmada verilmelidir. Esas olarak ikincil hava bazı ek önlemlerle ocağa ısıtılmış olarak verilmelidir.
5. Ocak ızgaraları muntazam ve sık aralıklı dizilmelidir. Böylece kömür tozlarının ızgara altına dökülerek ziyan edilmesi önlenmelidir.
6. Ocak arkasında tuğlalarla yapılan ateş köprüsü sağlam ve uygun ölçüde olmalıdır. Ateş köprüsünün işlevi kızmış tuğlalardan yayılan radyasyonla kömürden akan uçucu gazların yakılmasıdır Ayrıca ateş köprüsünün meydana getirdiği türbülans nedeni ile uçucu gazlar ateş üzerinde daha fazla süre kalmakta ve tam olarak yakılabilmektedir.
7. Izgaralar ile ateş köprüsü arasında açıklık olmamalıdır. Aksi halde yanma havası en dirençsiz bulunduğu bu aralıktan geçerek yanmayı bozacaktır.
8. Alev duman boruları sık sık temizlenmelidir. Aksi halde kir tabakası, ocaktaki ısının borular içinden geçen suya transferini olumsuz etkiler ve gazların yüksek sıcaklıkta bacadan atılmasına neden olur.
9. Kalorifer tesisatındaki en küçük su sızıntıları dahi süratle giderilmelidir. Aksi halde ilave edilecek suyun neden olacağı ek kireçlenme ısıl verimin azalmasına yol açacaktır. Birden fazla kazanın yan yana yer aldığı tesislerde her kazan ayrı bacaya bağlanmalıdır. Baca temizliği yılda bir kere mutlaka yapılmalıdır.

KÖMÜR SOBALARI

Kömür sobaları Türkiye'de halâ yaygın olarak kullanılan cihazlardır. Soba verimi ve doğru kullanımı enerji tasarrufu ve hava kirliliği yönünden son derece önemlidir. Sac sobalar yanma bölgesinde yeterli sıcaklığın oluşmaması nedeni ile uçucu gazları tam olarak yakmazlar ve bu sebeple verimleri düşüktür. Uçucu gaz miktarı düşük olan kok kömürü yüksek ocak sıcaklığı gerektirdiğinden tuğlalı sobalarda alttan yakılmalıdır.

İkincil hava yanma şiddetine bağlı olarak alttan verilmelidir. Uçucu gaz miktarı yüksek olan kömürler ise, kovalı

sobalarda üstten yakılmalıdır. Kömür üstten tutuşturularak yakıldığında yanma aşağıya doğru ilerlerken, alttan sızan uçucu gazlar tamamen yakılabilmektedir.

MOTORLAR

Trafiğe kayıtlı taşıtlar, pratik ve kolay denetleme şeklinde karbonmonoksit ölçme aleti ile trafikte kontrol edilebilir. Bununla ilgili olarak, 1993 yılı başında Edirne'de Mercedes firması değişik tipteki taşıtlar için geliştirilmiş Tablo 1 ile verilmiş standart değerleri esas alarak arzuya bağlı bir denetleme yapmıştır. Bu kontrolde otomobillerin egzoz gazı içindeki karbonmonoksit yüzdesi ölçülmüş ve gerekli ayarlar yapılarak motordaki yanma öngörülen şartlara uydurulmuştur.

[bakınız: 7](#)

MODEL	Tipi	Plakın Ayarı	Motor Marka	Yanma Ayarı	CO
BMW	316		2900-25		0.5-1.0
	116	41-47	800-10		2.0-3.0
	Regata		750-1052		1.0-1.5
	Tico		850-12		"
	Ticora		" - "		"
	131/16	52-58	850-10		2.0-2.5
FIAT	Escort 1.1	48-52	800-12		1.5-2.0
	" 1.3	" - "	" - "		"
	Siena 1.6	" - "	" - "		"
	Granada 1.6	" - "	" - "		"
	" 2.0	" - "	800-8		"
	Carri 1.6	48-52	" - "		"
FORD	" 2.0	" - "	800-8		"
	1.3		750-1012		3.0
	Aspire 1.6		700-20		3.0
	" 2.0		700-10		1.5
	1.3		800-456		2.0-2.5
	1.6	43-53	700-8		"
MERCEDES	" 2.0	" - "	900-8		"
	190 B 1.8		800-8-10		1.0-1.5
	" E 2.3		730 - "		"
	2.0		4500-32		"
	2.80		3500-30		"
	230 G		4500-32		"
DAEWOO	500 SWL		7000-25		"
	Kadeh 1.7	47-57	950-10		1.0
	" 1.6		900-10		"
	Mantra 2.0		800-3		1.5
	Asciano 1.6		850-8		"
	Ventura 1.8		870-8-8		"
DAEWOO	" 2.0		800-8-10		1.0-1.5
	Record 1.8		800-10		1.0-1.5
	Omega 1.8		1800-14-18		0.4-1.0
	9/H	50-60	650-10		1.0-1.5
	1.2	" - "	875-5		1.0-2.5
	2.1		350-3		1.0-2.5
JAGUAR	2.1-2.0L				
	Somerset 1.8		750-5-4		1.2
	Niva	52-58	850-3-7		1.5

Tablo 1 : Değişik Motorlar için standart CO Emisyonları.

Buna benzer uygulama Alman ya da TÜV "Technische Überwachung Verein" tarafından belirli aralıklarla yapılmaktadır. Bu tıpkı aracın plâkasındaki trafik mühürü gibi ikinci bir mühür ile tespitlenmektedir. Benzeri bir uygulama aşamalı olarak Türkiye'nin her ilinde öncelikle başlatılmalıdır.

MOTORLARDA EGZOZ GAZLARININ TEMİZLENMESİ

Egzoz gazlarının temizlenmesinde ABD ve Japonya, hem konunun önemini gözetken ve hem de egzoz gazlarının temizlenme teknolojisinde öncü iki ülkedir. Japonya ve ABD'de kurşunsuz benzine 1975 yılında geçilmiştir. ABD için yakıt tüketimi ve emisyon sınır değerleri Tablo 2'de verilmiştir /6/.

Tablo 2 : ABD (Kaliforniya Eyaleti) için Yakıt Tüketimi ve Emisyon Sınır Değerleri

Yıl	Emisyon Sınır Değerleri g/mil		
	HC	CO	NOX
1977	1.5(0.41)	15.0(9.0)	2.0(1.5)
1978	1.5(0.41)	15.0(9.0)	2.0(1.5)
1979	1.5(0.41)	15.0(9.0)	2.0(1.5)
1980	0.41	7.0	2.0(1.0)
1981	0.41	3.4	1.0
1982	0.41	3.4	1.0
1983	0.41	3.4	1.0
1984	0.41	3.4	1.0

Türkiye 'de TSE 4236 normu uyarınca bazı kısıtlamalar hazırlamıştır. Hava kalitesini koruma yönetmeliğinde ise, taşıtların uyması gereken şartlardan 47 madde de bahsedilmektedir. Bu maddeye göre taşıt emisyonlarının sınırlandırılmasında, Sanayi ve Ticaret Bakanlığınca yürürlüğe konulan, araçların imal, tadil ve montajı hakkındaki yönetmelik uyarınca hareket edileceği belirtilmekte, taşıtların işletilmesi ve fenni muayeneleri ile ilgili hususların kara taşıtlarında, Kara Yolları Genel Müdürlüğü, demiryolu ve su taşıtlarında ise Ulaştırma Bakanlığınca ait olduğu açıklanmaktadır. Diğer taraftan, motorlu taşıtların egzoz gazlarının emisyon sınırlarının 4236 nolu TSE normuna göre olacağı, bu standardın kapsamadığı konularda ise, yeni bir norm hazırlanana kadar Avrupa Topluluğu standartlarının esas alınacağı açıklanmıştır /5/.

Egzoz Gazlarının Temizlenmesi Teknolojisi:

kullanılan yakıt ve motor tipine göre,

-Benzinli motorlardaki yöntemler

-Dizel motorlardaki yöntemler olarak iki grupta incelenir.

-Benzinli motorlardaki yöntemler: Benzinli motorlarda egzoz gazlarının temizlenmesinde, Yasalaştırılmış standartların kapsamına göre, iki yöntem uygulanmaktadır.

1. Motorlarda yapılan değişiklikler ve uygulanan yöntemler,
2. Motor arkasındaki yöntemler, yani art yakma sistemleri.

1. Motorlarda Yapılan Değişiklikler ve Uygulanan Yöntemler:

a) (HC)Hidrokarbon ve (CO) Karbonmonoksit için Yöntemler: Karbonmonoksit gazının rölântide sınırlandırılması (karışım ayarı), emilen havanın ön ısıtılması (hava filtresinde ısınmış hava ile yakıtın buharlaşması yolu ile fakir karışım temini). Emme borusu ısıtılması (su, egzoz gazı).

b) (HC) Hidrokarbon için Yöntemler: Sürükleme durumunda hava vermek, gaz kesme damperi, yeni distribütör geliştirme (santrifüj ağırlıklı ateşleme distribütörü) sekonder hava emilmesi.

c) HC, (NOX) Azot oksitler için yöntemler: Ateşleme noktası değiştirilmesi (rölântide geç ateşleme deliği)

d) (NOX) için yöntemler: Egzoz gazı resirkülasyonu.

Bu değişiklikler ve yöntemler uygulanırken güç, yakıt sarfiyatı ve sürülebilirlik gibi diğer kriterlerin dikkate alınması gerekir.

2. Motor Arkasındaki Yöntemler (Art Yakma Sistemleri)

Motor arkasındaki art yakma şeklinde uygulanan yöntemler

- Termik Reaktörler

- Katalizatör Sistemleri

olmak üzere iki ana grupta toplanabilir. Bu gün katalizatör sistemleri öncelik kazanmış olup; tamamı ile termik reaktörlerin yerini almıştır.

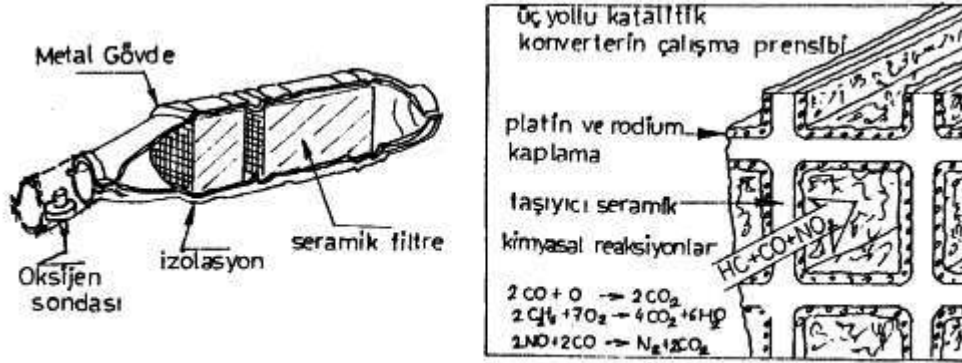
TERMİK REAKTÖRLER:

CO, HC oksidasyonunu sağlayan, yüksek reaksiyon sıcaklığı (CO için 700-800°C), NOX için ayrı yöntem gerektiren dezavantajlarından dolayı önemini kaybetmiş art yakma sistemleridir. Hava-benzin karışımına göre iki grupta özetlenebilir /7/.

"Fakir karışimli" Termik Reaktör: CO, HC oksidasyonu için gerekli oksijeni sekonder hava almadan, karışımdan $\lambda = 1.1-1.2$ temin etmekte, ayrıca reaksiyon sıcaklığı geç ateşleme ile elde edilmektedir, her iki durum sürülebilirliği olumsuz etkilemektedir. Diğer bir sorun $\lambda > 1$ olduğundan düşük yüklerde NOX emisyonunun artmasıdır. "Zengin karışimli" Termik Reaktör: Gerekli oksijeni sekonder havadan, reaksiyon sıcaklığını zengin karışımdan $\lambda = 0.8-0.9$ yani karışım içindeki CO'nun fazlalaşmasından elde etmektedir. Bu tip reaktörler kullanıldığında yakıt sarfiyatı % 10-20 oranında artmaktadır. Termik reaktörlerin kullanılan benzinin özelliklerine bağlı olmaması niteliği, diğer sorunlarına oranla, uygulama için yeterli olmamaktadır.

KATALİZATÖR SİSTEMLERİ

Katalizatör sisteminin yapısı şekil 3'te şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3: Katalizatör prensip şeması. /16.s.11/A/'dan alınmıştır.

-En altta katalizatörün şeklini veren taşıyıcı matris (support)

-Taşıyıcı matris üzerinde gözenekliliği sağlayan ve özgül dış yüzeyi çok büyük olan ara tabaka.

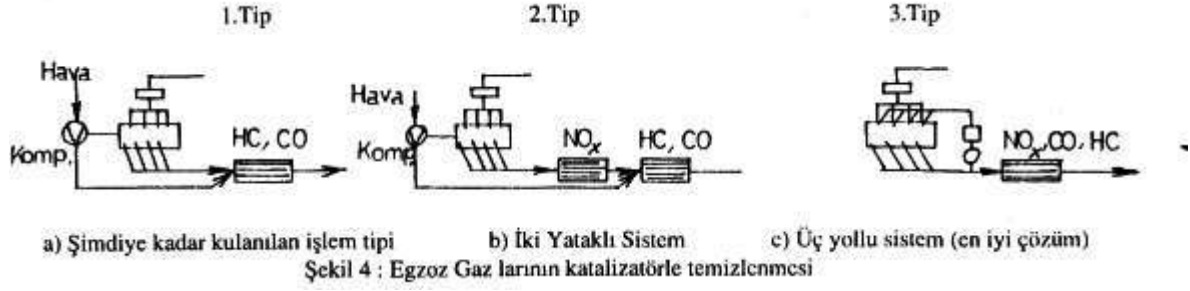
-En üstte mikron mertebesinde çok ince soy metal tabakası (active catalytic Layer)

HC, CO ve NOX molekülleri taşıyıcı matrisin kanallarından geçerken, ara tabaka gözeneklerinde tutulmakta ve soy metal tabakası yüzeyinde, bilinen oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonları ile arıtılmaktadır.

Benzindeki kurşun, mekanik yoldan gözenekleri kapatarak, kimyasal yoldan soy metalle birleşerek katalizatörün etkinliğini, dönüşüm verimini azaltmaktadır. Bu nedenle, kurşunsuz benzin kullanılması ve kurşuna dayanıklı katalizatör geliştirilmesi gereklidir.

Şekil 3'de görülen oksijen sondası, egzoz gazının oksijeninin kısmi basıncını ölçmekte ve atmosferdeki referans değerle karşılaştırma yöntemi ile λ değerini, kapalı devre ile, karışım zengin bölüme kaçtığına fakir bölüme, fakir bölüme kaçtığına zengin bölüme çekerek arzulanan aralıkta tutmaktadır. Otomobil egzoz gazlarının temizlenmesi olayında, hidro karbonlar ve karbonmonoksit oksitlenirken, azot oksitler de azota indirgenir.

Otomobil Egzoz gazları, başlıca üç işlem tipi ile temizlenir, bunlar /7/'den alınmış şekil 4'te gösterilmiştir.



a) için,

- Oksidasyon katalizatörlü bir reaktördür.
- Bu reaktörün giriş tarafından bir kompresör ile ikincil hava verilir.
- Yanma esnasında, HC ve CO oksitlenir, NO pratik olarak hiç etkilenmez.

b) için,

- NO indirgeme katalizatörlü ilk reaktörde parçalanır.
- Ardından ikinci reaktörden ikincil havanın eklenmesi ile HC ve CO oksitlenir.
- Bu sistemde, fazla yakıt tüketimi olur ve reaksiyon şartlarında istenmeyen yan reaksiyonlar meydana gelir.

c) için,

- Bu sistemde üç zararlı bileşen olan HC, CO ve NO_x aynı zamanda uzaklaştırılabilir.
- Sistemde tek bir reaktör vardır, ikincil havaya ise ihtiyaç yoktur.
- Reaktör, stokiyometrik noktaya yakın çalışır ve bozucu yan reaksiyonlar meydana gelmez. Bu sistemde çok fonksiyonlu denilen katalizatörler kullanılır.

Üretimde uygulanan bu güne dek bilinen katalizator sistemlerinin sınıflandırılması:

- Benzindeki kurşun miktarına göre,
- Kurşunsuz benzini şart koşan katalizatörler (0.0132 g/l pb)
- Kurşuna dayanıklı katalizatörler (0.15 g/l pb)

Fonksiyona göre,

- Üç fonksiyonlu katalizator (HC,CO,NO_x, Pt/Rh, $\lambda = 1$) - Oksidasyon katalizatörü (HC,CO, Pt veya Pt/Pd, $\lambda > 1$) - Redüksiyon katalizatörü (NO_x Pt/Rh, $\lambda < 1$) Taşıyıcı matrise ve matrisin malzemesine göre,

- Seramik katalizator (kurşunsuz benzini şart koşan)
- Metal katalizator (gelişme safhası, kurşuna dayanıklı katalizator)
- Küresel parçacıklı katalizator.

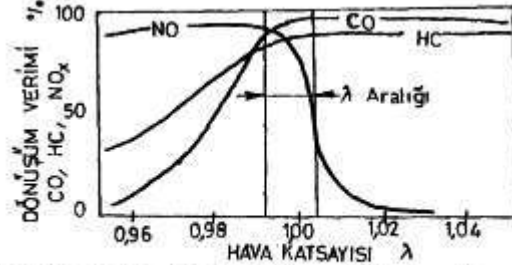
Yatak sayısına göre,

- Tek yataklı katalizator (Karbüratörlü motorlarda se-konder hava ile oksidasyon katalizatörü olarak, püskürtmeli motorlarda sekonder havasız oksidasyon katalizatörü ve üç fonk. katalizator)

- Çift yataklı katalizator.

- Şekil 5'te, karışım stokyometrik yanma civarında $\lambda = 1$ kaldığında dönüşüm verimlerinin NO_x,CO ve HC için değerleri yüksek oluyor. Böylece üç fonksiyonlu katalizator bu aralıkta

her üç emisyonu yeterli oranda temizleyebiliyor. - Sadece tek yataklı oksidasyon katalizatörü kullanıldığında kapalı devreye lüzum kalmadan $\lambda > 1$ bölgesinde yeterli CO ve HC dönüşüm verimi elde edilmektedir. - Bu bölgede NO_x dönüşüm verimi düşük olduğundan başka yöntem gerekmektedir. Karbüratörlü motorlarda, karışım $\lambda = 1$ aralığından çıkarak zengin bölgeye, püskürtmeli motorlara kıyas ile daha sık çıktığından, çift yataklı katalizatörler kullanılmakta ve iki yatak arasında sekonder hava emilmektedir.



Şekil 5 : Katalizatörün dönüşüm verimi ile hava katsayısı arasındaki bağıntı.

DİSEL MOTORLARI

Diesel motorlarında CO, HC ve NO_x emisyonları, benzinli motorlardaki emisyonların ancak küçük bir oranına karşılık geldiğinden sorun olmamaktadır. Buna karşılık Tablo 1'de gösterildiği gibi ABD'de partikül madde emisyonu standardının daraltılması (0.2 g/mil) yeni teknolojiler gerektirmektedir.

Bu standardı karşılamak için araştırılan katalitik kaplamalı metal filtreler ve kaplamasız seramik filtreler yüzde 70- 80 oranında partikül madde emisyonunu temizlemektedir. Toplanan partikül madde emisyonunun filtreleri tıkamaması için sürekli veya belirli zaman aralıklarında oksitleme ile bertaraf) gerekmektedir, (rejenerasyon).

Egzoz gazlarının temizlenmesi teknolojisinin Türkiye'de uygulama olanakları ile ilgili olarak çalışma ve görüşleri özetleyen öneriler ilk defa 5 Ocak 1983 tarihinde Ankara'da, bu alanda Avrupa ve Amerika'daki uygulamalar da dikkate alınarak sunulmuştur /7/.

TÜRK LİNYİTLERİNİN AKIŞKAN YATAKTA YAKILMASI OLANAKLARI

Şu anda hava kirliliğine en az etkiyle, Türk linyitlerinin yakılabilmesi için en elverişli yöntem, akışkan yataklarda yakılmasıdır. /8/ Bu yöntemde, hava üflenerek akışkanlaştırılan bir yatakta yakma işlemi yaklaşık 850°C'de oldukça düşük sıcaklıkta gerçekleştirilmektedir. Bu düşük sıcaklık nedeni ile azot oksitlerin oluşması büyük ölçüde önlenmiş olur. Yanma esnasında kömüre kireçtaşı ve dolomit karıştırılarak kükürt dioksit gazının oluşması önlenmiş olur. Böylece havanın kirlenmesi önlenmiş olur. Külde, cürufufta oluşan alçı taşı yol yapımında kullanıldığından, katı atıklar yönünden de kısmen çevrenin kirlenmesi engellenebilir. Fazla kükürt içeriği nedeni ile diğer tip kazanlarda verimli yakılamayan Türk linyitlerinin akışkan yataklı kazanlarda yüksek verimle yakılma olanağı; vardır. Bu nedenle akışkan yataklı kazanların geliştirilmesi ve kullanılmasının yaygınlaştırılması Türkiye açısından büyük önem taşımaktadır.

YAKMADAN ÖNCE KÜKÜRT UZAKLAŞTIRMA:

Baca gazlarından kükürtdioksiti gidermek için geliştirilen yöntemler maliyetlerinin yüksek ve baca gazlarının soğumasına neden oldukları için geniş bir kullanım alanı bulamamıştır.

Yakmadan önce kömürün kükürtünü uzaklaştırmak için gazlaştırma ve sıvılaştırma yöntemleri uygulanabilir. /9/

GAZLAŞTIRMA:

Hava ve su buharı ile kömür reaksiyona sokularak gazlaştırılır. Reaksiyonda oluşan kükürtlü hidrojen gaz kütlesinden kolayca ayrılabilir. Ancak, bu şekilde üretilen ve "alçak ısı değerli gaz" adını alan gaz yakıt fazla miktarda azot içerdiğinden depolanması veya birkaç kilometreden daha uzağa taşınması ekonomik olmamaktadır. Hava yerine saf oksijen kullanılarak yapılan gazlaştırma sonucunda elde edilen "sentetik doğalgaz" bu gün bazı şehirlerde şehir gazı olarak kullanılmaktadır.

SIVILAŞTIRMA:

Katalizör kullanılarak uygun bir çözücü içerisinde 400°C sıcaklığa kadar ısıtılan kömüre, hidrojen verilerek sıvılaştırılır. Böylece elde edilen çözelti geri kazanıldıktan sonra çok az miktarda kükürt içeren sıvı yakıt elde

edilir.

Ekonomik olarak geniş ölçüde kullanılabilir gazlaştırma ve sıvılaştırma yöntemlerinin geliştirilmesi için araştırmalar devam etmektedir.

Çevreyi Kirletmeyen Temiz Enerji Teknolojileri:

Güneş Enerjisi:

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi; iletim, dağıtım gibi sorunlarının olmaması, çevre kirlenmesine yol açmaması gibi nedenlerle üstünlük sağlamaktadır.

Depolama problemi bulunması ve enerji yoğun olmaması durumlarına rağmen, teknolojik gelişmeler aşamasında bulunan güneş enerjisi ile ilgili çalışmalar ve tasanlar iki yöntem üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunlar,

1. Yeryüzüne gelen güneş radyasyonundan faydalanma,
2. Yer atmosferi dışında güneş radyasyonundan faydalanma

Birinci bölümle ilgili olarak, yeryüzündeki çalışmalarda problem, önce enerji yoğunluğunun az olması, bunun yanında değerlendirilebilecek enerjinin de mevsimlik, günlük ve coğrafik değişimler göstermesidir. Ancak güneşten gelen radyasyon enerjisi direkt olarak, güneş pilleri ile elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Prensipte gerçekleştirilmesi mümkün olan bu yöntemde, deneyler sonucunda tespit edilmiş verim %10 civarında bulunmaktadır. Teorik olarak %22-%25 arasında olsa bile, çok saf silisyum ile pratikte verim %16'ya çıkarılabilir.

Hidrojen enerjisi:

Su, elektrik enerjisi yardımı ile yüksek sıcaklıkta dissosiasyon sonucu hidrojen ve oksijene ayırarak elde edilir.

Su kuvveti: Bu gün hidro santraller, Barajlar, kaplan türbinleri v.b. sistemlerde kullanılmaktadır.

Rüzgar enerjisi:

Bir zamanlar yaygın olarak, yel değirmeni, yelkenli gemiler gibi araçlarda kullanılan rüzgar enerjisi daha uygun ve avantajlı enerji türlerinin bulunması ile önemini yitirmiştir. Ancak son zamanlarda yoğunlaşan enerji bunalımı nedeni ile tekrar güncel hale gelmiştir. Her yerde mevcut olmaması ve şiddetinin farklılıklar göstermesi (sahrada en yüksek şiddette, ülke içinde daha az) mahsurlu yönüdür.

Elektrik enerjisi üretiminde kullanılacak rüzgar hızının yıllık ortalamasının 3 m/s veya daha büyük olması gerekmektedir. Ayrıca faydalanılacak rüzgarların yeryüzünden 10-100 metre yükseklikte olmaları gerekir.

Enerji kaynağı olarak Alüminyum:

İsviçre'de Paul Scherrer Enstitüsünde geliştirilen bir yöntemle alüminyum tozları yakılmaktadır. Yakılan tozlardan alüminyumoksit oluştuğundan, bu ürün güneş enerjisi yardımı ile tekrar alüminyuma dönüşmektedir. Böylece devir daim kurulmaktadır, 1 kg alüminyum yandığında 31MJ enerji vermektedir. Bu teknoloji henüz yenidir, laboratuvar safhasındadır. Olumsuzluk 2300 °C alev sıcaklığı ve buna bağlı Azotoksitlerin oluşmasıdır.

Denizin Gel-Git Enerjisi:

Deniz enerjisi olarak; gel-git olayı, dalga ve okyanuslardaki ısı farklılaşmasından yararlanılabilir. Bunlardan da öncelikle gel-git enerjisi önem taşımaktadır ve bu enerjinin dünyadaki toplam potansiyeli 3.1066 M W güce sahiptir. Gel-git enerjisinden yararlanmada Fransa, İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada kıyıları önde gelmektedir. Gel-git enerjisinin yılda toplam 93 milyon ton taşkömürüne eşdeğer olduğu tahmin edilmektedir.

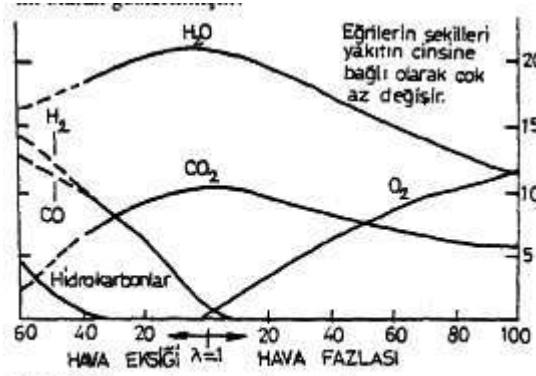
Üç yanı denizlerle çevrili olan Türkiye'de dalga enerjisi konusunda bir gelişme yoktur, herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Ülke denizlerinde de gel-git olayına önemli düzeyde rastlanılmamaktadır.

HAVASININ BACA GAZI ANALİZLERİNDEKİ ETKİSİ

Büyük teknik sistemlerdeki yanmada, hava kirliliğini, sistemin yıpranmasını azaltmak ve yanma verimini arttırmak için, bazı kontrollere ihtiyaç vardır. Yanma veriminin belirlenmesi için, örnekleme tip analizörler kullanılarak CO veya O₂ ve CO₂ gazları ölçülür. CO₂ analizörleri ucuz oldukları için "Zircania" prensibi ile çalışan oksijen analizörleri geliştirilene kadar en sıklıkla kullanılanlardı. Son yıllarda CO, SO₂ ve NO_x gibi gazların analizinde "across the stack" (baca tipi) olarak bilinen analizörler kullanılmaktadır.

Yanmanın tam ve mükemmel olabilmesi, maksimum verime ulaşabilmesi için, yeterli miktarda havanın sağlanması gerekir. Bu durum "stoikiyometrik" veya "perfekt" olarak adlandırılır, Yanma için gerekli oksijen, bileşenlerinin hacimsel yüzdeleri %21 O₂ ve %79 N₂ şeklindeki havadan sağlanmaktadır. Fazla O₂ çok miktarda N₂ oluşmasına, bunun da gereksiz ısınma sonucu kayıpların oluşmasına sebep olacaktır.

unutulmamalıdır. Şekil 6'da yanma prosesi için sağlanan havanın baca gazlarının kompozisyonuna etkisi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 6: Yanma havasının baca gazları kompozisyonuna etkisi,

Burada hava eksikliği ile yanmanın (HC) hidrokarbonların ve (CO) karbonmonoksit oluşumuna, fazla hava ile yanmanın ise ısı kayıplarına sebep olduğu görülmektedir.

En iyi yanma kontrol şekli CO ölçümü ile O₂ ölçümünün birlikte yapıldığı durumlarda sağlanır. O₂ ölçümü aynı zamanda "SEİGERT" formülü yardımı ile sistemin verimliliğinin hesaplanmasını da sağlar /10/.

$$\text{Seigert formülü: \%Isı Kaybı} = \frac{K \cdot \text{Sıcaklık yükselmesi}}{20.8 \cdot \% \text{O}_2 \text{ ölçüm değeri}}$$

şekindedir. K yakıt sabitidir. Doğal gazlarda 0.66. hafif yağlarda 0.70 ve ziftli kömürde 0.73 değerindedir. Çıkış sıcaklığının etkisi büyük olduğundan, mümkün olduğu ölçüde düşük olmalıdır. Limit değer, baca gazlarının çıkış noktası sıcaklığıdır.

2.3. YANMA SONU ÜRÜNLER İLE İLGİLİ

Bu gün çok tartışılan termik santrallarda, çevreye zarar vermeden, külü, kükürtdioksit ve azotoksit gazlarını tutarak elektrik enerjisi üretimi mümkündür. Ancak çevre koruma ve hava kirliliğini önleme ünitelerini içermeyen termik santralların zararlarını sonradan önlemek oldukça zordur. Son yıllarda, karbondioksit, azotoksitler, ozon ve kloroflorokarbonlarla birlikte çok önemli bir sera gazının oluşması ve global ısınma tüm dünyada güncel bir konu olmuştur. Fosil yakıtların yanma sonu ürünlerinin etkisinin devasa bacalar kullanarak atmosferde dağılmasını sağlamak gibi tedbirlerle yer seviyesinde azalabilecek bir kirlilik ile sınırlı olmadığı anlaşılmıştır. Karbondioksitin kendisinin sera etkisine %55 oranında katkıda bulunduğu ve yaklaşık %80'nin yakılan fosil yakıtlardan oluştuğu tahmin edilmektedir /11/. Avrupa topluluğuna bağlı ülkelerde oluşan karbondioksitin yaklaşık %30'nun elektrik üretiminden oluştuğu ifade edilmiştir. Karbondioksit miktarında dünya ortalaması yılda kişi başına yaklaşık bir tondur. Bazı ülkelerde bu değer daha da yüksektir. Örneğin eski Demokratik Almanya'da kişi başına 4.9 ton/yıl, Türkiye 'de ise yaklaşık 2.6 ton/yıl değerindedir /11/.

Türkiye'de Ege Bölgesindeki bazı linyitlerin alt ısıl değerine ve kullanılan kömür bileşimine, kurulu gücün 1 kWe başına termik santrallarda yıllık tüketilen kömür ve kirlilik miktarları /9/'dan alınmış tablo 2'de verilmiştir. Karbondioksit emisyonlarını sınırlamak için alınacak geniş çaplı tedbirlerin maliyeti ve olası etkileri konusunda gelişmiş ülkelerde önemli çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin Almanya'da 1982 ile 1990 yılları arasında 22 Milyar Mark maliyetli bir yatırım termik santrallara yapılmış ve Tablo 3'te verilen değerlere ulaşılmıştır /8/.

Burada temiz enerji teknolojilerinden; mevcut termik santrallarda baca gazlarının kuru ve yaş sistemlerle, yeni yatırımlarla temizlenerek atmosfere verilmesi ve kömürlerin akışkan yataklarda yakılması, gibi teknolojiler anlaşılmalıdır.

YER	Tüketilen kömür, kg	Karbondioksit CO ₂ , kg	Kükürtdioksit SO ₂ , kg	Atık Isı MJ
Denizli /ÇİVRİL	7543	16814	558	63
Afyon / SINCAN	8700	14099	776	63
Aydın / SÖKE	5953	12843	376	63
Manisa / GÖRDES	6285	10569	729	63
/ SOMA	8505	12045	108	63
Muğla / MILAS	9839	14428	703	63
/ YATAĞAN	8505	13613	417	63
Kütahya / S.ÖMER	8228	13875	224	63

Tablo 2 : TÜRKİYE-EGE BÖLGESİ, Kurulu Gücün 1 kWe başına yıllık tüketilen kömür ve kirlilik miktarları.

Tablo 3 : FEDERAL ALMANYA'DA ÇEVREYE ATILAN YILLIK KİRLİLİK MİKTARLARI

Kirlilik Türü	1982 Yılında	1990 yılında Temiz Enerji Teknolojisiyle
SO Kükürtdioksit	1550000 ton	780000 ton
NO Azotoksitler	740000	240000
Toz (Kül+Yanmamış kömür)	66000	12000

Eğer Tablo 2'de verilmiş değerler, aynı kömür kalitesi dikkate alınarak 1987 rakamları ile 1657460 MWe olan dünyanın kurulu gücü için değerlendirilirse, dünyada yıllık olarak atmosfere verilen CO₂ miktarı 60 milyar ton ile 72 milyar ton arasında değişirdi. Çevreye verilen atık ise $Q=104524,2 \cdot 10^6$ kJ olurdu /8/. Eğer Dünya ve Atmosfer, exosfer tabakasının sonuna kadar bir termodinamik sistem olarak kabul edilirse ve (ICAO) "International Civil Aviation Organization" un tavsiyesi üzerine, atmosferin 11 km'ye kadar olan hal değişimi politropik ve 11 -20 km arası izoterm alınarak karbondioksit miktarının atmosfer sıcaklığını ne kadar arttırdığı hesaplanabilir. Bunun sonucunda atmosfer sıcaklığının yılda yaklaşık 0.02°C arttığı anlaşılır. Eğer elektrik enerjisi üretimi dışında yakılan fosil yakıtların atık ısılarının 2/3'nün atmosfere geçtiği varsayılırsa, bu atık ısıların da eklenmesi ile atmosferin sıcaklığı 0.027°C artar /9/.

Atmosfere verilen CO₂ gazlarının sera etkisi de dikkate alınırsa atmosfer sıcaklığının sürekli artması ve böylece ekolojik dengenin bozulması kaçınılmaz olur. Netice olarak, enerji üretiminde fosil yakıtlardan uzaklaşmak ve hava kirliliğine neden olmayan enerji teknolojilerine yönelmek zorunlu olmaktadır. Nitekim aşırı sıcaklıklar sebebi ile ölümlerin çok olduğu 1987 yılının son 150 yılın en sıcak yılı olduğu belirlenmiştir. Dünya sıcaklık ortalamaları verilerine göre en sıcak 5 yılın da, 1960 ile 1993 yılları arasında olduğu tespit edilmiştir /1/.

Enerji verimliliğinin daha iyi bir çevreye etkisi konusunda yapılmış bir çalışmaya göre, alınacak çeşitli tedbirlerle 2005 yılına kadar karbondioksit azalmasına % olarak katkı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar /8/'den alınmış Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: Alınacak Bazı Tedbirlerin 2005 Yılına kadar Karbondioksit Azalmasına % Katkısı

Alınacak Tedbir	CO2 Azalmasına % olarak Katkı
1. Binaların ısıtılmasında yakıt azaltılması	2.4
2. Elektrikli aletlerin veriminin artırılması	7.7
3. Sınai birleşik Isı Güç üretimi	6.2
4. Aydınlatma verimliliğinin artırılması	9.7
5. Küçük çaplı birleşik Isı Güç Üretimi	2.0
6. Yemek pişirmede verimlilik artışı	1.2
7. Ticaret ve Hizmet. Sektöründe alan ısıtılmasında verimlilik artışı	9.4
8. Gaz türbinli kombine güç üretimi	10.4
9. Su ısıtılmasında verimlilik artışı	2.6
10. Tahrik güç verimlilik artışı	6.8
11. Konut sektörü alan ısıtılmasında verimlilik artışı	10.4
12. Şehir içi birleşik Isı Güç üretimi sistemleri kullanılması	3.6
13. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması	5.1
14. Proses verimlilik artışı	4.6
15. Nükleer Güç santralleri kullanılması	14.8
16. Sanayi sektörü alan ısıtılmasında verimlilik artışı	2.3
17. Geliştirilmiş kömür kullanan güç üretimi	0.9

ASİT YAĞMURLARI

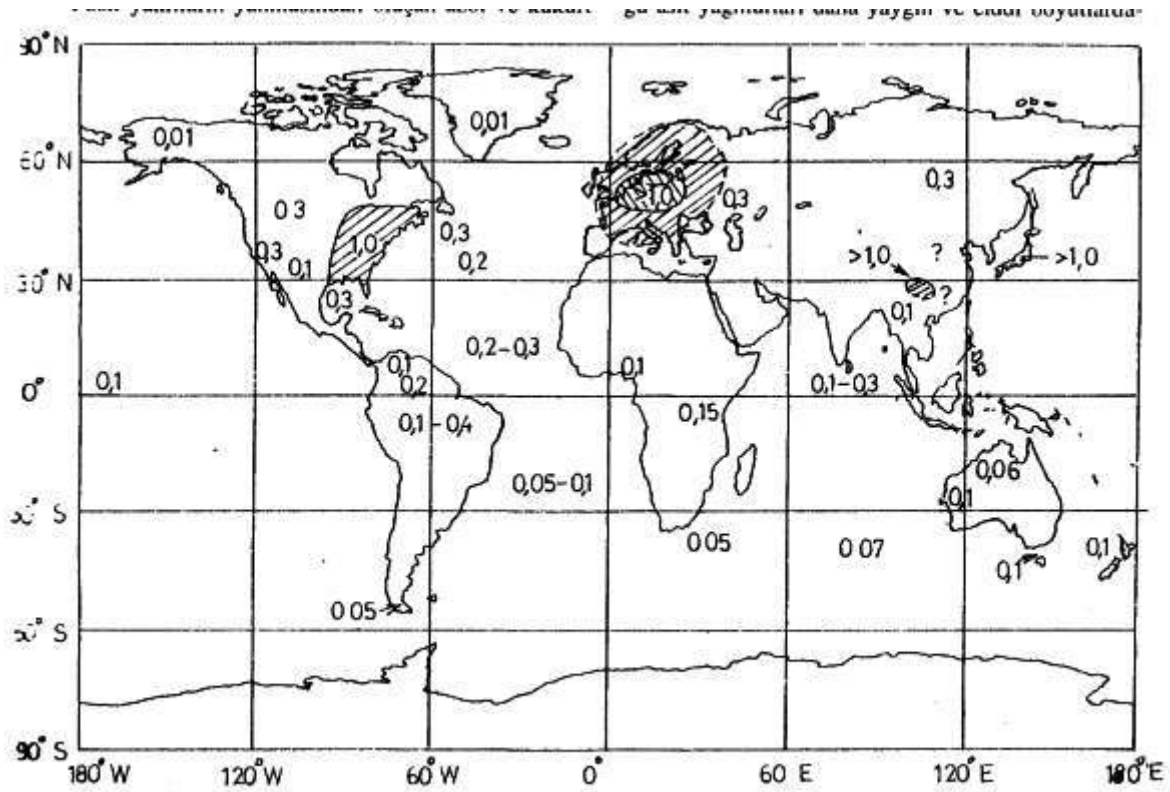
Fosil yakıtların yanmasından oluşan azot ve kükürt oksitlerinin havadaki oksijen ve su buharı ile etkileşimi sonunda oluşan asidik maddelerin yağmurlarla yeryüzüne inmesi şeklinde tamamlanabilecek bir olaydır. Asillik derecesinin bir göstergesi olan PH değeri 5.6'dan küçük olduğunda yağış asidik olarak tarif edilir. Asit yağmurlarının tabii kaynaklardan da oluştuğu bilinir. Fakat insan kaynaklı emisyonların sebep olduğu asit yağmurları daha yaygın ve ciddi boyutlardadır /10/. Karadeniz ve Marmara'daki balık ölümleri ve tür kayıpları hep insan kaynaklı emisyonun sonucudur.

Kısa adı ICSU olan Uluslararası Bilimsel Birlikler Konseyine bağlı Çevre Sorunları Bilimsel Komitesi (SCOPE) tarafından desteklenen bir araştırmanın sonuçları yayınlanmıştır /11/.

Atmosferden gelen kükürt miktarında ANTROPOJE-NİK, yani insan faaliyeti kaynaklı kısmının tespiti yağışlardaki sülfat miktarı analiz edilerek bulunur.

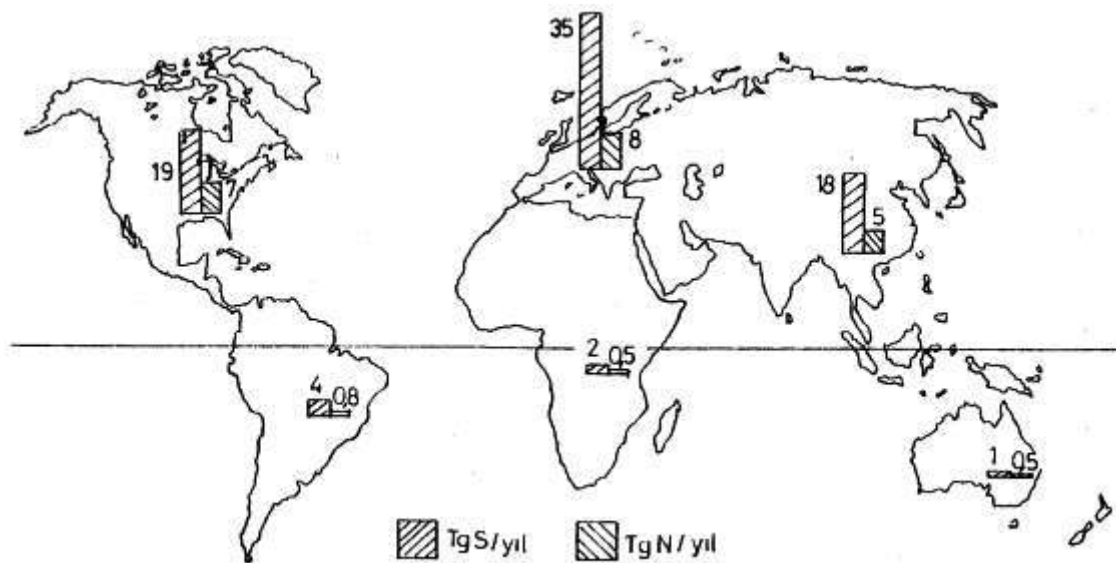
Yılda metrekareye 0.5 gramdan fazla düşen kükürt miktarları (Avrupa'nın büyük bir kısmı ile Kuzey Amerika'da) açıkça antropojenik etkiyi göstermektedir. Bozulmamış bölgelerde tabii miktarın 0.2 gram kükürt / m2 yıl değerine eşit veya daha az olduğu bilinmektedir. /10/'dan alınarak Şekil 7'de gösterilmiş dünya haritasında kükürdün yağışlarla gelen yıllık birikimi (gram kükürt/ m2 yıl) olarak gösterilmiştir.

[bakınız: 17](#)



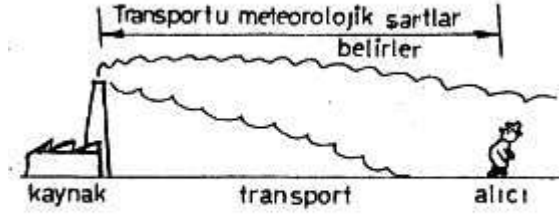
Avrupa ve Kuzey Amerika'nın çok kirlenmiş bölgelerinde kükürt birikiminin bunun on katından fazla olduğu tespit edilmiştir. Kıtardan yayılan kükürt ve azot emisyonlarının insan eliyle oluşturulan kısmı şekil 8'de gösterilmiştir /10/. Güney Amerika, Afrika ve Avustralya emisyonlarının, Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'dakinden az olduğu görülür. Avrupa'daki emisyonların kükürt bakımından azalması, azot bakımından yaklaşık sabit kalması söz konusu iken, dünyanın diğer bölgelerinde artış eğilimi vardır /11/. Dünyada yıllık olarak atmosfere satılan kükürt gazı akışının toplam 65-125 tğ (1 Tg=106 g) olduğu belirtilmiştir /12/.

[bakınız: 18](#)



3. METEOROLOJİK OLAYLARIN HAVA KİRLİLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hava hareketleri ve iklim ilişkileri bilimi olan meteorolojinin hava kirliliği problemi ile yakın ilişkisi vardır. Şekil 6'da gösterildiği gibi hava kirliliği problemi, birbirini takip eden Kaynak, Kirleticinin taşınımı ve Alıcı olmak üzere üç bölümlü bir olaydır.



Şekil 9. Meteoroloji ve hava kirliliği

Kirliliğin alıcıya ulaştığı andaki konsantrasyonu bunun atmosferik dağılımına, yani bunun temiz hava içinde seyrelme durumuna bağlıdır. Bu dağılıma yatay ve dikey olabilmektedir. Havanın yatay hareketi rüzgar hızının değerine bağlıdır. Yerleşim bölgelerindeki hava kirliliği şekil 10'da gösterildiği gibi oluşur.

Şehirlerde tuğla, taş ve betonun ısıyı absorplayıp tutması ile geceleyin bu bölge bir sıcak ada haline alır. Bunun etkisi ile kendi için bir hava sirkülasyonu olur ve kirleticiler şehirden uzaklaşamaz.



Şekil 10 : Şehir üzerinde hava sirkülasyonu

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Doğal karasal ekosistemlerde gerilimlerin semptomları görülünceye kadar yılların geçmesi gerekir. Biz ise zaman ve kaynaklarımızın çoğunu belirli bir sürede sadece bir faktörün etkisini çoğunlukla laboratuvarında incelemekle geçiririz. Bize düşen görev insan faaliyeti kaynaklı hava kirliliğini mümkün olduğu ölçüde azaltmaktır. Sanayide ve şehirlerde kullanılan bütün teknik sistemlerin en az kirliliğe neden olacak türden olması sağlanmalıdır. Temiz enerji üretim teknolojileri araştırılmalı, fosil yakıt yakılarak enerji üretimi en aza indirilmelidir. Baca gazları emisyonları sürekli ölçülmeli ve standartlarda öngörülen değerlere indirilmelidir. Otomobil egzoz gazları emisyonları kontrol edilmeli, standart değerlerde olması sağlanmalı, kurşunsuz benzin kullanılarak egzoz gazları üç fonksiyonlu katalizatörlerden geçirilerek temizlenmiş atmosfere atılmalıdır. Nüfusun ve trafiğin yoğun olduğu şehirlerde hafif raylı sisteme geçilmelidir. Meteorolojik trafiğin yoğun olduğu şehirlerde hafif raylı sisteme geçilmelidir. Meteorolojik faktörlerin de bir bölgedeki hava kirliliği üzerinde etkisi olduğundan, şehir planlaması, fabrika alanlarının tespiti buna göre yapılmalıdır.

- Soğutmalarda CFC yerine amonyak kullanılmalıdır.

- CFC gazlarının stratosferdeki ozon üzerine etkisi ve sera tesiri gibi olumsuzlukları nedeni ile tamamen yasaklanması veya en azından üretim ve tüketimlerinin %85 oranında azaltılması gerekir.

- Frankfurt Üniversitesi meteoroloji enstitüsünün sera etkisi üzerine yapmış olduğu araştırmaya göre, 2040 senesine kadar pasifikte 10°C, Bering boğazında 8°C, Japonya'da 6°C, Sibiry ve Antartik'te 4°C gibi sıcaklık değişiklikleri olacağı tahmin edilmektedir. Bunlar ekolojik dengeyi bozacaktır. Ekolojik dengenin bozulmaması için 100 yılda dünya sıcaklığının en çok 1°C artması gerekmektedir. Biran evvel fosil yakıt tüketimi hızı düşürülmeli, temiz enerji teknolojilerine yönelinmelidir.

5. FAYDALANILAN KAYNAKLAR

- /1/ A. Semenderođlu, "Tarih boyunca İnsan" Ekoloji ve Çevre Dergisi, Yıl 1. Sayı 3, 1992 İZMİR
- /2/ H. Binark, "Birinci Yanma Sempozyumu" Çağrılı Tebliğ U.Ü. 1983-BURSA.
- /3/ "İl il Kükürtdioksit ve Duman Konsantrasyonları" Özel Çevre Koruma Dergisi, Sayı 5, Mart 1993 -ANKARA.
- /4/ H. Tezgelmış, "Hava Kirliliğini Azaltabilecek verimli Kömür Yakma Yöntemleri" E.İ.E.- Enerji Bülteni, Temmuz 1992, No 1 O, ANKARA.
- /5/ A. Müezzinođlu, "Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları" D.E.Üniv. Yayınları No: 0908, 87, (1987)
- /6/ J.C.Schlattcr, K.C, Taylor "İ. Catalysis, 49.42-50. (1977)
- /7/ P. Öser, VW Araştırma Geliştirme Merkezi, Wolfsburg. ALMANYA
- /8/ A.Can "Akışkan Yatak Tekniğı ve Tasarım Esasları" 1. Balıkesir Müh. Semp. 1988 BALIKESİR.
- /9/ A.R. Büyüktür. "Birinci Yanma Sempozyumu" Türkiye'de Kömür yatakları ve kullanılması. U.Ü. 1983 BURSA.
- /10/ "Elimko Otomatik Kontrol Bülteni" Sayı 3 Yıl 1985.
- /11/ "Enerji Verimliliğinin Daha İyi Bir çevreye Etkisi " E.İ.E.-Enerji Bülteni No.7, Nisan 1991, ANKARA.
- /12/ G. Atagündüz, "Temiz Enerji Teknolojisi" Ekoloji -Çevre Dergisi, Yıl 1. Sayı 3, 1992, İZMİR.
- /13/ Z.Ayvaz "Uluslararası Tehlike: Asit Yağmurları" Isı Bilimi ve Tekniğı Dergisi, Cilt 13, Sayı 3, Eylül 1990.
- /14/ H. Rodhe, and R. Herrera, "Acidification in Tropical Countries SCOPE Report, No. 36 J. Wiley and Sons, Chichester, England, 1988.
- /15/ Z. Ayvaz. "Meteoroloji ve Hava Kirliliğı" Isı Bilimi ve Tekniğı Dergisi, Cilt 14, Sayı 3, Eylül 1991.
- /16/ "Çevre ve Otomotiv Sanayi" OSD-Otomotiv Sanayi Derneğı, Mart-1993 ANKARA