



İZMİR'DEKİ KALORİFER KAZANLARININ KENTİN HAVA KİRLİLİĞİNE KATKISI

Abdurrahman Bayram

Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kaynaklar Kampüsü, Buca, İzmir

ÖZET : Bu çalışmada, İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde merkezi ısıtmada kullanılan kalorifer kazanlarının atmosfere verdiği kirleticilerin miktarları hesaplanmıştır. İncelenen 3178 kazanın 1386'sında linyit, 1792'sinde fuel oil yakılmaktadır. Bir kış sezonunda kazanlarda yakılan yakıt miktarları 66794 ton linyit ve 37140 ton fuel oil'dir. Yakma tesisleri için verilen emisyon faktörleri kullanılarak, bu kazanların yıllık (bir kış sezonu) partikül madde, kükürt dioksit, azot oksitler, uçucu organik bileşikler ve karbon monoksit emisyonları hesaplanmıştır. Sonuçlar, linyitli kazanlardan fuel oilli kazanlara göre daha fazla kirletici kaynaklandığını göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELELER : Hava kirliliği, emisyon envanteri, kalorifer kazanı, hava kirletici emisyonu

CONTRIBUTION OF DOMESTIC HEATING BOILER EMISSIONS ON AIR POLLUTION IN İZMİR

SUMMARY : In this study, amount of air pollutants emitted from central heating boilers in İzmir Metropolitan area are calculated. Fuel consumptions of these boilers are 66794 tons of lignite and 37140 tons of fuel oil. Emissions of particulate matter, sulfur dioxide, nitrogen oxides, volatile organic compounds and carbon monoxide were calculated by using emission factors for small boilers. The results show that more pollutants are emitted due to lignite burning in comparison to the fuel oil fired combustors.

KEY WORDS : Air pollution, emission inventory, domestic heating boiler, air pollutant emission

GİRİŞ

Türkiye'de hava kirliliği problemleri yaz aylarında sadece endüstriyel bölgelerde görülürken, kış aylarında bu bölgelerle birlikte hemen hemen tüm yerleşim bölgelerinde görülmektedir. Alınan önlemlere rağmen hava kirliliği problemleri artmakta, kış aylarında bazı bölgelerde alarm seviyelerine ulaşmaktadır. Hava kirliliğinin kış aylarında artmasının nedeni ısıtmada kullanılan yakıtlardan kaynaklanan kirleticilerdir. Olumsuz meteorolojik koşullar da kirlilik seviyelerini arttırmaktadır.

Türkiye'de konut sektöründeki ısınma ihtiyacı, büyük çoğunlukla odun, linyit ve petrol ürünlerinden karşılanmaktadır (Altaş vd., 1994). Bu yakıtların içerisindeki kül ve kükürt gibi safsızlıklar, yanma sonucu partikül madde (PM), kükürt dioksit (SO₂) olarak baca gazları ile birlikte havaya karışmaktadır. Yurdumuzdaki linyitlerin kül ve kükürt içeriklerinin yüksek olması yanma sonucu atmosfere verilen PM ve SO₂ miktarlarını arttırmaktadır. Linyit rezervlerimizin ortalama kül içeriği

%21,5, ortalama kükürt içeriği % 1,85'dir. Linyitlerimizin %80'inin kül içeriği %20'nin üzerinde, %66'sının kükürt içeriği %2'nin üzerindedir (Kural, 1991). Konut sektöründe ısınmada kullanılan petrol ürünlerinin büyük çoğunluğunu kalorifer kazanlarında yakılan fuel oil oluşturmaktadır. Bu yakıtın da kükürt içeriği yüksek olup, yanma sonucu daha fazla SO₂ oluşmaktadır.

Partikül madde ve kükürt dioksit'in yanı sıra, yanma sırasında oluşan azot oksitler, karbon monoksit ve değişik organik bileşikler de baca gazları ile birlikte atmosfere verilerek hava kirliliğine neden olmaktadır. Bu kirleticilerin miktarları, kullanılan yakıt türüne, yakma teknolojisine ve yakma koşullarına göre değişmektedir.

Yakma tesislerinden kaynaklanan hava kirleticilerin miktarını arttıran bir diğer faktör de kullanılan yakma sistemleri ve yakma koşullarıdır. Türkiye'de kullanılan sobaların Türk linyitlerine uygun olarak yakılamaması büyük enerji kaybına yol açmaktadır. Küçük ölçekli kalorifer kazanları da mekanik yüklemeli kazanlar olmadığı ve doğru şekilde yakılamadığı için hava kirliliğine daha fazla katkıda bulunmaktadır. Yapılan ölçüm çalışmaları, Türkiye'de bu tür kazanların çok düşük yanma verimlerinde yakıldığını göstermiştir (Bayram, 1990). Bu nedenle, ihtiyaç duyulan enerjinin sağlanabilmesi için daha fazla kömür tüketilmekte ve dolayısıyla daha fazla kirlenici oluşmaktadır.

Türkiye'de evsel ısınmada kullanılan soba ve kalorifer kazanlarında hava kirliliğinin önlenmesi için kullanıcılar tarafından bir işlem yapılmamaktadır. Bu amaçla yapılan tek çalışma Valilikler tarafından kent merkezlerinde kullanılan yakıtların kalitesine sınırlama getirilmesi ve belirli kalitenin altındaki düşük kaliteli linyitlerin ve yüksek kükürlü fuel-oillerin kullanımının yasaklanmasıdır. Ancak yeterli denetim olmadığından bu kararlar tam olarak uygulanamamaktadır. Bu çalışmada; İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları içindeki apartmanlarda kullanılan kalorifer kazanlarının kentin hava kalitesine katkısı belirlenmeye çalışılmıştır.

YAPILAN ÇALIŞMALAR

Materyal ve Yöntem

İzmir'de kalorifer kazanlarının denetimi için İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından TMMOB Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi'ne bir çalışma yaptırılmıştır. 1995-1996 kış sezonunda yapılan bu çalışmada, tüm kaloriferli kazanlar hem emniyet hem de yakma koşulları açısından incelenmiş, kazan ve kullanılan yakıt ile ilgili bilgiler toplanmış, baca gazı analizleri yapılmıştır.

Kazanlarla ilgili anketlerde, kazanların markası, üretim yılı, kapasitesi, kazan donanımları ve baca bağlantıları ile ilgili bilgiler bulunmaktadır. Baca gazı ölçümlerinde ise, baca gazı analiz cihazı ile gaz sıcaklığı, oksijen, karbon dioksit yüzdeleri, karbon monoksit, kükürt dioksit, azot oksitler konsantrasyonları ve yanma verimi ölçülmüştür. Bu analizlerde kirleticilerin kütleli konsantrasyonları ölçülmüş, bunların kütleli debilerine yönelik bir değerlendirme yapılamamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada ise kalorifer kazanları ile ilgili anket bilgileri kullanılarak bu tesislerden atmosfere verilen yıllık kirlenici miktarları emisyon faktörleri yardımıyla hesaplanmıştır.

Emisyon Faktörleri

Emisyon faktörleri, hava kirletici kaynak olan herhangi bir aktivitede veya üretim prosesinde, bu üretim ya da aktivitenin gerçekleşmesi sırasında oluşan kirletici miktarını ifade eden değerlerdir. Emisyon faktörleri genellikle birim yakıt, birim ürün, yada birim hammadde başına birim kirletici miktarı olarak verilmektedir. Bu nedenle emisyon faktörleri değişik birimlerde olabilmektedir. Örneğin;

yakma tesisleri için	kg kirletici / ton yakıt veya gram kirletici/GJ enerji.
sanayiler için	kg veya gram kirletici / ton ürün,
araçlar için	gram kirletici / km alınan yol

şeklinde verilmektedir. Bu faktörler ülkelerin ekonomik ve teknolojik düzeyi ile de ilgili olduğundan ülkeden ülkeye farklılık gösterir. Dünyada en yaygın olarak kullanılan emisyon faktörleri, Amerika'da EPA (United States Environmental Protection Agency) tarafından, Avrupa'da CORINAIR tarafından üretilen faktörlerdir.

Yakma tesisleri için geliştirilen emisyon faktörleri, yakıt türü, yakma teknolojisi tipi ve tesis büyüklüğüne göre farklılaşmaktadır. Bu çalışmada evsel ısınmada kullanılan kalorifer kazanları için verilen emisyon faktörleri kullanılmış olup, bunlar Tablo 1'de yakıt türlerine göre verilmiştir. Bu tabloda kg/ton ve kg/m³ olarak verilen faktörler EPA tarafından geliştirilmiş olup, 1 ton ya da 1 m³ yakıtın yanması sonucu oluşan kg kirleticiyi ifade etmektedir. g/GJ birimi ile verilen faktörler ise CORINAIR tarafından geliştirilmiş olup, yakılan yakıtın 1 GJ ısı enerjisi başına oluşan gram kirletici miktarını ifade etmektedir.

Tablo 1 Eysel ısınmada kullanılan kalorifer kazanları için emisyon faktörleri

Yakıt Türü	Emisyon Faktörü				
	PM	SO _x	NO _x	VOC	CO
Linyit	3.4*A (kg/ton)	15*S (kg/ton)	100 (g/GJ)	150 (g/GJ)	185 (g/GJ)
Fuel oil	3 (kg/m ³)	17.24*S (kg/m ³)	2.2 (kg/m ³)	0.299 (kg/m ³)	20 (g/GJ)

A: Yakıtın kül yüzdesi S: Yakıtın kükürt yüzdesi

Mahalli Çevre Kurulu kararı ile İzmir'de ısınmada kullanılacak yakıtların kalitelerine sınırlamalar getirilmiştir. Fuel oilli kazanlarda sadece kalorifer yakıtı yakılmasına izin verilmektedir. Kullanılacak kömürlerde de kül miktarı en fazla %20, kükürt miktarı en fazla %1, ısıl değer en az 4000 kcal/kg olarak sınırlanmıştır. Bu nedenle emisyon faktörlerinin kullanımında;

- kalorifer yakıtının kükürt miktarı %1, ısıl değeri 10500 kcal/m³, yoğunluğu 0.9 ton/m³
- kömürün kül miktarı %20, kükürt miktarı %1, ısıl değeri 4000 kcal/kg alınmıştır

İzmir'deki Kalorifer Kazanları ile İlgili Bilgiler

İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde 1995-1996 kış sezonunda apartman, otel, iş yeri, okul, otel ve hastane gibi büyük binalarda merkezi ısıtma amacıyla kullanılan kazanların sayısı 3178'dir.

Bazı binalarda birden fazla kazan bulunmaktadır. IMMOB Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi tarafından yapılmış olan çalışmada (MMO, 1996) bu kazanlar tek tek incelenerek teknik bilgiler ve donanım kayıtları alınmış, denetimler ve baca gazı ölçümleri yapılmıştır. Bu kayıtlara göre İzmir'de o yılda 1386 kazanda linyit, 1792 kazanda fuel oil yakılmıştır. Bu kazanlarla ilgili bazı bilgiler Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Kalorifer kazanları ile ilgili özellikler ve baca gazında ölçülen kirlenici konsantrasyonları

Parametre	Linyit yakılan kazan	Fuel oil yakılan kazan
Kazan sayısı (adet)	1386	1792
Üretim yılı	1954-1995	1962-1996
Kapasite (kcal)	30000-1500000	40000-320000
Yakıt tüketimi (ton/yıl)	4-300	5-900
Toplam yakıt tüketimi (ton/yıl)	66794	37140
Baca gazı sıcaklığı (°C)	50-486	51-584
Karbon monoksit (mg/Nm ³)	0-27000	0-20000
Kükürt dioksit (mg/Nm ³)	0-12800	0-5463
Azot oksitler (mg/Nm ³)	0-937	0-1120

Kalorifer Kazanlarının Kirlenici Emisyonları

Herhangi bir kirlenici kaynaktan yayımlanan kirlenicilerin miktarlarını (emisyonların kütesel debilerini) tam olarak belirleyebilmek için doğrudan ölçüm yapmak gerekir. Kirlenicilerin baca gazında kütesel konsantrasyonlarının ve bacanın hacimsel gaz debisinin ölçülmesi ile emisyonların kütesel debileri (birim zamanda atmosfere verilen kirlenici kütesi) hesaplanabilir. Ancak kaynak sayısının çok fazla olması durumunda bu şekilde ölçüm yapmak hem uzun zaman gerektirmekte hem de çok pahalı olmaktadır. Bu nedenle yakıt tüketimlerinin ve yakma teknolojilerinin bilinmesi durumunda emisyon faktörleri ile tahmin yapmak daha kolay ve ucuz olmaktadır.

İzmir'de Makina Mühendisleri Odası tarafından yapılmış olan çalışmada kirlenicilerin kütesel konsantrasyonları her bacada ölçülmüştür. 3178 kazanda tek tek ölçüm ve inceleme yapılması çok önemli bir çalışmadır. Ancak bu güzel çalışmanın eksik tarafı, emisyonların miktarlarına (kütesel debilerine) yönelik bir ölçüm ve değerlendirme yapılmamasıdır. Ayrıca, bu ölçümler denetim amaçlı yapıldığı için sadece ölçüm anındaki değerleri yansıtmaktadır. Kömür yakan kalorifer kazanlarının büyük çoğunluğu el ile yüklemeli kazanlar olduğu için yanma koşulları zamanla değiştiğinden, kirlenici emisyonlarının miktarları da zamanla değişmektedir. Yapılmış olan ölçümler incelendiğinde çok sayıda ölçümün uygun koşullarda yapılmadığı görülmektedir. Bu nedenle emisyonların kütesel debilerinin belirlenmesinde bu ölçüm sonuçları değil, emisyon faktörleri kullanılarak kazanların yakıt tüketimlerine göre hesaplama yöntemi tercih edilmiştir.

Değerlendirmelerde, kazanlar yakıt türlerine göre kömürlü ve fuel oilli kazanlar olmak üzere iki gruba ayrılarak yapılmıştır. Her iki grubu için kazanların yakıt tüketimleri incelenmiştir. Anket bilgilerinde, bazı kazanlar için yakıt tüketimlerinin olmadığı, bazılarında da tüketimlerin sağlıklı tespit edilmediği izlenmiştir. Doğru olduğu tahmin edilen bilgiler kullanılarak, daire başına yakıt

tüketimlerinin değışimi belirlenmiş ve ortalama değerler hesaplanmıştır Eksik bilgilerde bu ortalama yakıt tüketim değerleri kullanılmıştır

Kazanların kirletici emisyon debileri. Tablo 1'de verilen emisyon faktörleri ile kazan yakıt tüketiminin çarpılması ile elde edilmiştir Örneğin:

linyitli kazanlarda partikül madde emisyon faktörü = $3.4 * A$ (kg PM/ton yakıt),
linyitin kül miktarı = %20,
toplam linyit tüketimi = 66794 ton/yıl

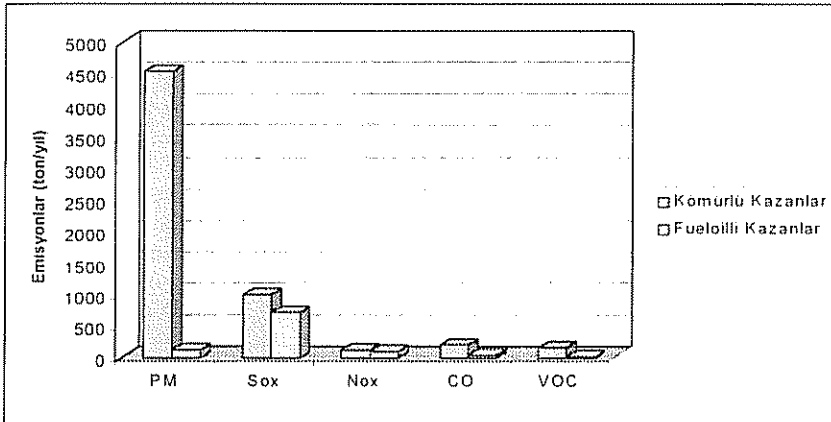
olduđuna göre;

yıllık toplam PM emisyonu = $3.4 * A * \text{Toplam yakıt tüketimi}$
= $3.4 * 20$ (kg/ton) * 66794 ton/yıl
= 4542199.2 kg/yıl

olmaktadır Diğer emisyonlar da aynı yöntemle hesaplanmış, daha sonra kömürlü ve fuel oilli kazanlar için toplam değerler belirlenmiştir Sonuçlar Tablo 3'de ve sunulmuştur

Tablo 3 İzmir'deki kalorifer kazanlarından kaynaklanan emisyonlar

Kirletici	Emisyonların kütesel debisi (ton/yıl)		
	Kömürlü kazanlar	Fuel oilli kazanlar	Toplam
Partikül madde (PM)	4542.00	123.80	4665.80
Kükürt oksitler (SO _x)	1001.91	711.44	1713.35
Azot oksitler (NO _x)	111.55	90.79	202.34
Karbon monoksit (CO)	206.36	36.25	242.61
Uçucu organik bileşikler (VOC)	167.32	12.34	179.66



Şekil 1 İzmir'deki kalorifer kazanlarından kaynaklanan emisyonlar

SO_x emisyonları yanma sonucu oluşan kükürt oksitlerin toplamını tanımlamaktadır. Kullanılan yakma sistemine bağlı olarak bunların %90-99'u SO₂'dir. NO_x emisyonları da NO ve NO₂ toplamını ifade etmektedir. Bunların da yaklaşık %95'i NO, %5'i NO₂'dir (Görner, 1991). Düşük yakma sıcaklığı koşullarında az miktarda da N₂O oluşabilmektedir.

Yakma tesisleri için verilmiş olan emisyon faktörleri esas alınarak hesaplanan emisyon miktarları kazanların normal yakma koşullarında oluşturdukları emisyonlardır. Hesaplanan 5 tür kirleticiden SO_x, tamamıyla yakıtın içindeki kükürtün oksidasyonu ile oluşmaktadır. Yakıt kükürt içeriğinin yüksek olması SO_x emisyonlarını arttıracaktır. Partikül maddeler ise hem yakıtın bileşimindeki yanamayan mineral maddelerden (kül), hem de yakma koşullarına bağlı olarak oluşan ve yanmayı tamamlayamadan baca gazlarına karışan hidrokarbonlardan (is) kaynaklanmaktadır. NO_x, CO ve VOC tamamıyla yanma koşullarına bağlı emisyonlardır. Dolayısıyla kazanlardaki yanma koşullarının kötüleşmesi oluşacak PM, NO_x, CO ve VOC emisyon miktarlarını arttıracaktır. İzmir'deki kazanların yanma verimlerinin düşük olması ve ölçümlerdeki yüksek CO konsantrasyonları yanma koşullarının iyi olmadığını gösterdiğinden, gerçekte oluşacak emisyonların hesaplanan miktarlardan daha fazla olduğu tahmin edilmektedir.

SONUÇLAR

Şehirlerde hava kirliliğinin azaltılması için önerilen yöntemlerden birisi de merkezi ısıtma sistemlerinin yaygınlaştırılmasıdır. Bunun nedeni bu sistemlerde daha iyi yakma teknolojilerinin kullanılması, yanmanın daha kontrollü yapılabilmesi ve gerektiğinde baca gazlarında kirlenici kontrol teknolojilerinin uygulanabilmesi açısından taşıdıkları avantajdır. Sobalarda veya küçük yakma sistemlerinde bu sayılanların gerçekleştirilmesi çok güçtür. Ancak İzmir'deki mevcut duruma bakıldığında merkezi ısıtma sistemi uygulamasının yapılamadığı görülmektedir. Bir kış sezonunda İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırlarında yaklaşık 450000 ton kömür yakılırken, bunun sadece %15'i kaloriferlerde yakılmaktadır. Mevcut kalorifer kazanlarının kapasiteleri incelendiğinde, hastane ve büyük oteller hariç büyük kazanların bulunmadığı, yani konutların ısıtılmasına yönelik büyük merkezi ısıtma sistemlerinin bulunmadığı görülmektedir.

Kalorifer kazanlarında yapılmış olan baca gazı analizleri bazı çarpıcı sonuçlar vermektedir.

- Kazanların yanma verimleri, kömürlü kazanların %57,4'ünde %80'den düşük, fuel oilli kazanların %41,6'sında ise %80'den düşüktür. Yanma veriminin düşük olması kazanların hava kirliliğine katkısını arttıran bir faktördür.
- Kömürlü kazanların %79'unda karbon monoksit emisyonu "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği"nde verilen sınır değeri aşmaktadır. Fuel oilli kazanlarda bu oran %39'dur. Karbon monoksit, yakma koşullardan kaynaklanan bir kirlenici olduğundan kazanların doğru bir şekilde yakılmadığı görülmektedir.
- Yanma verimlerinin düşük olması ve karbon monoksit konsantrasyonlarının yüksek olması, yakıt ve enerji kaybına neden olmakta, yakıt tüketimini arttırmaktadır. Bu kazanlarda sadece yanma koşullarına özen gösterilerek büyük miktarlarda yakıt tasarrufu sağlanabilir.
- Gerek kömürlü, gerekse fuel oilli kazanların bazılarında yüksek konsantrasyonlarda SO₂ ölçülmesi, Mahalli Çevre Kurulu kararlarına uygun yakıtların yakılmadığını, alınan kararların uygulanması için yapılan kontrol ve denetimlerin başarılı olamadığını göstermektedir.

Apartmanlardaki kazanların yakıt tüketimi apartmandaki daire sayılarına göre, yani ısıtılacak alana göre değişmektedir. Daire sayısı arttıkça, bir daire başına düşen yakıt tüketimi azalmaktadır. İzmir’de apartmanlardaki kalorifer kazanlarının daire başına yakıt tüketimleri Tablo 4’de verilmiştir. Bu sonuçlar, ekonomik açıdan da merkezi ısıtma tesislerinin gerekliliğini göstermektedir.

Tablo 4 Konutlardaki kalorifer kazanlarının daire başına yakıt tüketimleri

Binadaki daire sayısı	Daire başına yakıt tüketimi (ton/yıl)	
	Kömürlü kazanlar	Fuel oilli kazanlar
5-10	4	1.41
11-20	3.04	1.10
21-30	2.37	0.90
>30	2.19	0.72

Tablo 4’deki değerler merkezi ısıtma sistemlerinin gerekliliğini hava kirliliğinin önlenmesi açısından da vurgulamaktadır. 30 daireden büyük apartmanlarda daire başına kömür tüketimi 2.19 ton iken, 10 daireden az apartmanlarda 4 ton’dur. Yani, bu küçük apartmanlarda oturanlar iki kat kömür yakıyor ve dolayısıyla iki kat pahalıya ısıyor. Bunun sonucu olarak da hava kirliliğine katkıları, büyük kazanların iki katı olmaktadır.

Hesaplanan ve Tablo 3’de verilmiş olan kirleticiler emisyonları incelendiğinde kömürlü kazanların hava kirliliğine katkısı daha fazla olmaktadır. Bunun nedeni kömür tüketiminin fuel oile göre daha fazla olması ve emisyon faktörlerinin kömürlü kazanlar için daha yüksek olmasıdır. İzmir’deki kalorifer kazanlarının neden olduğu kirleticilerden PM emisyonlarının % 97’si, SO_x emisyonlarının ise %59’u kömürlü kazanlardan kaynaklanmaktadır. Bu oranlar NO_x emisyonlarında %55, CO emisyonlarında %85, VOC emisyonlarında %93’tür. Bu değerler, İzmir’de hava kirliliğinin azaltılması için yapılacak çalışmaların kömür yakma sistemlerinden başlaması gerektiğini açıkça göstermektedir.

Yurdumuzda hava kirliliğinin önlenmesi için öncelikle kirliliğe neden olan kaynaklar ve kirleticiler miktarları belirtenmelidir. Bunun gerçekleştirilmesi için de iller, bölgeler ve ülke genelinde emisyon envanterleri yapılmalıdır. Emisyon miktarlarının hesaplanmasında önceden yapılmış olan ölçümlerin değerlendirilmesinin yanı sıra, bu çalışmada olduğu gibi emisyon faktörleri kullanılabilir. Ancak emisyon faktörleri ile hesap yapabilmek için de kaynaklarla ilgili bilgi gerekmektedir. Türkiye’de bu tür çalışmalarda en büyük zorluk veri teminidir. Bu nedenle yakma tesisleri ve sanayilerle ilgili yapılacak değişik amaçlı anket çalışmalarında, tesis bilgileri ile birlikte yakıtlar ve hava kirleticilerle ilgili bilgilere de yer verilmeli, bu tür çalışmaların sonuçları yayınlanarak hava kirlenmesi konusunda çalışanların kullanımına sunulmalıdır.

ÖNERİLER

Artık Türkiye’de bir hava kirliliği önleme ve azaltma politikası saptanmalı, temiz hava planları hazırlanarak çalışmalara başlanmalıdır. Yakıt kalitesine sınırlama getirmek gibi uygulanamayacak kararları almak yerine kaliteli yakıt üretimine yönelik çalışmalar en kısa sürede başlatılmalıdır. Kooperatiflere ve toplu konut projelerine merkezi ısıtma zorunluluğu getirilerek kaynaklar denetim altına alınmalıdır.

Son 4-5 yılda yeterli enerji yatırımlarının yapılamaması nedeniyle özellikle elektrik enerjisinde sıkıntılı günler başlamıştır. Büyük sanayi tesisleri bu sorunu kombine çevrim santralleri kurarak aşmaktadır. Aynı uygulamaya konut sektöründe de başlanmalıdır. Şehirleşmenin yoğun olduğu bölgelerde ve uyu kentlerde küçük termik santraller kurularak, hem elektrik üretimi hem de ısınma ihtiyacı aynı kaynaktan sağlanabilir. Bu tür uygulamalar birçok ülkede yapılmaktadır.

KAYNAKLAR

Altaş, M., Fikret, H. ve Çelebi, E. (1994) Enerji İstatistikleri, Türkiye 6. Enerji Kongresi, 17-22 Ekim 1994, İzmir.

Bayram, A. (1990) Yakma Tesislerinin Verimliliği ve Hava Kirliliği, Türkiye 6. Enerji Kongresi, Teknik Oturum Tebliği-4, 22-26 Ekim 1990, Ankara, s. 247-261.

Corinair, (1991) Default Emission Factors Handbook, Citepa-Corinair Inventory, Second edition, France.

EPA (1985) Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Vol. I Stationary Point and Area Sources, Rep AP-42, Fourth Edition, North Carolina, USA.

Görner (1991) Regulation of Combustion Reaction for Control of Air Pollution, Industrial Air Pollution: Assessment and Control, Edited by Aysen Müezzinoğlu, Martin L. Williams, NATO ASI Series.

HKKY (1986) Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, 2 Kasım 1986 tarihli Resmi Gazete, Ankara.

Kural, O. (1991) Linyit ve Kullanım Alanları, Kömür, Editör Orhan Kural, s. 299.

MMO (1996) İzmir Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde 1995-1996 Kış Döneminde yapılan Soba ve Kazan Yakma Sistemlerini İyileştirme Çalışmaları, TMMOB Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.