



TMMOB ÇEVRE MÜHENDİSLERİ ODASI
2 ULUSAL ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ
İstanbul, 4-5 Aralık 1997

TÜRKİYE'NİN DESÜLFÜRİZASYON POLİTİKASI NASIL OLMALIDIR ?

Prof Dr Aysen Müezzinoğlu

Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü. Buca, İzmir

ÖZET; Türkiye yılda yaklaşık 3 Milyon ton SO₂ gazını havaya atmaktadır Bunun yarısından fazlası termik elektrik sektöründen kaynaklanır Geri kalan kısmın önemli bir bölümü sanayi kökenlidir ve küçük-orta ölçekli tesislerindeki enerji tüketiminden ileri gelir Bundan da daha büyük bir bölüm emisyon ise evsel ısınma sektöründeki irili ufaklı yakıcılardan kaynaklanır

Yasalara göre kullanılan yakma teknolojilerine, ölçeklere ve yakıt türüne bağlı olarak 1000, 1700, 2000. ve 400 mg/m³ gibi emisyon konsantrasyonu sınırlaması getirilmekte. ancak, gerçekte bu konsantrasyonlar sırasıyla 5000- 10000, 3600-4500, 2500-4500 mg/m³ gibi değerlere ulaşmaktadır Gerçekleşen bu yüksek seviyeler desülfürizasyon yatırımlarına duyulan büyük ihtiyacı vurgulamaktadır

Özellikle küçük ölçekli tesislere emisyon sınırlaması konulmamasına karşın, yakıt kalitesinin ulusal ölçekte iyileştirilememesi ve iyi yakıt ikamesi programlarında görülen aksamlar karşısında; düşük yatırımlı, işletme maliyeti düşük, işletmesi kolay ve pratik desülfürizasyon teknolojilerinin kullanımının teşvik edilmesi şart gibi görünmektedir Bu bildiriye 1 MW ısı güce sahip ünitelerden başlayarak küçük-orta ölçekli yakma tesislerine uygulanabilecek desülfürizasyon teknikleri kısaca tanıtılarak bunlardan oluşacak bir ulusal strateji planının ilkeleri verilmektedir

ANAHTAR KELİMELELER: Asit yağışı, desülfürizasyon teknolojileri, SO₂ emisyon limitleri, duman gazlarının desülfürizasyonu için stratejik planlama, küçük ve orta ölçekli yakma tesisleri

A DESULFURIZATION POLICY PROPOSAL FOR TURKEY

SUMMARY: Turkey produces approximately 3 Million tons per annum of SO₂ emissions and more than half of it comes from thermal power generation sector Of the rest a good portion is due to industries of small and medium scales and an even bigger portion is due to domestic heating units firing high sulfur fuels In spite of the legal emission limitations of 1000, 1700, 2000, and 400 mg/m³ depending on the combustion technology, size of units of coal and petrol firing systems; actual figures in the emissions are in the order of 5000- 10000, 3600-4500, 2500-4500 in reality These high figures indicate the need for desulfurization plants

Especially small scale units which cannot be easily fired with high quality low sulfur coals on the basis of the lack of local sources of such high quality fuels seriously require low investment, low operating cost, practical desulfurization technological applications This papers collects different technological steps for application at scales beginning with 1 MW heat capacity combustors

KEYWORDS: Acid rain, desulfurization technologies, SO₂ emission limits, strategic planning for desulfurization of flue gases, desulfurization for small and medium scale combustors

GİRİŞ

Kükürt dioksit önem bakımından havayı kirleten gazların en başında yer alır. İnsan sağlığına doğrudan etkileri oldukça yüksek konsantrasyonlarda ve uzun süren maruziyetlerde kendini gösterirse de, havada partikül maddelerle birlikte bulunduğu sinerjistik etki yaptığı bilinir. Bu gazın nem ile birlikte bulunması ve yağışla birlikte yıkanarak (ıslak çökeltme=depozisyon) yere inmesiyle **asit yağışı** meydana gelir. Partikül madde üzerine adsorplanmış olarak çökeltmesi ise kuru çökeltme=depozisyon olarak tanımlanır. Her iki depozisyon tipi havaya ulaşan kükürt oksitlerin azalmasında önem taşıyan fiziksel ve kimyasal mekanizmaların başında yer alır.

Kükürt dioksit suda fazla çözündüğünden yağışla yere inmesi "asit yağışı" olarak tanımlanmıştır. Bu konuda daha etkili olan formu ise havanın oksijeniyle uğradığı oksidasyon (atmosferde fotokimyasal ve katalitik mekanizmalarla hızlanmaktadır) sonunda meydana getirdiği kükürt trioksittir. Bu gazın daha da ciddi olan asidik etkisi ile asit yağışı şiddetlenmektedir. Asit yağışına neden olan başka asidik gaz kirleticiler varsa da, bu olayın en büyük payı emisyon miktarınca en önemli asidik gaz olan kükürt oksitlere aittir. Asit yağışı sonunda toprak niteliklerinin bozulması, tarihi ve kültürel varlıkların yıpranması, ekili veya doğal vejetasyonun, en çok ta orman ve ağaçların zarar görmesi kaçınılmazdır. Belirgin zarar veren minimum asit yağışının kükürt dioksit karşılığının birim yüzey alanına düşen miktarı kritik yük; bu yüke karşılık zarar gören ekosistemin dayanabileceği eşik hava kirliliği seviyesi kritik eşik değer olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizde birçok kent ve kırsal alanda eşik değerleri aşan yüklenmelere rastlanmaktadır. Bu konuda birçok çalışma yapılmış olup, özellikle orman varlığımızın tehdit altında olduğu yöreler, ekotiplere göre değerlendirilmektedir; İ Ü Orman Fakültesinin Muğla'da Marmaris/Dağca/ Bodrum, Çanakkale'de Biga Yarımadası ve özellikle Kaz Dağı, Trakya'da Istranca serisi, Bolu Dağı ve benzeri yörelerde yaptığı asit yağışına bağlı değerlendirmelerde bununla ilgili bulgular yer almaktadır (Örnek olarak Kantarcı, M D, 1994, 1996, 1997).

Yük tespitleriyle ilgili olarak Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinin istediği sınırlar, birçok yöremizde kritik yüklerin aşılarak, çevrede eşik değerleri geride bırakan olumsuz etkiler yaratacak düzeyde yüksek kirlenmelere işaret etmektedir. Örneğin, yasa gereği 300 MW'tan büyük yakma tesislerinden istenen 1000 mg/m³ gibi çok yüksek bir emisyon sınır değeri ile bile, bu büyüklükte bir tesisten yapılan gaz debisinin çok büyük olduğu dikkate alındığında kritik eşik değerinin bazı noktalarda aşıldığı görülmektedir. Kaldı ki, desülfürizasyon uygulamasının pek ender olduğu Türkiye'de termik santraller baca gazlarında 1000 mg/m³ değerine hemen hiç rastlanmaz; çünkü kükürt dioksit konsantrasyonları termik santral baca gazlarında 5000-10,000 mg/m³ civarındadır. Gerek bunların, gerekse benzeri düşünce tarzı ile daha ufak, ama emisyon konsantrasyon limiti daha yüksek olan tesislerin de ilave asit yağışı etkisi yarattığı düşünülmelidir. Aslında Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinde gördüğümüz gibi, yakma tesisinin ölçeği küçüldükçe yakıtla göre emisyon konsantrasyonunun yükselmesine izin vermek, sadece ilgili tesisi bireysel ele alırsak belki savunulabilecek bir düşünce tarzıdır. Giderek daha ufak tesislerin yoğun olarak bitişik nizamda bulunduğu kent ve sanayi yörelerinde bu mantığı savunmak kritik yükler aşıldığı için çoğu kez mümkün değildir.

Yukarıdaki açıklamada belirtildiği gibi, Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği uyarınca izin verilen kükürt dioksit emisyonları, yakma tesisinin büyüklüğüne göre olduğu gibi, kullanılan yakıtın türüne göre de değişiktir. Yaklaşık hesapla yılda 50 tondan az kömür veya bunun yarısı kadar petrol yakılan

yakma birimlerinde. Yönetmeliğin öngördüğü herhangi bir emisyon limitlemesi bulunmamaktadır. O halde bunun karşılığı iyi yakıt veya ucuz baca gazı desulfürizasyonu olmalıdır. Oysa ufak ölçekli tesislere uygulanan emisyon sınırlarını sağlamayı öngören bir strateji uygulamanın, bugün bilinen yakıt ikamesi yöntemiyle kent ve aile bütçelerine maloluşu karşılanabilir bir yük olmayacaktır. Ayrıca ulusal ölçekte de bu kadar çok miktarda iyi yakıtı nereden bulacağımız sorusu ortaya çıkar ki, bu soruya olumlu yanıt vermek zordur. İthal temiz yakıt yönteminin birçok sosyal ve siyasal sorunu da beraberinde getirdiği belirlenmiştir.

Bu konuda, yaygın olarak kentlerde ve yoğun sanayi alanlarında kullanılan yakıtın niteliğinin ayarlanması Valiliklerin inisiyatifine ve buralarda hazırlanacak Temiz Hava Planlarının öngöreceği teknik önlemlere bırakılmaktadır. Oysa Yönetmeliğin yürürlükte olduğu son 11 yıl boyunca hiçbir kentte **Temiz Hava Planı** hazırlanmış değildir. İllerde Mahalli Çevre Kurulları bazı yakıtları yasaklamakta, bazı öngörülerde bulunmakta ise de, bunlar daha çok el yordamı ile bulunan önlem denemeleri gibidir.

Diğer taraftan bugün bilinen insan ve ekosistem sağlığına olan etkiler yönünden bakılırsa dış hava kalitesi (emisyon) sınırları ve hedef değerlerimiz **son derece çağ dışı** kalmış bulunmaktadır. Günümüzde Dünya Sağlık Örgütü'nün tüm uluslara tavsiye ettiği değerler 11 yıl önce konulmuş olan bizim sınırlarımızla kıyas kabul etmez ölçüde farklılaşmış bulunmaktadır. Bu sınırları acilen güncelleştirmeli, kentlerde ve kıymetli orman/doğal koruma alanlarında çok daha sıkı sınırlar koymalı, kritik eşik değerlerine özen göstererek Yönetmeliğimizi hemen bir revizyona tabi tutmalıyız. Buna paralel olarak ta çok küçük-küçük-orta boy kirletici kaynaklarda ya daha iyi yakıt (ulusal boyutta yerli kaynaklardan istenen miktarda temini imkansız) veya alternatif olarak ucuz malolan atıkgaz desulfürizasyonu teknolojileri geliştirmeliyiz. Özellikle bu ikinci seçenek bu bildirinin özünü teşkil etmektedir; küçük ölçekte maliyeti düşük, işletmesi kolay ve özkaynaklarımıza dayalı desulfürizasyon yöntemlerinin inovasyonlarla geliştirilip uygulanmasını öngören bu stratejinin esasları aşağıdadır.

KÜKÜRT DİOKSİTİN KAYNAKLARI

Fosil yakıt olarak bilinen kömür, petrol ve doğal gaz gibi yakıtlarda, kökenine bağlı olarak az veya çok miktarda kükürt bulunur. Bu kükürt, yakıtların geçmiş çağlarda yaşamış organizmalardan oluşmuş (yani fosil) nitelikli olması dolayısıyla, amino asitlerden kaynaklanarak organik yapıdan kalmış olabilir (organik kükürt); veya yeraltında beklerken bünyelerine kükürtlü minerallerin karışmasıyla ortaya çıkmış olabilir. Buna göre kömürdeki kükürdün büyük bir bölümü, petrol ve gazdaki kükürtün ise hemen tamamı yanma sürecinde oksitlenerek kükürt oksitler dediğimiz sakıncalı hava kirleticiye dönüşür. Bu kirletici gaz büyük kısmı kükürt dioksit, az bir bölümü de kükürt trioksit molekülleri olmak üzere havaya atılır ve SO_x ile sembolize edilir. Kükürtlü gazlar havada hem doğrudan malzeme üzerine, hem ekolojik dengeye hem de bitki hayvan ve insanların solunum sistemine etki yapar. Nişpeten daha yeni farkedilen bir sakıncası ise asit nitelikli bu gazların atmosferdeki hidrolojik çevrime girerek asit yağışı yaratmasıdır. Bu yolla ekolojik ve ekonomik zararlar doğmaktadır.

Türkiye Avrupa'nın en çok kükürt oksit üreten üç ülkesinden birisidir. Avrupa'da olsun Türkiye'de olsun kükürt oksit emisyonlarının yaklaşık yarısı termik elektrik santrallerinden gelir. 'Enerji sıkıntımız var', 'kişi başına elektrik üretimimiz Avrupa'nın en düşük değerinde bunu artıralım', en

sonunda da 'elektrirğin yetmediğinden yakınan herkes kendi elektrirğini kendi üretsin' politikalarını güden ülkemizin kükürt oksitler bakımından Avrupa'daki bu skoru ilginçtir Türkiye termik santrallarına kuracağı desülfürizasyon yatırımları konusunda bu güne kadar olduğu gibi yavaş ve isteksiz davranmayı sürdürürse 2005 yılında toplam 4 milyon ton/yıl kükürtlü gazı havaya boşaltan bir ülke olacaktır Bu haliyle de Avrupa'da halen üçüncülüğümüz garantili ise de halen önümüzde bulunan diğer iki ülkenin, Almanya (Doğu dahil) ve Polonya'nın halen hızla tedbir almakta olduklarını bildiğimize göre muhtemelen Avrupa'nın en çok kükürt oksit yayan ülkesi biz olacağız

Türkiye'nin baca gazı desülfürizasyonu (kükürt giderme) konusundaki isteksizliği konunun termik elektrik sektöründe son 10-15 yıl boyunca ısrarla zor ve pahalı olarak tanıtılmış olmasıyla ilgilendirilebilir 1980'lerde teknolojik sorunlarını çözen 1990 larda ise aşırı sermaye talep sorunlarını yenerek ekonomik hale gelebilmiş olan baca gazı desülfürizasyonu konusu ülkemizde hala iyi bilinmemektedir Gökova santrali ile ilgili kararlar alınırken 1980'lerin ilk yarısında 'yeni santrallar baca gazı desülfürizasyon tesisleri de birlikte düşünölmeli' şeklindeki uyarılarımız, hep bu 'pahalı ve fizibl olmayan tesisler gerektiriyor' düşüncesiyle gündem dışı tutulmuştur

Bu metin bu eksik ve hatalı bilgileri tamamlayıp yanlış anlamayı ortadan kaldırmak üzere kaleme alınmıştır Hedefi kısaca da olsa teknik kadrolara desülfürizasyon konusunda temel bazı bilgileri ve çağdaş teknolojik gelişmeleri aktarabilmektir Bunu yaparken, güncel fiyat ve fizibilite esasları da ortaya koymaya çalışılmıştır Bu yapılırken ülkemizde mühendislik eğitiminde (çevre ve kimya mühendisliği dahil) bu konunun yeterince işlenmediğini bilerek, eğitimin üniversite sonrasında tamamlanmasına hizmet eden meslek odaları yayın organlarıncı yayınlanması hedef alınmaktadır

DESÜLFÜRİZASYON TEKNİKLERİ

Desülfürizasyon, ister yakıtta, ister yanma sonrası oluşan gazlar içerisinde bulunan kükürtlü bileşiklerin ayıklanarak ayrılması demektir Yakıtın kükürt gideren yakıt hazırlama teknikleri piritik veya sülfat şeklinde mineralize kükürdü ortadan kaldıran kömür yıkama ve temizleme teknikleridir Aslında bunlara 'yakıt desülfürizasyonu' yöntemi demek daha doğru olur Ancak gerek kömürde, gerekse petrolde bol bulunan organik nitelikli kükürt içeriğini ayıklayıp ayırmak çok pahalı yatırım gerektiren zor işlemlerdir Bu yüzden, yakıtı yakıttan sonra atıkgazları havaya bırakmadan önce içindeki kükürtlü gazları tutarak ayıran baca gazı desülfürizasyonu teknikleri geliştirilmiştir Bunların yatırım giderleri sadece belli bir yakma tesisi büyüklüğünün üstünde desülfürizasyonu fizibl kıldığı sanılır Ancak son yıllarda bir yandan rafinerilerin fuel oil desülfürizasyonu yatırımı yapmakta çekimser davranmaya başlamaları ile yakıt kalitelerine göre yakıt fiyatlarının farkları büyümekte, diğer yandan daha basit tekniklerle giderek daha küçük ölçekte ve daha ucuzca malolan desülfürizasyon tesisleri yapılmakta olduğundan, baca gazı desülfürizasyonu konusunun fizibilitesi farklı bir yaklaşımla gündeme gelmiş bulunmaktadır

Baca gazı desülfürizasyonunda kullanılan maddeler sodyum, magnezyum, kalsiyum esaslı olabilmektedir Kullanılış şekline göre sistemler sulu çözeltide, yarı- kuru, veya tam kuru sistemler olarak ayrınılanırlar Bu sistemlerin seçiminde tesis büyüklüğü, verim talebi, elde edilecek katı veya çamur şeklindeki atığın ekonomik kullanılabilirliği, yapılacak yatırımın faizli kredi maliyetleri, ülkenin doğal kaynaklarının durumu ve yakma sisteminin tipi önemlidir Günümüzde desülfürizasyonun teknolojik gelişim çizgisi, çok büyük sistemlerin ıslak kireçtaşı yıkaması- çok küçük tesislerin kuru akışkan yataklı sorpsiyon sistemleri olarak gelişmesini sağlamıştır Ancak ıslak tesisler kesinlikle belli

bir kapasitenin altında yapılamazken, tam kuru sistemler 1996 sonu itibariyle giderek 300 MWe büyüklükte uygulamalara ulaşmıştır

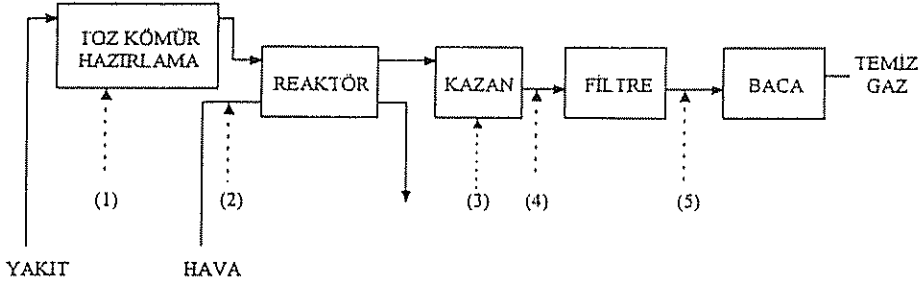
Halen bulunulan teknolojik noktada 5000 Nm³/saat¹ atıkgaz (yaklaşık 350-400 kg/saat petrol yakılması veya 4 milyon Kcal/saat) kapasite civarında yakma ünitelerinde rastlanan yaklaşık 3500-5500 mg/Nm³ ve hatta daha yüksek kükürt oksit seviyeleri, yasalarımızın fuel oil için öngördüğü 1700 mg/Nm³ seviyesinin altına kolayca indirilmektedir. Burada öngörülen % 65-70'lik verimin üstündeki % 75-85'lik gidermeye gerçekten az bir yatırımla kolayca ulaşılmaktadır. Ayrıca, ciddi bir tesiste %90-98 arası verimlerle çok daha düşük çıkış konsantrasyonları garanti edilebilmektedir. Bu da emisyon standardının yakın gelecekte 1700'den daha da düşürülmesinin beklendiği günümüz için daha emniyetli bir teknoloji oluşturur. Bu büyüklükte bir yatırım günümüzde sadece iki-üç milyon Alman Markına malolur. Bu yatırımın yıllık amortisman giderleri ile tesisin tükettiği elektrik, işçilik, kimyasallar, bakım, faiz ve maktu giderler toplandığında, yakıt fiyat farklarının getirdiği yıllık avantaj yanında önemsiz kalmaktadır. Bu hesaplar 1-2 yılda tesisin yatırım ve işletme giderleri toplamının yakıt fiyat farkları dolayısıyla geri ödendiğini göstermektedir. Tesis büyüdükçe fizibilitenin arttığı da bilinmektedir. Daha basit (%75-85 giderme verimli) teknikler daha az yatırım gerektirdiğinden, yatırımın geri ödeme süresi 8 aya kadar düşebilmektedir.

Desülfürizasyonun bir başka uygulaması ise yanma işlemi sırasında görülür. Bu sırada yakıtı ekleme, yanma havasına ekleme, yanma odasına ekleme, yanma odası çıkışında sıcak gaza ekleme, baca bağlantısı öncesinde gaza ekleme yapmak suretiyle kalsiyum ve magnezyum bileşiklerini kullandığında kükürt giderimi sağlanmaktadır (Şekil 1) (Baumbach, 1996). Bazı durumlarda seçilen yakma sisteminin özellikleri gereği kısmen kendiliğinden desülfürizasyon da sağlanır; akışkan yataklı kömür yakma sistemlerinde kül bünyesindeki kirecin aktifleşerek desülfürizasyonu sağlaması gibi. Bazı durumlarda ise kükürt ve kalsiyum oranlarını iyi ayarlamak için kısmi eklemeler de yapılarak akışkan yataklı sistemlerde başarılı desülfürizasyon uygulamaları elde edilmektedir (Müezzinoğlu, Bayram, Odabaşı, 1995).

Şekil 1'de 4 ve 5 numaralarda verilen seçenekler baca ve baca bağlantı kanallarında gazı çığlenme noktasına kadar soğutup, kireç veya benzeri alkaliler eklemek suretiyle yapılan desülfürizasyon örnekleri de çok yaygındır. Bu alanda dünyada özellikle son on yılda önemli gelişmeler elde edilmiştir. Günümüzde maliyeti düşüren, verimi yükselten, giderek daha büyük tesislere daha küçük boyutta üniteler ekleyerek elde edilen kuru veya yarı kuru desülfürizasyon teknikleri geliştirilmekte, dünyada bu konuda kıyasıya bir araştırma-geliştirme rekabeti yaşanmaktadır. Özellikle son ürünleri bertaraf etmek ile yeniden ekonomiye kazandırma arasında görülen geliştirme yönünden rekabet had safhadadır ve birçok teknoloji bu anlamda yepyeni sanayi ürünleri gelişmesine olanak vermektedir.

Uygulama alanında desülfürizasyon sistem seçiminde yapılacak değerlendirmeler ve bilgi birikimi, geleceğin hantal ve pahalı desülfürizasyon tesislerini ortadan kaldıracığı gibi, çok daha ucuza malolacak iyi verime sahip desülfürizasyon tesisinin ülkemize girmesine yardımcı olacaktır. Örneğin, toplam kükürt dioksit emisyonlarımızın yarısından fazlasını yapan büyük termik santrallerimize yapılmakta olan desülfürizasyon teknolojisi seçiminde son gelişmeleri de izleyerek

¹) Burada N harfi normal metre küp ifadesini göstermek içindir. Gazların 'normal' koşullar olan 1013 mbar basınç ve 273 ° K sıcaklıktaki hacminin kullanıldığını gösterir.



		EKLENEN MADDE
(1)	Yakıtta ekleme	$\text{Ca(OH)}_2 \cdot (\text{CaCO}_3)$
(2)	Yanma havasına ekleme	$\text{Ca(OH)}_2 \cdot (\text{CaCO}_3)$
(3)	Yüksek sıcaklıkta ekleme (rejeneratif değil)	$\text{Ca(OH)}_2 \cdot (\text{CaCO}_3)$
(4)	Düşük sıcaklıkta ekleme (rejeneratif)	$\text{Ca(OH)}_2 \cdot (\text{CaCO}_3)$
(5)	Düşük sıcaklıkta aktif karbon adsorpsiyonu	Ca(OH)_2

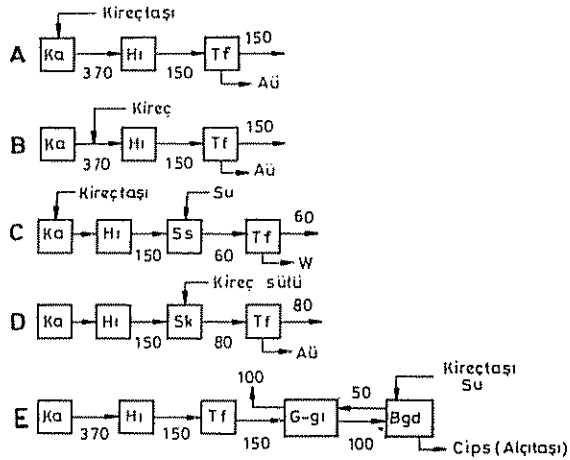
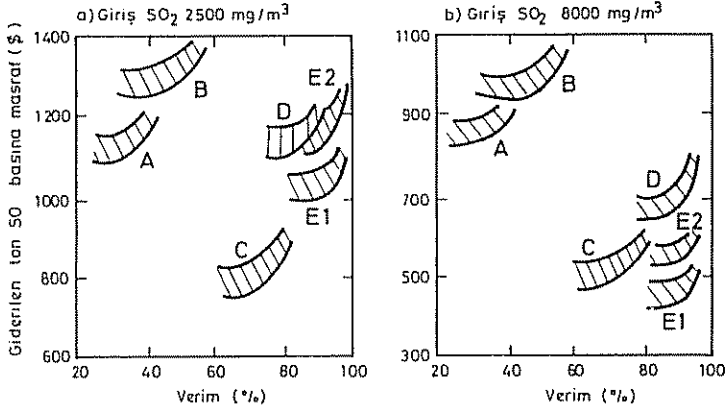
Şekil 1 Yakma tesislerinde desülfürizasyon amacıyla eklenen reaktiflerin ekleme yerlerine göre kullanılan maddeler ve değişik teknolojik seçenekler (Baumbach, 1996)

bilgili hareket etmek gerekir. Örnek olarak, kireçtaşı yıkaması yerine oldukça yeni gelişmelerden birisi olan magnezyum oksit eklemeli kireçtaşı yıkaması tercih edilirse daha küçük üniteler kurulacak, daha az yatırımla daha güvenilir sonuç almak mümkün olabilecektir. Ne var ki, ülkemizde bu konuda yapılan teknoloji seçimlerinin neye dayandırıldığı açıklanmadığından gerekçeli teknoloji seçim yöntemini de öğrenmek mümkün olamamaktadır. Oysa bunlara harcanan paraları ülkemiz bütçesini sarsacak büyüklüklerde, ayrıca tesislerin gelecekteki çalışma başarıları da konunun geleceği bakımından aynı önemdedir.

Bu seçenekler, maliyetlerde de benzeri bir sıralanmaya tabidir; ilk yatırımı ve işletme giderleri açısından en ucuz önlemlerden pahalı olanlara doğru. Aşağıda Şekil 2'deki literatür bilgilerine göre maliyet-verimlilik eğrilerini gözönüne alarak oldukça ucuza malolan, basit ve ucuz işletebileceğimiz sistemlerin mevcut bulunduğu görülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada en çok üzerinde durulan desülfürizasyon teknolojisi türü orta ve küçük merkezi ısıtma ve sanayi kazanı tesislerine uygulanabilen teknolojileridir. Bu tesislerin yıllık kükürt dioksit emisyon miktarımızın üçte birine yolaçtığı bilindiğinden (Ekinci, Tırs, Türe, 1997) verilmesi gereken önem de benzeri orandadır. Yoğun yerleşim alanlarında yaygın kullanılan bu kazan sistemleri, sağlık ve ekolojik dengeye etkileri çok daha görülebilir ölçüde olmaktadır.



Şekil 2: Değişik Baca Gazı Desülfürizasyon yöntemlerinin verim-masraf aralıkları

(Altta A-E arası yöntemlerin ana üniteleri ve çıkış gaz sıcaklıkları verilmektedir: (Ka)kazan. (Hi)Hava ısıtıcısı. (Tf)Toz filtresi, (G-gı) Gaz-gaz ısıtıcısı, (Kc) Desülfürizasyon cihazı, (Ss) Sprey soğutucu, (Sk) Sprey kurutucu. (Aü) Atık ürün. (BGD) Baca Gazı Desülfürizasyonu) (Aldo. J. 1994)

Avrupa'da 1980'lerde uygulanmaya başlanan ve kükürt oksit emisyonlarının ülkelerin genelinde sırasıyla önce %30 ve daha sonra 1990'larda %70; büyük kaynaklarda başlangıçta %90 ve son yıllarda % 95'ten yukarı oranlarda azaltılmasını öngören stratejileri acilen hedef almak zorundayız Bunun öncelikle doğal zenginliklerimizi ve insanların sağlığı, mutluluğu ve refahını korumak için seçilmiş bir hedef olduğunu anlamak zorundayız Bu genel stratejiye ek olarak elbette yerel taleplere göre %98 veya hiç kirlenmemek üzere azaltım teknikleri ya da kaynak iptali (yani tesis kapama yöntemi) düşünülebilir Ancak ana yaklaşım küçük-ortaboy ısı tesislerinde uygulanacak baca gazı

desülfürizasyon teknolojilerinin inno ve edilmesi olmalıdır. Bu talep, enerji kullanım yoğunluğu tasarruf yöntemleri ile azaltılmış, nüfus bakımından bizim kentlerimizden farklı gelişim trendi gösteren, endüstriyel yaklaşımları kökten bizden farklı olan ve en önemlisi ekonomileri temiz ithal yakıtları kullanmaya elverişli Avrupa ülkelerinden farklı stratejiler gerektiği için ortaya çıkmaktadır. Nitekim, benzer şekilde Orta ve Doğu Avrupa'da ve ABD'de de farklı desülfürizasyon stratejileri uygulanmaktadır.

Ulusal olanak ve kaynakları gözönüne alarak acilen geliştirmemiz gereken desülfürizasyon stratejisinin uygulanmasında sırasıyla şu teknikler kombinasyon halinde ele alınmalıdır:

- ev kazanları ve sobalara yakıtla karışım halinde veya yanma odasına püskürtme yoluyla kireç eklemeye (ortalama verimlilik %30-33)
- alkali tozu eklemeli ve su soğutmalı kuru baca gazı desülfürizasyonu (ortalama verimlilik daha basit tekniklerle %68-72, daha maliyetli ancak bir kademe yukarıda teknolojik uyarlamalarla %85-90)
- termik santral veya büyük sanayiler için klasik kireçtaşı bulamacı eklemeli ıslak baca gazı desülfürizasyonu (%95),
- çok büyük kaynaklar için magnezyum oksit eklemeli kireçtaşı yıkaması (%98)

Yukarıda bahsi geçen teknolojik olanakların ilki tam kuru, ikincisi yarı-kuru, üçüncü ve dördüncüsü ise daha çok termik santral ölçeğinde kullanılan ıslak teknolojilere karşı gelmektedir.

KAYNAKLAR

Ando, J (1994) SO₂ and NO_x Abatement: Energy Economics and Influences on Greenhouse Gases and Acid Rain in The Chemistry of the Atmosphere: Its Impact on Global Change, Calvert, J G (ed) IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) Blackwell Scientific Publications London, Boston, Berlin, Vienna

Baumbach, G (1996) Air Quality Control, 490 p Springer Verlag, Heidelberg, pp 417, 422

Ekinci, E, Tırıs, M, Türe, İ E (1997) Enerji Sektöründen Kaynaklanan Hava Kirliliği, Ulusal Çevre Eylem Planı, DPT, 87 sayfa, Ankara

Kantarıcı, M D (1994, 1996, 1997), Gökova Çevre Sorunları Semp DEÜ Yayını, Çanakkale İli Çevre Sorunları Semp DEÜ Yayını (baskıda), Air Quality Management Int Semp Tuncap ve İTÜ yayını, Env Research Forum, Eds İncecik, Ekinci, Yardım, Bayram, Vol7-8, Trans Tech Publ Zürih, İsviçre

Müezzinoğlu, A, Bayram, A, Odabaşı, M (1995) Success of Lime Additives for Controlling SO₂ Releases from Fluidized Bed Combustion Units, 10th World Clean Air Congress Vol1: Emissions and Control, No 042, IUAPPA, Espoo, Finland, 28 05-02 06 1995