

*Türkiye 14 Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 02-04 Haziran 2004 Zonguldak, Türkiye
Proceedings of the 14th Turkey Coal Congress, June 02-04, 2004, Zonguldak, Turkey*

KÖMÜR SOBASI ZEHİRLENMELERİ ve ÖNLEMLER

COAL STOVE POISONING AND PRECAUTIONS TO BE TAKEN

Ali Osman YILMAZ, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Muh Fak, 61080 Trabzon*
İbrahim ALP, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Muh Fak, 61080 Trabzon*
İbrahim ÇAVUŞOĞLU, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Muh Fak, 61080 Trabzon*

ÖZET

Kömür sobasından kaynaklanan karbonmonoksit zehirlenmesi ülkemizin kanayan yarasıdır. Her yıl özellikle kış aylarında ısınmak amacıyla yakılan kömür sobaları bir çok vatandaşımızın ölümüne neden olmaktadır. Ülkemizde kış sezonu boyunca ısıtmada kullanılan araçların %85,9'unu sobalar oluşturmaktadır. Bu sobaların %76.4'ünde ise kömür kullanılmaktadır. Bu yoğun kullanım beraberinde, soba-karbonmonoksit, CO-zehirlenmelerini getirmekte, her yıl özellikle büyük kentlerimizde gündemdeki yerini korumaktadır. Bu bildiride ilk olarak yanma tekniği ve soba tasarımı kısaca gözden geçirilmiş, soba zehirlenmesinin insan sağlığı üzerine etkileri ve alınması gereken önlemler belirli bir ayrıntı ile ele alınarak incelenmiştir.

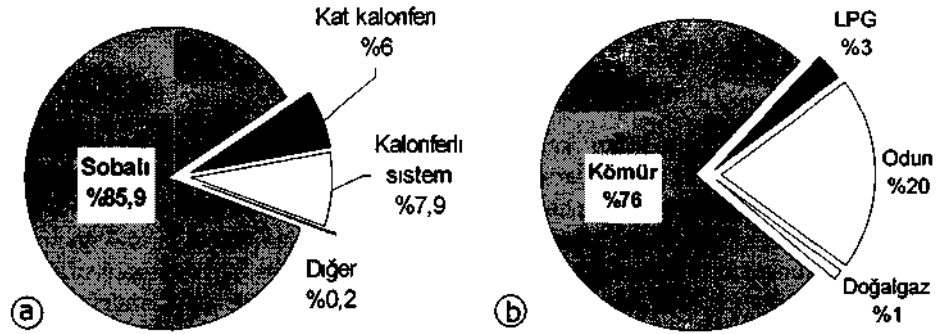
ABSTRACT

Carbon-monoxide poisoning caused by coal stove is a serious source of pain in our country. Every year coal stoves, which are used for heating purposes especially in winter has caused deaths of many Turkey citizens. These coal stoves make up the 85,9% of the heating means used in our country. Coal is used in %76.4 of the stoves. As a result of the intensive use of coal stoves bring about CO-poisoning and these cases maintain their place in the agenda of big cities. In this study, firstly combustion technique and stove design are reviewed shortly and then effects of stove- poisoning on human health and the precautions that should be taken against this threat are analyzed.

1.GİRİŞ

Ülkemizde konutlara yönelik yapılan bir araştırmada ısınma ve yakıt ile ilgili şu sonuçlar elde edilmiştir (<http://www.die.gov.tr>).

- Ülkemizde 11 549 759 adet konut mevcut olup, bunların %54.7' si müstakil ev ve %45.3'ü apartman dairesidir.
- Bu konutların ısıtılmasında % 85,9'unda soba (~ 9 920.000 adet), % 7,9'unda kalorifer (-912.000 adet) ve % 6'sında da kat kaloriferi (-692.000 adet) kullanılmaktadır (Şekil 1)
- Soba ile ısıtılan konutlarda %76.4'ü Kömür (taşkömürü, linyit, kok, ithal kömür), %19.5'i Odun, %2.8'i LPG, %1.0'u Doğalgaz, %0.3'ü diğer (kabuk, çekirdek, mazot vb.) yakıt cinsleri tüketilmektedir (Şekil 1).
- Konutlarda ikamet eden kişi sayısına göre; %3.5'inde 1 kişi, %13.4'ünde 2 kişi, %18.1'inde 3 kişi, %26,5'inde 4 kişi, %18.3'sinde 5 kişi, %10.4'ünde 6 kişi, %4.3'ünde 7 kişi, %2.6'sında 8 kişi, %2.9'unda ise 9 ve daha fazla (9+) kişi ikamet etmektedir.



Şekil 1. Ülkemizde konutların ısıtma sistemlerine göre (a) ve soba ile ısıtılan konutların yakıt cinsine göre dağılımı (b)

Araştırma yakından incelenirse iki husus ön plana çıkmaktadır: Ülkemizdeki konutların % 86 gibi ağırlıklı oranı soba ile ısıtılmakta ve bu konutların da % 76'sında kömür kullanılmaktadır. Diğer husus ise konutların % 65'inde 4 ve üzeri kişi yaşamaktadır. Konutların ısınmasında ağırlıklı soba ve buna bağlı kömür kullanılması kömür zehirlenmelerini de beraberinde getirmekte, evlerin kalabalık olması yanında yapı kalitelerinin özellikle gecekondu bölgelerinde son derece düşük olması sorunun boyutunu daha da arttırmaktadır. Bu bildiride ilk olarak yanma tekniği ve soba tasarımı kısaca gözden geçirilmiş, soba zehirlenmesinin insan sağlığı üzerine etkileri ve alınması gereken önlemler belirli bir ayrıntı ile ele alınarak incelenmiştir.

2. YANMA -SOBA TASARIMI VE YAKMA TEKNİĞİNE KISA BAKIŞ

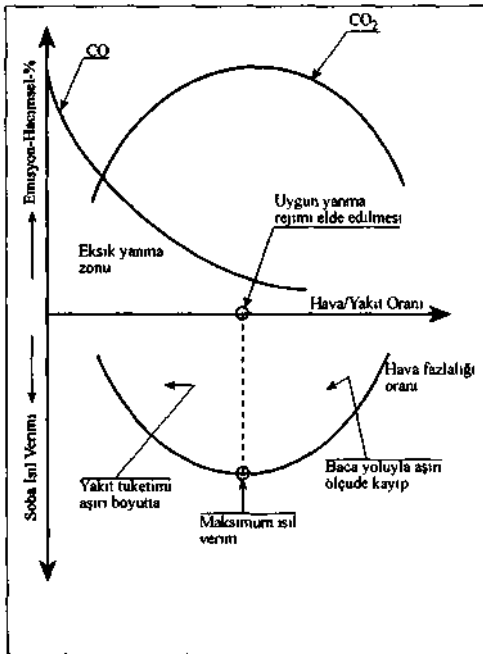
2.1 Genel

Yanma olayı, yakıtın (kömür) yapısındaki yanabilir elemanların (karbon, hidrojen, kükürt) havanın oksijeni ile kimyasal olarak tepkimesidir. Daha açık bir deyişle, yanma olayı bir oksitlenme olayı olup, tutuşma sıcaklığına getirilen kömürün çeşitli fiziko-

kimyasal aşamalardan geçerek ortama ısı vermesidir. Kömürün yanması yakından incelendiğinde şu aşamalar söz konusudur (Durmaz, 1998; Arıoğlu vd, 1998'den):

- Kömür yapısındaki nemi, kabaca 100 °C'da, bırakır.
- (100 °C - 260 °C): Kuruma ile yanmanın başlama (tutuşma) aşaması arasında verilen hava miktarı eksik ise, yanma olayı "eksik" oluşur ve bu aşamada karbonmonoksit (CO), yanmamış hidrokarbonlar (C_nH_m) ve partikül biçiminde (is, kurum, uçucu kok) açığa çıkar. Eğer hava/yakıt oranı "optimal değer" ve yanma cihazında (soba, kazan) oluşturulan sıcaklık kömürün tutuşma sıcaklığının üzerinde ise eksik yanma olmayacak, karbonmonoksit (CO) yerine karbondioksit (CO₂) oluşacaktır. Yanıcı uçucu madde içeriği yüksek kömürler örneğin linyit daha düşük sıcaklıkta tutuşabilmektedir. Ayrıca tutuşma sıcaklığını denetleyen diğer bir faktör de kullanılan kömürün dane boyutu olup, dane boyutu arttıkça tutuşma sıcaklığı da artmaktadır.
- Sıcaklığın 260 °C üzerine çıkması aşamasında, yanıcı karışım, belli bir yanma hızı ile belli bir yanma süresinde, yanma olayını tamamlar.

Şekil 2'de ise tam ve eksik yanma olayları CO, CO₂ emisyon miktarı ve hava/yakıt oranı -hava fazlalık katsayısı- ve soba verimi arasındaki genel değişimler yardımıyla açıklanmaya çalışılmıştır, (Ekinci, Atakül, 1994; Arıoğlu, 1994-1995; Arıoğlu vd, 1998'den). Şekil 2 yakından incelendiğinde şu pratik sonuçlar ön plana çıkmaktadır:



PRATİK BİLGİ:

- Eksik yanmada alevin rengi koyu ve uçları ıslıdır. Bacada aşırı ölçüde is ve kurum birikir. (Bu durum yeterli baca çekişinin oluşmasını olumsuz şekilde etkiler).
- Fazla hava ile yanmada alev renkli ve parlaktır. Baca gazlarının miktarı artar. Fazla hava sobayı soğutacağından ısı verim düşük olur.

Hava/yakıt(kömür) oranının bir optimal değeri vardır. Bu oranda "tam yanma"nın ölçütü olan CO₂ emisyonu maksimum değerdedir. Aynı zamanda sobanın ısı verimi de maksimumdur. Daha açık bir deyişle, yanmanın optimal koşullarda sağlanması durumunda, ısı ekonomisi yönünden maksimum fayda temin edilmektedir. Bu rejimde kullanılacak yakıt (kömür) miktarı daha az olacağından "çevre kirliliği" de önemli ölçüde azalacaktır.

- Soba ısı verimleri % 30 - % 50
- Olması gereken soba ısı verimi % 70 - % 85
- En genel anlamda, optimal hava/yakıt oranı = / (kömürün kimyasal bileşimi-turu-yükleme şekli yanma odasının tasarımı, baca tasarımı, yanmayı denetleyen kısımın birikimi, vb) şeklinde ifade edilebilir. Yanmada oluşacak CO₂ - hacimsel- %' ısı % 9 5-15 aralığında değişir.
- Optimal hava/yakıt oranının altında, rejim "eksik yanma" olup yanıcı gazların büyük kısmı yanmadan bacadan atıldığından soba ısı verimi düşük olup, kömür tüketimi de gereksiz şekilde yüksektir. Yanma eksik olduğundan CO - hacimsel- yüzdesi yüksektir. Baca çekişinin yetersiz olduğu durumlarda, bu rejimde yanma CO zehirlenmelerinin temel nedenlerinden birini oluşturur. Eğer "hava/yakıt" oranı optimal değer üzerinde ise yine sobanın ısı verimi - fazla hava gereksiz yere ısıtacağından (baca kaybı yüksek)- düşüktür. İdeal "hava/kömür" oranı (1,25-1,5) aralığında değişir.

Şekil 2. CO/CO₂ emisyonları-hava/yakıt oranı-soba ısı verimi arasındaki ilişki

2.2 Soba Türleri ve Tasarımı

Ülkemizde yaygın olarak iki tür soba kullanılmaktadır:

- Tuğla astarlı geleneksel soba türü
- Kovalı soba

Bu sobalara ait tipik enkesitler ve kullanımına ilişkin bilgiler Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterilmiştir. İyi bir sobanın yerine getirmesi gereken hususlar şunlardır (Göktuna, 1989; Arıoğlu vd, 1998'den; Makine Müh Odası; 1990; Kemal, 1994):

- **Soba yakıtı tam olarak yakabilmelidir:** iyi yanma için optimal "hava/yakıt" oranının yanma hücrelerinde (ocak) sağlanmış olması gerekmektedir. Yanma için gerekli hava iki şekilde (primer hava, sekonder hava) temin edilmektedir. Primer hava ızgara altından kontrollü olarak verilir. Ocağa giren bu hava ne yanma hücrelerini soğutacak kadar fazla ne de optimal hava miktarının altında olmalıdır. Tutuşan kömürden çıkan uçucu gazların sürekli bir şekilde yanmasını temin etmek bakımından ocağa üstten (sekonder) hava verilir. Özellikle ülkemizdeki kömürlerin (linyit) büyük bölümünün uçucu madde içeriğinin yüksek olduğu dikkate alınrsa, ikincil havanın taşıdığı önem daha net biçimde belirginleşecektir. Bu havanın gazların çıktığı kor katmanının hemen üzerinde sıcak olarak sağlanması en ideal şeklidir.
- **Üretilen ısınn büyük bölümü dış ortama iletilmelidir:** Verimli yanmanın sağlanması bakımından üretilen ısı dış ortama en az ısı kaybı (baca kaybı) ile verilmelidir. Yeterli bir baca çekişinin olması önemlidir. Sobanın ısı verimi baca gazlarının sıcaklığı ile yakından ilintilidir. En genel anlamı ile sobanın ısı verimi "n.";

$$\eta = 1 - \sum \text{kayıplar}$$

S Kayıplar = Yanmamış katı maddeler (ızgara kaybı)+uçucu -yanıcı- gazların tam yanmaması (eksik yanma) + radyasyon kaybı (azdır) +baca kaybı

Baca kaybı, $\eta_b = \frac{t_{bg} - t_h}{CO_2} \times f, (\%)$ (Dağsöz, 1993; Arıoğlu vd, 1998'den)

$$\eta = 0.93 - \eta_b$$

Burada:

t_{bg} = Baca gazının sıcaklığı, °C

t_h = Dış hava sıcaklığı, °C

CO_2 = Baca gazlarının karbondioksit tenörü-içeriği-, %

f = Yakıt türüne bağlı katsayı. Kömürlerde / =0.65-0.75 alınabilir

Görüldüğü gibi azalan sıcaklık farkı " $t_{bg} - t_h$," ve artan " CO_2 " yüzdesiyle baca kaybı azalmaktadır. Buna bağlı olarak da sobanın ısı verimi "n" artmaktadır.

Pratikte kömürün cinsine göre baca gazı içindeki CO_2 içeriği %10-15 arasında değişir. %10'un altında bulunan CO_2 içeriği -hacimsel- yanmanın "iyi" olmadığını işaret eder. Diğer bir deyişle < %10 CO_2 içeriğinde yanmanın eksik, sobanın ısı veriminin optimal değerinin çok altında olduğunu gösterir (Aybers, 1978; Arıoğlu vd, 1998'den).

Baca gazlarının sıcaklığının soba içinde düşürülmesi by-pass sistemiyle gerçekleştirilir; yanma hücresinden ayrılan sıcak gazlar, gaz çıkış borusunda bulunan baca gazı kelebeği yardımı ile yanma hücresi boyunca bir U dönüşü yaptırıldıktan sonra bacaya verilmektedir. Uygulamada soba boru uzunluğunu arttırmak yolu ile de baca gazlarının sıcaklığı azaltılmaktadır. **Bu şekil uygulamanın baca çekişini azaltacağı, daima akılda tutulmalıdır. En uygun yol soba tasarımının "U dönüşü"nü içermesidir.** Baca gazlarının çıkış sıcaklığı "yoğuşma sıcaklığı"nın altına düşmemesi gerekir. Aksi takdirde, baca içinde yoğuşma nedeniyle "su" oluşur. Bu su zamanla bacanın iç kesitinde dökülmelere - çatlakların oluşumuna yol açar. Hava fazlalık katsayısına ve yakıt türüne göre "yoğuşma sıcaklığı" değişir. Örneğin fazlalık katsayısı 1.4 ve linyit için kritik yoğuşma sıcaklığı 60 °C mertebesinde. Bu değer altında "yoğuşma" oluşur (Isısan, 1993; Arioğlud, 1998'den).

- **Soba sızdırmaz olmalıdır:** Sızdırmazlık iki yönden önemlidir: Yanma ürünlerinin "baca geri tepmesi" nedeniyle dış ortama çıkması ve içinde bulunan karbon monoksit "CO" içeriği nedeniyle canlı varlıkların yaşamlarını tehdit etmesi. Ayrıca, sızdırma nedeniyle iletim, taşınım ve ışınım yoluyla ısı kaybı söz konusudur. Bu nedenlerle, soba kesinkes "sızdırmaz" olmalıdır.

Soba tasarımına ilişkin hesaplamalar toplu halde Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Soba Tasarımının Temel Büyüklüklerinin Belirlenmesi (Arioğlud,1998'den)

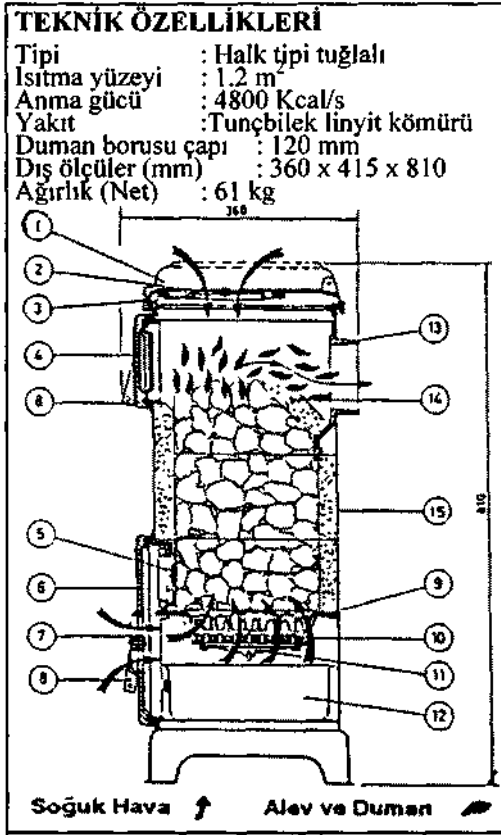
| | | |
|---------------------|--|---|
| Kömür tüketimi | $M_k = \frac{Q_{isi}}{\eta Q_k}, \text{kg/saat}$ | Q_{isi} = Isıtılan mekanın ısı kaybı, kcal/saat Q_k = Kömürün alt ısı değeri, kcal/kg |
| Izgara alanı | $F_i = \frac{Q_{isi}}{\eta Q_k M_1}, \text{m}^2$ | Q_{s+b} = (Soba+boru)'ün verdiği ısı miktarı, kcal/m ² .saat η = Soba ısı verimi |
| Toplam ısıtma alanı | $\sum F = F_s + F_b, \text{m}^2$ $\sum F = F_s + \pi D \ell$ $\sum F \cong \frac{Q_{isi}}{Q_{s+b}} \ell, \text{m}^2$ | M_1 = Izgara yükü,iyi yanma koşulu için 4 kg/m ² .saat değeri alınabilir. Bu değer birim m ² alan 120.000 kcal ısı teminine karşı gelmektedir (Aybers, 1978) F_s = Sobanın yüzey alanı (0.8 - 1.2 m ²) F_b = Borunun yüzey alanı $F_b = \pi \cdot D \cdot \ell$ D = Boru iç çapı $D = 0.13 \sim 0.12 \text{ m}$ ℓ = Boru uzunluğu, m |

2.3 Yakma Teknikleri

Tuğla astarlı geleneksel sobalarda kömür iki ayrı yöntem ile yakılabilmektedir: Üst yakma tekniği (Şekil 3): Bu tekniğin belli başlı özellikleri şöyle sıralanabilir:

Yanma hücresine doldurulan kömürün üzerine tutuşma sıcaklığı düşük odun-çıra koyulur. Bunlar ateşlenerek kömürün üst katmandan başlayarak aşağıya doğru yanması temin edilir.

Yanma için gerekli hava hem sobanın üst deliğinden hem de ızgara altından sağlanır. (Primer hava girişi ızgaradan sağlanır). Primer hava yukarıda yanma zonuna gelinceye kadar iyice ısındığından bu zondaki uçucu gazları tutuşturup yanmasını temin eder. Bu teknik özellikle uçucu madde içeriği zengin kömürlerin (linyit) yakılmasında kullanılır. Etkin bir yanmanın gerçekleştirilmesi için özellikle ikinci havanın miktarı, sıcaklığı ve türbülansı çok önemli rol oynar. Bu sayılanlar soba tasarımında optimize edilmemiş ise sobanın ısı verimi önemli ölçüde düşer, baca gazları içindeki CO ve C_nH_m emisyonları artar.



| | | | | | |
|---|------------------------|----|-------------------------------|----|-----------------------------|
| 1 | Ust taç kapak | 7 | Hava ayar kelebeği | 13 | Duman çıkış borusu (120 mm) |
| 2 | Hava ayar kelebeği | 8 | Kapak kolları | 14 | Alev kran |
| 3 | Ust temizleme kapağı | 9 | Izgara yatağı | 15 | Ateş tuğlası |
| 4 | Doldurma kapağı | 10 | Surgulu ızgara (kul boşaltma) | 16 | Kül boşaltma ızgara kolu |
| 5 | Izgara kal alma kapağı | 11 | Kal eleme tarağı | 17 | Kül eleme tarağı kolu |
| 6 | Kulluk kapağı | 12 | Küllük | | |

SOBANIN YAKILMASI

6 nolu küllük kapağını 8 nolu kolu kaldırarak açınız (10 nolu ızgaranın yerinde kapalı olmasını kontrol ediniz)

5 nolu ızgara kapağından bir miktar kağıt, çıta, tahta vs. koyarak tutuşturun, kapakları kapatın.

2 ve 7 nolu hava kelebeklerini tam açın
 Alevli yanan tahta parçalarının üzerine 4 nolu doldurma kapağından 3-4 kürek tozsuz kömür atın ve 2 nolu hava kelebeğini kapatın.
 Atılan kömürler kor haline gelince doldurma kapağı ağzına yakın seviyeye kadar kömür doldurun (3 nolu temizleme kapağından doldurma yapmayın)

2 nolu hava kelebeğini kapatıp yarım saat kadar sobayı yandırmaya bırakın.

Sobanın yanışını 7 nolu hava ayar kelebeğini açık veya kapalı tutmak suretiyle kontrol altına alabilirsiniz.

Yanma sırasında gerektiğinde sobanın küllünü 17 nolu kül eleme tarağını ileri geri hareketlerle eleyerek daha iyi hava almayı sağlayabilirsiniz

Sönmüş sobanın küllünü tamamen boşaltmak için 16 nolu ızgara sürgü kolunu dışa doğru tam çekin, sonra tekrar tam olarak geriye itin

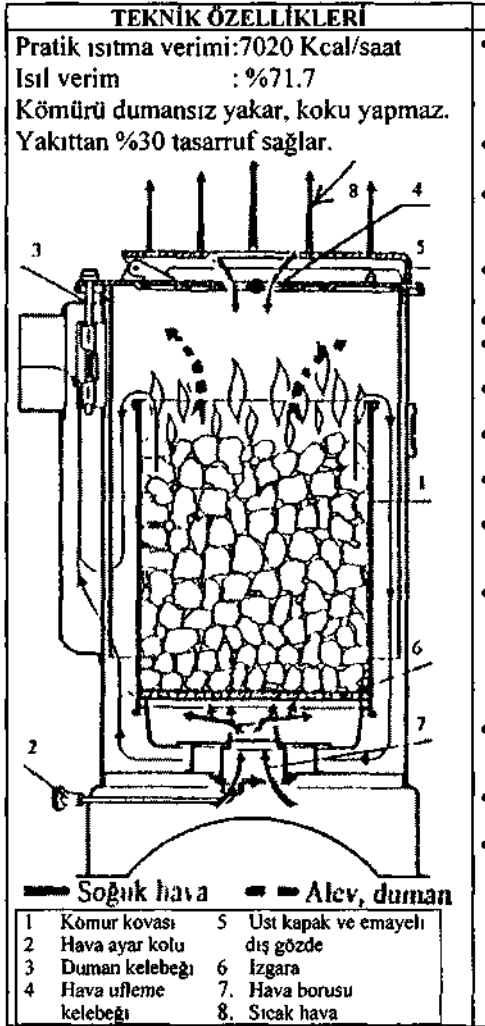
12 nolu küllüğü boşaltıp yerine koyunuz
 16 nolu boşaltma ızgara kolunun her zaman kapalı olmasına dikkat edin. Kül eleme durumunda da kontrol edin.

Şekil 3. Sobanın üstten yakılması

- Sobadaki kömür tamamen yandıktan sonra alttaki küllükten küller boşaltılır. Yanma-boşaltma rejimi "kesintili" olduğundan sık sık sobanın temizlenip doldurulması ve yakılması gerekmektedir. Bu durum ise "üstten yakma"nın gündelik yaşam pratiği açısından en olumsuz hususunu oluşturur.

Kovalı sobalarda (Şekil 4) üstten yakma tekniği uygulanmaktadır. Ayrıca, ikinci kova hazır durumda tutulduğundan kovalı sobalar, tuğlalı geleneksel sobalara kıyasla daha pratik olduğu söylenebilir. Kuşkusuz yüksek sıcaklığa (800-1200 °C) dayanmayan kovalarda sık sık kovaların değiştirilmesi söz konusu olabilir. Bu ise biraz önce değinilen avantajı zedeleyebilir.

Alttan yakma tekniği (Şekil 5): Bu teknik ile kömür yakılması için ızgaranın üzerine belli bir miktar odun yerleştirilir ve tutuşturulur. Daha sonra kömür yandan/üstten beslenmek yolu ile kömürün sürekli biçimde yanması sağlanır. Kısaca, üstten yakmanın taşıdığı "sakınca" bu tür yanma şeklinde ortadan kaldırılmıştır. Alt taraftaki ızgara

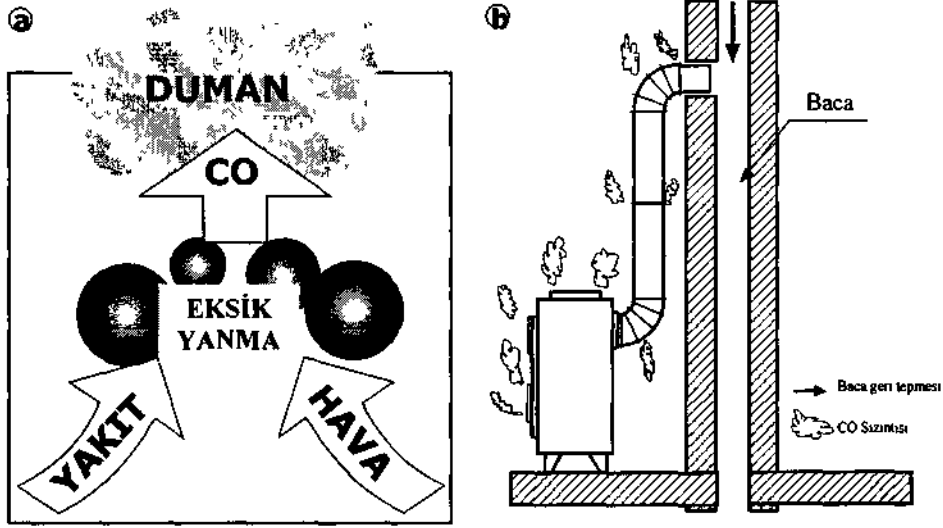


KULLANMA TARİFNAMESİ

- Kovayı dolu olarak sobanın içine (7 nolu hava borusuna sobanın alt deliği iyice yerleşecek şekilde) yerleştirin. Dolu kova ağır gelirse sobanın içinde de doldurabilirsiniz.
- Linyit kömürünü kovanın üstünde dört parmak boşluk kalana kadar kovaya doldurun.
- 3 nolu duman kelebeğini, 4 nolu hava üfleme kelebeğini açın ve sobanın altındaki 2 nolu hava ayar kolunu çekin.
- Kovadaki kömürün üzerine yeterli miktarda tahta parçası koyunuz.
- Sobanın üstündeki büyük döküm kapağı kapatın
- Sobanın üstündeki küçük kapağı açın ve tahta parçalarını tutuşturun ve kapağı kapatın.
- Üstteki tahta parçaları iyice tutuşunca üzerine bir kürek linyit kömürü atın
- 30 ile 45 dakika sonra 3 nolu duman kelebeğini kapatın
- Odanın içi istenilen sıcaklığa geldiğinde 2 nolu hava ayar kolunu iterek kapatın
- Odanın içi soğuduğunda 2 nolu hava ayar kolunu bir miktar çekmek suretiyle istenilen sıcaklık elde edilebilir.
- Belirli bir süre için sobanın yanmaması istendiğinde, 2 nolu hava ayar kolu ve 4 nolu üst hava ayar kelebeğini tamamiyle kapatın. Bu durumda borulardan zift akarsa ve tekrar yanma anında patlama olursa hava ayar kelebekleri kibrit çöpü girecek kadar aralık bırakılmalıdır.
- Sobanın tekrar yanması için 2 ve 4 nolu hava ayarlarını açın. Kısa bir süre içinde soba tekrar yanmaya başlayacaktır.
- **Sobanın temizlenmesi:** Kovanın dışarıya alınması ile sağlanır.
- Kesikli kalın hatla belirtilen alev ve gazlar şemada da görüleceği gibi soba gövdesini ve kovayı da yalayarak bacadan çıkmaya devam edecektir. Bu arada kömürden çıkan yanmamış gazlar ara menfezde yanarak kömürden tam yararlanıldığı gibi boruların, bacanın kurumuyla dolmasının ve en önemlisi hava kirlenmesinin önüne geçer.

Şekil 4. Kovalı sobanın üstten yakılması

dışarıdan kumanda edilen "çekme çubuğu" yardımıyla zaman zaman sallanılarak yanma sırasında oluşan kül, alt taraftaki küllüğe dökülür. Bu tür yakma şekli özellikle uçucu madde içeriği az olan kömürler (antrasit, bitümlü kömürler) için elverişlidir. (Yanma alttan yukarıya doğru devam ettiğinden üst bölgede havanın sıcaklığı oldukça düşüktür, bu nedenle uçucu gazların büyük bölümü tam şekilde yanmadan baca gazları ile birlikte atılır). Özellikle linyit gibi uçucu madde içeriği yüksek kömürlerin alttan yakılması gerek düşük soba ısı verimine yol açması gerekse tam yanma sağlanmadığından dolayı oluşan soba zehirlenmesi (CO - karbonmonoksit zehirlenmesi) bakımından sakıncalıdır. Bu nokta yaşamsal öneme sahiptir.



Şekil 6. Eksik yanma (a) ve baca geri tepmesi (b)

- Baca geri tepme olayından bağımsız olarak özellikle sızdırmaz özelliği olmayan sobalarda karbonmonoksit gazının çok yavaş bir tempo içinde odalara sızması şeklinde ifade edilebilir.

3.3 CO Zehirlenmesinde Vücutta Gözlenen Etkiler - Belirtiler

CO zehirlenmesinden kaynaklanan oksijen yetmezliği en çok sinirleri ve beyni etkiler. Sonuç olarak da "bilinç kaybı" ve "solunum durması" kendini gösterir. Can solluğu ve kalp masajı ile derhal müdahale edilmediği durumlarda, CO zehirlenmesine maruz kalan kişi hava içindeki karbonmonoksit konsantrasyonuna (içeriği) birim zamanda solunan havanın miktarına, kan dolaşımının hızına ve ortam içinde bulunma süresine bağlı olarak, yaşamsal bakımdan çok ciddi tehlike ile karşı karşıyadır.

Genel olarak yukarıda belirtilen faktörlere bağlı olarak belirtiler şunlardır (Çizelge 2-3):

- Baş ağrısı, baş dönmesi ve giderek bulantı hissi ve halsizlik, bilinç bulanıklığı,
- Denge bozukluğu, kendini kaybetme (bilinç kaybı),
- Koma,
- Ölüm.

Bu belirtiler yavaş yavaş artar ve kazazede uzun süre zehirlendiğinin farkına bile varamaz. Ancak ayağa kal-kıp yürümek istediği an, bu harekette başarılı olamaz ve kendisinde temiz havaya çıkıp soluk alma gücünü bile bulamaz. Bu tablonun seyir ettiği durumda kaza-zede derhal acil servise yetiştirilmelidir (Baktır, 1995).

Karbonmonoksit düşük konsantrasyonunu uzun zaman solumakla, kronik zehirlenme oluşur. Sürekli kapalı hacimlerdeki tamirciler, kazancılar, iyi havalandırılmamış evlerde oturanlar gibi kişiler ilkin bacaklarda bir ağırlık hisseder, sürekli halsizlikten şikayet eder. Baş ağrısı, baş dönmesi, uyuklama, bulantı, iktidarsızlık kendini belli eden belli başlı belirtilerdir. Kronik evrede bellek bozuklukları- görme ve konuşma bozuklukları- fonksiyonel veya organik kalp ve dolaşım bozuklukları da baş gösterir (Akbulut, 1996).

Çizelge 2. Karbonmonoksit Oranları ve Etkilenme Süreleri

| Karbonmonoksit (ppm) | % | Etkilenmeden Kalma Süresi |
|----------------------|------|---------------------------|
| 100 | 0.01 | Bir kaç saat |
| 400 | 0.04 | Sadece bir saat |
| 600 | 0.06 | 40 dakika |
| 1 000 | 0.1 | 30 dakika |
| 2 000 | 0.2 | 20 dakika |
| 3 000 | 0.3 | 15 dakika |
| 6 000 | 0.6 | 10 dakika |
| 10 000 | 1 | 1-5 dakika |

Çizelge 3. Karbonmonoksit ve Karboksihemoglobin Oranlarının İnsan Vücuduna Etkileri

| Karbonmonoksit yüzdesi | Bulgular | Karboksi-hemoglobin |
|------------------------|---|----------------------------|
| 0.002- 0.007 | Hafif baş ağrısı, alında karıncalanma, cilt damarlarında genişleme, hareketle nefes darlığı, kişilik değişikliği. | %5-(sigara içenlerde) -%20 |
| 0.007-0.012 | Zonklayıcı baş ağrısı, nefes alma güçlüğü, yanaklarda ve dudaklarda kızarıklık, el becerilerinin bozulması. | %20-%30 |
| 0.012-0.025 | Ciddi baş ağrısı kulaklarda uğultu, uykuya eğilim, huzursuzluk, halsizlik, elini hareket ettirememesi, şuur bulanıklığı, görme bozukluğu, bulantı, kusma. | %30-%40 |
| 0.025 -0.035 | Baş ağrısı, baygınlık, hızlı nefes alma, çarpıntı, tekleme | %40-%50 |
| 0.035- 0.1 | Bilinç bulanması, hayal görme, uyanlara cevap verememe | %50-%60 |
| 0.1-0.2 | Koma, dolaşım yetmezliği, nabız alınmaması, solunum düzensizliği ve durması, kasılmalar (sara nöbetleri gibi) | %60-%70 |
| 0.2 ve yukarı | Nabız alınmaması, soluyamama, ani ölüm | %70-%80veyuk. |

Aynı efor derecesinde ve solunum (bulunma) süresinde, artan CO konsantrasyonu ile zehirlenmeye maruz kalan insanda gözlenen "etkiler" belirgin ölçüde şiddetlenmektedir. Değişmeyen CO konsantrasyonunda, bulunma süresinin artması ile gözlenecek tablolar daha ciddi olmaktadır. Örneğin, % 0.04 CO içeriğinde 1 saat bulunan kişide "küçük şikayetler" söz konusu iken aynı içerikte 3-4 saat bulunduğu, kazazedede ortaya çıkan tablo "bilinç kaybı-şuursuzluk" olmaktadır.

3.4 Soba Karbonmonoksit Zehirlenme Olayına Müdahale - İlk Yardım

Karbonmonoksit zehirlenmelerine müdahale - ilk yardım edilirken dikkat edilmesi gereken hususlar topluca aşağıda belirtilmiştir (Arnoğlu vd, 1998).

- CO gazı ile dolu bir odaya veya eve girmeden önce, CO gazının konsantrasyonunu azaltmak için tüm kapı ve pencereler açılmalıdır. Kapı ve pencereler dışardan açılmıyorsa, zaman kaybetmeden kırılmak sureti ile soğuk-temiz havanın içeriye girmesi sağlanmalıdır. Kurtarma işlemini üstlenen kişi öncelikle soğukkanlı olmalı, gereksiz cesaret göstermemelidir.
- Bir kaç adet derin soluk alıp verdikten sonra burun ve ağız iyice kapalı vaziyette içeri girilir. Bu girişim sadece "durum tespiti" içindir. Kazazedelerin konumları belirlenir. Bu işlemler yapılırken ağız-burun solunum yolları tamamen "kapalı" tutulmalıdır. İçeriye giren kişinin beline ip bağlanması çok yerinde bir harekettir. İçeride kalma süresi bir dakikayı geçmemelidir. Bu gönüllünün sigara içenler arasından seçilmesi daha uygundur. (Yüzün ıslak mendil veya havlu ile kapalı tutulmasının her hangi bir

- yararı yoktur). Kurtarıcı çok yoğun bir dumanla karşı karşıya kalmış ise ağzını kapalı tutarak yerde sürünerek çok hızlı bir biçimde dışarıya çıkmalıdır. Böylelikle mekan içinde, karbonmonoksit konsantrasyonu en düşük havayı solumak fırsatı yaratılır.
- Dışarıya çıkan kurtarıcı derhal temiz hava solumalı ve hemen kurtarma planını uygulamaya başlamalıdır. Kurtarma planı şu aşamalardan oluştuğu unutulmamalı:
 - o Kazalı aşağıda belirtilen ilk yardım adımları uygulanarak hastaneye ulaştırılmalı.
 - > Ortam, kapı ve pencereler açılarak havalandırılmalı, kazazede derhal zehirli ortamdan uzaklaştırarak temiz havaya çıkartılmalıdır.
 - > Solunum düzensizliği ve durması varsa, ağızdaki kusmuk ve yabancı maddeler ciğerlere gitmesini engellemek için temizlenmeli sonra yapay solunum uygulanmalı (hasta gerekiyorsa yan yatırılmalı)
 - > Sıkı elbise ve iç giysiler gevşetilmeli,
 - > Hasta az hareket ettirilmeli veya mümkünse hiç hareket ettirilmemeli
 - o Kazalıları taşımak üzere geniş bir battaniye temin edilir.
 - o Tercihen üç-dört kişiden oluşan gönüllü kurtarıcı eve girmeden önce, 6-7 adet derin soluk alıp verdikten sonra -ağız ve burun (pamukla sıkıca kapalı) kapalı vaziyette- ilk girenin durum tespitine göre kazalıya ulaşılır ve kazalı battaniyeye sırt üstü pozisyonda olmak üzere hızlı bir şekilde dört kişi yardımıyla dışarıya çıkartılır. Bu işlemler sırasında yine ağız tamamen kapalı tutulmalıdır. Kazalının dışarıya çıkarılması işlemi 45 saniye içinde tamamlanmalıdır (içeri girişlerde açık alev kullanılmamalıdır).

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sonuç ve öneriler aşağıda sıralanmıştır

- Soba zehirlenme olayının kullanılan "kömür türü" ile kesinkes ilintisi yoktur.
- "Zehirlenme olayı" sobalarda yakılan kömürün tam yanmaması sonucunda oluşan "karbonmonoksit gaz"ından kaynaklanmaktadır. Zehirleyici özellikte olan bu gazın sobadan oda hacmine doğru sızması-yayılması zehirlenme olayına neden olmaktadır. Bu olaya maruz kalan şahıslarda ilk görülen belirti karbonmonoksit derişimi ve ortam içinde kalma süresine bağlı olarak hissedilen şiddetli baş ağrısıdır.
- Kömürün "tam yanma"sını sağlamak açısından, kullanılan kömüre uygun soba seçimi ve yakma yöntemi yaşamsal önem taşımaktadır. Özellikle uçucu madde içeriği az olan kömür (ithal kömür) kullanıldığında, gerek tam yanma olayını sağlamak bakımından, gerekse kirletici yanma ürünlerinin yayılmasını daha aza indirmek için, kömürün alttan yakılması önerilebilir. Yerli kömürlerimizin ise, uçucu madde içeriğinin fazla olmasıyla üstten tutuşturularak yakılması daha uygun bir yakma biçimidir.
- Tam yanmanın soba içinde gerçekleştirilmemesi durumunda oluşan zehirleyici karbonmonoksit gazının bacadan oda hacmine doğru yayılması ancak baca çekişinin fevkalade az olması ve/veya bacadan sobaya doğru daha güçlü bir basınç düşümünün oluşması (özellikle lodoslu havalarda bu tür dışarıdan içeriye doğru gelişen önemli büyüklükteki basınç düşüşleri söz konusudur) sonucunda meydana gelmektedir.

Soba ve kömürle ilgili

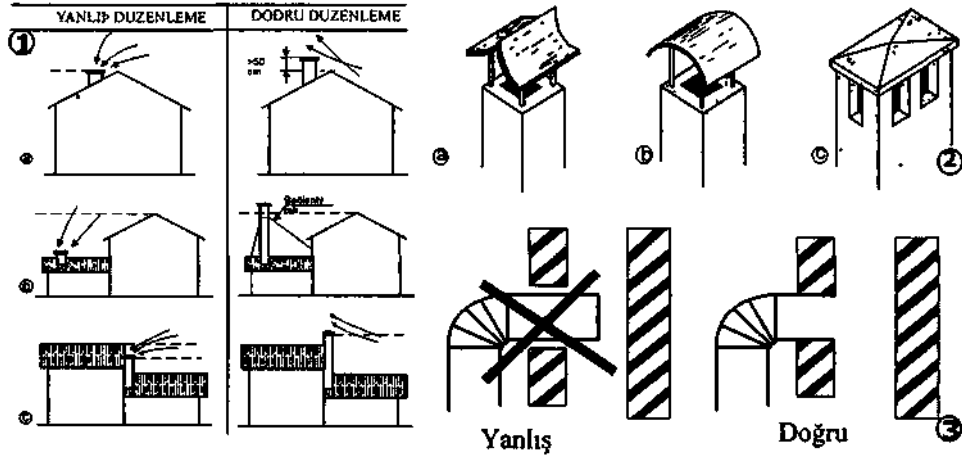
- Kömüre göre yakma sistemi/soba kullanılmalıdır, ısı verimi en az % 70 olmalı
- Soba yanarken yanma havası ve duman klapeleri kapatılmamalıdır
- Sobanın havalandırma sistemleri, yanma için yeterli oksijeni sağlamalıdır
- Sobanın verimli yanması için en fazla 2/3 oranında kömürle doldurulmalıdır
- Sobanın dirsek ve boru ekleme yerleri ve baca giriş ağzı hava sızdırmaz olmalı, boru ve baca üzerinde herhangi bir delik veya çatlak olmamalı

* Karbonmonoksit gazı mavi bir alevle yanar ve çok tutuşabilir bir gazdır. Havada alev alma konsantrasyonu %12.5 - %77.2'dir. Maksimum patlama sınırı ise %29'dur.

- Verimli bir yanma için sobalar günlük temizlenmeli, küllük dolmadan kül alınmalı, küllük kapağı sık aralıklarla açılmamak
- Yatarken yanmakta olan "kömür kuru" üzerine "taze kömür" konmamalı
- Yatarken sobanın baca klapesi tamamen açık, alt ve üst kapak kapalı tutulmalı
- Soba duvardan en az 50 cm en çok 150 cm uzakta kurulmalı (böylece boru ve bacada katran oluşumu ve tıkanma önenebilir), kapasitesine uyan yeterli hacimde, yanmaz bir levha (sac, mermer vb) üzerine kurulmalı
- Soba yatak odalarına ve banyoya kesinlikle kurulmamalı.

Baca ve borularla ilgili

- Soba boruları mümkün olduğunca kısa ve düşey doğrultuda olmalıdır. Yatay borular bacaya doğru %10 eğimle yükselerek takılmalıdır
- Baca çekişini zayıflatmamak için boru baca içine fazla sokulmamalı, boru ucu baca deliğine sızdırmazlık sağlayacak şekilde tespit edilmeli, baca üstü şapka ile kapatılmalı (Şekil 7-2 (a,b,c)-3)
- Baca temiz ve çatıdan en az 0.5 m yüksekte, devrilmemesi için bağlanmalı ve çıkan gazların dağılabilmesi için en yakın binadan 6 m uzaklıkta olmalıdır (Şekil 7-1 a,b,c)



Şekil 7. Baca boru bağlantısı



- iyi bir yanma sağlamak için bacalar temiz ve bakımlı olmalıdır. Boru düzenini kurmadan önce baca çekişini kontrol ediniz. (Şekil 8) Kötü baca çekişi sağlığa zararlı sonuçlar doğurabileceği gibi, sobanızın verimini de düşürür.

- Bacalar yılda en az bir kez temizlenmelidir

Şekil 8. Baca çekiş kontrolü

- Soba tepmesini ve zehirli gazların oda içine gitmesini önlemek için rüzgar y önüne göre yön değıştiren baca kapağı kullanılmalıdır.
- Uzun olarak kullanılmış yatay borular, baca gazını çabuk soğutarak baca çekişinin zayıflamasına neden olur.
- Soba borusu pencere veya duvar delinerek uzatılmamalı. Uzatılmışsa hava ile temasta olan kısımları mutlaka yalıtılmak
- Baca çapı 13 cm olmalı, boru ve dirsekleri hava sızdtrmamalı.
- Baca üzerinde yarık ve çatlak olmamalı. Baca iç yüzeyi pürüzsüz olmalı
- En fazla iki dirsek olmalı, böylece tıkanma ve sızma olasılığı azalır.

5. KAYNAKLAR

- Arioğlu, E.** (1994) Yerli Kömürlerimizin Fiyatlarının Birim Kalorifik Değer Bazında Doğalgaz ve Dışalım Kömür Fiyattan ile Karşılaştırılması, *2000'lı Yıllara Doğru Linyit Sektörümüz Sempozyumu*, Maden Mühendisleri Odası, Ankara, s: 160
- Arioğlu, E.** (1995) Hava Kirliliği-Kömür Gerçeği-Enerji Tasarrufu Politikaları, *Hava Kirliliği ve Komur Gerçeği*, Maden Müh. Odası istanbul Şubesi, istanbul.
- Arioğlu, E.;Arioğlu, N.; Taştan, E., Yılmaz A.O^** (1998) *Soba (Karbonmonoksit) Zehirlenmelerinin Soba-Baca Tasarımı Açısından irdelenmesi ve ilk yardım ilkeleri*, Maden Müh Odası istanbul Şubesi, istanbul.
- Arioğlu, N.** (1996) istanbul'da Gecekondu Olgusuna Genel Bakış, *Yayımlanmamış Rapor*, Yapı Merkezi, YMR-312, istanbul.
- Akbulut, T.** (1996) *işçi Sağlığı*, Genişletilmiş 4. Baskı, Sistem Yayıncılık, istanbul.
- Arpad,A.** *Uygulamalı Yapı Tesisatı*, Birsen Kitabevi Yayınlan, istanbul.
- Aybers, N.** (1978) *Isıtma Havalandırma ve İklim Tesisleri*, Birsen Kitabevi, istanbul.
- Ayvazoğlu,E.** (1984) *Madenlerde Havalandırma ve Emniyet*,17j Maden Fak., istanbul.
- Baktır, E.** (1995) *ilk Yardım*, Rehber Tıbbi Yayınlar, istanbul.
- Dağsöz, A.K.** (1993) *Bacalar*, Alp Teknik Kitaplan, istanbul, 1993.
- Durmaz, A.** (1998) *Komurun Yanması*, Kömür (Editör O. KURAL), istanbul,
- Ekinci, E.; Atakul, H.** (1994) Kömür Yanma Sistemleri, *20&O'h Yıllara Doğru Linyit Sektörümüz Sempozyumu*, Maden Müh. Odası, Ankara, Kasını, s 121-136
- Erkan, N.** *ilk Yardım*, Altın Kitaplar Yayınevi, Güncel Sorunlar Dizisi, No: 3, istanbul.
- Göktuna, Ş.** *Linyit Kömürünün Sobalarda Optimal Verimle Yakılması*, Soba Sanayi Kongresi Bildiri Kitabı, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yaym No: 136.

GüyağılıyT. (1991) *Ocak havalandırması*, Maden Mühendisleri Odası, Ankara.

ISISAN A.Ş. (1993) *Bacalar ve beton kaideler*, İsisan A.Ş., No: 62 istanbul.

Kemal, M.; Müezzinoğlu, A. (1994) *TKİ Ege Linyitleri işletmesi Kömürlerinin Klasik Yakma Sistemlerinde Yanma Sonucu Oluşan Emisyonların Etudu-Nihzi Rapor-*
Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Müh. Bölümü - Çevre Müh. Böl. Bornova.

TMMOB MAKİNE MÜH. ODASI (1990) *Sanayi Kazanları ve Ek Donatım işletme El Kitabı*, Yayın No: 110, Ağustos.

YAPI ENDÜSTRİ EĞİTİM KURULU (CITB) (1995) *Bacalar ve Havalandırma*,
Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları 2929, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

<http://www.die.gov.tr>

<http://www.ege-linyitleri.gov.tr/husus.htm>

<http://www.susler.com.tr>

<http://www.seferdokum.com>

http://www.silver.com.tr/tr_bazi_hususlar.asp

<http://www.kavseri.gov.tr/veni/ayrintilar.asp?HaberNo=200>

<http://www.mmo.org.tr/izmir/basin/basin7.htm>

<http://www.millivet.com.tr/1996/12/13/vazar/tamer.html>

<http://www.netvorum.com/savi/148/20031113-10.htm>