

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖĞÜS HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

138695

KAYISI KÜKÜRTLEMEDE ÇALIŞAN
İŞÇİLERDE KÜKÜRT DİOKSİT GAZININ
SOLUNUM SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI

UZMANLIK TEZİ
DR. NURHAN KÖKSAL

TEZ YÖNETİCİSİ
DOÇ. DR. H. CANAN HASANOĞLU

138695

MALATYA - 1999

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI
DOKÜMANLAMA VE KÜTÜPHANE

Uzmanlık eğitimim ve tez konumun belirlenmesi, hazırlanması ve ilerletilmesinde yakın ilgi ve desteğini gördüğüm Doç Dr. Hatice Canan Hasanoğlu başta olmak üzere, bölümümüz öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Zeki Yıldırım ve Yrd. Doç Dr. Münire Gökırmak ile Asistan arkadaşlarıma, Eğitimimde katkısı olduğunu düşündüğüm İç Hastalıkları, İnfeksiyon Hastalıkları ve Kardiyoloji bölümü Öğretim üyeleri ve asistan arkadaşlarıma, tezimde katkılarından dolayı Üniversitemiz Kimya bölümünden Dr. Ahmet Gültek ve istatistiksel analizinde yardımlarından dolayı Yrd. Doç Dr. Mücahit Eğri'ye teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca eğitimim ve çalışmalarımda benden her türlü fedakarlığı esirgemeyen sevgili Eşim ve Aileme teşekkür etmeyi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	
Kayısının Malatya ve Ülkemiz için ekonomik değeri	3
Kayısı hasat, kükürtleme ve kurutma	6
Koruyucu gıda katkı maddeleri ve SO ₂	8
Kükürt dioksitin (SO ₂) sağlık üzerine etkileri	12
MATERYAL VE METOD	
İşçiler	15
Kayısı kükürtleme işlemi ve SO ₂ maruziyeti	16
Kükürt dioksit (SO ₂) ölçümü	17
Solunum fonksiyon testleri	18
İstatistiksel analizler	19
SONUÇLAR	20
TARTIŞMA	34
SONUÇ VE ÖNERİLER	40
ÖZET	41
SUMMARY	42
KAYNAKLAR	43

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1. Dünya kuru kayısı üretimi (bin ton).....	4
Tablo 2. Türkiye’de meyve ve sebze işlemede kullanılmasına izin verilen maddeler.....	9
Tablo 3. Çalışmaya alınan işçilerin semptom skoru.....	16
Tablo 4. Kükürtleme yerleri (kodlar ile), kükürtleme odası hacmi, kullanılan kükürt miktarı, SO ₂ miktarı, SO ₂ gazı maruziyet süresi ve kükürtleme odası havalandırma süresini gösteren tablo.....	20
Tablo 5. Kükürtleme öncesinde, sırasında ve sonrasında semptomu olan olgular ve semptom skorlarını gösteren tablo.....	22
Tablo 6. Kayısı işçilerinin SO ₂ öncesi ve sonrası Solunum Fonksiyon Bulguları (1-5).....	25-29
Tablo 7. SO ₂ gazı maruziyet öncesi ve sonrası ortalama SFT ölçümleri ve istatistiksel değerlendirilmesi.....	30
Şekil 1. SO ₂ gazı tayin düzeneği şematik görünümü.....	17
Şekil 2. SO ₂ maruziyeti sırasında ve sonrasında ortaya çıkan semptomların SO ₂ ’ye maruz kalmadan önceki semptomlarla karşılaştırması.....	32
Şekil 3. SO ₂ maruziyetinin SFT parametrelerinde ortaya çıkardığı azalma izlenmektedir.....	33

GİRİŞ VE AMAÇ

Ülkemizde ihracatı yapılan gıda maddeleri arasında fındık, üzüm, incir ve kayısı bulunmaktadır. Botanik adı Prunus Armeniaca L. (Armeniaca vulgaris Lam.) olan kayısı, besleyici özelliği yüksek olan, her geçen yıl ekonomik değeri artan ve Malatya ekonomisinde önemli yere sahip bir meyvedir. Dünyada kayısı ihraç eden ülkelerin başında Türkiye gelmektedir. Ülkemizde üretilen kayısının büyük çoğunluğunu Malatya ve yöresi karşılamaktadır. Malatya nüfusunun %50'sinin geçim kaynağını kayısı oluşturmaktadır. İhracat imkanlarının artmasından dolayı yetiştiriciliği dolayısıyla da kayısı işiyle uğraşanların sayısı da son yıllarda artış göstermektedir.

Üretilen taze kayısının, özellikle Malatya ve yöresinde %95'i kurutulmaktadır. Kurutulan kayısının renginin korunması, bozulmasının önlenmesi ve daha dayanıklı hale getirilebilmesi için kükürtleme işlemi yapılmaktadır. Kükürtleme de, toz halindeki kükürdün kapalı ortamda yakılması ile ortaya çıkan kükürt dioksit (SO₂) gazı kullanılmaktadır. Bu işlemlerin tamamı kayısı bahçesinde ve standart olmayan koşullarda gerçekleştirilmektedir. Kayısı hasadı, kükürtlemesi ve kurutulması daha çok insan gücü ile yapılmaktadır.

Kayısı hasadı Temmuz ayında 20-25 gün sürmektedir. Hasat döneminde özellikle nefes darlığı ve üst-alt solunum yollarına ait semptomlarla polikliniğimize başvuranların sayısında artış gözlenmektedir. Bu şekilde başvuran hastaların bir kısmının kayısı kükürtleme işleminde çalıştıkları belirlenmiştir. Literatür gözden geçirildiğinde, SO₂ gazının solunum yollarına irritan etkisi olduğu ve özellikle kış aylarında atmosfer havasındaki artışı ile orantılı olarak özellikle, Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH) ve astımı bulunanlarda akut atak sıklığının arttığı gözlenmiştir. Mesleki olarak SO₂ gazına maruz kalanlarda yapılan çalışmalara rastlanmamıştır.

Çalışmamızda sağlıklı kayısı işçilerinde solunum semptomlarının nedenini araştırmak ve bu artışta SO₂ gazına maruz kalmanın rolünü belirlemek üzere kükürtleme yapılan kayısı bahçelerinde, kayısı işinde çalışan işçilerin maruz kaldıkları havadaki SO₂ gazı miktarı ölçüldü. SO₂ gazının işçilerde oluşturduğu semptomlar ve Solunum Fonksiyon Testleri (SFT) üzerine etkisi belirlendi.

Çalışmamız, SO₂ gazının kayısı kükürtlemede çalışan insanların sağlığına zararlı etkileri varsa ortaya çıkarmak ve kayısı işinde çalışanları bu konuda uyararak halk sağlığına katkıda bulunmak amacıyla planlandı.



GENEL BİLGİLER

Kayısının Malatya ve Ülkemiz için ekonomik değeri:

Malatya'da; Fırat havzasında bulunduğu ve zengin su kaynaklarına sahip olduğu için tarım sektörü, sanayi sektörüne göre daha gelişmiştir. Özellikle son yıllarda kayısı üretiminin ve ihracatının artması ile Malatya kayısı ile özdeşleşmiştir. Kayısı Malatya ekonomisinin omurgası sayılır. Malatya'da 60 bin aile, yani 300 bin kişi geçimini kayısı üretimi, işlenmesi ve pazarlamasıyla sağlamaktadır. Malatya'da üretilen kayısının hemen tamamı kurutulmaktadır. Kurutulan kayısının da %95'i ihraç edilmektedir. Kayısı üretimi ve yetiştiriciliği her yıl artış göstermektedir. Malatya 1996 yılı itibariyle ülke genelinde iller bazında %40'lık oranla yaş kayısı üretiminde ve %90'lık oranla da kuru kayısı üretiminde birinci sırayı almaktadır. Yaş kayısı üretimi yıllara ve ihracat koşullarına göre değişmektedir. Ülkemiz genelinde bulunan toplam 11,878,000 kayısı ağacının 5,889,390 adeti Malatya ilimizde bulunmaktadır¹⁻³.

Dünya sofralık taze kayısı ticaretinin %80'inden fazlası turfanda olarak yapılmakta, bu ticaretin %95'ten fazlası da üretici Akdeniz ülkeleri ile dış alımcı Avrupa ülkeleri arasında gerçekleşmektedir. Dünya taze sofralık kayısı dış satımının yaklaşık %40'ını İspanya, %30'unu Yunanistan yapmakta, bunları İtalya ve Fransa izlemektedir. Aynı iklim kuşağında daha geniş topraklara sahip Türkiye'nin sofralık kayısı dış satımı ise yok denecek kadar azdır. Malatya ve yöresinde daha çok kuru kayısı yetiştiriciliği yapıldığından kuru madde oranı yüksek olan kayısı çeşitlerinin üretilmesi daha yaygındır. Bunların başında Hacıhaliloğlu, Hasanbey, Çoloğlu, Çataloğlu, Şekerpare ve Yeğen çeşitleri gelir. Malatya kayısılarında kuru madde oranı yüzde olarak 24-30 arası iken, diğer kayısı çeşitlerinde bu oran en fazla yüzde 18-20 civarında olmaktadır. Ayrıca içerdiği vitaminler (A, B₁, B₂, C), beta karoten, şeker,

protein ve mineral maddeler yönünden Malatya kayısıları diğer kayıslara göre çok daha zengindir.

Malatya da yetiştirilen kayısının %80-95'i kurutulmaktadır. Kuru kayısı dış pazara sunulurken yaş kayısı daha çok iç pazarda tüketilmektedir. Bu nedenle ihracat imkanlarının iyi olduğu yıllarda yetiştirilen kayısının hemen tamamı kükürtlenerek kurutulmaktadır.

Malatya Ticaret Borsası kaynaklarına göre Tablo 1'de Dünya kuru kayısı üretiminin yıllara göre dağılımı görülmektedir. Ülkemizde üretilen kuru kayısı miktarı yıllara göre değişiklik göstermesine rağmen, diğer kuru kayısı üretimi yapan ülkelerle kıyaslanamayacak derecede fazladır. Türkiye'de 1994 yılında 80 bin ton, 1995 yılında 40 bin ton, 1996 yılında 44 bin ton 1997 yılında ise 41 bin ton kuru kayısı üretimi yapılmıştır^{2,3}.

Tablo 1. Dünya kuru kayısı üretimi (bin ton).

ÜLKELER	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
TÜRKİYE	35,0	40,0	23,0	80,0	40,0	44,0	41,0
İRAN	2,0	3,5	3,0	4,0	3,0	4,5	4,1
A.B.D	4,9	5,0	5,0	5,0	3,0	3,5	3,5
AVUSTURALYA	4,0	4,5	4,0	4,5	4,0	4,5	4,3
GÜNEY AFR. CUMH.	1,6	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0
TOPLAM	47,5	55,0	37,0	95,5	50,5	59,5	55,9

Türkiye'de 1994 yılında 46,175,709 kg ve 83,4 milyon dolar değerinde, 1996 yılında ise 41,093,000 kg ve 102,3 milyon dolar değerinde kuru kayısı ihracatı gerçekleştirilmiştir^{2,3}.

Kayısların ihracatımızın büyük bir kısmı kalite istemi yüksek olan ülkelere ihraç edilmektedir. Bu durum kayısı sektöründe çalışan elemanların eğitimini, kayısı ve kayısı

ürünlerinde standardisasyonu ve üretim yerlerinin iyileştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Diğer tarımsal ürünlerde olduğu gibi ilaçlama, hasat, temizlik, ambalajlama ve fiyat dışında kuru kayısıya has SO₂ ve nem oranı da alıcı ülkeler tarafından istenen özelliklerdir.

Kuru kayısı serbest ihracat kapsamında olup ihracatı zorunlu standarda tabi olan ürünlerimiz arasında yer almaktadır. Türk Standartları Enstitüsünce 01/08/1993 tarihinde yürürlüğe giren TS/485 Kuru Kayısı Standardı ile yalnız ihracata yönelik olarak kükürt ve nem oranları % 0.25 ve %25 olarak belirlenmiştir^{3,4}.

Kuru kayısı ithal eden ülkelerin de kendilerine özgü standartları vardır. Bazı ülkelerin kuru kayısı ithalatında kabul ettikleri maksimum SO₂ oranları ppm (parts per million) olarak aşağıdaki gibidir.

Almanya	2000	Ppm
İngiltere	2000	Ppm
İtalya	600	Ppm
Fransa	1000	Ppm
Danimarka	1000	Ppm
Avusturya	300	Ppm

ABD, Kanada, Yeni Zellanda, Avustralya ise kesin bir limit uygulamamakla beraber SO₂ miktarını 3000 ppm'e kadar kabul etmektedirler. Özellikle Avrupa Topluluğu ülkelerine ihracatımızda temel sorunu SO₂ miktarı belirlemektedir. Malatya ve yöresinde yapılan kükürtleme işleminin tam bir standardı olmadığından kayısısındaki SO₂ miktarı da ayarlanamamaktadır. Kuru kayısısındaki SO₂ miktarını düşürmeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır⁵.

Ülkemizin sınırlı bir coğrafyasında üretimi gerçekleştirilen ve üstünlüğü bilimsel çalışmalarla ispatlanmış "Türk Kayısı" sının bu göstergeler ışığında sadece yetiştirildiği

bölgenin zirai, iktisadi ve sosyal problemi olmaktan öte ülke meselesi bazında ele alınması gerekmektedir.

Kayısı hasat, kükürtleme ve kurutma:

Kayısı hasadı temmuz ayında olmaktadır. Kayısı meyvelerinin tümü ağaç üzerinde aynı zamanda olgunlaşmadığından kayısıda hasat kademeli olarak yapılmaktadır ve bu dönem yaklaşık olarak 20-25 gün sürmektedir. Kayısıda olgunlaşma, meyvenin saptan kolay kopması, rengin sararması, meyvenin irileşmesi ve meyve etinin yumuşayıp sulanması ile anlaşılır. Olgunlaşma ile meyvede kuru madde miktarı artarak %26-29'a kadar çıkar ve asit oranı azalır.

Kayısı için en uygun hasat yöntemi el ile yapılan hasattır. Çünkü el ile yapılan hasatta meyveler kirlenmez, zedelenmez ve sağlam kalır. Pratik olmadığından pek kullanılmaz. Ağaç dallarını silkeleyerek veya çarparak yapılan hasat kayısıda yaygın olarak kullanılan diğer hasat türüdür. Bu iki yöntemde de meyvelerin yere düşerken kirlenip zarar görmemesi için ağaç altına bez veya naylon türü örtü serilmelidir. Aksi takdirde direk toprak üzerine düşürülerek yapılan hasatta meyveler yere düşerken ezilip patlamakta, hızla yere düşen meyvelerin içerisine toprak ve taş parçacıkları girmektedir. Bu da kurutma işlemi ve pazarlamada problemlere yol açmaktadır.

El ile veya silkelenerek hasadı yapılan kayısı meyve kasalarına veya kerevetlere yerleştirilerek kükürtlenmek üzere kükürtleme odasına taşınır. Kerevet (*sarat*) dikdörtgen veya kare (90x90 cm veya 90x180 cm ebatlarında) şeklinde kavak kerestesi çitasından yapılan ve üzerine tek sıra kayısı yerleştirilmesine uygun yapılmış malzemedir. Kayısının kerevetler ile kükürtlenmesi homojen (*tek sıra dizilmesinden dolayı*) olduğundan ve kurutmaya daha uygundur. Ancak daha az iş gücü gerektirmesi ve daha pratik olması nedeni ile meyve kasaları daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Meyve kasaları kereste veya plastikten olabilir.

Kasalarda kayısı tek sıra olmadığından kükürtleme homojen olmamaktadır. Kasalara toplanmış kayısı genelde erkek işçiler ile kükürtleme odasına (*yöresel adı İslim Damı*) taşınmaktadır.

Kükürtleme odasının ana özelliği kapısı kapatıldıktan sonra hava geçirmez oluşudur. İdeal boyutu 2.5 x 2.5 m en ve boyda, 2.2 m yükseklikte olup duvarları 30 cm kalınlıkta betondan veya tuğladan yapılıdır. Kapısı demir saçtan ve contalı hava geçirmez olmalıdır. Yapı şekli ve boyutları değişik olmasına rağmen hemen tüm kükürtleme odaları aynı özellikleri taşımaktadır. Kükürtlemede kullanılan kükürdün saflık derecesi yeterli olmadığından yanması için bir kapta ısıtılması gerekmektedir. Isıtma için elektrik, tüp gazı veya odun ile yakılan ocaklar mevcuttur. Kükürt 25-30 cm çapında ve 5-6 cm derinliğinde bir kap içinde yakılarak SO₂ gazı elde edilir. Böyle bir kapta 0.5 kg kükürt 30 dakikada, 1 kg kükürt 50 dakikada, 2 kg kükürt 90 dakikada yanmaktadır. Kükürtleme odasına kerevet veya kasalar ile kayısı yerleştirildikten sonra, kükürt kabına toz halindeki kükürt konularak eritmeye başlanır. Kaptaki kükürt tamamen sıvı hale geçtikten sonra kükürtleme odasının kapısı hava geçirmez şekilde kapatılır. Kükürtleme odasına yerleştirilmiş 1 ton yaş kayısı için 2 kg kükürt 1.5 saat yakılıp en az 8 saat bekletilir. Bir ton kayısı için 2 kg kükürt yakılıp en az 8 saat bekletildiğinde kurutma sonrası kayısıların kükürt miktarı 1800-2000 ppm arasında değiştiği anlaşılmıştır. Kükürt miktarı kayısı miktarına, çeşidine ve olgunluk derecesine göre değişmektedir. Kükürtleme işleminden en az 8 saat sonra kükürtleme odası kapısı açılır. Oda içerisindeki havada halen yüksek konsantrasyonda SO₂ gazı bulunduğundan oda bir müddet havalandırılır. Havalandırma süresi 30 dakika ile 4 saat arasında değişir. Sonra kükürtlenmiş kayısılar kükürtleme odasından taşınarak hazırlanmış bez veya naylon sergene güneş altına serilir. Bu işlem kayısı miktarına göre değişmekle birlikte yaklaşık 1 saat kadar sürmektedir. Kayısı işçileri, kükürtlenmiş kayıyı kükürtleme odasından sergene taşıdıkları sırada SO₂ gazına maruz kalmaktadırlar. Sergende 3-4 gün kalan kayısı toplanır, çekirdeği çıkarıldıktan

sonra tekrar güneşte 1-2 gün kurutulmak üzere sergene serilir. Kuruyan kayısılar toplanma esnasında yaralı, çilli ve rengi değişmiş olanlar ayrılır. Kurutulması tamamlanan kayısının nem oranı % 15-18 arasında olmalıdır.

Kayısı kükürtlemesinde kükürt yakma yerine alternatif kükürtleme yöntemi olarak; direk SO₂ gazı kullanımı ve sodyum metabisüfit solüsyonuna bandırma işlemi ile de kükürtleme yapılabileceği bildirilmiştir. Bu amaçla Malatya ilimizde kurulu Meyvecilik Araştırma Enstitüsü bünyesinde ve üretici düzeyinde kükürtleme işleminin standardisasyonu ve alternatif yöntemler için çalışmalar devam etmektedir⁶⁻⁹.

Kurutulan kayısı ya depoya konur veya satılır. Malatya'da kuru kayısı satımı, Kayısı Borsasında gerçekleşir. Toptancıya ya da Kayısı Birliğine satılır. Kayısı işleme tesislerinde kalitesine göre ayrılan ve işlenen kayısı ambalajlanarak kuru kayısı veya kuru kayısı yan ürünleri olarak iç ve dış pazara sunulur.

Koruyucu gıda katkı maddeleri ve SO₂:

Herhangi bir gıdanın temel bir bileşim ögesi olmadığı halde, onun hazırlanması, işlenmesi, depolanması veya ambalajlanması sırasında ilave edilmiş olan bileşiğe veya bileşikler karışımına gıda katkı maddeleri (*food additive*) denir. Gıda katkı maddelerinde kaçınılmaz koşul sağlığa herhangi bir zararı olmamasıdır⁵.

Buna göre katkı maddeleri; koruyucu maddeler, antioksidanlar, sekuesteranlar (*şelat oluşturan maddeler*), yüzey aktif maddeler, stabilizatörler, koyulaştırıcılar, buffer maddeleri, asitler, alkaliler, gıda renk maddeleri, tatlandırıcılar, besleyici öğeler (*vitaminler, mineraller*), lezzet ve aroma verici maddeler,...vb. gibi isimler altında kullanım amaçlarına göre gruplandırılır. Tablo 2'de katkı maddeleri ve kullanıldıkları alanlar görülmektedir⁵.

Tablo 2. Türkiye’de meyve ve sebze işlemede kullanılmasına izin verilen maddeler.

	KATKI MADDELERİ	KULLANIS ALANLARI
1.	Asitleştiriciler	
	Asetik asit	Domates konservesi ve salçası, mantar ürünleri
	Sitrik asit	Üzüm suyu, kayısı, armut, şeftali nektarları, domates konservesi ve salçası, mantar ürünleri
	Laktik asit	Domates konservesi ve salçası, mayonezler
2.	Oksitlenmeyi önleyiciler	
	Askorbik asit	Şeftali konservesi, kayısı, armut, şeftali nektarları Üzüm suyu, elma suyu konsantreleri
3.	Tuzlar	
	Kalsiyum karbonat	Üzüm suyu ve konsantresi, bebek mamaları
	Potasyum karbonat	Reçel, jöle ve marmelatlar
4.	Boyalar	
	Eritrosin	Armut, erik, çilek konserveleri, reçel ve jöleler
5.	Emülsifiye ediciler, stabilize ediciler ve kıyım oluşturucular	
	Pektin	Reçel, marmelatlar, bezelye ve mantar konserveleri
6.	Aroma vericiler	
		Armut, erik, üzüm ve şeftali konserveleri
7.	Aroma artırıcılar	
	Monosodyum glutamat	Hazır çorbalar
8.	Suni tatlandırıcılar	
	Ksilitol	Diyabetik gıda ürünleri
9.	Doğal tatlandırıcılar	
	Fruktoz, Laktoz, Glukoz şurubu, Glukoz, Sakkaroz	
10.	Koruyucular	
	Benzoik asit	Sofralık zeytin, portakal suyu, kurutulmuş meyveler.
	Sodyum benzoat	Sofralık zeytin
	Kükürt dioksit	Portakal suyu, kuru üzümler, kurutulmuş meyveler.

Gıda maddeleri zaman içerisinde mikrobiyolojik ve enzimatik olarak bozulmaya uğramaktadır. Bu tür bozulmaların önlenmesi amacıyla gıdaların dayanıklı hale getirilebilmesi ve albenisini arttırmak için, gıda maddelerine birçok doğal ve yapay koruyucular katılmaktadır. Gıdaların dayanıklı hale gelmesinde asıl amaç, bozulmanın önlenmesi ve bu sırada onun beslenme değeri, renk, aroma ve fiziksel yapısına ait duyu niteliklerinin, kısaca kalitesinin en az düzeyde etkilenmesidir¹⁰⁻¹².

Bir kimyasal maddenin koruyucu madde olarak kullanılabilmesinin ilk şartı, insan sağlığına herhangi bir şekilde zararlı olmamasıdır. Bir bileşiğin insan sağlığına zararlı olup olmadığına; akut toksik etki, subkronik toksik etki, kanserojen etki, mutajen etki, teratojen etki, ve biyokimyasal etkilerine bakılarak karar verilir^{5,13}.

Gıdalardaki mikroorganizmaların ölmesine neden olan veya mikroorganizmaların çoğalması ve faaliyetini önlemek amacı ile belli düzeyde gıdalara katılan ve insan sağlığına zararlı olmayan maddelere koruyucu (*prezarvatif*) maddeler denir. Geniş anlamda koruyucu maddeler, mikrobiyolojik bozulmaları önlemek için gıdalara ilave edilen her türlü maddedir. Buna karşın dar anlamda koruyucu maddeler; gıda ögesi olmayan yani, yani gıdaya yabancı olan bazı kimyasal bileşikler olup, bunların kullanma miktarı daima sınırlıdır ve oranı %0.05'den daha düşüktür. Genel olarak koruyucu madde deyince kendisi gıda olmayan katkı maddeleri anlaşılmalıdır⁵. Bu amaçla kullanılan maddeler oldukça fazladır. Bunlar içinde, benzoik asit, sorbik asit, formik asit, nisin, borik asit, O-fenilfenol, difenil, SO₂ bulunmaktadır. Bu maddelerin kullanım alanı gıdaların özelliklerine, saklanma koşullarına göre değişir⁵⁻¹³.

SO₂, ilk çağlardan beri tanınan en eski korucu madde olup halende yaygın olarak kullanılmaktadır. Kimyasal olarak kükürt dioksit, SO₂ molekülünü belirtmekte ise de gıdalarla bağlantılı olarak; kükürt dioksit, terimi SO₂, hidrojen bisülfid (*HSO₃⁻*), sülfid (*SO₃²⁻*) ve disülfid (*S₂O₅²⁻*) iyonlarına verilen isimdir. Gıdalara katılan SO₂ dışındaki değişik kükürtlü bileşikler,

yani potasyum bisülfid ($KHSO_3$), potasyum disülfid ($K_2S_2O_5$), sodyum sülfid ($NaSO_3$), sodyum bisülfid ($NaHSO_3$), sodyum disülfid ($Na_2S_2O_5$) kolayca SO_2 'ye dönüşebildiğinden, kükürtleme maddeleri yasal düzenlemelerde kükürt dioksit (SO_2) terimi ile ifade edilmektedir. Kükürt dioksit, kuru meyveler, meyve suları, bazı şarap türleri, reçel ve marmelat gibi meyve ürünlerinde başarı ile kullanılan en önemli koruyucu maddedir. Gıdalardaki oranı genelde %0.01-0.2 arasında değişmekle birlikte, uygulandığı ürüne göre değişir⁵⁻¹⁴.

SO_2 , antimikrobiyal, antioksidan ve enzimatik olmayan esmerleşmenin önlenmesi, renk ağartma gibi nedenlerle yalnızca kayısı değil birçok besinde de vazgeçilmez bir gıda katkı maddesidir. Kayısı için vazgeçilmez koruyucu madde olmasının nedenleri:

- Ucuz ve kolay elde edilir,
- Uygulaması kolaydır,
- Kayısı kuruma süresini kısaltır,
- Kayısının doğal renginin korunmasını sağlar,
- Raf ömrünün uzatılmasını sağlar,
- Antioksidan özelliği vardır,
- Muhafaza süresini arttırır,
- Fumigant özelliği nedeniyle kayısıda böceklenmeyi önler.

Tüm bu nedenlerden dolayı SO_2 vazgeçilmez görünmektedir¹⁴. Bu olumlu yönlerine karşın SO_2 , tiamini (B_1 vitamini) hızla parçaladığından tiamince zengin gıdaların kükürt dioksitle muhafazası uygun değildir⁹.

Kurutulmuş kayısılardaki SO_2 miktarı buharlaşma yoluyla zamanla azalır. Bu konuda yapılan denemeler sonunda ilk 1 ay içerisinde SO_2 'nin % 22'si, 5 ay sonra ise % 50'sinin kaybolduğu tespit edilmiştir. Uygun şartlarda kükürtlenmiş, kurutulmuş kayısılar depolarda 3-4 yıl bozulmadan muhafaza edilmektedir^{5,6,14}.

SO₂'nin sağlık üzerine etkileri:

Gıdalarla alınan SO₂ uzun yıllardır gıda katkı maddesi olarak kullanıldığından zararlı durumu en ayrıntılı şekilde araştırılmıştır^{5,8}. FAO/WHO Gıda Katkı Maddeleri Ortak Uzmanlar Komitesinin belirlemelerine göre SO₂ için günlük alınabilir kabul düzeyi 0.7 mg/kg/gündür. Vücut ağırlığı 70 kg olan bir kişi için 49 mg kadar SO₂ alınabileceği belirtilmektedir⁹.

Burada besinlerdeki kükürt bileşiklerindeki etkin formun sülfid olduğunu vurgulamak gereklidir. Besinlerdeki SO₂'in hangi kimyasal formda olacağını besinlerin PH'sı, sıcaklığı, bileşimi, kükürtleme yöntemi, uygulanan ek yöntemler ve saklama koşulları belirler^{5,9}. Sülfid çok reaktif olup çoğu üründe serbest halde çok az bulunur. Sülfidlerin büyük kısmı sülfatlara dönüşmekte, indirgen şekerler, nişasta, protein, aldehit, keton ve vitaminlere bağlanmakta veya özellikle asidik gıdalarda buharlaşmaktadır. Kuru kayısıda serbest sülfid oranı azdır. Kuru kayısıdan kaynaklanan kükürt zehirlenme vakası olmamasına karşın, giderek sıkılaşan gıda katkıları mevzuatına uymanın gerekli olduğu unutulmamalıdır^{9,12}.

SO₂ ve sülfid için belirlenmiş LD₅₀ (*akut toksik etki göstergesidir, deneklerin %50'sinde ölüme neden olan minimum miktarı ifade eder*) değeri 1000 mg/kg'dır¹². Vücuda alınan serbest sülfid, karaciğerde sülfid oksidaz enzimi ile sülfata çevrilip idrar yolu ile kolayca atılmaktadır. Bireylerin SO₂'e duyarlılığı değişmektedir. Vücut ağırlığına göre 13-14 mg/kg'dan fazla alınan sülfidlerin boğaz ve mide yanmaları, baş ağrısı ve kusma gibi toksik belirtiler oluşturabildiği görülmüştür¹³. Sülfite duyarlı kişilerde bu miktar 3 mg'a kadar düşmektedir. Sülfid duyarlı bireylerde yan etki en fazla atopi hikayesi olan kişilerde görülmektedir. Buckley ve arkadaşları tüm astımlıların % 4.6'sında sülfid duyarlılığı olduğunu göstermişlerdir. Ancak kuru kayısıda toplam SO₂'in çok az oranda serbest sülfid içermesi riski azaltmaktadır⁹. Besinlerdeki sülfidin, kanserojen mikotoksinler, aflatoksin B, M ve G yanında patulini de ortadan kaldırma özelliği vardır^{9,11}.

SO₂ besinler dışında özellikle hava kirliliği olan yerleşim bölgelerinde, sanayi bölgelerinde, yanardağ çevrelerinde, SO₂ kullanılan gıda sanayinde ve laboratuvar şartlarında solunum yoluyla da insanları etkilemektedir. SO₂ az miktarda dahi keskin kokusuyla hissedilen bir gazdır. İnsanların gaz olarak SO₂'ye tepkisi farklıdır^{5,6}.

SO₂ gazı özellikle kış aylarında atmosferde artış göstermektedir. Bu artışa paralel olarak akut astım atakları başta olmak üzere solunum sistemi yakınmaları ile hastaneye başvurularda artış görülmektedir^{10,16-19}. Yine KOAH nedeniyle olan mortalite verileri ile hava kirliliği parametreleri arasında korelasyon gözlenmektedir^{16,20-26}. Ülkemizde halen yürürlükte olan Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği hükümleri çerçevesinde, daha temiz hava kalitesine ulaşmak için hedeflenen değerler aşağıdadır¹⁶.

SO₂ gazı için Hedef Sınır Değerler (HSD):

- | | |
|-----------------------------|----------|
| • Yıllık ortalama | 0.06 ppm |
| • Kış sezonu ortalama | 0.12 ppm |
| • Maksimum 24 saatlik değer | 0.15 ppm |
| • 1 saatlik değer | 0.45 ppm |

M. Eğri ve arkadaşlarını Malatya ilinde 1992-1997 yılları arası hava kirliliğinin incelenmesi adlı çalışmalarında SO₂ gazı oranının yıllara göre gittikçe düşüş gösterdiği gözlenmiştir¹⁶

SO₂ gazı ve sülfidler, özellikle bronkokonstriksiyon yaparak solunum sistemi semptomları ortaya çıkarmaktadır^{15,27-31}. Sağlıklı gönüllüler ve gönüllü astımlılar üzerinde yapılan çalışmalarda SO₂ gazının konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak bronkokonstriksiyon derecesi de artmaktadır^{17,27,28,32-34}. SO₂ gazının yaptığı bu etki ortamda diğer toksik gazların varlığı ile artmaktadır^{35,36}. Yine ayrıca SO₂'in bronşlar üzerine etkisi, asidik ortamda, egzersizle ve soğuk hava ile artmaktadır^{27,28,32,36-39}. SO₂'yi soluma şekli de etkiyi değiştirmektedir. Oral solunum, oronasal solunuma kıyasla daha fazla bronşlar üzerine etkili bulunmuştur³⁷.

SO₂ gazının bronkokonstriksiyonu hangi mekanizmalar ile yaptığı tam olarak bilinmemektedir. Bu konuda yapılmış birçok hayvan deneyleri mevcuttur. Kesin mekanizma bilinmemekle birlikte kolinerjik sistem aktivasyonu yaptığı görüşü daha ağırlıklıdır^{19,28,30,40-43}.

SO₂ gazı akciğerler dışında nasal mukozaya ve konjunktivaya da toksiktir. SO₂ gazına uzun süreli maruz kalma ile nasal mukozada epitel dejenerasyonu, mukus glandlarında azalma ve nasal hava yolu direncinin arttığı gösterilmiştir^{40,44-47}. SO₂ gazının direk toksik etkisiyle gözde iritasyon oluşturduğu bildirilmiştir^{45,48}.



MATERYAL VE METOD

İşçiler:

Çalışma 1998 kayısı hasat sezonunda, kayısı kükürtlemesi yapılan ve her birinde farklı konsantrasyonda SO₂ gazı ortaya çıkan 15 üretici bahçesinde yapıldı. Toplam 69 erkek kayısı işçisi çalışmaya alındı. Üreticiye ve çalışanlara hiçbir müdahale yapılmadan her zamanki gibi kayısı hasat, kükürtleme ve sonrası işlemlerin yapılması istendi. Bu sırada kükürtleme odası (*yöresel adı, islim damı*) özellikleri, kullanılan kükürt miktarı, kükürtleme odasının havalandırma süresi ve kükürtleme odası içerisinde kayısı işçilerinin toplam kalma süreleri kayıt edildi.

Çalışmaya alınan işçilerin yaş, sigara alışkanlığı, alkol alımı, allerji, geçirilmiş veya mevcut akciğer hastalığı, diğer sistemik hastalıklar, ilaç kullanma hikayesi, kayısı kükürtleme işinde kaç yıldır çalıştığı ve bu sezon kaçınıcı kükürtlemeye katıldığı anket formuna kayıt edildi. Çalışma kapsamında tüm işçilerin kükürtleme odasına girmeden önce, içerdeyken ve çıktıktan 1 saat sonra semptomları değerlendirildi. Bunun için öksürük, nefes darlığı, balgam çıkarma, göğüs ağrısı, burun akıntısı, burunda kaşıntı, boğazda gıcık hissi gibi solunumsal semptomlar ve ateş, cilt reaksiyonu, gözde yanma ve batma, baş ağrısı, halsizlik, çarpıntı, bulantı ve eklem ağrısı gibi sistemik semptomlar, Tablo 3'deki skorlama esas alınarak belirlendi.

Çalışmaya alınan kayısı işçilerinin tümü SO₂ gazına maruziyet öncesi ve sonrası Göğüs Hastalıkları uzmanı tarafından muayene edildi. Solunum sistemi muayenesi normal olanlar ve patoloji saptananlar belirlendi.

Tablo 3. Çalışmaya alınan işçilerin semptom skoru

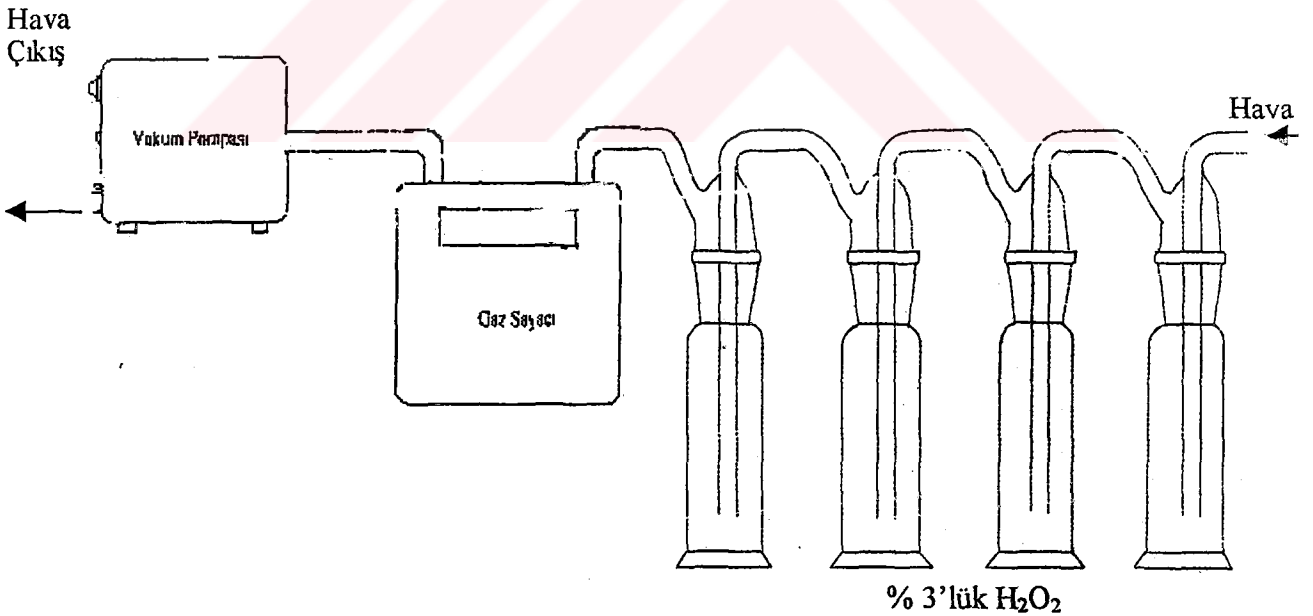
Semptom skoru	Semptom derecesi
0	Semptom yok
1	Hafif semptom
2	Orta derecede semptom var
3	İleri derecede semptom var

Kayısı kükürtleme işlemi ve SO₂ gazı maruziyeti:

Kayısı kükürtlemesi genellikle kayısı bahçelerine inşa edilen yaklaşık 15 m³ hacmi olan, içeri hava giriş çıkışını engelleyecek şekilde çok iyi izole edilen kükürtleme odasında yapılmaktadır. Önceden toplanmış ve kasalara doldurulmuş kayısılar kükürtleme odasına yerleştirilir. Bir ton kayısı için yaklaşık 1.5-2 kg kadar toz haldeki %98-99 saflıktaki kükürt kullanılır. Yayvan metal bir kaba konulan kükürt, kükürtleme odasının bir duvarına monte edilmiş ocağın üzerinde ısıtılarak eritilir ve eriyen kükürt yakılarak SO₂ gazı elde edilir. SO₂ gazı ortaya çıkmaya başlayınca kükürtleme odasının kapısı kapatılır, yaklaşık 8-10 saat beklendikten sonra kapı açılır. Kapılar açılır açılmaz yaklaşık 30 m çapındaki bir alana SO₂ gazı yayılır. Bu alan içinde bulunan herkes gazı solumaktadır. Kükürtleme odası açıldığı zaman çok yoğun SO₂ gazı nedeniyle içeri girme imkanı olmadığından oda 30-60 dakika havalandırılır. Havalandırma sonunda kayısı kasalarını dışarıya taşınmaya başlanır. Taşıma işlemi kayısı miktarına göre değişmekle birlikte yaklaşık 1 saat sürmektedir. Bu sırada kükürtleme odası havalandırılmasına rağmen içeri giren işçiler SO₂ gazı solumamak için dışarıda derin nefes alır, sonra odaya girerler ve oda içinde hiç nefes almadan kayısı kasalarını dışarı taşırlar. Çalışmaya alınan işçiler kükürtleme odası içinde nefes almasalar bile oda çevresinde çok yoğun olarak SO₂ gazına maruz kalmaktadır.

Kükürt dioksit (SO_2) gazı ölçümü:

Kükürtleme odası havalandırma süresi sonrası, kükürtlenmiş kayısılar dışarıya çıkarılırken kükürtleme odası çevresindeki havada SO_2 gazı ölçüldü. Ölçüm Monier Willams yöntemiyle yapıldı. Yöntemin ana prensibi ortamdaki SO_2 gazını hidrojen peroksit (H_2O_2) çözeltisi içerisinde geçirerek sülfat (H_2SO_4)'a dönüştürme ve bromfenolblue indikatörlüğünde sodyum hidroksit ($NaOH$) ile titre etme prensibine dayanmaktadır. SO_2 içeriği belirlenecek olan kükürtleme odasındaki hava, şekil 1'de görülen düzenden geçirilmiştir. Şekil 1'de görülen gaz yıkama şişelerine 100'er ml %3'lük H_2O_2 (%30'luk H_2O_2 Merck 8597'den hazırlandı) çözeltisi konuldu ve bir vakum pompası ile hava, düzendeeki H_2O_2 içerisinde geçirildi. Geçen havanın miktarını belirlemek için gaz yıkama şişeleri ile vakum pompası arasına bir gaz ölçüm sayacı yerleştirildi.



Şekil 1: SO_2 gazı tayin düzeneği şematik görünümü.

Bütün ölçüm yapılan yerlerde gaz yıkama şişelerinden 1 m³ hava geçirildi. H₂O₂ içerisinde geçirilerek H₂SO₄'e yükseltgenen SO₂, ayarlı NaOH (0.05 N NaOH, katı NaOH Merck 6482'den hazırlandı) ile titre edildi ve hesaplamalar aşağıda gösterilen formül ile yapıldı:

$$\text{SO}_2 (\text{ppm}) = \frac{N \times V \times EA}{\text{Örnek miktarı}} \times 1000$$

Eşitlikte; N Sodyum hidroksitin derişimi (*normalite*)
V Sodyum hidroksitin hacmi
EA Kükürt dioksinin eşdeğer ağırlığı

Şekil 1'de görülen gaz yıkama şişelerinin her birisi için ayrı hesaplamalar yapıldı ve 4 gaz yıkama şişesinde elde edilen değerler toplanarak o kükürtleme yerinde ki SO₂ miktarı ppm olarak hesaplandı.

Solunum fonksiyon testleri:

Solunum Fonksiyon Testleri (SFT) Pony (Cosmed, P/N: CO9002-02-99, S/N:7012154, Roma-İTALYA) marka portable spirometre cihazıyla ölçüldü. Tüm testler aynı kişi tarafından Amerikan Toraks Derneğinin kriterlerine göre yaptırıldı. Spirometre günlük ve her kükürtleme merkezinde 3 litrelik kalibrasyon şırıngası ile kalibre edildi. Spirometre de referans değerler olarak Knudson 83 alındı. SO₂ gazına maruziyetten önce ve maruziyetten sonra (*en geç 30 dak. sonra*) ölçülen SFT üçer kez tekrarlandı ve ölçülen en iyi değer alındı. Kükürtleme öncesi ve sonrası, FVC (*zorlu vital kapasite*), FEV₁ (*birinci saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm*), FEV₁/FVC, PEF (*zirve ekspiratuar akım*), FEF₂₅₋₇₅ (*maksimum*

ekspirasyon ortası akım hızı), $V_{\max 25}$ (vital kapasitenin ilk %25 indeki akım hızı), $V_{\max 50}$ (vital kapasitenin ilk %50 sindeki akım hızı), $V_{\max 75}$ (vital kapasitenin ilk %75 indeki akım hızı) spirometrik değerleri karşılaştırıldı.

İstatistiksel analizler:

Ortalamalar \pm standart sapma olarak hesaplandı. Kükürtleme öncesinde, sırasında ve sonrasındaki semptomların farklı olup olmadığı varyans anliziyle araştırıldı. SO_2 maruziyetinin neden olduğu SFT değişiklikleri paired t testi ile karşılaştırıldı. İşçilerin maruz kaldığı SO_2 konsantrasyonu ile SFT değişiklikleri arasındaki ilişkiyi incelemek için her bir işçinin SO_2 maruziyetinden önce ve sonra ölçülen SFT değerlerinin farkları hesaplandı. SFT'lerindeki fark ortalamaları ve SO_2 konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi test etmek için korelasyon analizi yapıldı. Sigara içen ve içmeyen işçilerin SFT değişiklikleri paired t testiyle karşılaştırıldı. $P < 0,05$ değeri istatistiksel anlamlılık sınırı olarak kabul edildi. İstatistik analizlerinde SPSS paket istatistik programı kullanıldı.

SONUÇLAR

Çalışmada toplam 15 kayısı kükürtlemesi yapılan bahçeye gidildi. Tablo 1'de bu yerdeki kükürtleme odalarının özellikleri, yakılan toz haldeki kükürt miktarı, havalandırma süreleri, SO₂ gazı maruziyet süreleri ve bu sırada maruz kaldıkları SO₂ miktarı görülmektedir.

Tablo 4. Kükürtleme yerleri (kodlar ile), kükürtleme odası hacmi, kullanılan kükürt miktarı, SO₂ miktarı, SO₂ gazı maruziyet süresi ve kükürtleme odası havalandırma süresini gösteren tablo.

Kükürtleme yeri	Kükürtleme* odası hacmi	Kükürt miktarı (kg)	SO ₂ miktarı (ppm) **	SO ₂ maruziyet süresi (dk)	Havalandırma süresi (dk)
A	13.12	1.5	247.0	30-50	40-60
B	13.75	2.0	639.6	20-40	30-60
C	19.80	2.5	131.2	60-70	60-90
D	18.00	2.0	139.4	40-60	30-40
E	19.80	1.5	492.0	45-60	50-60
F	16.20	1.5	404.0	40-60	60-90
G	20.25	2.5	721.6	30-40	30-60
H	32.90	2.0	623.2	15-30	30-40
I	33.44	3.0	245.8	30-60	60-90
J	15.00	1.5	377.2	30-45	50-60
K	34.20	2.0	393.6	60-90	60-120
L	10.36	1.5	131.2	30-45	60-90
M	30.80	1.5	106.6	30-40	90-120
N	22.40	1.5	196.8	30-40	20-30
O	12.84	2.0	164.0	45-60	60-90

* Kükürtleme odası hacmi m³ cinsinden

** Kükürtleme odası havalandırma süresi sonunda ölçülen havadaki SO₂ gazı miktarı.

Gidilen 15 kükürtleme merkezlerinin özelliklerini belirtmek ve buralardaki SO₂ miktarını belirtmek üzere alfabetik harf sırası ile kodlandı. Toplam 69 erkek kayısı işçisi çalışmaya alındı. Yaşları 15-69 (31.29 ± 14.66) arasında değişiyordu. Kayısı işçilerinin 45 (%65.2)'i sigara kullanıyordu, 24 (%34.8)'ü sigara kullanmıyordu. İşçilerden 5'i (%7.2) haftada en az 1 defa alkol alıyordu. İşçilerden 7 (%10.1)'sinde allerji hikayesi vardı. Allerjenler 3 kişi de acı, 1 kişi de yumurta, 1 kişi de arı sokması, 1 kişi de deterjan ve 1 kişide de sülfanamid olarak tanımlandı.

Kayısı kükürtleme işinde çalışma süresi 1-45 (10.99 ± 10.84) yıl arasında değişiyordu. Altmış dokuz olgunun 39 (% 56.5)'u kayısı işinde 0-9 yıl, 30 (% 43.5)'u kayısı işinde 10 yıldan daha uzun süredir kayısı işinde çalışıyordu. Çalışma süresi açısından değerlendirildiğinde, 10 yıldan daha fazla kükürtlemede çalışanlar ile 10 yıldan az çalışanların SFT değerleri arasında istatistiksel fark bulunmadı ($p>0.05$). İşçilerin bu sezon yaptıkları kükürtleme işlemi sayısı; 24 işçi 0-4 (%34.8), 18 işçi 5-9 (%26.1), 25 işçi 10-19 (%36.2) ve 2 işçi ise 20 (%2.9) defadan fazla olmak üzere kükürtleme işlemi yapmışlardı. Kükürtleme işlemi sayısı ile, SFT ve semptom skorları karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark görülüyordu ($p>0.05$).

Tablo 5'de kükürtleme öncesinde, sırasında ve sonrasında semptomu olan olgular ve semptom skorları görülmektedir.

Balgam çıkarma, göğüs ağrısı, ateş, halsizlik, baş ağrısı, bulantı ve cilt reaksiyonu gibi semptomlar kükürtleme öncesi, kükürtleme sırasında ve sonrasında istatistiksel olarak farklı değildi ($p>0.05$). Sadece 1 olguda kükürtleme sırasında bulantı görüldü. Kükürtleme sırasında 1 olguda görülen cilt reaksiyonu hafif kızarıklık şeklinde idi.

Kayısı işçileri kükürtleme sırasında en çok gözde yanma ve batmadan yakındılar (Şekil 2).

Tablo 5. Kükürtleme öncesinde, sırasında ve sonrasında semptomu olan olgular ve semptom skorlarını gösteren tablo.

SEPTOMLAR	KÜKÜRTLEME ÖNCESİ			KÜKÜRTLEME SIRASI			KÜKÜRTLEME SONRASI (SO ₂ 'den 1 saat sonra)		
	Semptom skoru	Olgu sayısı (r)	%	Semptom skoru	Olgu sayısı (n)	%	Semptom skoru	Olgu sayısı (n)	%
Gözde yanma	11	8	11.5	119	57	82.6	12	9	13.0
Öksürük	10	9	13.0	108	53	76.8	22	18	26.1
Nefes darlığı	8	7	10.1	105	55	79.7	15	13	18.8
Burun akıntısı	4	3	4.3	82	48	69.6	18	13	18.8
Bogazda gıcık hissi	5	4	5.7	43	25	36.2	7	5	7.2
Burun kaşınması	4	4	5.7	38	25	36.2	9	8	11.5
Balgam çıkarma	15	12	17.3	18	13	18.7	13	10	14.4
Eklem ağrısı	12	7	10.1	15	8	11.5	15	8	11.5
Baş ağrısı	7	6	8.6	7	7	10.1	13	10	14.4
Halsizlik	7	5	7.2	10	7	10.1	9	7	10.1
Çarpıntı	1	1	1.4	6	6	8.7	1	1	1.4
Göğüs ağrısı	5	4	5.7	5	4	5.7	5	4	5.7
Ateş hissi	1	1	1.4	5	4	5.7	2	2	2.9
Cilt reaksiyonu	2	2	2.9	3	3	4.3	3	3	4.3
Bulantı	0	0	0	2	1	1.4	0	0	0

0 Semptom yok,

1 hafif semptom var,

2 orta derecede semptom var,

3 ileri derecede semptom var.

Gözde yanma ve batma; kükürtleme öncesi 8 (%11.5) olguda mevcut ve semptom skoru 11 iken, kükürtleme sırasında 57 (%82.6) olguda görülmüş ve semptom skoru 119 olarak belirlenmiştir. Kükürtleme sonrasında ise 9 (%13) olguda belirtilmiş ve semptom skoru 12 olarak bulunmuştur. Kükürtleme sırasındaki göz şikayetleri, hem kükürtleme öncesine, hem de kükürtleme sonrasına göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Öksürük; kükürtleme öncesinde 7 (%10.1) olguda mevcut ve semptom skoru 10 iken, kükürtleme sırasında 53 (%76.8) olguda görülüp semptom skoru 108 ve kükürtleme sonrasında ise 18 (%26.1) olguda belirlenmiş ve semptom skoru 22 olarak bulunmuştur. Kükürtleme sırasındaki semptom skoru, kükürtleme öncesi ve sonrasındaki semptom skorları ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.001$). Kükürtleme sonrası semptom skoru ile kükürtleme öncesi semptom skoru arasındaki fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Kayıslı işçilerinin tanımladığı en rahatsız edici semptom nefes darlığıdır. Kükürtleme öncesinde nefes darlığı 7 (%10.1) olguda mevcut ve semptom skoru 8, kükürtleme sırasında 55 (%79.7) olguda mevcut ve semptom skoru 105, kükürtleme sonrasında ise 13 (%18.8) olguda görülmüş ve semptom skoru 15 olarak bulunmuştur. Kükürtleme sırasında ki semptom skoru, kükürtleme öncesi ve sonrasındaki semptom skorları ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.001$).

Burun akıntısı kükürtleme öncesi 3 (%4.3) olguda mevcut ve semptom skoru 4, kükürtleme sırasında 48 (%69.6) olguda mevcut ve semptom skoru 82 ve kükürtleme sonrasında 13 (%18.8) olguda mevcut ve semptom skoru 18 idi. Kükürtleme sırasında burun akıntısı semptom skoru, kükürtleme öncesi ve sonrasındaki semptom skorları ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.001$). Burun kaşıntısı kükürtleme öncesi 4 (%5.7) olguda mevcut ve semptom skoru 4, kükürtleme sırasında 25 (%36.2) olguda mevcut ve semptom skoru 38 ve kükürtleme sonrasında 8 (%11.5) olguda

mevcut ve semptom skoru 9 idi. Kükürtleme sırasındaki semptom skoru, kükürtleme öncesi ve sonrasındaki semptom skorları ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0.001$).

Boğazda gıcık hissi sırasıyla; kükürtleme öncesi 4 (%5.7) olguda var semptom skoru 5, kükürtleme sırasında 25 (%43) olguda mevcut ve semptom skoru 43, kükürtleme sonrası 5 (%7.2) olguda mevcut ve semptom skoru 7 idi. Kükürtleme sırasında boğazda gıcık hissi semptom skoru, kükürtleme öncesi ve sonrasındaki semptom skorları ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.001$).

SO₂ gazına maruz kalmadan önce 11 (%15.9) olguda solunum sistemi muayenesinde patoloji saptanırken, SO₂ gazı maruziyeti sonrasında 15 (%21.7) olguda saptandı. İstatistiksel olarak arada anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$).

Sigara içenler ile içmeyenlerin SFT fark ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$).

Çalışmamızda gidilen ve kükürtleme yapılan kayısı bahçelerine alfabetik harf sırası ile kod verildi. Yapılan SFT ölçümleri Tablo 6'de gösterilmiştir.

Tablo 6. Kayısı işçilerinin SO₂ öncesi ve sonrası: Solunum Fonksiyon Bulguları (1) Kısaltmalar için Tablo 7'ye bakınız.

Kürtlleme Yeri/kodu	No	Yaş	Önce/ Sonra	FVC (L)	FVC %	FEV ₁ (L)	FEV ₁ %	FEV ₁ /FVC %	PEF (L/sn)	PEF %	FEF ₂₅₋₇₅ (L/sn)	FEF ₂₅₋₇₅ %	V _{max25} (L/sn)	V _{max50} (L/sn)	V _{max75} (L/sn)
A	1	49	Önce	4,36	97	4,15	124	95,2	11,34	135	6,45	185	10,23	7,42	3,09
			Sonra	4,01	88	3,86	114	96,3	9,38	112	5,61	161	9,78	6,28	2,82
	2	69	Önce	3,35	85	2,81	104	83,9	7,30	96	3,06	120	5,11	3,44	1,40
			Sonra	3,46	87	2,97	109	75,4	4,37	57	2,32	90	3,74	2,09	1,40
	3	45	Önce	2,50	59	2,40	73	96,0	4,91	62	3,21	91	4,64	3,67	1,97
			Sonra	1,94	45	1,42	43	73,1	3,14	39	1,43	40	3,61	2,77	0,98
	4	15	Önce	4,72	119	3,92	112	83,1	5,11	69	4,04	91	5,09	4,49	2,58
			Sonra	3,69	93	2,85	81	77,0	4,38	60	1,93	43	3,94	2,88	1,07
	5	27	Önce	5,29	97	4,41	102	83,4	10,89	111	4,42	96	7,58	5,08	2,33
			Sonra	4,80	87	3,84	88	80,0	5,56	56	3,34	72	4,98	3,60	2,02
	6	15	Önce	3,10	90	3,10	102	100,0	5,87	89	4,58	118	5,79	4,95	3,06
			Sonra	3,15	91	2,89	95	91,7	4,07	61	3,45	89	4,03	3,63	2,32
7	48	Önce	4,52	95	3,74	106	82,7	4,98	57	3,92	109	4,89	4,38	2,58	
		Sonra	4,08	85	2,99	84	73,3	4,19	48	2,51	70	3,73	2,72	1,60	
8	23	Önce	4,85	90	4,85	105	100,0	11,25	113	7,37	136	10,80	8,04	4,30	
		Sonra	4,50	83	4,08	88	90,6	8,96	90	5,10	94	8,60	7,16	3,60	
9	18	Önce	5,37	114	4,44	108	82,7	8,13	93	4,99	98	7,99	5,53	2,79	
		Sonra	5,06	108	3,7	90	73,3	5,25	61	4,56	90	5,06	5,08	2,43	
10	23	Önce	4,62	89	4,23	96	91,6	7,89	82	4,73	91	7,46	4,98	3,18	
		Sonra	3,35	64	2,97	67	88,7	7,14	74	3,24	62	4,29	2,19	2,08	
11	23	Önce	3,92	84	3,23	83	82,4	6,40	73	3,17	70	5,53	3,18	1,75	
		Sonra	4,02	86	2,97	76	73,9	5,08	58	2,57	57	4,62	2,77	1,29	
12	19	Önce	5,44	102	5,01	108	92,1	11,95	123	6,44	113	10,31	6,52	3,51	
		Sonra	5,57	104	4,075	102	85,3	11,34	117	5,14	90	9,38	5,38	2,65	
13	20	Önce	5,75	111	5,21	116	90,6	9,78	103	7,87	144	8,54	8,94	3,47	
		Sonra	5,06	97	4,33	96	85,6	6,05	63	3,96	73	5,72	5,53	1,33	

Tablo 6. Kayısı işçilerinin SO₂ öncesi ve sonrası Solunum Fonksiyon Bulguları (2)

Kükürtleme Yeri kodu	No	Yaş	Önce/ Sonra		FVC (L)	FVC %	FEV ₁ (L)	FEV ₁ %	FEV ₁ /FVC %	PEF (L/sn)	PEF %	FEF ₂₅₋₇₅ (L/sn)	FEF ₂₅₋₇₅ %	V _{max25} (L/sn)	V _{max50} (L/sn)	V _{max75} (L/sn)
			Önce	Sonra												
C	14	50	Önce	4,36	96	3,69	109	84,6	10,31	122	3,87	112	9,57	5,13	1,64	
			Sonra	3,77	83	2,82	83	74,8	9,15	108	3,15	91	8,54	4,96	1,16	
	15	16	Önce	4,41	108	3,92	109	88,9	5,90	77	4,41	98	5,90	4,13	2,86	
			Sonra	4,72	115	3,77	109	79,9	5,25	68	3,87	85	5,13	3,97	2,86	
	16	18	Önce	4,85	110	4,10	107	84,5	7,42	90	5,02	106	6,43	5,56	2,60	
			Sonra	4,77	108	2,77	98	79,0	6,72	82	3,27	69	6,72	3,66	1,87	
	17	43	Önce	4,15	90	3,61	103	87,0	7,14	84	4,63	124	6,92	6,19	2,22	
			Sonra	4,23	92	3,12	88	73,8	3,78	44	3,02	81	3,13	2,97	2,16	
	18	60	Önce	2,30	56	2,27	77	98,7	8,28	106	2,83	96	5,84	2,80	1,71	
			Sonra	2,24	54	2,19	74	97,8	7,18	92	2,76	94	5,25	2,63	1,69	
	19	37	Önce	3,69	78	3,33	90	90,2	7,94	91	3,91	98	6,11	4,29	2,14	
			Sonra	3,41	72	3,25	87	95,3	5,82	67	3,62	90	5,72	3,73	1,87	
20	17	Önce	3,69	84	3,59	94	85,6	6,82	84	4,37	92	5,53	4,50	2,79		
		Sonra	3,74	85	3,41	89	91,1	5,56	69	3,91	82	6,46	4,46	2,08		
21	16	Önce	3,28	91	3,15	101	96,0	6,78	99	4,40	112	6,49	4,72	2,75		
		Sonra	2,99	83	2,09	66	69,0	5,49	80	4,04	103	5,44	3,99	2,22		
22	34	Önce	4,88	108	3,79	104	77,7	7,63	92	3,28	81	6,34	3,81	1,67		
		Sonra	4,82	106	3,20	88	66,4	4,25	51	2,51	62	3,89	2,99	1,50		
23	25	Önce	5,93	107	4,82	110	81,3	10,38	105	4,85	103	7,26	6,08	2,50		
		Sonra	5,86	106	4,39	100	74,9	8,49	86	3,71	79	7,22	4,27	1,51		
24	33	Önce	4,59	85	3,64	87	79,3	7,14	73	3,40	78	6,55	4,59	1,38		
		Sonra	4,05	74	3,03	72	74,8	5,42	55	2,08	48	6,72	2,94	0,68		
25	27	Önce	4,57	91	3,79	94	82,9	8,23	91	3,97	89	7,18	4,10	1,89		
		Sonra	3,82	76	3,04	75	79,5	7,09	78	2,71	60	7,06	3,10	1,16		
26	18	Önce	4,10	93	3,87	101	94,4	9,00	110	5,34	114	7,99	6,14	2,63		
		Sonra	3,69	84	3,19	83	86,4	7,03	86	5,05	107	6,75	5,67	3,10		
27	32	Önce	4,36	77	4,00	91	91,7	7,63	75	5,80	129	7,46	5,90	3,95		
		Sonra	3,87	68	3,54	80	91,4	7,03	69	5,09	114	6,72	5,77	2,73		

Tablo 6. Kayısı işçilerinin SO₂ öncesi ve sonrası Solunum Fonksiyon Bulguları (3)

Kükürtleme Yeri kodu	No	Yaş	Önce/Sonra		FVC (L)	FVC %	FEV ₁ (L)	FEV ₁ %	FEV ₁ /FVC %	PEF (L/sn)	PEF %	FEF ₂₅₋₇₅ (L/sn)	FEF ₂₅₋₇₅ %	V _{max25} (L/sn)	V _{max50} (L/sn)	V _{max75} (L/sn)
			Önce	Sonra												
F	28	44	Önce	3,82	84	3,25	93	85,0	5,95	70	3,76	102	5,77	4,40	1,64	
			Sonra	3,88	74	3,03	87	89,6	5,72	68	3,68	100	5,29	4,47	1,54	
	29	16	Önce	4,39	104	4,39	117	100,0	10,38	132	7,47	158	10,23	8,23	4,66	
			Sonra	4,08	96	4,05	109	99,3	8,65	110	7,00	149	8,44	7,54	5,25	
	30	55	Önce	3,48	83	2,87	94	82,4	6,14	78	3,48	110	4,94	2,36	1,73	
			Sonra	3,48	83	2,14	70	61,5	5,40	69	2,35	74	4,02	2,03	1,48	
	31	18	Önce	3,56	79	3,53	90	99,2	6,40	77	5,45	113	6,37	5,70	3,97	
			Sonra	3,56	79	2,87	73	80,6	6,03	72	5,20	108	5,63	5,65	3,64	
	32	23	Önce	3,30	77	2,07	86	93,0	5,82	71	4,83	118	5,74	5,38	3,52	
			Sonra	3,28	76	2,64	74	77,4	5,17	63	4,67	113	5,13	4,66	3,38	
	33	57	Önce	3,33	82	3,12	105	93,7	6,99	91	4,23	139	6,96	5,21	2,09	
			Sonra	3,10	76	2,99	101	96,5	6,43	83	3,83	125	6,37	4,95	1,96	
34	35	Önce	3,30	73	3,28	91	99,4	8,82	106	4,63	116	8,54	4,52	2,53		
		Sonra	3,07	68	2,99	83	97,4	8,44	102	3,63	91	7,85	3,76	2,05		
35	32	Önce	3,41	90	3,62	95	88,6	9,64	136	3,91	101	6,59	2,91	1,43		
		Sonra	2,61	69	2,50	79	95,0	8,04	113	3,35	86	5,69	2,89	1,37		
36	26	Önce	3,64	71	3,53	85	97,0	7,38	80	5,45	128	7,30	5,90	3,56		
		Sonra	3,41	65	3,4	83	100,0	5,08	55	4,27	94	4,98	4,75	3,21		
37	18	Önce	2,37	54	2,37	62	100,0	7,34	90	4,93	105	6,96	5,23	3,59		
		Sonra	2,50	57	2,50	65	100,0	6,75	82	4,49	96	6,43	4,50	2,86		
38	19	Önce	4,57	107	4,54	123	99,0	11,74	146	6,31	141	10,23	7,38	3,62		
		Sonra	4,64	109	3,68	123	97,4	11,25	140	5,77	129	9,71	6,40	3,40		
39	20	Önce	4,75	104	4,70	120	98,9	9,64	113	5,93	126	8,23	6,34	4,02		
		Sonra	4,33	95	3,91	111	100,0	9,52	112	6,09	129	8,74	6,04	3,71		
40	44	Önce	3,35	76	3,35	99	100,	10,23	125	4,59	126	9,12	4,67	2,82		
		Sonra	3,46	79	3,38	100	97,7	9,64	118	4,41	121	8,49	4,47	2,59		
41	16	Önce	3,95	93	3,95	106	100,0	7,18	91	4,96	106	6,05	5,04	4,55		
		Sonra	3,74	88	3,10	83	82,9	6,78	86	2,75	59	6,03	4,89	3,16		

Tablo 6. Kayısı işçilerinin SO₂ öncesi ve sonrası Solunum Fonksiyon Bulguları (4)

Kükürtleme Yeri kodu	No	Yaş	Önce/ Sonra		FVC (L)	FVC %	FEV ₁ (L)	FEV ₁ %	FEV ₁ /FVC %	PEF (L/sn)	PEF %	FEF ₂₅₋₇₅ (L/sn)	FEF ₂₅₋₇₅ %	V _{max25} (L/sn)	V _{max50} (L/sn)	V _{max75} (L/sn)
			Önce	Sonra												
I	42	18	Önce	4,64	100	4,44	110	95,7	9,18	107	5,54	111	7,89	5,67	3,70	
			Sonra	3,81	82	3,61	89	94,7	7,67	89	3,55	71	6,85	4,53	1,34	
	43	41	Önce	4,77	95	4,49	118	94,1	11,64	128	6,34	161	10,80	7,07	3,15	
			Sonra	4,88	97	4,44	116	91,0	11,16	122	5,98	152	10,31	6,82	2,95	
	44	15	Önce	2,35	63	2,35	72	100,0	5,97	85	3,43	82	5,15	3,27	2,43	
			Sonra	2,50	67	2,27	69	90,8	5,56	79	3,02	72	4,80	2,97	2,12	
	45	17	Önce	4,49	85	4,45	96	99,1	9,38	99	7,08	122	9,00	7,71	4,49	
			Sonra	4,85	92	4,40	95	90,7	8,94	94	6,60	113	8,54	7,11	4,10	
	46	35	Önce	2,97	66	2,61	73	87,9	5,36	65	2,79	70	4,79	2,92	1,71	
			Sonra	3,35	74	2,55	71	76,1	3,64	44	2,78	70	3,57	3,11	1,76	
	47	37	Önce	3,04	70	3,02	87	99,3	8,18	102	4,97	127	7,22	4,82	2,98	
			Sonra	3,48	80	3,02	87	86,7	4,29	53	3,59	93	4,23	3,66	2,62	
48	19	Önce	3,82	83	3,77	94	98,7	7,22	84	5,14	106	6,99	5,58	3,67		
		Sonra	3,66	79	3,48	87	95,1	6,05	70	3,86	79	5,58	3,95	2,35		
49	30	Önce	4,36	89	3,69	94	84,6	9,64	108	4,01	93	8,71	4,67	1,60		
		Sonra	4,18	85	3,41	87	81,5	7,81	87	3,17	50	7,78	4,03	1,60		
50	20	Önce	4,10	93	4,05	107	98,8	8,49	102	5,96	132	8,18	6,49	3,26		
		Sonra	4,05	92	3,32	101	94,3	5,27	64	4,59	101	4,80	4,91	3,35		
51	63	Önce	3,25	85	2,68	99	82,5	6,43	88	2,87	105	5,11	3,04	1,23		
		Sonra	2,86	75	2,46	91	86,0	5,34	73	2,61	95	4,74	2,94	1,21		
52	15	Önce	3,23	85	3,20	95	99,1	8,88	124	4,62	108	7,26	4,70	2,84		
		Sonra	3,10	81	3,07	91	99,0	8,7	123	3,88	91	6,72	4,04	2,42		
53	20	Önce	4,00	89	3,58	102	99,5	6,32	75	5,25	113	6,11	5,87	4,23		
		Sonra	4,05	90	3,85	99	95,0	4,79	57	4,35	94	4,14	4,67	4,10		
54	37	Önce	4,75	87	4,31	104	90,7	7,58	77	4,82	114	7,22	5,04	3,03		
		Sonra	4,64	85	4,18	101	90,1	6,31	64	4,41	104	6,11	4,80	2,93		
55	17	Önce	3,07	74	3,07	84	100,0	8,49	109	6,15	136	8,23	6,08	4,44		
		Sonra	3,84	92	3,80	104	98,9	6,92	89	5,73	126	6,82	5,82	4,38		

Tablo 6. Kayısı işçilerinin β_2 öncesi ve sonrası Solunum Fonksiyon Bulguları (5)

Kültürleme Yeri kodu	No	Yaş	Önce/ Sonra	FVC (L)	FVC %	FEV ₁ (L)	FEV ₁ %	FEV ₁ /FVC %	PEF (L/sn)	PEF %	FEF ₂₅₋₇₅ (L/sn)	FEF ₂₅₋₇₅ %	V _I max25 (L/sn)	V _I max50 (L/sn)	V _I max75 (L/sn)
L	56	43	Önce	3,15	78	2,57	94	94,3	5,92	79	3,92	110	5,92	2,90	2,04
			Sonra	3,46	86	2,94	93	85,0	5,62	74	3,60	101	5,42	3,07	1,79
	57	26	Önce	5,42	97	4,57	103	84,3	9,06	90	4,90	105	8,94	5,47	2,07
			Sonra	4,98	89	4,05	92	81,3	7,94	79	3,25	69	7,80	4,22	1,16
	58	59	Önce	3,10	63	2,27	65	73,2	4,77	52	1,90	58	3,32	1,87	1,07
			Sonra	2,79	56	1,99	57	71,3	4,61	50	1,37	41	2,48	1,44	0,82
M	59	21	Önce	4,95	107	4,28	108	86,5	8,49	98	4,66	99	7,71	5,02	2,38
			Sonra	4,26	92	3,70	93	86,8	6,40	74	3,41	73	6,40	4,09	1,56
	60	58	Önce	2,79	81	2,57	102	92,1	5,09	78	2,54	92	4,37	2,89	1,29
			Sonra	2,27	68	2,00	80	88,5	3,28	50	1,62	58	2,72	1,85	0,95
	61	45	Önce	3,66	85	3,53	107	96,4	8,04	100	5,38	151	7,67	5,82	2,95
			Sonra	3,61	84	3,50	105	97,0	7,99	99	5,04	141	7,70	5,90	3,02
N	62	60	Önce	2,50	66	2,24	82	89,6	5,55	77	2,91	103	4,74	2,75	1,48
			Sonra	2,32	62	2,14	78	92,2	3,57	49	2,64	93	3,45	2,76	1,77
	63	24	Önce	3,43	71	3,23	79	94,2	6,05	66	3,79	81	5,51	3,95	2,62
			Sonra	3,28	67	3,23	79	98,4	5,06	55	4,07	86	4,98	4,61	2,79
	64	33	Önce	3,87	81	3,17	83	81,9	4,18	48	3,07	74	4,01	3,20	1,95
			Sonra	3,64	76	2,73	72	75,0	4,01	45	2,26	54	3,77	2,48	1,27
O	65	21	Önce	3,48	78	3,35	88	96,5	6,32	75	4,66	103	5,84	4,75	2,97
			Sonra	3,17	71	2,81	73	88,3	5,65	67	4,36	96	5,51	4,56	2,21
	66	39	Önce	3,51	68	3,43	88	99,1	9,06	97	4,39	108	7,39	4,72	2,94
			Sonra	4,02	78	3,55	90	88,6	8,77	94	3,97	98	6,99	4,31	2,31
	67	25	Önce	5,24	96	4,62	106	88,2	11,64	119	4,98	107	7,89	5,51	2,84
			Sonra	4,93	90	4,14	95	83,9	8,94	91	4,73	101	7,61	6,55	3,18
	68	36	Önce	4,52	85	4,31	106	95,4	9,18	96	5,73	136	8,65	6,25	3,43
			Sonra	4,52	85	4,23	104	93,6	7,76	81	5,68	135	7,50	5,79	3,03
	69	18	Önce	4,18	97	4,00	107	95,7	9,25	115	5,43	119	7,80	5,65	3,69
			Sonra	3,64	85	3,16	85	86,8	7,54	94	5,01	109	7,54	5,38	3,36

SO₂ gazına maruz kalmadan önce ve sonra ölçülen SFT değerleri (*FVC*, *FEV₁*, *FEV₁/FVC*, *PEF*, *FEF₂₅₋₇₅*, *V₂₅*, *V₅₀* ve *V₇₅*) karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı. En fazla düşüş *FEF₂₅₋₇₅* ve *V₂₅*'de gözlemlendi. Tablo 7'da SO₂ gazı öncesi ve sonrası SFT ölçümleri ortalaması ve p değerleri görülmektedir.

Tablo 7. SO₂ gazı maruziyet öncesi ve sonrası ortalama SFT ölçümleri ve istatistiksel değerlendirilmesi.

	SO ₂ Öncesi	SO ₂ Sonrası	Fark	
	Ortalama ± SD	Ortalama ± SD	Ortalama ± SD	P
FVC (lt)	3,95 ± 0,88	3,79 ± 0,82	0,16 ± 0,42	<0,05
FEV ₁ (lt)	3,63 ± 0,74	3,25 ± 0,69	0,39 ± 0,36	<0,001
FEV ₁ /FVC (%)	91,60 ± 7,06	86,38 ± 9,63	5,22 ± 6,75	<0,001
PEF (lt/sn)	7,90 ± 1,95	6,52 ± 1,99	1,39 ± 1,06	<0,001
FEF ₂₅₋₇₅ (lt/sn)	4,66 ± 1,23	3,83 ± 1,24	0,82 ± 0,70	<0,001
V _{max25} (lt/sn)	7,03 ± 1,71	6,00 ± 1,84	1,03 ± 0,94	<0,001
V _{max50} (lt/sn)	5,01 ± 1,46	4,26 ± 1,40	0,75 ± 0,79	<0,001
V _{max75} (lt/sn)	2,74 ± 0,92	2,29 ± 0,96	0,45 ± 0,54	<0,001

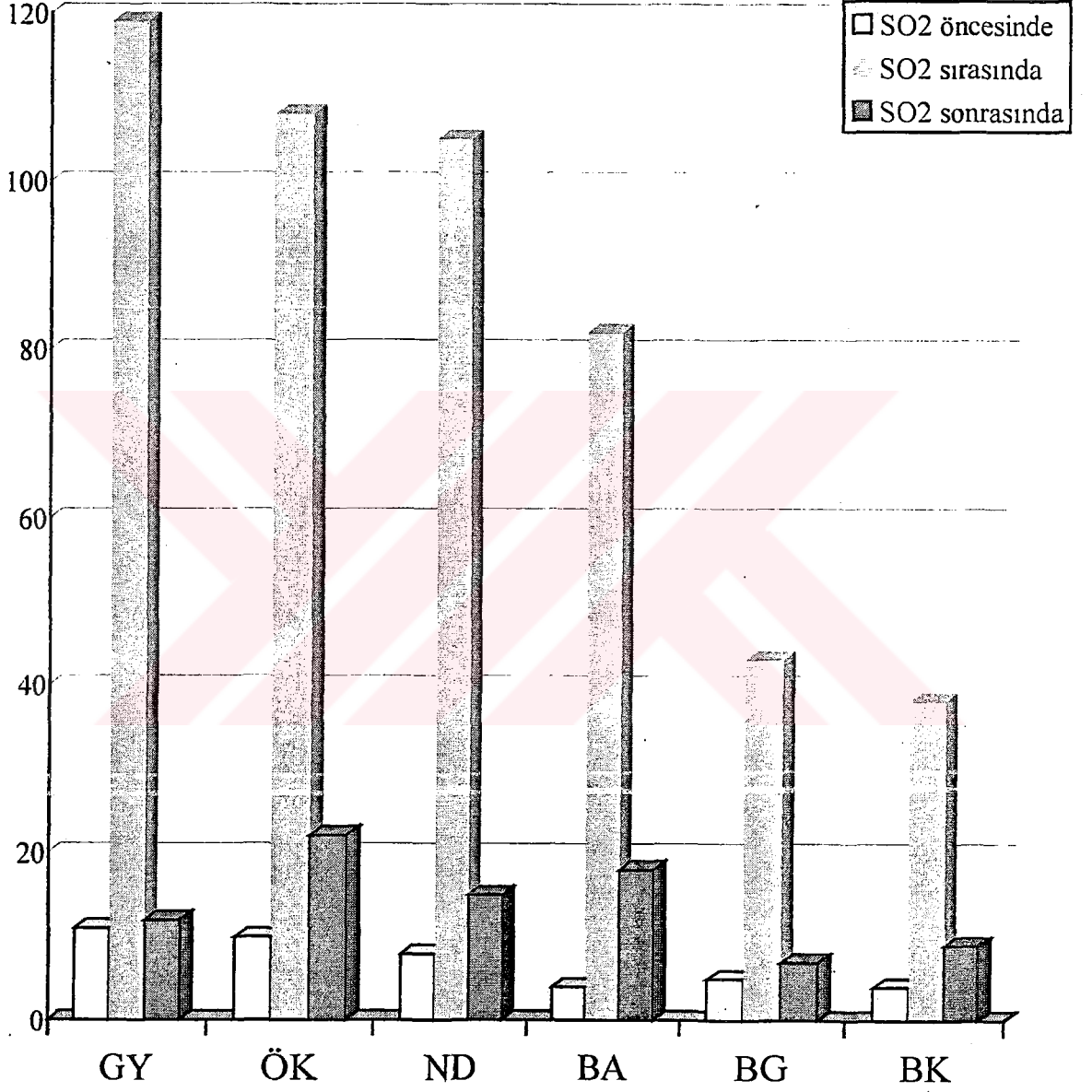
FVC: zorlu vital kapasite, FEV₁: birinci saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm, FEV₁/FVC, PEF: zirve ekspiratuar akım, FEF₂₅₋₇₅: maksimum ekspirasyon ortası akım hızı, V_{max25}: vital kapasitenin ilk %25 indeki akım hızı, V_{max50}: vital kapasitenin ilk %50 sindeki akım hızı, V_{max75}: vital kapasitenin ilk %75 indeki akım hızı.

SO₂'ye maruziyet sonrası FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, PEF, FEF₂₅₋₇₅, V_{max25}, V_{max50}, V_{max75} parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma görüldü (p<0.05). FVC'deki düşüş

daha az izlendi. Buna karşın, FEV₁, FEV₁/FVC, PEF, FEF₂₅₋₇₅ parametrelerindeki daha fazla olarak görüldü (Şekil 3). Dolayısıyla SO₂'nin solunum yolları üzerine bronkokonstriksiyon etkisi daha fazla olarak değerlendirildi. SO₂ nedeniyle en fazla düşen FEF₂₅₋₇₅ idi. Bu da orta ve küçük hava yollarının SO₂'den daha fazla etkilendiğini göstermektedir.

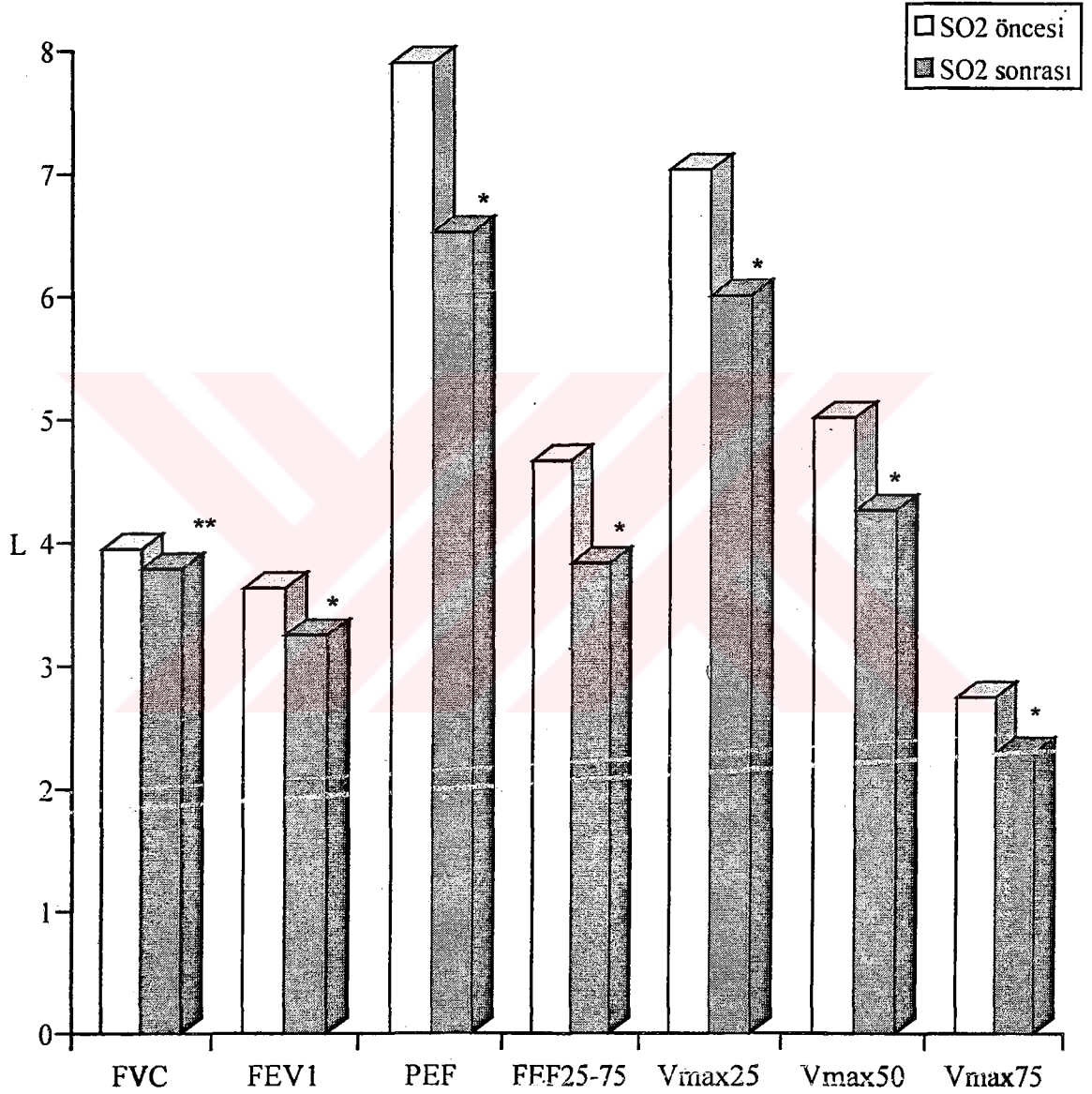


Şekil 2. SO₂ maruziyeti sırasında ve sonrasında ortaya çıkan semptomların SO₂'ye maruz kalmadan önceki semptomlarla karşılaştırması.



GY: Gözde yanma, ÖK: Öksürük, ND: Nefes darlığı, BA: Burun akıntısı, BG: Boğazda gıcık hissi, BK: Burun kaşınması.

Şekil 3. SO₂ maruziyetinin SFT parametrelerinde ortaya çıkardığı azalma izlenmektedir.



* p<0.001, **p<0.05.

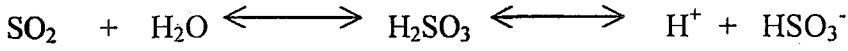
FVC: Zorlu vital kapasite, FEV₁: Birinci saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm, FEV₁/FVC, PEF: Zirve ekspiratuar akım, FEF₂₅₋₇₅: Maksimum ekspirasyon ortası akım hızı, V_{max25}: Vital kapasitenin ilk %25 indeki akım hızı, V_{max50}: Vital kapasitenin ilk %50 sindeki akım hızı, V_{max75}: Vital kapasitenin ilk %75 indeki akım hızı.

TARTIŞMA

Kükürt dioksit gazı 03-1.0 ppm konsantrasyonda olduğunda kokusu hissedilen, 5-10 ppm arasında ise konjunktiva ve burun mukozasında iritasyon yapan bir gazdır. Elli ppm ve daha fazla konsantrasyonda olduğu zaman solunum yollarında, akciğer parankimi ve akciğer damarlarında ciddi patolojik değişikliklere yol açar^{5,45}.

Hava kirliliği nedeni ile ortamda SO₂ gazı artmakta ve astımlı hastalarda ciddi solunum yolu problemlerine neden olmaktadır^{15,17,27,31,35,36,39,41,44}. Bunun yanı sıra çeşitli sanayi dallarında SO₂ gazı ortaya çıkmaktadır. Başlıca kimya, kağıt, yağ, gıda sanayinde, nikel ve bakır gibi metal üretim sanayinde, temizlik ürünü üretim yerlerinde ve laboratuvar koşullarında yüksek konsantrasyonda SO₂ gazı kullanılmaktadır^{49,50}. Ancak bu sanayi dallarında normal şartlarda çalışan işçilerde iş kazaları dışında SO₂ maruziyeti söz konusu değildir. Robinovitch ve arkadaşları⁴⁵ 1989 yılında bir maden ocağında patlama sonucu 3 işçinin 3,5 saat yüksek konsantrasyonda SO₂ gazına maruz kaldıklarını bildirmişlerdir. İşçiler kurtarıldıktan sonra (kazadan 3,5 saat sonra) göçük altındaki SO₂ konsantrasyonunun 40 ppm den yüksek olduğu görülmüştür. Muhtemelen kaza anında daha yüksek konsantrasyonda SO₂ maruziyeti söz konusuydu. İşçilerden biri patlamadan sonraki ilk dakikalarda ölmüş diğer 2 işçi ise 2 yıl süreyle takip edilerek SO₂'nin etkileri incelenmiştir. Bu iki işçide ciddi bronş obstruksiyonu yanı sıra parankimal inflammasyon görülmüş ve 1 yıl sonra büyük oranda iyileşme izlenmiştir. Sağlıklı gönüllülerde 5 dakika süreyle 20-50 ppm arasında değişen yüksek konsantrasyonda SO₂ gazının etkilerini inceleyen çalışmalar da mevcuttur^{3,5,10,13,49,50}. Bu çalışmalarda da SO₂'nin bronkokonstrüksiyona yol açtığı gözlenmiştir.

SO₂ gazı suda kolayca çözünebilmektedir^{5,51}. SO₂ gazının sudaki çözünürlüğü aşağıdaki şekilde olmaktadır.



Havadaki SO₂ gazının konjonktiva, burun mukozası, boğaz ve larinks gibi birçok mukozal yüzeyde yaptığı irritasyon ve etkiden su ile birleşerek oluşturduğu asidik maddeler sorumludur^{47,48,52}. Kulle ve arkadaşlarının⁴⁸ 1985'de normal sağlıklı gönüllüler üzerinde düşük konsantrasyonda (0.5-1.0 ppm) SO₂ gazı ve karbon aerosolu vererek yaptıkları çalışmada; öksürük, göz irritasyonu, burun ve boğaz irritasyonu gibi semptomların kontrol grubuna oranla daha sık görüldüğü bildirilmektedir. Tüm bu semptomların maruziyetten 24 saat sonra tamamen normale döndüğü gözlenmiştir⁴⁸.

Çalışmamızda kayısı kükürtlemesinde çalışan işçilerin yüksek konsantrasyonda SO₂ gazına maruz kaldıkları saptanmıştır. Yüksek konsantrasyondaki SO₂ gazının etkisiyle hem semptomlarda hem de SFT'lerde anlamlı değişiklikler görülmüştür. Bu değişiklikler SO₂'nin akut etkilerini oluşturmaktadır. Bizim çalışmamızda da SO₂ gazı maruziyetinden sonra gözde yanma ve batma, burun kaşınması ve boğazda gıcık hissinden oluşan mukozal semptomlarda anlamlı artış görüldü. Bu semptomlardaki artışın bir saat içinde, öksürük dışında normale döndüğü izlendi.

SO₂ gazı konsantrasyona ve maruziyet süresine bağlı olarak gözde korneal hasar ve kalıcı korneal opasifikasyon yaptığı bildirilmiştir^{47,49}.

Burun akıntısı ve burunda kaşıntı gibi semptomların SO₂ gazı ile anlamlı artış göstermesi literatür ile uyumlu bulundu^{17,18,43,46,53}. Farelerde yapılan bir çalışmada 20 ppm SO₂ gazı; 30, 60 ve 120 dak. solutulmuş, daha sonra burun mukozası ışık mikroskopunda incelenmiştir. Otuz dak. soluyan gruptaki değişiklikler, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında

arada anlamlı fark yok iken, 60 ve 120 dak. SO₂ gazı soluyan grupta; histolojik olarak nasal mukozada ödem, silia kaybı ve epitel deskuamasyonu görülmüştür⁴³. Takenaka ve arkadaşlarının⁴⁶ köpekler üzerinde yaptığı benzer bir çalışmada, daha düşük konsantrasyonda (0.6 ppm) 290 gün maruziyetten sonra; burun mukozası epitelinde incelme, submukozal glandlarda azalma ve orta derecede mononükleer hücre infiltrasyonu belirlenmiştir. Aynı köpeklerde alt solunum yollarının mikroskopik incelenmesinde önemli değişiklik olmadığı görülmüştür. Bu durum, solunan havadaki SO₂ gazının öncelikle burun mukozasında tutulması ve alt solunum yollarında konsantrasyonunun daha da düşük olmasına bağlanmıştır⁴⁶. Solunan SO₂ gazının üst ve alt solunum yollarında dağılımı homojen değildir^{37,42,45,46}. Dolayısıyla alt solunum yolları ve üst solunum yollarının SO₂ gazına cevabı farklıdır^{37,53}.

Ayrıca solunum hızı, ağız-burun solunumu ile SO₂ gazının solunum yollarına etkisi değişmektedir^{37,53}. Bethel ve arkadaşlarının³⁷ 9 astımlı gönüllü üzerinde yaptıkları çift kör çalışmada; 0.5 ppm SO₂ gazının, ağızlık yoluyla solutulmasının yüz maskesiyle burun ve ağızdan solutulmasına göre daha fazla bronş obstrüksiyonuna neden olduğunu gösterilmiştir. Buradaki farklı etkinin SO₂ gazının suda erime özelliği ile ilgili olduğu düşünülmektedir³⁷. SO₂ burun yoluyla alındığı zaman burun mukozasını örten mukusun içindeki suyla hızla reaksiyona girerek orada sülfid iyonlarına dönüşür ve alt solunum yollarına daha düşük konsantrasyonda ulaşır. Bir başka çalışmada aynı konsantrasyonda SO₂ gazının efor sırasında verilmesinin istirahat sırasında verilmesine kıyasla daha şiddetli bronkospazma neden olduğu gösterilmiş ve bunun dakika solunum sayısı ve dakika ventilasyonunda artma nedeniyle daha çok SO₂ gazının alt solunum yolları ve akciğerlere ulaşmasına bağlı olduğu düşünülmüştür⁵⁴.

Bunlardan başka SO₂ gazının solunum yollarındaki bronkokonstriktör etkisinin, SO₂ maruziyetinin soğuk havada ve asidik ortamda olmasıyla, nitrojen oksit ve ozon gibi ek toksik gazların birlikte solunmasıyla arttığı bildirilmektedir^{15,17,27,31,36,39,41,44,47,48,52,54-61}.

Bizim çalışmamızda öksürük ve nefes darlığı gibi solunum yollarına ait semptomların skoru SO₂ maruziyeti ile anlamlı olarak artmıştır (p<0.001). Kayısı işçileri SO₂ gazına efor sırasında maruz kaldıkları için, dakika ventilasyonları da artmaktadır. Böylece alt solunum yollarına ulaşan SO₂ gazı konsantrasyonu da artar.

Çalışmamızda SO₂ maruziyetinin FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, PEF, FEF₂₅₋₇₅, V_{max25}, V_{max50} ve V_{max75} gibi SFT parametrelerinde anlamlı azalmaya neden olduğu gösterilmiştir. Bu parametrelerden orta ve küçük hava yollarındaki daralmayı gösteren FEF₂₅₋₇₅'deki azalmanın diğer SFT parametrelerine göre daha fazla olması (p<0.001), SO₂ gazının orta ve küçük hava yollarını daha fazla etkilediğini düşündürdü.

SO₂ gazının solunum yollarında hangi mekanizmalar ile bronkokonstriksiyon yaptığı tam olarak aydınlatılamamıştır^{27,30,33,47,49,52,62-85}. Hipotezlerden biri, direk parasempatik aktivite artışına neden olarak, diğeri ise hücre düzeyinde yaptığı inflamasyon sonucu açığa çıkan mediatörler aracılığı ile bronkokonstriksiyon yaptığıdır^{52,62-64}. Bu görüşten yola çıkan Myers ve arkadaşları⁶² 19 astımlı hasta da kromolin sodyum ve ipratropium bromid'in ayrı ayrı ve kombine kullanımının SO₂ gazının sebep olduğu bronkokonstriksiyon üzerine etkisini karşılaştırmışlardır. Çalışma süresinde olguların hiçbirine steroid verilmemiş, beta₂ mimetik en az 8 saat önce, teofilin ise en az 18 saat önce kesilmiştir. Çalışma sonucunda iki ilacın birlikte kullanımının ilaçların tek başına kullanımından daha fazla bronkodilatasyon yaptığı saptanmıştır⁶². Bu sonuçlar, SO₂ gazının her iki mekanizma ile bronkokonstriksiyona yol açabileceğini düşündürmektedir. Öte yandan yaptığımız ve halen sürmekte olan diğer bir çalışmada, SO₂ gazının hava yollarında lipid peroksidasyonuna yol açarak, hava yollarında bulunan hücrelerin membran stabilizasyonuna neden olması sonucunda bronş obstrüksiyonu oluşturduğunu düşündürülen bulgular ortaya çıkmıştır.

Atzori ve arkadaşlarının⁶³ SO₂ gazının bronkokonstriksiyon etkisinin mekanizmasını aydınlatılması amacıyla, domuzlar üzerinde yaptıkları çalışmada; SO₂ gazına maruz kalmadan

önce bir gruba intravenöz indometazin, diğeri gruba da H₁ reseptör blokleri olan difenilhidramin verilmiş, her iki grupta da bronkokonstriktör cevapta değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar bronkokonstriksiyon mekanizmasının tromboxan ve histamin artışına bağlı olmadığını göstermiştir. SO₂ gazının lokal etki ile C-liflerini aktive ederek bronkokonstriksiyon yaptığı ileri sürülmüştür⁶³.

SO₂ gazına maruziyetin neden olduğu bronkokonstriksiyonun önlenmesi ve bu bronkokonstriksiyona çeşitli ilaçların etkilerini araştıran pek çok çalışma yapılmış ve inhaler salbutamol, ipratropium bromide, cromolyn sodyum, steroid ve yavaş salınımlı oral teofilin kullanımının SO₂ gazına bağlı bronkokonstriksiyonu azalttığı ve önlediği gösterilmiştir^{31-33,51,65,66,68,69,77}.

Literatür araştırmalarımızda, ölçtüğümüz dozlarda SO₂ gazına maruz kalınması ancak iş kazaları sonucu bildirilmiştir. Çalışmamızda işçilerin ortalama 342,0 ± 195,3 ppm SO₂ gazına yaklaşık 1 saat süre ile maruz kaldıkları belirlenmiştir. Bu kadar uzun süre ve yüksek dozda maruziyete rağmen semptomlardaki bozulma 1 saat sonra öksürük hariç, düzelme göstermişti. Kayısı kükürtleme işinde 0-9 yıl arası ve 10-45 yıl arası çalışanların SFT bulgularının anlamlı farklılık göstermemesi de (p>0.05), üst ve alt solunum yolu ile ilgili patolojilerin daha çok reversibile özellikte olduğunu düşündürmüştür. Sürekli kayısı kükürtleme işleminde işçiler yılda 15-20 gün çalışmaktadır. Yaklaşık 11 ay SO₂ gazına maruziyet yoktur. Bu sürenin solunum yollarındaki SO₂ gazı zararlarının kaybolmasında etkili olduğu düşünülmüştür. Yine de SO₂ gazının işçilerdeki uzun süreli etkilerini ortaya koyabilecek bir çalışmanın yapılması, bu etkilerin reversibile olma sınırını ortaya koyacaktır. Her ne kadar hayvan deneyleri ile uzun süre SO₂ gazı maruziyetinin hava yollarında histolojik olarak kronik bronşit benzeri değişikliklere yol açtığı gösterilmişse de^{72,74}; insanlarda bu konuda yapılmış yeterince çalışma mevcut değildir.

Sonuç olarak, çalışmamızda kayısı kükürtlemesi sırasında havada yüksek konsantrasyonlara ulaşan SO₂ gazının akut olarak mukozal semptomlara ve bronkokonstriksiyona yol açtığı gösterilmiştir.

Bu bulgular ışığında, astım ve solunum yolu rahatsızlığı olan kişilerin kayısı kükürtlemesi yapılan ortamdaki uzak durması gerektiği, kükürtleme sırasında çevreye yayılan SO₂ gazı kayısı kükürtleme işinde çalışanlarda toksik etkilere yol açtığı için kükürtleme işleminin türün kalitesini arttıracak şekilde ve çalışanlara zararlı etkileri olmayacak biçimde standardisasyon çalışmalarının yapılması gerektiği düşünüldü.



SONUÇ VE ÖNERİLER

- 1- Kayısı kükürtlemede çalışan işçiler kükürtleme odası havalandırılmasına rağmen yüksek konsantrasyonda SO₂ gazına maruz kalmaktadır.
- 2- Yüksek konsantrasyonda SO₂ gazı kayısı işçilerinde bronkokonstriksiyona yol açmaktadır.
- 3- SO₂ gazını kayısı işçilerinde yaptığı mukozal irritasyon sonucu; gözde yanma ve batma, burun kaşıntısı, burun akıntısı, boğazda gıcık hissi, öksürük ve nefes darlığına yol açmaktadır.
- 4- SO₂ gazına kayısı işçilerinin maruziyet süresi kısa, ortaya çıkan semptom ve bulgular SO₂ gazına maruziyetten hemen sonra değerlendirildiğinden elde edilen sonuçlar SO₂ gazının akut etkileridir.
- 5- Bu bulgular ışığında, astım ve solunum yolu rahatsızlığı olan kişilerin kayısı kükürtlemesi yapılan ortamdan uzak durması gerektiği, kükürtleme sırasında çevreye yayılan SO₂ gazı kayısı kükürtleme işinde çalışanlarda toksik etkilere yol açtığı için kükürtleme işleminin ürün kalitesini arttıracak şekilde ve çalışanlara zararlı etkileri olmayacak biçimde standardisasyon çalışmalarının yapılması gerektiği düşünüldü.

ÖZET

Kükürt dioksit (SO₂) gıdaların korunmasında yaygın olarak kullanılan ve pek çok zararlı etkisiyle endüstriyel ve çevresel kirliliğe neden olan bir maddedir. Malatya ilinde kayısı kükürtlemesinde çalışan işçiler işlem sırasında yüksek konsantrasyonda SO₂ gazına maruz kalmaktadır. Çalışmamız kayısı kükürtleme sırasında ortaya çıkan SO₂ gazının sağlıklı işçilerin solunum sistemine etkisini araştırmak amacıyla düzenlenmiştir.

Yaşları 15-69 (31,29±14,66) arasında değişen 69 erkek kayısı işçisi çalışmaya alındı. İşçilerin maruz kaldıkları havadaki SO₂ konsantrasyonu ölçüldü. Tüm işçilerin SO₂ gazı maruziyetinden önce ve sonra semptomları değerlendirildi, akciğer muayeneleri ve solunum fonksiyon testleri yapıldı. İşçilerin kısa süreli maruz kaldıkları SO₂ gazı konsantrasyonu 106,6 – 721.0 ppm (342,0±195,3) arasında değişiyordu. Gözde yanma ve batma, nefes darlığı, öksürük, burun akıntısı, burunda kaşıntı ve boğazda gıcık hissi SO₂ maruziyeti sırasında arttı (p<0.001). Semptomların çoğu 1 saat sonunda kendiliğinden geçti veya şiddeti azaldı. SO₂ maruziyeti öncesi ve sonrası akciğer muayene bulgularında anlamlı bir fark yoktu. FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, PEF, FEF₂₅₋₇₅, V_{max25}, V_{max50}, V_{max75} değerlerinde SO₂ maruziyetinden sonra belirgin azalma görüldü. Ortalama azalma miktarı sırasıyla; 0.16 L, 0.39 L, % 5.22, 1.39 L, 0.82 L/sn, 1.,03 L/sn, 0.75 L/sn ve 0,45 L/sn olarak bulundu. P değeri FVC için <0,05, diğer parametreler için ise < 0,001 olarak bulundu. FEV₁, FEV₁/FVC ve FEF₂₅₋₇₅'de olan azalma FVC'deki azalmadan daha fazlaydı. Buda SO₂'nin bronkokonstriksiyon etkisinin ön planda olduğunu düşündürdü

Sonuç olarak, kayısı kükürtlemesinde çalışan işçilerde işlem sırasında, kısa sürede ve yüksek konsantrasyonda SO₂ maruziyetinin akut olarak mukozalarda irritasyona yol açtığı ve özellikle obstrüktif tipte olmak üzere solunum fonksiyonlarında bozulmaya neden olduğu gösterilmiştir.

SUMMARY

Sulfur dioxide (SO₂) is a ubiquitous hazardous product widely used in industrial processes and environmental pollution. Occupational SO₂ exposure of the workers at higher concentrations emerges during the apricot sulfurization to obtain dry apricot product.. Workers are exposed to high concentrations of SO₂ during apricot sulfurization in the city of Malatya. The aim of this study was to investigate the effect of SO₂, which came out during the sulfurization of apricot. on respiratory system in the apricot workers.

The study included 69 healthy male workers. The subjects were between 15-69 (31,29±14,66) years of age, and they were all actively involved in dried apricot manufacturing. The level of SO₂ in the air, which all workers were exposed to, was also measured. The pre and post SO₂ exposure symptoms of all workers were noted along with the results of their lung physical examination and pulmonary functions.

The SO₂ levels ranged between 106,6 and 721,0 ppm (342,0±195,3). It was observed that there was an increase on eye irritation, dyspnea, cough, feeling of sore throat and nose irritation during the post SO₂ exposure period. These symptoms disappeared except cough, within one hour after exposure to the normal air. There was no significant difference between the findings of lung physical examinations performed pre and post SO₂ exposure period. However, a significant decrease was observed in the level of FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, PEF, FEF₂₅₋₇₅, V_{max25}, V_{max50}, V_{max75} during the post exposure period and mean decrease in the pulmonary function test were, 0.16 L, 0.39 L, 5.22 % , 1.39 L, 0.82 L/sc, 1.,03 L/sc, 0.75 L/sc and 0,45 L/sc respectively. The level of decrease in FEV₁, FEV₁/FVC and FEF₂₅₋₇₅ was higher than the level of decrease in FVC. These findings suggested that the effect of SO₂ on pulmonary function test was mostly obstructive pattern

In conclusion, this study showed that exposure to high level of SO₂ for a short period, causes irritation on mucous membranes and decrease in pulmonary functions (especially in obstructive pattern) during the process of apricot sulfurization.

KAYNAKLAR

1. Kuru Kayısı. İzmir Ticaret Borsası 1997 yılı İktisadi Rapor 1998;65:65-71
2. Malatya ili 1994 yılı ekonomi ve ticari durum raporu. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Malatya Sanayi ve Ticaret Müdürlüğü 1995:21-30
3. Çamlıbel ML. Kuru kayısı ihracatımız. Standard Kayısı özel sayısı. 1994:80-85
4. Pala M, Saygı YB. Kayısıda teknolojik sorunlar ve çözüm yolları. Standard Kayısı özel sayısı. 1994:70-74
5. Gültek A. Kayısının kükürtlenmesinde bazı parametrelerin incelenmesi ve kayısındaki aşırı kükürdün H₂O₂ yöntemiyle giderilmesi. İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Doktora Tezi, 1996
6. Göğüş AK. Kayısı ve kayısı mamülleri standartları ile ilgili görüşler. Standard Kayısı özel sayısı. 1994:86-96
7. Pektekin AT. Ülkemizde yetiştirilen kayısı çeşitleri ve özellikleri. Standard Kayısı özel sayısı. 1994:49-53
8. Ünalı C. Kayısının Türkiye-Malatya ekonomisindeki yeri ve önemi. Standard Kayısı özel sayısı. 1994:75-79
9. Ural A. Kayısının besin değeri ve insan sağlığı açısından önemi. Malatya 3. Kayısı Fuarı, 5. Kayısı Paneli. Malatya 1995:7-27
10. Ekşi A. Gıda muhafazası için kimyasal madde uygulamaları. Gıda sanayi. 1988;5:25-31
11. Bayhan A, Yentür G. Gıda katkı maddesi olarak sülfidlerin kullanılması. Gıda sanayi 1989;3:41-46

12. Taylor SL, Higley NA et al. Sulfites in foods: Uses, analytical methods, residues, fate, exposure assesment, metabolism, toxicity and hypersensitivity. *Adv Food Res.* 1986;30:1-76
13. Buckley CE, Saltzman HA, Sieker HO. The prevalence and degree of sensivity to ingised sulfites. *J Allergy Clin Immunol.* 1985;75:144
14. Yıldız F. Kayısı işlemede yeni teknolojiler (alternatif kayısı mamülleri). *Standard Kayısı özel sayısı.* 1994:67-69
15. Sunyer J, Saez M, Murillo C, Castellsague J, Martinez F, Anto JM. Air pollution and emergency room admissions for chronic obstructive pulmonary disease: a 5-year study. *Am J Epidemiol* 1993;137:701-5
16. Eğri M, Güneş G, Pehlivan E, Genç M. Son 5 yıllık dönemde Malatya il merkezinde hava kirliliği eğiliminin incelenmesi. *Turgut Özal Tıp Merkezi Dergisi* 1997;4:375-379
17. Philip-Joet F. Respiratory effects of pollution. *Biomed Pharmacother* 1990;44:443-6
18. Xu XP, Dockery DW, Wang LH. Effects of air pollution on adult pulmonary function. *Arch Environ Health* 1991;46:198-206
19. Roth A. Hospital admissions of young children for status asthmaticus in Honolulu, Hawaii, 1986 to 1989. *Ann Allergy* 1993;71:533-6
20. Mc Carroll J. Influence of the phycal enviroment on health and disease. In. *Human Ecology and Public Health.* edited by Edwin D. Kilbourne and Wilson G. Smillie. Mc Millan Company. Toronto 1969:79-101
21. Botkin D, Edward AK. Air pollution. In. *Enviromental Studies.* Charles E. Merrill Publishing Company Ohio 1982:170-81
22. Stern C, Boubel LW, Turner OB, Fox DL. *Fundamentals of air pollution.* Academic press Inc. New York 1987:530-31

23. Severs R, Whitehead L, Lane R. Air quality correlates of chronic disease mortality. Harris County. Texas 1969-1971. *Tex Rep Biol Med* 1978;36:169-84
24. Hittemore AS, Korn EL. Asthma and air pollution in the Los Angeles area. *Am J Public Health* 1980;70:687-96
25. Delfino RJ, Becklake MR, Hanley JA, Singh B. Estimation of unmeasured particulate air pollution data for an epidemiological study of daily respiratory morbidity. *Environ Res* 1994;67:20-38
26. Momas I, Pirard P, Quenel P, Medina S. Urban atmospheric pollution and mortality: Analysis of epidemiological studies published between 1980 and 1991. *Rev Epidemiol Sante Publique* 1993;41:30-43
27. Fine JM, Gordon T, Sheppard D. The roles of pH and ionic species in sulfur dioxide- and sulfite-induced bronchoconstriction. *Am Rev Respir Dis* 1987;136:1122-6
28. Greene SA, Lundgren DL, Snipes MB, Wolff RK. Deposition and clearance of particles inhaled by beagle dogs previously exposed to SO₂. *Exp Lung Res* 1987;13:417-25
29. Huang JL, Wang SY, Hsieh KH. Effect of short-term exposure to low levels of SO₂ and NO_x on pulmonary function and methacholine and allergen bronchial sensitivities in asthmatic children. *Arch Environ Health* 1991;46:296-9
30. Hanacek J, Adamicova K, Briestenska J, Jankovska D. Cough reflex in rabbits 24-h and 48-h after sulphur dioxide breathing. *Acta Physiol Hung* 1991;77:179-85
31. Linn WS, Shamoo DA, Peng RC, Clark KW, Avol EL, Hackney JD. Responses to sulfur dioxide and exercise by medication-dependent asthmatics: effect of varying medication levels. *Arch Environ Health* 1990;45:24-30
32. Koenig JQ, Marshall SG, van Belle G, McManus MS, Bierman CW, Shapiro GG, Furukawa CT, Pierson WE. Therapeutic range cromolyn dose-response inhibition and

- complete obliteration of SO₂-induced bronchoconstriction in atopic adolescents. *J Allergy Clin Immunol* 1988; 81:897-901
33. Field PI, Simmul R, Bell SC, Allen DH, Berend N. Evidence for opioid modulation and generation of prostaglandins in sulphur dioxide (SO₂)-induced bronchoconstriction. *Thorax* 1996;51:159-63
34. Benson SC, Belton JC, Scheve LG. Regulation of lung fibroblast proliferation and protein synthesis by bronchiolar lavage in experimental silicosis. *Environ Res* 1986;41:61-78
35. Koenig JQ, Covert DS, Hanley QS, van Belle G, Pierson WE. Prior exposure to ozone potentiates subsequent response to sulfur dioxide in adolescent asthmatic subjects. *Am Rev Respir Dis* 1990;141:377-80
36. Devalia JL, Rusznak C, Herdman MJ, Trigg CJ, Tarraf H, Davies RJ. Effect of nitrogen dioxide and sulphur dioxide on airway response of mild asthmatic patients to allergen inhalation. *Lancet* 1994 ;344:1668-71
37. Bethel RA, Epstein J, Sheppard D, Nadel JA, Boushey HA. Sulfur dioxide-induced bronchoconstriction in freely breathing, exercising, asthmatic subjects. *Am Rev Respir Dis* 1983;128:987-90
38. Rondinelli RC, Koenig JQ, Marshall SG. The effects of sulfur dioxide on pulmonary function in healthy nonsmoking male subjects aged 55 years and older. *Am Ind Hyg Assoc J* 1987;48:299-303
39. Wiebicke W, Jorres R, Magnussen H. Comparison of the effects of inhaled corticosteroids on the airway response to histamine, methacholine, hyperventilation, and sulfur dioxide in subjects with asthma. *J Allergy Clin Immunol* 1990;86:915-23
40. Koenig JQ. Indoor and outdoor pollutants and the upper respiratory tract. *J Allergy Clin Immunol*.1988; 81:1055-9

41. Roger LJ, Kehrl HR, Hazucha M, Horstman DH. Bronchoconstriction in asthmatics exposed to sulfur dioxide during repeated exercise. *J Appl Physiol* 1985;59:784-91
42. White R, Zoppi A-L, Haroz RK, Broillet A. Sulfur Dioxide Induced Bronchitis in Rats. *Arch Toxicol. Suppl.*,1986;9:431-435
43. Min YG, Rhee CS, Choo MJ, Song HK, Hong SC. Histopathologic changes in the olfactory epithelium in mice after exposure to sulfur dioxide. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1994 ;114:447-52
44. Balmes JR, Fine JM, Sheppard D. Symptomatic bronchoconstriction after short-term inhalation of sulfur dioxide. *Am Rev Respir Dis* 1987;136:1117-21
45. Rabinovitch S, Greyson ND, Weiser W, Hoffstein V. Clinical and laboratory features of acute sulfur dioxide inhalation poisoning: two-year follow-up. *Am Rev Respir Dis* 1989;139:556-8
46. Takenaka S, Furst G, Heilmann P, Heini A, Heinzmann U, Karg E, Murray AB, Ruprecht L, Heyder J. Morphologic effects of a sulfur (IV) aerosol on the nasal cavity of beagle dogs. *Toxicol Lett* 1994;72:145-50
47. Fraser PS, Pare JAB, Fraser RG, Pare PD. Pulmonary diseases caused by drugs, poisons, and inhaled toxic gases and aerosols. In *Synopsis of the Diseases of the Chest* WB Saunders Company, Philadelphia. 1994;753-80
48. Kulle TJ, Sauder LR, Hebel JR, Miller WR, Green DJ, Shanty F. Pulmonary effects of sulfur dioxide and respirable carbon aerosol. *Environ Res* 1986;41:239-50
49. Schwartz DA, Blaski CA. Toxic Inhalations. In *Pulmonary Diseases and Disorders*, ed. Alfred P Fishman. McGraw Hill Company, New York. 1994;353-65
50. Seaton A, Seaton D, Leitch AG. Occupational Lung Diseases. In *Crofton and Douglas's Respiratory Diseases*. Blackwell scientific publications, London, 1989, 798-848

51. Blanc PD, Schwartz DA. Acute pulmonary responses to toxic exposures, In textbook of Respiratory Medicine, ed. Murray JF, Nadel JA. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1994;2050-2061
52. Magnussen H, Jörres R. Ozone, Nitrogen dioxide, and Sulfur dioxide. In Pulmonary and Critical Care Pharmacology and Therapeutics, ed. Leff AR. Mc Graw-Hill Company, New York; 1996, 409-420
53. Tam EK, Liu J, Bigby BG, Boushey HA. Sulfur dioxide does not acutely increase nasal symptoms or nasal resistance in subjects with rhinitis or in subjects with bronchial responsiveness to sulfur dioxide. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1559-64
54. Barthelemy P, Badier M, Jammes Y. Interaction between SO₂ and cold-induced bronchospasm in anesthetized rabbits. *Respir Physiol* 1988;71:1-10
55. Raub JA, Miller FJ, Graham JA, Gardner DE, O'Neil JJ. Pulmonary function in normal and elastase-treated hamsters exposed to a complex mixture of olefin-ozone-sulfur dioxide reaction products. *Environ Res* 1983;31:302-10
56. Moseholm L, Taudorf E, Frosig A. Pulmonary function changes in asthmatics associated with low-level SO₂ and NO₂ air pollution, weather, and medicine intake. An 8-month prospective study analyzed by neural networks. *Allergy* 1993;48:334-44
57. Bannenberg G, Atzori L, Xue J, Auberson S, Kimland M, Ryrfeldt A, Lundberg JM, Moldeus P. Sulfur dioxide and sodium metabisulfite induce bronchoconstriction in the isolated perfused and ventilated guinea pig lung via stimulation of capsaicin-sensitive sensory nerves. *Respiration* 1994;61:130-7
58. Atzori L, Bannenberg G, Corrigan AM, Moldeus P, Ryrfeldt A. Sulfur dioxide-induced bronchoconstriction in the isolated perfused and ventilated guinea-pig lung. *Respiration* 1992;59:16-21

59. Koenig JQ, Dumler K, Rebolledo V, Williams PV, Pierson WE. Theophylline mitigates the bronchoconstrictor effects of sulfur dioxide in subjects with asthma. *J Allergy Clin Immunol* 1992;89:789-94
60. Koizumi A, Aoki T, Tsukada M, Naruse M, Saitoh N. Mercury, not sulphur dioxide, poisoning as cause of smelter disease in industrial plants producing sulphuric acid. *Lancet* 1994;343:1411-2
61. Erdoğan Y. Kimyasal ajanlar ve akciğer. *Yeni Tıp Dergisi* 1990; 7:127-137
62. Myers DJ, Bigby BG, Boushey HA. The inhibition of sulfur dioxide-induced bronchoconstriction in asthmatic subjects by cromolyn is dose dependent. *Am Rev Respir Dis* 1986;133:1150-3
63. Atzori L, Bannenberg G, Corrigan AM, Moldeus P, Ryrfeldt A. Sulfur dioxide-induced bronchoconstriction in the isolated perfused and ventilated guinea-pig lung. *Respiration* 1992;59:16-21
64. Sheppard D. Mechanisms of bronchoconstriction from nonimmunologic environmental stimuli. *Chest* 1986;90:584-7
65. Koenig JQ, Marshall SG, Horike M, Shapiro GG, Furukawa CT, Bierman CW, Pierson WE. The effects of albuterol on sulfur dioxide-induced bronchoconstriction in allergic adolescents. *J Allergy Clin Immunol*. 1987;79:54-8.
66. Field PI, McClean M, Simmul R, Berend N. Comparison of sulphur dioxide and metabisulphite airway reactivity in subjects with asthma. *Thorax* 1994;49:250-6
67. Gunnison AF, Sellakumar A, Snyder EA, Currie D. The effect of inhaled sulfur dioxide and systemic sulfite on the induction of lung carcinoma in rats by benzo[a]pyrene. *Environ Res* 1988;46:59-73
68. Norris AA, Jackson DM. Sulphur dioxide-induced airway hyperreactivity and pulmonary inflammation in dogs. *Agents Actions* 1989;26:360-6

69. Myers DJ, Bigby BG, Boushey HA. The inhibition of sulfur dioxide-induced bronchoconstriction in asthmatic subjects by cromolyn is dose dependent. *Am Rev Respir Dis* 1986;133:1150-3
70. Shore SA, Kariya ST, Anderson K, Skornik W, Feldman HA, Pennington J, Godleski J, Drazen JM. Sulfur-dioxide-induced bronchitis in dogs. Effects on airway responsiveness to inhaled and intravenously administered methacholine. *Am Rev Respir Dis* 1987;135:840-7
71. McManus MS, Altman LC, Koenig JQ, Luchtel DL, Covert DS, Virant FS, Baker C. Human nasal epithelium: characterization and effects of in vitro exposure to sulfur dioxide. *Exp Lung Res* 1989;15:849-65
72. Scanlon PD, Seltzer J, Ingram RH Jr, Reid L, Drazen JM. Chronic exposure to sulfur dioxide. Physiologic and histologic evaluation of dogs exposed to 50 or 15 ppm. *Am Rev Respir Dis* 1987;135:831-9
73. Gunnison AF, Sellakumar A, Currie D, Snyder EA. Distribution, metabolism and toxicity of inhaled sulfur dioxide and endogenously generated sulfite in the respiratory tract of normal and sulfite oxidase-deficient rats. *J Toxicol Environ Health* 1987;21:141-62
74. Miller ML, Andringa A, Rafales L, Vinegar A. Effect of exposure to 500 ppm sulfur dioxide on the lungs of the ferret. *Respiration* 1985;48:346-54
75. Parham WM, Shepard RH, Norman PS, Fish JE. Analysis of time course and magnitude of lung inflation effects on airway tone: relation to airway reactivity. *Am Rev Respir Dis* 1983;128:240-5
76. Linn WS, Avol EL, Peng RC, Shamoo DA, Hackney JD. Replicated dose-response study of sulfur dioxide effects in normal, atopic, and asthmatic volunteers. *Am Rev Respir Dis* 1987;136:1127-34

77. Van Hoeyveld EM, Lejoly M, Walravens MJ, Stevens EA. Analysis of the stabilizing effect of epsilon-aminocaproic acid by electrophoretic techniques and immunoblotting. *J Allergy Clin Immunol* 1989;83:601-9
78. Smith TJ, Peters JM. Longitudinal evaluation of pulmonary function in copper smelter workers' exposure to sulfur dioxide. *Am Rev Respir Dis* 1986;134:1332-3
79. Man SF, Hulbert WC, Man G, Mok K, Williams DJ. Effects of SO₂ exposure on canine pulmonary epithelial functions. *Exp Lung Res* 1989;15:181-98
80. Tarlo SM, Broder I. Irritant-induced occupational asthma. *Chest* 1989;96:297-300
81. Rom WN, Wood SD, White GL, Bang KM, Reading JC. Longitudinal evaluation of pulmonary function in copper smelter workers exposed to sulfur dioxide. *Am Rev Respir Dis* 1986;133:830-3
82. Baskurt OK. Acute hematologic and hemorheologic effects of sulfur dioxide inhalation. *Arch Environ Health* 1988;43:344-8
83. Kirkpatrick CH. Transfer factor. *J Allergy Clin Immunol* 1988;81:803-13
84. Skornik WA, Brain JD. Effect of sulfur dioxide on pulmonary macrophage endocytosis at rest and during exercise. *Am Rev Respir Dis* 1990;142:655-9
85. Langley-Evans SC, Phillips GJ, Jackson AA. Fetal exposure to low protein maternal diet alters the susceptibility of young adult rats to sulfur dioxide-induced lung injury. *J Nutr* 1997;127:202-9