



HAVA KİRLİLİĞİNİN İNSANLARIN KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

M.S.ÖZYURT* & H.DAYIOĞLU* & A.YAMIK**

Özet

Bu çalışmada yoğun hava kirliliğinin yaşandığı Kütahya merkezinde yaşayan insanların kan değerleri aylar itibari ile incelenmiştir. Hemoglobin, Lökosit, Hematokrit ve Eritrosit değerlerinin ölçüldüğü çalışmada Hemoglobin ve Hematokrit değerleri arasında cinsiyetlere göre çok önemli ($p < 0.01$) farklılık gözlenmiştir. Bütün karakterlerde aylara göre nispi %11'lere varan ve çok cüzi farklılıklara rağmen istatistik olarak önemlilik sınırına ulaşlamamıştır. Örneklerin sağlıklı ve genellikle genç insanlardan seçilmiş olması hava kirliliğinin organizma tarafından tolere edilebildiğini ve kan kimyasında herhangi bir değişmeye neden olmadığı göstermiştir. Ancak bilhassa Lökosit ile ilgili değerlerin normal sağlık değerlerinin üst sınırına yakın; diğer karakterlerde ise alt sınırına çok yaklaşan değerler anemi ve diğer enfeksiyon risklerine hassasiyet bakımından dikkat çekici bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Eritrosit, Hava Kirliliği, Hematokrit, Hemoglobin, Kan, Lökosit.

1. Giriş

Canlılarda değer ve önem taşıyan, herhangi bir şekilde tesbit ve ifade edilebilen tüm özelliklerin (Fenotip) belirlenmesinde rol oynayan unsurlar çevre ve genetik (kalıtsal) etkiler olarak bilinir. Doğum öncesi ve sonrası canlıyı etkileyen her türlü dış etki veya canlının bulunduğu ortam etkisi canlının çevresini oluşturur. Canlılığı ve hayatı etkileyen, canlıların bağımlı oldukları başlıca çevre ve ortamını toprak, su ve hava oluşturur. Günümüzde hayatı, sağlığı ve verimliliği etkileyen biçimde çevre kirliliği yaşanmaktadır. Tabiatıyla kirlilik birbiriyle ilintili toprak, su ve hava kirliliği biçiminde seyretmektedir.

* Dumlupınar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, Türkiye
fbe@dumlupinar.edu.tr

** Dumlupınar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, Türkiye.

** Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye.

Tabi denge içinde ekolojik sistemde doğal kaynaklardan meydana gelen kirlilik tabi faaliyetler ile (fotosentez, autopuration, radyasyon, atmosferik yağışlar, oksidasyon, putrifikasyon, rüzgar, sel v.s.) tolere edilir.

Ancak, hızlı nüfus artışı, endüstrileşme, orman yangınları yüksek seviyede sentetik kimyasal maddelerin çevreye yayılması tabi olarak çevre kirliliğinin tolere edilmesini imkansızlaştırmış ve günümüzde insanların ve diğer canlıların hayatını tehdit eden “Kirli çevre ortamında yaşama” problemini ve riskini ortaya çıkarmıştır.

1.1 HAVA KİRLİLİĞİNİN DOĞAL KAYNAKLARI

Hava kalitesini bozan bir çok doğal kaynak vardır. Volkanlardan atılan küller, asit yağmurları, hidrojen sülfid, toksik gazlar deniz püskürmeleri, çürümüş bitkiler, havadaki reaktif kükürt bileşikleri, ağaç ve çalılardan atmosfere salınan organik uçucu bileşikler, polenler, sporlar, virüsler, bakteriler, tozlar, metan gazları gibi başlıca unsurlar hava kalitesini bozarak hava kaynaklı enfeksiyonlara ve alerjik rahatsızlıklara yol açarlar. Ancak bütün bu faaliyetler zararsız bir seviyede meydana gelir. Yaşanan kirlilik vakalarının %90'ndan fazlasını insanların oluşturduğu belirlenmiştir (Cunningham and Saigo, 1992).

1.2 HAVA KİRLİLİĞİNİN DİĞER KAYNAKLARI

Atmosferik kirliliğin başlıca unsurlarının Kükürt dioksit, karbon monoksit, partiküller, hidrokarbonlar, azot oksitler, fotokimyasallar, oksidanlar ve kurşun olduğu tespit edilmiştir.

1.2.1 Kükürt Bileşikleri

Kükürt bileşiklerinin doğal kaynakları deniz püskürmesi sırasındaki buharlaşmalar, sülfat içerikli kurak toprakların erozyonu, volkan ve fumarollerden kaynaklanan tozlar ve dimetilsülfid, metil merkaptan, karbondisülfid gibi kükürt içerikli organik bileşiklerin hidrojen sülfidin (H_2S) biyogenik emisyonlarıdır.

Kükürt dioksit bitkilere ve hayvanlara direkt etki eden renksiz ve aşındırıcı bir gazdır. Atmosferde önce okside olarak sülfirikoksite (SO_3) ve su buharı ile reaksiyona girerek veya su damlası içinde çözünerek sülfirik aside (H_2SO_4) dönüşür. Çok küçük katı partikül veya sıvı damlacık, asidik sülfat iyonu halinde (SO_4) havada taşınır ve akciğerlere girerek hasara yol açar. Kükürt dioksit ve sülfat iyonları sise sebep olarak havayı kirletir ve sağlığı bozar. Sülfat partikülleri ve zerrecikleri görüş mesafesini %80'den fazla azaltır.

1.2.2 Azot Bileşikleri

Azot yakıt içindeyken veya havada, oksijen varlığında, sıcaklık $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin üstüne çıktığında yanınca veya toprak ve sudaki bakterilerce okside edildiğinde, azotoksitler, yüksek reaktif bir gaz formuna geçerler. İlk baştaki ürün, azotoksit (NO), atmosferde okside olarak (NO_2) dönüşür. Fotokimyasal duman veren kızılımsı kahverengi gazın rengi karakteristik özelliğidir. Birbirlerine dönüşebilirlikleri

yüzünden bu gazların tanımlanmasında uzun zaman NO_x kullanılmıştır. Azotoksitler su ile birleşerek nitrikasit (HNO_3) oluştururlar ki bu asit atmosferik asitleşmenin başlıca elemanıdır. Kimyasal gübrelerden kaynaklanan amonyak ve organik materyallerin NO_x 'e ayrışması kırsal alanlardaki azot birikmesinin en önemli kaynaklarıdır. Toprak denitrifikasyonunda orta seviyede bulunan N_2O UV ışınlarını absorbe eder ve iklime uyum sağlamada çok önemli bir rol oynar. Nitröz asit (HNO_2) yağışlarla yeryüzüne düşer veya atmosferdeki amonyak ile birleşerek amonyum nitrat oluştururlar. Bu durumda NO_2 bitkiler için gübre görevi görür. NO_2 aynı zamanda UV ışınlarını iyi absorbe ettiği için ozon (O_3) gibi sekonder hava kirleticilerinin oluşumunda nemli bir rol oynar. Ayrıca fotokimyasal sisin oluşumunda başlıca etkindir (Erbaş, 2001).

1.2.3 Karbonoksitler

Havadaki karbonun ilk formu karbondioksittir. (CO_2) Genelde toksik değildir ve zararsızdır. Fakat atmosferdeki seviyesi (yaklaşık yılda %0,4) insan faaliyetleri ile artarsa global ısınma meydana gelir ve korkunç etkiler ortaya çıkabilir. Her yıl yayılan CO_2 'nin %90'ı solunumdan kaynaklanır (Bitki ve hayvan hücrelerinde organik bileşiklerin oksidasyonu). Karbon monoksit (CO) renksiz, kokusuz, tahriş etmeyen bir gazdır, fakat yakıtların (kömür, petrol, gaz) tam olarak yanmaması, katı atıkların ve biyomasın yanıp kül olması ve organik materyalin anaerobik ayrışması ile yüksek derecede toksik CO gazı üretilir. CO hemoglobine bağlanarak hayvanların solunumuna engel olur. Her yıl yaklaşık 1 milyon ton CO atmosfere salınır ki bunun yarısı insan faaliyetleri sonucudur. CO emisyonunun bir kısmından da motorlu araçlar sorumludur. Gazlı ocaklar ve yangınlar başlıca kaynaklardır. Havadaki CO 'in yaklaşık %90'ı ozon üretimi için fotokimyasal reaksiyonlarda tüketilir.

1.2.4 Metaller ve Halojenler

Toksik metallerin çoğu maden olarak çıkarılıp imalat işlemlerinde kullanılır veya kömür v.b. yakacaklar içinde iz element olarak bulunur (Fe, Cu, Ni, Pb, Hg, Be, Cd, Ta, v.s.). Bu metaller yakıtların yanması sonucunda metal buharı veya asılı partiküller şeklinde veya maden cevherlerinden aşınma ve atıkların imha edilmesi sırasında, serbest kalarak havaya karışırlar. Dünya çapındaki kurşun emisyonu miktarı yaklaşık yılda 2 milyon tondur. Bu kurşunun büyük çoğunluğu kurşunlu benzinden kaynaklanır. Kurşun önemli enzim ve hücre elemanlarına bağlanarak onları etkisiz hale getiren bir nörotoksin ve metabolik zehirdir. Çevredeki yüksek kurşun seviyesi, şehirlerde yaşayan çocukların tahminen %20'sinin zeka gelişimini etkilemektedir (Cunningham and Saigo, 1992).

Cıva, çevrede yaygın olan tehlikeli bir nörotoksindir. Termik santraller ve ev boyalarındaki cıvalı fungusitler, atmosferik cıvanın iki büyük kaynağıdır. Cıvalı pillerin ev çöpleriyle atılması sonucunda, çöp yakma fırınlarında yanmayla beraber cıva buharı da açığa çıkar.

Tehlikeli olan toksik metaller nikel, berilyum, kadmiyum, talyum, uranyum, sezyum ve plutonyumdur. Metallerin işlenmesi eritilmesi, kömür yanması ve pestisit

kullanımıyla her yıl atmosfere yaklaşık 780.000 ton (oldukça toksik bir metaloid olan) arsenik verilir.

Halojenler (flor, klor, brom ve iyot) oldukça reaktif ve genelde toksik formlardır. Dünya çapında yıllık 600 milyon ton kloroflorokarbon, spreylerde, soğutucularda ve yangın söndürücülerinde kullanılmaktadır. Bunlar stratosfer tabakasına yayılarak ozon tabakasına zarar verirler (Cunningham and Saigo, 1992).

Özellikle motorlu araçların sebep olduğu nikel ve kurşun metalleri sağanak yağmurlarla toprak yüzeyinde yayılmakta, toprağın derinliklerine kadar nüfuz etmektedir (Örnektekin, 1997).

Yalçın ve Sevinç (2001) Adapazarı ve çevresinin içme suyu ihtiyacını karşılayan Sapanca Gölü'ndeki kirlilik üzerine çalışmışlardır. Buna göre gölün çevresinden geçen D80 (TEM) Otoyolu gölde kirliliğe neden olmaktadır. 1991 ve 1999 yılında yapılan analizler sonucunda kurşun ve demir konsantrasyonlarının önemli derecede arttığı ve çevre için risk oluşturduğu görülmüştür.

Ozon tabakasının tahribi özellikle klor (Cl) atomlarından kaynaklanır. Kloroflorokarbonların kimyasal olarak bozulmasıyla ortaya çıkan klor atomları, ozonu (O₃) oksijenlere ayırmaktadır.

1.2.5 Partiküler Materyal

Aerosol, çevredeki gazlar içinde asılı sıvı damlacık veya katı partiküllerin bulunduğu bir sistemdir. Fakat uygunluk bakımından sıvı veya katı bütün atmosferik aerosollere partiküler materyal denir. Toz, kül is duman, polen, spor, algal hücreler ve diğer birçok asılı materyaller bu gruba dahildir. Dünya çapında antropojenik partikül emisyonu yıllık yaklaşık 100 milyon tondur. Rüzgar tozları, volkanik küller ve diğer doğal materyaller buna 100 kat fazla katkıda bulunurlar. Partiküller en sık görülen hava kirliliği etkenidirler ve görüş mesafesini azaltırlar, etrafımızdaki bir çok şeyin üzerini kaplayarak kirletirler. Bu grubun en tehlikelileri 2.5 um'den küçük solunabilir partiküllerdir ki bunlar akciğerlere kadar inerek solunum dokularında hasara yol açarlar. Ev içinde ve şehirlerde bulunan asbestoz elyafları ve sigara dumanı, karsinojenik olmaları bakımından en tehlikeli solunabilir partiküllerdir. Dünya Sağlık örgütü'nün tahminlerine göre , öncelikle gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere küresel şehir nüfusunun %70'inin, soluduğu hava, partikül konsantrasyonu bakımından sağlıklıdır (Cunninham and Saigo, 1992).

1.2.6 Uçucu Organik Bileşikler (V.O.C.=Volatile Organic Component)

Uçucu organik bileşikler havadaki gazlarda bulunan organik kimyasallardır. Fabrikalar VOC'ların en önemli kaynaklarıdır ve tahminen her yıl isoprenin (C₅H₈) 350 milyon tonunu ve terpenlerin (C₁₀H₁₅) 450 milyon tonunu havaya bırakırlar. Metanın (CH₄) yaklaşık 400 milyon tonu doğal sulak alanlardan, çeltiklerden, termit ve ruminantların bağırsaklarındaki bakterilerden kaynaklanmaktadır. Uçucu hidrokarbonlar atmosferde genellikle CO'i ve CO₂'i oksitlerler. Bu doğal VOC'lara ilaveten insan faaliyetleri sonucunda benzen, toluen, formaldehit, vinil klorit, fenoller, kloroform ve triklor etilen gibi sentetik kimyasallar da büyük oranlarda

atmosfere bırakılırlar. Bu kimyasallar fotokimyasal oksidanların oluşumunda önemli rol oynarlar.

1.2.7 Fotokimyasal Oksidanlar

Fotokimyasal oksidanlar, güneş enerjisi kullanılarak, atmosferde oluşan reaksiyonlar sonucunda meydana gelirler. Bu reaksiyonların en önemlilerinden biri, hem moleküler oksijenin hem de azot dioksidin (NO₂) parçalanarak tek (atomik) oksijen oluşumudur. Bu tek oksijen sonra başka bir O₂ molekülü ile reaksiyona girerek ozonu (O₃) oluşturur. Stratosferdeki ozon formu, UV radyasyonunu absorbe etmek suretiyle biyosfer için değerli bir tabaka oluşturur. Bununla beraber ozon, kuvvetli bir oksitleyicidir ve yapı malzemelerine (boya, lastik, plastik v.b.) hassas dokulara (göz ve akciğer gibi) zarar verir. Ozon buruk, acı ve keskin kokuludur ki bu fotokimyasal dumanların karakteristik bir özelliğidir. Hidrokarbonlar NO taşıyarak peroksi asetil nitrat (PAN) gibi hasar verici fotokimyasal oksidanların ortaya çıkmasına sebep olduğu gibi havada ozon birikimine de katkıda bulunurlar.

1.3 HAVA KİRLİLİĞİNİN ETKİLERİ

1.3.1 Hava Kirliliği ve Kan

Hava kirleticileri soluyarak ve başka bir şekilde vücuda alındıktan sonra kan akışına katılabilir ve muhtemelen zararlı etkileri böylece vücudun her tarafına dağılabilir. Kan akımı sayesinde bütün vücudun organ ve dokularına oksijen gibi yararlı maddeler kadar zararlı maddelerde taşınabilir.

Solunumla vücuda muhtemelen alınan kötü etkili kimyasalların başlıcası benzen, kurşun ve diğer ağır metaller, karbon monoksit, uçucu azotlar, pestisidler ve herbisitlerdir. Bunların hepsi kan ve hematopoitik sistem (kan hücreleri, kemik iliği, dalak, retikuloendotelial sistem, lenf nodülleri) üzerinde olumsuz etkide bulunurlar.

Yüksek oranda duman bulunan bölgelerde, çocuklar arasında yapılan bir araştırmada kandaki hemoglobin miktarının azaldığı, globin miktarının yükseldiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu çocuklarda kemikleşmede gecikmeler olmaktadır. Egzoz gazları da kronik zehirlenmelere yol açmaktadır. Bu zehirlenme sonucu yorgunluk, baş ağrısı, uykusuzluk, mide yanmaları, bellek bozuklukları vb. görülür (Carton vd. 1987; Yip vd. 1981).

Hava kirliliğine neden olan kurşunun özellikle çocuk sağlığı üzerine zararlı etkileri vardır. Kurşun (Pb) organizmada mitokondrilerde hasar ve dolayısıyla bazı enzimlerde bozulmağa neden olabilmektedir. Özellikle Delta-aminolevülinik asit dehidranaz enzimini inhibe ederek hem sentezini bloke eder ve hipokrom mikrositer anemiye yol açar (Carton vd., 1987). Diğer önemli bir olguda kurşunun demirin gastrointestinal sistemden emilimini azaltmasıdır, demir metabolizma ve hem sentezinin bozulması sonucunda hipokrom mikrositer anemi gelişmektedir. Eritrositlerde bazofilik noktalanma, serbest eritrosit protoporfirin düzeylerinde artış olmaktadır. Ayrıca kurşun direkt olarak eritrositlerde hemolize neden olarak da anemiye yol açmaktadır. Kurşun ile uzun süreli karşılaşma sonucu

pentoz fosfat şuntı inhibisyonu ve eritrositik adenozin trifosfat üretiminde bozukluk görülmektedir (Carton vd., 1987; Yip vd., 1981).

Dolaşımdaki kurşunun büyük çoğunluğu eritrositlere, daha az kısmı ise plazma proteinlerine bağlanmaktadır. Karaciğer, dalak, kemik iliği, böbrek, kas, santral sinir sistemi (SSS) ve keratinize dokularda birikmektedir. Hayvan ve insanlarda yapılan çalışmalar ile kurşunun emilimini artıran en önemli faktörlerin demir, kalsiyum ve çinko eksikliği olduğu gösterilmiştir. Özellikle demir eksikliğinin anemi yapmaksızın bile kurşun emilimini artıran önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir (Clark vd., 1988).

ABD'de CDC (Center for Disease Control and Prevention) 1991 yılında Pb ile karşılaşmış çocukların tanımlanması ve sağaltımında yeni öneriler getirmiştir. Buna göre kanda bulunan ve kabul edilebilir Pb düzeyi 25 µg / dl'den 10 µg / dl'e indirilmiştir (Blatt ve Weinberger, 1993).

Yapılan çalışmalarda, motorlu araç egzoz gazlarına maruz kalan çocuklarda lösemnin daha sık görüldüğü bildirilmiştir (Feychting vd., 1998).

Kurşunla karşılaşan çocuklarda, demir metabolizması bozulmakta ve eritrositlerde hemoliz olmakta, sonuçta anemi görülebilmektedir (Nathan ve Oski, 1993; Carton vd., 1987; Yip vd., 1981).

Bazı hava kirleticileri kanın fonksiyonunu kötü yönde değiştirirler. Sonuçta zararlı etkiler vücudun bütün organlarına da yansır. Örneğin, karbon monoksit tam yanmama sonucu oluşur, hemoglobinin 200 defadan fazla oksijen bağlanmasını engelleyerek kanın oksijen taşıma kapasitesini ciddi biçimde engeller. Ani had safhada maruziyet sonucu asfeksiden dolayı ölüm veya kalıcı merkezi sinir sistemi hasarları oluşabilir.

Kökene atmosfer olabilen hava kirleticileri vücuda girmek için kanı (plazma ve hücre elementler) kullanırlar ve direnç olmadığından bunu başararak olumsuz etkiler yaparlar. Karbon monoksit ile bileşikleri kırmızı kan hücrelerinde hemoglobinin oksijen taşımamasını engellerler ve hemoglobini değişikliğe uğratarak methemoglobin ve sulfhemoglobine çevirirler. Kurşun ve arsin eritrositlere zarar vererek anemiye neden olurlar. Benzen ve diğer uçucu polisiklik hidrokarbon metabolitleri lösemiye sebep olurlar. Pestisit ve herbisitlerin kapsamlı kullanılması ile Hodking's hastalığı, non-Hodking's limfome ve aplastik aneminin gelişimi arasında bir ilişki muhtemeldir. Radyasyonun karsinojenik riski, özellikle lösemi için bilinen bir durumdur. Çevresel faktörlerin kan hasarındaki sorumluluğunun epidemiyolojisi hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç vardır. Hematopoietik sistem üzerine toksinlerin etkileri hakkında moleküler biyoloji bilgilerinin artırılmasına, bunların düzeltme ve önleme teknolojilerine ve çevresel sorunlara sağlıklı cevaplar bulunmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Ernest ve David, 1996).

Yapılan bir çalışma sonucunda bakırın, vücut ağırlığının, hemoglobinin ve serum bakır seviyesinin artmasına sebep olduğu bulunmuştur. Bunun yanında hematoksit, serum çinko, demir, kalsiyum ve magnezyum düzeylerinde bir etki gözlenmemiştir (Şahin vd., 2001).

Kan hücreleri sürekli dönüşüme uğrar-yenilenir, yani kan hücreleri dolaşıma katılırken eski hücreler kaybolur, kan yapımı özellikle çevresel zehirlerin etkisi altındadır. Örneğin kurşun, önemli enzimleri inhibe ederek normal kırmızı kan hücrelerinin oluşunu engeller. Buna ilaveten kurşun, kırmızı kan hücre membranlarında hasara sebep olur ve her hücrenin metabolizmasını engelleyerek hayatta kalma süresini kısaltır. Bu zararların her biri klinik anemiye sebep olur.

Arsin (arsenik hidrid) gaz halinde bilgisayar yapımında kullanılır, bildik anemiye sebep olur. Bilgisayar yapımında çalışan yetişkinler yeterli miktarda asrine maruz kaldığında anemi, sarılık ve hemoglobini düşürmeye sebep olur, kimyasal hasardan dolayı kırmızı kan hücre membranları lizise uğrar ve bu hücreler aksar.

Benzen ve diğer daha az bilinen hidrokarbonlar petrol rafinerilerinde üretilir ve solventler ve materyaller gibi muhtelif endüstriyel ürünlerin ve pestisidlerin üretiminde kullanılır. Benzen, benzin ve sigarada bile bulunur. Benzene maruz kaldığında lösemi ve limfomanın gelişimine benzer gelişim gözlenir. Benzen kemik iliğinin çalışmasını ve sayılarının artmasını engeller. Benzen maruziyeti sonucunda kan hücrelerinin sayısı azalabilir (sistopeni) veya total kemik iliği azalabilir.

Ortak hava kirleticileri kanı ve dolayısıyla vücut organlarını etkiler. Örneğin; karbon monoksit, karbon içeren materyallerin tam yanmamasıyla meydana gelir ve hemoglobinin 200'den fazla oksijen bağlanmasını engeller ve biçimini bozar. Dokular oksijensiz kalınca boğulmaya benzer CO zehirlenmesi oluşur.

1.3.2 İnsan Sağlığına Etkileri

Hava kirleticisi olan H₂S ile kandaki IgA ve A2M (Alfa-2-Makroglobulin) arasında ve yine H₂S ile tükürükteki sIgA ve sLYS (lizozim) arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Ayrıca (H₂S ile) Kandaki IgM ve LYS (lizozim) arasında yüksek derecede pozitif korelasyon bulunmuştur. Havadaki kirletici konsantrasyonu ile kan ve tükürükteki protein seviyeleri arasındaki ilişki, hava kirliliğinin savunma mekanizmasını olumsuz etkilediği tezini desteklemektedir (Anonim, 1988).

Hava kirleticilerinin insan sağlığına başlıca etkileri öncelikle hassas dokulara, genellikle hücre membranlarında hasar meydana getirmek suretiyle, zarar vermektir. Bu durumda sıklıkla, hasarlı hücreler, çevre dokular ve immün sistem arasındaki bir dizi karmaşık etkileşim ile iltihaplı tepki harekete geçer. İltihaplanmanın ilk semptomlarından biri kan damarlarından sıvı (plazma) sızıntısıdır. Kuvvetli iritanlara maruz kalma sonucunda akciğerlerde o kadar ödem (sıvı birikimi) olur ki bu etkin bir boğulmadır.

Bronşit, bronş ve bronşioollerin devamlı iltihaplanmasıdır ki acı veren öksürüğe, bol miktarda balgam (müküs ve ölü hücreler) üretilmesine ve hava yollarındaki daralmadan dolayı istem dışı kas spazmlarına neden olur. Akut bronşit hava yollarını tıkayarak ölüme sebep olabilir. Bir çok ülkede kronik bronşitin en önemli nedeni sigaradır. Sürekli duman ve asit aerosoller bu hastalıklara neden olabilir.

Şiddetli bronşit amfizeme yol açabilir ki bu hava yollarının daimi olarak daralması ve alveollerin hasara uğraması, hatta yok olması demek olan geri dönüşümsüz tıkaçıcı bir akciğer hastalığıdır. Durgun hava, kapanmış hava yollarında tutulur, alveoller şişer, kan dolaşımı engellenir. Nitekim hücreler oksijen ve azot eksikliğinden ölür. Alveol duvarları yıkılır, meydana gelen geniş boşluklarda gaz değişim kabiliyeti azalır. Duvarları kalınlaşan bronşiyoller elastisitetlerini kaybederler ve solunum daha da güçleşir. Amfizem kurbanlarında karakteristik, nefes alırken ısıklık sesi meydana gelir. Bu kişiler azalan solunum kapasitelerinin düzenlenmesi için sık sık oksijen takviyesine ihtiyaç duyarlar.

Kandaki oksijen eksikliğinden meydana gelen kardiyovasküler stres, bütün akciğer hastalıklarının ortak komplikasyonudur. Bir çok insan sigaraya bağlı kalp yetmezliği ve akciğer kanserinden ölmektedir.

Havadaki iritanlar o kadar yaygındır ki, Birleşik Devletlerde otopsi yapılan akciğerlerin yaklaşık yarısında belirli derecede alveollerde bozulma tespit edilmiştir. Teknoloji Değerlendirme Ofisi'nin tahminlerine göre Birleşik Devletlerde 250.000 kişi kirliliğe bağlı bronşit ve amfizemden zarar görmektedir ve 50.000 kişi her yıl bu hastalıkların kalp krizi gibi komplikasyonlarından ölmektedir (Cunningham and Saigo, 1992).

Astım, erken teşhis edilememe, güçten düşme ve solunum eksikliği ile karakterize olan, bronşiyollerin duvarlarındaki kas bölümlerinde ani kasılmalara sebep olan ızdıraplı bir hastalıktır. Bu kasılmalar toz, polen, hayvan kılı veya aşındırıcı gazlar gibi alerjik maddelerin solunması ile tetiklenir. Bu durumda dış faktörler kesin değildir, iç tetikleyici ajanların serbest bırakılması ise şüphelidir. Astımın genetik mi, çevresel mi yoksa hem genetik hem de çevresel mi olduğu tartışılmaktadır.

Fibrosis akciğerde, yara dokusunun birikimine verilen genel bir addır. Fibrosise sebep olan materyaller arasında slika veya kömür tozu, asbestoz, cam elyafları, alüminyum ve berilyum, metal dumanları, pamuk tiftiği, herbisit parakuatı gibi iritan kimyasallar vardır. Bu hastalıkların her birinin kendine özgü isimleri vardır (Silikozis, siyah akciğer, asbestozis, berilyum akciğer hastalığı, kahverengi akciğer veya parakuat akciğer). Fakat bunların etkileri ve gelişimleri birbirine çok benzerdir. Akciğerlerde yabancı materyallere ve iritanlara karşı hücrelerin cevabı, hasarlı bölgeleri yara dokusu ile kapatmak şeklinde olur (Hem hava yolundaki hücrelerce hem de epitelial astar tarafından üretilir). Akciğer fibrotik doku ile doldurulduğunda solunum engellenir ve yavaş yavaş boğulma başlar. Bu durumda akciğerde yabancı materyallerin varlığında hücre gelişimi uyarılır ve sonuçta tümör oluşur. Akciğer kanserleri genellikle öldürücü niteliktedir (Cunningham and Saigo, 1992). Kirli ve temiz bölgede yaşayan çocukların kan örneklerindeki eozinofil değerleri karşılaştırılmış ve kirli bölgeden alınan örneklerdeki değerlerin yüksek olduğu görülmüştür (Anonim, 1995).

Kirleticiler sadece akciğerde rahatsızlık yaratmaz. Bunlar burun, ağız, deri ve sindirim sistemi yoluyla dolaşım sistemine katılabilir. Kimyasal Zararları bilinen benzen, kurşun ve diğer ağır metaller, karbon monoksit, azot bileşikleri, pestisitler ve herbisitler sık sık havadan solunum yoluyla organizmaya girerler. Bunların kan,

kemik iliği, dalak ve lenf sistemi üzerinde Zararlı etkileri vardır. Örneğin kurşun önemli enzimleri inhibe ederek eritrosit oluşumunu engeller. Ayrıca mevcut eritrositlerinde membranlarında hasara yol açmaktadır. Sonuçta bütün hücrelerin metabolizmaları bozulur ve anemi tablosu oluşur. Arsenik hidrite maruziyet sonucunda ise anemi , sarılık ve hemoglobini meydana gelir ve kimyasal hasardan dolayı eritrositler lizise uğrar.

Benzene maruz kalındığında lösemi tablosu oluşur. Kemik iliğinin çalışması aksar, kan hücrelerinin sayısı ve total kemik iliği azalabilir.Karbon monoksit hemoglobinin oksijen bağlanmasını engeller ve hemoglobinin şeklini bozar. Sonuçta zehirlenme meydana gelir (Badmon and Jaffe, 1996).

Hava kirliliğinin erkek ve kadınlarda plazma viskozitesinin artması arasında ilişki bulunmuştur (Lancet , 1997).

Jakarta'da yapılan bir çalışmada trafik kirliliğinin çocuklara etkisi araştırılmıştır. Merkez ve merkezden uzak iki bölgede ikişer ilköğretim ve 131 çocuk üzerinde çalışılmıştır. Bu bölgelerden toprak ve musluk suyu örnekleri alınıp kurşun konsantrasyonlarına bakılmış ve merkezde oran yüksek bulunmuştur.Aynı şekilde çocuklara kan testleri sonucunda merkezde yaşayan çocukların kanlarında yüksek kurşun konsantrasyonlarına ve düşük hemoglobin seviyesine rastlanmıştır (Heinze et al.,1998).

BHR'li (Bronchial Hyperresponsiveness) çocukların ve serum total Ig E konsantrasyonunun yüksek olduğu kişilerin, SO₂, NO₂, PM ve siyah tozdan ileri gelen hava kirliliğine dirençli olmadıkları tespit edilmiştir .(Lancet , 1999).

Syed et al (2000) kükürt bileşiklerinin yoğun halde kirliliğe sebep olduğu endüstri çevrelerindeki çevre sakinlerinin ve endüstri işçilerinin kan analizleri üzerinde yaptıkları çalışmada SO₂ maruziyetinin Ig G seviyesini yükselttiği, Ig D ve Ig M seviyelerini azalttığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu durumun bağışıklığı artırıcı etkiyi yapacağını düşünmüşlerdir.

Trafik orijinli hava kirliliğinin, iltihaplı reaksiyondan dolayı, plazma fibrinojen konsantrasyonunu arttırdığı düşünülmektedir (Anonim, 2000).

SO₂ partikül maddelerin doğum ağırlığına etkisi araştırılmış olup, bu maddelerin düşük doğum ağırlığına etkisinin çok önemli olmadığı saptanmıştır (Hızal ve Coşkun, 2002).

Kocaeli'de 6-16 yaş grubundan 46 sağlıklı (Kız 21 Erkek) kemik mineral yoğunluğu, serum kalsiyum, fosfor alkalin fosfat ve idrarda kalsiyum keratin oranı ölçülmüş ve sağ bilek röntgenleri çekilmiştir. Sonuçta çocukların % 84'inde kemik mineral yoğunluğu beklenenden az çıkmıştır. Kemik mineral yoğunluğunun azalması ile beslenmeyle alınan kalsiyum, fiziksel aktivite, D vitamini alınımı, güneş ışığı maruziyeti, giyim alışkanlığı ve idrarla kalsiyum atılması arasında bir korelasyon bulunamamıştır. Araştırmacılar kemik mineral yoğunluğunun azalmasının en önemli sebeplerinden birinin hava kirliliği olduğu ileri sürülmüştür (Türker vd. 2002).

1.4 KÜTAHYA İLİ'NDE ATMOSFER, İKLİM VE KİRLİLİK

1.4.1 Atmosfer ve İklim

Atmosferik kirlerin kaynaklarından çevreye doğru yayılmalarını, meteorolojik faktörlerden olan atmosferin yatay ve dikey hareketleri sağlar. Havanın yatay hızı ile dikey hava akımı hızı arttıkça, hava kirlilik konsantrasyonu azalır. Atmosferin dikey hareketi sıcaklığın dikey dağılımına bağlı olarak teşekkül eder. Yere yakın seviyelerdeki ısınma ile yukarı doğru hareket başlar. Taşınan kirler bu seviyedeki rüzgar yardımıyla uzaklara taşınır. Özellikle kış aylarında ve geceleri, yere yakın atmosfer seviyeleri radyasyon nedeniyle soğur. Bu nedenle dikey hareketler oldukça azalır. Bu durumda bir sıcaklık terselmesi oluşur ki bu duruma enverziyon denir. Olay bu şekilde meydana gelebildiği gibi, karasallık özelliği gösteren ve yüksek basıncın hakim olduğu yerlerde de kışın sık sık görülür. Kütahya'da kışın hava kirliliğinin fazla olmasının bir nedeni de işte bu yüksek basınç ve yere yakın seviyelerdeki enverziyon tabakasıdır. Ayrıca vadi özelliği gösteren yerlerde de bu tip enverziyon olaylarına sık sık rastlanır.

Yine havanın kararlı ve kararsız olması, dikey ve yatay hava hareketlerine doğrudan etki eder. Kararlı bir hava çökme eğilimi gösterir, bu nedenle atmosferdeki kirler yere yakın seviyelere iner. Karasız hava ise dikey ve yatay hareketlerin oluşmasına uygun bir ortam hazırladığından kirlilik konsantrasyonunun oldukça düşmesine neden olur.

Kütahya Ege Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi arasında geçiş iklimine (yarı karasal) sahiptir. Kışları soğuk ve yağışlı, yazları kurak ve sıcak, baharları ise değişken ve bol yağışlıdır. Geçiş iklimi olması nedeniyle yıldan yıla farklılık arz etmektedir (Anonim, 1999).

1.4.2 Kütahya'nın Hava Kirlilik Problemi

Sanayi kuruluşlarında meydana gelen emisyonlar SO_2 , NO_x , Hidrokarbonlar, karbon monoksit, hidrojen sülfür, florür, koku, duman ve diğer organik maddelerle partikül maddeleri içermektedir. Evsel ve endüstriyel atık suların arıtılmadan deşarj edilmesi sonucu yer altı ve yerüstü su kaynakları kirlenmekte, bu kirlilik tarımsal faaliyetleri de olumsuz etkilemektedir (Anonim, 1999).

Enerji üretiminde kömür kullanılması sonucu ortaya çıkan gazlardan ilk aklı geleni SO_2 'dir. Endüstriyel faaliyetler sonucunda her yıl atmosfere 20 milyar ton karbondioksit 100 milyon ton kükürt bileşikleri salınmaktadır (Yamık ve Bentli, 1999).

Kütahya merkez ilçede bulunan Şeker Fabrikası, Tügsaş, Kütahya Porselen, Güral Porselen, Güral Cam, Kümaş, Kiremit ve Seramik Fabrikaları, Tunçbilek ve Seyitömer Termik Santralleri birinci ve ikinci sınıf Gayri Sıhhi Müesseseler kapsamındadır. Özellikle Seyitömer ve Tunçbilek Termik santrallerinin toz ve gaz emisyonlarından yerleşim alanları büyük ölçüde etkilenmektedir. Termik santrallerin çevresel önlemler alınmadan çalıştırılması çok önemli çevre ve halk sağlığı problemleri meydana getirmektedir.

Kütahya'da Seyitömer Termik Santrallerinde toz ve SO₂ emisyonları Hava Kalitesinin Korunması Yönetmenliği'nin öngördüğü sınır değerlerin çok üzerindedir. (Anonim, 1999).

Kütahya'da Seyitömer Kömür havzasında kurulan termik santralinde (4x150MW) yılda yaklaşık 5.5 milyon ton ticari değeri oldukça düşük linyit kömürü tüketilerek 4 milyar KWh dolayında elektrik enerjisi üretilmekte ve bu arada ülke ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır. Ancak günde yaklaşık 20.000 ton kömürün yakılması karşılığında doğaya 400 ton dolayında SO₂ gazı salınmakta, ayrıca da yaklaşık 7000 ton dolayında kül+cürufun kül vadisine nakli ve depolanması gerekmektedir. Santralin en son hizmete giren 4.ünitesine ait baca gazı analiz sonuçlarına göre SO₂ ve toz emisyonlarının bu konudaki yönetmelikte öngörülen sınır değerlerini aştığı anlaşılmaktadır(Oruç, 1999 a).

Azot Fabrikası (TÜGSAŞ) sıvı atıklarını doğrudan Porsuk Çayı'na vermektedir.Eskişehir kent merkezi içme ve kullanma suyunu Porsuk Çayı'ndan sağladığı için Azot Fabrikası drenaj kanalındaki azot bileşiklerini düzeyi çeşitli kurum ve kuruluşlarca 25 senedir incelenmektedir. Kömürün gazlaştırılması yerine Gemlik'ten sağlanan sıvılaştırılmış amonyağı hammadde olarak 1994 yılından itibaren kullanmaya başlayan fabrikada alınan bazı önlemler sonucu drenaj kanalındaki amonyum ve nitrat azotu bileşiklerinin 1996 yılına doğru azaldığı anlaşılmaktadır. Ancak fabrikadan salınan azot bileşikleri (1996 yılında günlük toplam azot yükü 570 kg) yanında Kütahya pis su arıtma tesisinden kaynaklanan fosfat ve azot bileşiklerinin de katılımıyla Porsuk Baraj Gölü'nde aşırı beslenme sonucu hipertrofikasyon oluşumu belirlenmiştir (Oruç, 1999 b).

Kütahya İli'nin 1988-1992 yılları arasında hava kirliliği seviyeleri ile bu seviyelerdeki artış durumları araştırılmış ve sonuçta hava kirliliği parametreleri olan SO₂ ve duman (TAP) miktarlarını olumsuz biçimde artış gösterdiği tespit edilmiştir (Yücel vd. 1995).

Taşdemir (2001) Bursa İli'nde yaptığı çalışmada 1996-1999 yılları arasındaki SO₂ ölçümlerinden kış sezonuna (Ocak-Şubat-Mart) ait olanların ortalaması alınmış ve yapılan karşılaştırmada endüstrileşmesinin yoğun olduğu Bursa merkezde SO₂ konsantrasyonunun yüksek olduğu görülmüştür.

Kütahya'da da özellikle kış aylarında (Ekim-Mart arası) herkesi rahatsız eden, görüş alanını daraltan, kokusu kolayca hissedilen bu kirlilik aylarca sürmektedir. Bu kirliliğin asıl nedeni, ısınma amacıyla tüketilen fosil yakıtlar ve kirlenmenin dağılımında etkili olan meteorolojik şartlardır (Erbaş, 2001).

1.4.3 Kütahya'da Hava Kirliliğinin İklim Üzerindeki Etkisi

Hava kirliliği iklim üzerinde çeşitli etkilere yol açmaktadır. Örneğin kirlenmiş bir şehir atmosferinin çevresinde yer alan kırsal bölgelere göre % 10-20 daha az güneş radyasyonu aldığı bilinmektedir. Sis olayının, şehirlerde çevresindeki kırsal bölgelere göre %100, yazın ise %30 daha sık bir şekilde meydana geldiği bilinmektedir (İncecik, 1995). Diğer bir deyişle şehirleşme, endüstriyel aktiviteler lokal iklim parametreleri üzerinde etkili olmaktadır. Buna paralel olarak şehirler çevresindeki kırsal bölgelere nazaran atmosfere daha fazla ısı terk ederler. Bu durum

lokal ölçekte şehirlerin sıcaklığını çevresine göre artırırlar. 1800'lü yıllardan bu yana dünya üzerinde yapılan gözlemler atmosferdeki karbondioksit gazının miktarında doğrusal bir artışın süre geldiğini göstermiştir. Yıllık ortalama değerleri göz önüne alındığında CO₂'nin 2050 yılında 400 ppm'i aşacağı öngörülmektedir. Atmosferin bileşiminde bulunan CO₂'nin % 50'den fazlası kömür ve katı yakıtların, % 30 kadarı petrolün, %10 kadarı da doğal gazın yanmasından oluşmaktadır. Geri kalan kısmı ise orman yangınları vb. yanma olaylarına aittir. Sonuç olarak enerji üretiminde kullanılan yakıt tipinin seçiminde önemli değişiklikler olmadığı sürece yani, fosil yakıtların kullanımına devam edildiği sürece atmosferin giderek ısınması kaçınılmaz olacaktır. Bunun sonucunda stratosfer tabakasının (troposferin üzerinde ve üst sınırı 45-50 km) altında kalan troposfer (yerden 8-16 km yükseklikte) içerisindeki düşey sıcaklık profilinde de değişiklik meydana gelmesi beklenmektedir. Ayrıca atmosferde toz ve su buharının artması da sıcaklığı azaltan bir etkidir. Öyle ki atmosferin iki milyonluk toz kapasitesi ile yüklenmesinin yer sıcaklığında 0.4 °C azalmaya yol açacağı tahmin edilmektedir. Örneğin, 1991 yılında Pinatubo yanardağının faaliyete geçmesi sonucunda 1992 ve 1993 yıllarında sıcaklık artışı azalmıştır (Schuurmans, 1994; İncecik, 1995).

Yapılanmış kentsel çevre mevcut doğal yapıyı değiştirdiği gibi, iklim (sıcaklık farkı, yer rüzgar hızı profilinin değişimi vb.) üzerinde olumsuz etkisi vardır. Kent iklimi bütününde değişikliklere uğrayarak kentin değişik kesimlerinde farklı "mikro iklimler" oluşturur. Kentin çarpık ve yoğun biçimde yapılaşması, gündüz ve gece ortalama sıcaklık değerlerinin farklılaşmasına yol açar ve bu farklılıkların yoğunluk kazanması ise, sis oluşumu ve özellikle hava hareketlerinin büyük ölçüde azalması demektir (Bakan-Konuk, 1987). Bu olguya en tipik örnek 1960'lı yıllara kadar İstanbul'un seçkin bir gezi ve rekreasyon bölgelerinden biri olan Fenerbahçe Kalamış yarımadasında bugün yaşanan "hava kirliliği"nde büyük payı olan plansız imar hareketleridir. İlk olarak anılan bölgede 2.5 kat olan yapı yükseklikleri konut üretiminde toplumun salt yüksek gelirli kesimini hedef olan spekülatif güçler tarafından önceleri 5 katlı apartmanlar, daha sonraları ise Kalamış Koyu'na paralel aksta 12-14 katlı kule bloklara kadar yükseltilmiştir. Bugün bu durum, yarımadanın denizle olan doğal ilişkisini tamamen kesmiştir (Anadol, 1979). Daha açık bir anlatımla çarpık yapılaşma mevcut atmosfer koşullarını olumsuz yönde etkileyerek hava kirliliğinin artan bir yoğunluk kazanmasına zemin hazırlamıştır.

Kütahya'daki endüstri tesislerine benzer (Tügsaş ve KBI) tesislerine sahip olan Samsun'da yapılan bir araştırmada, başlıca kirliliğin konutlardaki ısınma sistemleri, endüstri, egzoz gazları ve kirleticilerin çevreden taşınması yoluyla oluştuğu belirlenmiş, SO₂ ve duman değerleri ölçülmüş ve meteorolojik parametrelerle (basınç, sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı) karşılaştırılmıştır. SO₂ değerleri WHO ve Hava Kalitesi Kontrol Yönetmeliği standartlarının üstünde, duman değerleri altında çıkmıştır. Ayrıca konsantrasyonlarla mahal (yer, mevki) arasında zayıf bir ilişki saptanmıştır (Ergün ve Beyazıt, 1996).

1.4.4 Kütahya İlinin Meteorolojik Yapısı

Kütahya ilindeki atmosferik kirlilikte olumsuz meteorolojik şartlar ve topografik yapı ile birlikte plansız yerleşme etkisi de çok önemle rol oynamaktadır. Hava sirkülasyonunu engelleyen coğrafi şekillenmeler, kirliliğin daha yoğun ve

etkin olduğu yerlerdir. Kütahya'daki yapılaşma ve yerleşim planı kirliliğe müsait bir durum göstermektedir. Dolayısıyla hava kirliliği bölge iklimi üzerinde olumsuz gelişmelere ve sonuçlara yol açabilecek durumdadır.

Kütahya İli Çevre Durum Raporunda (Anonim 1999) bu meteorolojik özellikler (Rüzgar, Basınç, Sıcaklık, Güneşlenme, Nem değerleri) son 50-60 yıl içinde değerlendirilmiştir. Hava kirliliği için önem taşıyan rüzgar, nem ve güneşlenme değerlerinin özellikle Kasım, aralık, ocak, şubat aylarında olumsuz biçimde seyrettiği gözlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu araştırma, Kütahya İl Sağlık Müdürlüğü ve Çevre Sağlığı Müdürlüklerinin günlük ölçüm sonuçlarına göre Kütahya merkez bölgesinde yapılmıştır. En az 15 yıldan beri Kütahya merkezde yaşayan insanlarda hava kirliliğinin bazı kan parametreleri üzerine etkisini araştırdığımız bu çalışmada; bugüne kadar kanser, kan hastalığı, anemi vb. hastalığı geçirmemiş şansa bağlı sağlıklı ergin yaştaki gönüllü 155 kişi (75'i kadın, 80'i erkek) denek olarak seçilmiştir. Deneklerin yaş ortalamaları 34 yıl olup en küçüğü 18, en büyüğü 50 yaşında idi.

Deneklerden kanlar 16 saatlik açlıktan sonra sabah erken aç karna kan numuneleri alınmıştır. Kan alındıktan 10-30 dakika arasında çalışıldı. Kan parametreleri (hemoglobin, hematokrit, lökosit ve eritrosit sayısı) otomatik kan hücre sayım cihazıyla belirlendi. Kan alınacak denek rahat bir pozisyonda (oturur) olması sağlanarak kan örnekleri bir koldan antecubital venden içinde 0.1 ml EDTA antikoagulatörü bulunan 5 ml.lik eflaton tıpalı tüplere 2 cc kan alınarak ve 10 dakika mikserde karışımı sağlanarak COULTER BECKMAN GEN'S kan sayım cihazında oda ısısında okutulmuştur.

Çalışmada Kütahya Çevre İl Müdürlüğü'nün 1989-2002 yılları arasında 14 yıllık hava kalitesi ölçüm sonuçları (SO_2 =kükürt dioksit mg/m^3 ve duman=PM=Partikül madde mg/m^3) değerlendirilmiştir. Kan analiz sonuçları aşağıda belirtilen yaş ve cinsiyetlere göre standart kritik hematolojik min-max değerlerin referanslığında yorumlanmıştır.

Hematolojik Değer Aralığı Yaş /Cinsiyet	Hemoglobin (Hb)g/dl min.-max.	Hematokrit(%) (HCT) min.-max.	Eritrosit(RB C) $10^6 / \mu L$ min.-max.	Lökosit(WBC) bin/ mm^3 min.-max.
12-15 ♀	11.5-15.0	34.0-44.0	3.8-5.0	4.5-13.5
12-15 ♂	12.0-16.0	35.0-45.0	4.1-5.2	4.5-13.5
15-18 ♀	11.7-15.3	34.0-44.0	3.9-5.1	4.5-13.0
15-18 ♂	12.3-16.6	37.0-48.0	4.2-5.6	4.5-13.0
18-60 ♀	11.7-16.0	35.0-46.0	3.8-5.5	4.5-11.0
18-60 ♂	13.2-17.2	39.0-49.0	4.2-5.6	4.5-11.0

Deneklerin kan basınçlarının stabil olması için 10 dakika oturtulup dinlendirildikten sonra yatar pozisyonda ve yatağın baş tarafı 30 derece yükseltildikten sonra sağ koldan Erka sfingomanometresi ve aynı marka steteskop ile ölçüldü (Kömürcü ve Ark., 1995).

Kan parametrelerinin varyans analizi ile alt gruplarına ait ortalamalar arasındaki farkların istatistik olarak önem kontrolünde LSD ve Duncan çoklu karşılaştırma testlerine ait paket program kullanılmıştır (Harvey, 1987).

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kütahya ilinde 1989 - 2002 yılları arasında (14 yıllık) ait hava kalitesi ölçüm sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Tabloda gerek SO₂ gerekse PM değerlerinin son yıllara doğru doğrusal artış gösterdiği göze çarpmaktadır. Özellikle son 10 yılda Aralık Ocak ve Şubat aylarında her iki karakter bakımından tespit edilen konsantrasyonların hava kalitesinin korunması yönetmeliğine göre Dünya standartlarının üzerinde olduğu sonuçları tespit edilmiştir.

Tablo 1 Kütahya İli 1989 – 2002 Yılları Arası Aylık Hava Kalitesi Ölçüm Sonuçları*

AYLAR	1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM
OCAK	72	105	436	132	417	131	624	276	656	177	472	150	227	75	314	86	399	137	454	135	410	70	420	127	286	146	521	353
ŞUBAT	46	90	278	83	365	104	535	136	358	83	295	98	318	94	206	64	386	117	321	82	279	67	385	113	257	143	426	267
MART	32	65	283	121	235	80	291	88	289	86	206	65	252	55	142	56	244	84	188	58	388	89	334	96	287	150	197	135
NİSAN	24	56	106	62	231	49	172	67	170	64	126	44	152	51	121	46	118	53	102	50	198	76	89	66	135	70	387	102
MAYIS	21	50	79	54	62	42	56	47	67	63	50	35	61	32	40	29	59	50	45	35	41	39	54	51	97	54	37	41
HAZİRAN	18	68	38	53	49	37	28	46	40	47	37	22	33	29	16	26	38	36	24	24	27	30	27	34	36	24	17	26
TEMMUZ	16	38	26	35	45	36	24	51	49	38	22	20	24	22	30	24	31	29	28	26	39	30	32	32	27	23	16	22
AGUSTOS	11	46	30	43	33	39	38	47	40	50	32	27	20	24	21	24	40	31	37	26	34	33	29	33	27	30	14	27
EYLÜL	14	51	49	66	46	66	51	75	76	66	49	47	32	36	33	29	49	35	41	30	54	52	39	45	24	19	23	33
EKİM	141	108	124	98	116	90	79	91	151	94	82	65	148	77	135	88	108	59	130	68	166	100	114	107	177	121	102	23
KASIM	268	109	224	124	414	169	384	173	352	131	234	99	306	122	327	143	256	122	230	68	318	114	345	72	290	134	328	237
ARALIK	390	131	322		353	96	457	128	497	144	377	137	232	74	273	84	296	95	241	74	461	158	360	202	246	115	288	195
ORT.	88	76	162	83	189	79	226	93	229	87	160	96	149	59	138	59	167	68	148	56	159	52	186	82	156	86	196	122

* Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğine Göre: Kısa Vadeli Sınır Değerler; SO₂: 400 µg/m³, PM: 200 µg/m³, Uzun Vadeli Sınır Değerler; SO₂: 150 µg/m³, PM: 150 µg/m³, Hedeflenen Sınır Değerler; SO₂: 60 µg/m³, PM: 60 µg/m³.

Hava kirliliğinin inceleme parametreleri, Dünya Sağlık Örgütüne göre SO₂ ve duman (Toplam asılı partikül) ölçümleridir. Birinci kademe uyarı için Türkiye'deki sınır değerler; hem kükürt dioksit (SO₂) ve hem de duman için minimum seviyede 150 µg/m³'dür, maksimum düzeyde ise dumanda 300 µg/m³ iken, SO₂'de 400 µg/m³ olarak uygulama gerekmektedir (Yumrutuğ, 1980; Hartwell, 1984). Kütahya'da zaman zaman max. değerlerin üzerinde değerler ortaya çıkmaktadır.

Kütahya merkezde yaşayan şansa bağlı seçilen ergin yaştaki gönüllü kişilerden temin edilen kan örneklerinde, hemoglobin, eritrosit, lökosit ve hematokrit tayinleri gerçekleştirilmiştir. Bütün parametrelerin karşılaştırılmasında istatistik analiz olarak LSD ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Hemoglobin, Lökosit, Hematokrit, Eritrosit ölçümlerinin genel, cinsiyet ve aylara göre alt grup ortalamaları ve çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2- Kütahya İlinde 2000 Temmuz- 2001 Şubat Ayları Arasında Hemoglobin, Hematokrit, Lökosit ve Eritrosit Değerleri

ÖZELLİKLER		Hemoglobin(H b)g/dl $\bar{X} + S \bar{X}$	Lökosit WBC $\bar{X} + S \bar{X} \cdot 10^{13} / \mu L$	Hematokrit%S(HT) $\bar{X} + S \bar{X}$	Eritrosit RBC $10^6 / \mu L$ $\bar{X} + S \bar{X}$
Genel	N 155	12.460 ± 0.245	9.042 ± 0.379	36.737 ± 0.667	4.779 ± 0.409
CİNSİYET		**	ös	**	ös
♀	75	11.981 ± 0.239	9.332 ± 0.387	35.42 ± 0.653	4.329 ± 0.400
♂	80	12.939 ± 0.250	8.751 ± 0.371	38.053 ± 0.680	5.228 ± 0.417
AYLAR		ös	ös	ös	ös
Temmuz	20	11.885 ± 0.477	9.725 ± 0.742	35.250 ± 1.306	4.280 ± 0.799
Ağustos	20	11.945 ± 0.477	8.670 ± 0.742	35.535 ± 1.306	4.385 ± 0.799
Eylül	20	12.580 ± 0.477	8.970 ± 0.742	37.060 ± 1.306	4.508 ± 0.799
Ekim	20	12.399 ± 0.490	9.475 ± 0.742	36.395 ± 1.306	4.563 ± 0.799
Kasım	20	13.410 ± 0.477	7.875 ± 0.742	39.060 ± 1.306	4.632 ± 0.799
Aralık	20	12.605 ± 0.477	9.375 ± 0.742	37.245 ± 1.306	4.623 ± 0.799
Ocak	20	12.670 ± 0.477	9.150 ± 0.742	37.250 ± 1.306	4.547 ± 0.799
Şubat	15	12.186 ± 0.554	9.110 ± 0.862	36.099 ± 1.516	4.511 ± 0.928
** : çok önemli (p<0.01); * önemli (p<0.05); ös : önemsiz					

Son yıllarda özellikle büyük kentlerimizde hava kirliliği gittikçe artan yoğunlukta ortaya çıkmaktadır. Bu kentlerimizin arasında maalesef Kütahya kentimiz hava kirliliği yönünden başta gelmektedir. Bu durum özellikle kış aylarında, kalitesiz kömürün yakıt olarak kullanılması ve yoğun araç trafiğinin neden olduğu egzoz gazları sonucu artış göstermektedir.

Hava kirliliği bazı günlerde Dünya Sağlık Örgütünün belirlediği kabul edilebilir düzeylerin üzerine çıkmaktadır (Özer vd., 1996). Bu olay giderek büyük bir halk sağlığı sorunu haline gelmektedir. Yoğun olarak hava kirliliği ile karşılaşan kişilerde özellikle de çocuklarda, kirli havada bulunan çeşitli zararlı maddelerin hava yollarına direkt iritan etkisi sonucunda çeşitli solunum yolu hastalıkları ve sistemik etkileri görülebilmektedir (Dockery vd., 1993; Abramson vd., 1995). Hava kirliliğinin özellikle artış gösterdiği kış aylarında, havadaki sülfürdioksit, nitrojen oksitler ve katı parçacıkların (duman) konsantrasyonu yükselmektedir. Atmosferde bulunan bu gazlar inhalasyon ile alınmakta ve solunum mukozasına penetre olmaktadır. Mukozal hasar ve bronşiyal hiperaktiviteye neden olmaktadır. Özellikle kronik akciğer hastalığı olan yetişkinlerde ve çocuklarda astıma atak hızını artırabilmektedir (Lis ve Pietrzyk, 1997; Schenker, 1993).

Kütahya Merkez İlçesinin en büyük sorunlarından birisi hava kirliliğidir. 1986 yılından bu yana yapılan hava kirliliği ile mücadele çalışmaları olumlu sonuçlar vermiş olmakla birlikte kesin çözüm için temiz yakıt kullanılması ve şehir planlamasının hakim rüzgarların dikkate alınarak yapılması gereklidir. Halen ilimizde üretilen düşük kalorili ve yüksek kükürlü kömürlerin yakıt olarak kullanılmasından vazgeçilerek, yüksek kalorili düşük kükürlü ithal kömürler tercih edilmeli, uzun vadede doğalgaz altyapısının oluşturularak doğalgaz kullanımına geçilmesi gereklidir. Ayrıca; Türkiye'nin elektrik enerjisinin % 16'sını üreten Kütahya İli'ne ucuz elektrik temin edilerek Termik Santrallerin yarattığı hava kirliliği bedeli ödenmelidir (Anonim, 1999).

Dünya Sağlık Örgütünün bu konuda yürüttüğü araştırmalar sonucunda anlaşılacağı üzere, hava kirliliğinin etkilerini belirlemede en uygun yöntemler, epidemiyolojik yöntemlerdir. Perspektif gözlemler yada deneysel teknikler kesin bilgi vermemekte, bir ölüm olayının hava kirliliğinden oluştuğu kesin olarak söylenememektedir (Doğan, 1991).

Özellikle durgun hava olaylarının sık sık olduğu kış aylarında, sis ve dumanın bir arada bulunuşuyla oluşan smog'unda eşlik etmesi halinde daha fazla gözlenen ölüm artışları belirmektedir. Ölenler ise daha çok 55 yaş üzeri; hipertansif, bronşit, astım veya anfiyemli bulunan, kalp hastası veya korpulmonaleli şahıslardır (Öztürk, vd., 1995; Doğan, 1991; Topuzoğlu, 1983).

Çocuk ölümleri ise; daha çok pnömoni ve bronkopnömoni sebeplerine dayalı olarak gözlenirler. Çocukların kirli havadan etkilenmeleri daha fazla olup, dinlenme halinde dahi, 3 yaş altındaki çocuklar vücut ağırlıklarına oranla yetişkinlerden iki kat daha fazla hava ve dolayısıyla kirlilik solumaktadırlar. Böbrek, karaciğer ve enzim sistemleri yetişkinlerdeki seviyede gelişmemiş olduğundan hava kirlilik unsurlarından daha ciddi biçimde etkilenebilir ve çoğu zaman bu etkiyi solunum

yolu hastalığı şeklinde hayat boyu üzerlerinde taşıyabilirler (Doğan, 1991; Topuzoğlu, 1983; Öztürk, vd., 1995).

Böylece yaşlı kalp-akciğer hastalarıyla küçük çocuklardaki ölüm sayılarının artışı, hava kirliliğinin insan sağlığına yönelik en belirgin etkileri tarzında gözlenebilmektedir (Doğan, 1991).

Araştırmada genel ortalama ve cinsiyet karakterlerinde ki kan ölçüm değerlerist normal değerler aralığındadır. Ancak sağlık durumundan sapmada,patolojik veya enfeksiyon durumunu başlıca göstergesi olan Lökosit değerleri tüm alt gruplarda üst sınır değer noktasındadır. Bu da risk veya hassasiyet noktasında dikkat çekicidir.

Aynı şekilde diğer kan unsurlarının da (Hemoglobin,Hematokrit,Eritrosit) alt normal değer sınıra yaklaşması da anlamlı bulunmuştur. Zira kirlilik faktörleri anemik durumlara sebep olmakta ve bu hücrelerin sayılarında azalmaya neden olmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Abramson MJ,Marks GB,Pattemore PK.Are non-allergenic environmental factors important in asthma?.Med J Aust 1995;136:542-545.
- [2] Anadol, K., Fenerbahçe'de Çevre Düzenleme Sorunları, Çevre-Yapı ve Tasarımı, Çevre ve Mimarlık Bilimleri Derneği, Ankara, 1979.
- [3] Anonim 1995 Arch. Dis. Child. (Archives of Rivase in Chilhood) 1995 Nov.; 73(5): 418-22, Branchial Responsivereness, eosinoplia and short term exposure to air pollution.
- [4] Anonim 1998 J. Hyg. Epidemiol, Mirrobiol, Immunol (Journal of Hygiene, Epideminology, Microbiology and Immunology), 1988; 32 (2) : 121-36
- [5] Anonim 1999 Kütahya İli Çevre Durum Raporu, 1999, s: 63, 163-164, 54-55, 65, 68-69, 71-72, 276 s.
- [6] Anonim 2000 Occup, Envion. Med. (Ocupational and Envirometal Medicine). 2000 Dec.; 57 (12): 818-22.
- [7] Badman, D., Jaffe, E., 1996, Blood and air pollution, Otolaryngol Head Neck Surg 1996; 114: 205-8.
- [8] Bakan, K., Konuk, G., Türkiye de Kentsel Dış Mekanların Düzenlenmesi, TÜBİTAK Yapı Araştırma Enstitüsü, Yayın no:45, Ankara, 1987.
- [9] Blatt S,Weinberger HL.Prevalence of lead expore in a clinic using 1991 Centers for Disease Control and Prevention recommendations.AJDC 1993;147:761-763.

- [10] Carton JA,Maradona JA,Arribas JM.Acute-Subacute lead poisoning.Arch Intern Med 1987;147:697-703. Castro OL, Haddy TB, Rana SR, Worrel KD, Scott RB. Electronically determined red blood cell values in a large number of healthy black adults. American Journal of epidemiology, 121, No. 6,1985.
- [11] Clark M,Royal J,Seeler R.Interaction of iron deficiency and lead and the hematologic findings in children with severe lead poisoning.Pediatrics 1988;81:247-254.
- [12] Cunningham, W.P., Saigo, B.W., 1992, Environmental Science A Global Concern, Wm. C. Brown Publishers, 465-480 622 p.
- [13] Dockery DW,Pope CA,Xu X,et al.An association between air pollution and mortality in six U.S cities.N Engl J Med 1993;329:1753-1759.
- [14] Doğan, F., 1991, İl Merkezlerindeki Dumanlı Sanayi Sıklığı ile Göğüs Hastalıklarından Ölüm Hızlarının Artış İlişkisi Üzerine Bir Araştırma, E.Ü. Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı, Bornova-İzmir.
- [15] Erbaş, O., 2001, Kütahya'da Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Yönelik Çözüm Önerileri ve Matematiksel Modelleme, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniv. Makina Mühendisliği Bölümü, Kütahya.
- [16] Ergün, N.O., Beyazıt, N., Samsun-Tekkeköy Bölgesinde Hava Kirliliği ile Meteorolojik Parametreler arasındaki İlişki, Turk. J. Environ. Sci., 20, (1996), 300-305.
- [17] Ernest, R.J., David, G.B., Otolaryngol Head Neck Surg, Albert Einstein Colloge of Medicine, Bronx, Newyork, 1996, 114:105-8.
- [18] Feychting M,Svensson D,Ahlbom A.Exposure to motor vehicle exhaust and childhood cancer.Scand J Work Environ Health 1998;24:8-11.
- [19] Harvey W.R., 1972, Instructures for use of LSMLMM least-squares and maximum likehaod general purpose program. Ohio state Uaiv. Colombus, U.S.A. Hızel, s., Coşkun, t., 2000, Determinant of Birth Weight: Does Air Pollution Have an Influeventiol Effeccet?, Turk.J.Med.Sci., 30, (2000), 47-54.
- [20] Hartwell T et all, Comporative statistical analysis for volotile halo carbons in indoor and outdoor air, Swedish Council for Building Research, Vol. 4, Stokholm, 1984, 57-61.
- [21] Hızel, S., Coşkun, T., 2000, Determinant of Birth Weight: Does Air Pollution Have an Influential Effect. Turk J. Med. Sci., 30, (2000), 47-54.
- [22] Heinze, I., Rainer, G., Stehle, P., Dillion, D., 1998, Assessment of Lead Exposure in Schoolchildren From Jakarta, <http://II> ehpnct 1.

- niehs.nih.gov/docs/1998/106 p 499-501 Heinzl/abstract. Html, Jakarta, Indonesia.
- [23] İncecik, S., Hava Kalitesi Standartları ve Türkiye'deki Uygulamalar, Meteoroloji Müh., 1:3-6, 1995.
- [24] Kömürçü Ş, Özcan N, Özkan M. Hipertansiflerde sol ventrikül kitlesinin yaş, obezite, kan basıncı ve hipertansiyon süresi ile ilişkisi. GATA Bülteni 37:293-297, 1995.
- [25] Lancet (Lacet.), 1997 May. 31; 349 (9065) 1582-7, Increased plaslam viscosity during an air pollution episode: a link to marta lity?
- [26] Lancet (Lacet.), 1999 Mar. 13; 353 (9156): 874-8, Effectes of Air Pollution on Upper and Lower Respiratory Suymptoms and Peak Expiratory Flox in Children.
- [27] Lis G, Pietrzyk JJ. The effectk of air pollution profile on the prevalevce of astma in schoolchildren from Krakow. Pnemonol Alergol Pol 1997; 65:611-620.
- [28] Oruç, N., 1999(a) Seyitömer Termik Santrali'nin Çevreye Etkisi, 1st International Symposium on Protection of Natural Environment and Ehrami Karaçam 23-25th September 1999 Kütahya/Türkiye, 604-610.
- [29] Oruç, N., 1999(b) Kütahya TÜGSAŞ Azot Fabrikası Deşarj Kanalındaki Azot Bileşiklerinin Derişimi (1994-95-96 ve 98 yılları) ve Bunun Porsuk Çayı Açısından Önemi, 1st International Symposium on Protection of Natural Environment and Ehrami Karaçam 23-25th September 1999 Kütahya/Türkiye, 564-570.
- [30] Örnektekin, S., 1997, A Study of Heavy Metal Pollution from Motor Vehicle Emissions and its Effect on Soil in İskenderun, North-east Mediferraneren, Turk. J. Eng. Environ., Sci., 21, (1997), 279-287.
- [31] Özer U, Cebe M, Güneş M, et al. Air pollution profile of Bursa. JEPTO 1996; 15:129-133.
- [32] Öztürk, M., Doğan, F., Yücel, E., Kütahya'daki Hava Kirliliği Sorunu, Ekoloji Dergisi, Sayı:15, 1995, ss.40-44.
- [33] Schenker M. Air pollution and mortality. N Engl J Med 1993; 329:1807-1808.
- [34] Schuurmans, C., New Insights in Climate research reviewed, Change, 22, 1-4, 1994.
- [35] Syed, H., Khan, K.M., Rehman, K., Siddiqui, S., 2000, Effect of Sulphurdioxide Pollution on Immunglobulins of the Workers and Resident of Vicinity, Pakistan Journal of Biological Science Vol.3, No:5, 872-873.

- [36] Şahin, T., Çımtay, İ., Ölçücü, A., Bakır Sülfatın Erkek Kuzuların Vücut Ağırlığının Artmasına ve Bazı Kan Parametrelerine Etkisi, Turk. J. Vet. Anim. Sci., 25, 2001, 933-938.
- [37] Taşdemir, Y., 2001, Winter Season SO₂ Measurement in Bursa and Comparison With Rural and Urban Area Values, Turk. J. Engin. Environ. Sci., 25, (2001), 279-287.
- [38] Topuzoğlu, İ., Çevre Sağlığı ve İş Sağlığı, Hacettepe Üniv. Yayın no:A-27, Ankara, 1983, 50-65.
- [39] Türker, G., Babaoğlu, K., Gedikbaşı, D., Demir, H., Berk, F., Aydoğan, M., Hatun, Ş., 2002, Factors Affecting Bone Health in Children: A Preliminary Study in Kocaeli, Turk. J. Med. Sci., 32, (2002), 43-48.
- [40] Yalçın, N., Sevinç, V., 2001, Heavy Metal Contents of Lake Sapaca, Turk. J. Chem., 25, (2001), 521-526.
- [41] Yamık, A., Bentli, İ., 1999, Kömür Kullanımına Bağlı Çevre Sorunları, Kütahya İli Çevre Durum Raporu, 1999, s: 267-268.
- [42] Yip R, Norris TN, Anderson AS. Iron status of children with elevated blood lead concentrations. J Pediatr 1981;98:922-925.
- [43] Yumrutuğ, S., Sungur, T., Hijyen Koruyucu Hekimlik, Ankara Üniv. Tıp Fak. Yayın no: 393, Ankara, 1980, 479-512.
- [44] Yücel, E., Öztürk, M., Doğan, F., 1995, Kütahya'da Hava Kirliliği Sorunu, Ekoloji Dergisi, Sayı:15, s: 40-45.

