

KÜTAHYA'DA HAVA KİRLİLİĞİNİN
KOYUNLARIN BAZI KAN PARAMETRELERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ

İlker Özcan Ertürk

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Biyoloji Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

121675

Danışman : Doç. Dr. Hayri DAYIOĞLU

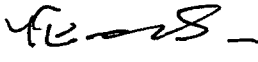
T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ


Ekim - 2002


KABUL ve ONAY SAYFASI

İlker Özcan Ertürk'ün YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı Kütahya'da Hava Kirliliğinin Koyunların Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkileri başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.


22 / 11 / 2002


Üye : Prof. Dr. Yunus ERDOĞAN


Üye : Doç. Dr. Hayri DAYIOĞLU


Üye : Yrd.Doç. Dr. Vahdettin BAYAZIT

Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Yönetim Kurulu'nun 08.11.2002 gün ve ...17... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Prof. Dr. A. Gültay EDİZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

KÜTAHYA'DA HAVA KİRLİLİĞİNİN KOYUNLARIN BAZI KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

İlker Özcan Ertürk

Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2002

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hayri DAYIOĞLU

ÖZET

Bu çalışmada iki farklı bölgede bulunan yaş, ırk ve yetiştirme özellikleri benzer olan dağlıç ırkı koyunların kan özellikleri karşılaştırılmıştır. Yoğun kirlilik bölgesinde yetiştirilen koyunların lökosit, lenfosit değerleri çok önemli ölçüde yüksek bulunurken ($P < 0.01$) eritrosit ve hemoglobin miktar ve indekslerinde istatistik önem sınırına ulaşmayan fakat % 8 ile % 79' lara varan düşük değerler tespit edilmiştir.

Çevre kirliliğinin koyunların kan kimyasında önemli ve olumsuz değişimlere sebep olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eritrosit İndeksleri, Hava Kirliliği, Hemoglobin, Koyunlar, Lenfosit, Lökosit.

**THE INFLUENCE OF AIR POLLUTION OVER SOME BLOOD
PARAMETERS OF SHEEP IN KUTAHYA**

İlker Özcan Ertürk

Biology Department, M.S. Thesis, 2002

Supervisor : Assist Prof. Hayri DAYIOĞLU

SUMMARY

In this study, the blood values of dağlıç sheep, a kind of fat tailed sheep, which live in two different regions and is similar in the age, race and growing features were compared. The values of leucocytes and lymphocytes were found strikingly higher than normal level of the sheep which were grown in the regions of dense pollution. ($P < 0.01$) On the other hand, the lower values were obtained in the amounts and indexes of erythrocyte and hemoglobin reaching 8 % to 79 % which did not arrive the considerable proportions in statistical meanings.

It is observed that the pollution of environment led the negative and remarkable changes in the chemistry of blood in sheep.

Key Words: Air Pollution, Hemoglobin, Indexes of Erythrocyte, Leucocyte, Lymphocyte. Sheep.

TEŐEKKÖR

Bu alıőmada bana yardımcı olan baőta Danıőmanım Do. Dr. Hayri Dayıoğlu'na, desteğini hep yanımda hissettiğim aileme ve diğer bۆlüm hocalarımla birlikte emeği geen herkese teőekkۆrű bir bor bilirim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Hava Kirliliğinin Doğal Kaynakları	2
1.2. Hava Kirliliğinin Kaynakları ve Çeşitleri	3
1.2.1. Primer ve sekonder kirleticiler	3
1.3. İklim, Topoğrafya Ve Atmosferik İşlemlerin Etkileri	15
1.3.1. Değişimler	16
1.3.2. Toz kubbeler ve sıcak adalar	17
1.3.3. Uzak yerlere taşınma	18
1.4. Hava Kirliliğinin Etkileri	19
1.4.1. İnsan sağlığına etkileri	19
1.4.2. Bitki patolojisine etkileri	22
1.4.3. Asit çökeltisi	24
1.4.4. Hayvanlar üzerine etkisi	26
1.5. Kütahya İlinde Atmosfer, İklim Ve Kirlilik	29
1.5.1. Atmosfer ve iklim.....	29
1.5.2. Hava kirlilik problemi	29
2. KAN ELEMANLARI	34
2.1. Eritrositler	34
2.2. Lökositler	34
2.2.1. Granülositler	34
2.2.2. Granülsüzler (Agranülositler)	35
2.3. Trombositler	35
2.4. Hemoglobün	36

İÇİNDEKİLER (devamı)

	<u>Sayfa</u>
3. KAN UNSURLARININ TAYİN METODU	37
3.1. Tam Kann Sayımı	37
3.2. Hemoglobin Tayini	37
3.2.1. Sahli metodu	37
3.2.2. Siyanmethemoglobin metodu	37
3.2.3. Oksihemoglobin metodu	33
3.3. Hematokrit Tayini	38
3.4. Eritrosit Sayımı	39
3.5. Eritrosit İndeksleri	40
3.6. Lökosit Sayımı	41
3.7. Trombosit Sayımı	41
3.7.1. Rees – Ecker metodu	42
3.7.2. Brecher – Cronkite metodu	42
4. MATERYAL VE METOD	44
4.1. Materyal	44
4.2. Metod	46
4.3. Non – Siyanid Hemoglobin Analiz Metodu	46
4.4. İstatistik Metodlar	48
5.1. Sonuçlar	49
5.2. Tartışma	50
5.2.1. WBC (Lökositler)	50
5.2.2. Eritrosit indeksler	51
5.2.3. Trombositler	52
KAYNAKLAR DİZİNİ	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1. 1. Hava kirleticileri	2
1.2. Toplam asili partikül	4
1.3. Kükürt oksitler	4
1.4. Karbon monoksit	4
1.5. Uçucu organik bileşikler	5
1.6. Azot oksitler	5
1.7. Atmosferdeki kükürt oranları	8
1.8. Atmosferdeki reaktif azot gazı oranları	9
1.9. Atmosferdeki karbon oranları	10
1.10. Klorun ozona etki şekli	12
1.11. Bazı fotokimyasal atmosferik reaksiyonların kirli hava oluşumuna katkısı	15
1.12. Los Angeles havzası atmosferik sıcaklık değişimine bağlı bir örnektir	16
1.13. Caddeler ve binalar güneş enerjisini tutarlar, yukarı doğru bir hava akımı oluşturarak, bu havayla gelen kirleticileri şehrin üstündeki toz kubbede biriktirirler.Bu sıcak ada şehrin ve şehir bölgesinin iklimiyle değişir	18
1.14. pH cetveli. Numaralar, sudaki H iyon konsantrasyonunun negatif logaritmasını temsil eder	25
1.15. Kütahya ili 1989-1998 yılları arası kış dönemi hava kalitesi ölçüm sonuçları grafiği	31
1.16. Kütahya ili yıllık ortalama ölçüm sonuçları grafiği	32
4.1. Kütahya ilinde hava kirliliğine sebep olan yerler ve ölçüm yapılan köyleri gösterir harita	45
4.2. Çalışma prensibi ve analiz akış şeması	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1. 1. Kirleticilerin tahmini değişimi ve atmosferdeki miktarları	6
1.2. Bazı ülkelerin tahmini kirleticisi emisyonları	7
1.3. Asit yağmurlarından etkilenen Avrupa ormanları	26
1.4. Karbon tetrokloridin (CCl ₄) tavşanlarda oluşturduğu akut ve kronik etkilerin kan değerleri üzerine etkilerinin sonuçları	28
1.5. Yıllara göre hava kalitesi ölçüm sonuçları aylık ortalamaları.....	32
1.6. 5 Yıllık aylara göre yapılan Karbondioksit (SO ₂) ve partikül madde (PM) ölçüm sonuçları	33
5.1. Kan parametrelerine ait alt grup ortalamaları ile çoklu karşılaştırma test sonuçları	49

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
O ₂	Oksijen
CO ₂	Karbondioksit
O ₃	Ozon
NO _x	Azotoksitler
CO	Karbonmonoksit
SO ₂	Kükürtdioksit
CH ₄	Metan
C _x F _x BC _x	Brom bileşikleri
SO ₄	Sülfat
N ₂ O	Nitrözazit
NH ₃	Amonyak
H ₂ S	Hidrojen Sülfid
SO ₃	Sülfürtrioksit
H ₂ SO ₄	Sülfürikasit
NO	Azotoksit
NO ₂	Azotdioksit
HNO ₂	Nitrözazit
HNO ₃	Nitrikasit
N ₂ O	Diazotoksit
Fe	Demir
Cu	Bakır
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
Hg	Civa
Be	Berilyum
Cd	Kadmiyum
Ta	Talyum
Cr	Krom
Cl	Klor
HCl	Hidroklorik Asit

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
H	Hidrojen
Zn	Çinko
V	Vanadyum
CCl ₄	Kalsiyumtetraklorit
N	Azot
ClO	Kloroksit



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
A.B.D.	Amerika Birleşik Devletleri
v.d.	ve diğerleri
TÜGSAŞ	Türkiye Gübre Sanayii Anonim Şirketi
KÜMAŞ	Kütahya Manyezit Anonim Şirketi
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
ÖS	Önemsiz
SLİ	Seyitömer Linyitleri İşletmesi
ICSH	Uluslararası Hematoloji Standardizasyon Komitesi
TAP	Toplam Asılı Partikül
HC	Hidrokarbon
CFC ₃	Kloroflorokarbonlar
VOC	Uçucu Organik Bileşikler
SPM	Asılı Partiküler Materyal
PCBs	Poliklorlu Bifeniller
PM	Partikül Madde
HbO ₂	Oksihemoglobin
Hi	Hemiglobin
MetHb	Metahemoglobin
MCV	Ortalama Eritrosit Hacmi
MCH	Ortalama Eritrosit Hemoglobini
MCHC	Ortalama Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu
MPV	Ortalama Trombosit Hacmi
PAN	Peroksi Asetil Nitrat

1. GİRİŞ

Canlılarda hastalık, sağlık, iyilik, güzellik, kabiliyet, zeka, güç verimlilik vs. gibi herhangi bir şekilde tespit ve ifade edilebilen bütün 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 hayatı etkileyen ve hatta canlılığın bağımlı olduğu başlıca çevre ortamını genel manada toprak, su ve hava oluşturur. Günümüzde hayatı, sağlığı ve verimliliği etkileyen biçimde çevre kirliliği yaşanmaktadır. Tabiatıyla kirlilik birbiriyle ilintili biçimde toprak, su ve hava kirliliği biçiminde seyretmektedir.

Tabii denge içinde ekolojik sistemde oluşan doğal kaynaklardan meydana gelen kirlilik tolere edilir. Şöyle ki :

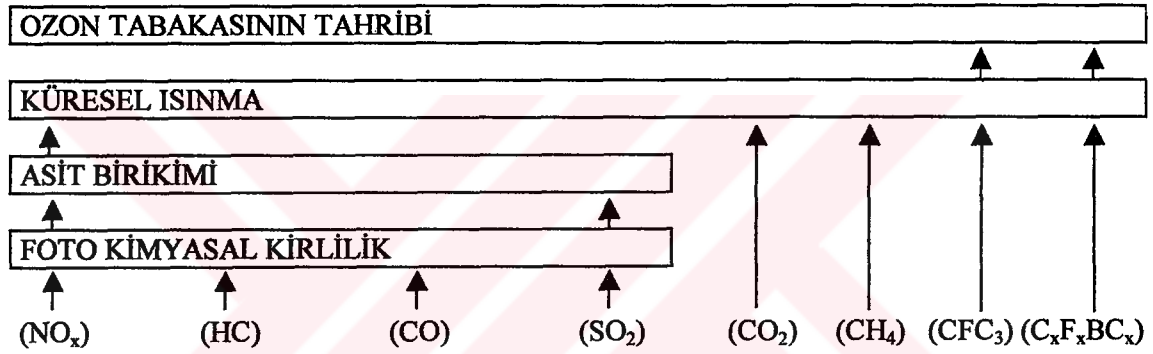
- Canlılar tarafından tüketilen O_2 (Oksijen) üretilen CO_2 bitkilerin fotosentezi yoluyla dengelenir.
- Havanın autopuration özelliği ile canlıların ürettiği havaya karışan atık maddeler temizlenir.
- Güneşin radyasyon etkisi ile havadaki zararlı mikrop ve gazlar zararsız hale gelir.
- Atmosferik yağışlar havadaki kirliliğin toprağın derinliklerine inmesini sağlar.
- Fırtınalı ve elektrikli havalarda ortaya çıkan O_3 (Ozon) gazı havadaki mikropları okside ederek (yakarak) temizler.
- Hava hareketleri, su hareketleri, seller kirliliğin dağıtılmasını sağlar.
- Oksidasyon, putrifikasyon olayları, mikroorganizma (bakteri, mantar, maya) faaliyetleri ile atık maddelerin ayrışması sağlanır.

Bu ve bunun gibi tabii faaliyetler sağlıklı çevre ortamının dengede olmasını sağlar (Dayıoğlu, 1993).

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

Gelişmiş ülkelerde su hava, toprak kirliliğine bağımlı olarak görülen tarımsal ve su ürünleri kaybı ve verimsizlik ormanlık ve yeşil alanların önemli ölçüdeki tahribi çevre kirliliği konusunda dikkatleri çekmiştir ve özellikle gelişmiş ülkeler bütçelerinin önemli bir kısmını çevre kirliliğini önleme yönünde harcamaya yönelmişlerdir. (Cunningham ve Saigo ,1992)

Koruyucu, stratosferik ozon tabakasının hava kirleticiler tarafından hasara uğraması yeryüzünü direkt ultraviyole ışın etkisine maruz bırakarak ürün kaybına, kalitesinin bozulmasına ve kanser vakalarına neden olmaktadır. Günümüzde maruz kaldığımız çevre kirliliği ile ilgili küresel boyut aşağıdaki gibi şematize edilebilir.



1.1. Hava Kirliliğinin Doğal Kaynakları

Hava kalitesini bozan birçok doğal kaynak vardır. Volkanlardan atılan küller, asit yağmurları, hidrojen sülfid ve diğer toksik gazlar bunlardandır. Deniz püskürmeleri ve çürümüş bitkiler, havadaki reaktif kükürt bileşiklerinin başlıca kaynaklarıdır. Geniş alan kaplayan orman yangınları büyük duman bulutlarına neden olur. Ağaçlar ve çalılar milyonlarca ton uçucu organik bileşikler (terpenler ve isoprenler) yayarak "Blue Ridge Mountains" denilen mavi sis bulutlarına neden olurlar. Polenler, sporlar, virüsler, bakteriler ve diğer küçük organik materyaller, yaygın hava kaynaklı enfeksiyonlara ve alerjilere yol açarlar. Kurak bölgelerdeki rüzgarlar toz bulutlarını kaldırarak milyonlarca ton toprağın yer değiştirmesine sebep olurlar. Termitlerin ve ruminantların bağırsaklarındaki selülozdan ve bataklıklardaki çürümüş bitkilerden bakteriyel faaliyet sonucunda bol miktarda çıkan metan gazı havaya karışır.

Genel olarak bütün bu faaliyetler zararsız bir seviyede meydana gelir. Ancak insanların katkıları sonucu bu hassas denge bozulur. Dünya çapında bir çok şehirde atmosferdeki partikül maddelerin % 90'ından fazlası insan kaynaklıdır.

1.2. Hava Kirliliğinin Kaynakları Ve Çeşitleri

1.2.1. Primer ve sekonder kirleticiler

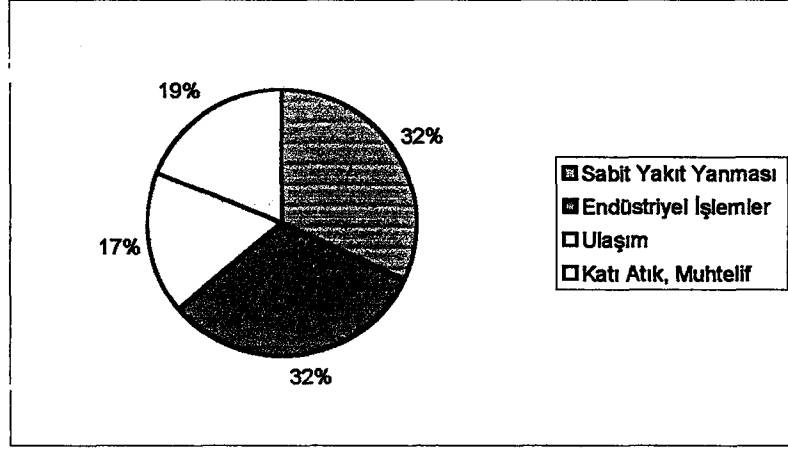
Primer kirleticiler atmosfere direkt olarak zararlı formda bırakılırlar. Sekonder kirleticiler bunun tersine havaya atıldıktan sonra kimyasal reaksiyonlar sonucunda bileşik oluşturarak tehlikeli forma dönüşürler. Bu reaksiyonlar için gerekli enerji güneşten sağlanır. Fotokimyasal oksidanlar ve atmosferik asitler bu mekanizma ile oluşurlar ve muhtemelen insan sağlığı ve ekosistem için en tehlikeli sekonder kirleticilerdir.

Geçici emisyonlar bacadan çıkmaz. Bu kategoriye giren dumanlar toprak erozyonu, maden çalışmaları, kayaç kırılmaları ve bina yapımı veya yıkımı kaynaklıdır. Birleşik Devletlerde doğal ve insan kaynaklı üretilen geçici emisyonlar yılda 100 milyon tondur. Fosil yakıtların ve biyomasın yanmasıyla ortaya çıkan CO₂ miktarı geçici emisyon miktarına hemen hemen eşittir.

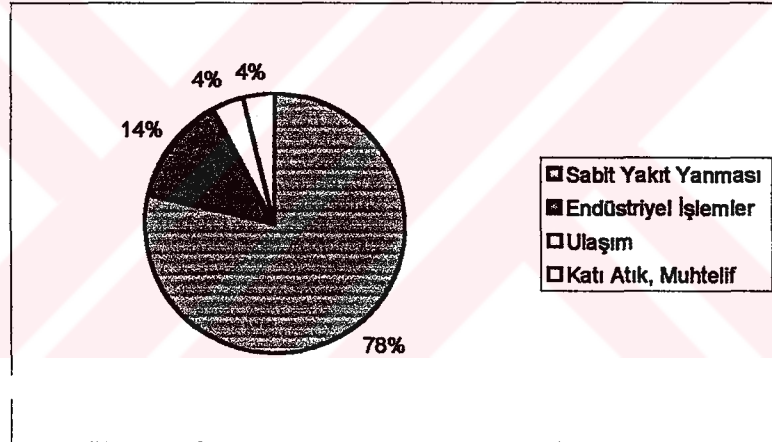
Geçici endüstriyel emisyon da önemli bir hava kirliliği kaynağıdır. Vana ve boru eklerinin sızıntısı, kimyasal fabrikalardan ve petrol rafinerilerinde kaynaklanan hidrokarbonların ve uçucu organik kimyasalların % 90'ına katkıda bulunur.

1.2.1.1. Klasik veya "kriter" kirleticiler

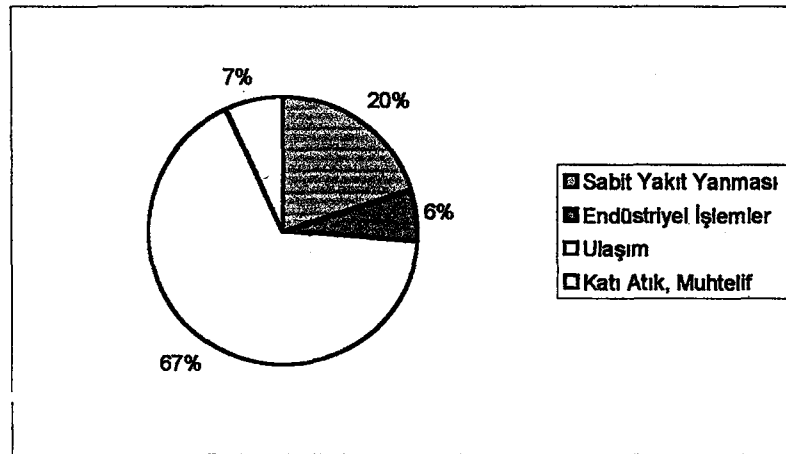
Atmosferi kuşatan başlıca yedi kirleticisi (Kükürtdioksit, karbonmonoksit, partiküller, hidrokarbonlar, azotoksitler, fotokimyasallar, oksidanlar ve kurşun) bildirilmiştir. Bu yedi klasik veya kriter kirleticisi hava kalitesinin bozulmasına geniş ölçüde katkı sağlar ve insan sağlığı için çok ciddi tehdit oluştururlar. Şekil 1.2.-1.3.-1.4.-1.5.-1.6'da ilk beş kirleticisi verilmiştir. Çizelge 1.1 de bazı önemli hava kirleticilerinin dünya çapındaki yıllık tahmini emisyonları, çizelge 1.2 de de bazı ülkelerin tahmini yıllık emisyonları verilmiştir.



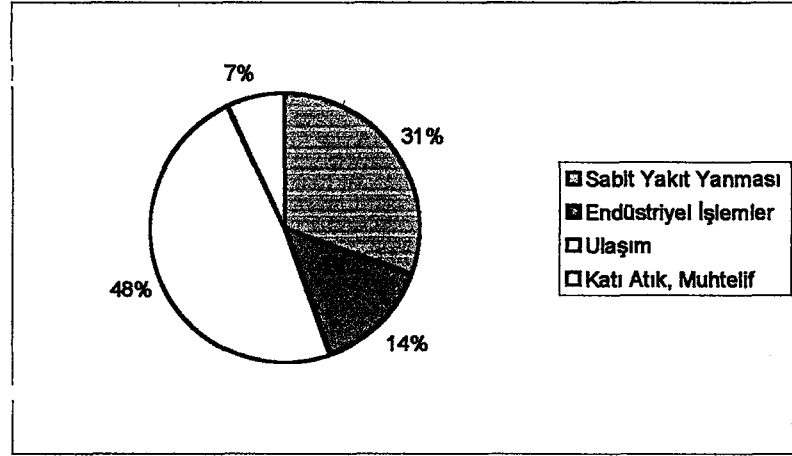
Şekil 1.2. Toplam asılı partikül



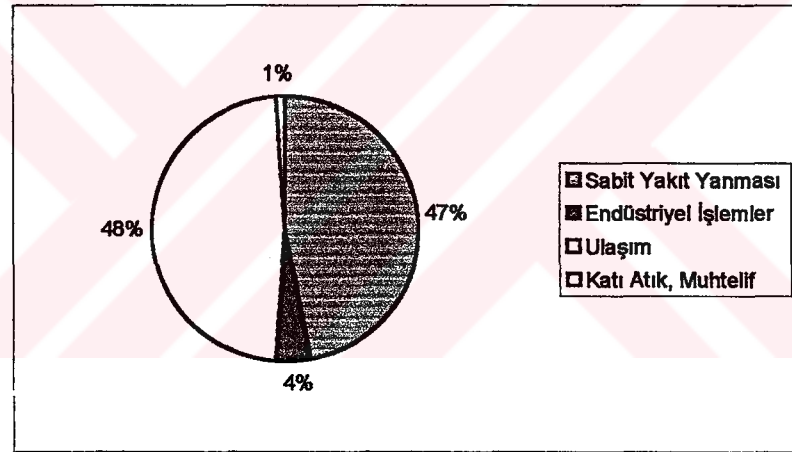
Şekil 1.3. Küktirt oksitler



Şekil 1.4. Karbon monoksit



Şekil 1.5. Uçucu organik bileşikler



Şekil 1.6. Azot oksitler

Yukarıdaki Şekil 1.2. – 1.3. – 1.4. – 1.5. – 1.6. da Birleşik devletlerdeki başlıca beş kirleticinin kaynakları, yıllık emisyonlar 7.5 megaton TAP, 21.5 megaton $SO_2 + SO_4$, 79 megaton CO, 20.3 megaton NO_x , 18.6 megaton VOC insan kaynaklı.

Çizelge 1.1. Kirleticilerin tahmini değişimi ve atmosferdeki miktarları.

Kirleticiler	Kaynakları	Yaklaşık Yıllık Oran (Milyon ton)	Atmosferdeki Ort. Yarılanma Süresi (Gün)
1. CO ₂ (Karbondioksit)	Solunum	100.000	2.500
2. CO ₂ (Karbondioksit)	Biyomas ve fosil yakıtların yanması	10.000	2.500
3. CO (Karbonmonoksit)	Biyomas ve fosil yakıtların yanması	1.000	75
4. CH ₄ (Metan)	Islak toprak, çeltik tarlaları, termitler ve ruminantlar	400	3.600
5. VOC ^a	İnsan kaynaklı	100	1-1.000
6. VOC	Bitkisel terpen ve izopren	800	< 1
7. NO _x (Nitrojen oksitler)	Topraklar, biyomas ve fosil yakıtların yanması	100	4
8. N ₂ O (Nitrus oksit)	Gübre ve tropikal ormanlar	10	60.000
9. NH ₃ (Amonyak)	Endüstriyel ve biyolojik azot fiksasyonu	100	9
10. SO ₂ ve SO ₄	Denizden püskürme, fosil yakıtlar. Kayaçlardan ergime	90	1- 4
11. H ₂ S ve Organik sülfür ^b	Biyojenik ve antropojenik	90	1- 900
12. Metanlar ^c	Kurşunlu benzin, kömür, endüstriyel artıklar	3	1- 30
13. SPM ^d	Rüzgar erozyonu, yangınlar, volkanlar, insanlar	10.000	1- 1.000

^a Uçucu organik bileşikler; benzen, formaldehit, vinil klorit, fenol, kloroform triklor etilen, benzen elemanları ve klorofloro karbonlar.

^b Organik kükürt; metilmerkaptan, karbondisülfid, karbonilsülfid ve dimetil sülfid.

^c Metaller; kurşun kadmiyum, nikel, berilyum, civa ve arsenik

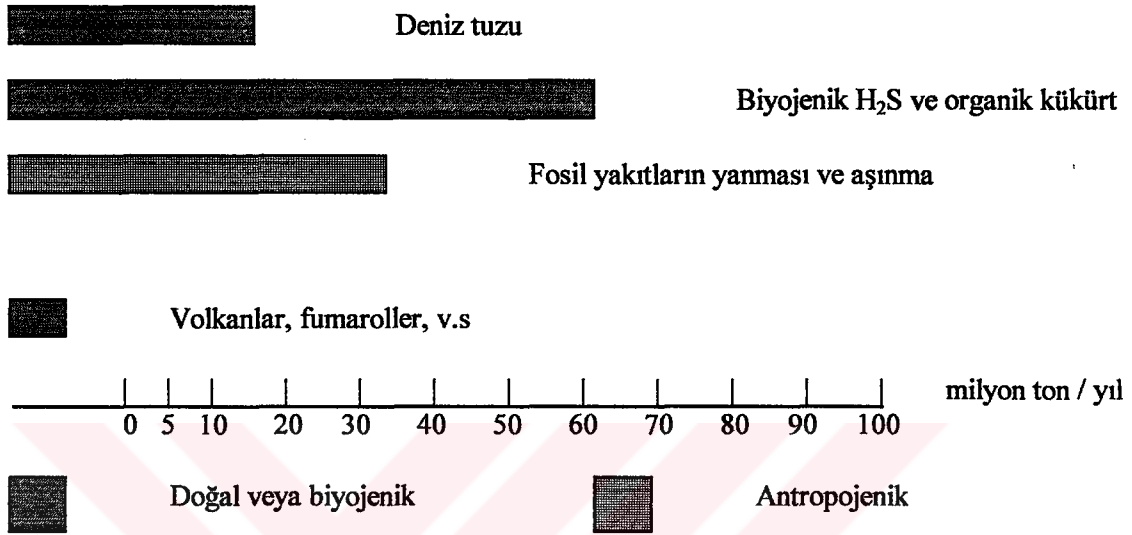
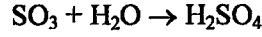
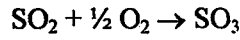
^d Asılı Partiküler Materyal; is, toz, kül, polen ve alg.

Çizelge 1.2. Bazı ülkelerin tahmini kirletici emisyonları.

ÜLKELER	SOx (tonda bin)	Partiküller (tonda bin)	NOx (tonda bin)	CO (tonda bin)
1. Çin	12.920	13.740	4.130	X
2. Fransa	1.460	210	1.730	6.330
3. İtalya	2.230	410	1.530	5.420
4. Japonya	1.610	X	1.420	420
5. Polonya	3.700	3.350	1.770	3.300
6. İsviçre	285	40	295	1.600
7. İngiltere	3.750	230	1.770	5.180
8. A.B.D.	21.100	6.900	19.500	69.230

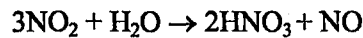
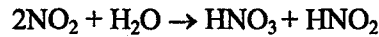
Kükürt bileşiklerinin doğal kaynakları deniz püskürmesi sırasındaki buharlaşmalar, sülfat içerikli kurak toprakların erozyonu, volkan ve fumarollerden kaynaklanan tozlar ve dimetilsülfid, metil merkaptan, karbondisülfid ve karbonilsülfid gibi kükürt içerikli organik bileşiklerin hidrojen sülfidin (H₂S) biyojenik emisyonlarıdır. Bütün kaynaklardan kükürt emisyonu miktarı yıllık toplam 182 milyon tondur. Havaya salınan antropojenik kükürdün %90'dan fazlası şehir alanlarından kaynaklanır. Bu kükürdün en yaygın şekli olan kükürtdioksit (SO₂), kükürt içerikli yakacakların (kömür ve petrol) yanması, doğal gaz ve petrolün işlenmesi ve sülfid cevherlerinin eritilmesi gibi endüstriyel işlemler sırasında açığa çıkar. Çin ve Birleşik Devletler'de antropojenik kükürdün en yaygın kaynağı kömür yanmasıdır.

Kükürtdioksit bitkilere ve hayvanlara direkt etki eden renksiz ve aşındırıcı bir gazdır. Atmosferde önce okside olarak sülfürtrioksite (SO₃) ve su buharı ile reaksiyona girerek veya su damlası içinde çözünerek sülfürik aside (H₂SO₄) dönüşür. Çok küçük katı partikül veya sıvı damlacık, asidik sülfat iyonu halinde (SO₄⁻) 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.



Şekil 1.7. Atmosferdeki kükürt oranları (Cunningham and Saigo, 1992)

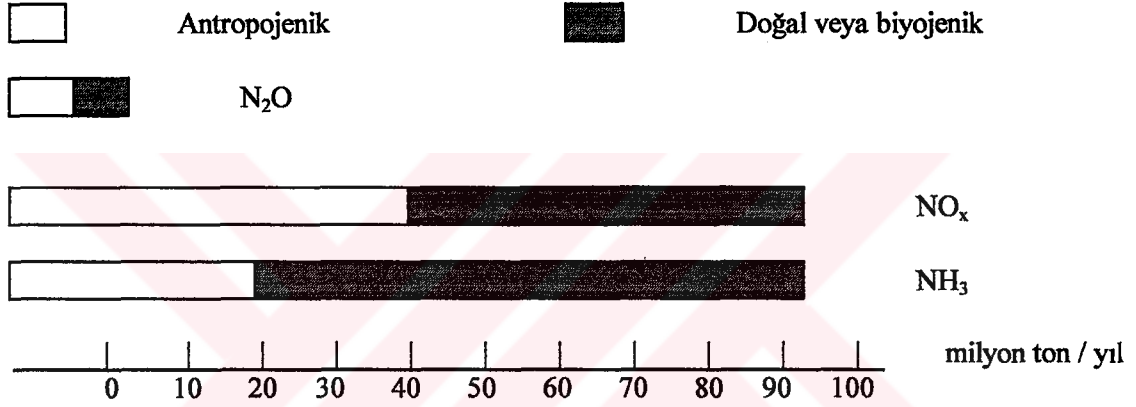
Azot yakıt içindeyken veya havada, oksijen varlığında, sıcaklık 650 °C'nin üstüne çıktığında yanınca veya toprak ve sudaki bakterilerce okside edildiğinde, azot oksitler, yüksek reaktif bir gaz formuna geçerler. İlk baştaki ürün, azotoksit (NO), atmosferde okside olarak azotdioksit (NO₂) dönüşür, fotokimyasal duman veren kızılımsı kahverengi gazın rengi karakteristik özelliğidir. Birbirlerine dönüşebilirlikleri yüzünden bu gazların tanımlanmasında uzun zaman NO_x kullanılmıştır. Azot oksitler su ile birleşerek nitrik asit (HNO₃) oluştururlar ki bu asit atmosferik asitleşmenin en başlıca elemanıdır.



Havadaki reaktif azot bileşiklerinin yıllık toplam emisyonu dünya çapında yaklaşık 210 milyon tondur. Bu emisyonun yaklaşık %45'i antropojenik kaynaklıdır. Birleşik Devletler'de insanın sebep olduğu NO_x'in yaklaşık %95'i ulaşımda kullanılan yakıttan ve elektrik üretiminden kaynaklanmaktadır. 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.

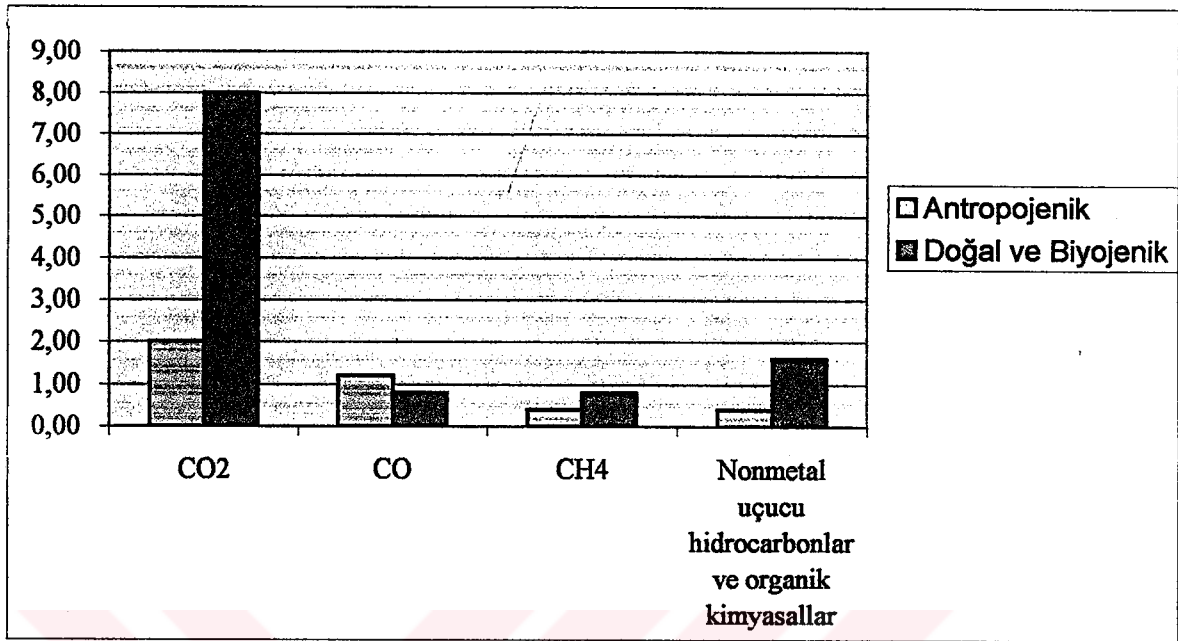
Nitröz asit (HNO_2) yağışlarla yeryüzüne düşer veya atmosferdeki amonyak ile birleşerek amonyum nitrat oluştururlar. Bu durumda NO_2 bitkiler için gübre görevi görür. NO_2 aynı zamanda UV ışınlarını iyi absorbe ettiği için ozon (O_3) gibi sekonder hava kirleticilerinin oluşumunda önemli bir rol oynar. Ayrıca fotokimyasal sisin oluşumunda başlıca etkindir. (Erbaş, 2001)



Şekil 1.8. Atmosferdeki reaktif azot gazı oranları (Cuningham and Saigo, 1992)

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. Çizelge 1.1 ve Şekil 1.9'da gösterildiği üzere her yıl yayılan CO_2 'nin %90'ı solunumdan kaynaklanır. (Bitki ve hayvan hücrelerinde organik bileşiklerin oksidasyonu) Bitkilerin yaptığı fotosentez sayesinde bu olay dengede tutulur. Fosil yakıtların ve biyomasın yanması bu olaya yıllık yaklaşık 5 milyon ton katkıda bulunur.

Karbonmonoksit (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 gaz üretilir. CO hemoglobinle çözülemeyen bağ oluşturarak 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 'nun yaklaşık %90'ı ozon üretimi için fotokimyasal reaksiyonlarda tüketilir.



Şekil 1.9. Atmosferdeki karbon oranları (Cunningham and Saigo, 1992)

Güneş ışınları yeryüzüne çarptıktan sonra geri yansılar, ve atmosfer dışına çıkarlar. Ancak kirlilik etkene olan gazlar ve özellikle CO₂ atmosferde yoğun olarak bulunduğunda, yeryüzüne çarpan ışınların atmosfer dışına çıkmasına müsaade etmezler ve ışınlar atmosferde hapsolür. Buna sera etkisi denir. Sera etkisi sonucunda yeryüzünün sıcaklığı artar ve global yani küresel ısınma meydana gelir.

Başlıca sera gazları ve kaynakları aşağıda belirtilmiştir.

<u>GAZ</u>	<u>KAYNAK</u>
1.Karbondioksit (CO ₂)	→ Fosil yakıtlar ve odun yanması
2.Nitrojendioksit (NO ₂)	→ Kimyasal gübre kullanımı ve hayvan atıkları
3.Metan (CH ₄)	→ Biyogaz (Bakteriyel çürüme, özellikle hayvanların bağırsaklarında ve sedimentlerde)
4.Klorofloro karbonlar (CFCs)	→ Freon (halojenli hidrokarbon gazı), soğutucularda kullanılır.
5.Halonlar (Halokarbonlar, C _x F _x Br _x)	→ Yangın söndürücüler.

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)

Civa, çevrede yaygın olan tehlikeli bir nörotoksindir. Termik santraller ve ev boyalarındaki civalı fungusitler, atmosferik civanın iki büyük kaynağıdır. Civalı pillerin ev çöpleriyle atılması sonucunda, çöp yakma fırınlarında yanmayla beraber civa buharı da açığa çıkar (Cunningham and Saigo, 1992)

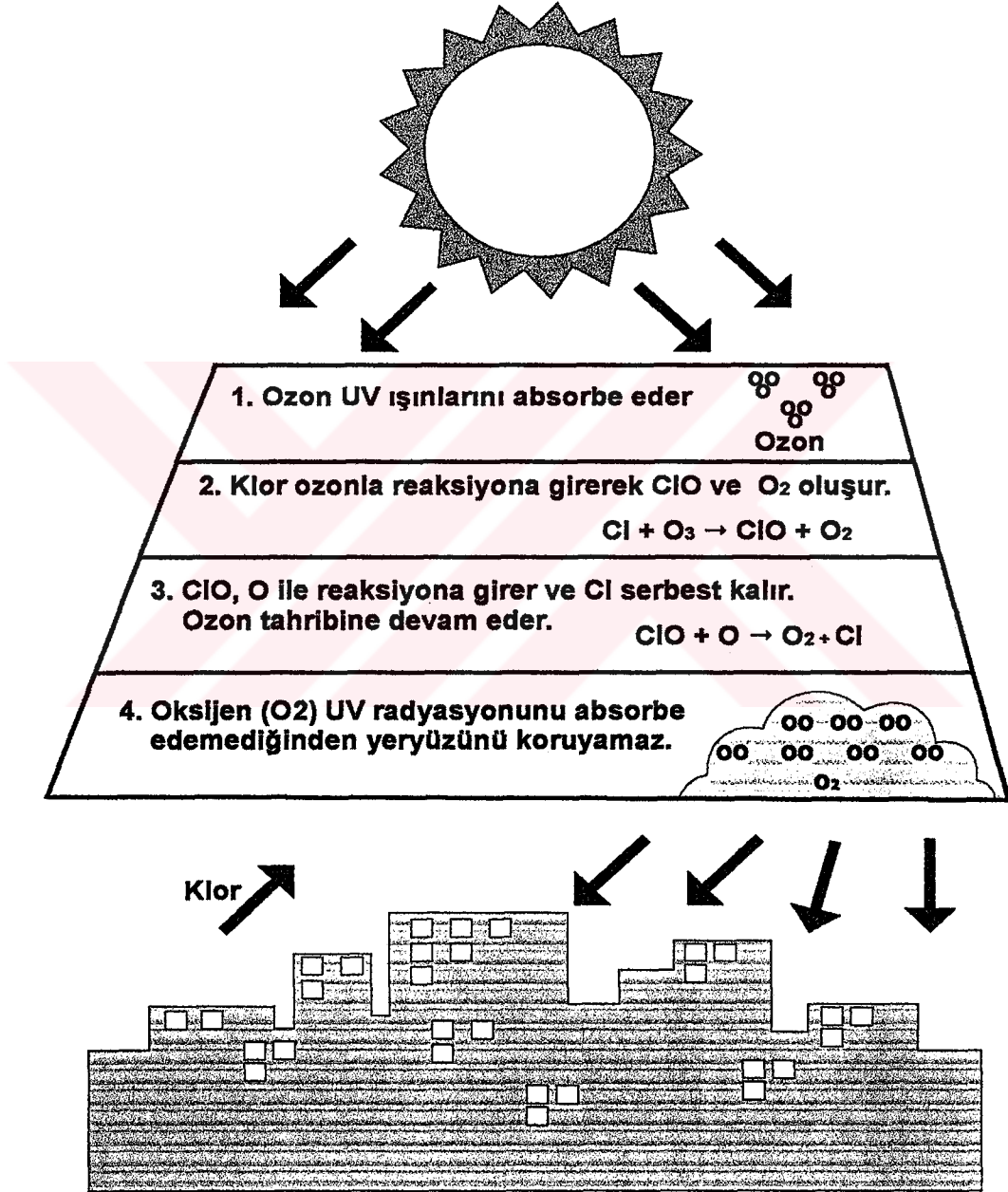
Tehlikeli olan toksik metaller nikel, berilyum, kadmiyum, talyum, uranyum, sezyum ve plutonyumdur. Metallerin işlenmesi eritilmesi, kömür yanması ve pestisit kullanımıyla her yıl atmosfere yaklaşık 780.000 ton (oldukça toksik bir metaloid olan) arsenik verilir. Halojenler (flor, klor, brom ve iyot) oldukça reaktif ve genelde toksik formlardır. Dünya çapında yıllık 600 milyon ton kloroflorokarbon, sprelerde, 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)

Manisa Ovası'nda yapılan çalışmalarda, ova sularında Pb (kurşun) kirliliği bulunmamasına rağmen, toprak örneklerinde ciddi bir Cr (krom) kirliliğine rastlanmıştır. Bu iki ağır metalin nehre deri, kimya, tekstil, gübre ve fotoğrafçılık gibi endüstri kuruluşlarının atıklarından karışmış olabileceği ihtimali yüksektir. (Bakaç v.d.,1999)

Yalçın ve Sevinç (2001) Adapazarı ve çevresinin içme suyu ihtiyacını karşılayan Sapanca Gölü'ndeki kirlilik üzerine çalışmışlardır. Buna göre gölün çevresinden geçen D 80 (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.



Şekil 1.10. Klorun ozona etki şekli.

UV radyasyonu gözde katarakta ve deride kansere sebep olur, ayrıca bu ışınların immün sistemi de zayıflattığına inanılmaktadır. UV radyasyonu tohum ve ağaç bünyesini etkilemekte, sulardaki planktonları öldürmektedir.

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 kirlletirler. Bu grubun en tehlikelileri 2.5 µm'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 küresel şehir nüfusunun %70'inin, öncelikle gelişmekte olan ülkeler, soluduğu hava, partikül konsantrasyonu bakımından sağlıksızdır.

Uçucu organik bileşikler (VOC) havadaki gazlarda bulunan organik kimyasallardır. Fabrikalar VOC'ların en önemli kaynaklarıdır ve tahminen her yıl isoprenin (C₅H₈) 350 milyon tonunu ve terpenlerin (C₁₀ H₁₅) 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. Birleşik Devletler'de her yıl yaklaşık 28 milyon ton olarak bu bileşikler havaya salınırlar ki bunların başında, araçlardan, santrallerden kimyasal fabrikalardan ve petrol rafinerilerinden, yanmadan veya kısmen yanarak atılan hidrokarbonlar gelir. Bu kimyasallar fotokimyasal oksidanların oluşumunda önemli rol oynarlar.

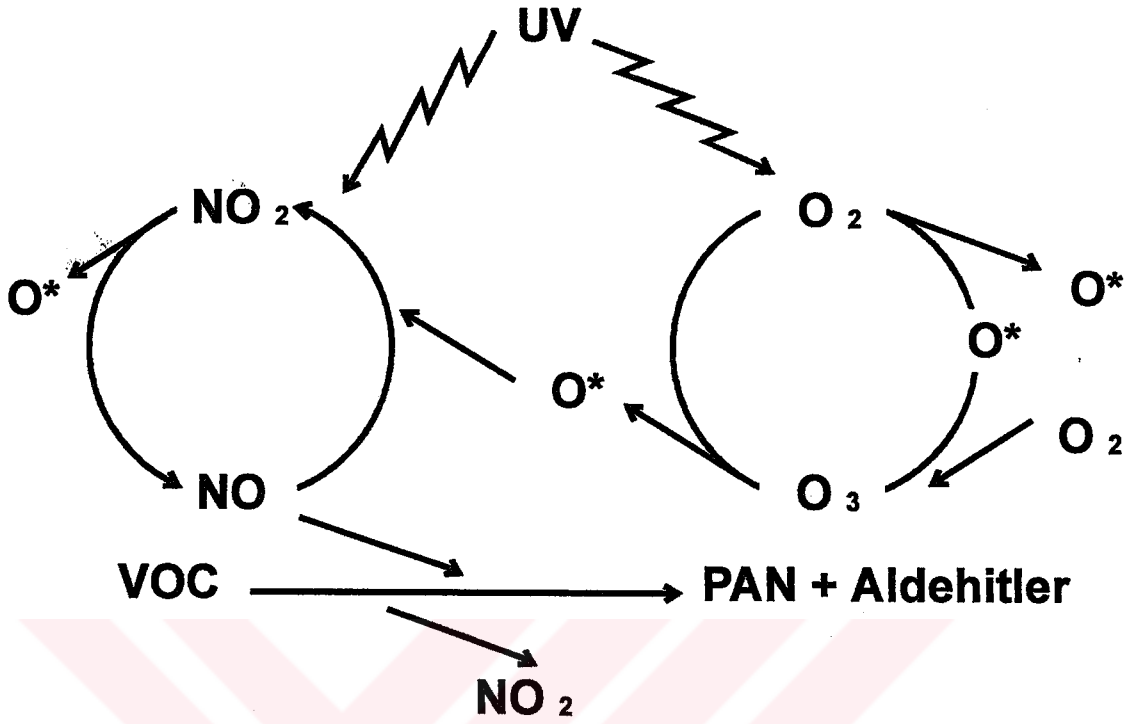
1987 yılında EPA, atmosferde endüstriyel kaynaklı 332 toksik organik kimyasal rapor etmiştir. Bu emisyonunun miktarının yıllık 36.000 ton olması muhtemeldir. (Cunningham and Saigo, 1992)

Fotokimyasal oksidanlar, güneş enerjisi kullanılarak, atmosferde oluşan reaksiyonlar sonucunda meydana gelirler. (Şekil 1.11.). Bu reaksiyonların en önemlilerinden biri, hem moleküler oksijenin hem de azot dioksidin (NO_2) parçalanarak tek (atomik) oksijen oluşumunu gerektirir. Bu tek oksijen sonra başka bir O_2 molekülü ile reaksiyona girerek ozonu (O_3) oluşturur. Stratosferdeki ozon formu, gelen 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.

1.2.1.2. Klasik veya “kriter” olmayan kirleticiler

Bu kirleticiler arasında asbestoz, benzen, berilyum, civa, poliklorlu bi feniller (PCBs) ve vinil klor bulunur. Bu maddelerin çoğunun doğal bir kaynağı yoktur ki bu yüzden sadece antropojenik kaynaklıdır. Toksik ve tehlikelidirler.

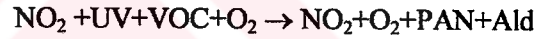
Bu toksik kirleticilere ilaveten, atmosferi fiziksel, kimyasal ve estetik olarak bozan başka oluşumlar da vardır. Bunlara örnek olarak gürültü, koku ve ışık kirliliğini verebiliriz. Bunlar hayatımızı ve sağlığımızı tehdit etmezler belki ancak yaşam standartlarımızı düşürürler.



Şekildeki reaksiyonların özeti

1. $\text{O}_2 + \text{UV} \rightarrow \text{O}^* + \text{O}^*$
2. $\text{NO}_2 + \text{UV} \rightarrow \text{NO} + \text{O}^*$
3. $\text{O}^* + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$
4. $\text{O}_2 + \text{NO} \rightarrow \text{O}_2 + \text{NO}_2$
5. $\text{O}_3 + \text{NO} \rightarrow \text{O}_2 + \text{NO}_2$
6. $\text{NO} + \text{VOC} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{PAN} + \text{Aldehitler}^a$

Net Sonuçlar



^a Formaldehit, asetaldehit, benzaldehit v.b.

Şekil 1.11. Bazı fotokimyasal atmosferik reaksiyonların kirli hava oluşumuna katkısı

1.3. İklim, Topoğrafya Ve Atmosferik İşlemlerin Etkileri

Topoğrafya, iklim ve atmosferdeki fiziksel işlemler birçok kirleticinin taşınmasında, konsantrasyonunda ve yayılmasında önemli rol oynarlar. Hızlı rüzgarlar, hava tabakaları arasındaki karışıklıklar, yağış ve atmosferin kimyası, kirleticilerin üretildikleri yerde kalmasını veya başka bir yere taşınmasını etkilerler.

1.3.1. Değişimler

Daha sıcak olan durgun hava tabakası, daha soğuk olan havayı kapladığında sıcaklık değişimi meydana gelir, yüksekliğin artmasıyla normal sıcaklık tersine dönerek azalır ve kirliticilerin dağılıp yayılmasından dolayı konveksiyon akımı önlenir. Değişiklik yaratan birkaç mekanizma vardır. Daha soğuk olan cephe kendine komşu olan daha sıcak hava kütesinin altına kaydığında veya daha soğuk hava dağ yamaçlarına doğru alçalıp, daha sıcak hava aşağı vadiye doğru yer değiştirirken sıcaklık eğrisinde de değişiklik tespit edilmiştir. Bu değişiklikler genelde sabit değildir. Bununla beraber bu hava değişimlerine rüzgar da refakat ederse sıcaklık oldukça hızlı bir dağılma eğilimine girer ve hava tabakaları karışır.



Şekil 1.12. Los Angeles havzası atmosferik sıcaklık değişimine bağlı bir örnektir.

En stabil değişim şartları, gece vakti vadi ve havzalarda, hava hareketinin sınırlı olduğu yerlerde, havanın hızla soğumasıyla meydana gelir. Los Angeles, fotokimyasal dumanın ve sıcaklık değişimlerinin meydana geldiği durumlara klasik bir örnektir. (Şekil 1.12.) Şehrin üç tarafı dağlarla çevrili olup iklimi kuru ve sıcaktır. Otomobil kullanımı yaygın olup kirlilik düzeyi yüksektir. Gökyüzü genelde geceleri temizdir, hızlı yayılan ısının kaybına izin verir ve toprak hızla soğur. Hava tabakalarının yüzeyi iletimle soğurken, üst tabakalar nispeten daha sıcaktır.

Yoğunluk farklılıkları dikey karışımları önler. Gece boyunca kıydan esen serin, nemli hafif rüzgarlar kirli havanın altında sıkışır ve gündüz boyunca da kirleticiler toplanarak birikir. Değişen tabakanın kimyasalları olan birikmiş aerosoller ve gazlar sabah güneş ışığını absorbe ederler. Bu bileşik karışımı, çabukça tehlikeli bileşiklerin toksik bir tertibi haline gelir. Ertesi gün toprak ısınırken, konveksiyon akımı sıcaklık gradiyenti dağılır ve kirleticiler aşağıya doğru yüzeye geri taşınır ve burada yeni kirleticiler eklenir.

Los Angeles havzası atmosferik sıcaklık değişimine bağlı bir örnektir.(Şekil 1.12.) Gün boyunca güneş toprağı ısıtır, yüzeye yakın ısınmış hava, dumanı ve kirliliği yukarı taşır. Kirli hava dağların etrafında tutulur. Şehrin üstünde yoğun bir tabaka oluşturur. Gece çıplak ıssız toprak ve kaldırımlı caddelerden bulutsuz gökyüzüne sıcak yansır. Toprağa yakın hava tabakası da toprak gibi soğur. Sahilden kıyıya doğru esen soğuk ve nemli rüzgar bu soğumayı hızlandırır Yüksek partikül ve kirletici bulunan havanın üst kısımlarında sıcaklık tutulur ve buradaki kirletici konsantrasyonu artarak bir tabaka oluşturur (Cunnigham and Saigo, 1992)

Otomobil egzozlarından çıkan azot oksit (NO), azot dioksite (NO₂) okside olur. Azotdioksit (NO₂) yanmamış hidrokarbonlarla reaksiyona girerek tükendikçe ozon seviyesi artmaya başlar. Öğleden sonra erken saatlerde havada acı kahverengi pus hissedilir ve bu boğazda yanma ve gözlerde yaşarma meydana getirir. Tipik bir yaz gününde Los Angeles havzası'ndaki ozon konsantrasyonu 0.34 ppm'e ulaşır veya öğleden sonra geç saatlerde daha fazladır ve kirlilik indeksi 300 olabilir ki bu düzey sağlık için tehlikedir.

1.3.2. Toz kubbeler ve sıcak adalar

Kentsel alandaki beton ve camın yüksek düzeyde ve vejetasyonun seyrek olması, sağanak yağmurlardan hızlı kaçabilmeye, gün boyunca sığın ve gece radyasyonun yüksek oranda emilimine imkan sağlar. Yüksek binalar hava akımını, içindeki kirleticileri de sürükleyerek yukarı doğru çekerler. Büyük şehirlerin merkezlerindeki sıcaklık genelde çevrelerindeki kırsal alandan 3-5 °C daha yüksektir. Şehir üstündeki "toz kubbe" de konsantre olan kirleticiler, stabil hava kütleleri yani "sıcak ada" oluştururlar. (Şekil 1.13) Bunlar büyük endüstriyel alanlardan rüzgarla beraber kırsal alanlara taşınırlar ve temiz komşu alanlara göre görüşü önemli derecede azaltıp sağanak yağmurları artırır. (Toz çekirdeklerindeki yoğunlaşmanın artması ile)



Şekil 1.13. Caddeler ve binalar güneş enerjisini tutarlar, yukarı doğru bir hava akımı oluşturarak, bu havayla gelen kirleticileri şehrin üstündeki toz kubbede biriktirirler. Bu sıcak ada şehrin ve şehir bölgesinin iklimiyle değişir.

1.3.3. Uzak yerlere taşınma

Hava kirleticiler rüzgârla uzak mesafelere taşınabilir. 1971 yılında Nagaya Su Araştırma Enstitüsü'nün araştırmacıları tozların Asya'dan Japonya'ya kadar geçtiğini gözlemişlerdir. Birkaç gün sonra aynı tozlar 10.000 Km kadar uzakta Pasifik Okyanusu'nun ortasında Hawaii'ye toplanmışlardır. Minerolojik içerik, olayın zamanlaması ve katedilen yolun hesaplanması sonucunda bu tozların Gobi Çölü'nden fırtına ile kalkan bir tek dalgadan kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Cezayir Sahra'sında görülen benzer bir toz fırtınasının izlerine Karayip Adaları'nda rastlanmıştır. Endüstriyel kirleticiler de rüzgarla büyük mesafelere taşınırlar.

Dünyanın en temiz bölgelerinde, atmosferin kimyası gittikçe artan duyarlılığı ile kirlenmeyi derhal ortaya çıkarır. Samoa, Grönland ve Antartika'da ağır metaller pestisitler radyoaktif elementler ve asidite mevcuttur ki bunların kaynağı doğal veya lokal değildir. Bu kirleticiler binlerce kilometre uzaktan buralara gelmiş olmalıdırlar. Kirli hava kütesinin sahip olduğu özgün kimyasal kompozisyon parmak izi gibi, onun kökeninin ve atmosferdeki izlediği yolun tespitine hizmet eder. Arktik bölgelerde sülfat aerosolleri organik maddeler ve vanadyum, manganez ve kurşun gibi ağır metallerin kısmen meydana getirdiği pusun kaynağı, Batı Avrupa'nın endüstrileşmiş ülkelerinden kalkıp, İskandinavya üzerinden Grönland'a, Kanada'nın Arktik Bölgelerine ve Point Barrow-Alaska'ya gelen kirleticilerdir.

En toksik ve aşındırıcı materyallerin bazıları uzak mesafelere sekonder kirleticileri de (sülfürik ve nitrik asitler veya ozon gibi) taşırlar ki bunlar hava kütlesi içinde, birbirleri ile karışma ve etkileşme gibi fiziksel veya kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşurlar. Sekonder kirleticilerin kaynağını tespit etmek ve bunlar için basit kontrol stratejileri geliştirmek oldukça zordur.

Ergun ve Beyazıt (1996) SO₂ ve duman değerleri ile meteorolojik şartları (basınç, nem, sıcaklık, rüzgar hızı) karşılaştırmışlardır. Sonuçta kirlilik ve meteorolojik şartlar arasında zayıf, kirlilik ve kirlilik kaynakları arasında güçlü bir ilişki bulmuşlardır. Kaynakların bulunduğu alanda konsantrasyon daha yüksektir.

1.4. Hava Kirliliğinin Etkileri

1.4.1. 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. (J. Hyg. Epidemial. Microbiol. Immunol., 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 bronşoller elastikiyetlerini 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 irritanlar o kadar yaygındır ki, Birleşik Devletlerde otopsi yapılan akciğerlerin yaklaşık yarısında belirli derecede alveoler 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 allerjik 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 silika veya kömür tozu, asbestoz, cam elyafları, alüminyum ve berilyum, metal dumanları, pamuk tiftiği, herbisit parakuatı gibi irritan 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 irritanlara 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. (Arch. Dis. Child., 1995)

Kirlenmeler sadece akciğerde rahatsızlık yaratmaz. Bunlar burun, ağız, deri ve sindirim sistemi yoluyla dolaşım sistemine katılabilir. Kimyasal zararları bilinen benzen, kurşun ve diğer ağır metaller, karbonmonoksit, 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 eritrositlerin de membranlarında hasara yol açmaktadır. Sonuçta bütün hücrelerin metabolizmaları bozulur ve anemi tablosu oluşur. Arsenik hidrite maruziyet sonucunda ise anemi, sarılık ve hemoglobüri meydana gelir ve kimyasal hasardan dolayı eritrositler lizise uğrar. Benzene maruz kaldığında lösemi tablosu oluşur. Kemik iliğinin çalışması aksar, kan hücrelerinin sayısı ve total kemik iliği azalabilir. Karbonmonoksit hemoglobinin oksijen bağlamasını engeller ve hemoglobinin şeklini bozar. Sonuçta zehirlenme meydana gelir. (Badman and Jaffe, 1996)

Hava kirliliğinin erkek ve kadınlarda plazma viskozitesini arttırdığı saptanmıştır. (SO₂, TAP) Kadınlarda, yüksek CO konsantrasyonu ile 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 ilkokul ve 131 çocuk üzerinde çalışılmıştır. Bu bölgelerden toprak ve musluk suyu örnekleri alınıp kurşun konsantrasyonlarına bakılmış ve merkezde oran yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde çocuklara yapılan 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 etki yapacağını düşünmüşlerdir.

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

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

Kocaeli'de 6-16 yaş grubundan 46 sağlıklı çocuğun (21 Kız 25 Erkek) kemik mineral yoğunluğu, serum kalsiyum, fosfor alkalın fosfotaz ve idrarda kalsiyum kreatin oranı ölçülmüş ve sağ bilek röntgenleri çekilmiştir. Sonuçta çocukların %84'ünde 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 olabileceğini ileri sürmektedirler (Türker v.d., 2002)

1.4.2. Bitki patolojisine etkileri

Endüstrileşmenin ilk zamanlarından beri ocaklardan çıkan dumanlar, aşındırıcılar, rafineriler ve kimyasal fabrikalar vejetasyonu yok etmektedir ve harabiyet meydana gelmektedir, imalat ve maden merkezlerinin çevresindeki kırlar çoraklaşmaktadır. Vejetasyonda sanayileşmenin sonucunda toprakta iz element konsantrasyonu yükselmektedir. Hava kirliliğinin vejetasyon ve eko sistem üzerine etkisinin en güzel ve çarpıcı örneği Sudburg-Ontario'daki bakır-nikel dökümhanesidir. 1886'da Sudburg'de sülfid madeni işlemek üzere International Nickel Company (INCO) faaliyete geçmiştir. Bu işlemlerde serbest bırakılan kükürtdioksit ve sülfürik asit, yaklaşık 30 km.'lik alanda bitki topluluklarına büyük hasarlar vermiştir. Yağmurlar toprağın yıkanıp gitmesine sebep olmuş, geriye kayalardan ve taşlardan oluşan çorak bir arazi kalmıştır. 1950 yılında 400' m.lik filtreli bir baca inşa edilmiş, emisyonlar % 90 oranında azaltılarak çevredeki ekosistem tekrar yerine gelmeye başlamıştır. Ne kadar olursa olsun fabrikanın yakınındaki alanda, atık atım sahası hala boş ve manzara korkunçtur. Bu olay endüstrileşmenin olduğu bir çok yerde mevcuttur. (Batanouny , 1988; Cunningham and Saigo,1992)

Hava kirleticilerinin, bitkilerde hasar meydana getirmesinin muhtemelen iki yolu vardır. Birincisi iritanların insan akciğerine yaptığı gibi, bitkilerde hassas hücre membranlarında hasara yol açmaktadır. Diğeri de oksidanlara toksik düzeyde maruz kalınan birkaç gün içinde klorosisten (klorofillerin beyazlaması) dolayı yapraklarda beneklenme (renk bozulması) ve sonra nekrotik (ölü) noktaların genişlemesi meydana gelir. Eğer zarar şiddetli olursa, bütün bitkiler ölebilir. Bazen bu semptomlar o kadar karakteristiktir ki hasarın kaynağının tespitinde yanılıya sebep olabilir. Genellikle de semptomların böceklerden mi hastalıklardan mı kaynaklandığını ayırmak anlaşılmaz ve zordur.

Bir başka etki mekanizması da etilen gibi kimyasallarca gösterilir ki bunlar metabolik düzenleyiciler veya bitki hormonları gibi davranarak bitkileri normal gelişme ve büyüme çizgisinden ayırırlar. Etilen, kimyasal fabrikalardan ve petrol rafinerilerinden salındığı gibi otomobillerin eksozlarından da kaynaklanır. Kara yollarının ve endüstriyel alanların etrafındaki etilen konsantrasyonu hassas bitkilere zarar verecek kadar yüksektir. Bazı araştırmacılar Kuzey Amerika ve Avrupa'daki ormanların harabiyetinden kısmen uçucu organik bileşiklerin (VOC) sorumlu olduğuna inanmaktadırlar.

Çevresel faktörlerin bazı bileşikleri sinerjistik etkiye sahiptirlerdir ki bu şekilde iki faktör beraber her birinin ayrı ayrı maruziyetinin toplamından daha fazla zarar verirler. Örnek olarak beyaz çam fideleri ozon ve kükürtdioksite eşikaltı konsantrasyonlarda ayrı ayrı maruz kaldığında görünür bir zarar gelmez. Eğer aynı konsantrasyonlarda beraber verilirse görünür hasarlar meydana getirirler. Yulafta, SO₂ ve O₃ beraber, ayrı ayrı yapabileceklerinden daha az hasar oluştururken (Cunnigham and Saigo, 1992) ; aksine ozon SO₂ ve NO₂ ile bileşik oluşturduğunda bitkiler için en zararlı hale geldiği bildirilmiştir. (Guderian, 1988)

Kirleticilerin seviyeleri görünebilir hasar semptomları üretmese de önemli etkiler meydana getirilebilirler. Filtre edilmiş hava ve üstü açık bölmeler kullanılarak yapılan bahçe çalışmalarında, soya fasülyesi ve yulaf gibi bazı hassas bitkilerden mahsul sağlanmıştır. Bazı bitki patalogları ileri sürmektedirler ki hava kirliliğinden meydana gelen zirai, dekoratif ve orman kayıplarının % 90'ından ozon ve fotokimyasal oksidanlar sorumludur. Bu hususlar bitki üretiminde çok önemli kayıplara sebep olmaktadır.

İzmir Körfezi'nden 1986 yılında Rodophyta (Kırmızı alg), Phoephyta (Kahverengi alg) ve Chlorophyta (Yeşil alg) örnekleri toplanmış ve bir yıl önceki verilerle yeni veriler karşılaştırılarak en yüksek kirliliğe sebep olan elementin demir olduğu saptanmıştır. Ayrıca

haziran ayında civa seviyesinin en yüksek düzeye ulaştığı belirlenmiştir. (Yüksel v.d. ,1988)

1.4.3. Asit çökeltisi

Günümüzde çevre kirliliğinin somut problemlerinden asit yağmurları üzerinde (sulu asidik solüsyonların veya asidik partiküllerin havadan çökmesi) ancak son yirmi yıldan beri durulmasına rağmen İngiliz araştırmacı Robert Angus SMITH, 1850 yılında İngiltere, Manchester'da hava kimyası ile ilgili çalışmalarda "asit yağmuru" terimini kullanmıştır. 1940'larda atmosferik asitler dahil, kirleticiler ve bunların rüzgarla uzak mesafelere taşındığı biliniyordu. Bu asitlerin yağmurlarla birçok kişiyi etkileyerek ekolojik etkileri ortaya çıkana kadar bu görüşler birer akademik merak olarak kalmıştır. (Cunningham and Saigo, 1992)

1.4.3.1. Asit yağmurlarının oluşumu

Asitliği oluşturan bileşenler sülfürik asit, nitrik asit ve hidroklorik asit gibi kuvvetli asitlerdir. Sülfürik asit ve nitrik asidin orjinleri kükürt ve azot oksitleri iken, hidroklorik asidin menşei ise deniz orjinli sodyum klorürün sülfürik asitle reaksiyonu sonucunda meydana gelen hidrojenklorür gazıdır. Kuvvetli asitleri oluşturan bu gazlar fosil yakıtların yanması sonucunda meydana gelirler.

Yağışların asidik hale gelmesine neden olan gazlardan azot oksitleri sadece antropojenik orjinlidir. Yüksek sıcaklıktaki yanma proseslerinde havanın azotu ile oksijenin birleşmesi sonucunda azot oksitleri oluşur. Kükürt oksitleri doğal ve antropojenik kaynaklı olabilir. Okyanus yüzey tabakasındaki biyolojik proseslerde dimetilsülfür oluştuğu bilinmektedir. Bunun dışında antropojenik kaynaklıdır.

HCl içeren asit yağmurları da hem doğal hem de antropojenik kaynaklı olabilir. Hidroklorik asidin asit yağmurlarındaki toplam asitler içindeki payı oldukça azdır. Toplam asitliğin 1/3'ü azot, yaklaşık 2/3'ü de kükürt orjinlidir. (Ayvaz, 1991)

1.4.3.2. pH ve atmosferik asidite

pH cetvelinde 0-14 arasının orta noktası olan 7, nötrdür. (Şekil 1.14.) Değerler 7'den aşağı doğru gittikçe asidite artar, 7'den yukarı doğru çıktıkça alkalite artar. Çünkü cetvel logaritmidir, her pH biriminde hidrojen iyon konsantrasyonu 10 kat değişir. Örnek olarak, pH6, pH7'den 10 kat fazla asidik; benzer şekilde pH5, 100 kez fazla asidik ve pH4, pH7'den 1000 kez fazla asidikdir.



Şekil 1.14. pH cetveli. Numaralar, sudaki H iyon konsantrasyonunun negatif logaritmasını temsil eder.

Normal kirlenmemiş yağmur genelde, havadaki CO₂ tarafından meydana getirilen karbonik aside rağmen, yaklaşık 5.6 pH'ya sahiptir. Volkanik emisyonlar, biyolojik ayrışma ve okyanus püskürmelerinden kaynaklanan klor ve sülfatlar yağmurun pH'sını 5.6'dan aşağıya çekebilirken, alkali tozlar 7'nin üstüne çıkarır. Havadaki antropojenik ve endüstriyel asitler doğal kaynaklı olanlardan daha fazladır. Asit yağmurları sadece tek şekilde asit birikimi meydana getirir. Sis, kar, duman ve çığ, atmosferik kirleticileri tutar ve biriktirir. Ayrıca kuru sülfat, nitrat ve klor partiküllerinin radyoaktif serpintisi, bazı bölgelerdeki asit çökmesinin yarısı kadarını izah edebilir. Bu partiküller yüzey suları veya nemli dokularla (Örneğin akciğer) temas ettiklerinde asitlere dönüşürler.

pH değeri 5.6'dan daha düşük olduğunda, yağış asidik olarak tanımlanır. Son 30-40 yıl boyunca bütün dünyada yaygın bir şekilde yağmur sularının pH'sında düşme gözlenmiştir. Asidik yağışlar sonucunda akarsular, göller ve denizlerde yaşayan mikroorganizmalar ölmekte, toprakta

zehir etkisi gösteren elementler açığa çıktığından bunlar bitkilerin ölümüne neden olmakta, ormanlar yok olmakta, anıt ve binalar aşınarak zarar görmektedir. (Çizelge 1.3) (Ayvaz1991)

Çizelge 1.3. Asit yağmurlarından etkilenen Avrupa ormanları

ÜLKE	ÖLMÜŞ YADA ÖLMEKTE OLAN ORMAN (%)
Batı Almanya	54
İsviçre	50
Hollanda	50
Avusturya	25
Belçika	4,5
Danimarka	2,9

1.4.4. Hayvanlar üzerine etkisi

Hayvanlar kirleticileri değişik şekilde vücutlarına alırlar. Bu kirli havayı soluyarak direkt olarak olabileceği gibi, bu kirleticileri bünyesinde taşıyan içme suları, toprak ve dolayısıyla hayvanların yedikleri bitkiler ile de dolaylı yollardan olabilir. Bu kirleticiler insanları etkiledikleri oranda ve hatta daha da fazlasıyla hayvanları da etkilerler.

Gamcik et al (1990) bakırın, koçların kan serumu, meni, karaciğer ve testislerine etkisini araştırmıştır. Deney grubunun kan serumunda bakır maksimum seviyeye çıkmış ve deney ve kontrol grubunun meni bakır seviyelerinde farklılıklar oluşmuştur. İki grubun karaciğer kuru ağırlıkları arasında da önemli farklar olduğu görülmüştür. Deney grubundaki koçların sağ ve sol testislerinde kontrol grubuna göre 2 kat fazla oranda bakır bulunmuştur. Aynı şekilde hareketli sperm oranı ve sperm konsantrasyonu kontrol grubuna göre azalmıştır.

Alüminyum fabrikasından kaynaklanan florid tarafından kontamine edilen otlarla beslenen koyunların ön dişlerinde fluoritik lezyonlar belirlenmiştir. Koyunların %67.5'inde dental lezyonlar ve diş kenarlarında kırılıp kopmalar oluşmuştur. Ayrıca serum, süt ve idrarda florid düzeyi artmıştır. (Samal ve Naik,1992)

Uzun süreli endüstriyel ağır metal kirliliğinin (Cu, Hg, Pb, Cd, Cr, Zn) polimorfonükleer lökositlerin fagositik aktivitesini azalttığı belirlenmiştir. (Benkova et al. ,1993)

Londra M-25 çevreyolu boyunca otlayan çiftlik hayvanlarının (koyun, at ve alpaka) kan, yün ve kılları üzerine motorlu araç emisyonlarından kaynaklanan minerallerin (brom, kadmiyum, krom, bakır, manganez, nikel, kurşun, selenyum,, vanadyum ve çinko) etkisi araştırılmıştır. Sonuçta kandaki Pb ve Cd'nin kontrol grubuna göre arttığı görülmüştür. Yün örneklerinde Br, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V ve Zn'nin arttığı belirlenmiştir. Atların ve alpakaların kan ve kıllarında da Pb ve Cd de yüksek bulunmuştur. Yol boyunca otlayan koyunların, atların ve alpakaların tüm kan, kıl ve yünlerindeki Pb oranları arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir. (Word and Savage, 1994)

Yine bir alüminyum fabrikası yakınlarında koyunlar yetiştirilerek, analizleri yapılmıştır. Araştırma süresince koyunlarda hipoproteinemi meydana gelmiştir. Bazı koyunlarda hipoglobulinemi gözlenmiştir. Sürülerin çoğunda gamma-glutamil transpepsidaz ve alkalın fosfotaz aktivitesi normal değerlerin dışında olduğu ve koyunlarda hiper bilirubinemi geliştiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu etkilerin çok önemli olmadığı sonucuna varmışlardır. (Weissova et al. ,1996)

Civa, arsenik ve antimon ile kontamine olmuş alanda yetişen koyunların yünlerinde bu elementlere yüksek oranda rastlanmıştır. Kan örneklerinde ise önemli farklılıklar gözlenmemiştir. (Gebel et. al. ,1996)

Aynı şekilde Beylikova – Eskişehir Kızılcaören Köyü'nden ve Kaman – Kırşehir Bayındır Köyü'nden su, toprak ve bitki örnekleri ile koyunlardan idrar örnekleri alınmıştır. Bu bölgeler endüstriyel kirliliğin olduğu bölgelerdir. Yapılan analizler sonucunda örneklerde yüksek düzeyde florid bulunmuştur. Seydişehir-Konya'daki alüminyum fabrikasının bulunduğu çevreden alınan idrar, toprak, su ve bitki örneklerinde de yüksek düzeyde floride rastlanmıştır. Koyunlarda fluorosis vardır (Fidancı v.d. ,1998)

Endüstri kaynaklı bu etkilerin önüne geçmek aslında çok zor değildir. Zira küllerini elektrofiltre ederek boşaltım sahasına bırakan termik santrallerin çevresinde otlayan koyunların kan biyokimyaslarında histolojik, patolojik, toksikolojik ve radyolojik önemli bir değişiklik kaydedilmiştir. (Pestevsek et al., 1998)

Bakır üretimi yapan bir fabrikanın çevresinde otlayan koyunlar üzerinde yapılan çalışmada fagositlerin metabolik aktivitelerinde, bakterisidal aktivitesinde ve lenfositlerin poliklonal aktivitesinde azalma olduğu tespit edilmiştir. (Algerwi et al.,1999)

Çizelge 1.4. Çınar v.d. (1999) karbon tetrokloridin (CCl₄) tavşanlarda oluşturduğu akut ve kronik etkilerin kan değerleri üzerine etkilerinin sonuçları

	KONTROL GRUBU	AKUT ZEHİRLENME	KRONİK ZEHİRLENME
Eritrosit (milyon/mm ³)	5,84±0,6	5,95±1,5	4,26±0,7
Lökosit (bin/mm ³)	6,9±1,35	5,9±0,8	4,0±2,44
Hemogloblin (gr/dl)	12,7±0,9	13,6±1,5	11,8±1,2
Hematokrit (%)	41,8±3,3	44,6±4,9	33,0±4,4
Sedimantasyon (%45 /1)	5,2±1,6	8,0±2,8	10,2±1,3
Nötrofil (%)	34±5,3	7,75±1,1	60±8,51
Eozinofil (%)	0,6±0,8	1±0	1±0,71
Bazofil (%)	0,2±0,4	0±0	0±0
Lenfosit (%)	62±5,02	88,5±1,5	35,75±7,33
Monosit (%)	3,2±1,8	3,5±1,8	3,2±0,83

Yatağan'da termik santrali çevresindeki koyunlardan bir yıl boyunca dört mevsimi kapsayacak şekilde kan ve idrar örnekleri ile toprak ve su örnekleri alınmıştır. İdrar örneklerindeki florid iyon konsantrasyonları, koyunlarda endüstriyel kronik fluorosis olduğunu göstermiştir. Ayrıca ALP (alkalin fosfotaz), ALT (alanin amino transferaz) ve AST (aspartat amino transferaz) enzim aktiviteleri önemli derecede yüksek çıkmıştır. İdrar florid iyon seviyesi ve bitkilerdeki florid iyon seviyesi ile idrar ve topraktaki florid iyon seviyeleri arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir. (Fidancı ve Sel, 2001)

Şahin v.d. (2001) yaptığı çalışmalar sonucunda bakır sülfatın, vücut ağırlığının, hemogloblinin ve serum bakır seviyesinin artmasına sebep olduğunu bulmuştur. Bunun yanında hematokrit, serum çinko, demir, kalsiyum ve magnezyum düzeylerinde bir etki gözlenmemiştir.

Bakırın serum bakır seviyesinde önemli bir artışa sebep olmasına, buna karşın serum çinko, demir kalsiyum ve magnezyum değerlerinde bir etkiye sebep olmamasına rağmen, bakır sülfatın, kuzuların doğum ağırlığında küçük bir artışa yol açtığı görülmüştür. Ayrıca enzootik ataksia meydana gelmemesine rağmen, ortalama serum bakır değerlerinin enzootik ataksia için kritik düzeylerde olduğu belirlenmiştir. (Çimtay v.d., 2001)

1.5. Kütahya İli'nde Atmosfer, İklim Ve Kirlilik

1.5.1. Atmosfer ve iklim

Atmosferik kirlerin kaynaklarından çevreye doğru yayılmamalarını, 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. Kararsız 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. (Kütahya İli Çevre Durum Raporu, 1999)

1.5.2. Hava kirlilik problemi

Sanayi kuruluşlarında meydana gelen emisyonlar SO_2 , NO_x , hidrokarbonlar, karbonmonoksit, 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. (Kütahya İli Çevre Durum Raporu 1999)

Enerji üretiminde kömür kullanılması sonucu ortaya çıkan gazlardan ilk akla 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. (Kütahya İli Çevre Durum Raporu, 1999)

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 Yönetmeliği'nin öngördüğü sınır değerlerin çok üzerindedir. (Köse , 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)

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 bileşiklerinin düzeyi çeşitli kurum ve kuruluşlarca 25 senedir incelenmektedir. Kömürün gazlaştırılması yerine Gemlik'ten sağlanan sıvılaştırılmış amonyaklı 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)

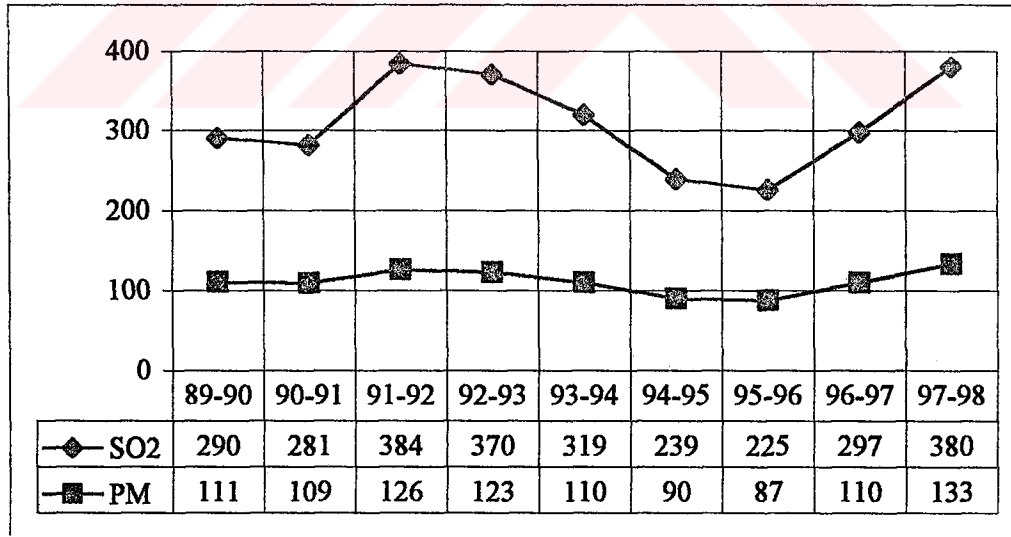
Kütahya İli'nin 1988-1992 yılları arasında hava kirliliği seviyeleri ile bu seviyelerdeki artış durumları araştırılmış ve sonuçta hava kirliliği parametreleri olan SO₂ ve duman (TAP) miktarlarını son yıllara doğru attığı görülmüştür. (Yücel v.d., 1995)

Taşdemir (2001) Bursa ili'nde yaptığı çalışmada 1996-1999 yılları arasındaki SO₂ ölçümlerinden kış sezonuna (Ocak-Şubat-Mart) ait olanların ortalaması alınmış ve yapılan karşılaştırmada endüstrileşmenin 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)

Alaş v.d. (1999) Kütahya evsel atık sularının aquatik hayata ve çevreye etkilerini araştırmış ve çalışma sonucunda, artılarak Porsuk Çayı'na deşarj edilen Kütahya ili evsel atık sularının, bu çayın kirlilik yüküne ve burada yaşayan canlılar üzerine olumsuz etkilerinin olmadığını söyleyebileceğini belirtmişlerdir.

Kütahya ilinde kirliliğe dair veriler aşağıdaki gösterildiği gibidir. (Kütahya İli Çevre Durum Raporu, 1999).



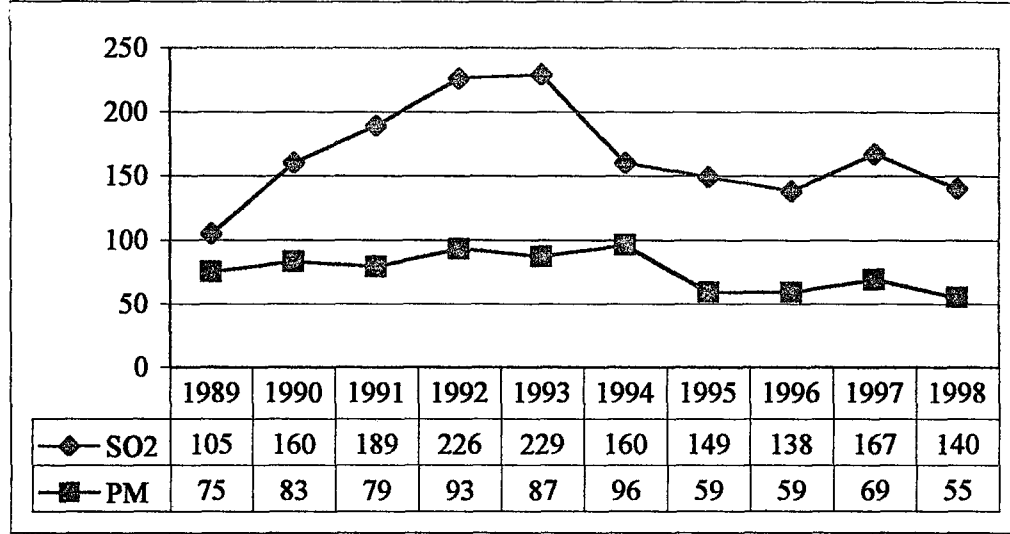
Kış dönem (01 Ekim – 31 Mart)

Sınır değerler

SO₂ (Kükürtdioksit) : 250 µg/m³

PM (Partikül Madde) : 200 µg/m³

Şekil 1.15. Kütahya ili 1989-1998 yılları arası kış dönemi hava kalitesi ölçüm sonuçları grafiği.



Kısa Vadeli Sınır değerleri :

SO₂ : 400 µg/m³

PM : 200 µg/m³

Şekil 1.16. Kütahya ili yıllık ortalama ölçüm sonuçları grafiği.

Çizelge 1.5. Yıllara göre hava kalitesi ölçüm sonuçları aylık ortalamaları.

AYLAR	1989		1990		1991		1992		1993	
	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM
OCAK	72	105	436	132	417	131	624	176	654	177
ŞUBAT	46	90	278	83	365	104	535	136	358	83
MART	32	65	283	121	235	80	291	88	289	86
NİSAN	24	56	106	62	131	49	172	67	170	64
MAYIS	21	50	79	54	62	42	56	47	67	64
HAZİRAN	18	68	38	53	49	37	28	46	40	47
TEMMUZ	16	38	26	35	45	36	24	51	49	38
AĞUSTOS	11	46	30	43	33	39	38	47	40	50
EYLÜL	14	51	49	66	47	66	51	75	76	69
EKİM	141	108	124	98	116	90	79	91	151	94
KASIM	268	109	224	124	414	169	384	173	356	131
ARALIK	390	131	322	119	353	96	457	128	497	144
TOPLAM	1053	917	1995	990	2267	939	2739	1125	2747	1047
ORTAL.	88	76	166	83	189	78	228	94	229	87

Toplam Emisyon Miktarı, µg/m³

Yıllık Ortalama Emisyon Miktarı, µg/ m³

Çizelge 1.6. 5 Yıllık aylara göre yapılan Karbondioksit (SO₂) ve partikül madde (PM) ölçüm sonuçları.

AYLAR	1994		1995		1996		1997		1998	
	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM
OCAK	413	127	271	90	295	83	399	137	454	135
ŞUBAT	288	97	315	94	206	64	402	22	257	82
MART	206	66	151	51	159	66	243	85	188	58
NİSAN	129	46	157	53	120	46	121	54	102	50
MAYIS	34	25	61	31	40	29	59	50	45	35
HAZİRAN	37	24	64	30	16	26	38	36	24	24
TEMMUZ	22	20	26	22	3.0	24	33	29	28	26
AĞUSTOS	38	32	20	23	21	24	40	31	37	26
EYLÜL	49	47	34	38	33	29	49	34	41	30
EKİM	82	65	149	77	135	88	211	108	130	68
KASIM	234	99	306	121	327	143	140	52	230	68
ARALIK	383	139	232	74	274	84	269	95	343	73
TOPLAM	1915	787	1786	704	1656	706	2004	833	1779	675
ORTAL.	160	66	149	59	138	59	167	69	148	56

Toplam Emisyon Miktarı, µg/m³

Yıllık Ortalama Emisyon Miktarı, µg/ m³

SO₂ (Kükürtdioksit) : µg/m³

PM (Partikül Madde) : µg/m³

Kütahya il merkezinde hava kalitesi ölçümüne; 1986 yılında bir istasyonla başlanmış, 1990 yılında iki istasyona, 1992 yılından sonra da altı ölçüm istasyonuna ulaşılmıştır.

Bu istasyonlar :

1. Bölge : Valilik Binası
2. Bölge : Sağlık Müdürlüğü Binası
3. Bölge : Merkez 3 Nolu Yenidoğan Sağlık Ocağı Binası
4. Bölge : Tarım İl Müdürlüğü Binası
5. Bölge : Merkez 5 Nolu Meydan Sağlık Ocağı Tabibliği Binası (Çinigar Civarı)
6. Bölge : Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü Müdürlüğündeki İstasyonlarda ölçümler yapılmaktadır.

Bu çalışmada Kütahya ilinin yoğun kirlilik bölgesinde yetiştirilen koyunların kan parametrelerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu sayede kirlilikten etkilenen kan unsurlarını ve analiz sonuçlarını tespit ederek orijinal teorik ve pratik bilgi üretilmesine çalışılmıştır.

2. KAN ELEMANLARI

2.1. Eritrositler

Kan hücrelerinin % 50'sini oluştururlar. Ergin hali iki yüzü içe çökük, 7-8 mikron çapında, 1-2 mikron kalınlığında hücrelerdir. Hemoglobinden dolayı kırmızıdır.

1 mm³ kanda erkekte 5 - 5,5 milyon, kadında 4,5 - 5 milyon, yeni doğanlarda 6 - 7 milyon, atlarda 6 - 9 milyon, koyunlarda 8 - 16 milyon tanedir. Eritrositler olgunlaşırken çekirdeklerini kaybederler. İki tarafı çökük disk şekli onlara hem kapillerden geçiş kolaylığı hem de yüzey artmasına bağlı olarak, oksijen bağlaması açısından etkinlik kazandırır. Bu çökmeden dolayı alyuvarlar gerektiğinde zarları gerilmeden şişebilir ve bol miktarda da oksijen ve karbondioksit taşıyabilirler. Ömürleri ortalama 100 gündür.

2.2. Lökositler

Kanda hemoglobinden yoksun, çekirdekli ve amipsi hareket eden beş çeşit hücre vardır. Bunlar genellikle bağ dokuda bulunmakla beraber gerek duyulduğunda kana geçerek ilgili yerlere giderler. Akyuvarlar damarların iç çeperlerine yapışarak kan akış yönünün tersine hareket edebildikleri gibi damarları delip geçme özellikleri de vardır. Akyuvarların kandaki miktarı insanda 5 - 10 bin / mm³, koyunda 2,5-7,5 bin / mm³, atlarda 5,5-12,5 bin / mm³ tanedir. Lökositler granül taşıma ve taşımama özelliklerine göre iki gruba ayrılırlar:

2.2.1. Granülositler

Sitoplazmaları bir zarla çevrilmiş, granüllü ve 0,24 μ çapındaki hücrelerdir. Lökositlerin içindeki granüllerin, enzimler (özellikle peroksidaz) taşıyan bir çeşit lizozom olduğu bilinmektedir. Granülositlerin üç tipi vardır:

2.2.1.1. Nötrofiller

Dolaşımdaki lökositlerin % 60-70'idir. Bakterileri, çeşitli hastalık etkenlerini ve fonksiyonunu yitirmiş hücreleri fagosite ederler.

2.2.1.2. Eozinofiller

Granüllerinde bolca peroksidaz vardır. Vücuda yabancı protein girdiğinde miktarları artar. Sindirim kanalı ve akciğerlerde miktarları yüksektir. Allerjik tepkimelerin bulunduğu vücut bölgelerinde sayıları artar.

2.2.1.3. Bazofiller

Bazofillerin eozinofillere benzer işler gördüğü varsayılmaktadır. Histamin de içerirler. Sayıları tüm lökositlerin % 0,4'ü kadardır.

2.2.2. Granülsüzler (Agranülositler):

Büyük bir kısmı lenf düğümleri, dalak ve timus gibi lenf dokularında meydana gelir. Üç tipi vardır:

2.2.2.1. Monositler

Dokular arasında hızlı hareket ederler. En az 100 bakteriyi yutabilen makrofajlara dönüşürler. Uzun süreli enfeksiyonlarda ve tahrip edilmiş dokuların temizlenmesinde görev alırlar. Sayıları tüm lökositlerin % 5 - 10'u kadardır.

2.2.2.2. Lenfositler

Lenfositler önce şişerek monosite sonra bağ dokusunda makrofaja dönüşebilirler. Dokularda fibroblastlara dönüşerek kollojen ve elastik lifleri, bağ dokusunun diğer elemanlarını salgırlar. Sinir dokusu hariç her dokuda bulunurlar. Lenfositlerin az bir kısmı kırmızı kemik iliğinde yapılır. Lenfte ve kanda bolca bulunurlar. Lenfteki lenfositlerin % 70'i küçük, % 10'u büyüktür. Sayıları tüm lökositlerin % 25 - 30'udur. Lenfositlerin çoğu bağışıklıkta kullanılır. T - Lenfositleri yabancı dokuları, tümörleri ve bozulmuş bazı dokuları yok etmeye çalışırlar. B - Lenfositleri plazma hücrelerine dönüşerek antijenlere karşı immünoglobulinleri salgırlar.

2.2.2.3. Plazma hücreleri

Sitoplazmalarında bolca RNA, endoplazmik retikulum ve gelişmiş bir golgi sistemi bulunur. Çok aktif bir protein sentezleme yetenekleri vardır. Antikor sentezler. Kaynakları lenfositlerdir.

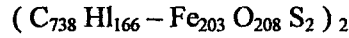
2.3. Trombositler

Trombositler memelilerde, eritrositlerin 1/3'i büyüklüğünde, renksiz, çekirdeksiz, küremsi yapıda olup kanın en ufak şekilli elemanlarıdır. Kan pulcukları da denir. Kanın pıhtılaşmasını sağlarlar. 1mm³ kanda 290-300bin tanedir. Ömürleri 8 gündür. Trombositlerin hemostazda önemli rolü vardır. Hemostazda trombosit adesitiviksi mekanik bir etki yapar. Kanayan bir damarda trombositler birbirlerine ve kesik yüzeye yapışır, tıkaç oluşturur. Böylece kanamayı önler. Trombosit adesitiviksi bozukluğunda veya eksikliğinde kanama durdurulamaz ve

kanama zamanı uzun bulunur. Willebrand sendromu, trombosteni, saulier hastalığı, Ehler-Banlus sendromu, Gaucher hastalığı, osteogenesis imperfekta, valvukr sendromu gibi hastalıklarda ve kanı sulandıran ilaçlar (aspirin, fenilbutazen, sülfün pirazon, dipiridanol, penisilin-G) trombosit adesitivitesini azaltmaktadır. (Tanyer, 1985)

2.4. Hemoglobin

Omurgalıların kanında eritrositlerde bulunan, kana kırmızı rengini veren ve oksijen taşınmasını sağlayan maddedir. Bir eritrosit proteindir. Bileşiminde % 6 heme, % 94 globulin bulunur. Tipik formülü :



Hemoglobin akciğerde oksijenle yüklenerek oksihemoglobin (HbO₂) halini alır ve dokulara taşınır. Dokulara oksijeni bırakır ve dokulardaki karbondioksiti yüklenerek hemoglobin karbomat halini alır. Kan akciğere dönünce yine hemoglobine dönüşür. Bu çevrim böyle devam eder. Hemoglobin kimyasal maddelerle birleşirse bu solunum işlevini yerine getiremez. Bu durum boğulmayla sonuçlanır. Ayrıca nitrat gibi maddelerle zehirlenmede hemoglobinin demiri okside olur ve bu durumda hemoglobin (Hi) yada metahemoglobin (MetHb) oluşur ki bunlarla solunum imkansızdır. İnsanda 4 tür normal hemoglobin vardır: embriyonik hemoglobin (Hb - Gower - 2), dölüt hemoglobini (HbF), HbA ve HbA₂ Ortalama ömürleri 120 gün olup karaciğerde bilirübine dönüşürler.

3. KAN UNSURLARININ TAYİN METODLARI

3.1. Tam Kan Sayımı

Bir çok hastanelerde rutin olarak tam kan sayımı yapılır. Tam kan sayımı hemoglobinin, hematokrit, lökosit sayımı ve periferik kanda eritrosit, lökosit ve trombositlerin morfolojik incelenmesidir. Bu testlerin bir arada tarama testi olarak yapılması çok faydalıdır. Enfeksiyon, anemi, kanamayla beraber alan bir çok hastalıkların tanı ve takibinde yardımcıdır.

3.2. Hemoglobin Tayini

Hemoglobin ölçüm metotları, sahli metodu, siyanmethemoglobin metodu, oksihemoglobin metodu ve elektronik sayıcılarla ölçüm metotlarıdır.

3.2.1. Sahli Metodu

Çok güvenilir bir metod değildir. Ancak hasta başında kolay ve çabuk sonuç vermesi nedeniyle kullanılmaktadır.

Hemoglobin, hidroklorik asit ile asit hematine dönüşür ve koyu kahverengi, sarı renk alır. Sonra standart renk ile karşılaştırmak için gerektiği kadar distile su ile sulandırılır.

Testin Yapılışı :

Sahli hemoglobinometresindeki üzeri dereceli tüpe 5 damla % 1'lik hidroklorik asit konur. Parmak ucundan sahli pipetine 20 mikron (0,02 ml) kan çekilir. Kan tüpteki hidroklorik asit içine boşaltılır. Hemoglobin hidroklorik asit ile hematinik asite dönüşmesi için birkaç dakika beklenir. Sonra damla damla su ilave edilir. Çözeltinin rengi hemoglobin tüpünün her iki yanındaki standart sıvının rengini alana kadar devam edilir. Tüpteki sıvının seviyesine uyan hemoglobin %'de ve gram olarak okunur. % 100 hemoglobin 16 gr/dl hemoglobini gösterir. Testin değerlendirmesi çıplak gözle yapılmaktadır. Şahsa göre hata yapılabilir, ayrıca aletten alete farklar da olabilir.

3.2.2. Siyanmethemoglobin metodu

Kan, potasyum siyanid ve potasyum ferri siyanid çözeltileriyle karıştırılır. Ferri siyanid hemoglobindeki demiri iki değerden üç değerli demire (ferrik) çevirerek methemoglobine dönüştürür. Sonra potasyum siyanid ile stabil bir pigment olan siyanmethemoglobin meydana gelir. Bunun rengi fotometrede sarı - yeşil filtre kullanarak 540 dalga boyunda okunur.

Optik dansite hemoglobin konsantrasyonu ile orantılı olarak değişecektir.

Testin Yapılışı :

100 ml dilüe edici çözüldiden (Drabkin çözüldisi = 1 gr. sodyum bikarbonat, 0,05 gr. potasyum siyanid, 0,2 gr. potasyum ferri siyanid, 1000 ml distile su) bir tüpe konulur. 0,02 ml., hasta kanı hemoglobin pipeti ile alınarak ilave edilir. (dilüsyon 1:501) Tüp karıştırılır, 10 dakika bekletilir. Hemoglobinin siyanmethemoglobine dönüşmesi sağlanır. Tüp muhtevası fotometrenin özel tüpüne boşaltılır, okunmak üzere hazırlanır. Fotometre 540 milimikron dalga boyuna ayarlanır veya 540 no filitre takılır. Blank (dilüe edici çözüldi veya distile su, kör) sıfır OD'ye (optik dansite) veya %100 transmittansa ayarlanır. Bundan sonra hemoglobin miktarı tayin etmek istediğimiz kan örneği bulunan tüp alete yerleştirilir, optik dansite veya transmittansa ayarlanır. Bundan sonra hemoglobin miktarı tayin etmek istediğimiz kan örneği bulunan tüp alete yerleştirilir, optik dansite veya transmittans ölçülür. Standart eğriden % gr. olarak hemoglobin bulunur.

3.2.3. Oksihemoglobin metodu

Hemoglobin pipetine 20 µl kan çekilir. Pipetteki kan, içerisinde 3,5 ml. % 0,1 sodyum karbonat bulunan tüpe aktarılır. Optik dansitesi fotometrede 540 dalga boyunda hemen okunabilir veya 6 - 7 saate kadar bekletilebilir.

3.3. Hematokrit Tayini

Mikrohematokrit tüpüne alınan antikuagülanlı kan, santrifüj edildiğinde eritrositler dibe çöker. Eritrositlerin işgal ettiği hacmin, total hacme oranını hematokrit denir. Hematokrit değerleri, normal şartlarda hemoglobin ve eritrosit sayımları ile paralellik gösterir.

Mikrohematokrit Metodu :

Kapiller tüpün 2/3 'ünü doldurana kadar kan alınır. Kapiller tüpün diğer ucu alevde ısıtılarak macun ile kapatılır. Tüp, mikrosantrifüj cihazının tablosundaki oluğa kapalı ucu dışa gelecek şekilde yerleştirilir. Karşısındaki oluğa başka bir kan örneği yerleştirilir. Kapak kapatılıp 12.000 — 15.000 rpm'de 2 - 5 dakika santrifüj edilir. Mikrokapiller tüp alınır, mikrohematokrit okuma cihazına yerleştirilir. Ayrılan eritrosit ve plazma sınırına göre değerlendirme yapılır.

3.4. Eritrosit Sayımı

Eritrosit sayımı, periferik kandaki eritrositlerin bir milimetre küpteki miktarıdır. Standart metotları ile veya elektronik hücre sayıları ile sayım yapılabilir.

Testin Yapılışı : Test yapılırken üç tür dilüe edici çözelti kullanılır. Daha çok kullanılan ise Hayem çözeltisidir.

a. Hayem Çözeltisi:

- Sodyum sülfat 2.50 gr.
- Sodyum klorür 0,50 gr.
- Civa klorür 0,25 gr.
- Distile su ile 100 ml'ye tamamlanır, üç hafta korunabilir.

b. Gower Çözeltisi

- Sodyum sülfat 12.5 gr.
- Glasiyal asetik asit 33.3 ml.
- Distile su ile 200 ml.

c. Sodyum Klorür Çözeltisi (% 0,85)

- Sodyum klorür 0,85 gr.
- Distile su ile 100 ml.

Alınan kan eritrosit pipetinin 0,5 işaretine kadar çekilir. Pipetin dışındaki kan temizlenir. Pipetin 101 işaretine kadar dilüe edici çözelti çekilir. Pipet baş ve işaret parmakları arasında yarım dakika kadar çalkalanır. Hemositometrenin (sayma kamarası) lameli üzerine kapatılır. Pipetin ucundan ilk damlalar atılır. Kamara odacıklarına fazla olmamak kaydıyla kan doldurulur. (Lamel kapatıldığında kamaranın yüksekliği 0,1 mm'dir.) Kamarasının tamamen dolması için birkaç dakika beklenir. Mikroskop altına yerleştirilir. Küçük büyültme ile sayma kamârası Bright Line sayma camı ise 9 kareden ortadaki kare mikroskop altına getirilir. Büyük büyültme ile içlerinde 16'şar küçük kare bulunan 5 adet kare sayılır. Karenin içi, sol ve üst kenardaki eritrositler sayıma dahil edilir. Sayım Thoma sayma kamarasında yapılıyor ise yine içerisinde 16'şar küçük kare bulunan 5 adet kare sayılır.

80 küçük karedeki hacim $0,02 \text{ mm}^3$ 'tür. Bir mm^3 hacim için 50 ile çarpılır, kan 200 defa dilüe edildiğinden 200 ile çarpılır.

$$1 \text{ mm}^3 \text{ 'deki eritrosit sayısı} = \text{Sayılan eritrosit sayısı} \times (50 \times 200)$$

3.5. Eritrosit İndeksleri

Eritrosit indeksleri, eritrositlerin büyüklüğünü ve hemoglobin miktarını belirtir. Ortalama eritrosit hacmi (MCV), ortalama eritrosit hemoglobini (MCH) ve ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) olmak üzere 3 indeks vardır. Bunların ölçümü için hematokrit, hemoglobin tayini ve eritrosit sayımına gerek vardır.

Eritrosit indeksleri, anemi tiplerinin (hipokromi, normokromi, mikrositer ve normositer) ayırıcı tanısında yardımcıdır.

İndekslerin, doğru olarak hesaplanmasında eritrosit sayımı mm^3 'te hemoglobin miktarı (gr./dl) ve hematokrit (%) değerlerinin doğru olarak ölçülmesi gerekir. En ideali, elektronik hücre sayıcılarıyla elde edilen eritrosit, hemoglobin ve hematokrit değerleriyle indekslerin hesap edilmesidir.

$$\text{(MCV)} \mu^3 = \frac{\text{Total eritrosit hacmi (hematokrit mm)} \times 10}{\text{eritrosit sayısı milyon olarak}}$$

Örneğin hematokrit % 45, eritrosit sayısı 5.000.000 ise $\text{MCV} = 45 \times 10 / 5 = 90 \mu^3$ olur.

Ortalama eritrosit hacmi $97 \mu^3$ üzerinde ise makrositer, $80 \mu^3$ altında ise mikrositer, normal sınırlarda ise normositerdir.

$$\text{MCH}_{(\text{pg})} = \frac{\text{Hemoglobin gr./dl.} \times 10}{\text{eritrosit sayısı milyon olarak}} \quad (\text{pg}): \text{ mikro gram}$$

Örneğin hemoglobin 15 gr. / dl. , eritrosit 5.000.000 / mm^3 ise $\text{MCH} = 15 \times 10 / 5 = 30$ pg olur.

Bu değer 27 - 31 pg.'nin altında ise mikrositik anemi veya normositik hipokromik anemi, üstünde ise makrositik anemi düşünülür.

$$\text{MCHC}(\%) = \frac{\text{Hemoglobin gr./dl.}}{\text{Hematokrit / dl.}} \times 100$$

Örneğin hemoglobin 15 gr., hematokrit % 45 ise $\text{MCHC} = (15/45) \times 100 = \% 33$ olur.

Normal değer % 32 - 36'dır. Bu değerlerin altı hipokromi, üzeri hiperkromi göstergesidir. Normal ise normokromdur.

3.6. Lökosit Sayımı

Lökosit sayımı, periferik kandaki lökositlerin mm^3 'teki miktarını verir. İki metot ile sayılır. Birincisi ; senelerdir uygulanan standart metod, diğeri ise, modern elektronik hücre sayıcıları ile yapılan sayımdır.

Testin Yapılışı :

Alınan kan lökosit pipetinin 0,5 işaretine kadar çekilir. 11 işaretine kadar dilüe edici çözelti (Türk çözeltisi : 3 ml Glasial asetik asit, 1 ml. % 1 Gention violet, distile su ile 100 ml.'ye tamamlanır) çekilir. Pipet 3 dakika sallanır. İlk damlalar atıldıktan sonra, sayma kamarasının iki tarafı doldurulur. Mikroskobun küçük büyültmesi ile Bright - Line sayma kamarasının 2 karşı köşesindeki büyük karelerdeki lökositler sayılır. Thoma sayma kullanıyorsa tek büyük karelerdeki sayılır. Sayım yukarı sıralardaki küçük karelerde soldan sağa, alt sıraya geçince sağdan sola almak üzere devam edilir.

Ayrıca yalnız küçük karelerin içi, sol ve üst çizgide bulunanlar sayıma dahil edilir, sağ ve alt çizgidekiler sayılmaz. Böylece aynı hücrelerin tekrar sayımından sakınılmış olur.

Bir büyük karedeki hacim 0, 1 mm^3 'tür. 1 mm^3 'teki miktarın bulunması için 10 ile çarpılır. Eğer iki büyük kare sayılmış ise toplanıp ikiye bölünerek ortalaması alınır. Sulandırma oranı 1 / 20'dir.

$$1 \text{ mm}^3\text{'teki lökosit sayısı (Bright - Line)} = \frac{\text{Lökosit sayısı} \times 10 \times 20}{\text{Sayılan büyük kare sayısı (2)}}$$

$$1 \text{ mm}^3\text{'teki lökosit sayısı (Thoma)} = \text{Sayılan hücre sayısı} \times 10 \times 20$$

3.7. Trombosit Sayımı

Trombositler , 3 metod ile sayılabilir.

1 - Standart ışık mikroskobu ile (Rees — Ecker Metodu)

2 - Kontrast faz mikroskobu ile (Brecher — Cronkite Metodu)

3 - Elektronik hücre sayıcıları ile

3.7.1. Rees — Ecker metodu

Kan, eritrosit pipetinin 0,5 işaretine kadar çekilir. Antikuagülan olarak EDTA tercih edilir. Pipetin 101 işaretine kadar Rees - Ecker sulandırma çözeltisinden çekilir. [3,8 gr. sodyum sitrat, 0,05 gr. Parlak krezil mavisi, 0,2 ml. Nötr formaldehit (% 38), distile su ile 100 ml.'ye tamamlanır.] Pipet 5 dakika sallanır. İlk damlalar atıldıktan sonra hemositometrenin her iki hücreğine de doldurulur. İçerisinde nemli filtre kağıdı bulunan bir petri kutusu sayım kamârası üzerine kapatılır. 15 dakika beklenir. Mikroskop ışığı azaltılır. Büyük büyültme ile Thoma'nın veya Bright - Line sayma kamarasının tek büyük karesi sayılır. Trombositler karakteristik olarak ışığı kıran gümüş cisimcikler şeklinde görülür.

Bir büyük karenin hacmi $0,1 \text{ mm}^3$ 'tür. 1 mm^3 'teki trombosit sayısı 10 ile, sulandırma katsayısı için 200 ile çarpılır. Örneğin 92 trombosit sayılmışsa $92 \times 10 \times 200 = 184.000 \text{ mm}^3$ olacaktır.

3.7.2. Brecher — Cronkite metodu

Eritrosit pipetinin 1,0 işaretine kadar kan çekilir. Tercihen EDTA kullanılır. Pipetin 101 işaretine kadar % 1'lik amonyum oksalattan çekilir. Dilüsyon faktörü 1/100'dür. Pipet 10 - 15 dakika sallanır. Hemositometre % 95'lik alkol ile iyice temizlendikten ve gazlı bez ile silindikten sonra hemositometrenin lameli kapatılır ve pipetin ilk birkaç damlası atıldıktan sonra hemositometrenin her iki tarafına taşırmadan doldurulur. Faz hemositometre düz tabanlıdır. Lamı ince (no 1 veya 1,5)'dir. Standart hemositometre lambaları ise daha kalındır. İçerisinde nemli filtre kağıdı bulunan bir petri kutusu sayım kamarası üzerine kapatılır. 15 dakika beklenir. Böylece sayım kamârasındaki mayinin buharlaşması önlenmiş olur. Faz hemositometre mikroskopun küçük büyültmesi (10 x) ile büyük orta karedeki trombositler sayılacak şekilde yerleştirilir. Siyah bir zemin üzerinde beyaz küreler trombositler görülür. Bundan sonra mikroskopun 43 x büyütücü faz objektifi ile tetkik yapılır. Trombositler, açık parlak mor renkte oval veya yuvarlak şekilde görülür. Ortadaki büyük kare içerisinde bulunan 25 küçük karenin 10'u sayılır. Sonra dilüsyon faktörü gözönüne alınarak trombositlerin 1 mm^3 'teki miktarı tayin edilir.

Burada bahsedilen metotlardan farklı olarak elektronik sayım yapan cihazlar da kullanılmaktadır. Bu cihazlara otoanalizör denir. Otoanalizör kabaca numune ve reaktifleri uygun ölçülerde alıp karıştıran, belirli bir süre ve ısıda inkübe eden, gerekli sürelerde optik okumaları yapıp sonunda ilgili analiz sonucunu hesaplanmış olarak kullanıcıya sunan cihazlardır. Kısaca, otomatik bir spektrofotometredir. Kullanıcı, cihaza gerekli reaktifleri ve numuneleri yerleştirir.

Cihazın bilgi işlemcisine her bir testin numune, reaktif hacimleri, inkübasyon süresi, reaksiyon tipi, sonuç hesaplanması için gerekli faktör veya standart bilgileri girer. Çok kısa bir sürede en doğru bilgileri elde edebilir.

Elektronik sayım cihazları, günümüzde, insandan kaynaklanan hataları asgariye indirmesi bakımından manuel metotlardan çok daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Bu bakımdan analizlerde bu cihazların kullanılması doğru sonuçlara ve yorumlara ulaşılması açısından daha mantıklıdır.

Bu çalışmada Kütahya'daki hava kirliliğinin koyunların bazı kan parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bunun için endüstri kuruluşlarının yoğun olduğu ve bu bölgelerden uzak bölgedeki dağlıç ırkı koyunlardan kan örnekleri alınıp analizleri yapılmıştır. Sonra da bu analiz sonuçlarının varyans analizleri yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

4. MATERYAL VE METOD

4.1. Materyal

Yapılan çalışmada 3 yaşlarındaki dağlıç cinsi koyunlar kullanıldı. Hem kirli ve hem de temiz bölgedeki koyunların yaşı, ırkı beslenme özellikleri aynı, yaşama çevreleri farklıydı.

Kirli çevre olarak, Kütahya Merkez İlçeye bağlı olan Turgutlar köyü seçildi. Bu köyün seçilmesinin nedeni Kütahya'da başlıca kirlilik etkeni olan Azot fabrikası (TÜGSAŞ), Seyitömer Kömür İşletmeleri, Seyitömer Termik Santrali, KÜMAŞ, Porselen Fabrikaları gibi endüstri kuruluşlarının kirlilik açısından hakim oldukları bir bölgede bulunmasıydı. Ayrıca Köse (1999), Yamık ve Bentli (1999), Kütahya ili çevre durum raporu (1999), Ergun ve Beyazıt (1996), Oruç (1999) ve Erbaş (2001) bu ve buna benzer endüstri çevrelerindeki kirlilik yoğunluğuna dikkat çekmişlerdir.

Kütahya İli'nin coğrafi ve meteorolojik karakterinden dolayı bu sanayi kuruluşlarının gaz atıkları bu bölge üzerinde toplanmakta ve özellikle kış ayları boyunca etkisini yitirmeden sürdürmektedir. Kütahya ili çevre durum raporu (1999), Yücel v.d (1995), Erbaş (2001) ve Taşdemir (2001) çalışmalarından yola çıkılarak kış aylarında (Ekim - Mart ayları arası) kirliliğin daha yoğun olduğu sonucuna varılmış ve bu durum göz önüne alınarak numuneler mart ayında toplanmıştır. Turgutlar Köyü sakinleri ile yapılan görüşmelerde de koyunların ölü doğum yaptığı, doğan yavruların kısa ömürlü olduğu veya sakat doğumların meydana geldiği ve bunun sonucunda çok az sayıda koyunun hayatını sağlıklı olarak devam ettirebildiği öğrenildi.

Temiz çevre olarak Kütahya İli Aslanapa İlçesi'ne bağlı olan Ortaca Köyü seçildi. Bu köyün seçilmesinin nedeni, Kütahya ili ile arasında bulunan yüksek dağlardan (Yellice Dağı) dolayı, merkezde yoğun olarak bulunan kirlilik etkenlerinden uzak olmasıdır. Bunun yanı sıra köyün çevresinde de kirlilik yaratabilecek herhangi bir endüstri kuruluşu bulunmamaktadır.

Kütahya çevresinde hayvancılık tam anlamıyla modern usullerle yapılmamaktadır. Yarı modern ahır ve ağıllarda, yarı modern beslenme ve hastalıklardan korunma yöntemleri kullanılmaktadır.

Besicilikte büyük baş ve küçük baş hayvanların yanı sıra tavukçuluk da oldukça yaygındır.

Koruyucu aşı ve tedavi yöntemleri son yıllarda gelişme göstermiştir. Yavrulama döneminde yavru atma, gün çarpma gibi durumlarda, önceleri hasta hayvanlar kesilirken, son zamanlarda ilaçlı tedavi oldukça yaygınlaşmıştır.

Numunelerin alınmasında kullanılacak koyunlar seçilirken 3 yaşındaki dağlıkların olmasının yanı sıra yukarıdaki beslenme özelliklerinin de aynı olmasına dikkat edildi. Numune alınan koyunlar hastalık belirtisi göstermeyen, sağlıklı hayvanlar arasından seçildi. Sonuçta tek değişken faktör olarak yaşadıkları çevre kaldı.

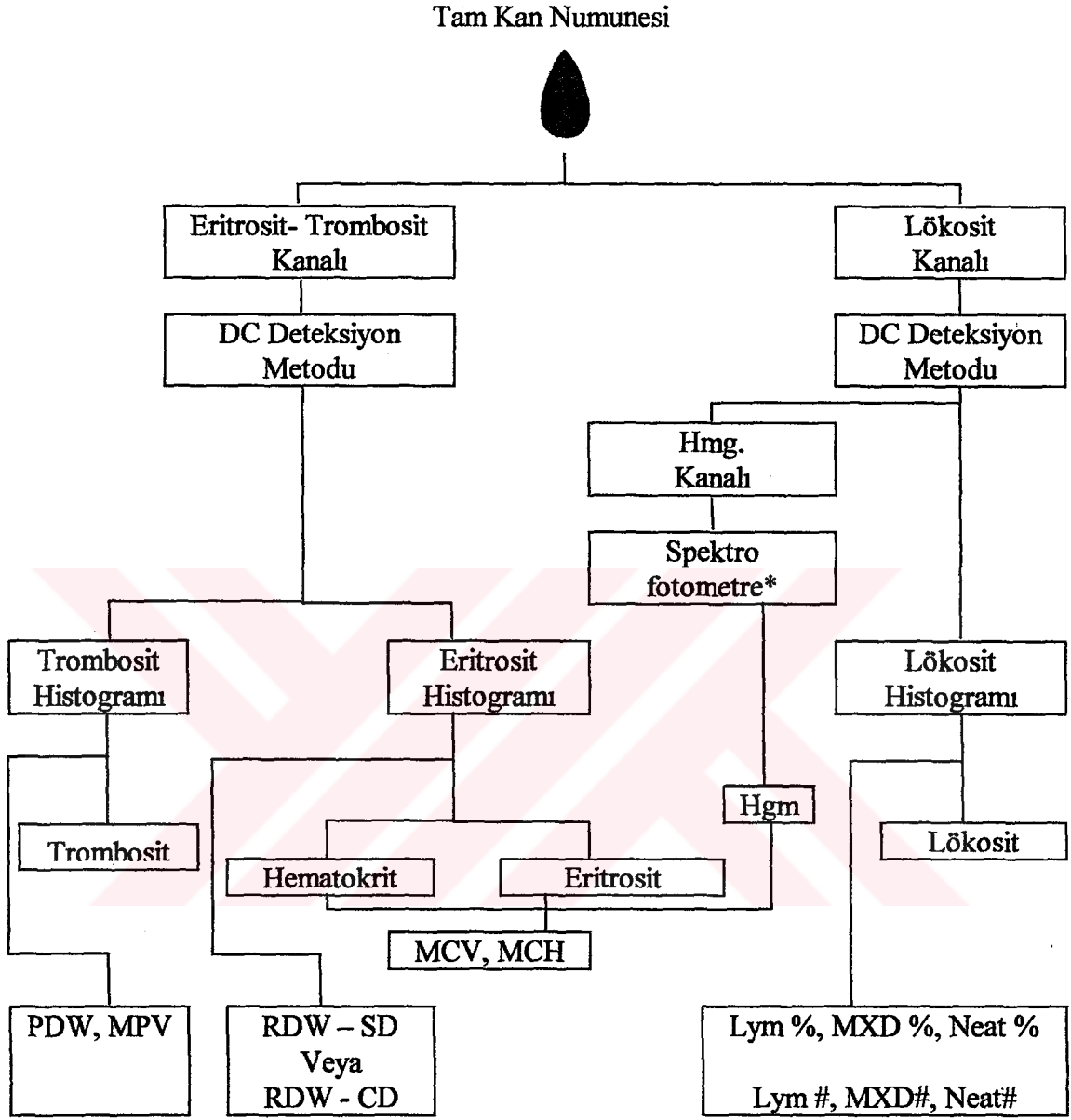
4.2. Metod

Kirli bölgeden 15 ve temiz bölgeden 15 olmak üzere 30 hayvandan, mart ayı içinde aynı günün akşam saatlerinde numuneler 2 cc. olarak alındı. Bunlar steril şartlarda alınarak yine steril olan ve içinde 0,2 cc. EDTA bulunan tüplere aktarıldı. Numuneler 12 saat içinde uygun ısı ve şartlarda laboratuara götürüldü ve elektronik kan sayım cihazı ile (Sysmex kx — 21) analiz edildi.

Cihazın çalışma prensibi ve analiz akış şeması verilmiştir.

4.3. Non — Siyanid Hemoglobin Analiz Metodu

Önceden beri, hemoglobin analizinde en çok kullanılan metod, siyanmethemoglobin metodudur. Siyanmethemoglobin metodu, ICSH (Uluslararası Hematoloji Standardizasyon Komitesi) tarafından 1966 yılında bildirilen Uluslararası Standart Kuralları'nda tavsiye edilen bir metoddur. Bununla beraber, otomatik metod çok sayıda numunenin ölçülmesini gerektirdiği için siyanmethemoglobin metodu yavaş kalmakta ve uygun olmamaktadır. Buna ilaveten belirteç olarak toksik siyanid kullanıldığı için çevresel açıdan istenilen bir metod değildir.



* Non – Cyanide hemoglobin analysis method.

Şekil 4.2. Çalışma prensibi ve analiz akış şeması.

KX - 21 cihazı tarafından kullanılan non - siyanid hemoglobin analiz metodu, non - toksik olması bakımından temiz bir metoddur. Aynı zamanda beyaz kan hücrelerinin (akyuvar = lökosit) analizine de imkan verir. Non - siyanid hemoglobin analiz metodu, reaksiyonu çok çabuk tersine çevirmesi ve non - toksik olması bakımından, otomatik metod için uygundur. Buna ilaveten, bu metod, hemoglobini methemoglobine çevirirken dördümlü amonyum tuzu kullanması sebebiyle, methemoglobin içeren kontrol kanının kesin analizini temin eder.

Yaptığımız çalışmada, yukarıda saydığımız faydaları ve kısa zamanda çok sayıda numunenin (KX - 21 cihazı 60 numune / saat hızında) bakılması, manuel metodlara oranla daha güvenilir olması bakımından otomatik sayım cihazından faydalandık.

4.4. İstatistik Metodlar :

Kirli bölge ve kontrol grubu kan parametreleri arasındaki farkların istatistik olarak değerlendirilmesinde Harvey (1972) tarafından hazırlanan bir program yardımıyla Duncan (1955) çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.



5.1. Sonuçlar

Kirlilik bölgesinde yetiştirilen koyunlarla kontrol bölgesinde yetiştirilen koyunlara ait varyans analizi sonuçları, kan parametrelerine ait alt grup ortalamaları ile çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 5.1'de sunulmuştur.

Çizelge 5.1. Kan parametrelerine ait alt grup ortalamaları ile çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Kan Elemanı	Birim	Temiz Bölge		Kirli Bölge		Önem Derecesi
		N	$\bar{X} \mp S_{\bar{x}}$	N	$\bar{X} \mp S_{\bar{x}}$	
Lökosit	bin/mm ³	12	42.80 \mp 19.0	11	194.3 \mp 15.0	**
Eritrosit	milyon/mm ³	15	8.24 \mp 0.21	13	8.13 \mp 0.32	ÖS
Hemoglobin	milyon/mm ³	15	10.29 \mp 0.25	13	9.57 \mp 0.38	ÖS
Hematokrit	g / dl	15	19.20 \mp 8.10	13	3.70 \mp 10.0	ÖS
MCV ^a	%	15	37.4 \mp 5.80	13	36.6 \mp 6.50	ÖS
MCH ^b	g / dl	15	12.49 \mp 0.08	13	11.79 \mp 0.15	**
MCHC ^c	g / dl	15	28.92 \mp 0.26	13	27.50 \mp 0.25	**
Trombosit	milyon/mm ³	6	422.0 \mp 44.0	7	49.0 \mp 106.0	**
Lenfosit	%	12	68.3 \mp 5.1	11	92.66 \mp 0.86	**
Lenfosit	milyon/mm ³	12	35.9 \mp 19.0	11	181.3 \mp 16.0	*
MPV ^d	%	6	2.08 \mp 2.5	3	5.77 \mp 0.09	

** = (P < 0.01)

ÖS = Önemsiz

* = (P < 0.05)

^a MCV = Ortalama eritrosit hacmi

^b MCH = Ortalama eritrosit hemoglobini

^c MCHC = Ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu

^d MPV = Ortalama trombosit hacmi

Kirli bölgelerde yetiştirilen koyunların lenfosit sayıları çok önemli derecede yüksek bulunmuştur. (P < 0.001)

Kirlilik bölgesinde yetiştirilen koyunları % 8 daha az hemoglobin miktarına ve daha düşük eritrosit indekslerine sahip olduğu gözlenmiştir. Genel olarak hemoglobin ve indeks değerlerindeki düşüklük ortalama eritrosit hemoglobini ve konsantrasyonunda istatistik olarak çok önemli bulurken diğerlerinde istatistik önem sınırına ulaşmamıştır.

Benzer sonuçlar trombosit sayılarında ve hacimlerinde de görülmüş ancak bu karakterde kirlilik bölgesi hayvanlarının kanlarında çok önemli derecede ($P < 0.01$) trombosit sayısı düşüklüğü, önemli derecede de trombosit hacim eksikliği ($P < 0,05$) gözlenmiştir.

5.2. Tartışma

5.2.1. WBC (Lökosit)

Lökosit sayısı kirli bölgedeki koyunlarda, temiz bölgedeki koyunlara oranla çok önemli derecede yüksek bulunmuştur. ($P < 0,01$)

Lökosit sayısı fizyolojik günlük dalgalanma yapar. Sayı sabah en düşük, akşam en yüksek değere varmaktadır. (Bu yüzden tüm numuneler aynı zamanda alınmıştır) Yatanlarda, ayakta duranlara nazaran daha fazla lökosit saptanır. Her bedeni faaliyet lökositoz ile sonuçlanır. Evvela geçici ve lenfositoz (normalin 3 katı kadar), sonra nötrofil oluşur. Bu değişiklik bedeni faaliyetin türüne bağlı değildir. Güneşte çok kalmak, yüksek yerlere çıkmak da lökositoz doğurur.

Bunun yanı sıra sistemik enfeksiyonlar (septisemi, piyemi, pnömoni, menenjit, gonore, difteri, talasemi, aktinomikoz, weil hastalığı, poliomyelitis anterior, kuduz, tifüs, herpes zoster, akut romatizma, çiçek, suçiçeği, yılcık, kızıl, kalp hastalıkları, antraks, veba, kolera, tetanoz), lokal enfeksiyonlar (piyojen, apseler, tonsillit, mastoiditis, otitis media, sinüzit, ülser, ampiyem, kolesistit, piyelit, piyelonefrit, salpinjit, apandisit), kalpte infarktüs, metabolik hastalıklar (diabetes mellitus asidozu, üremi, akut gut, eklampsi), ilaç ve zehirler (digitalis, epinefrin, yabancı proteinler, yılan zehiri, kurşun, civa, karbonmonoksit, kalsiyum klorit, pridin, pirogallol, benzol bileşikler), vücut boşluklarına kanama gibi sebeplerle lökosit sayısında artışlar olur.

Aldığımız numunelerdeki lökosit miktarının çok önemli derecede yüksek bulunması yukarıda saydığımız bu sebeplerden kaynaklanabilir. Ancak numunelerin sağlıklı hayvanlardan seçilmiş olması, aynı hayvanlarda lökosit sayısının fazla olması yanında önemsiz derecede hemoglobin ve çok önemli derecede eritrosit indekslerinin düşük çıkması, kirli bölgedeki endüstri kuruluşlarının yoğunluğu, lökosit sayısındaki artmanın muhtemelen kirliliğin sonucu olarak ortaya çıktığı düşüncesini kuvvetlendirmektedir.

Kirli bölgede yetiştirilen koyunların lenfosit sayısı da çok önemli derecede ($P < 0.01$) yüksek bulunmuştur. Vücut savunmasında rol alan unsurların olumsuz şartlarda yükselmesi durumu, Syed et. Al. (2000) çalışmalarını ile de teyit edilmiştir. Zira B - Lenfositleri plazma hücrelerine dönüşerek antijenlere karşı immünoglobulinleri salgırlar. Syed et. al. (2000) sürekli kükürtdioksit maruziyetinin Ig G yapımıyla immün cevabın gelişimine yardımcı olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda denebilir ki lökosit ve lenfosit sayısındaki artışın nedeni bölgedeki karbonmonoksit ve kükürtdioksit kirliliğidir.

5.2.2. Eritrosit indeksleri

Kirli bölgeden alınan numunelerdeki hemoglobün miktarı, temiz bölgeden alınanlara oranla sayısal olarak düşük olmasına rağmen bu farklılık istatistik önem sınırına ulaşmamıştır. Oransal olarak kirlilik bölgesinde % 8 daha az hemoglobün miktarının tesbit edildiği çalışmada; Badman and Jaffe (1996), Heinze et. al. (1998) ve Çınar v.d. (1999) sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Hemoglobündeki azalma da muhtemelen karbonmonoksitin etkisine bağlanabilir.

Eritrosit indekslerinde ise MCV önemsiz MCH ve MCHC'de ise çok önemli derecede düşüşler gözlenmiştir.

MCV (Ortalama Eritrosit Hacmi)'ndeki düşüşlerin genel sebebi şunlardır:

- a. Demir eksikliği hücre çapı ve MCHC ile beraber MCV de küçülür.
Örn.: idiyopatik hipokrom anemi.
- b. Kronik kanama anemileri.
- e. Gebelik anemisi.

Numunelerin alındığı koyunlarda kronik kanama ve gebelik olmadığı göz önüne alındığında örneklerdeki MCV düşüklüğünün sebebinin, MCHC'nin düşük olduğu düşünüldüğünde demir eksikliği olduğu söylenebilir. Demir eksikliğinin sebeplerinden biri de ağır metal zehirlenmesidir.

MCH (Ortalama Eritrosit Hemoglobini)'ndeki düşüşlerin genel sebepleri ise şunlardır:

- a. Primer demir eksikliği
- b. Kanama anemileri
- c. İdiyopatik hipokrom anemi
- d. Gebelik anemisi
- e. Kloroz

MCV'nin düşmesindeki sebep aynen MCH'de de geçerli olabilir. Yani demir eksikliği. Birbirini destekler nitelikteki bu sonuçları şöyle yorumlanabilir: Kirlilik etkenleri solunum, sindirim sistemi gibi yollarla organizmaya alınıp demir eksikliğine sebep olmakta ve sonuçta MCV, MCH değerleri düşük çıkmaktadır.

MCHC'nin (Ortalama Eritrosit Hemoglobinin Konsantrasyonu) düşmesine neden olan genel sebepler şunlardır:

- a. Demir eksikliği anemileri.
- b. Kanama anemileri.
- e. Gebelik hidremisi.
- d. Su Zehirlenmesi.

Görüldüğü gibi eritrosit indekslerinin düşmesindeki genel sebeplerin içinde, bizi ilgilendiren ortak nokta demir eksikliği anemileridir. Nihai olarak eritrosit indekslerinin düşük ortalama göstermesi kirlilik etkenlerine bağlı demir eksikliği anemisinden kaynaklanmıştır. Kirliliğin anemiye sebep olduğunu (Badman and Jaffe, 1996; otolaryngology 1996; Heinze ve ark., 1998) gibi çalışmalarda belirtilmiştir.

5.2.3. Trombositler

Trombosit sayısının kirliliğe bağlı olarak hayvanlarda çok önemli derecede ($P<0,01$) düşük, ortalama trombosit hacminin (MPV) ise önemli derecede ($P<0,05$) düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum kirliliğin genel olarak kanda normal sağlıklı durumda bulunması gereken kan hücre sayılarında yetersizliğe neden olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada nihai olarak aşağıda belirlenen sonuç ve kanaatlere varılmıştır.

Bu çalışmada Kütahya'da hava kirliliğinin koyunların kan parametreleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla öncelikle ilin kirlilik envanteri çıkartılmış, kirlilik bölgeleri belirlenmiştir. Buna göre Seyitömer Linyitleri İşletmesi (SLİ), Seyitömer Termik Santrali (STS), Azot Fabrikası (TÜGSAŞ) gibi endüstri kuruluşlarının yoğun olarak bulunduğu bölge 1'nci derece kirlilik bölgesi olarak nitelendirilmiştir. Bu bölgede kirliliğe neden olan maddelerin çoğunlukla kükürt dioksit (SO_2), karbonmonoksit (CO), azotoksitler (NO_x), hidrokarbonlar ve bunların muhtelif bileşikler olarak tanımlanmıştır.

Kirlilik bölgesinde bulunan Turgutlar Köyünde yetiştirilen koyunların araştırma konusu materyal olarak seçilmiş kontrol grubu olarak da Kütahya merkezinden oldukça uzak (50 km), Kütahya ile arasında Yellice Dağı bulunan, coğrafi olarak da müstakil konumda bulunan ve hiçbir kirlilik problemi olmayan Aslanapa ilçesi Ortaca köyü tercih edilmiştir. Örneklerin homojenliğine azami ölçüde riayet edilen araştırmada aynı ırk aynı yaş ve benzer yetiştirme tekniği uygulanan koyunlardan kan örnekleri alınmış ve otomatik kan sayım cihazında test edilmiştir.

Yapılan laboratuvar ve istatistik analizler sonucunda kirli bölgeden alınan kanlardaki lökosit ve lenfosit düzeylerinin temiz bölgelerdekilere oranla çok önemli ölçüde

($P < 0.01$) yüksek, buna karşın eritrosit indekslerinde ise çok önemli ölçüde düşük seviyede oldukları tespit edilmiştir.

Bu konuda yapılan çalışmalarla bu araştırmada üretilen bilgiler çevre kirliliğinin kan parametrelerinde önemli değişikliğe sebep olduğunu göstermiştir. Bu çalışma canlı materyal ve üzerinde durulan parametreler itibariyle orijinal olması nedeniyle karşılaştırmalarda sınırlı sayıda literatür kullanılabilmiştir. Ancak üretilen bilgilerin bu konuda yapılan araştırma sonuçlarına ve tıp bilgilerine paralellik gösterdiği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Alaş, A., Dönmez, H. H., Solak, K., 1999, Kütahya Evsel Atık Sularının Aquatik Hayata ve Çevreye Etkileri, 1st International Symposium on Protection of Natural Environment and Ehrami Karaçam 23-25th September 1999 Kütahya Türkiye, s: 571-576
- Algerwi,A., Pistl, J., Klikova K., 1999, The Influence of Industrial Intoxication With Copper on Selected Parameters of Cellular Immunity in Sheep,Al- Fateh University Faculty of Veteriarni Medicina 1999, 44: 6 171-176; 25 ref.
- Arch. Dis. Child. (Archives of Rivase in Childhood) 1995 Nov.; 73(5): 418-22, Bronchial Responsiveness, Eosinophilia and Short Term Exposure to Air Pollution.
- Ayvaz, Z., 1991, Global Perspektifde Asit Yağmurları, 119-120-121, Ege Üniversitesi Kimya Müh. Bölümü, 35100 Bornava- İzmir.
- Badman, D., Jaffe, E., 1996, Blood and Air Pollution, Otolaryngol Head Neck Surg 1996: 114: 205-8
- Bakaç, M., Kumru, M.N., Yılmaz, Y.Z., 1999, Ağır Metal Kirliliği ve Çevre, 1st International Symposium on Protection of Natural Environment and Ehrami Karaçam 23-25th September 1999 ,Kütahya- Türkiye, 555-563
- Batanouny, K. H., 1988, Urbanization and Air Pollution in Greater Cairo, Egypt, Plants and Pollutants in Developed and Developing Countries International Symposium Held in İzmir- Turkey, 22-28 August, 1988, 335,759p.
- Bayazıt, V., 1996, Genel Biyoloji (Zooloji) Ders Notları, Dumlupınar Üniversitesi Biyoloji Bölümü, 144 s.
- Benkova, M., Soltys, J., Boroskova, Z., 1993, Modulation of the Blood Leucocyte and Sheep Complement Activity by Heavy Metal Immision in Experimental Fasciolosis, Helminthologia 30: 1-2, 29-34: 22 ref.
- Büyük Ansiklopedi, Cilt-1, s:180, s: 131, cilt- 6, s: 2154
- Cunningham, W. P., Saigo, B. W., 1992, Environmental Science A Global Concern, Wm. C. Brown Publishers, 465-480 622 p.
- Çınar, A., Yörük M., Meral, İ., Kılıçalp, D., Koç, A., Ertekin, A., 1999, The effects of Carbon Tetrachloride (CCl₄) Induced Experimental Acute and Chronic Intoxcation on Hystological Structure of Liver and Some Hematological Values and Eletrocardiogram in Rabbits, Turk. J. Vet. Anim. Sci., 23. (1999) 235-242
- Çimtay, İ., Şahin, T., Ölçücü, A., Aksoy, G., 2001, Effects of Copper Sulphate Adminis tration to Pregnant Sheep on Some Mineral Levels in Blood Sera of Sheep and Lambs, and Birth Weight of Lambs, Turk. J. Vet. Anim. Sci., 25, (2001), 921-927

- Dayıoğlu, H., Doğru, Ü., Erdoğan, N., 1994. Hayvan Sağlığı Ders Kitabı, Ata. Üniv. Zir. Fak. Yay. No:168, Erzurum
- Duncan, D. R., 1955, Multiple range and multiple F. Testi, *Diometrics* (11) 1-42.
- Erbaş, O., 2001, Kütahya'da Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Yönelik Çözüm Önerileri ve Matematiksel Modelleme, Yüksek Lisans Tezi Dumlupınar Üniv. Makine Mühendisliđi Bölümü, Kütahya.
- Ergun, O. N., Beyazıt, N., 1996, The Relationship Between the Air Pollution and Meteorological Parameters in Samsun- Tekkeköy Region, *Turk. J. Environ. Sci.*, 20, (1996), 300-305
- Fidancı, U. R., Salmanođlu, B., Maraşlı, Ş., Maraşlı, N., 1998, The Natural and Industrial Fluorosis in the Middle Anatolia and Its Effects on Animal Health, *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 22, (1998), 537-544.
- Fidancı, U. R., Sel, T., 2001, The Industrial Fluorosis Caused By a Coal Burning Power Station and Its Effects on Sheep, *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 25, (2001), 735-741.
- Gamcık, P., Bires, J., Mesaros, P., 1990, Effect of Experimental Intoxication with Copper from Industrial Emission on Reproductive ability in rams, *Reproduction in Domestic Animals*, 1990, 25:5, 235-241: 20 ref.
- Gebel, T., Kevekordes, S., Schaefer, J., Von Platen, H., Dunkelberg, H., 1996, Assessment of a Possible Genotoxic Environmental Risk in Sheep Bred on Grounds with Strongly Elevated Contents of Mercury, Arsenic and Antimony, *Medical Institute of General and Environ. Hygiene, University of Goettingen, Genetic Toxicology*, 1996, 368: 3-4, 276-274; 24 ref.
- Guderian, R., Klumpp, G., Klumpp, A., 1988, Effects of SO_2 , O_3 , and NO_x Singly and in Combination on Forest Species, Plants and Pollutants in Developed and Developing Countries International Symposium Held in İzmir Turkey 22-28 August 1988, 221, 759 P
- Harvey, W. R., 1972, Instructures for Use of LSMLMM Least-Squares and Maximum Likelihood General Purpose Program. Ohio State Univ. Columbus, U.S.A.
- Hızel, S., Coşkun, T., 2000, Determinat of Birth Weight: Does Air Pollution Have an Influential Effect?, *Turk. J. Med. Sci.*, 30, (2000), 47-54.
- Heinze, I., Rainer, G., Stehle, P., Dillon, D., 1998, Assessment of Lead Exposure in Schoolchildren From Jakarta, http://ehpnet1.niehs.nih.gov/docs/1998/106_p499-501Heinzel/abstract.html, Jakarta, Indonesia.
- J. Hyg. Epidemiol, Microbiol, Immunol. (Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology)*, 1988; 32 (2) : 121-36
- Konuk, T., Pratik Fizyoloji, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları: 378, Ders Kitabı: 276, s: 54-75.

- Köse, R., 1999, Termik Santraller ve Getirdiği Çevre Sorunları, Kütahya İli Çevre Durum Raporu, s: 244
- Kütahya İli Çevre Durum Raporu, 1999, s: 63, 163-164, 54-55, 65, 68-69, 71-72, 276 s.
- Lancet (Lacet.), 1997 May. 31; 349 (9065) 1582-7, Increased Plasma Viscosity During an Air Pollution Episode: a Link to Mortality?
- Lancet (Lancet.), 1999 Mar. 13; 353 (9156): 874-8, Effects of Ambient Air Pollution on Upper and Lower Respiratory Symptoms and Peak Expiratory Flow in Children.
- Occup. Environ. Med. (Occupational and Environmental Medicine). 2000 Dec.; 57 (12): 818-22
- Oruç, N., 1999, 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 Ehlrami Karaçam 23-25st September 1999 Kütahya/ Türkiye 564-570
- Oruç, N., 1999, Seyitömer Termik Santrali'nin Çevreye Etkisi, 1st International Symposium on Protection of Natural Environment and Ehlrami Karaçam 23-25th September 1999 Kütahya/ Türkiye, 604-610
- Örnektekin, S., 1997, A Study of Heavy Metal Pollution from Motor Vehicle Emissions and its Effect on Soil in İskenderun, North-east Mediterranean, Turk. J. Eng. Environ., Sci., 21, (1997), 279-287
- Pestevsek, U., Modic, T., Juntas, P., Pogacnik, M., 1998, Sheep Breeding on Ecologically Recultivated Electrofilter Ash Dumping Areas, Zbornik Veterinarske Fakultete Univerza, Ljubljana, 1998, 35; 1-2, 57- 61; 5 ref.
- Samal, U. N., Naik, B. N., 1992, The Fluorosis Problem in Tropical Sheep, Fluoride, 1992, 25:4, 183-190; 19 ref.
- Syed, H., Khan, K. M., Rehman, K., Siddiqui, S., 2000, Effect of Sulphurdioxide Pollution on Immunoglobulins of the Workers and the Resident of the Vicinity, Pakistan Journal of Biolgical Science, V.3, No: 5, 872-873, May 2000, Faisalabad.
- Şahin, T., Çımtay, İ., Aksoy, G., Ölçücü, A., 2001, Effects of Copper Sulphate Administration On Body Weight Gain and Some Blood Parameters in Lambs, Turk. J. Vet. Anim. Sci., 25, (2001), 933-938
- Tanyer. G., 1985, Hematoloji ve Laboratuvar, 448 p., 129-136, 340-361
- Taşdemir, Y., 2001, Winter Season SO₂ Measurements in Bursa and Comparison With Rural and Urban Area Values, Turk. J. Engin. Environ. Sci., 25, (2001), 279-287
- Thema Larusse, cilt- 4, s: 256-257, 410-411

- 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
- Ward, N. I., Savage, J. M., 1994, Elemental Status of Grazing Animals Located Adjacent To The London Orbital (M 25) Motorway, Sci. of the Total Environment, 146-167; 185-189; 9 ref.
- Weissova, T., Bires, S., Bartka, P., Poulíkova, I., Michna, A., Nagy, O., 1996, The Influence of Industrial Emissions From An Aluminium Producing Plant on Selected Biochemical and Haematological Parameters in Sheep, Folia- Veterinaria, 1996, 40:3-4, 81-85, 16 ref.
- w.w.w.encyclopedia.com
- w.w.w.epa.gov
- Yalçın, N., Sevinç, V., 2001, Heavy Metal Contents of Lake Sapanca, Turk. J. Chem., 25, (2001), 521-526
- Yamık, A., Bentli, İ., 1999, Kömür Kullanıma Bağlı Çevre Sorunları, Kütahya İli Çevre Durum Raporu, 1999, s: 267-268
- Yücel, E., Öztürk, M., Doğan, F., 1995, Kütahya'da Hava Kirliliği Sorunu, Ekoloji Dergisi, Sayı: 15, s: 40-45
- Yöntem, M., 1999, Pratik Biyokimya Ders Notları, Dumlupınar Üniversitesi Biyoloji Bölümü, 24 s.
- Yüksel, Ü., İlkme, B., Kesgin, M., 1988, Metal Pollution in The Algae of Inner Bay in İzmir, Plants and Pollutants in Developed and Developing Countries, International Symposium Held in İzmir – Turkey, 1988, 161, 759 p.