

**ERZURUM ŞEHİR MERKEZİ ÇEVRE
PROBLEMLERİ ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

**Nahit SAĞLAM
Y.Lisans Tezi**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yrd. Doç. Dr. Ümmühan DANIŞ
2006**

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERZURUM ŞEHİR MERKEZİ ÇEVRE PROBLEMLERİ ÇÖZÜM
ÖNERİLERİ

Nahit SAĞLAM

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2006

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Y. Lisans Tezi

ERZURUM ŞEHİR MERKEZİ ÇEVRE PROBLEMLERİ ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Nahit SAĞLAM

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ümmühan DANIŞ

İnsanlar doğal olarak yalnız yaşayamazlar. İnsanların toplu olarak yaşamaları beraberinde birçok ihtiyacı da gündeme getirmektedir. Güvenlik ihtiyacı, yönetme ve yönetilme ihtiyacı, paylaşma ihtiyacı vb. İnsanlar bu ihtiyaçlarını karşılarken birçok problemlerle de karşılaşır. İhtiyaçların karşılanması sırasında karşılaşılan problemlerden biri de çevre sorunlarıdır. Teknolojinin ilerlemesi, sanayileşme, kentsel yaşamın varlığı ve hızlı nüfus artışı çevre ile ilgili sorunları daha önemli bir hale getirmektedir.

Bu çerçevede, gelişen endüstri ve sanayileşme, tabii varlıkları tehdit eden kirlenmeler, çevre sorunlarını çağımızın en önemli konularından biri haline getirmiştir. Hava ve suyu temiz, toprağı bozulmamış, gürültüden ve diğer kirliliklerden uzak, temiz, güzel, yeşil ve sağlıklı kısacası doğal bir çevre günümüz insanının en büyük isteğı, insanlığında geleceğı huzurla bakabilmesinin en temel şartlarından birisidir.

Bu çalışmamda çevre sorunlarından hava kirliliğı, katı atık, su ve atık su ile ilgili temel bilgiler verdikten sonra Erzurum ilinin bu çevre sorunları ile ilgili durumu incelenmiş olup getirilmesi düşünülen çözüm önerileri genel başlıklarla açıklanmaya çalışılmıştır.

2005, 92 sayfa

Anahtar kelimeler: Hava kirliliğı, Katı atık, Su kirliliğı

ABSTRACT

MS Thesis

SUGGESTED SOLUTIONS FOR ENVIROMENT PROBLEMS OF ERZURUM CITY

Nahit SAĞLAM

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Science

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ümmühan DANIŞ

People can not naturally live alone. Living together in society requires certain prerequisites such as safety, the need to govern and be governed and the need to share. In the course of meeting these needs, people confront many different problems such as environmental issues, technological developments, industrialization, the existence of urban life and rapid population growth make environmental issues more acute.

In this context, development and industrialization, the population which threatens natural resources render environment problems one of the most important issues of our era. Clean air and water, unspoiled earth which is green, attractive, healthy and far from noise and other pollutions -in short, natural beauty- is the most fundamental desire of mankind in our age and at the same time, it is one of the most basic conditions to a peaceful view of the future.

In this report, basic information about environment problems such as air pollution, solid waste, water and liquid waste has been provided, Erzurum's environmental problems have been examined, and suggested solutions have been explained with general titles.

2005, 92 pages

Keywords: Air pollution, Solid waste, Water pollution

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum bu alıŐma, Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde yürütülmüŐtür.

Öncelikle bu çalışmada bilgisi ile tecrübesi ile her türlü desteğini, ilgisini, maddi manevi yardımlarını esirgemeyen çok değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ümmühan DANIŞ'a en içten Őükranlarımı sunarım. Ayrıca, Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Avni ÇAKICI başta olmak üzere tezimin hazırlanmasında bilgi ve birikiminden istifade ettiğim değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Recep BONCUKCUOĞLU, Sayın Yrd. Doç. Dr. Yalçın Kemal BAYHAN'a ve tüm bölüm hocalarıma teŐekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tez ile ilgili bilgi ve bulgulardan dolayı Erzurum Büyükşehir Belediyesine ve ESKİ'ye çok teşekkür ederim.

Nahit SAĞLAM

Haziran 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1.GİRİŞ	1
2.KURAMSAL TEMELLER	5
2.1. Çevre sorunlarının ortaya çıkışı ve başlıca nedenleri	5
2.1.1. Hızlı nüfus artışı	5
2.1.2. Düzensiz kentleşme	5
2.1.3. Sanayileşme	7
2.1.4. Turizm	9
2.1.5. Trafik ve çevre	11
2.1.5.a. Trafiğin insan ve çevresine etkileri	12
2.2. Hava kirliliği	12
2.2.1. Hava kirliliği kaynakları	13
2.2.2. Hava kirleticileri	14
2.2.3. Hava kirliliğinin insan ve çevresine etkileri	17
2.2.3.a. Asit yağmurlarının insan ve çevreye olan etkileri	17
2.2.3.a.a. Asit yağmurlarının toprağa etkisi	17
2.2.3.a.b. Asit yağmurlarının sulara etkisi	18
2.2.3.a.c. Asit yağmurlarının yapılara etkisi	19
2.2.3.a.d. Asit yağmurlarının bitkilere etkisi	19
2.2.3.a.e. Asit yağmurlarının insan sağlığına olan etkisi	20
2.2.3.b. Çeşitli gazların insan ve çevresine etkileri	21
2.2.3.b.a. İnsana ve hayvana etkileri	21
2.2.3.b.b. Bitkileri etkileri	22
2.2.3.b.c. İklim etkileri	22
2.2.4. Hava kirliliğinin küresel ölçekteki etkileri ve kent yönetimi açısından alınması gereken tedbirler	23
2.3. Katı atıklar	24
2.3.1. Katı atık sınıflandırılması	24
2.3.2. Katı atık miktar ve özellikleri	25
2.3.3. Katı atıklardan kaynaklanan sorunlar ve etkileri	25
2.3.3.a. Toplum sağlığı ile ilgili etkiler	26
2.3.3.b. Yangın ve patlamalar	26
2.3.3.c. Katı atıklardan gaz çıkışı	26
2.3.3.d. Sızıntı suyu	27
2.3.4. Katı atıkların toplanması ve taşınması	27
2.3.5. Katı atık bertaraf ve değerlendirme yöntemleri	30
2.3.5.a. Kompostlaştırma	30
2.3.5.b. Yakma	30
2.3.5.c. Piroliz	31
2.3.5.d. Düzenli depolama	32
2.3.5.e. Düzensiz depolama	33

2.3.5.f. Geri kazanma	33
2.4. Su ve atık su	33
2.4.1. Suyun önemi.....	33
2.4.2. Kirlenmemiş bir suyun özellikleri	34
2.4.2.a. Fiziksel hal.....	34
2.4.2.b. Yoğunluk ve özgül ağırlık.....	34
2.4.2.c. Özgül ısı	35
2.4.2.d. Buharlaştırma-yoğunlaşma-donma-çözünme	35
2.4.2.e. Işık geçirgenliği	35
2.4.3. İçme suyunun özellikleri.....	36
2.4.4. Su kirlenmesi ve kirleticileri	38
2.4.5. Sebeplerine göre su kirliliği	39
2.4.5.a. Tarımsal çalışmaların sebep olduğu kirlilik	39
2.4.5.b. Endüstrinin sebep olduğu kirlilik	40
2.4.5.c. Yerleşim alanlarındaki artıkların neden olduğu kirlilik	41
2.4.6. Atık sularda istenmeyen kirletici parametreler ve çevreye olan etkileri	41
2.4.7. Yüzeysel sularının kirlenmesi	44
2.4.8. Yeraltı sularının kirlenmesi.....	45
2.4.9. Atık suların uzaklaştırılması ve arıtılması	45
2.4.9.a. Atık suların arıtılmasında kullanılan temel işlemler ve tasfiye usulleri	46
2.4.9.b. Atık su arıtımında kullanılan başlıca temel işlem ve prosesler	46
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	48
3.1. Hava kirliliği	48
3.2. Katı atık.....	50
3.3. Su ve atık su	50
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	51
4.1. Genel bilgiler.....	51
4.2. Erzurum'daki hava kirliliği	56
4.2.1. Erzurum'da hava kirletici emisyon miktarları	56
4.2.2. Erzurum'un hava kalitesi	57
4.2.3. Meteorolojik verilerin hava kalitesi parametrelerine etkileri.....	59
4.2.4. Erzurum'da bazı meteorolojik parametrelerle hava kirliliği parametreleri arasındaki ilişkiler	59
4.3. Erzurum'daki katı atık	61
4.3.1. Genel şartlar	61
4.3.2. Toplama ve taşıma	62
4.3.3. Atıkların bertarafı	64
4.3.4. Erzurum atık miktarları.....	65
4.3.5. Atık bileşimi	67
4.4. Erzurum'daki su	69
4.4.1. Akarsular	70
4.4.2. Kaynaklar	70
4.4.3. Sondaj kuyuları.....	71
4.4.4. İçme suyu	72
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	76

5.1. Erzurum’da hava kirliliği için çözümler önerileri	76
5.1.1. Erzurum’da doğal gaz kullanımı ile hava kirliliği azalması	77
5.2. Erzurum’da katı atık sorunu için çözümler önerileri.....	78
5.2.1. Alınması gereken acil önlemler	81
5.3. Erzurum’da su ve atık su sorunu için çözümler önerileri	82
5.3.1. Erzurum kenti için önerilen içme suyu arıtım tesisleri	82
5.3.2. Atık su arıtma tesisi	85
5.4. Sonuç	88
KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİŞ	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Kar Yağışlı ve Karla Örtülü Günlerin Aylık Dağılımı.....	55
Şekil 4.2. Kirletici Kaynaklardan Çıkan Emisyon Miktarları.....	57
Şekil 4.3. SO ₂ ve Duman Konsantrasyonlarının Çeşitli Kış Sezonlarındaki Değişimi.....	58
Şekil 5.1. Doğal Gaz Kullanımının Artması İle Kirletici Miktarlarındaki Azalmalar.....	78
Şekil 5.2. Erzurum İçin Düşünülen Arıtma Tesisinin Akış Şeması	88

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Atmosferde Bulunan Gaz Halindeki Bileşiklerin Sınıflandırılması.....	16
Çizelge 2.2. İçme Suyu Standartları	37
Çizelge 4.1. Rüzgar Yönü, Esme Sayısı, Esme Yüzdesi	53
Çizelge 4.2. Erzurum'daki Aylık Sis ve Nem Oranı	53
Çizelge 4.3. Erzurum Sıcaklık Verileri.....	54
Çizelge 4.4. Aylara Göre Toplam Yağış.....	54
Çizelge 4.5. Türkiye'de Kullanılan Emisyon Faktörlerine Göre Erzurum'da Çeşitli Kaynaklardan Oluşan Hava Kirletici Miktarları	56
Çizelge 4.6. 1989–1995 Yılları Arasındaki PM ve Diğer Verilerin Ortalama Değeri ve Standart Sapması	59
Çizelge 4.7. 1989–1995 Yılları Arasındaki SO ₂ ve Diğer Verilerin Ortalama Değeri ve Standart Sapması	60
Çizelge 4.8. SO ₂ 'nin Diğer Parametrelerle İlişkisi.....	60
Çizelge 4.9. PM'nin Diğer Parametrelerle İlişkisi.....	61
Çizelge 4.10. Atık Tipine Göre, Kış 1999, İlkbahar 2000, Sonbahar 2000'de Gerçekleştirilen Tartım Analizi Sonuçları	65
Çizelge 4.11. Belediyelere Göre Evsel Atıklar İçin Kış 1999, İlkbahar 2000, Sonbahar 2000'de Gerçekleştirilen Tartım Analizi Sonuçları	66
Çizelge 4.12. Tartılan Miktarına Göre Birim Atık Üretim Değerleri.....	67
Çizelge 4.13. Toplam Üretilen Atık Miktarına Göre Birim Atık Üretim Değerleri.....	67
Çizelge 4.14. Erzurum'un Atık Bileşimi	68
Çizelge 4.15. 13.10.2004 Tarihli Analiz Sonuçları	71
Çizelge 4.16. Erzurum'un 2002- 2037 Yılı İçme Suyu Durumu	73
Çizelge 4.17. Aylara Göre Üretilen Su Miktarları.....	73

1. GİRİŞ

Çevre sorunları, insanların oluşturduğu çevrenin, doğal çevreye olan olumsuz etkileridir. Çevre sorunları denilince akla ilk olarak çevre kirliliği gelir. Tabiatta çevre şartları ile canlılar arasında kolayca bozulmayan bir ekolojik denge vardır. İnsan, hayvan ve bitkiler yaşamlarını bu dengenin değişmeden devam etmesi sayesinde sürdürebilmektedir. Bu doğal dengenin herhangi bir nedenle bozulması durumunda insan, hayvan ve bitki arasındaki hayat zinciri kırılmakta ve sonuçta çevre kirliliği ortaya çıkmaktadır.

Genel olarak kirlenme tabiatın temizlenme gücünün üstünde olan yüklerin çevrede meydana getirdiği birikimler olarak tanımlanmakta ve biriken madde veya madde gruplarının niteliğine göre kirliliğin etkisi de değişik olmaktadır. Daha değişik bir tarzda söylersek çevre kirliliğinin oluşmasına neden olan temel neden, doğanın insan etkileri ile ortaya çıkan atıkları kendiliğinden giderme yeteneğini aşmasıdır. İçinde bulunduğumuz yüzyıl birçok teknolojik yararları insanlara sunarken bir yandan da insanlığın ortak malı olan çevreden geri getirilmesi zor hatta mümkün olmayan varlıkları da alıp götürmektedir. En çok karşılaşılan çevre sorunları, hava, su ve toprak kirliliği, tarımda aşırı kullanılan kimyasal maddeler, sulama sistemlerinin yarattığı akarsu ve göl kirlenmesi, ormanların ve yabani hayvan sayısının azalması, erozyon, nükleer enerji atıkları, kıyılarıdaki yanlış arazi kullanımı gibi olaylardır.

Çevre kirliliği, günümüzde hızla artan ve içindekilerle birlikte gezegenimizi tehdit eden en büyük tehlikelerin başında yer almaktadır. Özellikle, 1970’li yıllardan itibaren fark edilmeye başlayan ve giderek artan bir yoğunlukta tabiatı ve insanlığı tehdit eder hale gelen “Çevre Kirliliğinin” en ciddi yanı, tabiattaki şaşmaz ölçüler ve muhteşem bir mühendislik şaheseri olarak dizayn edilen “ekolojik denge” üzerine yaptığı olumsuz etkilerdir. Bu etkiler şüphesiz insanla birlikte başlamış, insanoğlunun daha çok refah, daha çok lüks uğruna, ölçsüz, sınırsız ve şuursuz bir tüketim arzusu ile çağımızda kriz noktasına ulaşmış bulunmaktadır.

İhtiyaç-kullanım dengesi gözetilmeksizin ve gelecek nesilleri düşünmeden yalnızca ekonomik gücü elinde bulundurarak diğer insanlara hükmetme arzusu ile yanıp tutuşan batı kültürünün yol açtığı yığınla üretim, dünyanın pek çok yerinde pek çok insanın açlıkla mücadele etme pahasına, yığınla tüketim alışkanlıkları meydana getirmiş lüks ve israf alabildiğine tırmanmıştır. İşte bu anlayışın sonucu olarak da, aşırı ve bilinçsizce meydana getirilen sanayileşme ve çarpık kentleşmeden dolayı, hava, su ve topraklar kirlenmeye, gökten asit yağmaya, güneş kavurmaya, rüzgâr kurutmaya, toprak kurumaya ve hızla deniz ve göllere kaymaya, atmosfer görevini yapamaz olmaya, kuşlar hayvanlar yeryüzünü süsleyen ağaçlar, çiçekler ve böcekler teker teker ve hızla yok olmaya başlamış, ama insanoğlunun gözü hala doymamıştır.

Bu korkunç tüketim arzusu, yeryüzünün birçok yerinde insanlar açlıkla pençeleşirken, birçok yerinde pek çok insanın doğal kaynakları bilinçsizce israf etmesini sağlamakta, tabiattaki doğal dengeye paralel olarak, yeryüzündeki huzur ve barış ortamı da süratle bozulmakta ve dünyamızı telafisi imkansız çok büyük ve global felaketlerin eşğine sürüklemektedir. İşte günümüzdeki “Çevre Sorunları”nın temelinde yatan en önemli neden, çözümü insanın kendi ruhunda yatan bu “ruh dejenerasyonu” dur.

Şu halde, çevre sorunlarına çözüm ararken, bu husus hiçbir zaman göz ardı edilmemeli, beşikten mezara kadar, sürekli, dengeli, ruh ve beden temizliğini beraber ve ayrılmaz olarak mütalaa eden fikri yaklaşımlarla meseleye çare aranmalıdır. Bu anlayış ve temel yaklaşımın ışığı altında, eğitim, sağlık, ekonomi ve çevre politikaları yeniden gözden geçirilmeli, “sürekli ve dengeli kalkınma–sürdürülebilir kalkınma” olarak ifade edilen ilkeler çerçevesinde milletimizin gerçek ihtiyaçları doğrultusunda tarih, kültür, inanç, örf ve adetlerimizle çatışmayan “milli çevre politikaları” belirlenmeli ve uygulanmalıdır.

Her sorunun çözümünde olduğu gibi, çevre sorunlarının çözümünü de, bilim ve teknoloji kullanmak kaydı ile yine, kendi içimizde, inançlarımızda, gelenek ve göreneklerimizde, “temizliği imandan sayan”, “yaş kesen baş keser” diyen ve “kıyamet saatinde bile ağaç dikmeyi” emreden kendi öz kültürümüzde aramalıyız.

Şu halde çevre sorunlarına yol açan sebeplerin başında insanların davranışlarını gösterebiliriz. Çevre bilicinin bu konuda yetersiz olması nedeniyle, insanların bilerek ya da bilmeyerek, doğal kaynakları yanlış kullanmaları çok önemli sorunlara neden olmaktadır.

Çevre kirliliği sorunu özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sorunu olmakla birlikte, bu sorunlarının uluslararası boyut kazanması nedeniyle gelişmemiş ülkeler de çevre kirliliği ile yüz yüzedirler. Çevre sorunları bazen bir bölge veya bir ülkeyi kapsayabildiği gibi bazen de uluslar arası boyut kazanmaktadır. Tüm insanlığı tehdit eden uluslararası çevre sorunları olarak; küresel ısınma ve iklimlerin değişmesi, asit yağmurları, ozon tabakasının incilmesi, radyoaktif kirlenme ve hızlı nüfus artışı verilebilir. Bölgesel çevre sorunları ise, daha çok ortaya çıktıkları bölgedeki ekosistemleri ve doğayı tehdit eden sorunlardır. Bu tez çalışmasının da konusunu oluşturan mahallî çevre sorunlarına gelince, bunlar daha çok ortaya çıktıkları yerleri tehdit eden sorunlar olup başlıcaları; hava kirliliği, su kirliliği, katı atıklar, çarpık kentleşme ve sanayi atıkları bu sorunların başlıcalarını oluşturmaktadır.

Çevrenin sorunlarının önlenmesi konusunda Çevre Kanuna dayalı olarak ilgili yönetmelikler çıkarılmış ve şu anda bu yönetmelikler AB uyum sürecinde yeniden gözden geçirilmekte ve eksik kalan konularda yeni yönetmelikler hazırlanmaktadır. Bu yönetmeliklerden önemli bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
- Gürültü Kontrol Yönetmeliği
- Zararlı Kimyasal Madde ve Ürünlerin Kontrolü Yönetmeliği
- Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
- Çevre Denetimi Yönetmeliği
- Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği
- Çevre Düzeni Planlarının Yapılması Esaslarına Dair Yönetmelik
- Çevre Kirliliğini Önleme Fonu Yönetmeliği

- Çevre Sağlığı Denetimi ve Denetçileri Hakkında Yönetmelik

Erzurum'da çevre sorunları ve çözüm önerilerinin inceleneceği bu tez çalışmasında çevre sorunlarının çıkış sebepleri hakkında bilgi verilmiş ve başlıca çevre sorunları olarak; Hava kirliliği, Su kirliliği, Katı atıklar seçilmiş, bu sorunların şu anki boyutları ortaya konulmuş ve muhtemel çözüm önerileri tartışılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Çevre sorunlarının ortaya çıkışı ve başlıca nedenleri

2.1.1. Hızlı nüfus artışı

Çevre sorunlarının ortaya çıkmasında etkili olan önemli faktörlerden birisi nüfus artışıdır. Ülkeler arasındaki nüfus artış hızı farklı olsa bile dünya nüfusunun hızla arttığı bilinen bir gerçektir. Nüfus artışına zamanında yeterli tedbir alamayan ülkelerde çok yönlü sorunlar yaşanmaktadır. Özellikle eğitim ile ilgili tedbirlerin yetersizliği çevre sorunları bakımından oldukça ilginç sonuçlara sebep olmaktadır.

Nüfusun hızlı artması hızlı kentleşmeyi oluşturmaktadır. Nüfus artış oranı kırsal kesimlerde daha fazladır. Özellikle az gelişmiş ülkelerde kırsal kesimlerin iş bulma imkânlarının zorluğu nedeni ile kente göç artmaktadır. Bunu sonucu şehir hayatı olumsuz yönde etkilenmekte gecekondulaşma ve altyapı yetersizlikleri kendini göstermektedir. Sonuç olarak da konut, ulaşım, elektrik, havagazı, içme suyu ve kanalizasyon gibi temel altyapı tesisleri eksikliği ve yanlış kentleşmeden kaynaklanan hava ve su kirlenmeleri, katı atıklar sorunu ve gürültü oluşmaktadır.

2.1.2. Düzensiz kentleşme

Çevrenin kirlenmesi ile ilgili problemlerden pek çoğu insanların köy ve kasabaları terk ederek şehirlere yerleşmesi ve şehir nüfuslarının ani olarak artması sonucunda meydana çıkmıştır. Şehirlere doğru olan bu akıma gelişen sanayi ile kazanç imkânlarının artması ve şehir civarındaki banliyölerden gidip gelişin çok kolaylaşması sebep olmuştur. 1920'de dünya nüfusunun sadece %14'ü şehirlerde yaşıyordu. Bu nispet 1940'ta %19'a, 1960'ta %25'e yükselmiştir. Ülkemizde ise nüfusun yaklaşık yarısı şehirlerde yaşamaktadır.

Şehir nüfusunun bu şekilde artması sonucu meydana gelen sosyal değişimler büyük şehirlerimizde suyun ve havanın kirlenmesi problemlerini karşımıza çıkarmıştır. Ayrıca kalabalık yaşamın verdiği fiziksel rahatsızlık ve gürültü de yine toplum sağlığı problemlerini ortaya çıkarmıştır. Diğer taraftan gecekondu bölgeleri ile çok kalabalık mahallelerdeki insan hayatı için lüzumlu olan tabii değerler genellikle bozulmuş, zemin ve yeraltı suları kirlenmiştir.

Çevre sorunlarının en şiddetli şekilde yaşayan kesim kuşkusuz yoğun nüfusun barındırdığı ve sanayi kuruluşları bakımından zengin kentlerin insanlarıdır. Ülkemizde genel olarak artan nüfus yanında kırsal alandan kentlere doğru olan nüfus akışı belirgin bir şekilde sürüp gitmektedir. Öte yandan son yıllarda hızlanan toplu konut inşaatları yeni yerleşim alanlarının açılmasına yol açmaktadır. Böylelikle kentler hızla genişlemekte ve bir yanda gecekondu mahalleleri diğer yanda büyük ve çok katlı yapılar, geniş yollar ve sanayi kuruluşları ile belirgin bir değişime uğramaktadır. Kentlerde bu gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan çeşitli sorunlardan biri de doğal ortamlar üzerindeki baskının artmasıdır. Doğal ortamlar üzerindeki baskı gerek doğal alanların yapılarla örtülmesi ve gerekse ortam kirlenmesinin zararlı etkilerine bağlı olarak ortaya çıkmakta ve dolayısıyla giderek yoğunluk kazanan yapay bir yaşama ortamının oluşmasına yol açmaktadır. Oysa insan soluduğu hava, içtiği su, aldığı hayvansal ve bitkisel besinlerle doğaya bağımlı bir varlıktır. Bu bakımdan diğer canlılar gibi doğa ile dengeli bir etkileşim içinde olması gerekir. İşte bu sebeptendir ki insan yaşama ortamını kendi istekleri yönünde değiştirirken doğadan kopmamaya ve doğa ile karşılıklı ilişkilerinin sınırını korumaya özen göstermek zorundadır. Doğal ortamlar içinde ormanlar çeşitli işlevleri yanında insanların beden ve ruh sağlığı üzerinde olumlu etkiler yapmaları sebebi ile büyük bir öneme sahiptir. Öte yandan diğer ekolojik sistemlerin korunması ve işlevlerini sürdürebilmesi de büyük ölçüde ormanlara bağımlı olarak gerçekleşmektedir. Dolayısıyla ormanların yok edilmesi tüm canlıların hayatını olumsuz olarak etkileyen bir tehlike olarak görülmektedir. İnsan ve diğer canlıların buldukları ortamda hayatı etkileyen doğal ekolojik koşullar, iklim, hava ve toprağın nem ekonomisi ve rüzgar gibi özelliklerdir.

Düzensiz kentleşme sonucunda insan hayatı için gerekli olan tabii değerler bozularak sakıncalar ortaya çıkarmıştır. Sağlık şartları gayri sıhhi konutlar inşa edilmiş, evlere güneş ve temiz hava girmez olmuştur. İnsanların sürekli içinde bulunduğu ortamlar yaşanmaz hal almıştır. Sağlıklı ortamların oluşturulması için planlı ve programlı kentleşmeye gidilmelidir. Konutlar yapılırken sadece barınma amacı göz önünde bulundurulmamalı bununla birlikte yaşamaya elverişli ideal kentler inşa edilmelidir.

2.1.3. Sanayileşme

Çevre sorunlarının ortaya çıkmasının temel sebeplerinden birisi de sanayileşmedir. Sanayileşme şehirleşme ve buna bağlı sorunların da kaynağını teşkil etmektedir. Dünyadaki gelişmelerin sonucu olarak sanayileşme çabaları çevreyi ve o çevredeki insanları değişik yönlerden etkilemektedir. Sanayileşmenin etkisi her ülkede ortak özellikler taşımakla beraber bazı farklılıklar göstermektedir.

Ülkemizde ise 1970’li yıllardan itibaren tarım toplumundan sanayi toplumuna geçilmeye başlanmış ve bu alanda önemli gelişmeler sağlanmıştır. Sanayileşme kalkınmanın bir göstergesi olup altyapı gerektirir. Sanayileşmenin altyapısı hazır olmadığı takdirde çevre sorunları ciddi boyutlara ulaşabilmekte ve toplum bu hususta tehdit altında kalmaktadır.

Türkiye çağdaş uygarlık seviyesinin üzerine çıkma ülküsü ile kalkınma çabalarında sanayileşmeye ağırlık veren bir ülkedir. Ancak ülkemizdeki sanayileşme politikasının getirdiği yeni sorunlar ortaya çıkmıştır. Kuruluş yeri seçimi konusunda gerekli hassasiyetin gösterilmediği sanayi tesisleri buldukları çevrede hayatı çekilmez kılmaktadır. Ayrıca büyük sanayi tesislerinin bazı ülkelerde yaşanmış, unutulmaz sonuçlarını da dikkate almak gerekir. 1950’li yıllarda yaşanan Londra’daki hava kirliliği ile 3 Aralık 1984’te Bhopal’daki 2500 kişinin ölümüne sebep olan “methlisolyanat” adlı zehirli maddenin sebep olduğu facia ve Çernobil gerçeği unutulmamalıdır. Ülkemizde ise sanayi atıkları ve diğer sebeplerle büyük şehirlerimizdeki hava kirliliği (Ankara, Bursa ve Erzurum gibi) körfez kirliliği ve akarsu (Ergene ve Porsuk Çayları gibi) göl ve

deniz kirlenmesi ile ilgili örnekleri çoğaltmak mümkündür. Yapılması gereken “sanayileşmenin” bütün olarak ele alınmasıdır. Üretim öncesi ve sonrasında karşılaşılması muhtemel sorunlar için gerekli tedbirler alınmalıdır. Bir toplum kanseri halinde yaşanan çevre bunalımı sanayileşme ile ilgili yeni yaklaşımları gündeme getirmektedir. Özellikle teknolojinin yanlış veya tutarlı kullanılmamasının sebep olduğu sorunlara karşı duyarlı olmak gerekmektedir.

Sanayi kuruluşları başlıca üç yoldan çevre kirliliğine neden olmaktadır.

- a) Atık sular: Proseste çeşitli amaçlarla kullanılan atık suların doğrudan ya da yeterli arıtıma tabi tutulmadan alıcı ortama verilmesi
- b) Baca gazları: Baca gazı emisyonlarının gerekli filtrasyon ve arıtmadan geçirilmeden atmosfere verilmesi
- c) Katı atık ve artıklar: Proses sonrası ortaya çıkan katı atık artık ve arıtma çamurlarının çevredeki arazilere veya çöp alanlarına verilmek sureti ile bertaraf edilmesidir.

Diğer taraftan sanayileşmeye paralel olarak ortaya çıkan şehirleşme, yapılaşma ile birlikte yol yapımı, altyapı yatırımların ve yeni yeşil alan düzenlemeleri gibi tamamlayıcı kullanımları da beraberinde getirmekte, yapılaşmanın ve bu kullanımların plansız ve kontrolsüz gelişimi sonucu

—Ulaşımdan, iş makinelerinden, sanayilerden ve insan faaliyetlerinden kaynaklanan gürültü kirliliği

—Isınmadan, sanayilerden ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan NO_x, CO, SO_x, CO₂ ve kurşun gibi gaz emisyonlarının sebep olduğu ve kendini hava kirliliği ve asit yağmurları olarak gösteren çevresel kirlilik

—Gecekondulaşma, imarsız gelişme, kontrolsüz büyüme ve aşırı yoğunlaşma neticesine yeşil alanların, orman alanlarının, tarım topraklarının vb. diğer doğal kaynakların işgali sonucu ortaya çıkan çevresel tahribat

- Tarihi kentlerde, eski kent dokusu ile yeni kent dokusunun iç içe olması sonucunda gerek görsel kirlilik gerekse teknik altyapı yetersizliği nedeni ile çeşitli çevresel olumsuzluklar
- Evsel, endüstriyel ve tarımsal kullanımdan kaynaklanan ve katı/sıvı atıkların sebep olduğu su ve toprak kirliliği
- Spekülatif baskılar ve yanlış idari kararlar sonucu su ve enerji temini kanalizasyon ve arıtma sistemlerinin yetersizlikleri ile kendini gösteren kentsel teknik altyapı problemleri
- Ulaşım ağlarının toplu taşıt imkânlarının ve altyapının yetersizliğinden kaynaklanan ulaşım problemleri
- Sanayi yer seçiminde çevresel kriterlerin dikkate alınmaması sonucu sanayi ve konut alanlarının iç içe bulunması problemi ortaya çıkmaktadır.

2.1.4. Turizm

Turizmin temel ögesi olan insan hayatı boyunca doğal ve fiziksel çevre ile zorunlu ve sürekli bir ilişki içindedir. Bu ilişki aslında insanoğlunun daha iyi ve sağlıklı yaşamasının önkoşuludur.

21. yüzyılda dünyadaki hızlı nüfus artışı, sanayileşme, kentleşme ve gelişen teknoloji ile doğal ve fiziksel kaynaklardan aşırı derecede yararlanılması sebebi ile yeryüzünde kullanılmayan alanların sayısı gün geçtikçe azalmaktadır.

Bunun sonucu olarak insanlar su, toprak, orman, nehir, göl, deniz ve hava gibi insan için hayati önem arz eden turizmin hammaddelerini oluşturan sanayileşme için zorunlu olan doğal ve fiziksel çevre unsurlarının sürekli bir şekilde kirlenmesine ve tahribine yol açmışlardır.

Uluslararası turizmde gerek sayısal-gerekse değer ölçüleri bakımından bu sürekli ve hızlı büyümeyi sağlayan temel öge doğadır. Çünkü turizmin en önemli kaynak kullanım alanı doğal varlıklardır. İlk çağlardan beri insanların seyahatlerinde önemli bir çekim

ögesi olan doğal varlıklar örneğın; yaşadığımız çevre, yaralandığımız iklim, termal kaynaklar, kullandığımız yüzdüğümüz nehir, göl ve denizler, üstün kaynak değerine sahip milli parklar, ormanlar, doğal peyzaj güzellikleri olan akarsular, şelaleler, dağlar, vadiler ve yaylalar, doğadaki vahşi yaşamı simgeleyen yaban hayvan topluluklarının, kuş ve memeli hayvan türleri; jeolojik yapı olarak doğal harikalar turizmin hammaddelerini oluştururlar.

Ancak; günümüz dünyasında hızla artan nüfus, sağlıksız sanayileşme, düzensiz kentleşme, gürültü ve trafik kargaşasının ortaya çıkardığı sorunlar, nehir, göl ve denizlerin ev ve endüstri atıkları ile kirletilmesi, ormanların tahribi, yerel halkın doğal ve kültürel varlıklara karşı olumsuz değer yargıları, doğal ve fiziksel çevrenin özelliklerini kaybetmesine ve sonuçta tamamen yok olmasına sebep olmaktadır. Makro düzeyde tüm bu çevre sorunları hem halk sağlığına hem de turist çeken gelişmekte olan ülkelere yönelik aktif dış turizm hareketlerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Turizm-doğal çevre ilişkileri; öncelikle turizmin sağladığı ekonomik değerlere karşılık turistik kentleşme nüfus yoğunluğu doğanın aşırı tahribi, çevre kirlenmesi gibi yarattığı sorunlarla daha da belirgin bir durum arz etmektedir. Turizmin kırsal bölgeleri kentleşmesini hızlandırdığı bir zamanlar işlenen toprakları sürülmeyen topraklar haline getirdiği ve yöre halkının toprağa dayalı saygınlık simgelerini ortadan kaldırdığı ileri sürülmektedir.

Türkiye'nin turizm-doğal çevre ilişkileri ve sorunlarını dünyada bu konuda karşılaşılan sorunlardan dışlamak oldukça güçtür. Turizm sektörü açısından gelişmekte olan ülkemizde turizm-doğal çevre ilişkileri konusunda ortaya çıkan sorunları yine turizmde çözümlenmek mümkündür. Bunun için doğal, fiziksel ve tarihi çevreye yönelik akılcı bir "turizm politikası ve planlaması" uygulamak gerçekçi bir yol olacaktır. Bunun için turizm-doğal çevre ilişkileri konusunda çok duyarlı olmak ve turizm yatırımlarını geliştirirken doğal çevreye zarar vermekten ısrarla kaçınmak gerekir.

Ülkemizde yatak sayısındaki artış memnuniyet verici bir olaydır. Ancak, turistik belgeli yatak sayısını arttırırken, değeri para ile ölçülmeyen ve yerine yenisi konulamayan doğal çevreyi kaybetmek, ekonominin ilkelerine ters düşer. Özellikle, İspanya örneğinin olumsuz gelişmesi gözlemlendiği halde, Fethiye-Köyceğiz-Dalyan sahil bandı beton yığınları ile kaplanmış durumdadır. Kanaatimizce bu durum kısa vadede turizmin gelişmesini yavaşlatmasa da, uzun vadede, hem doğanın korunması, hem de turizmin gelişmesi açısından telafisi mümkün olmayan sonuçlar doğurabilecektir.

Bu konuda en akılcı yol; bir yandan doğal ve fiziksel çevrenin, diğer yandan yörede yer alan yerleşim alanlarının otantik özelliklerini bozmadan, konaklama tesislerinin sayısını arttırmaktır. Bunun için yerel yönetimlerin yetkileri, merkezi yönetimin yatırımları, planlanması doğrultusunda motive edilmeli ve eşgüdüm sağlanmalıdır. Böyle bir uygulama; aynı zamanda yörede yaşayan canlılar ve yaban hayatı için de önem taşımaktadır.

2.1.5. Trafik ve çevre

Trafik konusunun bir çevre envanter çalışması içinde yer alması, bu açıdan yeni bir yaklaşımdır ve ülkemizde çevre kavramının geniş bir görüşle ele alınmasının başlangıcıdır. Bu kapsam içinde trafik, bir şehir ve kasabanın ulaşım konuları kadar kara, hava ve denizde insan ve mal taşımının, insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkileri ile toplumsal maliyetini oluşturan bütün unsurların toplamı olarak anlaşılmalıdır.

Trafik ve ulaşım, insanların ve taşıtların mekânda hareket etmelerini anlatan kavramlardır. Bu nitelikleri ile insan çevresi ile doğrudan doğruya ilgilidir. Şehirleşmenin hızlanması, şehirlerin büyümesi ile birlikte, insan ve taşıt geliş ve gidişinin yoğunluğu da artar. Yerleşim alanlarında düzenli bir trafiğin sağlanamaması şehir ve kasabalar açısından bazı sorunlar da yaratır. Trafikin yarattığı sorunlar ana başlıklar olarak şehir ve kasabalardaki trafik tıkanıklıkları, trafik kazaları ve trafiğin çevreye olumsuz etkileri olarak gruplandırılabilir.

2.1.5.a. Trafiğin insan ve çevresine etkileri

1-Kazalar

- Kaza sayıları ve ölümler
- Kazaların sebepleri
- Kazaların sonuçları
- Kazaların yöresel nitelikleri

2-Arazi kullanımı

3-Manzara ve estetik

4-Hava kirliliği

5-Gürültü

Dünyayı ve ülkemizi tehdit eden (global, bölgesel ve mahalli) bazı önemli çevre sorunları aşağıda genel olarak açıklanmaktadır.

2.2. Hava Kirliliği

Saf hava, başta azot ve oksijen olmak üzere argon, karbondioksit, su buharı, neon, helyum, metan, kripton, hidrojen, azot monoksit, karbon monoksit, ksenon, ozon, amonyak ve azotdioksit gazlarının karışımından meydana gelmiştir (İncecik 1994).

Hava kirliliğinin değişik tanımları bulunmakla birlikte genel anlamda, atmosferde gaz, sıvı veya katı şeklindeki yabancı maddelerin, canlı sağlığına ve yeryüzünün ekolojik dengesine zarar verecek konsantrasyon ve sürede bulunması olarak tanımlanır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre hava kirliliği; “Canlıların sağlığını olumsuz yönden etkileyen veya maddi zararlar meydana getiren havadaki yabancı maddelerin, normalin üzerindeki yoğunluğudur.” Normal şartlarda atmosferin alt tabakasında kuru havanın bileşimi hacim olarak %78.09 Azot (N₂), %20.95 Oksijen (O₂), %0.93 Argon (Ar) ve %0.03 Karbondioksit (CO₂) ve diğer gazlardır (Hill and Petrucci 1996). Doğal yolla veya insan kökenli kaynaklardan çıkan kirleticiler bu dengeyi bozarak canlılara zarar vermeye başlamaktadır. Yüksek konsantrasyondaki kirleticilerin kısa süre veya düşük

konsantrasyondaki kirleticilerin uzun süre atmosferde kalması da zararlı olabilmektedir. Ayrıca alıcılar da etkilenme açısından değişiklikler göstermektedir. Kirleticilerin, hangi miktarının zararlı olduğu gerek uluslararası kuruluşlar, gerekse çeşitli ülkeler tarafından “Hava Kirliliği Standartları” ile tespit edilmektedir (Toros 2000).

2.2.1. Hava kirliliği kaynakları

Hava kirliliği doğal veya insan kökenli kaynaklardan gaz, toz veya sıvı halde atmosfere atılan maddelerin doğrudan veya dolaylı olarak diğer maddelerle reaksiyona girmesiyle oluşmaktadır. Doğal yollar; volkanlar, tozlar, orman yangınları, su yüzeyinden olan atımlardır. İnsan kaynaklı hava kirliliği oluşum sebepleri ise alansal kaynaklar, çizgisel kaynaklar ve noktasal kaynaklar olmak üzere olarak üç grupta toplanmaktadır.

Alansal kaynaklar grubunda en önemli hava kirliliği kaynağı konutların ısıtılmasıdır. Son yıllarda doğal gaz kullanımını hızla artmakta ve kükürt değeri az kalori değeri yüksek olan tamamen ithal veya ithal yerli kömür karışımı yakıt kullanılmaktadır. Isıtmada kullanılan diğer yakıt cinsleri de fuel-oil, motorin, kerosin, gaz ve odundur.

Çizgisel kaynaklar grubunda en önemli hava kirliliği kaynağı ulaşımdır. Yolcu ve yük taşıyan araçların getirdiği kirlilik başlıcalarıdır. Bunlar benzinli, mazotlu ve gaz tribünlü içten yanmalı motorla çalışmaktadırlar. Bu kaynaklardan yanma sonucu Karbonmonoksit (CO), Azotoksitler (NO_x), Kükürtoksitler (SO_x), Hidrokarbonlar (HC) ve Partikül Madde (PM) kirletici olarak atmosfere yayılmaktadır (Şen 1996).

Karbonmonoksit, hidrokarbon ve azotoksitler bakımından en yüksek emisyonlar araçlar tarafından oluşturulmaktadır. Örneğin, karbonmonoksit üreten başlıca kirletici kaynaklar arasında motorlu araçlar %66 ile birinci sırada yer almaktadır. Motorlu araçlar %12 ile en yüksek hidrokarbon emisyonuna ve %6 ile de en yüksek azotoksit emisyonuna sahip bulunmaktadır. Bunlardan başka özellikle benzinli otomobillerin sebep olduğu kurşun, arsenik ve aldehitler motorlu araç emisyonları içerisinde ön plandadır (İncecik *et al.* 1994).

Noktasal kaynaklar grubunda en önemli hava kirliliği kaynağı fabrikalar, sanayi ve enerji santralleridir. Bu işletmelerde üretim yapmak için gerekli olan enerjiyi sağlamak için kullanılan yakıttan atmosfere kirletici çıkmaktadır. Ayrıca noktasal olarak katı atıkların fırınlarda ve açık arazide yanması sonucu kirlenme oluşmaktadır. Yine benzin, boya maddeleri ve kuru temizleme çözeltileri gibi organik maddelerin buharlaşmasından noktasal olarak kirlilik meydana gelmektedir.

2.2.2. Hava kirleticileri

Kirleticiler atmosferde yer alış durumlarına göre birincil ve ikincil kirleticiler şeklinde iki temel sınıfta toplanırlar. Birincil kirleticiler kaynaktan atmosfere doğrudan neşredilen kirleticilerdir. İkincil kirleticiler ise atmosferde bulunan doğal bileşenler ile birincil kirleticiler ve atmosferik özellikler yardımıyla meydana gelen kimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşan kirleticilerdir.

Hava kirliliğinde, önem ve kaynak açısından beş önemli birincil kirletici mevcuttur. Bunlar tüm kirleticilerin yaklaşık %90'nını teşkil ederler. Önemli birincil kirleticiler;

1. Karbon monoksit (CO)
2. Kükürt oksitler (SO_x)
3. Azot oksitler (NO_x)
4. Asılı Parçacıklar (PM)
5. Hidrokarbonlar (HC)

İlk birincil kirletici karbon monoksittir. Karbon monoksit renksiz, kokusuz ve tatsız bir gaz olup karbon içeren yakıtların yanması ile ortaya çıkar. Kararlı bir gaz olan karbon monoksitin atmosferde kalıcılık süresi iki aydan fazladır. Bütün dünyada CO emisyonu yılda toplam 232 milyon ton olduğu göz önüne alındığında, bu miktarın dünya atmosferi için yarattığı sorun daha da belirgin olmaktadır. Dünyadaki CO emisyonunun yaklaşık olarak %70'inden fazlası ulaşım sektöründen gelmektedir. Ayrıca bütün dünyada

karbon monoksit oluşumunun aşağı atmosferde kalması halinde ise, bu kararlı gazın her yıl 0.03 ppm artacağı hesaplanmaktadır (İncecik 1994).

İkinci birincil kirletici kükürt oksitlerdir. Kükürt oksitlerin çoğunluğu sabit kaynaklarda fosil yakıtların yanması sonucunda meydana gelirler. Fosil yakıtlar (petrol, kömür vd.) %0.5 ila %6 arasında kükürt içerirler. Petrol ve kömür gibi fosil yakıtların yanması sonucunda kükürt yoğunlukla SO₂ şeklinde atmosfere yayılır. Kükürt dioksit yanıcı olmayan renksiz bir gazdır. Yarılanma hızı 24 saat olup atmosferde kalıcılık süresi 40 günü bulmaktadır. Atmosfere atılan kükürt oksit emisyon miktarının büyük çoğunluğunu insan etkinlikleri oluşturmaktadır. SO₂'nin dönüşüm reaksiyonları katalitik ve fotokimyasal olarak iki şekilde meydana gelmektedir. Katalitik oksidasyonlar yüksek nem ve partikül konsantrasyonunda meydana gelen oksidasyonlardır (Bufalini 1971). Temiz havada, homojen reaksiyonlar yoluyla SO₂ çok yavaş olarak SO₃'e oksitlenir. Eğer su varsa hızlı olarak sülfürik aside dönüşür (Akman 2000).

SO₂'nin katalitik oksitlenmesinde SO₂'nin oksitlenme oranı enerji santrallerinin baca gazlarında temiz havaya göre 10 ila 100 kat daha fazla görülmüştür (Gartell *et al.* 1963). Demir, magnezyum, kalsiyum ve sülfat iyonlarının varlığında SO₂ su damlaları içinde çözünür ve çabukça oksidize olarak sülfürik aside dönüşür. Bu reaksiyonda demir, magnezyum, kalsiyum ve sülfat iyonları katalizör görevindedir.

Bütün dünyaya neşrolunan SO₂ emisyonları ise dünya SO₂ konsantrasyonunu her yıl 0.006 ppm arttırmaktadır. Buna karşılık tüm asit ve sülfatlar yağış yolu ile ancak 43 günlük bir süre içerisinde atmosferden uzaklaştırılmaktadır (İncecik 1994).

Üçüncü birincil kirletici azot oksitlerdir. Azot oksitlerin ana kaynağı motorlu araçlar ve enerji üretim istasyonlarıdır. Doğal kaynaklarından birisi topraktaki organik çürümelerdir. NO_x'in doğal kaynakları arasında orman yangınları, yıldırım ve topraktaki mikrobiyolojik işlemler vardır. NO_x'in çoğu NO olarak yanma sonucu ortaya çıkar. Hava kirliliği bakımından önemli olan azot oksitler ise NO (azot monoksit) ile NO₂

(azot dioksit) dir. Azot monoksit (NO) renksiz ve kokusuz, oldukça zararsız bir gazdır. Azot dioksit oksitlendiği zaman sarı kahverengi keskin kokulu ve zararlı bir gaz haline gelmektedir. NO ve NO₂ şeklindeki atmosferik konsantrasyonların birleşik değeri NO_x ile temsil edilmektedir. Atmosferde kalıcılık süresi yaklaşık 1 gündür (Seinfeld 1975; Beyer 1993; Buffle and Leeuwen 1992).

Dördüncü birincil kirletici asılı parçacıklardır. Asılı parçacıklar atmosferde standart şartlarda katı ya da sıvı olarak bulunan çapları 0.1µm ila 100 µm arasında değişen maddelerdir (İncecik 1994). Asılı parçacıkların ana kaynaklarını esas olarak çimento fabrikaları, metal endüstrisi ile araçlar oluşturur. Asılı parçacıkların en büyük doğal kaynağı volkanlardır. Çizelge 2.1’de kirleticilerin sınıflandırılması, birincil ve ikincil kirleticiler ve kaynakları verilmiştir.

Çizelge 2.1. Atmosferde Bulunan Gaz Halindeki Bileşiklerin Sınıflandırılması (Seinfeld 1975)

SINIF	Birincil Kirleticiler	İkincil Kirleticiler	Kaynaklar
Kükürt içeren bileşikler	SO ₂ , H ₂ S	SO ₃ , H ₂ SO ₄ , MSO ₄	Kükürt içeren yakacakların yanmasından
Azot içeren Bileşikler	NO, NH ₃	NO ₂ , MNO ₃	Yüksek sıcaklıkta yanma süresince
Karbon içeren bileşikler	C ₁ -C ₅	Aldehitler, Ketonlar, Asitler	N ₂ ve O ₂ karışımı yakıtların yanması petrolün rafinesi
CO ve CO ₂ bileşikleri	CO, CO ₂	----	Yanma
Halojen bileşikler	HF, HCL	----	Metalürjik işlemler sonucu

Beşinci birincil kirletici hidrokarbonlardır. Hidrokarbonlar, hidrojen ve karbondan oluşan bileşiklerdir. Hidrokarbonlar, daha çok petrol ürünlerinin yanmasından veya endüstriyel çözücülerden meydana gelmektedir. İnsan kaynaklı emisyonlar dünya genelinde 100 milyon ton olarak tahmin edilmektedir. Ancak, insan kaynaklı emisyonların doğal kaynakların 1/20’ sini oluşturulduğu düşünülmektedir (Stern 1977). Ayrıca, doymamış hidrokarbonlar ve aromatiklerin smog (Smoke+Fog) olayının

meydana gelmesinde büyük önemi vardır. Hidrokarbonların atmosferde kalıcılık süresi tam olarak bilinmemekle beraber hidrokarbonların önemli bir kısmını oluşturan metanın ömrü 0.94 yıl olarak tahmin edilmektedir (İncecik 1994). Etilenin bitki büyümesini durdurduğu bilinmektedir. Katran, zift gibi sıvı-katı fazlarda olan yanmamış hidrokarbonlar ise kanser yapıcı etkileri vardır (Okutan 1993).

2.2.3. Hava kirliliğinin insan ve çevresine etkileri

Hava kirliliği oluşturan ve çeşitli kaynaklardan atmosfere ulaşan başta SO₂ olmak üzere NO_x ve CO gibi gazların zararları kendisini iki şekilde belli eder.

—Özellikle ve belli koşullar altında oluşturdukları “asit yağmurları”nın zararları

—Doğrudan söz konusu zararlı gazları soluyan canlıların bünyelerinde meydana gelen zararlar

2.2.3.a. Asit yağmurlarının insan sağlığına ve çevreye olan etkileri

Asit yağmurları, kendini çeşitli ortam ve canlılar üzerinde aşağıda verilen zararlar ile belli eder.

2.2.3.a.a. Asit yağmurlarının toprağa etkisi

Asit yağışları, toprağın kimyasal yapısı ve biyolojik koşulları üzerinde etkide bulunarak, bu topraklar üzerinde yetişen bitkilere zararlı olmaktadır. Toprağa erişen sülfürik asit, toprağın asitliliğini yani aktif hidrojen iyonlarının yoğunluğunu arttırmaktadır. Miktarı artan H⁺ iyonları, toprağın koloidal kompleksleri olan kil mineralleri ve humus kolloidleri tarafından tutulmakta olan başta Ca⁺⁺ olmak üzere K⁺, Mg⁺⁺ ve Na⁺ gibi bitki besin elementlerinin yerine geçerek, onların topraktan taban suyuna karışmak üzere yıkanmalarına neden olmaktadır. Makro besin elementlerinin bu yolla topraktan yıkanmaları toprağın verim gücünün azalmasına neden olduğu gibi toprakta oluşan yüksek asitliliğin bir kısmı mikro besin elementlerinin de olumsuz yönde etkilenmesine

neden olmaktadır. Topraktaki asit birikimi, besin elementlerinin bitkiler tarafından kullanılmamasına neden olur. Aynı zamanda asit yağışları, topraktaki demir, alüminyum ve mangan gibi toksik maddelerin açığa çıkmasını sağlar. Bu toksik maddeler ağaçlara ve bitkilere çok zararlıdır (Carlson and Haines 1989; Kantarcı 1986; Kantarcı 1992; Karaöz 1997; Kantarcı ve Karaöz 1998).

Asit yağışları kara ekosistemleri için de zararlıdır. Artan endüstrileşme ve tarıma dayalı sanayiden endüstriye dayalı bir sanayiye geçiş, gelişmekte olan ülkelerde büyük yerleşim alanlarının oluşmasına ve çevreye zarar veren birçok sanayinin kurulmasına sebep olmuştur. Özellikle verimli tarım alanları üzerinde sanayi tesislerinin artması ve çevredeki tarım ile orman alanlarının bundan etkilenmesi hem tarım alanlarının azalması hem de tarım ve orman alanlarına verdiği zarar açısından düşündürücüdür. Asit yağışları, ozon konsantrasyonundaki değişimler, iklim değişiklikleri tarım ve orman meteorolojisi açısından birçok risk taşımaktadır.

Yağışların asitleşmesinde sanayi, konut ve ulaşımdan kaynaklanan kükürt dioksit ve azot oksitlerin önemli rolü bulunmaktadır. Bu gazlar yağış ile birleşince kükürt dioksitten sülfürik asit, azot oksitten de nitrik asit meydana gelir. Bu asitler doğrudan ağaçların fizyolojik yapısına etki ettiği gibi, dolaylı olarak ta toprak asitliğini arttırarak ağaç gelişimini durdurur ve ölümlere sebep olur (Kantarcı 1995).

2.2.3.a.b. Asit yağmurlarının sulara etkisi

Kirleticilerin havadan uzaklaştırılmasında yağışlar büyük rol oynarlar. Fakat bu yolla atmosferden yere inen kirleticiler, yeryüzünde kirlenmeye neden olurlar. Su damlacıkları tarafından yer yüzeyine indirilen partikül ve gaz halindeki kirleticiler topraktan yeraltı sularına sızarak veya doğrudan akış ve yağış halinde yüzeysel su kaynaklarına ulaşırlar.

Asit yağışları tatlı su göllerinde asitliği arttırarak bu göllerde asitliğe duyarlı balık ve yumuşakçaların tür ve miktarının azalmasında etkili olmaktadır. Göller üzerinde kar ve

don halinde bulunan asitli tabaka, havanın ilkbaharda ani ısınmasıyla göl eko sistemini bozmaktadır. Bu hızlı değişime ayak uyduramayan canlılar zarar görmektedir. ABD’de bulunan 100 bin gölün yaklaşık 20 bininde hiç balık kalmamıştır. Halen birçok göle aşırı asitliliği gidermek üzere kalsiyum hidroksit püskürtülmektedir (Yılmaz 1985). Sülfürik asit (H_2SO_4) balıkların yaşamını sağlayan oksijen, tuz ve gıdaların azalmasına neden olur. Ayrıca pH değerinin 5.9’un altına düşmesi zararlı olmaya başlar. Bazı temel besinleri zarar görür. Bazı türler uzun süre yaşayamazlar. pH 5.5 değerine ulaştığında bir çok balık türü çoğalamaz. Yaşlılar ölür, genç olanlar ise yaşamakta zorlanır. pH 5.0 olduğunda balıklar ölür (Adriano and Johnson 1989).

2.2.3.a.c. Asit yağmurlarının yapılara etkisi

Asit yağışına maruz kalan özellikle kireç taşları ve mermerlerden inşa edilen tarihi yapılar ve anıtlar orijinal özelliklerini hızla kaybetmektedir. Örneğin, kent içi ya da kent dışındaki tarihî binalar, açık hava müzeleri, binlerce yıllık antik kentlere ait yapılar veya Nemrut dağında olduğu gibi taş anıtlar asit yağmurlarıyla yıpranmakta ve dağılmaktadır (Özdemir 2001).

2.2.3.a.d. Asit yağmurlarının bitkilere etkisi

Yapılan araştırmalar sonucunda yağışların kış ayında belirgin olarak daha asit reaksiyonlu özellik kazandığı ve özellikle ağaçların gövdelerinden süzülerek akan suyun asitleşmeyi şiddetlendirdiği anlaşılmaktadır (Eruz ve Caner 1995; Kasap 1995). Asit yağışları, orman ekosistemindeki ağaçlar ve diğer canlılar üzerinde doğrudan zararlı olmaları yanında toprağın doğal özelliklerini bozarak köklerde oluşturdukları zararlı etkilere neden olmaktadır. Bu sebeple beslenme ilişkileri bozulan ağaçlar, olumsuz etkilerin sürmesi ya da şiddetlenmesi durumunda ölmektedir (Charles 1995). Yapraklar bitkilerin özümleme ve en önemli solunum organlarıdır. Bitki bünyesindeki mevcut su ve CO_2 'yi güneş ışığı etkisi ile birleştirip şeker ve aminoasitleri üretmektedir. Üretilen şekerin bir kısmı solunum olayında harcanmaktadır. CO_2 'nin özümlemesi sonucu üretilen karbonhidratın solunumla sarfedilenden daha fazla olması halinde bitki

yaşayabilmekte, beslenip büyümekte ve meyve vermektedir (Carlson and Haines 1989; Chew *et al.* 1980; Çölaşan 1959).

Asit yağışları bitki yapraklarına, doğrudan veya temas yoluyla zarar vermekte veya yapraktaki gözeneklerin (stomalar) kapakçıklarının açılıp kapanmasını önlemektedir. Solunum boşluklarına girerek CO₂ 'in özümlemesi olayına karışmakta ve asit sentezine sebep olmaktadır. Stomaların fotosentezi kolaylaştırmak için açılması sırasında SO₂ su ile birlikte H₂SO₄'ü oluşturur ve tepkimeye girer. Ancak bitkideki asit birikiminin etkisiyle, klorofil tahribi sonucunda fotosentez yeteri kadar yapılmamakta dolayısıyla bitki solunum için gerekli şekeri sağlayamaması sonucu ölmektedir (Durham 1990; Kantarcı 1995).

2.2.3.a.e. Asit yağmurlarının insan sağlığına olan etkisi

Asit yağışlarının insan sağlığına iki türlü zararı bulunmaktadır. Birincisi asitli hava solunumu veya yağış altında kişilerin vücudun yağış ile doğrudan temas etmesidir. Asit yağışlarındaki kükürt ve azot bileşikleri astım, kuru öksürük, baş ağrısı, göz, burun ve boğaz tahrişi yapmaktadır. İkincisi ise dolaylı yollardan zararlarının görülmesidir. Bulut oluşum esnasında toplanan kirleticiler uzun mesafe taşınımı ile su kaynaklarına yağış ile karışmaktadır. Asit yağışları topraktaki metallerin çözünmesine ve suya karışmasına da neden olmaktadır. Ayrıca yağış esnasında atmosferde bulunan kirleticiler yağış ile birlikte yere inmektedir. Asitleşen topraklardan kaynaklanan asitliği yükselmiş olan sular, mide asititesini arttırarak mide ülserine neden olmakta, ayrıca asit yağışları topraktaki iyodu eriterek, o topraklarda yetişen sebze ve meyvelerin ve içilen suların iyot miktarlarının düşmesine neden olmakta bu ise insanlarda tiroid bezi rahatsızlıklarına neden olmaktadır. Kullanılan bu sular insan sağlığına dolaylı yoldan zarar vermektedir. Suda çözülen zararlı metaller sebze, meyve ve hayvanlara geçmektedir. Bunların insanlar tarafından tüketilmesi ile ciddi zararlar başlamaktadır. Örneğin cıva hayvanların deri ve diğer organlarında birikmekte bu ise çocuklarda beynin zarar görmesine, sinir sisteminin bozulmasına neden olmaktadır. Diğer çözülmüş

metaller hayvanlar yoluyla insanlarda böbrek hastalıklarına neden olmaktadır (Durham 1990).

2.2.3.b. Çeşitli gazların insan ve çevresine etkileri

2.2.3.b.a. İnsana ve hayvana etkileri

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri, atmosferde yüksek miktardaki zararlı maddelerin solunması sonucu ortaya çıkar. Havanın doğal yapısını bozan ve kirleten maddelerin başka bir deyişle kirli havanın solunması, özellikle akciğer dokularını tahrip edici ve öldürücü olabilmektedir. Solunum yolu ile alınan hava içerisindeki parçacıklar ve duman, teneffüs esnasında yutulur ve akciğerlere kadar ulaşır. Solunum sisteminin derinliklerinde depolanan bu parçacıklar, akciğer kanserlerine kadar varan hasarlar yapabilmektedir. Diğer taraftan kömür ve diğer yakıtların yanmasından oluşan duman ve isin astım, çeşitli burun ve boğaz hastalıkları hatta mide hastalıkları gibi özellikle solunum yolları ile ilgili hastalıklara belirli ölçüde sebep olabileceği öne sürülmektedir. Şiddetli hava kirliliğine maruz kalınması durumunda, bunun insan sağlığına olan etkisi ile hava kirliliğinin düşük miktarlarına, uzun zaman maruz kalmanın etkileri farklı olmaktadır.

Dünyada her yıl hava kirliliğinden 3 milyon insan ölmektedir. Bu değer dünyadaki toplam ölümün (ortalama 55 milyon) %5'ni oluşturmaktadır. Ölümlerin %90'nı geliştirmekte olan ülkelerde görülmektedir.

Hava kirliliğinin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri sonucu,

- Akciğer kanser vakalarında artış,
- Kronik astım krizi sıklığında artış,
- Göğüs daralması sıklığında artış,
- Göz, burun ve boğaz tahribatında artış,
- Soluk alma kapasitesinde düşüş,

- Artan ölüm,
 - İş veriminde ve üretimde düşüş,
 - Sağlık tedavi masrafında artış,
- Olduğu gözlenmiştir.

Ucuza alınan kalitesiz yakıt ve yakma sisteminin kullanılması sonucu oluşan kirleticilerin sağlık üzerinde yaptığı tahribatın tedavisi ve iş verimi maliyeti çok yüksektir. Kalitesiz yakıt ve yakma sistemi kullanımı sonucu dünyada binlerce insan hava kirliliğinden ölmektedir. On binlerce insan hasta olmaktadır (Öztürk 2005).

Hava kirliliğinin omurgalı hayvanlar üzerinde etkileri solunum sistemi bozuklukları, gözler, dişler ve kemiklere olan zararları, pestisitlerde hassasiyetin artması yiyecek kaynaklarının azalması şeklinde görülür (Akman *et al.* 2000).

2.2.3.b.b. Bitkilere etkileri

Hava kirleticiler genelde kök, gövde ve dallar, tomurcuklar, çiçekler ve tohumlar ile yapraklarında zarar oluştururlar. Bu organlarda oluşan zararlar ve zarar şekilleri kök ağırlığında azalma, kök oluşumunun engellenmesi, köklerde çürüme, kök/gövde oranında değişme, çap artımının ve yıllık halka gelişiminin engellenmesi, boy büyümesinin engellenmesi, hacim artımının engellenmesi, yeşil sürgünlerde yanıklar, gövde ve dallarda kuruma, bitki gövdesinde çatlaklar, tomurcuklarda kurumalar, tozlaşma ve döllenmenin engellenmesi, çiçeklerin kuruması, küçük meyve oluşumu, meyvelerin tez çürümesi ve kokması, fotosentezin azalması, hücre içi su içeriğinin değişmesi, pigment sistemlerinde değişme şeklinde ifade edilebilir (Akman *et al.* 2000).

2.2.3.b.c. İklim etkileri

Yerel veya bölgesel ölçekte yer şekli, rüzgârın yönü, güneşlenme ve yağış gibi faktörler kirliliğin atmosfere bulaşmasında belirleyici rol oynarlar.

Hava kirliliği yoğun olduğunda, başlıca meteorolojik faktörler değişebilir. Örneğin yerleşim alanlarında dumanlı (smog) veya sisli günlerin sayısına bağlı olarak toprağa gelen ışık enerjisi azalır (Akman *et al.* 2000).

2.2.4. Hava kirliliğinin küresel ölçekteki etkileri ve kent yönetimi açısından alınması gereken tedbirler

19. yüzyılın sonlarında kömür, petrol gibi fosil yakıtlarının enerji üretimi için kullanımının önemli ölçüde artması sonucunda, CO₂, SO₂ ve partikül gibi kirlleticilerin atmosferdeki konsantrasyonları da giderek artış göstermiş, bu artış bilhassa 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra, küresel ölçekte CO₂ ve diğer sera gazlarının meydana getirdiği sera etkisi ve kloroflorokarbonların yol açtığı ozon tabakasının incelmeye başlaması, bölgesel ölçekte asit yağmurları, yerel ölçekte ise büyük yerleşim alanları ve sanayi bölgelerinde oluşan hava kirliliği olarak görülmüştür. Fosil yakıtlarının tüketilmesi sonucunda iki asırdan daha az bir zamanda yaklaşık 220 milyar ton karbon atmosfere verilmiştir.

CO₂, insan sağlığı, bitkiler ve yapı ve malzemeler üzerinde zararlı bir etki göstermemesine rağmen, elektromanyetik spektrumundaki özelliklerinden dolayı, dünya iklimi üzerinde önemli bir etki gösterir. CO₂'nin bu özelliği, kısa dalga boyundaki solar radyasyonu geçirmesi, buna karşın yeryüzünden gelen uzun dalga boyundaki infrared radyasyonu adsorbe edişidir. Bu etkisinden dolayı CO₂ konsantrasyonundaki artışın dünya iklimindeki başlıca etkeninin yeryüzündeki ortalama sıcaklığındaki artış olduğu birçok bilim adamı tarafından kabul edilmektedir. Ortalama sıcaklığın artması ile kutuplardaki buzulların erimesi neticesinde kıyı şeridindeki arazilerin ve bazı şehirlerin sular altında kalacağı tahmin edilmektedir. Hava kirliliğinin azaltılmasına yönelik alınması gereken önlemlerin, enerji ikmalinin güvenliği, arz-talep dengesinin sağlanması, ucuz enerji temini, yatırım ihtiyacının azaltılması, dışa bağımlılığın azaltılması, gerçekçi fiyatlandırma, kamuoyunun kabulü, tükenmekte olan kaynakların kontrolü, istihdamın artırılması, sürekliliğin sağlanması gibi teknik, ekonomik, politik ve sosyal faktörlerin de yer aldığı geniş bir çerçevede değerlendirilmesi gereklidir (Ekinci *et al.* 1997).

2.3. Katı atıklar

Kullanılma süresi dolan ve yaşadığımız ortamdan uzaklaştırılması gereken her türlü katı malzemeye “katı atık” denir.

Bir başka deyişle katı atıklar, insan ve hayvanların yaşam aktiviteleri sonucu ortaya çıkan, normal şartlarda katı cisim özelliği taşıyan, kullanım dışı, istenmeyen materyaller olarak tanımlanır. Bununla birlikte akıcı olabilecek kadar sıvı içermeyen, tüketici için değer taşımayan, lüzumsuz oldukları için atılan her türlü madde katı atık olarak değerlendirilmektedir.

Katı atık, üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplum huzuru ile ilgili özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeler ve arıtma çamurları olarak da tarif edilir (İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu 1999).

Katı atıklar evde, okulda, hastanede, endüstride, bahçelerde ve daha birçok yerde oluşabilir. Katı atıklar oluştuıkları yerlere göre adlandırılırlar (www.Çevko.com.tr).

2.3.1. Katı atık sınıflandırılması

Evlerimizde ürettiğimiz katı atıklara “evsel katı atıklar” denir. Yiyecek atıkları ve evimizde kullandığımız ürünlerin boş ambalajları birer evsel katı atıktır. Şampuan ambalajları, meyve suyu kartonları ve şişeleri, plastik su ve meşrubat şişeleri, cam kavanozlar, teneke ve metal konserve kutuları, evlerimizde ürettiğimiz ambalaj atıklarına örnek olarak gösterilebilirler (www.Çevko.com.tr). Bunlardan yemek atıkları, kâğıt, ambalaj vb. organik; kül, ev eşyası kırıkları, cam ve porselen vb. ise inorganik atıklardır.

Çeşitli kimyasal atıkları ve zehirli maddeleri içeren atıklara “tehlikeli atıklar” denir. Hastane, dispanser, sağlık ocağı ve muayenehane gibi tedavi merkezlerinde oluşan, kullanılmış ilaç ve enjektör atıkları, ameliyat ve tedavi sırasında oluşan atıklar “tıbbi atık” sınıfına girer (www.Çevko.com.tr).

Endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan atıklara “endüstriyel atıklar”, bahçelerden kaynaklanan bitki atıkları ve tarımda kullanılan veya üretilen atıklara “tarımsal ve bahçe atıkları”, yeni inşaatlar, onarım ve restorasyon yıkım, alt yapı çalışmaları vb. ortaya çıkan atıklara “inşaat atıkları”, cadde ve sokaklarda etrafa dağılmış hayvan pislikleri, tozlar, çöpler vb. atıklara “sokak süprütüleri” denir (www.Çevko.com.tr).

2.3.2. Katı atık miktar ve özellikleri

Katı atık miktar ve özellikleri çok değişkendir. Ülkelere, şehirlere bölgelere hatta aynı yerde yaşayan insanlara göre değişim göstermektedir. Bu değişimin sebebi ülkelerin, şehirlerin sosyo-ekonomik yapısı, insanların yaşam standardı buna bağlı değişen ihtiyaç ve tüketimin farklılığıdır. Katı atıklar bazen evsel, bazen ticari bazen de endüstriyel içerikli veya bunlardan birkaçının karışımı şeklinde olabilmektedir.

Türkiye’de kişi başına çöp üretimi 0.61 kg/kişi-gün iken Avrupa ülkelerinde 1.2–2 kg/kişi-gün, ABD’de 3 kg/kişi-gündür. Türkiye’deki bu değer bölgelere göre değişiklik arz etmekte olup bazı bölgelerde sıfıra yakın bazı bölgelerde ise 3 kg/kişi-gün değerine ulaşmaktadır. Katı atık oluşumunda uygulanan toplama ve uzaklaştırma sistemlerinin de atık üretiminde önemli etkisi bulunmaktadır. Katı atık bileşimi mevsimlere göre de değişkenlik gösterir.

2.3.3. Katı atıklardan kaynaklanan sorunlar ve etkileri

Katı atıklardan kaynaklanan sorunları aşağıdaki başlıklar altında toplayabiliriz.

2.3.3.a. Toplum sağlığı ile ilgili etkiler

Usulüne uygun toplanmayan, uygun olmayan sahalara rast gele dökülen çöpler, mikroplar ve bu mikropları taşıyan canlılar için çok müsaittir. Yaz aylarında yaşanan karasinek gibi. Katı atıklar yoluyla hastalık taşıyan en önemli iki unsur fare ve sineklerdir. Sinekler çok çabuk üreme özelliğine sahip oldukları gibi tifo, dizanteri, bağırsak parazitleri gibi salgın hastalık yapma özelliğine de sahiptirler. Fareler ise eşyaları tahrip etmekle beraber hastalıklı böcekleri taşıma özelliğine sahiptirler. Veba hastalığının taşınmasında farelerin büyük rol oynadığı bilinmektedir (Karpuzcu 1988).

2.3.3.b. Yangın ve patlamalar

Katı atıkların toplanmasından önce ve sonra çok küçük bir ateşle (sigara izmariti) bile tutuşabilecek bir özelliğe sahip olduğundan yangın riski fazladır. Ayrıca depolama sahalarında oluşan gaz sonucu patlama riski de vardır.

2.3.3.c. Katı atıklardan gaz çıkışı

Katı atıkların içinde bulunan organik bileşenlerin anaerobik ortamda parçalanması sonucu çöp gazları denilen ürünler oluşur. Oluşan bu gazın kimyasal bileşimi, atıkların miktarı ve özellikleri, sıkışma durumu, yığının büyüklüğü gibi bazı faktörlere bağlıdır. Normal şartlar altında çöp gazlarının hacminde %85'ten fazlası Metan olup geri kalan kısmı Karbondioksit, Karbon monoksit, Hidrojen Sülfür, Hidrojen, Nitrojen, toz ve su buharından oluşur. Çöpler düzenli depolamadan yaklaşık iki ay sonra gaz çıkışına başlamakta ve yaklaşık 20 yıl kadar sürmektedir. Pratikte depolanan 1 ton çöp başına 60 ile 80 metreküp gaz birikmektedir.

Çöplerin rasgele yayıldığı alanlarda alt tabakalarda ortaya çıkan gazlar üst kısımları aşır havaya yayılmadığı zaman, daha az direnç gösteren bir yol bularak derinlemesine veya yatay olarak yayılır. Bu durumda gazlar geçirimli bölgelerden veya yarık ve deliklerden

geçerek uzun mesafelere taşınabilmekte hatta civardaki bina bodrumları, su ve pis su yapılarında birikerek canlılar için tehlikeli bir duruma gelmektedir (Karpuzcu 1988).

2.3.3.d. Sızıntı suyu

Organik atıkların kimyasal ve biyokimyasal yollarla ayrışması sonucu ortaya sızıntı suyu oluşur. Organik kökenli gruplar mikroorganizmalarca kullanılarak aerobik ve anaerobik olarak bozunurlar. Cam ve plastik gibi bazı madde gruplarının bozulması yiyecek atıklarının bozulmasından daha uzun zaman almaktadır. Deponi alanlarında oluşan basınç, yağmur suları ve yüzey suları sızıntı suyu miktarını arttırır. Oluşan bu sızıntı sularının yeraltı sularına karışması önemli bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.3.4. Katı atıkların toplanması ve taşınması

Katı atık yönetiminin başında katı atıkların toplanması ve taşınması gelmektedir. Bu işlem son derece karışık bir yapıya sahip olduğundan maliyet açısından katı atık yönetiminde çok büyük bir yer kaplamaktadır. Katı atıkları toplama maliyeti ortalama toplam maliyetin %80'ini teşkil etmektedir (Karpuzcu 1988).

Katı atıkların toplanmasını Kaynakta toplama ve Binalarda toplama şeklinde ikiye ayırabiliriz.

Kaynakta toplama için atıklar çöplerle birlikte atılan torbalarla toplanabileceği gibi, sürekli olarak kullanılan kaplarla da toplanabilmektedir. Eğer torbalarla toplanacak ise torbaların çürüyebilir ve yanınca zararlı gaz çıkarmayacak malzemelerden yapılması gerekir. Aksi takdirde torbaların ömrü uzun olacak ve bakteriler tarafından parçalanamayacaktır. Sürekli kaplarda toplanacak ise kaplar hafif, dayanıklı, tekerlekli, koku, böcek vs.'nin etrafa yayılmasını önleyecek kapaklı ve paslanmaz olmalıdır.

Binalarda toplama için atıklar kapıdan veya belli gün ve saatlerde bina önlerinden toplama vasıtaları ile alınmalıdır. Katı atık toplamalarda bir diğer önemli husus da maliyet açısından güzergâhın iyi belirlenmesi, uygun araç kullanılması, küçük toplama merkezlerinin oluşturulmasıdır.

Katı Atık Yönetimi ile ilgili ikinci husus katı atıkların taşınması ve taşıma araçlarıdır. Katı atık toplama kapları veya konteynerlerin ağızları taşıma araçlarına uygun yapılmalıdır. Yapılan bir araştırmaya göre 10^6 metreküp katı atığın taşınmasında mesafe 20 km'yi geçmez ise taşımanın motorlu kara taşıtları ile yapılmasının, mesafe 20 km'yi geçerse taşımanın demiryolu araçları ile yapılmasının daha ekonomik olacağı sonucuna varılmıştır.

Taşıma araçlarının şu özellikleri sahip olması gerekir.

- 1.Toz oluşturmamalı ve kabin döküldüğü bölgede tozları emen bir düzene sahip olmalıdır.
- 2.Boşaltma sahanlığı geniş olmalıdır.
- 3.Katı atıklardan sızan sızıntı sularını sızdırmamalıdır.
- 4.Araçlar sıkıştırılmalı olmalıdır.
- 5.Yükleme bölgesi ve araç kolayca yıkanabilmeli ve dezenfekte edilebilmelidir.
- 6.Taşıma kamyonları oluşan çöp için uygun büyüklükte ve kapasitede olmalıdır.

Katı Atık Yönetimi ile ilgili üçüncü bir husus transfer istasyonlarıdır. Bilindiği üzere transfer istasyonları, küçük toplama araçlarındaki çöplerin büyük toplama araçlarına aktarıldığı yerlerdir. Transfer istasyonlarında sıkıştırma işlemi yapılarak çöp hacmi ve yapılacak sefer sayısı da azaltılabilir.

Transfer istasyonları aşağıdaki şartlar için uygundur.

- 1.Taşıma mesafesi uzaklığından dolayı istenmeyen boşaltmaların varlığında,

2. Bertaraf yerinin mevkiisinin toplama güzergâhına oldukça uzak olması koşulunda (>2 km),
3. Küçük kapasiteli toplama araçlarının kullanıldığı durumlarda (< 15 m³)
4. Yoğunluğu düşük yerleşim alanlarında,
5. Ticari alanlarda çöp toplama işleminin küçük konteynerlerle yapıldığı durumlarda,
6. Hidrolik ve pnömatik toplama sistemi kullanıldığı zamanlarda. Yani su veya basınçla çöp toplama sistemi varsa

Transfer istasyonları için yer seçiminde şu hususlar göz önünde bulundurulur.

- Katı atık üretim merkezine mümkün olduğunca yakın olmalı,
- Ana ve tali ulaşım yollarına yakın olmalı,
- Çevreyi rahatsız edici durumlara yol açmamalı,
- İnşası ve işletilmesi kolay olmalıdır.

Hastane atıkları ve özel atıklar, diğer atıklara nazaran toplanması, taşınması ve bertarafında değişik yöntemlerin kullanılmasını gerektiren, sağlık ve hijyenik açıdan büyük önem arz eden atıklardır. Bunun için;

- Patojenik ve bulaşıcı atıklar ayrılmalıdır.
- Yüksek riskli bulaşıcı atık, yok etme işleminden önce kaynağında sterilize edilmelidir.
- Toplama torbaları iç ve dış etkilere dayanacak kadar sağlam olmalı, torbanın kolayca ve sıkıca kapatılmasına izin verecek bir seviyeye kadar doldurulmalıdır.
- Patojenik ve bulaşıcı atığı tanımlamak için renkli kodlu torbalar ve kaplar kullanılmalı, uygun sembollerle etiketlenmelidir.
- Eğer sterilize torbalar kullanılıyorsa, bunlar sterile edilirken buharlaşmaya izin verilmemelidir.
- Radyoaktif atık uygun biçimde etiketlenmen ve çürümeye izin verecek biçimde depolanmalıdır.

Tehlikeli atık taşınırken bu atıkları taşıyan araçların tehlikeli atık taşıdığı işaretlerle belirlenmelidir. Bu tür araç ve gereçler düzenli olarak temizlenmeli ve yalnızca bu tür atıkları taşımak için kullanılmalıdır. Taşıma aracının ayrıca kapalı, sızıntı geçirmez olması ve gerektiğinde dezenfekte edilmesi gerekmektedir.

2.3.5. Katı atık bertaraf ve değerlendirme yöntemleri

Toplanan katı atıklara hiçbir surette sadece gözden uzak tutulması ve bir şekilde elden çıkarılması gereken maddeler gibi bakılmamalıdır.

2.3.5.a. Kompostlaştırma

Kimyasal bileşim olarak katı atıklar, su, mineral (inorganik) ve organik maddelerin bir bileşimidir. Bu çerçevede organik atıkların %40 ila %60'lık bir kısmı mikrobiyolojik olarak parçalanabilen niteliktedir. Kompostlaştırma yönteminin esasını işte bu ayrışabilen kısmın mikroorganizma faaliyetleri sonucu biyokimyasal yolla ayrışması oluşturur. İşlem esnasında sıcaklık yaklaşık 60°C civarına yükselir ve atığın bu şekilde dezenfeksiyonu da sağlanmış olur (Türkiye'nin Çevre Sorunları 1999; Türkiye Çevre Vakfı 1988).

Bütün bu mikroorganizmalar, yüksek yapılı bitkiler gibi besin maddesi olarak C, N, S, P, Ca, Mg, K gibi maddelerden yararlanırlar. Azot (N) hariç diğer bütün elementler, özellikle evlerden oluşan katı atıklarda yeteri kadar bulunduğundan, kompostlaştırmanın devamı için karbon/azot oranı önem kazanır.

2.3.5.b. Yakma

Bu yöntem, katı atıkların özel olarak projelendirilmiş fırınlarda yakılmasından ibarettir. Yakma işleminde başlıca hedefler, katı atıkları çevreye zarar vermeyecek şekilde stabil

bir hale getirmek ve atık hacmini azaltmaktır. Patojen mikroorganizma giderimi ve enerji eldesi de diğer amaçları teşkil eder (Karpuzcu 1988).

Katı atıkların yakılabilmesi için atığın yakmaya uygun olması ve ikinci (ilave) bir yakıtı ihtiyaç duyulmaması önemlidir. Genel olarak ülkemizde evsel nitelikli çöplerin ısı değerleri 1200 ile 3000 Kcal/kg arasındadır. Yanabilirlik açısından en önemli üç kriter nem, kül ve organik madde miktarlarıdır. İlave yakıt gerektirmeden yakma işleminin yapılabilmesi için bu miktarların belli aralıklar içerisinde bulunması lazımdır. Genel olarak kül ve cüruf muhtevası %60'tan az, yanabilen organik madde oranı %25'ten fazla ve nem oranı %50'den az olan katı atıklar, yanabilir olarak kabul edilebilir.

Katı atıkların yakılması sonucu yaklaşık %30 civarında kül ve cüruf oluşmaktadır. Bu kısmın uzaklaştırılması için de nihai bir düzenli depolamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Yakma genellikle, düzenli depolama için yer sıkıntısı olan ülkelerde, gerekli depo alanı ihtiyacının azaltılması için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Ülkemizdeki şehir çöplerinin kül, nem ve organik madde oranları, genelde yakma ile imhanın ekonomik olacağı sınırlar içinde değildir. Özellikle kış aylarında çok yüksek olan kül oranı sebebiyle çöpte istenen hacim azalması da olmamaktadır (Türkiye'nin Çevre Sorunları 1999; Türkiye Çevre Vakfı 1988).

Ancak, yakma işlemi çoğu zaman ciddi hava kirliliği problemleri doğurabilir. Özellikle evsel ya da endüstriyel çöpler içinde bulunabilen bazı organik bileşikler ve plastiklerin yanması neticesinde havaya dioksin türü kanser yapıcı bileşikler yayılabilir. Hava kirliliğine neden olan bu tür emisyonların kontrol altına alınabilmesi ise, ancak, çok yüksek maliyetler karşılığında gerçekleştirilebilir.

2.3.5.c. Piroliz

Piroliz olayı fazla karbon (C) içeren maddelerin yüksek sıcaklıklarda oksijensiz ortamda termik parçalanma reaksiyonu olarak tanımlanabilir ve pratikte buna "gazlaştırma" da denilmektedir.

Bu olay sonucunda katı atıklardan katı, sıvı ve gaz ürünler elde edilir. Bunlar;

- Katı ürünler: İndirgenmiş katı kalıntılar, karbonca zengin, cürufu fazla atıklar,
- Sıvı ürünler: Su, yağ, katran
- Gaz Ürünler: CO₂, CO, H₂, CH₄ (metan), eter, propan vb.

2.3.5.d. Düzenli depolama

Katı atık depolama alanları, katı atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek bir şekilde çevremizden uzaklaştırılması için yapılan özel depolama sahalarıdır. Bu alanlar yerleşim alanlarından uzakta ve geçirimsiz topraklar üzerine yapılan özel alanlardır. Genellikle çok derin olmayan bir çukur şeklinde tasarlanmış olan bu alanların yan ve taban bölümleri bu katı atıklardan kaynaklanan atık suların dışarıya sızmasını önleyici malzemelerle kaplanmıştır. Bu nedenle depolama alanına serilen atıklardan meydana gelen süzüntü suları tabii ortamla temas etmez. Bu alana serilen evsel atıkların üzeri ise daha sonra toprak ile örtülerek kapanır. Evsel atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde depolandığı bu alanlara “düzenli depolama alanı” ismi verilmektedir.

Bu alanlarda depolanan organik atıklar (Yiyecek atıkları, bitki atıkları vs.) su, nem, sıcaklık gibi etkenlerle değişime uğrarlar. Organik atıkların bu şekilde değişime uğramasına “Çözünme” denir. Çözünme havasız ortamda gerçekleşirse, metan gazı gibi çeşitli yanıcı gazların oluşumuna sebep olabilir. Bu gazlar enerji kaynağı olarak kullanılabilirdiği gibi kontrol altında tutulmazlarsa tehlikeli olabilirler (Bu çözünme sonucunda elde edilen gübre, tarım yapılan toprağı zenginleştirmek için kullanılır).

Düzenli depolama sahalarında oluşan biyogazın değerlendirilerek enerji eldesi, gittikçe yaygınlaşan bir uygulamadır. Bir ton evsel katı atıktan yaklaşık 150 metreküp gaz oluşturmaktadır ve düzenli depo sahalarından 20 sene boyunca gaz eldesi mümkün olmaktadır.

2.3.5.e. Düzensiz depolama

Eskiden beri katı atıklar depolamak suretiyle ya da yüzeysel suları atmak suretiyle uzaklaştırılıp yok edilmekte, çukur araziler, dağ tepe etekleri, sırtlar, setler, bataktık yerler bu amaç için seçilmekte idi. Bu şekilde depolamaya düzensizce yığınlama veya düzensiz depolama denilmektedir.

2.3.5.f. Geri kazanma

Atıkların yeniden kullanılmak, enerji elde etmek (yakma vb.) veya fiziksel ya da kimyasal işlemlerden geçirilerek yeni bir ürün elde etmek amaçları ile toplanmasıdır. Geri Dönüşüm ise atıkların fiziksel veya kimyasal işlemlerden geçirilerek tekrar ham madde ya da yeni bir ürüne çevrilmesidir.

Araştırmalara göre metallerin geri kazanılması için harcanan enerji, metallerin madenden çıkarılması için gereken enerjiden çok daha azdır. Şöyle ki, geri kazanılmış metalden bir ton alüminyum yapmak için gereken enerji, cevherden yapılacak alüminyum için harcanan enerjinin sadece %4'üdür. Katı atıkların geri kazanılmasında gelişigüzel ayıklama, kaynakta ayıklama, konteynerlerde ayıklama, eleklerle ayıklama, konveyörle ayıklama ileri yöntemlerle ayıklama, hava ile ayıklama ve manyetik ayıklama yöntemleri gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

2.4. Su ve atık su

2.4.1. Suyun önemi

Su bütün bitkiler ve hayvanlar için olduğu kadar insanlar için de büyük önemi olan temel bir maddedir. Bütün canlılar yaşama ve gelişme için suya ihtiyaç duyarlar. Çünkü su bitkilerin ve hayvanların büyük bir kısmını oluşturur. Canlı hücrelerindeki biyolojik reaksiyonlar da sulu çözeltilerde gerçekleşir. Saf su kokusuz, tatsız ve renksiz bir

sıvıdır. Ancak, büyük kütleli sular ışık kırılmasından dolayı mavi renkte gözüktür. İçme suyunun tadı ise içerisinde çözülmüş olan gazlar ve tuzlardan gelmektedir. Saf su içme amaçlı kullanılmaz. Su katı hâle geçtiğinde (buz) hacmi artan ve dolayısı ile öz kütlesi azalan tabiattaki tek maddedir. Su yeryüzünde en fazla bulunan maddedir ve yaklaşık yeryüzünün dörtte üçünü kaplar. Okyanuslarda ve denizlerde oldukça büyük miktarda su olmasına rağmen bu sular doğrudan kullanılamaz.

Temiz su kaynakları ise genellikle göller ve derelerdir. Ancak son zamanlarda denizlerden de temiz su elde edilmektedir. En saf tabii su kaynağı ise yağmur suyudur. Bu tabii su kaynaklarından alınan sular değişik aşamalardan geçirilerek içerisindeki bakterilerden ve kil, çamur gibi parçacıklardan temizlenerek şehir şebekelerine pompalanır. Su yerleşim yerlerinde içme ve temizlik amaçlı kullanılır. Bir insan günlük içme amaçlı yaklaşık 3,5 litre, temizlik ve ev işleri için yaklaşık 350 litre temiz suya ihtiyaç duyar.

2.4.2. Kirlenmemiş bir suyun özellikleri

2.4.2.a. Fiziksel hal

Suyun en önemli özelliği yapışkan olmasıdır. Bu basitçe su moleküllerinin yüzeyinde oluşan hidrojen bağından dolayıdır. Bunun sonucunda yüzey gerilimi kavramı ortaya çıkar. Bunun nedeni küçük su damlacıklarının bir arada bulunma ve küçük bilye taneleri gibi şekil alma eğiliminde olmasındandır. Suyun bu polarite olayından dolayı yüzey gerilimi o kadar büyüktür ki sudan beş kere daha yoğun olduğu halde bir iğne bile su yüzeyinde kalabilir. Su, yüksek bir yüzey gerilimine sahip olduğu için bazı böcekler su üzerinde yürüyebilir (www.scuba.8m.com).

2.4.2.b. Yoğunluk ve özgül ağırlık

Yoğunluk kütle miktarının hacme oranıdır (m/V). Suyun yoğunluğu havadan yaklaşık 775 kez daha fazladır. Suyun özgül ağırlığı birim hacmine tekabül eden ağırlıktır.

2.4.2.c. Özgül ısı

Bir gram suyun sıcaklığını bir derece ya da bir K (Kelvin) arttırmak için gerekli olan enerjidir (www.scuba.8m.com).

2.4.2.d. Buharlaşma-yoğunlaşma-donma-çözünme

Diğer sıvılarla karşılaştırıldığında su ısıtıldığı zaman diğer bilinen sıvılardan daha yavaş buharlaşma eğilimi gösterir. Bu, yüksek buharlaşma ısı olarak bilinir. Bunun nedeni suyun kaynamadan önce ısının önemli bir kısmını moleküller arasındaki hidrojen bağlarının koparılmasında kullanılmasındandır. Benzer olarak donması için geçmesi gereken süre de uzundur. Bunun anlamı suyun buz haline dönüşmesi için büyük miktarda ısı salması gereğidir. Tersine, erimesi içinde fazlaca ısı buz tarafından alınmalıdır. Suyun diğer önemli bir özelliği de yoğunluğu ve sıcaklık arasındaki ilişkidir. Diğer birçok sıvı yoğunlukları artınca katı hale geçerler (moleküller birbirlerine yaklaşır.). Bu olay suda olmaz. Su soğutulduğunda daha yoğun bir hal alır. Fakat yoğunluk artışı ancak $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 'a kadardır. Bunun altındaki sıcaklıklarda su hacimce genişlemeye başlar yoğunluğu azalır ve sonuçta kristalize buz şekline döner. Buzun sudan daha az yoğunluğa sahip olması nedeniyle buz batmak yerine yüzer (katı olmasına rağmen). Yüzeyde oluşan buz, altındaki suyun izolasyonunu sağlar, yani (diğer sıvılarla karşılaştırırsak) izole suyun donması daha yavaş olacaktır (www.scuba.8m.com).

Su iyi bilinen bir çözücü olmasından dolayı özel bir maddedir. Aslında birçok madde su içinde, diğer sıvılar içinde çözüldüğünden daha iyi çözünür. Bu onun polar yapıda bir molekül olmasına bağlıdır (www.scuba.8m.com).

2.4.2.e. Işık geçirgenliği

Işık su altında bulanıklık, yayılma, emilme ve ışığın kırılması ile değişikliğe uğrar. Bunlar da görüşü etkileyen faktörlerdir. Güneş ışınlarının sadece %20'si 10 metre

derinliğe ulaşmasına rağmen, ışık ideal şartlar altında açık denizde 100 metreden daha fazla derinliklere (fotosentezi devam ettirmek için) yayılabilir. Fakat suda yüksek konsantrasyonda asılı parçacık varsa ışığın bu yayılmasında kesinlikle azalma meydana gelir. Bu, suda asılı duran parçacıkların oluşturduğu birikime bulanıklık denir. Bu parçacıklar organik yapıdaki plankton ile inorganik yapıdaki alüvyonlardan (balçık, kum, çakıl) oluşur. Bu bulanıklık doğal olaylar sonucu oluşan sağlıklı, ya da insanlar tarafından oluşturulan sağlıksız bir kirliliktir (www.scuba.8m.com).

Yapılan birçok araştırma göstermiştir ki, suyun emici özelliği sadece derinlikle değil ayrıca bulanıklık, tuzluluk, cismin büyüklüğü ve kirlilikle de değişir. Tüm bunlar suyun renkleri filtre etme özelliğini etkiler (www.scuba.8m.com).

2.4.3. İçme suyunun özellikleri

Su; kokusuz, renksiz, berrak ve içimi hoş olmalıdır: Sularda fenoller, yağlar gibi suya kötü koku ve tat veren maddeler bulunmamalıdır. Su tortusuz ve renksiz olmalıdır.

Su hastalık yapan mikroorganizma ihtiva etmemelidir. Suda bulunan *vibrio cholera*, *Salmonella typhi*, hepatit virüsü gibi mikroorganizmalar sudan geçerek hastalığa sebep olurlar. İçme sularının kesinlikle bakteriyolojik kirlilik taşımaması gerekir.

Suda sağlığa zararlı kimyasal maddeler bulunmamalıdır. Bazı kimyasal maddeler zehirli etki yapabilir. Arsenik, kadmiyum, krom, kurşun, cıva gibi. Bunun yanında baryum, nitrat, flüorür, radyo aktif maddeler, amonyum, klorür gibi maddeler sınır değerlerinin üzerinde sağlığa olumsuz etkileri olan maddelerdir. Aynı zamanda bazıları suya kirli suların karıştığına göstergesidir.

Sular kullanma maksatlarına uygun olmalıdır. İçme suyu ve sanayide, kullanma sularında demir, manganez ve sertlik değerleri önemlilik arz eder.

Sular agresif olmamalıdır. Suların agresifliği, serbest karbondioksit (CO₂) ile bikarbonat (HCO₃) iyonunun dengede olmasından ileri gelir. Suların agresifliği boruların korozyonuna sebebiyet verir. Ayrıca boruların aşınması halinde borudan ayrılan elementler su kalitesinin bozulmasına sebep olur.

Türkiye için kabul edilen içme suyu standardı ise TS-266 olup Çizelge 2.2'de topluca verilmiştir.

Çizelge 2.2. İçme Suyu Standartları (TSE)

	Madde İsmi	Müsaade edilen Madde	Maksimum Değer
Zehirli Maddeler	Kurşun (Pb)	-	0,05 mg/lt
	Selenyum (Se)	-	0,01 mg/lt
	Arsenik (As)	-	0,05 mg/lt
	Krom (Cr)	-	0,05 mg/lt
	Siyanür (Cn)	-	-
	Kadmiyum (Cd)	-	0,01 mg/lt
Sağlığa Etki Eden Maddeler	Florür (F)	1,0 mg/lt	1,5 mg/lt
	Nitrat (NO ₃)	10 mg/lt	45 mg/lt
İçilebilme Özellğine Etki Eden Maddeler	Renk	5 birim	50 birim
	Bulanıklık	5 birim	25 birim
	Koku ve tat	kokusuz ,normal	kokusuz ,normal
	Buharlaşıma kalıntısı	500 mg/lt	1500 mg/lt
	Demir (Fe)	0,30 mg/lt	1,0 mg/lt
	Mangan (Mn)	0,10 mg/lt	0,5 mg/lt
	Çinko (Zn)	1,0 mg/lt	1,5 mg/lt
	Kalsiyum (Ca)	5,0 mg/lt	15 mg/lt
	Magnezyum (Mg)	75 mg/lt	200 mg/lt
	Sülfat (SO ₄)	50,0 mg/lt	150 mg/lt
	Klorür (Cl)	200 mg/lt	400 mg/lt
	Ph	7,5 - 8	600 mg/lt
	Bakiye klor	0,1 mg/lt	6,5 - 9,2
	Fenolik Maddeler	-	0,5 mg/lt
	Alkali Benzin	0,5 mg/lt	0,002 mg/lt
	Sülfanat	5000 mg/lt	1,0 mg/lt
Mg + Na ₂ SO ₄		1000 mg/lt	
Kirlenici Maddeler	Toplam Organik Madde	3,5 mg/lt	-
	Nitrit	-	-
	Amonyak	-	-

2.4.4. Su kirlenmesi ve kirleticileri

İnsan ve canlı yaşamı için hayati öneme sahip olan su kullanılabilir olması için tehlikeli kimyasallardan ve bakterilerden temizlenmiş olması gereklidir. Ayrıca derelerden ırmaklardan ve göllerden alınarak yerleşim yerlerindeki insanların kullanımına sunulan su belirli standartlara uymak zorundadır. Aksi durumda kullanılması tehlikeli sonuçlar doğurabilmektedir. Günümüzde teknolojinin gelişmesi, nüfus artışı gibi etkenlerden dolayı su kaynakları olan dereler, göller ve yeraltı suları aşırı kirlenme ile yüz yüze kalmaktadır. Yerleşim yerlerinin (şehir, kasaba, vs.) ve fabrikaların atık suları derelere veya göllere bağlanmaktadır. Atık sulardaki kimyasal maddeler ve organik bileşikler suda çözülmüş olan oksijenin miktarının azalmasına sebep olur. Bu da suda yaşayan bitki ve hayvanların ölüm oranlarını artırmaktadır. Bu tür sular daha koyu renge ve pis kokuya sahiptirler. Hatta bazı göller veya derelerde aşırı kirlenme sonucu canlı yaşamı sona ermiş ve içerisinde atıklardan meydana gelen adacıklar oluşmuştur.

Suda bulunabilecek kirlilikleri organik, mikrobiyolojik ve inorganik olmak üzere üç ana gruba ayırmak mümkündür.

Organik kirleticiler sulara insansal, hayvansal ve bitkisel kaynaklı olmak üzere bulaşabilirler. Bunların içinde özellikle insansal olan sentetik organik kimyasallar insan sağlığına çok zararlıdır. Suyun içinde bulunan önemli organik maddeler deterjan, tarım ilaçları, petro kimya, suni tarımsal gübreler vb. gibi maddelerden kaynaklanır.

Su kaynaklarında bulunan inorganik kirleticiler aslında toprakta bulunan Arsenik, Baryum, Flor, Sülfat, Radon, Radyum ve Selenyum gibi elementlerden oluşmaktadır. Endüstriyel faaliyetler de metallere yüzey sularına karışmasına katkıda bulunurlar. Fosfat nitrat gibi parametrelere genellikle gübre kullanılan tarım alanlarındaki su kaynaklarında rastlanır. İnorganik maddeler, içme sularına korozyon (aşınma) nedeniyle de karışmış olabilirler. Korozyon su dağıtım sisteminin ve tesisatın kimyasal ve/veya fiziksel bir etkisiyle aşınması sonucunda bazı metal ve ametallerin suya bulaşması olayıdır (su borusunun paslanması). Sağlık açısından kesinlikle suda belli limitlerin

altında kalması gereken metaller kurşun ve kadmiyumdur. Çinko, Bakır ve Demir de aşınmanın yan ürünleridir. Asbest-Çimento karışımından üretilmiş boruların korozyonu sonucunda asbest de suya karışabilir.

Sudan gelen en büyük tehlike, mikrobiyolojik kaynaklı olanıdır. Bu bulaşmaların neden olacağı bazı hastalıkları *Gastroenteris*, *Tifoid*, Dizanteri, Kolera, Bulaşıcı Sarılık (Viral), Amipli, Dizanteri, *Giardiasis*, *Cryptosporidiosis* şeklinde ifade edebiliriz.

WHO (Dünya Sağlık teşkilatı) kaynaklarına göre ABD'de bile her yıl sudan kaynaklanan 69.000 hastalık vakası bildirilmektedir. Bu hastalıkların en önemli kaynağı fosseptik ve kanalizasyondur. Mikrobiyolojik bulaşma hem yeraltı, hem yerüstü sularında olabilir.

2.4.5. Sebeplerine göre su kirliliği

2.4.5.a. Tarımsal çalışmaların sebep olduğu kirlilik

Su kaynaklarında tarımsal faaliyetler sonucu oluşan kirlenme erozyon, kimyasal ve tabii gübre kullanımı, pestisit tüketimi olmak üzere üç ana kaynak çerçevesinde incelenebilir.

Su kirliliği yönünden toprak erozyonunun önemi, tarım arazilerindeki fosforun sedimentler vasıtasıyla yüzey sularına taşınarak ötrifikasyona neden olmasıdır. Tarım sektöründe toprağın verimini artırmak amacıyla uygulanan tabii ve sentetik gübreler de yüzey sularında ötrifikasyona neden olmaktadır.

Tarımsal mücadele ilaçlarının başında yer alan pestisitler ya doğrudan doğruya toprak yüzeyine ve içine ya da bitki veya tohum üzerine uygulanırlar. Bitki yüzeyine püskürtülen veya dökülen ilacın önemli bir bölümü toprağa düşer. Toprağa düş en ilaç toprak tipi, çözünübilirlik, kalıcılık ve iklim faktörlerine bağlı olarak zaman içinde hareket ederek yüzey ve yeraltı sularına sürüklenir (Çevre Atlası 2004).

Tarım alanlarında verimi arttırmak amacıyla yapılan gübreleme sonucu su kaynakları olumsuz etkilenmektedir. Toprağın gübrenmesi, özellikle bu işin bilinçsizce yapılması bitki besin maddelerinin su kaynaklarına taşınmasına, su kaynaklarında ötrifikasyon olarak adlandırılan olayın meydana gelmesine, oksijen miktarının azalarak biyolojik dengenin bozulmasına, hatta besin maddelerinin konsantrasyonunun çok fazla olması durumunda balıkların toplu ölümlerine neden olduğu bilinmektedir. Ürün kalite ve verimin kullanılan zararlılarla mücadele ilaçlarının yüksek konsantrasyonları canlılar için hemen öldürücü etki yapmakla beraber, düşük konsantrasyonlarda su kaynaklarına ulaştığında hem suda hem de suda bulunan canlıların bünyelerinde zamanla birikim yaparak, yüksek düzeylere ulaşabilmektedir. Bunların yanı sıra az da olsa erozyon ve hayvansal atıklarda su kaynaklarını kirletmektedir (Pekin 1983).

2.4.5.b. Endüstrinin sebep olduğu kirlilik

1-Kimyasal kirlilik: Su kaynaklarına organik, inorganik kökenli maddelerin karışması ile kimyasal kirlilik oluşmaktadır. Organik maddeler su kaynağına ulaştığında, doğal olarak ortamda bulunan mikroorganizmalarca hemen parçalanmaya başlanmakta, bu olay su ortamında oksijenin hızla tüketilmesine neden olmaktadır. Suyun oksijenlenme kapasitesinin üzerinde organik madde kaynağı verildiğinde, ortamdaki oksijen yok denecek kadar azaltmakta ve bu durumun devam etmesi halinde oksijen konsantrasyonu sıfırlanmaktadır. Buna bağlı olarak anaerobik ortam koşulları geliştiği için aerobik organizmaların yerini anaerobik organizmalar almakta, organik maddeler belli basamağa kadar parçalanmakta ve organik asitler oluşmaktadır. Bu olaylar sonucu oluşan gerek dayanıklı organik maddeler gerekse kalıntı organik maddelerin giderimi için çeşitli işlemleri uygulama zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bazı inorganik maddeler özellikle toksik etkiye sahip metaller su kaynağına karıştığı zaman canlı hayat olumsuz etkilenmekte, düşük konsantrasyonlarda organizmada birikim yaparak, besin zinciri yolu ile sekonder tüketicilere geçmektedir (Pekin 1983).

2-Fiziksel Kirlilik: Gerek endüstriyel ve evsel atık sular gerekse tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atık sular suyun fiziksel özelliklerini bozucu etkiye sahip olduklarından

deşarj noktalarından suyun rengi, kokusu, sıcaklığı, berraklığı bozulmaktadır (Pekin 1983).

3-Biyolojik Kirlilik: Su kaynağı çeşitli faaliyetler sonucu patojenik özellikte olan bakteri, alg, mantar ve virüs gibi mikroorganizmalarca kirlenmektedir. Bu kirlilik özellikle hayvan kesim yerleri, et işleme tesisleri, hastaneler ve evsel atık sulardan kaynaklanmaktadır. Biyolojik olarak kirletilen suların gerek içme suyu gerekse kullanma suyu olarak tüketilmesi çeşitli salgın hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır (Pekin 1983).

4-Radyoaktif Kirlilik: Son yıllarda nükleer denemelerin artması, nükleer santrallerin devreye girmesi ile radyoaktif kirlenme tehlikesi gündeme gelmiştir. Atmosferdeki radyoaktif maddeler yağışlarla yeryüzüne inmekte, doğrudan veya dolaylı olarak su kaynaklarına ulaşmakta ve canlılar için tehlike oluşturmaktadır (Pekin 1983).

2.4.5.c. Yerleşim alanlarındaki artıkların neden olduğu kirlilik

Büyük yerleşim birimlerinin bugün karşılaştıkları en önemli sorunlardan birisi kentsel çöpler, yani evsel atıklardır. Yerleşim alanlarındaki atıkları kısaca evlerden atılan tehlikeli ve zararlı katı atık kavramına girmeyen, mutfak, banyo, tuvalet ve bahçe gibi yerlerden gelen sıvı ve katı atıklar olarak tanımlayabiliriz. Yerleşim alanlarındaki atıkların çoğunu organik atıklar, kalan kısmını ise kâğıt, karton, tekstil, plastik, deri, ağaç, metal, cam ve kül gibi maddeler oluşturur (Çevre Notları 1998). Evsel kaynaklı sıvı atıklar kanalizasyon sistemine verildiklerinde, arıtılmadan alıcı ortamadeşarj edildikleri takdirde su kaynaklarının kirlenmesine, katı atıklarda uygunsuz deponi alanlarında sızma ile yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır.

2.4.6. Atık sularda istenmeyen kirletici parametreler ve çevreye olan etkileri

1-Ayrışabilir ve ayrışamayan organik maddeler: Organik veya biyolojik olarak ayrışabilen atıklar su yatağına girer girmez bakterilerin hücumuna uğrarlar. Organik

maddelerin ayrışmaları sırasında, sudaki hayat için çok önemli olan çözünmüş oksijen kullanılır ve ortamın çözünmüş oksijen konsantrasyonu azaltılmış olur. Su yatağına giren organik maddelerin çok fazla olması halinde mevcut çözünmüş oksijenin tamamı kullanılarak ortam anaerobik bir durum alabilir (Karpuzcu 1996).

2-Koku ve Tat Veren Çözünmüş Kirletici Maddeler: Atık suda bulunan organik maddelerin bozulmasıyla oluşan gazlar kokuya neden olmaktadır. Havalandırmasız ortamda kalan atık su kısa süre içerisinde septik hale gelir. Septik suyun en belirgin kokusu hidrojen sülfür gazının meydana getirdiği kokudur. Yağlar, petrol ve organik çözücüler de atık suyun kokmasına neden olur.

Sulardaki koku ve tadın sebebi çoğu kez organik maddelerin ayrışmasıdır. Bunun yanında demir ve mangan tuzları gibi korozyon sonucu ortaya çıkan maddeler ile endüstri atıkları da sularda kokuya sebep olurlar.

3- Zehirli maddeler ve ağır metaller: Çeşitli endüstri faaliyetleri sonucu oluşurlar ve fenol, arsenik, siyanür, krom, kadmiyum gibi toksik maddeler içerirler. Ağır metaller veya zehirli maddelerden bir veya birkaçını ihtiva eden kullanılmış suların alıcı sulara verilmesi, bu su ortamındaki organizmalar için zehirleyici tesir yapar ve ortamdaki canlı hayatı tehlikeye sokar (Karpuzcu 1996). Teknolojik gelişmeye paralel olarak, endüstri atıklarının içerdikleri maddelerin bir yandan çeşidi artmakta diğer yandan da bu bileşenlerin kimyasal yapıları giderek daha da karmaşıklaşmaktadır (Çevre Notları 1998).

4- Azot ve Fosfor (Besi Maddeleri):Canlıların organizmalarını yenilemeleri ve metabolizma faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için gerekli kimyasal maddelere besi maddesi adı verilir. Kullanılmış suların su yataklarına boşaltılması, alglerin gelişmesi için besi maddesi olan azot ve fosfor bileşiklerinin bol miktarda ortama verilmesi demektir. Bu iki temel besi maddesi özellikle göl ve haliçlerde ötrifikasyona sebep olmakta, bu nedenle atık sularda yüksek konsantrasyonlarda bulunması istenmemektedir (Karpuzcu 1996).

5-Yağ, Gres ve Petrol Atıkları: Su yatağında kirlenme meydana getiren yağlar, ya petrokimya tesisler ve rafinerilerden veya tanker kazalarından ileri gelmektedir. Sulardaki bu tür atıklar, bir tabaka halinde su yüzeyini kaplayarak su ortamına havadan oksijen girmesini önler, alglerin ve fitoplanktonların üzerine sıvanarak onları tahrip ederler. Ayrıca bu tür atıkların bir kısmı doğrudan zehirleyici özelliğe sahip olup (fenoller gibi) organizmaları zehirleyerek tahrip ederler (Karpuzcu 1996).

6- Asit ve Alkaliler: Sularda asidite, CO₂ ile mineral ve organik asitlerin ve Al₂(SO₄)₃ gibi kuvvetli asit ile zayıf bazdan meydana gelen ve hidroliz sonucu asit özellik veren tuzların mevcut olmasından ileri gelir. Alkalilik ise genellikle bikarbonat ve karbonat iyonlarının varlığından ileri gelir. Tasfiye edilmiş sularda ve bazen de tabii sularda hidroksit, borat, silikat veya fosfat iyonları da alkaliliğe sebep olabilir (Muslu 1985).

7- Renk ve Bulanıklık Veren Askıda Katı Maddeler: Bulanıklık suyun içindeki askıda maddelerden, gözle görünecek büyük tortulara kadar her şey olabilir. Kum, kil, silis, kalsiyum karbonat, demir, mangan, sülfür vb. gibi maddeler bulanıklığa neden olurlar. Özellikle nehir sularında yüksek olan bulanıklık, yağmurlarla taşınan topraktan veya nehre karışan evsel-endüstriyel atık sulardan kaynaklanır. Ayrıca bu kirlenme sırasında organik maddeler kadar inorganik maddeler de suya karışır. Bu maddelerin bulunması suda bakteri oluşumunu destekler. Bakteri oluşumu da suda bulanıklığı arttırır. Bulanıklığın artması suyun filtrasyon maliyetini de arttırır. Yüksek bulanıklık açık kum filtrelerini kullanılamaz hale getirebilir (yıkama süreleri kısılır, maliyeti artar).

Sularda renk; yapraklar, kozalaklı ağaç meyveleri, ağaç ve sebze artıkları gibi organik maddelerin suyla temasında çözünmeleriyle meydana gelir. Bu sular pek çok askıda madde ihtiva ederler. Suya renk veren hücreler; *tannin*, *hümik asit* ve *hümattır*. Bazen demir, suda *ferrik humat* formunda bulunarak yüksek renk potansiyeli oluşturur.

Doğal olarak renk içeren sular negatif değerlidir. Bu yüzden trivalent metalik iyonların (demir, alüminyum gibi) koagülasyonu ile renk arıtımı yapılabilir.

2.4.7. Yüzey sularının kirlenmesi

Akarsu, göl ve denizler yerüstü sularını oluştururlar. Dünya nüfusunun hızla artmasına rağmen su kaynaklarının sabit olması, bu kaynakların kirletilmemesini ve çok iyi kullanılmasını gerektirmektedir. Atıkların arıtılmadan su yataklarına verilmesi, katı atıkların düzensiz olarak alıcı ortama bırakılması, ayrıca bilinçsizce yapılan zirai ilaçlama ve gübrelemeden dolayı yerüstü suları kirlenmektedir (www.cevreorman.gov.tr).

1-Nehirlerin kirlenmesi: Akarsular; küçük dereler, yağmur, kar ve kaynak sularıyla beslenirler. Kanalizasyon suları, fabrika atıkları ile havayı kirleten etkenlerin yağmur ve yüzey akışlarıyla taşınması, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan pestisit ve gübre gibi kimyasal atıklar, akarsuları kirleten başlıca etkenlerdir. Akarsular ve okyanuslar belli bir seviyeye kadar olan kirliliği arıtma özelliğine sahiptir. Bu sınır aşıldığında suda aşırı kirlilik ve bozulma başlar. Akarsuların bazı etkenlerle kirlenmesi sonucu akarsularda mevcut olan ekolojik denge bozulmakta, bitkiler ve hayvanlar olumsuz yönde etkilenmektedir (www.cevreorman.gov.tr).

2-Göl Kirliliği: Göl kirlenmesinin ana unsurları akarsular ve atmosferik olaylardır. Akarsularla taşınan çözünmüş ve askıdaki maddelerin önemli miktarı erozyon ve kimyasal çözünme sonucu oluşur. Ayrıca asit yağmurları da kirliliği artırmaktadır. Göle karışan kirliticilerin büyük bir kısmı akarsular, endüstriyel atıklar ve drenaj yoluyla taşınmasına karşılık, atmosferle kirliliğin taşınması da son derece önemlidir. Havadaki kirliticilerin yağışlar ve rüzgâr gibi atmosferik etkenlerle uzun mesafelere taşınması ve yerüstü sularına karışması sonucu su kirliliği meydana gelmektedir (www.cevreorman.gov.tr).

3- Okyanuslar ve Denizlerin Kirlenmesi: Ülkemizin üç tarafı denizlerle çevrili olduğundan deniz kirliliği hayati önem taşımaktadır. Denizlerin taşımacılık ve turizm amacıyla kullanılması, evsel, endüstriyel atıkların arıtılmadan veya kısmen arıtılarak denize verilmesi, deniz kazaları sonucu meydana gelen petrol akıntıları, akarsulardan

denizlere ulaşan tarımsal atıklar, kirlenmeyi meydana getiren başlıca etkenlerdir. Deniz kirliliğine sebep olan atıklar belirli bir zamanda, bir bölgedeki kirlenme yoğunluğuna bağlı olarak insan sağlığına ve çevreye olumsuz yönde etki etmektedir (www.cevreorman.gov.tr).

2.4.8. Yeraltı sularının kirlenmesi

Yeraltı suyu kirlenmesinin en büyük sebebi, evsel ve endüstriyel atıkların arıtılmadan alıcı ortamlara verilmesidir. Katı, sıvı ve gaz atıklar alıcı ortama verildikten sonra; iklim durumuna, toprağın yapısına, yeryüzü şekline, atığın cinsine ve zamana bağlı olarak yeraltı sularına karışır (www.cevreorman.gov.tr).

Kanalizasyon sisteminin bulunmadığı yerlerde, tuvalet çukurlarından ve gübrelerden sızan kirli sular yeraltı suyuna karışarak, özellikle yaz aylarında ölümlere yol açan bulaşıcı hastalıklara sebep olmaktadır (www.cevreorman.gov.tr).

Yağmur suyu yeryüzüne indiği andan itibaren kirlilik oranında ani bir artış olur. Hayvansal ve bitkisel artıklar, doğal ve suni gübreler, pestisitler ve mikroorganizmalar su ile yeraltına doğru taşınır (www.cevreorman.gov.tr).

Suyun yüzey kısımlarındaki toprak tabakasından süzülmesi sonucunda, zemin cinsi özelliklerine de bağlı olarak kalitesinde önemli miktarlarda artış olur. Askıdaki maddelerin tamamına yakını topraktaki süzülme yoluyla uzaklaşır. Bunun sonucunda mikroorganizmalar büyük ölçüde azalırken, suyun karbondioksit miktarı artar, oksijen miktarı ise azalır (www.cevreorman.gov.tr).

2.4.9. Atık suların uzaklaştırılması ve arıtılması

Atık su arıtımı suların çeşitli kullanımları sonucunda atık su haline dönüşerek kaybettikleri fiziksel, kimyasal ve/veya boşaldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel,

kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmeleri için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinin biri veya birkaçı olarak tanımlanmaktadır (Anonymous 1988).

2.4.9.a. Atık suların arıtımında kullanılan temel işlemler ve tasfiye usulleri

1-Mekanik Arıtım: Fiziksel arıtmada çökeltim ve flotasyon işlemleri ile çökebilir veya yüzebilen tanecikler ayrılmaktadır. Izgaralar, elekler, kum tutucular, yüzer madde tutucular, öğütücüler, dengeleme, çökeltim ve flotasyon (yüzdürme) havuzlarından oluşan sistemlere fiziksel arıtma sistemleri denir.

2-Kimyasal Arıtım: Kimyasal arıtmada çözünmüş ya da kolloidal boyuttaki tanecikler pıhtılaştırılıp yumaklaştırılarak çökebilir hale getirilmektedir. Kimyasal metotlar kullanılarak fiziksel arıtım sisteminde uzaklaştırılmamış, suda çözünmüş askıda ve kolloidal yapıda bulunan kirleticilerin uzaklaştırılmasını sağlayan sistemlere kimyasal arıtma sistemleri denir.

3-Biyolojik Arıtım: Biyolojik arıtmada ise çözünmüş maddeler kısmen biyolojik kütlelerin bir araya gelerek oluşturduğu kolay çökebilir yumaklara, kısmen de mikroorganizmaların enerji ihtiyaçları için yaptıkları solunum sırasında çıkan gazlara ve diğer stabilize olmuş son ürünlere dönüştürülmektedir. Fiziksel veya kimyasal arıtmadan sonra atık suda halen mevcut bulunan organik esaslı katı maddelerin mikro organizmalar yardımıyla çöktürülerek uzaklaştırılması işlemine biyolojik arıtma denir (Karpuzcu 1996).

2.4.9.b. Atık su arıtımında kullanılan başlıca temel işlem ve prosesler

1-Fiziksel Temel İşlemler: Arıtım metotları içerisinde fiziksel kuvvetlerin baskın, ön planda olduğu, uygulamalar temel fiziksel işlemler olarak bilinmektedir. Eleme, karıştırma, flokülasyon, sedimentasyon, flotasyon, filtrasyon ve gaz transferi tipik temel işlemlerdir.

2-Kimyasal Temel Prosesler: Kimyasal maddelerin ilavesi veya diğer kimyasal reaksiyonlarla kirleticilerin giderilmesini veya çevrilmesini sağlayan arıtım metodu kimyasal temel prosesler olarak bilinmektedir. Atık suların arıtılmasında, çöktürme, adsorpsiyon ve dezenfeksiyon en çok kullanılan örnekleridir.

3-Biyolojik Temel Prosesler: Biyolojik aktivitelerle atık suların arıtılması biyolojik prosesler olarak bilinmektedir. Biyolojik arıtım özellikle koloidal veya çözünmüş halde bulunan biyolojik olarak parçalanabilir organik maddelerin giderilmesinde kullanılmaktadır (Metcalf and Eddy 1991). Biyolojik temel proseslerden bazıları aktif çamur metodu, aerobik stabilizasyon havuzları, damlatmalı filtre, biyodisk ve biyokafes sistemleri, anaerobik stabilizasyon havuzları, fakültatif stabilizasyon havuzları, havalandırılmalı lagünler, dolgu yataklı reaktörler, anaerobik filtrelerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Hava kirliliği

Erzurum'da hava kirletici emisyon miktarları hesaplanırken konut ve hizmet sektöründe oluşan kirleticilerin miktarları için, hane ve işyeri sayısı ve buralarda ortalama tüketilen yakıt miktarları bulunarak çarpılmış ve toplam yakıt tüketimi bulunmuştur. Bu yakıt tüketimleri ve emisyon faktörleri (EF) ile de çarpılarak oluşacak kirleticilerin miktarlarına çevrilmiştir. Taşıtlardan kaynaklanan kirletici miktarlarını bulmak için önce benzinli ve dizel araçların sayısı ve bunların ayrı ayrı yakıt tüketimleri bulunmuş ve bunlara ait SEFT Emisyon Faktörleri kullanılarak çıkması muhtemel hava kirletici miktarları bulunmuştur.

Erzurum'da bazı meteorolojik parametrelerle hava kirliliği parametreleri arasındaki ilişkiler değerlendirilirken Erzurum'un 1989–1995 yılları arası meteorolojik verileri ile PM ve SO₂ verileri kullanılmıştır. Hava kalitesi verileri Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezinden, meteorolojik veriler de Meteoroloji Genel Müdürlüğünden elde edilmiştir. Analizde 503 adet veri kullanılmıştır. Çalışmada, meteorolojik verilerin SO₂ ve PM ile arasındaki ilişkiler araştırılmış ve tartışılmıştır. Partikül maddelerin kükürt dioksit ve meteorolojik parametrelerle arasındaki ilişki analiz edilirken kullanılan verilerin sayısı, standart sapması ve ortalama değerler de belirtilmiştir.

Esnaf ve sanatkârların kullandıkları yakıt miktarlarını bulmak için Cumhuriyet İş Merkezindeki esnafın kullandıkları yakıt miktarları ve dükkân sayıları dikkate alınmıştır. Cumhuriyet iş merkezindeki 218 dükkânda yılda ortalama 100 ton kömür yakıldığı ve dükkân başına ortalama 458 kg kömür düştüğü belirtilmiştir. Erzurum'daki diğer dükkanların büyüklükleri dikkate alınarak yılda ortalama dükkan başına 0.6 ton kömür yakıldığı kabul edilmiştir. Şehirde mevcut dükkan sayısı ise esnaf ve sanatkarlar odasından alınmış olup 17752'dir ve bu sayı birim tüketimi kabulü (0.6 ton) ile çarpılarak dükkanların toplam tükettiği yakıt miktarları hesaplanmıştır. Erzurum'da

ortalama bir caminin yılda kullandığı kömür miktarı birkaç cami gezilerek sorulmuş ve 20 ton olarak kabul edilmiştir. Bu değer İl Müftülüğüne bağlı cami sayısı olan 146 ile çarpılarak toplam camilerin yılda tükettikleri ortalama yakıt miktarı bulunmuştur. Erzurum'da resmi dairelerde yakılan yakıt miktarları da DİE, Çevre ve Orman İl Müdürlüğü ve Erzurum Büyükşehir Belediyesi'nden alınmıştır.

Katı ve sıvı yakıt kullanan işletmelerin dışında kalan işletmeler LPG ve elektrik enerjisi kullanmaktadır. LPG ve elektrik enerjisinden önemli emisyonlar çıkmadığı için bunlar emisyon hesaplamalarında dikkate alınmamıştır. Katı ve sıvı yakıt kullanan işletmelerin yıllık yakıt tüketimleri ise kişisel görüşmeler sonucu elde edilmiştir.

Sanayide kullanılan katı yakıtların yarısının soma kalitesinde yerli linyit olduğu diğer yarısının ise ithal Rus linyiti olduğu kabul edilmiştir. Erzurum şehir bölgesinde sanayide kullanılan yakıtlar üretim amaçlı olmayıp sadece ısınma amaçlı kullanıldığı kabul edilmiştir.

Erzurum'da yakılan yakıt miktarları belirlendikten sonra bu yakıtlardan kaynaklanabilecek emisyon miktarlarının tespiti için emisyon faktörlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bilindiği gibi emisyon faktörleri birim yakıt başına oluşan kirletici miktarlarını gösteren rakamlar olup, yakıt çeşitlerine, yakma teknolojisine ve yakma şekline göre değişmektedir. Ülkemizde emisyon faktörlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmış çok çalışma yoktur. Bu nedenle çoğu zaman değişik ülkelerde kullanılan emisyon faktörleri kullanılmak zorunda kalınmıştır. Fakat bu değerlerinin ülkemiz şartlarına uymadığı da bilinmektedir. Bu nedenle Gazi Üniversitesi tarafından Ankara'da yapılan bazı çalışmalar sonucunda bulunan emisyon faktörleri ve EPA'nın belirlediği emisyon faktörleri bu çalışmada kullanılmıştır (Ercan ve Durmaz 1993). Emisyon faktörleri ısınma şekline (soba-kalorifer) ve yakıt cinsine göre değişeceğinden tüketilen toplam yakıtların cinsini ve yakıldığı sistemi belirlemek gereklidir.

Konutların yaklaşık %60'ı kaloriferli, %40'ı ise sobalı olarak kabul edilmiştir. Esnaf ve sanatkârlar odasına bağlı dükkânlarda ise şehir merkezindeki dükkânlardan çoğunun

kaloriferli, dışındakilerin ise sobalı olduğu oda tarafından belirtilmiş ve bunlar içinde %60'ı kaloriferli, %40'ı sobalı kabul edilmiştir. Ayrıca, konutlar, dükkânlar ve camilerin kullandıkları kömürün yarısının ithal Rus linyiti yarısının ise yerli linyit olduğu ve resmi dairelerin ise tamamının ithal Rus linyiti kullandığı kabul edilmiştir.

Konutlar, esnaflar ve dini müesseselerde kullanılan yakıtların %70'inin, resmi daireler ve hizmet sektörlerinde kullanılan yakıtların %100'ünün ve sanayide kullanılan yakıtların %90'ının yerine doğal gaz kullanıldığı kabul edilmiştir.

3.2. Katı atık

Atık miktarını belirlemek amacıyla Büyükşehir Belediyesi ve Alt-Belediyeler ile işbirliği içinde 3 dönem için atık tartımı gerçekleştirilmiştir: Aralık 1999, Mayıs 2000 ve Ekim 2000 tarihlerinde yapılan tartım, Belediye Temizlik İşleri Müdürlükleri tarafından toplanıp taşınan tüm atık türlerini kapsamıştır. Tartılan miktarlar; evsel atıkları, evsel atıklarla birlikte toplanan ticari atıkları, evsel atıklarla birlikte toplanan endüstriyel atıkları ve tıbbi atıkları içermektedir.

Erzurum'daki mevsimsel değişiklikleri gözlemek ve tıbbi atıklar, pazar atıkları ve tehlikeli atıkların miktarlarını doğrulayabilmek için üç tartım analizi gerçekleştirilmiştir.

Atık bileşiminin saptanmasını amaçlayan elek analizleri Aralık 1999, Mayıs 2000 ve Ekim 2000 olmak üzere üç kere tekrarlanmıştır.

3.3. Su ve atık su

Erzurum ili su ve atık su ile ilgili veriler Erzurum Büyükşehir Belediyesi ESKİ Genel Müdürlüğü Araştırma ve Planlama ve Koordinasyon Daire Başkanlığından temin edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölüme giriş yapmadan önce Erzurum İli ile ilgili bazı genel bilgilerin bilinmesinde yarar vardır.

4.1. Genel bilgiler

Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeydoğu kesiminde yer alan Erzurum İli 25.066 km²'lik alanı ile bölgenin en büyük, Türkiye'nin ise 4. büyük ili olarak ülkenin %3.2'sini kaplamaktadır. İl, 40°15' ve 42°35' doğu boylamlarıyla 40°57' ve 39°10' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. İlin deniz seviyesinden yüksekliği 1859 m'dir. Etrafı dağlarla çevrili büyük bir ova üzerine kurulmuştur. İldeki dağların büyük bir kısmı volkanik karakterlidir. Bölgedeki önemli dağlar arasında Palandöken, Kaçkar, Esirçölü, Baldırkanlı, Karakaya, Baba ve Paklı gelmektedir. Erzurum paftasında yer alan ovalar; Erzurum ovası, Pasinler ovası, Aşkale ovası ve Hınıs ovasıdır. İl Çoruh, Fırat ve Aras havzalarının başlangıç noktasında yer almaktadır.

2000 yılı nüfus sayımına göre Erzurum kent merkezinin nüfusu 402.350, nüfus artış oranı ise %3.99'dur (DİE 2002). Son yıllarda yerleşim, kentin güneyinde yer alan Palandöken ve Yıldızkent toplu konut alanları ile kentin batısında bulunan Dadaşkent toplu yerleşim alanlarına gelişme göstermektedir.

İlin yüz ölçümünün yaklaşık %64'ünü dağlar, %20'sini platolar, %12'sini yaylalar ve %4'ünü de ovalar oluşturur. İl topraklarının büyük bir kısmı volkanik yapıda dağlarla kaplıdır. Kuzeyde Rize Dağları, Rize Dağlarının güneyinde Çoruh Vadisi ve daha batıda Kelkit Vadisi bulunmaktadır. Bu bölge Anadolu'nun en önemli kırık faylarından birisini oluşturur. En yüksek noktaları, Kaçkar Tepesi (3937 m), Verçenik Tepesi (3711 m) dir. İlin batısında Çoruh ve Karasu vadilerinin birbirine yaklaştığı noktada Kop Dağları başlar. Önemli doruklar batıda Akbaba Dağı (3065 m), Keçitaşı Tepesi, Yeşerçöl Dağı, Tosik Dağı (2900 m), Ortuzu Dağı, Gâvur Dağı ve Mescit Dağlarıdır (en yüksek nokta 3239 m). Karasu-Aras çöküntü alanının güneyinde kalan Karasu-Aras Dağları üçüncü

grup dağları oluşturur. Batıda Munzur ve Mercan Dağları'nın devamı doğuya doğru Palandöken (Büyük Ejder 3176 m) ve Sakaltutan Dağlarını oluşturur. Çobandede Dağları Erzurum'u doğudan çevreleyerek Kargapazarı Dağlarını (Dumlu Dağı 3169 m) Palandöken Dağlarına bağlar.

Erzurum'un kurulduğu ova "Erzurum ovası" olup ve yaklaşık 520 km'dir. Erzurum Ovası, ülkenin en yüksek ve mikro iklimik olarak en soğuk ovalarındandır. Hınıs ovası yaklaşık 175 km'lik alanı ile Hınıs Çayı'nın vadi tabanını oluşturan alüvyonal topraklarla kaplıdır. Pasinler ilçe merkezini de içine alan Pasinler Ovası ortalama olarak 1700-2000 m yüksekliğe sahiptir. İlin en önemli yaylası olan Tekman Yaylası ortalama olarak 2250–2500 m yükseklikindedir.

Erzurum ili; Çoruh, Aras ve Fırat havzalarının birleşim noktasında yer almaktadır. Üç havza; ana akarsu kaynaklarını Erzurum Dağlarından alır. Önemli akarsuları Karasu, Aras ve Çoruh ve Çoruh nehrinin kolları olan Oltu ve Tortum çaylarıdır. İlin en önemli gölü Tortum Gölü'dür. İlde bulunan göletler; Teke Deresi Göleti, Ürünlü Göleti, Kapıkaya Göleti, Köyceğiz Göleti, Porsuk Göleti, Şenkaya Göleti, Kuzgun Göleti, Demiedöven Barajı Göletidir.

Tortum gölü civarında yer alan ve değişik karakterlerde olan porfir ve porfiritle granitik-dioritik intrüzif masifi arasında jenetik bir ilişki vardır. Bunlar kısmen filonyen masifleri ve kalın yatak filonlarını meydana getirmişlerdir. Tortum gölünün güneybatısında Kuvarsidiorit porfir, güneyinde Üngüzek ile Azort arasında kuvars diorit-porfir masifi ve doğusunda diorit porfirler vardır. Oltu'nun güneybatısında Karadağ masifi içinde serpantinler, proksenitler ve gabrolar mevcuttur (Atalay 1978).

Erzurum'un coğrafi konumu ve topoğrafik yapısı nedeniyle bölgede sert bir karasal iklim hüküm sürmektedir. Erzurum Türkiye'nin en düşük hava sıcaklığına sahip illerinden birisidir. Kışlar çok soğuk ve sert, yazlar ise sıcak ve kurak geçer. Yılın 6 ayından fazla bir kısmında kış hüküm sürer. Ekim ayında sıcaklık düşmeye başlarken

ancak Nisan ayında artmaya başlar. Erzurum Sibirya antisisilonu ve Basra siklonu etkisi altındadır (D.M.İ.G.M. 2003).

Rüzgar hızının en düşük olduğu dönem; 1.9 m/sn ortalama değer ile Aralık, en yüksek olduğu dönem 3.1 m/sn ortalama değer ile Temmuz ayıdır. Erzurum hâkim rüzgâr yönü doğu kuzeydoğudan batı güneybatı yönüdür. Erzurum; rüzgar yönleri, esme sayısı ve esme yüzdesi verileri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir (D.M.İ.G.M. 2003).

Çizelge 4.1. Rüzgar Yönü, Esme Sayısı, Esme Yüzdesi (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2003)

Rüzgâr Yönleri	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Toplam
Esme Sayısı	969	1601	2005	1973	1758	2876	2021	1235	14438
Esme Yüzdesi	6.7	11.1	13.9	13.7	12.2	19.9	14.0	8.5	100.0

Erzurum’daki sis ve nem oranı Çizelge 4.2.’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. Erzurum’daki Aylık Sis ve Nem Oranı (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2003)

	Ortalama Nispi Nem %	Sisli Gün Sayısı	Nem<Sis<5 km gün sayısı
Ocak	77.5	11	13
Şubat	73.1	6	11
Mart	75.0	2	4
Nisan	56.7	0	1
Mayıs	60.7	0	0
Haziran	54.9	0	0
Temmuz	51.1	0	0
Ağustos	50.3	0	0
Eylül	49.8	0	0
Ekim	62.9	0	1
Kasım	82.0	2	12
Aralık	81.3	9	17

Meteorolojik istatistiklere göre Erzurum ili yıllık sıcaklık ortalaması 5.9°C kadardır. Erzurum'da "ortalama yüksek sıcaklık" ın 20°C'yi aştığı gün sayısı 110.7 ve sıcaklığın 0°C'nin altına indiği gün sayısı 153.9 gün; ortalama donlu gün sayısı 153.9 gün kadardır. Erzurum ili sıcaklık verileri Çizelge 4.3'te gösterilmiştir (D.M.İ.G.M. 2003).

Çizelge 4.3. Erzurum Sıcaklık Verileri (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2003)

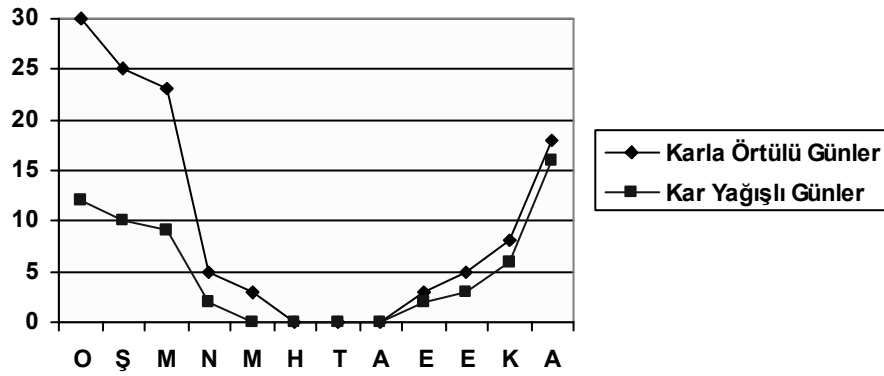
Aylar	Ortalama °C	Maksimum °C	Minimum °C
Ocak	-8.6	17.6	-30.4
Şubat	-6.9	10.6	-27.5
Mart	-2.6	17.8	-24.8
Nisan	5.2	23.5	-18.5
Mayıs	10.8	29.6	-6.4
Haziran	14.9	32.2	-3.2
Temmuz	19.2	34.0	1.0
Ağustos	19.6	34.0	1.2
Eylül	15.0	31.4	-3.8
Ekim	8.3	26.0	-12.0
Kasım	1.7	20.7	-25.6
Aralık	-5,3	12.3	-28.0
Yıllık Değer	5.9	34.0	-30.4

Çizelge 4.4. Aylara Göre Toplam Yağış (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2003)

Aylar	Toplam yağış kg/m ³	Yağışlı gün sayısı
Ocak	9.3	15
Şubat	23.6	17
Mart	31.6	12
Nisan	57.5	12
Mayıs	104.7	16
Haziran	14.7	5
Temmuz	14.0	9
Ağustos	13.9	7
Eylül	8.6	3
Ekim	28.8	10
Kasım	38.8	16
Aralık	36.8	17

Erzurum'da yıllık ortalama yağış miktarı 447.4 mm olarak tespit edilmiştir. Erzurum'da yıllık yağış ortalaması Doğu Anadolu Bölgesi ortalamasına göre çok düşük sayılmaz. Erzurum ve çevresinde görülen yıllık yağış tutarı mevsimlere ve aylara göre dağılımları oldukça dengesizdir.

Yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısı 50 gündür. İlkbaharda 14.7 gün sonbaharda 3.1 gündür (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Kar Yağışlı ve Karla Örtülü Günlerin Aylık Dağılımı (D.M.İ.G.M. 2003)

İlde faal olan 81 sanayi tesisinde 2092 kişi istihdam edilmektedir. Haziran 2004 ayı itibariyle İlde 22 kapalı, 19 yarım kalan ve 1 adette devam eden tesis bulunmaktadır. Kapalı ve yarım kalan tesislerin 10'ar adedi sorunların çözümlenmesine müteakip üretime geçebilecek durumdadır (Erzurum Sanayi ve Ticaret Odası 2003).

1975 yılında faaliyete geçen I. Organize Sanayi Bölgesi Ilıca yolu üzerinde 1.147.973 metrekarelik bir alana kurulmuştur. Bu alanın 866.931 metrekaresi sanayi parsellerine, 76.179 metrekaresi yollara, 106.798 metrekaresi yeşil alana, 98.062 metrekaresi sosyal tesislere ayrılmıştır. Erzurum I. Organize Sanayi Bölgesinde bulunan 88 parselin tamamı yatırımcılara tahsis edilmiştir. Bölgede 11 adet kapalı 10 adet yarım kalmış sanayi tesisi bulunmaktadır (Erzurum Sanayi ve Ticaret Odası 2003).

4.2. Erzurum'daki hava kirliliği

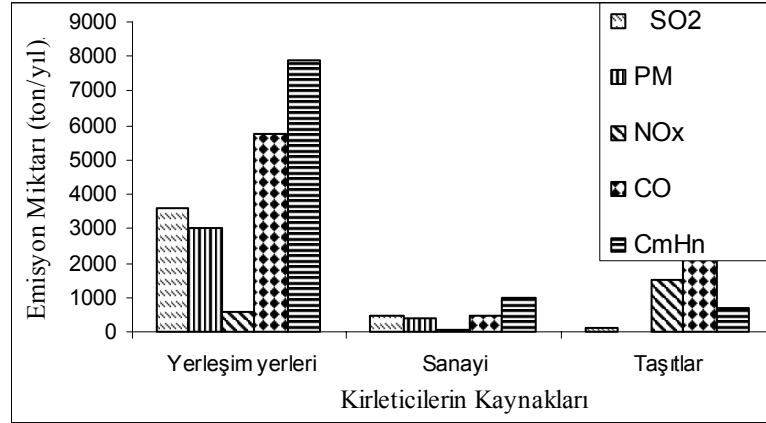
4.2.1. Erzurum'da hava kirletici emisyon miktarları

Erzurum'da konutlardan, hizmet sektörlerinden, sanayiden ve taşıtlardan kaynaklanan hava kirleticilerinin miktarları Çizelge 4.5.de verilmiştir (Kılıç *et al.* 2005).

Çizelge 4.5. Türkiye'de Kullanılan Emisyon Faktörlerine Göre Erzurum'da Çeşitli Kaynaklardan Oluşan Hava Kirletici Miktarları (Kılıç *et al.* 2005).

	SO ₂ (ton/yıl)		PM (ton/yıl)		NO _x (ton/yıl)		CO (ton/yıl)		C _m H _n (ton/yıl)	
Konut ve hizmet sektöründen kaynaklanan	3600,8	%86,5	3046,2	%88,1	598,2	%28,0	5744,0	%58,2	7873,9	%82,5
Sanayiden kaynaklanan	442,7	%10,6	383,0	%11,1	47,3	%2,2	484,3	%4,9	975,1	%10,2
Taşıtlardan kaynaklanan	121,8	%2,9	28,0	%0,8	1491,1	%69,8	3638,5	%36,9	690,9	%7,3
Toplam	4165,3		3457,2		2136,6		9866,8		9539,9	

Erzurum'da oluşan emisyon miktarlarının kaynak katkı payları Şekil 4.2.'de sunulmuştur. Çizelge 4.5. ve Şekil 4.2.'den anlaşılacağı gibi Erzurum'da hava kirliliğinin en büyük nedeninin yerleşim yerlerindeki (konut ve hizmet sektörlerinde) ısınmadan kaynaklandığı görülmektedir. Bunun yanında hava kirliliğine az miktarda da olsa motorlu taşıtların ve sanayinin katkısının olduğu anlaşılmaktadır.



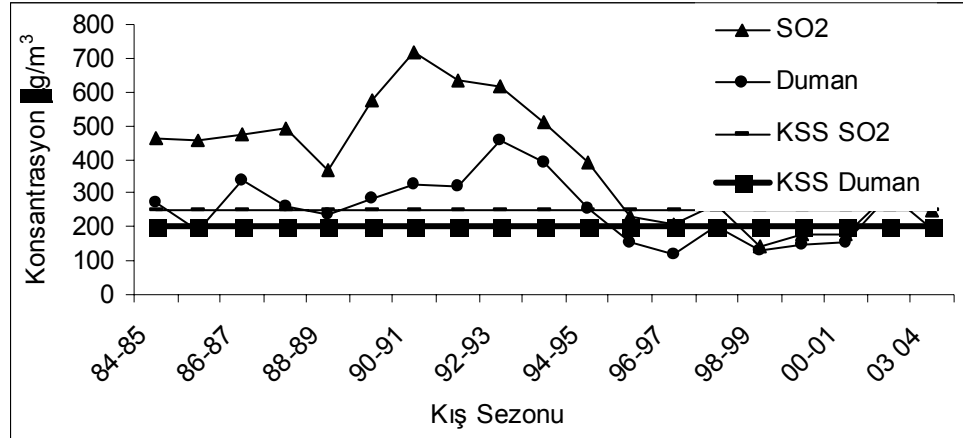
Şekil 4.2. Kirleticiler Kaynaklardan Çıkan Emisyon Miktarları

4.2.2. Erzurum'un hava kalitesi

Şehir atmosferinde bulunan en önemli kirleticiler Kükürt dioksit (SO_2) ve duman (*smoke*) olup bunlar genellikle fosil yakıtların yanmasıyla atmosfere atılırlar.

Erzurum da ki olumsuz topoğrafik ve meteorolojik şartlar özellikle kış aylarında atmosfere fazlaca atılan kirleticilerin dağılımını ve seyrelmesini güçleştirerek yoğun kirlilik günleri oluşturmaktadır.

1984–2004 yılları arasında SO_2 ve duman konsantrasyonlarının kış sezonu ortalamalarındaki değişim Şekil 4.3. te verilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi 1994–95 kış sezonuna kadar ülkemizdeki Hava Kalite Yönetmeliğinin kış sezonu sınır değerleri her iki kirleticiler yönünden oldukça fazla aşılmış ve böylece hava kalitesi çok bozulmuştur (Turalioğlu 2005).



Şekil 4.3. SO₂ ve Duman Konsantrasyonlarının Çeşitli Kış Sezonlarındaki Değişimi (KSS: Kış sezonu sınır değerleri, KSS_{SO2}: 250µg/m³, KSS_{DUMAN}: 200µg/m³)

Hava kirleticilerinin zamansal dağılımının yanında bölgesel dağılımının da bilinmesi oldukça önemlidir. Zira şehrin topoğrafik yapısı ve hâkim rüzgâr yönü gibi çeşitli parametrelerin şehirleşmede dikkate alınmaması nedeniyle çeşitli kaynaklardan salınan kirleticiler şehir merkezi üzerinde üniform olarak dağılmakta ve bazı kötü şehirleşmenin olduğu bölgelerde kirlilik birikimi söz konusu olabilmektedir.

Genel olarak şehrin kuzey bölgelerinde (Yakutiye, Kazım Karabekir) düşük rakım ve kötü şehirleşme (yoğun nüfus, hâkim rüzgâr yönüne dik açılan ana arterler, yüksek binalaşma, yeşil alan azlığı vb.) nedeniyle kirlilik birikimi meydana gelmektedir. Diğer taraftan şehrin güney bölgelerinde (Yenişehir, Dadaşkent) yüksek rakım ve daha uygun şehirleşme nedeniyle (seyrek yapılaşma, yeşil alan fazlalığı ve hâkim rüzgâr yönünde açılan ana yollar vb.) kirleticilerin üniform dağılımı söz konusudur. Diğer taraftan şehrin batı bölgelerinden (Dadaşkent, Üniversite) doğu bölgelerine doğru hâkim rüzgâr yönünde kirlilik taşınımının söz konusu olduğu görülmektedir (Turalioğlu 2005).

4.2.3. Meteorolojik verilerin hava kalitesi parametrelerine etkileri

Meteorolojik veriler hava kirliliği parametrelerini önemli derecede etkilemektedir. Bu etkileri literatürde Erzurum'un 1995–2000 yılları arasındaki meteorolojik ve hava kirliliği parametreleri kullanılarak yapılan çalışma bize göstermektedir (Turalioğlu *et al.* 2005).

4.2.4. Erzurum'da bazı meteorolojik parametrelerle hava kirliliği parametreleri arasındaki ilişkiler

1989–1995 Yılları arasındaki PM ve diğer verilerin ortalama değeri ve standart sapması Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6.1989–1995 Yılları Arasındaki PM ve Diğer Verilerin Ortalama Değeri ve Standart Sapması (Turalioğlu *et al.* 2005).

	Ortalama	Standart Sapma	Veri Sayısı
PM	189,3062	63,28795	503
SO ₂	295,9205	139,08993	503
Sıcaklık	-2,1579	9,21750	503
Basınç	823,6167	4,90184	503
Rüzgâr	2,2823	2,22208	503
Yağış	1,0855	2,72677	503

Çizelge 4.6.'ya benzer şekilde Çizelge 4.7.'de kükürt dioksit'in partikül maddeler ve meteorolojik parametrelerle arasındaki ilişki analiz edilirken kullanılan verilerin sayısı, standart sapması ve ortalama değerler belirtilmiştir.

Çizelge 4.7. 1989–1995 Yılları Arasındaki SO₂ ve Diğer Verilerin Ortalama Değeri ve Standart Sapması

	Ortalama	Standart Sapma	Veri Sayısı
SO ₂	298,8688	105,94343	503
PM	193,6998	97,86294	503
Sıcaklık	-2,8171	9,02316	503
Basınç	823,1833	4,82253	503
Rüzgâr	2,6304	2,53519	503
Yağış	0,9951	2,37418	503

SO₂'nin PM ve meteorolojik parametrelerle ilişkisi Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Çizelge 4.8.'den görüldüğü gibi SO₂'nin PM ve sıcaklıkla ilişkisi diğer verilere göre daha yüksek çıkmıştır. SO₂'nin PM ve sıcaklıkla ilişkisi yüksek olup korelasyon değerleri sırasıyla $r=0,7$ ve $r=-0,62$, diğer parametrelerle ilişkisi de çizelgede verilmiştir. Aynı zamanda Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi PM'nin SO₂ ve sıcaklıkla ilişkisi diğer verilere göre daha yüksek olup bu değerler sırasıyla $r = 0,68$ ve $r =0,60$ 'dır.

Çizelge 4.8. SO₂'nin Diğer Parametrelerle İlişkisi

	SO ₂	PM	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar	Yağış
SO ₂	1					
PM	0,700422	1				
Sıcaklık	-0,62635	-0,49864	1			
Basınç	0,33284	0,2686	-0,07927	1		
Rüzgar	-0,37761	-0,36559	0,190337	-0,41828	1	
Yağış	-0,23972	-0,18416	0,08844	-0,25096	0,108519	1

Çizelge 4.9. PM'nin Diğer Parametrelerle İlişkisi

	PM	SO ₂	Sıcaklık	Basınç	Rüzgâr	Yağış
PM	1					
SO ₂	0,680843	1				
Sıcaklık	-0,64691	-0,58186	1			
Basınç	0,356568	0,176916	-0,0221	1		
Rüzgar	-0,31894	-0,20332	0,207635	-0,40062	1	
Yağış	-0,3934	-0,19512	0,081569	-0,29273	0,184457	1

4.3. Erzurum'daki katı atık

4.3.1. Genel şartlar

Evren Depolama Sahası Erzurum'da oluşan her türden atığı kabul etmektedir. Saha Erzurum'un yaklaşık 7 km güney-batısında yer almaktadır. Sahanın batısında Evren Köyü (yaklaşık 300 m) ve güney-batısında da Tuzcu Köyü (yaklaşık 700 m) yer almaktadır. Düzenli bir işletme ve çevre koruma için alınmış bir önlem bulunmamaktadır. Döküm sahası sızıntı sularının toplanması için teşkil edilmiş ne bir taban örtüsüne ne de bir drenaj sistemine sahiptir. İnce inert malzemeden oluşan örtü veya yüzey örtüsü sistemi de bulunmamaktadır. Atık toplama araçları her seferinde yeni bir atık tepesi oluşturacak şekilde atıklarını dökmektedir. Kış aylarında atıkları sıkıştırmak veya düzlemek için herhangi bir önlem bulunmazken, yaz aylarında bu iş için görevlendirilmiş bir buldozer sahada bulunmaktadır.

Tıbbi atıklar için herhangi özel bir bertaraf uygulaması bulunmamaktadır. Bu atıklara sahada açık olarak rastlamak mümkündür. Bu durum sahada çalışan çocuklar ve işçiler için tehlike oluşturmaktadır.

Erzurum kenti, Yakutiye, Palandöken, Kazım Karabekir ve Dadaşkent ilçe belediyelerinin yer aldığı Büyükşehir statüsüne sahip bir kenttir. Büyükşehir belediyesi atıkların işlemleri ve bertarafından sorumludur; diğer yandan ilçe belediyeleri atıkların

toplanması ve taşınmasıyla yükümlüdürler. Her bir ilçe belediyesinde tam kadrolu temizlik işleri müdürlüğü bulunmaktadır. Aralarında ekonomik veya işletmeye ilişkin koordinasyon bulunmamaktadır.

Personel kadrolarının sayısı ve gerçekte çalışan personel sayısı sınırlı olup gerekli kaliteyi sağlayamamaktadır. Alt belediyelerdeki temizlik işleri müdürlüklerinden hiç birinde idari personel atık yönetimi konusunda özel bir eğitim almamaktadır. Atık önleme ve geri kazanım konusunda herhangi bir planlama yapılmamıştır. Ne izleme ve değerlendirme ne de denetim mekanizması olmadığından veriler işlenememekte ve gelecekteki planlamalar için kullanılamamaktadır. Atık yönetiminde düzenli bir planlama bulunmamaktadır.

Bu bağlamda Erzurum Büyükşehir Belediyesi katı atık sorununu çözmek için girişimlerde bulunarak, işin ekonomik boyutunu dış kaynaklı hibe kredisi olarak çözümlenmiştir. Bu bağlamda Katı Atık Yönetimi Projesi hazırlanmış ve Düzenli Depolama Sistemine karar verilmiştir.

4.3.2. Toplama ve taşıma

Erzurum'da evsel atıklar Pazar günleri hariç olmak üzere her gün toplanmaktadır. Belediyelerin atık toplama araçları ile toplanan atık miktarı 1.440 ton/hafta veya diğer bir ifadeyle 240 ton/gün'dür. Bu ise 2,6 ton/işçi, gün değerini ifade etmektedir.

Toplanan atıkların yoğunluğu (sıkışmamış olarak) 0,3 ton/m³ alındığında toplanan hacim 4.800 m³/hafta veya diğer bir ifadeyle 880 m³/gün'dür. Toplama performansı 8,6m³/işçi, gün olarak hesaplanmaktadır.

Pazar atıklarının toplama ve taşınması iyi organize edilmiş olduğundan ilave bir düzenlemeye gerek yoktur. Pazar atıkları içerisindeki geri kazanılabilir atıklar ayrı toplanmamakta ve atıklar toptan sebze-meyve halinde ayrılmamaktadır.

Tıbbi atıklar evsel atık konteynerlerinde, evsel atıklar da tıbbi atık konteynerlerinde gözlemlenmiştir. Hastanelerin tamamının tıbbi atık beyanını yönetmeliklere göre yapmadıklarını göstermiştir. Ayrıca, atık ayırımı da düzgün olarak yapılmamaktadır. Böylelikle, tıbbi atık konteynerlerinde, evsel atıklar ve enfekte olmayan atıklar da bulunmaktadır. Buna benzer olarak olağan toplama sırasında kullanılan konteynerlerde enjektör ve kanlı bandaj gibi tipik tıbbi atıklar bulunabilmektedir.

Erzurum'daki evsel atıkların toplanması için 400 lt ve 750 lt kapasitede konteyner olmak üzere 2 tür toplama sistemi kullanılmaktadır. 400 lt kapasitedeki konteynerler otomatik olarak boşaltılabilmekte, 750 lt kapasitedeki konteynerlerdeki atıklar ise bir işçi tarafından kürekle toplama kamyonuna atılması gerekmektedir.

Konteyner sayısı yeterli olmasına rağmen, dolup taşmış konteynerler ve etrafındaki evsel atık içeren plastik torbaların gözlenmesi, konteyner dağılımının nüfus yoğunluğu ile orantılı olmadığını göstermiştir. Gözlemler sırasında 400 lt konteynerlerin çoğunun hasarlı olduğu fark edilmiştir. 750 lt konteynerleri ve diğer sistemlerle toplama, elden boşaltılmayı gerektiren, çok zaman harcayan bir çalışma olmaktadır. 750 lt konteynerlerinin tabanları bulunmamaktadır. Süzüntü suyunun doğrudan toprağa aktığı bir gerçektir. Bundan dolayı atık kütleindeki süzüntü suyu yeraltı suyunu kirletmektedir. Yeraltı suyunun, Erzurum'da içme suyu temininde gerçekten önemli bir kaynak olduğu unutulmamalıdır.

2000 yılında toplama filosunun yaklaşık üçte biri kadar sayıda araç yenilenmesine rağmen, hidrolik kaldırma mekanizmalı kamyonların ortalama yaşı 9'dur. Yaklaşık %50'si 14 yıldan daha eskidir. Temizlik işleri müdürlükleri onarım oranının oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte dokümantasyon olmadığından kesin bir tahmin yapılamamaktadır.

Araç filosunun yaşlı olmasından dolayı arıza oranı yüksek düzeydedir. Kamyonlardaki kilometre saatlerinin çoğunun arızalı olması dolayısıyla gerçek çalışma saatleri ve km

başına performans belirlenmemektedir. Genel bir eğilim olarak, alt belediyeler arasında farklı kamyon sistemlerinin geniş bir aralıkta değiştiği anlaşılmaktadır.

Erzurum'daki belediyeler atıkları ayrı toplamamaktadır. Geri kazanılabilir atıklar sadece resmi olmayan sektör tarafından toplanmaktadır. Resmi olmayan sektöre ait bir takım ailelerin bireyleri bir tür ayrı toplama sistemi yürütmektedir. Geri kazanılmış atıkları at arabaları ile toplayarak gecekondularının bahçelerine istiflemektedirler. Geri kazanılan atıkları Erzurum'dan uzakta yer alan şirketlere nakletmek için birkaç aile bir araya gelerek kamyon kiralamaktadırlar. Bu gruptan bir temsilci malların fabrikaya sorunsuz olarak ulaşması için eşlik etmektedir. Düzenli bir şekilde çalışan geri kazanım sistemi ve yönetimi bulunmamaktadır.

4.3.3. Atıkların bertarafı

Çöp döküm sahasına her tür atık dökülmektedir. Evsel atık, ticari atıklar ve tıbbi atıklar sahada gözlenebilmektedir. Çöp döküm sahasında ne bir taban izolasyonu ne de süzüntü sularının toplanmasına yönelik drenaj sistemi yer almaktadır. İnce inert malzeme veya benzeri malzemeden oluşan ne bir son örtü ne de bir izolasyon bulunmaktadır. Döküm sahası birçok noktadan ulaşılabilir olduğundan ve etrafı çitle çevrilmemiş olduğundan dökümün sürekli olarak kontrol altında tutulması mümkün olamamaktadır. Döküm sahasının civarındaki büyük alanlar boyunca birçok kâğıt, naylon torba ve uçucu diğer malzemelere rastlamak mümkündür. Atık toplama araçları, her defa atık boşalttıklarında yeni atık kümeleri oluşturmaktadır. Atık tabakalarını sıkıştırmak veya düzlemek maksadıyla alınmış herhangi bir önlem bulunmamaktadır.

Tıbbi atıklar ve tehlikeli atıklar herhangi bir işleme tabi tutulmadan ve karışık bir halde çöp sahasında dökülmektedir (Erzurum Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yönetimi Projesi Fizibilite Raporu 2002).

4.3.4. Erzurum atık miktarları

Resmi olmayan sektör tarafından değerlendirilerek geri kazanılan atıklar hariç tüm atıklar Belediyeler tarafından toplanmakta ve taşınmaktadır. Atık Tipine Göre, Kış 1999, İlkbahar 2000, Sonbahar 2000’de Gerçekleştirilen Tartım Analizi Sonuçları Çizelge 4.10.’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Atık Tipine Göre, Kış 1999, İlkbahar 2000, Sonbahar 2000’ de Gerçekleştirilen Tartım Analizi Sonuçları (Erzurum Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yönetimi Projesi Fizibilite Raporu 2002)

Atık Türü	Kış 1999		İlkbahar 2000		Sonbahar 2000	
	Miktar	Yüzde	Miktar	Yüzde	Miktar	Yüzde
Evsel Atıklar	53.743	56,1	46.428	51,6	53.394	54,5
Pazar Atıkları	220	0,2	278	0,3	270	0,3
Tıbbi Atıklar	425	0,4	424	0,5	750	0,8
Ticari ve Endüstriyel Atıklar	23.033	24,1	19.898	22,1	22.883	23,4
Tehlikeli Atıklar	1.099	1,1	952	1,1	1.098	1,1
Ara Toplam	78.520	82,0	67.980	75,6	78.395	80,1
Diğer Atıklar	3.635	3,8	6.760	7,5	4.347	4,4
Ara Toplam	3.635	3,8	6.760	7,5	4.347	4,4
Toplam Bertaraf Edilen Atık Miktarı	82.155	85,8	74.740	83,1	82.742	84,5
Geri Kazanılan Atıklar	3.900	4,1	5.500	6,1	5.500	5,6
Erzurum Köyleri	3.285	3,4	3.285	3,7	3.285	3,4
İlçe	6.388	6,7	6.388	7,1	6.388	6,5
Ara Toplam	13.573	14,2	15.173	16,9	15.173	15,5
Genel Toplam	95.728	100,0	89.913	100,0	97.915	100,0

Çizelge 4.11. Belediyelere Göre Evsel Atıklar İçin Kış 1999, İlkbahar 2000, Sonbahar 2000’ de Gerçekleştirilen Tartım Analizi Sonuçları (Erzurum Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yönetimi Projesi Fizibilite Raporu 2002)

Kaynak	Miktar (ton/hafta)			Yüzde (%)			Yıllık Ortalama	
	Kış 1999	İlkbahar 2000	Sonbahar 2000	Kış 1999	İlkbahar 2000	Sonbahar 2000	Miktar (ton/yıl)	Yüzde (%)
Büyükşehir	48,5	46,9	49,1	3,0	3,3	3,1	48,2	3,1
Yakutiye	535,1	505,9	586,8	34,0	35,2	36,9	542,6	35,3
Palandöken	387,4	76,5	419,7	24,5	26,2	26,4	394,5	25,7
K.Karabekir	318,0	309,6	361,8	20,1	21,5	22,7	329,8	21,5
Dadaşkent	221,0	68,4	90,2	14,0	4,8	5,7	26,5	8,2
Ara Toplam	1.510,0	1.307,3	1.507,6	95,6	91,0	94,8	1.441,6	93,8
Diğer Atıklarla Birlikte Toplam	1.579,9	1.437,3	1.591,1	100,0	100,0	100,0	1.536,1	100,0

Çizelge 4.11.’de “Diğer Atıklar” başlığında toplanan atık türleri askeri bölgeleri, üniversite yerleşkesini, mezbahayı, devlet kurumlarını ve özel şirketlerin atıklarını içermektedir ve bu atıklar depolama sahasına bu kurumlarca getirilmektedir. Dolayısıyla, tartım analizine benzer şekilde bu atık türleri için kesin bir bileşim vermek mümkün olamamaktadır. Bu atıkların büyük kısmı, hafriyat malzemesinden (özellikle özel şirketler), yeşil atıklar (muhtemelen bahçe atıkları), cadde süprütüsünden (özellikle askeri bölgelerden), molozlardan, külden ve bazı külden ve bazı evsel atıklardan oluşmaktadır.

2000 yılında oluşan toplam atık 94.519 ton olarak hesaplanmış ve bu rakamın 74.965 tonu belediyelerce toplanan ve taşınan atıklardan oluşmuştur. Diğer atıklar saha gözlemlerine dayanmaktadır. Geri kazanılan atık miktarları mahallenin muhtarından ve atık toplayıcılardan edinilen bilgilere dayanmaktadır. Geri kazanılan atık miktarı çıkarıldığında, depolanacak atık miktarı 89.552 ton/yıl olarak ortaya çıkmaktadır. 2004 yılında depolanacak atık miktarı ise 106.761ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Gelecek

hesaplarına esas teşkil etmek maksadıyla, birim atık üretim miktarları Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'te verilmektedir.

Çizelge 4.12. Tartılan Miktarına Göre Birim Atık Üretim Değerleri (Erzurum Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yönetimi Projesi Fizibilite Raporu 2002)

	Birim	Aralık 99	Mayıs 00	Ekim 00	Yıllık
Atık Miktarı	Ton/yıl	78.520	67.980	78.395	74.965
Nüfus	Kişi	326.526	326.526	326.526	326.526
Birim Miktar	Kg/kişi.yıl	240	208	240	230
Birim Miktar	Kg/kişi.gün	0.66	0.57	0.66	0.63
Atık Yoğunluğu	Kg/m ³	0.35	0.35	0.35	0.35
Birim Hacim	m ³ /kişi.gün	1.88	1.63	1.88	1.80

Çizelge 4.13. Toplam Üretilen Atık Miktarına Göre Birim Atık Üretim Değerleri (Erzurum Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yönetimi Projesi Fizibilite Raporu 2002)

	Birim	Aralık 99	Mayıs 00	Ekim 00	Yıllık
Atık Miktarı	Ton/yıl	86.055	80.240	88.242	84.846
Nüfus	Kişi	326.526	326.526	326.526	326.526
Birim Miktar	Kg/kişi. yıl	264	246	270	260
Birim Miktar	Kg/kişi. gün	0.72	0.67	0.74	0.71
Atık Yoğunluğu	Kg/m ³	0.35	0.35	0.35	0.35
Birim Hacim	m ³ /kişi. gün	2.06	1.92	2.11	2.03

4.3.5. Atık bileşimi

Erzurum ili atık bileşenleri Çizelge 4.14.'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Erzurum'un Atık Bileşimi (Erzurum Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yönetimi Projesi Fizibilite Raporu 2002)

Bileşen	Dönem	Yüzde % (Ağırlıkça)				Belediye Atığı Yıllık Miktar (ton/yıl)
		Kış 1999	İlkbahar 2000	Sonbahar 2000	Ortalama	
Kağıt		8,6	10,6	12,7	10,6	7.863
Karton		7,8	6,8	6,1	6,9	5.118
Karışık Ambalaj Mal.		1,8	0,6	0,6	1,0	742
Plastik		7,6	10,7	12,7	10,3	7.640
Plastik Şişe		1,1	1,1	1,4	1,2	890
Demir Metaller		1,9	1,9	3,9	2,6	1.929
Demir Dışı metaller		0,2	0,4	0,5	0,4	297
Cam		1,9	3,5	2,5	2,6	1.929
Tekstil		2,2	3,9	2,8	3,0	2.225
Tahta / Deri / Lastik		2,1	2,3	2,2	2,2	1.632
Kemik		0,6	0,4	1,1	0,7	519
Geri Kazanılabılır Top.		35,8	42,2	46,5	41,5	30.784
Organik		26,6	28,2	36,8	30,6	22.698
Karışık Atıklar		0,7	1,3	0,7	0,9	667
İnert Malzemeler		6,7	5,2	2,0	4,6	3.412
Özel Atıklar		0,5	1,1	1,3	1,0	742
Çocuk Bezi, Hij. Ped		0,9	1,4	2,3	1,5	1.112
Diğerleri		8,8	9,0	6,3	8,0	5.933
Yanmış/Yanmamış Kömür/Kül/Kum		28,8	20,6	10,4	19,9	14.761
TOPLAM		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Erzurum'un atık bileşimi, atıkların %42'sinin geri kazanılabilir atıklardan oluştuğunu göstermektedir. Atık bünyesindeki organik madde içeriği %31 olarak ortaya çıkmıştır. Gelişen bir atık türü olarak çocuk bezleri ve hijyenik pedler atıkların %1,5'ini oluşturmaktadır.

4.4. Erzurum'daki su

Erzurum ovasında birçok sıcak ve soğuk su kaynakları mevcuttur. Sıcak su kaynakları ovanın kuzeyinde alüvyon bazalt sınırına çok yakın mevkilerden çıkar.

Erzurum ovasında DSİ tarafından yeraltı suyu durumunu araştırmak amacı ile 1958–1976 yılları arasında 32 adet araştırma, 5 adette gözlem kuyusu açılmıştır. Yine bu tarihler arasında içme ve işletme amacıyla DSİ tarafından 103 kuyu, İller Bankası tarafından 20 kuyu, Şeker şirketi tarafından 20 kuyu, YSE tarafından ise 5 kuyu olmak üzere toplam 186 sondaj kuyusu açılmıştır. İşletme kuyularının derinlikleri, ova ortalarında 110–130 m arasında olmasına rağmen, ova kenarlarında 200 m ye kadar inilmiştir. Sondaj kuyularının açıldığı alan içinde ölçülen en yüksek su kotu 1791 m ile Atatürk Üniversitesi'nin güneyindeki 9525 nolu işletme kuyusudur.

Ovadaki yeraltı suyu akımı yönü Karasu kanalına doğrudur. Erzurum Belediyesi 51 kuyudan yılda $38,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ yeraltı suyu, Şehir Su Şebekesine basıp, içme ve kullanma suyu olarak tüketmektedir. Çayır tepe, Şih köy ve Yeşil ova kooperatifleri toplam 18 kuyudan $3,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ yeraltı suyunu sulamada kullanmaktadır. Atatürk Üniversitesi 42 adet işletme kuyusundan $2,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ suyu içme ve sulamada kullanmaktadır.

Ovada yeraltı suyunun genel akım yönü Karasu kanalına doğrudur. Yeraltı suyunun akış yönü ovanın çeşitli yönlerinde değişiklikler gösterir. Bu değişiklikleri beslenme ve boşaltım şartları meydana getirir. Ovanın güneyindeki büyük konide yeraltı suyu akım yönleri topoğrafyaya uygun olarak kuzeye doğru yelpaze şeklinde bir açılış gösterirler. Ovanın doğu kısmında yeraltı suyu akış yönü batıya doğrudur. Diğer kesimlerde Karasu kanalına dik olarak bir akış gösterirler. Yeraltı suyu kuzey ve güneydeki konilerden, kuzeyde Karasuyun ovaya açıldığı alandan ve yan derelerin ovaya girişlerinden beslenir. Ova kenarında genellikle geçirimsiz formasyonlar yer aldığı için yanal beslenme azdır. Ova doğusundaki bazaltlardan yanal beslenme olmaktadır. İlkbahar yeraltı suyu seviyesinin en yüksek, sonbahar ve kış en düşük olduğu mevsimdir.

4.4.1. Akarsular

Erzurum'un en önemli akarsuyu Karasu Çayıdır. Karasu çayı devamlı olarak yeraltı suyundan ve kış aylarında yan derelerden beslenmektedir. Pulur Çayı ile Ilıca Çermiklerinin suyu da Karasu Çayına karışmaktadır. Akarsuların çeşitli kesimlerinden alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.4.2. Kaynaklar

Erzurum'daki sıcak ve soğuk su kaynaklarının debileri genellikle küçüktür. Sıcak su kaynakları genellikle aynı özellikte olup, fazla tuzlu sulara sahiptir. Mevcut analizlere göre genel özellikleri:

- Çoğu asidik sulardır. $\text{pH} < 7$
- Orta ve yüksek tuzlu sulardır. $\text{EC} > 1500$ mikromho/cm
- $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} < \text{Na}^+ + \text{K}^+$
- Hakim tuz sodyumbi karbonattır. (NaHCO_3). Yani sodalı sulardır.
- Genellikle sıcaklıkları $25\text{--}35$ °C arasındadır.

Sıcak su kaynaklarından Soğuk Çermik ve Çayırtepe kaynakları diğerlerine göre daha az tuzlu ve düşük sodyumludur. Bunlara taze su karışımı vardır.

Soğuk su kaynakları da kendi aralarında benzer kimyasal özellikler gösterirler. Bunlar:

- Hemen hepsi çok az tuzlu sulardır. $\text{EC} 400$ mikromho/cm
- Bazık sulardır. $\text{pH} > 7$
- $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} > \text{Na}^+ + \text{K}^+$
- Hakim tuz kalsiyum bikarbonat olup, düşük sodyumludur.

4.4.3. Sondaj kuyuları

Yeşilova kooperatif sahası ve Erzurum Atatürk Üniversitesi sahası doğrultusu boyunca açılan kuyu suları genellikle çok iyi- iyi kaliteli sulardır. Genel olarak

- Elektriksel iletkenlikleri 200–300 mikromho/cm’ dir.
- Bazık sulardır. pH> 7
- Hakim tuz kalsiyum bikarbonat olup, sodyum oranı düşüktür
- Organik kirlilik çok az veya hiç yoktur
- İçme ve sulamaya uygundur

Çeşitli bölgelerden alınan çeşme suyu örneklerinde elde edilen analiz sonuçları çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. 13.10.2004 Tarihli Analiz Sonuçları (Çevre Sorunları Araştırma Merkezi)

Parametreler	Aziziye Arş. Hast.	Yakutiye Arş. Hast.	Lojmanlar	Müh. Fak.	Yurt-Kur
pH	6,8	7,2	7,0	6,9	7,1
T.Asidite*	28	31	29	35	33
T.Alkalinite*	170	150	170	140	160
T.Sertlik*	53,8	51,6	52,2	55,6	48,4
NO ₃ -N**	2,61	2,65	2,74	2,4	1,043
NO ₂ -N**	-	-	-	-	-
PO ₄ -P**	-	-	-	-	-
Klorür**	17,99	18,99	17,99	17,99	17,99
Bakiye Klor**	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
E.Coli/100ml	0	0	0	0	0

* Birimler mgCaCO₃/L cinsindedir.

** Birimler mg/L cinsindedir.

Şıh köyü kooperatifi işletme kuyuları az ve orta tuzlu sulardır.(500–1200 mikromho/cm). Kalite bakımından Yeşilova ve Atatürk Üniversitesi bölgesinden daha kötüdür. Çayır tepe kooperatif sahası ve Soğucak kuyu suları kimyasal açıdan aynı özelliktedir. Bu sular bazık özellikte ve yüksek sodyumludur. 3054, 16387, 16388

numaralı kuyu sularında yüksek sodyumdan ötürü sodiklik tehlikesi mevcuttur. Sulamada kullanılmaları sakıncalıdır.

4.4.4. İçme suyu

2000 yılı nüfus sayımına göre nüfusu yaklaşık 400000 olan Erzurum ilinin su ve kanalizasyon hizmetlerini 1995 yılında kurulan Erzurum Su ve Kanalizasyon İdaresi yürütmektedir. Erzurum'da şehir içme suyu tesisinin eski oluşu nedeniyle önemli derecede su kaybı olmaktadır ve şebeke yeni açılan yerleşim alanları nedeniyle yetersiz kalmaktadır.

Erzurum ilinin içme suyu muhtelif yıllarda açılmış kuyulardan ve maslaklardan karşılanmaktadır. 51 adet derin kuyu ve 4 adet maslak bulunmaktadır. Derin kuyu ve maslaklardan yılda 38,5 milyon m³ su üretilmekte, ancak şebekelerin eski olması ile %55 su kaybı olmaktadır.

Kuyulardan temin edilen su terfi merkezine, oradan da depolara terfi ettirilmektedir. Depolarda biriken su klorlanarak halkın hizmetine sunulmaktadır. Suyun bu yolla halka sunulması çok pahalı bir durum olup maliyeti yüksektir. Derin kuyu metodu ile su elde edilmesindeki en önemli etken elektrik enerjisidir. Aylık elektrik ortalama masrafı 500.000 YTL'dir (ESKİ 2003).

İçme suyunun tam manasıyla karşılanması ve ucuza mal edilmesi için 2000 yılında yapılan içme suyu projesi (isale hatları, depolar, arıtma tesisi) proje tutarı 406.799 milyar TL olup, bu projeye 2001 yılında hiç ödenek verilmemiş, 2002 yılı için 43.224 milyar TL hazine garantili dış kredi ödeneği ayrılmıştır.

Bu proje DSİ'nin yapımını yürüttüğü Palandöken Barajı Sulama Projesi ile birlikte yapılmış olup 19,5 km boyunda 1500 mm çapta borularla enerji harcaması olmadan, tamamen cazibe ile yaklaşık 2500 lt/sn debi ile su şehre getirilecek, kapsamlı bir arıtma

yapıldıktan sonra cazibe ile ulaştırılacak, şebeke yenilenecek, dolayısıyla elektrik harcaması olmadan Erzurum İlinin su ihtiyacı karşılanmış olacaktır.

Çizelge 4.16. Erzurum'un 2002- 2037 Yılı İçme Suyu Durumu (DSİ 2003)

İl	Doğal göller(ha)	Baraj Rezervuarları(ha)	Gölet Rezervuarları(ha)	Akarsu yüzeyleri
Erzurum	3.032	1.230	426	11.750

Mevcut içme suyu tesislerinden alınan su miktarları çizelge 4.19'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.17. Aylara Göre Üretilen Su Miktarları (ESKİ 2003)

2003 Yılı Aylar	Çalışan Kuyu	Pompalardan Elde Edilen Su		Cazibeli Sular		Üretilen Toplam Miktar	
		m ³	Lt/s	m ³	Lt/s	m ³	Lt/s
Ocak	52	2.764.108	1.032	214272	80	2.978.380	1.112
Şubat	52	2.496.614	1.032	193536	80	2.690.150	1.112
Mart	52	2.764.108	1.032	214272	80	2.978.380	1.112
Nisan	52	2.690.496	1.038	207360	80	2.867.856	1.118
Mayıs	52	2.780.179	1.038	214272	80	2.994.451	1.118
Haziran	52	2.690.496	1.038	207360	80	2.897.856	1.118
Temmuz	52	2.780.179	1.038	214272	80	2.994.451	1.118
Ağustos	52	2.785.536	1.040	214272	80	2.999.808	1.120
Eylül	52	2.695.680	1.040	207360	80	2.903.040	1.120
Ekim	52	2.785.536	1.040	214272	80	2.999.808	1.120
Kasım	52	2.695.680	1.040	207360	80	2.903.040	1.120
Aralık	52	2.785.536	1.040	214272	80	2.999.808	1.120
Toplam		32.714.148	12.448	2.522.880	960	35.237.028	13.408

Ortalama aylık üretim = 2.936.416 m³

Ortalama günlük üretim = 96.539m³

Ortalama şehre verilen su = 1.117 lt/s

2003 yılı içerisinde 21.600 kg gaz, 950 kg toz klor kullanılmıştır.

Erzurum ili sınırları dâhilinde Erzurum Büyük Şehir Belediyesi ve 4 adet Büyük Şehir alt Belediyeleri dâhil toplam 39 belediye mevcuttur. İller Bankası tarafından yapılan çalışma sonucunda Belediyelerin 2037 yılı ihtiyaçları dikkate alındığında 4892 lt/sn suya gereksinim var iken, bugün itibariyle temin edilen su 2722 lt/sn'dir. Temin edilen suyun 518 lt/sn cazibeli, 2205 lt/sn terfili olarak temin edilmekte olup ihtiyaç açığı 2170 lt/sn'dir (ESKİ 2003).

Dadaş-Şih köy kesimlerinde içme suyu amaçlı 23 adet derin kuyu açılmıştır. Bu kuyulardan K2, 11, 13, 14 ve K16 nolu kuyular devre dışıdır. Diğer 18 adet kuyudan ve Dadaş kent kuyularından takviye edilen miktar ile birlikte toplam (Mayıs 1999 ayı içinde Dadaş köydeki terfi merkezinde yapılan ölçümde) $Q=356$ lt/sn su alındığı tespit edilmiştir. Aynı mevkideki K12, 15, 16, 17, 20, 21, 22 ve K23 nolu derin kuyularda 1993 yılında İ.B.G.M. Makine Sondaj Dairesi Başkanlığınca su tecrübe, temizlik ve inkişaf yapılmıştır. Çalışmalar neticesinde;

K12 = 21 lt/sn

K15 = 7 lt/sn

K16 = 10 lt/sn

K17 = 7 lt/sn

K20 = 8 lt/sn

K21 = 12 lt/sn

K22 = 11 lt/sn

K23 = 16 lt/sn debi tespit edilmiştir.

Çiftlik köy kesiminde içme suyu amaçlı 18 adet, Havaalanı civarında 3 adet, Dadaşkent'te ise 16 adet derin kuyu açılmıştır. Dadaşkent'te açılan 16 kuyunun 10 tanesinden Erzurum Merkez için su alınmaktadır. Diğer 2 si Dadaşkent'te, 4 adedi ise Yıldızken' te su vermektedir. Çiftlik köy kesimindeki kuyulardan K2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14,15, 16 ve K18 nolu kuyular devre dışıdır. Geri kalan 5 kuyu ile Havaalanı ve Dadaşkent kuyularından alınan su $Q=520$ lt/sn'dir.

Dadaşkent terfi merkezinde (D1 ve D2 nolu kuyulardan gelen su) yapılan tecrübede $Q=115$ lt/sn debi belirlenmiştir. Yıldız kent terfi merkezinde (Y1,Y2 ve Y4 nolu kuyular) yapılan tecrübede $Q=165$ lt/sn debi belirlenmiştir. Y3 nolu kuyunun işletme debisi $Q=50$ lt/sn'dir.

Her iki terfi merkezine basılan toplam su miktarı $Q=876$ lt/sn'dir.

Dadaşkent' te içme suyu sağlayan 2 adet derin kuyudan $Q=115$ lt/sn

Mezbaha kuyusu26 lt/sn

Bostan kuyuları 2 adet.....30 lt/sn

İki yüz evlerdeki 2 kuyu.....35 lt/sn (halihazırda tüketime verilmiyor)

Terminal kuyusu.....25lt/sn

Yıldızkent kuyuları 3 adet.....165 lt/sn

Toplam 44 adet kuyu..... $Q=1237$ lt/sn

5 kuyu devreye alınacak,17 adet kuyu iptal, toplam 66 adet kuyu mevcuttur. Cazibeli sular ile birlikte toplam $Q=1357$ lt/sn debi tüketime verilmektedir. Devreye alınacak 5 adet kuyudan beklenen muhtemel debi $Q=100$ lt/sn'dir. Böylece toplam su miktarı $Q=1457$ lt/sn olacaktır(ESKİ 2003).

Cazibeli sular

Tophane ve Beşirin Çayırı İsalesi.....20 lt/sn

Paşalar İsalesi.....30 lt/sn

Türbe Deresi İsalesi.....70 lt/sn

TOPLAM.....120 lt/sn

Erzurum (merkez) ilinde tüketimi verilen toplam su miktarı $Q=1357$ lt/sn'dir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Erzurum'da hava kirliliği için çözüm önerileri

Hava kirliliğinin önlenmesi için alınabilecek önlemleri kısa ve uzun dönemde alınabilecek önlemler şeklinde ikiye ayırabiliriz. Kısa vadeli önlemler, hava kirlenmesinin önlenmesini sağlayacak ve kolaylıkla uygulanabilecek önlemler olmalıdır. Uzun dönemi kapsayacak önlemler ise, kirlenmenin kontrol altına alınmasından sonra, daha da azaltılması ve bölgenin hava kalitesinin yükseltilmesini sağlayacak önlemler ve planlar olmalıdır.

Kısa vadeli önlemler için aşağıdaki adımlar uygulanabilir.

- Kazanların kuralına uygun yakılması ve kapasitesinin üzerinde yüklenmemesi
- Kazan duman boruları ve bağlı bulunduğu bacaların bakım ve temizliğinin sürekli yapılması
- Kömürün iri taneli olarak yanma odasına atılmaması
- Kaloriferleri mutlaka ateşçi belgesine sahip ehliyetli kişilerin yakması
- Kalorifer ve doğalgaz kazanlarının periyodik olarak bakımının yapılması
- Standartlara uymayan katı ve sıvı yakıtların yakılmaması
- Dış ortam sıcaklığının gece ve gündüz 15 derecenin üzerinde olduğu günlerde kalorifer ve sobaların yakılmaması
- Trafikten kaynaklanan egzoz kirliliğinin azaltılması için toplu taşıma araçlarından faydalanılması, mecbur kalınmadıkça şehir merkezine özel araçlarla gidilmemesi
- Araç egzoz ölçüm ve bakımlarının yapılması, kurşunsuz benzin kullanımının yaygınlaştırılması, trafiği şehir dışına çıkaracak alternatif yolların bir an önce hizmete sokulması

Uzun vadeli önlemler için aşağıdaki adımlar uygulanabilir.

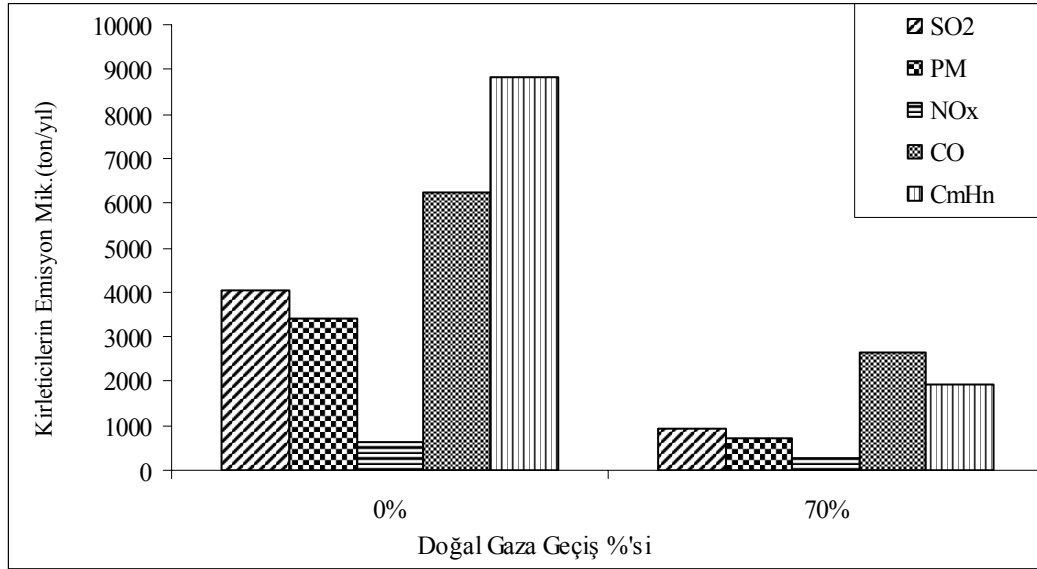
- Sanayi tesislerinin bacalarına kontrol ekipmanının takılmasının sağlanması
- Yeni yerleşim yerlerinde merkezi ısıtma sistemlerinin kullanılması
- Kullanılan sobaların TSE belgeli olmasına dikkat edilmesi
- Pencere, kapı ve çatıların izolasyonuna önem verilmesi
- Kişisel vasıta kullanımı yerine toplu taşımacılığın yaygınlaştırılması
- Özellikle transit geçişlerinin şehir merkezleri yerine çevre yollarına aktarılması
- Doğal gaz kullanımının yaygınlaştırılması
- Yeşil alanların artırılması, imar planlarındaki hava kirliliğini azaltıcı tedbirlerin uygulamaya konulması
- Ağaçlandırma çalışmalarının artırılması, özellikle hava kirliliğinin yoğun olduğu yerlerde yeşil alanların artırılması
- Şehir yerleşim planlarında meteorolojik faktörlerin özellikle rüzgârın göz önünde bulundurulması
- Sanayi ve iş merkezlerinin mümkün olduğu kadar yerleşim merkezleri dışına alınması
- Bütün bu etkenlerin yanında; atıkların uygun olmayan tesislerde yakılarak bertaraf edilmesinin önlenmesi, sanayi tesisi yer seçiminin yerleşim alanları dışında ve hakim rüzgarlar dikkate alınarak yapılması, imar planlarında bu alanların çevresinde yapılaşmaların önlenmesi ve araçların egzoz emisyon ölçümlerinin periyodik olarak yapılması

5.1.1 Erzurum’da doğal gaz kullanımı ile hava kirliliği azalması

Doğal gaz, kirletici bileşenleri en az ve ısı değeri yüksek olan bir yakıt olduğu için Erzurum’da kullanımı arttıkça hava kirletici parametrelerinin önemli ölçüde azalacağı düşünülmektedir.

Hava kirliliği ile ilgili sonuç olarak Erzurum’da kullanılan yakıtların çeşitli oranlarda (%70) doğalgaza geçmesiyle oluşacak kirletici miktarlarındaki azalma Şekil 5.1. de sunulmuştur. Şehirde doğal gaza geçiş oranı %70 olduğunda SO₂ de %76,63 ve PM de %78,91 azalma olmaktadır. SO₂ ve PM dışındaki kirleticiler içinde bu azalmalar söz

konusudur. Şekil 5.1. den de anlaşılacağı gibi doğal gaz, kullanımı arttıkça hava kirliliğinde önemli ölçüde azalmalar görülmektedir. Hava kirliliğini minimuma indirebilmek için şehrin büyük kısmında doğal gaz kullanımına geçilmelidir.



Şekil 5.1. Doğal Gaz Kullanımını Artması İle Kirletici Miktarlarındaki Azalmalar

5.2. Erzurum’da katı atık sorunu için çözüm önerileri

Türkiye’nin birçok şehrinde olduğu gibi, Erzurum’da da katı atık yönetimi için düzenli bir organizasyon bulunmamaktadır. Ancak son zamanlarda günümüzün koşullarına uygun, modern ve sağlıklı Katı Atık yönetimini hayata geçirmek için Alman Hükümetinin de desteği ile Teknik İşbirliği Kurumu (GTZ) tarafından bir çalışma başlatılmıştır. Bu çalışmada Düzenli Depolama sistemi seçilmiştir.

Bunun nedeni Erzurum İli katık atıklarının %54’ü evsel atıklardan oluşmasıdır. Bu atıkların ortalama %30 civarı da organik atıklar, bir kısmı da kül ve cürufan oluşmaktadır. Dolayısı ile Erzurum katı atıkları kalorifik değeri kendi kendilerini yakmaya müsait olmadığından yakma tesisi kurmak Erzurum ili için uygun değerlendirilmemektedir.

Toplam atığın %30'luk kısmı organik maddelerden oluştuğu ve bölgenin soğuk ikliminin de kompostlama sistemlerine uygun olmadığı söylenebilir.

Erzurum İli katı atıklarının %5.3'ü geri kazanılabilir atıklardan oluşmaktadır. Doğru bir geri kazanım çalışmasıyla bu oranın %30 civarında olması beklenmektedir. Bu durum da geri kalan atıklarında çoğunu evsel atıklar ve kül-curuf oluşturmaktadır. Bu atıklar ise hangi bertaraf sistemi ile bertaraf edilse bile sonuçta bir nihai depolamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca Erzurum ili jeolojik, meteorolojik, hidrolojik yapı olarak da düzenli depolama sistemlerine uygun bir yapıdadır.

Bunlara ilave olarak belediyenin ekonomik olarak düzenli depolama sistemini seçmesinin doğal olabileceği söylenebilir.

Depolama sahası olarak Sakalı Kesik Köyü 2. km.si belirlenmesi uygun olabilir. Bunun dışında depolama sahası için alternatif olarak iki bölge daha değerlendirilebilir. Bunlardan birincisi; Palandöken Dağları etekleri (Tuzcu-Tepeköy) mevkiidir. Palandöken dağlarının etlerinde, Tuzcu ve Tepeköy mevkilerinin jeolojisinde tabanın tamamen kil ve marn olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu mevkiler şehre daha yakın olmakla beraber hâkim rüzgâr yönü bakımından da uygundur. Depolama sahasından uçuşan poşet vs. gibi materyallerin şehre ulaşması daha zordur. Bu mevkilerin olması durumunda toplama ve taşıma sırasında daha az nakliye bedelinin ödenmesi de söz konusu olabilecektir. Bir diğer yer ise Dumlu-Yeşildere mevkiidir. Ovanın kuzey doğusunda yer alan Dumlu-Yeşildere arasında 200–250 m. kalınlığında beyazımsı, sarımsı killi, marnlı ve yer yer kireçtaşı tabakaları mevcuttur. Bu bölgede Yeşildere-Köşk köyleri arasında alt kısımlarda yuvarlak volkanik çakıllar; üst kısımlarda ise sarımsı yer yer tabakalaşma gösteren killi ve marnlı tabakalar ve en üstte ise çakıllı ve kumlu depolar bulunmaktadır. Dolayısıyla bu bölge jeolojik olarak çok uygundur. Bölge aynı zamanda hâkim rüzgâr yönündedir. Şehre yaklaşık olarak Süngerç mevkiisi ile aynı uzaklıktadır. Bunların yanı sıra bölgede içme suyu kuyuları bulunmamaktadır. Ayrıca bölgede yeraltı suyu üst seviyesi 20 m. civarındadır. Rakım Erzurum merkez ve Belediyenin seçmiş olduğu depolama sahası yerine göre daha düşük olduğundan azda

olsa sıcaklık farkı vardır. Tüm bu etkenler göz önüne alındığında depolama sahası için en uygun yerin Dumlu-Yeşildere mevkiisi olduğu değerlendirilmektedir.

Depolama sahasının yüzey kaplaması için normal yapım olarak, ince alt tabaka yüzeyinden başlayarak, birbirini takip eden aşağıdaki katmanların yapımı öngörülmektedir:

- Gaz drenaj tabakası
- Jeotekstil
- Mineral sızdırmazlık tabakası
- Sentetik sızdırmazlık membranı
- Yapay sızdırmazlık membranı için koruyucu jeotekstil
- Su drenaj tabakası
- Jeotekstil
- Yeşillendirme Tabakası

Atık kabul alanı, depolama sahasının işletilmesi ve idaresi ve süzüntü suyu ve gaz arıtımı için çeşitli yapıları ve tesisleri gerektirmektedir. Bunlar atık kabul alanı olarak adlandırılan yerde bir araya getirilir ve şunlardan oluşur.

- Gelen atıkların denetimi ve kantarlar
- Saha işletme ve personel binası
- Araç garajı ve yıkama istasyonu
- Atölye
- Yakıt ikmal istasyonu
- Süzüntü suyu ve yüzey suyu toplama havuzu
- Problem atıklar için geçici depolama

Ek olarak, kabul alanı için erişim ve servis bağlantıları da temin edilecektir

- Katı atık depolama sahası erişim yolu ve otopark

- Su temini
- Atık su ve drenaj suyu giderimi
- Enerji temini
- Haberleşme.
- Kompostlaştırma sahası yolu

5.2.1. Alınması gereken acil önlemler

Şehrin sınırlı mali kaynakları düşünülerek, önlemlerin mümkün olduğunca ekonomik olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu, önlemlerin Erzurum Belediyesinin kendi öz kaynaklarıyla veya bölgeden temin edeceği imkânlarla gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir. Önlemler mevcut çöp döküm sahasının nihai rehabilitasyonu anlamına gelmemektedir. Önlemlerin hedefi, mevcut durumun mümkün olduğunca iyileştirilmesi olarak görülmelidir. Önlemler adım adım uygulanmalıdır. Benzer olarak önlemler, orta-dönem özelliği taşımakta ve daha sonraki rehabilitasyon projesine kolayca entegre olacak şekilde hazırlanmıştır. Yeni evsel veya evsel tipteki atıklardan oluşan bir depolama sahası çevre için potansiyel bir tehdit unsurudur, diğer atıklar ise potansiyel bir rahatsızlık kaynağıdır. Önerilen önlemler ile hem çevre üzerindeki negatif etki hem de potansiyel rahatsızlıklar azaltılacaktır. Bu da teknik önlemlerin uygulanması ile mümkün olacaktır. Sürdürülebilir bir başarıyı yakalamak için, düzenli ve kontrollü bir işletmenin hayata geçirilmesi gerekmektedir. Önlemlerin bir kısmı hayata geçirilmiş bulunmaktadır. Varılacak nihai nokta, önerilen çözüm ile gelişmenin mümkün olan en kısa sürede gerçekleştirilmesidir. Önerilen önlemlerin belli bir zaman periyodu için geçerli olacağı akıldan çıkarılmamalıdır.

Mevcut çöp döküm sahasının rehabilitasyonu için aşağıdaki tedbirler önerilmektedir:

- Gelecek atık bertarafının sınırlı bir alanda yoğunlaştırılması
- Bu alanın çit ile çevrelenmesi
- Personel için altyapının sağlanması
- Atık getirimi ve bertaraf hizmetlerinin kontrolü

- Geri kalan atık kütlesinin üstünün mineral malzeme ve toprak ile kapatılması

Bundan dolayı belediye/belediyeler birliği tarafından aşağıdaki faaliyetler önerilebilir.

- Döküm sahasının genişletilerek kullanımının durdurulması
- Müşavirin önerilerine dayanarak gelecekteki sahanın çit ile çevrenmesi
- Geri kalan çöp kütlesinin tesviyesi
- Sıkıştırma
- Çöp döküm sahasının nihai olarak kapatılması
- İzleme faaliyetlerinin başlaması (yeraltı suyu örneklemesi)
- İzleme faaliyetlerinin sürdürülmesi (Yeraltı suyu örneklemesinin yılda iki kez yapılması)

5.3. Erzurum'da su ve atık su sorunları için çözüm önerileri

5.3.1. Erzurum kenti için önerilen içme suyu arıtım tesisleri

Yüzey suyu kalitesinin irdelenmesi sonucunda arıtma için aşağıda belirtilen ana üniteleri içeren bir arıtma sistemi uygun bulunmuştur. Erzurum kenti'nin soğuk iklim özelliği nedeni ile tüm ünitelerin üzerleri kapalı olarak teşkil edilecektir.

- Giriş vana ve debimetre odaları
- Kaskat havalandırıcı
- Koagülasyon (hızlı karıştırma) havuzları
- Flokülasyon (yumaklaştırma) havuzları
- Durultucular
- Kimya binası
- Hızlı kum filtresi
- Temiz yıkama suyu tutma tankı
- Kirli yıkama suyu dengeleme tankı

- Klor binası ve klor temas havuzları
- Arıtılmış su deposu
- Çamur dengeleme havuzları
- Trafo ve jeneratör binası
- Isı merkezi

Ana arıtım ünitelerinin yanı sıra aşağıda verilen sosyal ünitelerde tesiste yer alacaktır.

- İdare binası (Bürolar, kontrol odası, laboratuvar, atölye)
- Bekçi kulübesi
- Lojmanlar (6 şar dairelik 4 blok)

Su alma yapısından alınan ham sular 1500 mm'lik isale hattı ile arıtım tesisi sahasına kadar getirilerek giriş yapısı bağlantısı yapılacaktır. Ham suyun debi kontrolü buradan yapılacaktır. Giriş vana ve debimetre odaları büyüklük olarak 2025 yılı ihtiyaçlarını da karşılayabilecek kapasitede seçilmiştir.

Palandöken barajında su yüksekliği mevsimlere ve yıllara göre değişeceğinden, basınç altındaki suda oksijen yok denecek kadar az olabilecektir. Suda istenmeyen koku tat ve gazların giderilmesi ve suya oksijen kazandırılması gibi amaçlarla havalandırma yapılması gereklidir.

Ham su karıştırıcı eşiğinin üzerinden aşarak, flokülasyon havuzlarına birleşik olan kompartımana girecektir. Kimyasal koagülant, eşiğin tam üzerinde eklenecek ve kimyasal hidrolik olarak karışması sağlanacaktır.

Ham suya hızlı karıştırma sırasında eklenen kimyasal maddeler ufak floklar oluşturur. Bu ufak flok partiküllerin daha büyük parçacıklar halinde birleşmesini ve böylece durultucuda daha kolay çökmesini sağlamak için yavaş karıştırma yapılır. Bu yavaş

karıştırma işlemi, flokatörün iç kısmında, üst ve alt kanatlar şeklinde oluşturulmuş duvarlar vasıtası ile hidrolik olarak elde edilecektir.

Durultucu içinde çamurdan oluşacak akışkan bir yatak (çamur battaniyesi) mevcuttur ve flokların yakalanarak sudan ayrılması çamur battaniyesi bölgesinde gerçekleşir. Çamur battaniyesi içinde çeşitli kimyasal reaksiyonlar oluşmaktadır. Bu reaksiyonlar demir ve manganezin eskiden oluşmuş ve katalitik olabilen flokla temas etkilerinde ayrılmasını önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır.

Çamur battaniyesini akışkan halde tutmak için hidrolik enerji kullanılmaktadır.

Kimya binası içerisinde betonarme alum ve kireç çözelti tankları ile dozlama sistemi, polimer çözelti tankı ve dozlama sistemi alum –kireç-polimer depoları çelik asit tankları depoları ve dozlama sistemi, kontrol odası, mekanik ve elektrik atölye, ofis ve deposunu ihtiva edecek bir yapı olacaktır.

Garanti edilen su kalite standartlarının sağlanması için durultulmuş sular, daha sonra hızlı kum filtrelerinden geçirilecektir.

Temiz su tutma tankı filtre geri yıkama pompalarına ve servis suyu sistemine su sağlayacaktır.

Yıkanan filtrelerden gelen kirli sular ile çamur yoğunlaştırıcı üst suları ve Belt filtre preslerden çıkan sular, kirli yıkama suyu tutma tankında toplanacaktır. Suyun içindeki katıların askıda tutulması, tankın içine monte edilen karıştırıcı tarafından gerçekleştirilecektir. Tank seviyesine bağlı olarak çalışan pompalar ile bu sular tekrar arıtım için tesis girişine basılacaktır. Tanklar birbirlerine paralel bağlı çalışabilecek ve gerektiğin de tankın biri bakım için devre dışı bırakılacak.1.kademe 2015 yılı için tek iki tank teşkil edilecek.

Durultucudan çıkan çamur, cazibe ile çamur dengeleme tanklarına alınacaktır. Durultucu çamuru daha sonra buradan çamur yoğunlaştırma havuzuna pompalanacaktır. Çamur sevk pompaları, çamur dengeleme havuzlarındaki seviyeye bağlı olarak çalışacaktır.

Durultuculardan çıkan çamur, çamur yoğunlaştırma havuzlarında cazibe ile yoğunlaştırılarak çamur ve su olarak ayrılacaktır. Yüzeiden savaklanarak alınan duru su tekrar arıtmaya tabi tutulmak için tesis girişine iletilecek. Yoğunlaştırılmış çamur havuz tabanından sıyırılacak çamur haznesinde toplanacak buradan çamur susuzlaştırma ünitesine pompalanacaktır.

Yoğunlaştırılmış çamur belt fitle presler vasıtası ile kuru katı madde yüzdesi yaklaşık %18 olacak şekilde susuzlaştırılacaktır. Çamur susuzlaştırma binası büyüklük olarak 2025 yılı ihtiyaçlarını da karşılayabilecek kapasitede seçilmiştir.

5.3.2. Atık su arıtma tesisi

Erzurum atık su arıtma tesisi Erzurum ilinin Ilica ilçesinin kuzeybatısında şeker fabrikası ile karasu nehri arasında olması düşünülmektedir. Erzurum Atık Su Arıtma Tesisleri, ikinci derece biyolojik aktif çamur prosesi tipinde inşa edilecektir.

Bu tesisin yaptırılma nedeni, Erzurum'un Karasu ve Fırat nehir güzergâhını kirletmesini önlemek, bölgeye ekonomik bir canlılık sağlayabilmek ve Erzurum halkının sağlığını korumaktır.

Erzurum Atık su arıtma tesisi 2 ana kademedden meydana gelmektedir.

- 1) Atık su arıtma birimleri
- 2) Çamur arıtma birimleri

Atık su arıtma işlemi şu aşamalardan oluşmaktadır;

- Ön arıtma
- Biyolojik arıtma
- İkincil durultucular (son çöktürme) dezenfeksiyon

Çamur arıtma işlemi şu aşamalarda oluşmaktadır;

- Çamur kalınlaştırma
- Çamur çekme ve belt filtreleme transfer
- Çamur susuzlaştırma
- Polimer dozajlama
- Kireçleme
- Çamur depolama

Atık su arıtma tesisinde bulunan yapılar;

- Ön arıtma yapısı
- Izgara
- Kum tutucu
- Parshall savağı
- Ön çökeltme havuzları
- Havalandırma havuzları
- Son çökeltme havuzları
- Yoğunlaştırma havuzları
- Primer çürütme tankları
- İkincil çürütme tankları
- Pompa istasyonları
- Giriş pompa istasyonu
- Geri devir
- Ön çökeltme

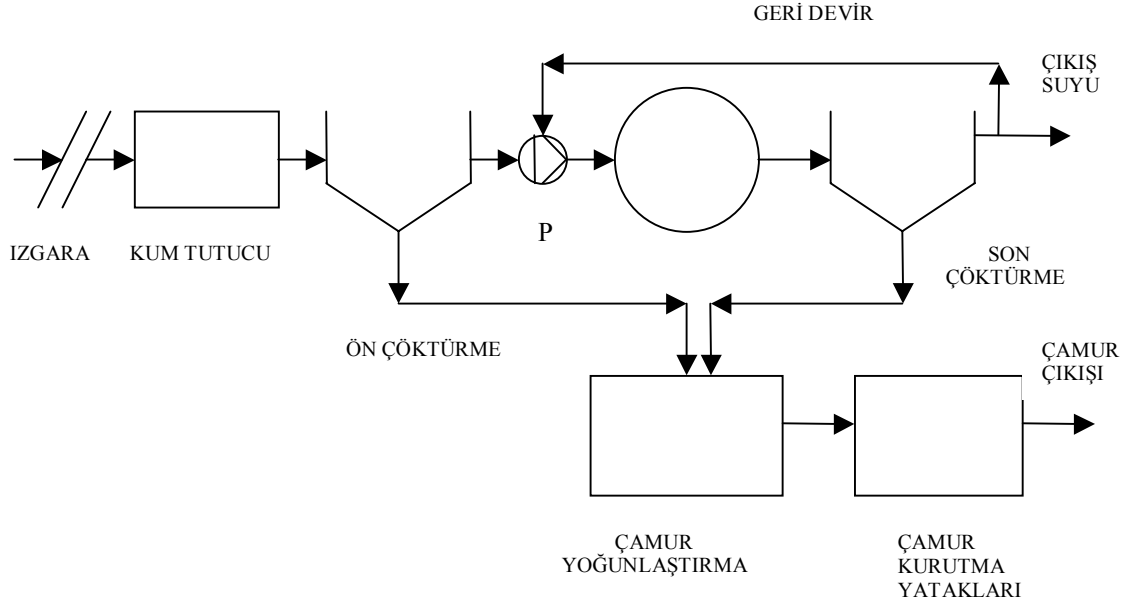
- Yoğunlaştırıcı
- Belt filtre ve aşu çamuru
- Çamur çürütme
- Son Çökeltme
- Belt filtre binası
- Kimyasal madde deposu
- Trafö ve güç binası
- Bekçi kulübesi
- Blower binası
- İdare binası
- Lojman

Atık su burgulu pompa ile emme haznesine kaba ızgaradan geçirilerek alınacaktır. Ön arıtma olarak nitelendirilen ince ızgara, havalandırıcı kum tutucu ve debi ölçümü amacıyla Parshall savağından geçtikten sonra ön çökeltme havuzlarına iletilecektir. Buradan konvansiyonel aktif çamur havuzlarına alınacaktır. Organik kirleticileri arıtılmış olan su ve aktif çamur karışımı içindeki mikroorganizma yumaklarının tutulması amacıyla son çökeltme havuzuna iletilecek ve buradan savaklanarak Fırat Nehri'ne dökülen Karasu Nehri'ne deşarj edilecektir.

Personelin günlük kullanımında meydana gelen evsel nitelikli katı atıklar ve arıtma tesisinden çıkacak olan aktif çamur kekleri çöp dökme sahasına götürülerek bertaraf edilecektir.

Erzurum atık su arıtma tesisi için seçilen yer, arıtılan suyun alıcı ortama verileceği ve tesisin cazibe ile çalışmasını doğal olarak sağlayan bir mekân olarak düşünüldüğünde en uygun yer olarak görülmektedir.

Atık su arıtma tesisinin etki alanında milli park, sulak alanlar, kıyı kesimler, dağlık alanlar ve benzer önemi olan, heyelan alanları, ağaçlandırılmış alanlar ağaçlandırma alanları ve potansiyel erozyon alanları bulunmamaktadır.



Şekil 5.2. Erzurum İçin Düşünülen Arıtma Tesisinin Akış Şeması

Erzurum İli'nin atık suları halen hiçbir arıtmaya tabi olmadan kontrolsüz bir şekilde Karasu Çayı'na dökülmektedir. Atık su arıtma tesisinin faaliyete geçmesi ile birlikte Karasu'daki ve dolayısıyla Fırat Nehri'ndeki kirlilik yükü engellenmiş olacaktır.

5.4. Sonuç

Yukarıda açıklanan çözüm önerileri teknik çözüm önerileri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tür çözümlerin yanı sıra en temel çözüm çevre konusunda yapılacak eğitimidir. Eğitim ülkemizin çevre sorunlarının çözümüne fayda sağladığı gibi Erzurum ili için de fayda sağlayacaktır. Çevre eğitiminde temel hedef; toplumun tüm kesimlerini çevre konusunda bilgilendirmek, bilinçlendirmek, olumlu ve kalıcı davranış değişiklikleri kazandırmak ve bireylerin aktif katılımlarını sağlamaktır.

Çevre bilincinin kazandırılmasında en büyük etken olan çevre eğitimi toplumun tüm kesimlerine ulaşacak şekilde yaygınlaştırılması çevre eğitimi her yaş ve meslekteki kişilere belirli bir program dâhilinde verilmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Okul öncesinden başlamak üzere uygulamalı çevre eğitimine ağırlık verilmesi, çocuklara çevreyi tanıtıcı, tabiatı sevdirci mesajların yanı sıra çevre sorunlarının yarattığı tehlikeler de anlaşılır bir biçimde vurgulanması sağlanabilir.

İlköğretim okullarında uygulamalı çevre eğitimine ağırlık verilerek 4. sınıftan itibaren çeşitli derslerde ünite bazında çevre konularına ağırlıklı olarak yer verilebilir. Ortaöğretim kurumlarında Milli Eğitim Bakanlığınca uygun görülen programlarda çevre dersinin haftada bir saat zorunlu ders olarak ders programlarında yer alması sağlanabilir.

İlgili kamu kuruluşlarında çalışan personele hizmet içi eğitimin verilmesi sağlanabilir.

Kitle iletişim araçlarıyla çevre eğitiminin yaygınlaştırılmasına önem verilerek, TV ve radyo programları ve basın yoluyla geniş halk kitlelerine çevre eğitimi verilmesi için iş birliğinin güçlendirilmesi sağlanabilir.

Kamuoyunda çevre konularında dikkati çekmek ve aktif katılımı sağlamak amacıyla çeşitli kampanyalar ve yarışmalar düzenlenebilir.

Çeşitli kurs, seminer, panel, sempozyum, açık oturum ve benzeri toplantılar düzenlenerek kamuoyunun bilinçlenmesi sağlanabilir.

Çevreyle ilgili olarak, tüm bireylerin hak ve görevleri bakımından çok büyük önemi olan çevre bilincinin ve duyarlılığının geliştirilmesi için, çevre eğitiminin çok ciddi bir şekilde ele alınıp uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Adriano, D. C. and Johnson A. H., 1989. Acidic Precipitation, Volume 2, Biological and Ecological Effects. New York, Springer-Verlag.
- Akman, S., 2000. Kişisel görüşme. İTÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Öğretim Üyesi.
- Akman, Y., Ketenoğlu., Evren H., Kurt L. ve Düzenli S., 2000. Çevre Kirliliği Çevre Biyolojisi, Ankara.
- Anonymous, 1988. Su Kirliliği Yönetmeliği. Resmi Gazete, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Beyer, L., 1993. Grundkurs Anorganische Chemie. Barth Verlagsgesellschaft mbH, p.145.
- Bufalini, M., 1971. The Oxidation of Sulfur Dioxide in Polluted Atmospheres. A Review, Environ. Sci. Tehnol., 5. 685.
- Buffle, J. And Leeuwen, H. P., 1992. Environmental Particles, Environmental Analytical and Physical Chemistry series. Lewis Publishers, V.1. p.83.
- Carlson, C. L. and Haines, B. L., 1989. Acidic Precipitation. "Biological and Ecological Effects" Siproinger-Verlag New York Inc., Volume 2, 1-50.
- Charles, E. L., 1995. Little, The Dying Of The Trees; The Pandemic In America's Forests, New York. Viking/Penguin.
- Chew, W. Y. and J. A. Rojaratman, C. N. Williams, 1980, Tree and Field Crops Of the Wetter Regions Of the Tropics., Longman Group Ltd., 1-119.
- Çevre Bakanlığı, 1998. Çevre Notları. s 2-23, Ankara.
- Çölaşan E. Ü., 1959. Meteoroloji, İklim ve Ziraat., Ankara Mat., 62-150.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2003.
- Durham, J. L., 1990, Acid Rain Source Book., "Office of Enviromental Proceses and Effects Research", P. 1-15.
- Ekinci, E., Tırıs, M., Türe, E., Ulusal çevre Eylem Planı: Enerji sektöründen kaynaklanan hava kirliliği., Ankara: DPT, Mart 1997.
- Eruz, E. ve Caner H., 1995, İstanbul'da Hava Kirliliğinin Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri, II. Hava Kirlenmesi, Modellenmesi ve Kontrolü Sempozyumu, İ.T.Ü, İstanbul, S. 254-268.
- Gartell, F. E., Thomas, F. W. and Carpenter, S. B., 1963. Atmospheric Oxidation of SO₂ in Coal Burning Power Plant Plumes, Am. Ind. Hygiene Assoc. J., 24.113
- Graedel, T. E., Benkovitz, C. M., Keene, W. C., Lee, D. S. and Marland, G., 1995. Global Emissions Inventories of Acid-Related Compounds Water, Air and Soil Pollution, pp.25-36.
- Hill, J. W. And Petrucci, R. H., 1996. General Chemistry, Pentice Hall. P.518.
- İncecik, S., 1994. Hava Kirliliği Kitabı, İ.T.Ü Gümüşsuyu Mat., s. 93.
- İncecik, S., Şen, O., Kadioğlu, M., Alp, K., 1994. İstanbul'da Hava Kirliliğinin Yüzeysel Su kaynakları Üzerindeki Potansiyel Etkisi. 1. Ulusal Hidrometeoroloji Sempozyumu, 23-25 Mart, İTÜ, s244-272.
- Kantarıcı, M. D., 1986. İstanbul-Feneryolu Ağaçlandırma Alanında Asit Yağışlarının Etkisi ve Bu Yağışların Kaynağı Üzerine İncelemeler.Çevre-86 Sempozyumu, İzmir, 2-5 Haziran, 11-22.

- Kantarıcı, M. D., 1992. Zararlı Maddelerin Orman Toprakalarına Etkileri. Dokuzuncu Türkiye-Almanya-Polonya Çevre Mühendisliği Sempozyumu, BÜ, 5-7 Ekim, s. 405-422.
- Kantarıcı, M. D., 1995. Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerine Doğrudan ve Dolaylı Etkileri, II. Hava Kirlenmesi, Modellenmesi ve Kontrolü Sempozyumu, İ.T.Ü, İstanbul, 234-253.
- Kantarıcı, M. D., Karaöz, Ö., 1998. Türkiye'nin Farklı Ekolojik Bölgelerinde Hava Kirliliğinin Ormanlara Etkisi, Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Sempozyumu, İTÜ, İstanbul, 21-13 Ekim, 141-147.
- Karaöz, M. Ö., 1997. Sulphur Concentrations Of Forest Tree Leaves on Mountainous Area Of Biga Peninsula in Turkey. Air Quality Mangement at urban, Regional and Global Scales Environmental Research Forum, İTÜ, İstanbul. Vol. 7.8, p. 530,535.
- Kasap, Y., 1995. Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri, II. Hava Kirlenmesi, Modellemesi ve Kontrolü Sempozyumu, İ.T.Ü, 280-290.
- Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu '99, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Cilt 3.
- Muslu, Y., 1985. Su Getirme ve Kullanılmış Suları uzaklaştırma Esasları. Bayındır Kağıtçılık, İstanbul, (üçüncü baskı), s394-398.
- Okutan, H., 1993. Hava Kirliliğinin Çevre Üzerindeki Etkileri, Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü, Marmara Araştırma Merkezi, Kimya Mühendisliği Araştırma Bölümü, Gebze-Kocaeli, S.15-47.
- Özdemir, İ. 2001, Yalnız gezegen, Kaynak yayınları, İstanbul**
- Öztürk, M., Şehir İçi Bölgelerde Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri, ANKARA-2005.
- Pekin, B., 1983. Biyokimya Mühendisliği (Biyoteknoloji). Ege Üniversitesi Yayınları, No: 3, 254-337.
- Seinfeld, J. H., 1975. Air pollution Physical and Chemical Fundamentals, McGraw-Hill, USA.
- Stern, A. C., 1977. Air Pollution, The Effects of Air Pollution, Mc Graw Hill Co. USA.
- Şen, O., 1996. The effect of Aircraft Engine Exhaust Gases on the Environment, Bulletin of the Technical University of İstanbul, V.49, No.3-4, 593-605.
- T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ekonomik ve Sosyal Göstergeler 2002 Erzurum
- Toros H., 2000. İstanbul'da Asit Yağışları Kaynakları ve Etkileri. Doktora tezi. İTÜ FenBilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Turalioğlu, F.S. 2005. **An Assessment On Variation Of Sulphur Dioxide And Particulate Matter In Erzurum (Turkey), Environmental Monitoring and Assessment**
- Turalioğlu, F.S., Nuhoglu, A.ve Bayraktar, H. 2005. Impacts of some meteorological parameters on SO2 and TSP concentrations in Erzurum, Turkey. Chemosphere, 59, 1633-1642.
- Türk Standartları Enstitüsü
www.cevreorman.gov.tr
www.Cevko.com.tr
www.scuba.8m.com

Yılmaz, Ö., 1985. Çevre Kirlenmesi El Kitabı, (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi), Trabzon.

ÖZGEÇMİŞ

28.08.1972 yılında Düzce ilinde doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Düzce’de tamamladı. Lise öğrenimini Polis Kolejinde Üniversite eğitimini ise Polis Akademisinde tamamladıktan sonra Atatürk Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde yüksek lisansa başladı.