

Çiğdem Akın

SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES		VOLUME		NUMBER		
SERIE	A	BAND	40	HEFT	1	1990
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL
REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



İZMİT'TE HAVA KİRLİLİĞİNİN YEŞİL ALANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Prof. Dr. Ertan ERUZ ¹⁾

Kı s a Ö z e t

İzmit'te kirletici kaynakların çok ve çeşitli olması nedeniyle, hava kirliliği özellikle son yıllarda ciddi boyutlara ulaşmıştır. Gerek sanayi kuruluşlarından, gerekse yoğun yerleşme ve trafikten kaynaklanan hava kirliliği yeşil alanlar üzerinde de bir baskı oluşturmaktadır.

Bu araştırmayla hem kent merkezinde bulunan parklardaki ağaçların, hem de yakın çevredeki ormanların hava kirliliğinden hangi boyutlarda etkilendiği yapraklarda ve toprakta kükürt belirlenmesiyle ortaya konmaya çalışılmıştır. Bunun için, hava kirliliği olmayan yerlerden alınan şahit örneklerde belirlenen kükürt konsantrasyonları baz alınarak araştırma bölgesinden toplanan örneklerdeki birikimin düzeyi belirlenmiştir. Ayrıca, hava kirliliğinin yoğunluk kazandığı ortamlarda asit yağışların ağaç ölümü üzerinde baskın bir etkiye sahip olması nedeniyle, iki yıl boyunca özel kaplarda toplanan yağışlarda pH ölçümleri yapılmıştır. Yağışlarda ölçülen pH- değerleriyle İzmit Çevre Sağlığı Başkanlığı tarafından ölçümü yapılan havadaki kükürtdioksit miktarları ilişkiye getirilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, özellikle kış aylarında artan emisyonu bağlı olarak yağışların asidik olarak düştüğü ve kent merkezindeki parklardan seçilen ağaçların iğne yapraklarında önemli miktarlarda kükürt birikimi olduğu anlaşılmıştır.

1.GİRİŞ

Gelişmekte olan diğer ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de hızlı kentleşme ve sanayileşme esaslı bir plana dayanmadığından birçok sorunları da beraberinde getirmektedir. Nitekim baskın olarak nüfusun ve ekonomik etkinliklerin yığıldığı büyük kentlerde ulaşım ve gürültü, atık su ve

1) İ.Ü. Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

körfez kirlenmesi, çöp ve katı atıklar, hava kirlenmesi gibi çeşitli ve karmaşık sorunlar gündeme gelmiş bulunmaktadır. Özellikle canlıların doğal yaşama kaynakları olan hava, su ve topraktaki kirlenme yer yer insan sağlığını tehdit eden boyutlara ulaşmıştır. Bunun yanında, plansız ya da plana uymayan kentleşmenin bir sonucu olarak, geniş alanlarda ortaya çıkan orman kayıpları dolaylı olarak insanın sağlıklı yaşamını engelleyen koşulların oluşmasına neden olmaktadır (ERUZ 1989).

Yoğun sanayileşmenin ve buna bağlı olarak hızlanan kentleşmenin görüldüğü İzmit kenti de anılan sorunlarla yüklü bir durumdadır. Özellikle hava kirleticilerinin giderek artan miktarıyla azalan hava kalitesi, canlılar için sağlıksız bir ortamın oluşmasına yol açmaktadır. Üstelik İzmit'te, hava kalitesini iyileştirmede ve dolayısıyla hava kirliliğinin olumsuz etkilerini geciktirmede önemli katkısı olan, yeşil alan miktarı da yeterli düzeyde değildir. Nitekim bir kentte kişi başına düşen yeşil alan gereksinimi en düşük olarak 20 m² hesaplanmasına karşın, İzmit merkez ilçesinde kişi başına düşen yeşil alan miktarı 5-6 m²'dir. Bu bakımdan İzmit'te sağlıklı bir kent dokusu oluşturma-bilmesi için ortam koşullarının iyileştirilerek yeşil alan miktarını arttırmak gerekirken, tam tersine kent merkezinde zaten az olan yeşil alanlar düzensiz kentleşmenin baskısı altında tutulmaktadır. Hatta, kent merkezinden kaynaklanan kirleticiler hava hareketleri ile taşınarak yakın çevredeki ormanları bile tehdit etmektedir. Bu durumda insanlar doğal koşulların giderek bozulduğu bir ortamda yaşamaya itilmektedir.

Değinen olumsuz gelişmelerin giderilebilmesi ve dolayısıyla varolan ekolojik sorunlara çözüm getirilebilmesi için, herşeyden önce sorunları ve bunu doğuran olayları yakından incelemek gerekmektedir. Buradan hareketle bu çalışmada, konumuzla ilgili olarak, İzmit'te hava kirliliğinin yeşil alanlar üzerindeki olumsuz etkilerinin ortaya konması ve bu sonuç üzerinde etkili olan olayların incelenmesi amaçlanmıştır.

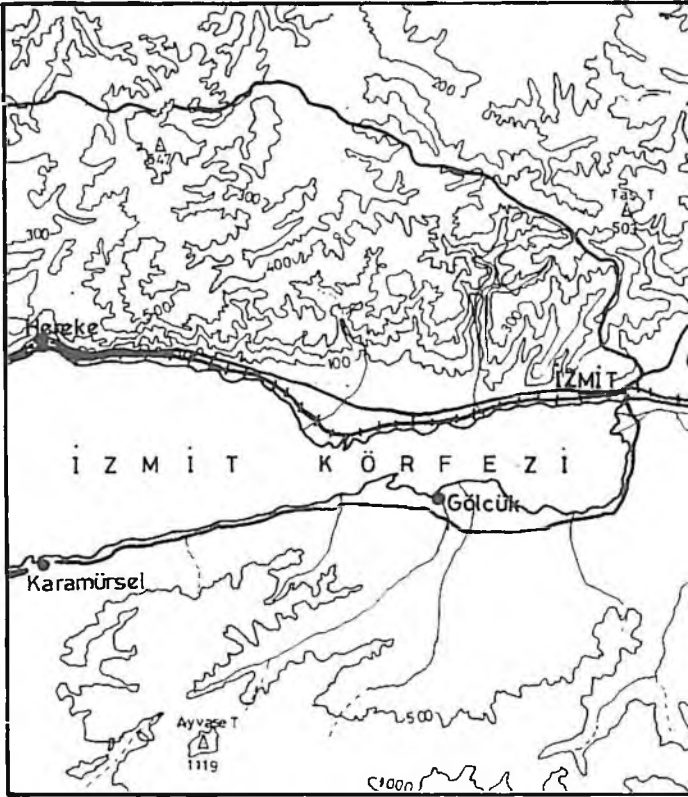
2. ARAŞTIRMA ALANININ EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

2.1. Mevki

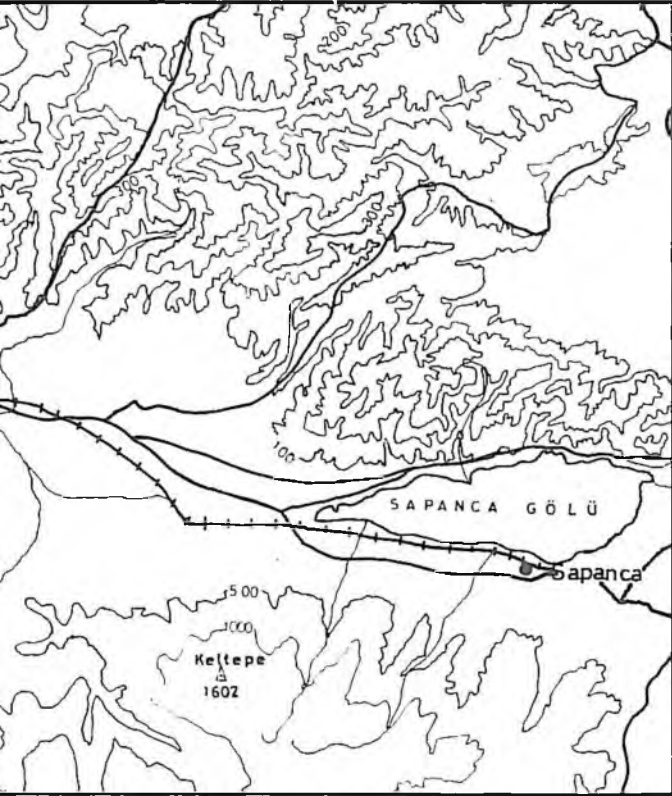
Marmara Denizi'nin doğudaki uç noktasında yer alan İzmit'in, körfez çevresinde aynı zamanda Karadeniz'e uzanan yerleşim birimleri bulunmaktadır. Araştırmamız sanayi kuruluşlarının ve yerleşiminin yoğunluk kazandığı İzmit merkez ilçesini kapsamaktadır. Ancak körfezin doğu ucunda yoğunlaşan yeşil alanların rüzgarla taşınan kirli havadan ne derece etkilendiğini ortaya koymak amacıyla Keltepe ve Sapanca Gölü çevresinden de iğne yaprak ve toprak örnekleri alınmıştır. Harita 1'de araştırma alanının konumu görülmektedir.

2.2. İklim

İzmit Körfezi kıyıları, içinde bulunduğu Marmara Bölgesi gibi Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında bir geçiş iklimi tipine sahiptir. Thornthwaite yöntemine göre İzmit Körfezi kıyıları yarı nemli, 2. dereceden mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, deniz etkisinin hakim olduğu iklim tipine girer. İzmit Meteoroloji İstasyonundan alınan ana iklimatik parametreler Tablo 1'de gösterilmiştir. Ancak burada konumuzla doğrudan ilgili olan yağış ve rüzgâr koşulları üzerinde ayrıntılı olarak durulacaktır.



Harita 1. Araştırma alanının konumu
Karte 1. Die Lage des Arbeitsgebiets.



Tablo 1. İzmit Meteoroloji İstasyonu'na göre araştırma bölgesinin bazı iklim verileri

Table 1. Manche Klimadaten von İzmit (76 m.)

İklim verileri Klimadaten	A y l a r (M o n a t e)												Yıllık jährh.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama sıcaklık C° Durch. Temp.	6.0	7.0	8.6	13.0	17.4	21.3	23.2	23.1	20.0	15.9	12.6	8.9	14.8
Ortalama yağış mm Niederschlag	87.1	72.8	68.0	50.0	45.0	48.0	36.5	35.1	60.1	70.8	70.8	107.0	751.4
Ortalama bağıl nem % Luftfeucht	75	75	72	69	68	66	66	66	70	74	74	75	71
En düşük bağıl nem % Tiefste Luftfeucht	25	19	10	10	14	11	17	12	5	19	15	19	5
En hızlı rüzgâr yönü ve hızı Richtung und Geschwindigkeit des heftigsten Windes m/sec	NW 28.7	W,NW 30.0	S 26.0	W 25.4	W 31.3	NW 21.0	W 18.2	W 24.9	WNW 26.6	NNW 18.3	WNW 29.8	W 26.3	W 31.3
Ortalama sisli günler sayısı Anzahl der Nebeltage	1.2	1.2	1.7	1.8	0.9	0.5	0.0	0.2	0.5	1.2	2.0	2.2	13.4
Ortalama kırağılı günler sayısı Anzahl der Reiftage	3.6	3.1	4.1	0.8	—	—	—	—	—	0.1	1.4	3.4	16.4

Yağış : İzmit Meteoroloji istasyonunun uzun yıllara ilişkin kayıtlarına göre yıllık ortalama yağış 754.4 mm'dir. Araştırmanın başlama yılı olan 1985'de 710.9 mm olarak ölçülen yağış miktarı ortalama büyük ölçüde sapma göstermemiştir. Ancak 1986 yılına ilişkin yağış miktarı 504.4 mm olup uzun yıllar ortalamasından oldukça düşük kalmıştır.

İzmit Körfezi'nde uzun yıllara ilişkin ortalama yağış miktarlarının yapılan incelemelere göre, batıdan doğuya doğru artış gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Nitekim yıllık ortalama yağış miktarı Yarımca'da 669.3 mm, İzmit'te 751.4 mm, Kavakçılık Araştırma Enstitüsü'nde 769.5 mm ve Sapanca'da 894 mm olarak belirlenmiştir. Doğuya doğru yağışın artmasında başlıca etken arazi şeklidir. Haritada görüldüğü gibi, körfezin kuzey kesiminde yükselti 650 m'yi aşmamakta; güney kesiminde ise yükseltisi 1600 m'ye ulaşan dağlar bulunmaktadır. Bu bakımdan Karadeniz'den gelen nemli rüzgarlar önemli bir engelle uğramadan dağlık yöreye ve buralarda yağışın artmasında etken olmaktadır. Dolayısıyla kent merkezinden doğu yönünde taşınan kirleticilerin, yoğunlukları büyük oranda azalmadan vejetasyon ve toprak yüzeyinde tutulması ya da yağışla orman ekosistemlerine girme olasılığı fazladır.

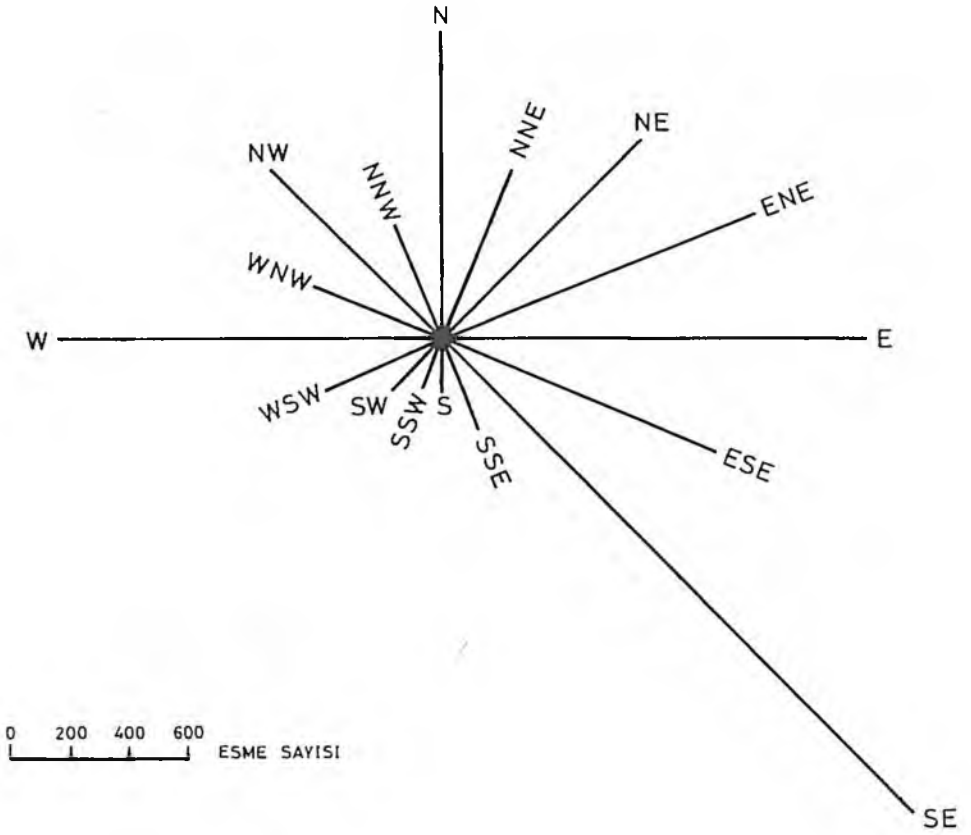
İzmit'te yaz aylarında yağış miktarı oldukça düşmektedir. Thornthwaite yöntemiyle yapılan değerlendirmede kuraklığın şiddetli olduğu devre temmuz ve ağustos aylarına rastlamaktadır. Araştırmamızın yapıldığı yıllarda da temmuz ve ağustos aylarında sadece 1-2 günde görülen yağışın en düşük düzeyde kaldığı belirlenmiştir. Uzun yıllar ortalamalarına göre yaz aylarındaki yağış oranı % 15.8'dir. Bu oran kışın %35.5, ilkbaharda %21.6 ve sonbaharda %26.8 bulunmuştur. Buradan anlaşılacağı gibi hava kirliliğinin yoğun olduğu devrede yağış miktarı artmaktadır.

Rüzgâr : İzmit Körfezi özellikle doğu ucunda giderek daralmakta ve ayrıca körfezin kuzey ve güney taraflarında yükseltiler artmaktadır. Bu durumuyla bir koridor niteliği kazanan körfezde doğu-batı doğrultusunda bir yöneliş göstermektedir.

İzmit Meteoroloji istasyonunun kayıtlarına göre, hakim rüzgâr yönü güneydoğu ve doğu, ikinci derece hakim yön batı olmaktadır (Şekil 1). En hızlı rüzgâr yönü ise batı olup, hızı 31.3 m/s'dir (Tablo 1). Kuşkusuz batıdan esen rüzgârlar, en yüksek hıza sahip olduklarından kent merkezinden kaynaklanan kirliliğin uzaklara taşınmasında baskın rol oynarlar. Bu bakımlardan körfezin doğusunda bulunan ormanlar hava kirliliğinin baskısı altında bulunmaktadır.

2.3. Jeomorfolojik, Jeolojik Durum ve Toprak

İzmit Körfezi doğu ucunda giderek daralmakta, güney ve kuzey tarafta uzanan tepelerle çevrili bulunmaktadır. Körfezin kuzey taraflarında yükselen tepelerin ortalama yükseltisi 300-400 m olmakla birlikte yükseltisi 500-600 m'yi aşan dağlar da yer almaktadır (Çenedağ 646 m). Tepeler genellikle sahil şeridinden başlayarak yükselmekte ancak Yarımca ve Tütünciftlik kısmında birkaç kilometrelik bir düzlükten sonra yükselti başlamaktadır. Körfezin doğusunda Sapanca Gölü'ne kadar bir düzlük uzanmaktadır. Bu duruma göre körfez Marmara'dan Sapanca'ya kadar uzanan çok yüksek olmayan tepelerle çevrili bir koridor görünümündedir (Harita 1).



Şekil 1. İzmit'te rüzgâr esme sayısının yönlere göre dağılımı.
 Abb. 1. Häufigkeitsverteilung der Windrichtung in İzmit.

İzmit Körfezi ile Sapanca oluşunu belirleyen kırk hattın kuzeyinde, batıya doğru Silur, Devon ve doğuya doğru Trias ve Kretase oluşukları yer almaktadır. Körfezin kuzey ve güneyindeki kıyıya paralel ve daralıp genişleyerek uzanan, doğu ucunda Sapanca Gölü'ne doğru geniş bir alan kaplayan alüvyal topraklar bulunmaktadır. Tepelik arazi yer yer değişim göstermekle birlikte genellikle kireçsiz esmer orman toprakları ile kaplıdır. Tepelik arazinin eteklerinde küçük alanlarda koluviyal topraklara rastlanmaktadır (AYBERK 1982).

Yaprak örneği alınan ağaçların bulunduğu yerlerdeki topraklar balçık ve kumlu balçık türünde olup toprakların pH'sı 6.0-7.6 arasında değişmektedir. Araştırma alanlarındaki toprakların reaksiyonunun 5'den büyük olması toprakların "karbonat - silikat tampon bölgesinde" olduğunu işaret etmektedir (ULRICH 1980). Bu bakımlardan halen yağışlarla olan asit girdileri ekolojik yönden zararsız duruma getirilmektedir.

2.4. Hava Kalitesi

Hava kirliliğinin doğal ekolojik koşulları, özellikle iklimi, değiştirmesi nedeniyle; burada, kent merkezinde yoğun olmak üzere körfez çevresinde hava kalitesinin bozulmasına yolaçan kirlenme kaynaklarının tanıtımı yararlı görülmüştür.

İzmit Körfezi çevresinde yoğunlaşan sanayi kuruluşları aynı zamanda nüfusun da körfez çevresinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Böylelikle artan insan faaliyetleri kent içi trafiğinin de etkili bir kirlenme kaynağı olmasına yolaçmıştır. Diğer yandan E-5 karayolu, demiryolu ve deniz yolu trafiği de oldukça yoğundur. Bu bakımlardan çok çeşitli olan kirlenme kaynakları konut, sanayi ve ulaşım olmak üzere başlıca üç grupta incelemek mümkündür.

(1) Konut Kaynaklı Kirlenme

Konut kaynaklı hava kirlenmesi baskın olarak ısınma amaçlı yakıt kullanımıyla ortaya çıkmaktadır. İzmit Türkiye'nin en yoğun yerleşimi olan illerinden biri olduğundan, kışın artan yakıt kullanımıyla hava kirliliği belirgin olarak yoğunluk kazanmaktadır.

İzmit Sağlık Müdürlüğü'nden alınan bilgilere göre, merkez ilçede kullanılan yakıt türleri; kömür, fuel-oil, iprayak ve odundur. Bu yakıtlar içinde kömür, en fazla kullanılan yakıt türüdür. İzmit Belediye sınırları içinde 1 yılda yakılan kömür miktarı 60 000 tondur. Bunun 10 000 tonu %1 kükürt içerikli kok kömürü, 50 000 tonu %1.35 kükürt içerikli linyit kömürüdür.

(2) Sanayi Kaynaklı Kirlenme

Hava kirliliğinin oluşumunda sanayiden kaynaklanan emisyonun önemli bir yeri vardır. Çünkü körfez çevresinde 200'den fazla sanayi kuruluşu faaliyet göstermektedir. Türkiye'nin en yoğun ikinci sanayi bölgesi olan İzmit'te ülkemiz sanayi üretiminin yaklaşık %15'i gerçekleştirilmektedir. Sanayi kuruluşlarının çok ve çeşitli olması nedeniyle kükürtdioksit dışında birçok zararlı madde de ortama karışmaktadır.

(3) Ulaşım Kaynaklı Kirlenme

İzmit körfezi çevresinde yoğun trafiği olan karayolu, demiryolu ve deniz ulaşımı bulunmakta ve özellikle karayolu trafiği ulaşım kaynaklı kirlenmede önemli bir yer tutmaktadır.

İzmit merkez ilçesinde kayıtlı araç sayısı 1984 ve 1987 yılına ait rakamlarla Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu tabloda görüldüğü gibi araç sayısı hızla artmakta ve önemli bir düzeyde bulunmaktadır. Bunun yanında merkez ilçede araçların büyük çoğunluğunun eski olduğu ve teknik bakımlarının zamanında yapılmamış olduğu gözlenmektedir. Dolayısıyla araçlardan kaynaklanan emisyon miktarı daha da artmaktadır. Diğer yandan körfezin kuzeyinden geçen E-5 karayolu hem hafif araç, hem de ağır taşıt trafiği açısından oldukça yoğundur. İzmit demiryolu ve denizyolu trafiği bakımından da ön sıralarda gelmektedir.

Tablo 2. İzmit'te trafiğe kayıtlı araç sayısı (DİE)

Tabelle 2. Die Zahl der Fahrzeuge in İzmit

Araç Tipi Fahrzeuge	1984 yılında araç sayısı Zahl der Fahrzeuge im Jahre 1984	1987 yılında araç sayısı Zahl der Fahrzeuge im Jahre 1987
Otomobil	10 231	16 183
Minibüs	1 515	2 010
Otobüs	897	1 292
Kamyonet	2 999	4 278
Kamyon	2 396	3 497
Motosiklet	1 269	2 051
Traktör	3 609	6 528

İzmit Körfezi çevresinin doğal ekolojik özellikleri değinilen çeşitli ve çok sayıdaki kaynaklardan ortama yayılan zararlı gaz ve tozların olumsuz etkisiyle değişime uğramaktadır. Özellikle havaya karışan zararlı maddeler, kaynağa yakın çevrede daha şiddetli olmak üzere kaynaktan uzakta da gerek hava kalitesinin gerekse toprak yapısının bozulmasına neden olmaktadır. Bu bakımdan, kirli ortamlarda doğru bir ekolojik değerlendirme için, zararlı maddelerin doğal koşulları nasıl etkilediği ve değişen ortam koşulları ortaya konmalıdır. Ne var ki, hava kirliliği gerek kaynakların çeşitliliği gerekse oluşumunda ve dağılımında etkili olan faktörlerin sayısı açısından oldukça karmaşık ve çok boyutlu bir olaydır. Bu nedenle de hava kalitesinin yeterli doğrulukta belirlenebilmesi için sürekli alınan örneklerde kirletici parametrelerin tümünün belirlenmesi gerekir. Oysa İzmit'te hava kirliliği sadece kükürtdioksit ölçümleri ile karakterize edilmektedir. Bu da, ölçüm cihazları yeterli sayıda olmadığından, kentin tamamını kapsayacak bir değerlendirmeye ulaşmayı sağlayamamaktadır. Dolayısıyla İzmit'te hava kalitesi, ekolojik bir değerlendirme için, çok kaba bir yaklaşımla ortaya konabilmektedir. Kuşkusuz, İzmit gibi hava kirliliğinin zararlı etkilerinin belirgin olarak izlendiği yerlerde gerekli ölçümlerin yapılması ve geciktirilmeden hava kalitesinin iyileştirilmesi yoluna gidilmesi zorunludur.

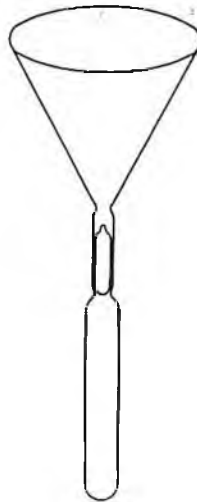
Türkiye'de "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği" 2 Kasım 1986 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikte kükürtdioksit için uzun vadeli sınır değerleri (aşılmaması gereken yoğunluklar) genel olarak $150 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ ve sanayi bölgelerinde $250 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ olarak verilmektedir. Oysa

Federal Almanya'nın Çevre Sorunları Uzmanlar Kurulu'nun kükürtdioksit için saptadığı uzun vadede sınır değerleri kırsal bölgelerde $20 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ ve yoğun yerleşim bölgelerinde $50 - 100 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ 'dür. Federal Almanya'da sınır değerlerin özellikle kırsal bölgelerde daha düşük konstrasyonda tutulmasının nedeni doğal ortamlarının korunmasını sağlamaktır. Bu bakımdan Türkiye'de mevcut yönetmeliğin ormanları ve diğer doğal alanları koruyucu bir etki yaratacağı söylenemez (ERUZ 1989). Dolayısıyla İzmit'te havadaki yüksek kükürtdioksit konstrasyonunun ormanlar için tehlike oluşturduğu sonucuna varılabilir. Diğer yandan, kükürtdioksitten başka çoğunluğu sanayiden kaynaklanan çok çeşitli zararlı maddelerin de havaya bırakıldığı düşünülürse, İzmit'te tüm canlıların ciddi bir baskı altında olduğu anlaşılabilir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma materyalini pH ölçümü yapmak üzere yağış suyu, kükürt miktarını belirlemek için iğne yaprak ile toprak örnekleri ve araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde yararlanmak üzere İzmit Halk Sağlığı Başkanlığı tarafından ölçümü yapılan havadaki kükürtdioksit (SO_2) değerleri oluşturmaktadır.

İzmit Körfezi çevresinde yağışlarda asit varlığını belirlemek amacıyla çeşitli yerlere -tarafımızdan geliştirilen- yağış toplama kapları yerleştirilmiştir. Yağış örnekleri esas olarak hava kirliliğinin etkili olduğu Yarımca, İzmit Meteoroloji İstasyonu ve Kavakçılık Enstitüsü bahçesine yerleştirilen kaplardan alınmıştır. Ayrıca 400 m yükseltideki durumun anlaşılması için Işıktepeye ve kirliliğin havanın kuzey ülkelerinden hakim rüzgâr yönünde taşınarak çalışma alanımızı da etkilemesi olasılığı düşünülerek Kerpe'ye de birer yağış toplama kabı konulmuştur. Yağış toplama kapları, camdan yapılmış huni şeklinde, yaklaşık 56 cm^2 'lik su toplama alanına sahiptir. Bu kaplar 10 cc'lik yağışı aldıktan sonra yükselen bir tapa ile kendiliğinden kapanmakta, böylece ilk düşen yağışın tutulması mümkün olmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Yağış Toplama Kabı.
Abb. 2. Behälter für Niederschlagssammlung.

Buradan plastik kaplara alınan yağış örnekleri, İzmit'teki Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü'ne getirilerek Radiometer marka cihazla pH ölçümleri yapılmıştır.

İğne yaprak örnekleri kent merkezindeki ve yakın çevredeki parklardan, Sapanca ve Keltepe ormanlarından alınmıştır. Toprak örnekleri ise, iğne yaprak örneklerinin toplandığı yerlerden ve 0-5 cm ile 5-20 cm derinlikten alınmıştır. İğne yaprak örnekleri 1987 ve 1988 yıllarının aralık ayında ağaçların en üst yan sürgünlerinin son yıla ait yapraklardan oluşmaktadır. İğne yaprak örneklerinin toplandığı ağaçların yaşı ise 20-30 arasında değişmektedir. Yalnız kent merkezindeki çocuk parkından seçilen karaçamın 80 yaşında olduğu belirlenmiştir. İğne yaprak örnekleri çocuk parkı dışındaki yerlerde, üç ağaçtan ayrı ayrı toplanmıştır. Çocuk parkında ise aynı türden yeterli sayıda ağaç bulunmadığından seçilen her iki tür için birer ağaçtan alınan iğne yaprak örnekleri ile yetinilmiştir. İğne yaprak örneklerinde kükürt miktarının belirlenmesi için gravimetrik baryum sülfat yöntemi uygulanmıştır (TREADWELL and HALL 1947). Toprakta kükürt miktarları ise Morgan ekstraksiyon çözeltisinde türbidimetrik yolla bulunmuştur (JACKSON 1962). Analiz sonuçları mutlak kuru maddede yüzde değerler olarak verilmiştir.

Havadaki kükürtdioksit konsantrasyonları İzmit Halk Sağlığı Başkanlığı tarafından kentin belirli yerlerinde değiştirilerek kullanılan iki cihazla ölçülmektedir. Ölçüm değerleri UGI marka kükürtdioksit cihazıyla volumetrik olarak saptanmaktadır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Materyal ve Yöntem bölümünde de belirtildiği gibi, 1984 yılının kasım ayından 1986 yılının sonuna kadar yağışların asitleşme derecesini belirlemek üzere yağış örnekleri toplanmıştır. Diğer yandan toprakta kükürt birikiminin olup olmadığı ve asit yağışların toprakların asitleşmesi yönünde bir etki yaratıp yaratmadığını ortaya koymak için 1987 yılının aralık ayında toprak örnekleri alınmıştır. Aynı zamanda toprak örneklerinin alındığı yerlerdeki ağaçlardan kükürt birikimini belirlemek amacıyla iğne yaprak örnekleri toplanmıştır. Kent merkezindeki ağaçlarda biriken kükürt miktarında bir değişme olup olmadığını belirlemek üzere 1988 yılının aralık ayında yeniden iğne yaprak örnekleri alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3'de gösterilmiştir. Bu tablonun araştırmaya temel olan havadaki kükürtdioksit değerlerinin incelenmesinden çıkarılan sonuçlar şunlardır:

(1) Havadaki kükürtdioksit değerleri İzmit Çevre Sağlığı Başkanlığı'nda mevcut olan sadece iki cihazla ölçülmektedir. Ancak bu iki cihaz kentin bütünü için yeterli olmadığından bir yerde sürekli olarak tutulmamakta ve zaman zaman yerleri değiştirilerek kentin hava kirliliği hakkında genel bir görüş kazanılmasına çalışılmaktadır. Kuşkusuz kentin çeşitli semtlerinden ve sanayi kuruluşlarının etkili bulunduğu yerlerden kaynaklanan gaz ve duman konsantrasyonları farklılık göstermektedir. Öte yandan hava hareketleri de kirli havanın dağılması ya da belirli yerlerde yoğunlaşması üzerinde etkili olmaktadır. Bu bakımlardan bir yerdeki hava kirliliğinin bir yıl içerisinde gösterdiği değişimin takip edilememesi ve ölçüm çalışmalarının kentin bütününe kapsayacak şekilde yürütülmemiş olması araştırmamız sonuçlarının değerlendirilmesinde de güçlük yaratmıştır. Örneğin yağışlarda en yüksek asit miktarının saptandığı Yarımca, İzmit Meteoroloji İstasyonu ve Kavaklılık Araştırma Enstitüsü'ndeki noktalarda havadaki kükürtdioksit ölçümleri yapılmamaktadır.

Tablo 3. İzmit çevresinde bazı ağaç türlerinin bir yaşlı iğne yapraklarında biriken kükürt miktarları.
 Tabella 3. Schwefelkonzentrationen der 1 jährigen Nadeln mancher Baumarten in İzmit.

Ömek Probe Nr.	Ömeklerin aln. tarih Entnahmedatum	Ağaç türleri Baumarten	Ağaç yaşı Baumalter	Y e r O r t	% S
1	18.12.1987	Pinus nigra	20	Vilayet Parkı	0.850 0.974 0.903
2	"	Pinus brutia	31	Şirintepe Parkı	0.470 0.455 0.484
3	"	Pinus pinaster	25	Keltepe (Denizden yükseklik 600 m)	0.273 0.243 0.307
4	"	Pinus pinaster	25	Keltepe (Denizden yükseklik 450 m)	0.208 0.203 0.196
5	"	Pinus pinaster	26	Sapanca	0.178 0.160 0.184
6	26.12.1988	Pinus nigra	80	Çocuk Parkı	0.641
7	"	Pinus brutia	33	Çocuk Parkı	0.692
8	"	Pinus nigra	21	Vilayet Parkı	0.754 0.683 0.800
9	"	Pinus brutia	32	Şirintepe Parkı	0.418 0.402 0.437
10	"	Pinus nigra	22	Şirintepe Parkı	0.462 0.418 0.455
11	"	Pinus nigra	30	DSİ Bahçesi	0.280 0.241

Bununla birlikte, özellikle kent merkezinde, hava kirliliğinin kükürtdioksit konsantrasyon değerlerine göre bir yıl boyunca nasıl bir değişim izlediği anlaşılmaktadır. Araştırmamızın yürütüldüğü süre içinde havadaki en yüksek kükürtdioksit miktarı 1986 yılının ocak ayında $386.4 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ ve aralık ayında $400.9 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Buna karşılık yaz aylarında kirlenmenin göreceli olarak oldukça azaldığı görülmektedir. Nitekim yaz aylarındaki en yüksek kükürtdioksit miktarları 1985 yılının ağustos ayında $32.7 \mu\text{gr}/\text{m}^3$, 1986 yılında ise haziran ayında $50.2 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ gibi düşük değerlere inmiştir. Buradan çıkarılan önemli sonuç, ısıtıcı kaynaklardan ileri gelen hava kirliliğinin önemli boyutlarda olduğudur. Nitekim sanayi bölgesi sayılmayan bazı kentlerimizde

daha çok ısınma amacıyla yakılan yakıtlardan havaya yayılan kükürtdioksit emisyonunun tüm canlılar için tehlikeli olabilecek boyutlara ulaştığı belirlenmiştir (TÇSV 1983). Örneğin kükürtdioksit konsantrasyonu " $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ " olarak Ankara'da 1979 yılının ocak ayında 550, haziran ayında 24; Erzurum'da ocak ayında 655, haziran ayında 16 bulunmuştur. Bu değerler, İzmit'te belirlenen değerlere göre kış ayları için oldukça yüksektir. Bu iki kentimizde kış aylarında kükürtdioksit emisyonunun yüksek olmasında kışların uzun sürmesinin ve topoğrafik yapının etkili olduğunu belirtmek gerekir. Kuşkusuz kullanılan yakıt türünün de kirlenme üzerinde önemli katkısı bulunmaktadır. Nitekim Ankara'da son yıllarda kullanılan kömürün önceki yıllarda kullanılan kömüre göre daha düşük kükürt içermesi, nüfusun artmasına karşın kirlenmenin tırmanışını engelleyici olmuştur. Bununla birlikte nüfusun yoğun olduğu yerlerde kış aylarındaki kirlenme tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Örneğin 1988 yılının ocak ayında Bahçelievler ve Sıhhiye'de kükürtdioksit miktarı $700 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür.

Burada Türkiye'de hızlı ve plansız kentleşmenin tipik bir sonucu olarak ortaya çıkan kirlenmenin ulaştığı ciddi boyutları göstermek bakımından Bursa kentini tipik bir örnek olarak belirtmek gerekir. Çünkü son yıllarda Bursa'da ölçülen kükürtdioksit miktarı Orta Avrupa'da belirlenen en yüksek değerleri geçmiştir. Örneğin Batı Almanya'da en yüksek kükürtdioksit konsantrasyonu 1982 yılının ocak ayında Çekoslovakya sınırında $1500 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ olarak ölçülmesine karşılık Bursa'da 1989 yılının ocak ayında $1880 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ konsantrasyonunda kükürtdioksit ölçülmüştür. Kuşkusuz bu değerler kabul edilebilir miktarların çok üzerindedir (ERUZ 1989). Gene aynı günlerde İstanbul, Kayseri, Erzurum, Eskişehir, Yozgat ve Konya gibi diğer büyük kentlerimizde de hava kirliliğinin tehlikeli boyutlara ulaştığı saptanmıştır. Bu bulgular, kentlerimizde canlı yaşamını tehdit eden sağlıksız bir gelişmenin işaretidir.

(2) Yağışlarda asitleşme derecesini belirlemek üzere İzmit Meteoroloji İstasyonu bahçesi, Kavakçılık Araştırma Enstitüsü bahçesi, Işıktepe, Yarımca ve Kerpe'ye, daha önce değinilen özel olarak yapılmış, yağış toplama kapları yerleştirilmiştir. Yağış örneklerinde pH- metre ile yapılan ölçümlerin değerlendirilmesi sonucunda; sanayi, konut ve trafikten kaynaklanan yoğun emisyonla karşın yılın büyük bir kısmında yağışın şiddetli aside (4.5 ve daha düşük pH- değerine) dönüşmeden düştüğü anlaşılmıştır. Bu sonuç üzerinde, kirli havanın dağılmasını sağlayan jeomorfolojik yapının ve rüzgârın etkili oldukları düşünülmektedir. Ancak bunun yanında havadaki tozların yağış suyundaki asidi tamponlayıcı bir etki yaptığı da pH- değerlerinden anlaşılmaktadır. Çünkü temiz ve tozsuz bir ortamda yağış suyunun pH'sı 5.4 - 5.7 arasında değişmektedir. Oysa İzmit çevresinde, ortamda asit yapıcı gazlar bulunmasına karşın, yağışların pH'sı zaman zaman 7.0'ın üzerine çıkmaktadır. Bununla birlikte yağışların bazı aylarda şiddetli aside düştüğü de belirlenmiştir.

Ölçüm sonuçlarına göre, en düşük pH- değerleri kasım-aralık-ocak aylarında, yani kışın, ortaya çıkmaktadır. Bu aylarda İzmit Meteoroloji İstasyonu ve Enstitü bahçesine yerleştirilen kaplardan alınan en düşük pH- değerleri 4.0 - 4.5 arasında değişmektedir. Diğer yandan sanayi kuruluşlarının yoğun olarak bulunduğu Yarımca'da 1985 yılının ilkbahar aylarında ölçülen pH değerleri yıl içindeki en düşük değerler olarak belirlenmiştir. Burada pH- değerleri mart ayında 4.6, nisan ayında 4.5 ve mayıs ayında 4.0 bulunmuştur. Ancak, Yarımca'da havadaki kükürtdioksit miktarı ölçülmediğinden, hava kirliliği ile yağıştaki asitleşme derecesi arasındaki ilişki açıklanamamaktadır. Yalnız, Yarımca'da sanayi kuruluşlarının yoğun olması ve bu aylarda sanayiden kaynaklanan emisyonunda bir artış olduğu düşünülmektedir. Çünkü, hava kirliliğinin yoğunlaşmasında etkili bir

faktör olan meteorolojik koşulların burada bir payı olmadığı, günlük meteoroloji verilerinin incelenmesiyle anlaşılmıştır. Buna karşılık İzmit Meteoroloji İstasyonu ve Enstitü çevresinde kış aylarında düşük pH- değerlerinin ortaya çıkması, bu aylarda kent merkezinde kükürtdioksit miktarının en yüksek değerleri alması ve bu kirli havanın rüzgâr etkisinde enstitü çevresine taşınması ile açıklanabilmektedir.

Bu araştırmayla elde edilen diğer ilginç bir sonuç da Kerpe'de kış aylarında ölçülen düşük pH- değerleridir. Özellikle gerek 1985 yılının ve gerekse 1986 yılının ocak ayında pH- değerinin 4.2 olarak ölçülmesi düşündürücüdür. Çünkü Kerpe, sanayi kuruluşlarının bulunmadığı ve yoğun yerleşimden uzakta bir yerdedir. Ne var ki Kerpe'nin bulunduğu yer Karadeniz kıyısında ve hakim kuzey rüzgârlarına açıktır. Burada pH'nın 4.2'ye kadar düşmesi, bölgenin Orta Avrupa ve Balkanlar üzerinden gelen kirli hava kütlelerinin etkisinde bulunabileceği varsayımını doğrulamaktadır. Bu konuya açıklık getirebilmek için çalışmalarımızı sürdürüyoruz.

(3) İzmit çevresinde hava kirliliğinin orman ve park ağaçları üzerindeki baskısı, örnek olarak alınan iğne yapraklı ağaçların yapraklarında kükürt birikiminin belirlenmesiyle ortaya çıkarılmıştır. Çünkü hava kirliliği oluşturan gazlar içindeki kükürtdioksit, zararlı etki bakımından en başta gelmektedir (ÇEPEL 1988).

İzmit çevresinde yaptığımız gözlemlere göre, şehir merkezindeki bazı örneklerin dışında, genel olarak ağaçlarda gaz zararı belirtilerine rastlanmamıştır. Ancak ağaçların sağlıklı görünmelerine karşın, havadaki kükürtdioksit değerlerinden de anlaşılacağı gibi, yoğun olan hava kirliliğinin gözlemlenemeyen zararlara (latent zararlar) yol açabileceği ve önlem alınmadığı takdirde, yakın bir gelecekte toplu ağaç ölümlerinin ortaya çıkabileceği düşünülmektedir. Nitekim Orta Avrupa'da da orman ölümleri birden bire değil, 30-40 yıllık bir etkilenme sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu bakımdan, İzmit çevresinde ağaçların kirli ortamdan olumsuz etkileneceği varsayımından hareketle bir yıllık iğne yapraklarda biriken kükürt miktarları belirlenmiştir. Ancak sonuçlara geçmeden önce, konuya açıklık getirmek amacıyla ülkemizde yapılan benzer çalışmaların sonuçları üzerinde durulacaktır:

Yatağan Termik Santral'inin baca gazında $5400 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ olarak hesaplanan kükürtdioksit konsantrasyonu "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde" kötü şartlarda 6 aylık bir süre için izin verilebilen $2500 \mu\text{gr}/\text{cm}^3$ 'lük sınır değerinin iki kat üzerinde bulunmaktadır (ORUÇ 1988). Santral bacalarından havaya bırakılan yüksek konsantrasyondaki kükürtdioksit gazı kuzeyden gelen hakim rüzgârın etkisinde kalan 4-6 km uzaklıktaki kızılçam ormanlarının ölümüne yolaçmıştır. Bu yörede iğne yapraklarda biriken kükürt miktarını saptamak üzere tarafımızdan yapılan bir çalışmada baca gazlarının etki alanına giren sahalarda hastalıklı ve sağlıklı görünümlü ağaçlardan iğne yaprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca, santraldan çıkan kükürtdioksit gazından dolayı biriken kükürt miktarını belirleyebilmek için baca gazından etkilenmeyen bir kızılçam meşceresinden de iğne yaprak örnekleri alınmıştır. Bu şahit durumundaki meşcere, hakim rüzgâr yönünün aksi yönünde ve santraldan 12 km uzakta seçilmiştir. Santralın etki alanındaki meşcerelerden alınan örneklerde ortalama kükürt miktarı "%" olarak 0.195-0.400 arasında değişmekte; şahit meşcerede ise bu değer 0.078 olarak bulunmuştur. Bu sonuçtan da anlaşılacağı gibi, baca gazlarının etki alanına giren meşcerelerdeki iğne yapraklarda şahit meşceredekinin 2.5-5 katı daha fazla kükürt birikmiştir. Ancak burada ilginç bulunan husus, kükürtdioksit etkisinde kalan örnek deneme alanlarındaki sağlıklı görünümlü bir meşcerede iğne yapraklarda belirlenen kükürt miktarının en yüksek

değeri (% 0.400) göstermesidir. Anılan meşcerenin iğne yapraklarında biriken kükürdün en yüksek miktarda bulunmasına karşın, diğer meşcerelere göre sağlıklı kalmasının nedeni, bu meşcerenin yetişme ortamı koşullarının daha iyi olmasına bağlanmıştır. Çünkü, sözü edilen meşcere alt yamaçta, derin ve balçık tekstüründeki verimli bir toprak üzerinde bulunmaktadır. Bu sonuçtan da anlaşılacağı gibi, zararlı gazların orman ağaçları üzerinde yaptığı tahribatın şiddeti ve oluşum süresi yetişme ortamı koşullarına bağlı olarak değişmektedir.

Konumuzla ilgili diğer bir benzer çalışma da ÇEPEL, DÜNDAR ve ERTAN (1980) tarafından gerçekleştirilen "Samsun-Gelemen Orman Fidanlığı'nda görülen duman zararları üzerine araştırmalar"dır. Araştırmada, Gelemen Fidanlığı'nda gaz zararına uğrayan çeşitli iğne yapraklı türlerin yapraklarındaki kükürt birikiminin boyutları, kükürtdioksit gazının zararlı etkisinin bulunmadığı Belgrad Ormanı Fidanlıklarından alınan aynı türlere ait yaprakların içerdiği kükürt miktarı ile karşılaştırılmıştır. Bu araştırmanın konumuzla ilgili önemli sonuçları şunlardır:

a) İğne yapraklardaki kükürt konsantrasyonları vejetasyon devresinin başından itibaren yükselmekte, vejetasyon devresinin sonunda (aralık ayında) en yüksek değeri almaktadır. Bu artış oranı özellikle 1 yaşlı iğne yapraklarda belirgin olup bir vejetasyon devresinde % 100'e erişebilmektedir.

b) Her iki bölgede yetişen aynı ağaç türlerinden aralık ayında alınan iğne yaprakların kükürt konsantrasyonları arasında fark bulunmaktadır. Örneğin *Pinus pinaster*'in 1 yaşlı iğne yapraklarında biriken kükürt miktarı Belgrad Ormanı Köyüeri Fidanlığı'nda ortalama olarak % 0.121 olmasına karşılık gaz zararının görüldüğü Samsun-Gelemen fidanlığındaki örneklerde ortalama olarak % 0.217 bulunmuştur.

Araştırmamızda ise, gerek kent merkezinde gerekse yakın çevrede alınan örnek yeşil alanlardaki ağaçların iğne yapraklarında biriken kükürdün miktarı belirlenmiştir. Kükürt birikiminin boyutlarını kavrayabilmek üzere *Pinus nigra* için İstanbul Fatih Ormanı, *Pinus pinaster* için İstanbul Bahçeköy Orman Fidanlığı ve *Pinus brutia* için Yatağan'da sağlıklı görünen ağaçlardan alınan örnekler şahit olarak kullanılmıştır. Çalışmamızla özellikle kent merkezinde hava kirliliğinin yoğunluk kazandığı yerlerdeki ağaçlarda kükürt birikiminin yüksek değerler aldığı ortaya çıkmaktadır. İğne yaprak örnekleri ilk olarak 18.12.1987 tarihinde 5 yerde seçilen yeşil alanlardan alınmıştır. Bunlardan ikisi (Vilayet binası önündeki ve Şirintepe'deki parklar) hava kirliliğinin doğrudan etkisi altında bulunmasına karşın, diğer üçü (Keltepe ormanlarında 2, Sapanca Gölü çevresinde 1 örnek alanı) kent dışında kalmaktadır. Kent dışındaki bu yerlerden örnek alınmasının nedeni, kent merkezinden kaynaklanan kirliliğin havanın rüzgâr etkisinde taşınarak buralarda bir zarara yol açıp açmadığını ortaya koymaktır. Analiz sonuçlarına göre, iğne yapraklarında en fazla kükürt birikiminin belirlendiği ağaçlar, E-5 karayolundan kaynaklanan kirlenmenin de doğrudan etkisinde olan, Vilayet binası önündeki parkta bulunmaktadır. Bu parktaki karaçamlardan alınan örneklerde belirlenen kükürt miktarı ortalama olarak % 0.909'dur. Fatih Ormanı'ndan şahit olarak alınan 3 örnek ağacın iğne yapraklarında belirlenen kükürt miktarlarının ortalaması ise % 0.102 bulunmuştur. Bu karşılaştırmadan da anlaşılacağı gibi, İzmit'ten alınan örneklerde Fatih Ormanı'ndan alınan örneklerle göre 9 kat daha fazla kükürt belirlenmiştir. Kent içindeki ikinci nokta olan karayolundan yaklaşık 1 km uzaklıkta ve 80 m yükseltide Şirintepe'deki kızılçamların oluşturduğu parktan alınan örneklerde şahit örneklerle göre 5 kat daha fazla kükürt bulunmuştur. Ancak, Şirintepe'de toplanan iğne yaprak örneklerinde ortalama olarak % 0.470 olarak belirlenen kükürt miktarı Vilayet binası

önündeki parktan alınan örneğin yaklaşık yarısı kadardır. Kanımızca Vilayet binası önündeki parkta yeralan ağaçların yüksek miktardaki kükürt birikimi üzerinde E-5 karayolundaki yoğun trafiğinde önemli katkısı bulunmaktadır. Keltepe ve Sapanca Gölü çevresindeki Pinus pinaster meşcerelerinden alınan örneklerde ise, kükürt birikiminin oldukça düşük kaldığı belirlenmiştir. Nitekim şahit örneklerle karşılaştırıldığında, kent merkezindeki örneklerde 5-9 kat daha fazla kükürt birikmesine karşın Sapanca ve Keltepe'den alınan örneklerde 1.5 - 2.4 kat daha fazla kükürt biriktiği saptanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, ortalama kükürt konsantrasyonları şahit örneklerde % 0.112 iken "3" no.lu örnekte % 0.274, "4" no.lu örnekte % 0.202 ve "5" no.lu örnekte % 0.174 olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Kuşkusuz bu örneklerde kükürt birikiminin kent merkezinden alınan örneklerle göre daha düşük düzeyde kalmasının nedeni, havadaki zararlı gaz konsantrasyonunun kaynaktan uzaklığa paralel olarak azalmasıdır. Ancak düşük de olsa bir kükürt birikiminin belirlenmesi, kent merkezinden kaynaklanan hava kirliliğinin çevre ormanları da tehdit ettiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlara göre, kent merkezindeki yoğun hava kirliliğinin yeşil alanlar üzerinde bir baskı oluşturduğu söylenebilir.

Ancak durumu daha belirgin olarak ortaya koyabilmek amacıyla 26.12. 1988 tarihinde tekrar iğne yaprak örnekleri toplanarak analiz edilmiştir. Bu kez Vilayet Parkı ve Şirintepe'den toplanan yeni örneklerden başka Şirintepe'de tet tek bulunan karaçamlardan ve kent merkezinde çevresinde yoğun trafiğin bulunduğu çocuk parkındaki bir kızılçam ve bir karaçam ağacından örnekler alınmıştır. Ayrıca doğu yönünde kent merkezinden yaklaşık 3 km uzaklıkta yeralan Devlet Su İşleri bahçesindeki karaçamlardan da iğne yaprak örnekleri toplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, 1 yaşlı iğne yapraklardaki ortalama olarak en yüksek değer (% 0.746) Vilayet binası önündeki parkta bulunan karaçamlarda belirlenmiştir. Diğer yandan, çevresinde kent trafiğinin yoğun olduğu çocuk parkındaki ağaçlarda da kükürt birikiminin yüksek değerlere ulaştığı ortaya çıkmaktadır. Nitekim parkta örnek olarak alınan kızılçamın iğne yapraklarındaki kükürt konsantrasyonu % 0.692 ve karaçam örneklerindeki ise % 0.641 bulunmuştur. Kent içindeki diğer örneklerin alındığı Şirintepe'de kızılçamlara ilişkin ortalama kükürt konsantrasyonu % 0.419 ve karaçamlara ilişkin ortalama kükürt konsantrasyonu % 0.445 bulunmuştur. Elde edilen bu değerler şahit ağaçlarda belirlenen kükürt miktarı ile karşılaştırıldığında, kent merkezinde seçilen örnek ağaçlardaki kükürt birikiminin şahit ağaçlardakinden 4.4 - 8 kat daha fazla olduğu görülür. Oysa Devlet Su İşleri bahçesinde bulunan karaçamlardan alınan örneklerde belirlenen ortalama kükürt miktarı (% 0.261) şahit örneklerdekinin 2.6 katı kadardır. Buradan da anlaşılacağı gibi, kent merkezinden kaynaklanan kirliliğin hava etkisi kent dışına doğru azalmaktadır. Ancak daha önce de değinildiği gibi, önlem alınmadığı takdirde kent dışındaki yeşil alanlar da -kent merkezinde bulunanlara göre daha uzun vadede olmak üzere- kirliliğin olumsuz etkisine uğrayabilir.

(4) Bu çalışmada, iğne yaprak örneklerinin alındığı alanlardan toprak örnekleri de alınmıştır. Toprak örneklerinin alınmasındaki amacımız, kükürt birikiminin toprak özelliklerinde bir değişim yaratacak düzeyde olup olmadığını ortaya koymaktır. Bu amaçla toprakların 0 - 5 cm ve 5 - 20 cm derinliklerinden örnekler alınmış ve bu örneklerde pH- değeri ile kükürt miktarı belirlenmiştir. Su ile yapılan ölçümlere göre pH- değerleri 6.0-7.6 arasında değişmektedir. Bu değerlerden anlaşılacağı gibi, henüz asit yağışlara toprağın tampon gücünü aşacak bir etkiye sahip değildir. Örnek topraklardaki kükürt miktarları ise, % olarak 0.0035 - 0.0074 arasında bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İzmit'te sanayideki gelişmeler ve hızlı nüfus artışı sonucunda yoğunluk kazanan kentleşme olgusu, birçok sorunları da beraberinde getirmiştir. Özellikle kış aylarında önemli boyutlara ulaşan hava kirliliği canlıların yaşamını tehdit etmektedir. İzmit Körfezi'nde çok ve çeşitli kirletici kaynak bulunması nedeniyle körfezde hava kirletici parametrelerin hemen hepsinin emisyonu söz konusudur. Ancak Çevre Sağlığı Başkanlığı tarafından sadece kükürtdioksit ölçümleri yapılabilmektedir. Ne var ki kükürtdioksidin orman ağaçları üzerindeki etkisi, havadaki diğer zararlı gazlara göre başta gelen bir şiddete sahiptir. Bu bakımdan çalışmamızda plansız kentleşmenin bir sonucu olarak yoğunluk kazanan hava kirliliğinin orman ağaçları üzerindeki baskısı, örnek ağaçların yapraklarında kükürt birikiminin belirlenmesiyle ortaya konmaya çalışılmıştır. Yapılan iğne yaprak analizlerine göre, kent merkezindeki örnek ağaçlarda en yüksek (% 0.909), kent merkezindeki en uzak nokta olarak seçilen Sapanca'daki örneklerde en düşük (% 0.174) olmak üzere bir kükürt birikiminin olduğu anlaşılmıştır.

Araştırma sonucunda; İzmit'te yaygın olarak ağaç ölümüyle karşılaşılmağı olmasına karşın, örnek ağaçların bir yaşlı iğne yapraklarında kükürt birikiminin belirlenmiş olması nedeniyle yeşil alanların geleceğinin tehlikede olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bakımdan aşağıda özetle belirtilen hususların gözönüne alınması gerekli görülmektedir.

İnsan için asıl önemli olan yaşamını sağlıklı olarak sürdürebilmesi olduğuna göre, insanın doğal çevresinin korunması ve geliştirilmesi öncelikle gözönüne alınması gerekli bir konudur. Ancak hava kirliliği, insan ve diğer canlıların sağlıklı yaşam ortamlarının bozulmasında başta gelen bir etkiye sahip bulunmaktadır. Hava kirliliğinin zararlı olabilecek boyutlarda ortaya çıkışı ise, ekolojik bir plana dayanmayan düzensiz kentleşmenin ve denetimsiz sanayileşmenin bir sonucudur. Bu bakımdan kent planlarının ekolojik bir yaklaşımla hazırlanması ve uygulamada ekolojik ilişkilerin her türlü halde gözardı edilmemesi durumunda sağlıklı bir ortamda yaşamak mümkün olabilir.

Çalışma alanımız olan İzmit'te yanlış kentleşmenin doğurduğu hava kirlenmesi, kaynakların çok çeşitli olması nedeniyle oldukça karmaşık ve çok boyutlu bir sorun durumundadır. Bu bakımdan sorunun çözümü için çok yönlü bir iyileştirme planının hazırlanması ve uygulanması zorunludur. Kuşkusuz, burada arzulanan sonuca ulaşabilmek amacıyla yapılacak geniş kapsamlı çalışmalar uzun zaman alacaktır. Bu nedenle İzmit çevresinde yeşil alanlar üzerinde varolan baskının hafifletilmesi için öncelikle, mümkün olan kısa sürede, hava kirliliğini azaltıcı çalışmalara başlamak gerekmektedir.

Ayrıca burada "orman ekosistemlerinin hava kirlenmesine karşı korunması" adlı yazımızda, değinilen yönde, daha geniş kapsamlı olarak ileri sürülen önerilerden de yararlanılabilir (ERUZ 1989).

AUSWIRKUNGEN DER LUFTVERSCHUMUTZUNG AUF DIE GRÜNLANDANLAGEN IN İZMİT

Prof. Dr. Ertan ERUZ ¹⁾

A b s t r a k t

Wegen der Vielfältigen Emissionsquellen in İzmit ist die Luftverschmutzung besonders in den letzten Jahren stark angestiegen. Schadstoffe in der Luft, die von Industrieanlagen, Wohnungen und Verkehr emittiert werden, belasten auch die Grünanlagen.

Mit dieser Arbeit, der Schwefelbestimmung in Nadeln - und Bodenproben, wurde versucht nachzuweisen, in welcher Höhe die Bäume in der städtischen Parkanlagen sowie in den näheren Umgebung der Stadt durch Emissionen belastet sind. Als Vergleichobjekte dienten Bäume aus Gebieten mit niedrigeren Emissionen.

Zusätzlich sind Regenproben in speziell hergestellten Glasbehältern gesammelt worden und wurden ihre pH- Werte bestimmt. Diese versuche wurden gemacht, da man davon ausgehen kann, dass saurer Hauptfaktor des Baumsterbens ist.

Die Untersuchungsergebnisse wiesen nach, dass pH- Werte im Regen in den Wintermonaten, in Abhängigkeit von dem Anstieg der Emissionen, absanken und die Schwefelansammlung in den Nadelproben von den Bäumen in Stadtparken sehr erheblich war.

1. Einführung

Izmit steht an erster Stelle unter den industrie Städten in der Türkei. Es befindet sich in İzmit hauptsächlich Öl-Chemie, dünger Industrie und papier Industrie. Diese sind am Rand des Meeres lokalisiert. Mit Abfall und Abwasser aus diesen Betriebsanlagen wurde das schöne Ufer dieser Stadt sehr verunreinigt. Anfangs der siebziger Jahre wurden dem Meer durch Industrie aber auch unplanmäßige Besiedlung und Landwirtschaft erhebliche Menge an Schmutzstoffen zugeführt.

1) An der forstlichen Fakultät der Universität Istanbul.

Andererseits tritt in İzmit auch Luftverschmutzung auf. Verunreinigende Stoffe entstehen bei Verbrennungsprozessen von Industrie, Verkehr und privaten Heizungen. Die Umweltgesundheitsorganisation in İzmit analysiert Schwefelkonzentration in der Luft. Danach erreichen die Schwefeldioxidkonzentration bei Monatsmittelwerten bis 150 je Kubikmeter Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Diese Werte sind höher als in einigen Ballungsgebieten Deutschlands. Nach den Untersuchungsergebnissen in Deutschland spielen schwefelhaltige Abgase bei den auftretenden Baumschäden als Ursache eine entscheidende Rolle. Aufgrund dessen, haben wir gedacht, dass Luftverschmutzung, insbesondere Schwefeldioxid, die Grünanlagen in İzmit schädigen könnte.

Unter allen Beobachtungsflächen weisen nur einige Bäume in Stadtparken typische sichtbare Symptome auf. Dies zeigt, dass die schädigende Wirkung der Luftverschmutzung in İzmit schon eingetreten ist. Deshalb wurde diese Arbeit für die Erfassung der Auswirkungsmasse von Luftverschmutzung auf die Grünanlagen in İzmit durchgeführt.

2. Die Ökologischen Verhältnisse des Versuchgebietes

Izmit liegt an der Nordostspitze an Marmara Meer. Die Probestellen befinden sich in städtischen Parks und in naheliegenden Wäldern der Stadt, wo Sapanca und Keltepe liegen (Karte 1). Das Gelände erhebt sich nördlich des İzmit Ufers bis 600 m NN und südlich bis 1600 m NN an. Durch diese Geländeform richtet sich der Wind in West-Ost Richtung. Wie in Tabelle 1 und Abb. 1 ersichtlich ist, erreicht der Wind höchste Windgeschwindigkeit (jährlich : 31.3 m/sec) aus westlicher Richtung, außerdem zeigt sich eine hohe Häufigkeitsverteilung des Windes bei dieser Richtung. Aus diesen Gründen werden die Schadstoffe, die in erheblicher Masse im Stadtzentrum entstehen, auf die Wälder in Sapanca und Keltepe transportiert. Diese Gebiete erhalten verhältnismäßig reiche Niederschläge durch die Nordwinde, welche Feuchtigkeit ohne Hindernisse bis Keltepe führen. So ist die mittlere jährliche Niederschlagsmenge in Sapanca 894 mm, dagegen in İzmit 751.4 mm und in Yarımca 669.3 mm. Die Bodenart in Untersuchungsgebieten ist Lehm und sandiger Lehm. pH-Werte variieren mit H_2O von 6.0 bis 7.6.

3. Untersuchungsmethode

Um die Luftbelastung auf die Grünanlagen in İzmit zu erfassen, entnahmen wir Nadel- und Bodenproben in Parkanlagen des Stadtzentrums und die in Waldbeständen der näheren Umgebung der Stadt. Auch in der näheren Umgebung der Stadt um Sapanca und Keltepe wurden Proben entnommen, weil besonders Schwefeldioxid durch die Wind ferntransportiert wird.

Die einjährigen Nadelproben wurden am Ende der Vegetationsperiode von der obersten Seitentriebe entnommen. Auf denselben Standorten entnahmen wir Bodenproben aus 0-5 cm und 5-20 cm Tiefe. In Nadel- und Bodenproben wurden durch Laboranalysen die Schwefelgehalte bestimmt. In den Bodenproben haben wir auch pH-Werte gemessen. Durch die Bestimmung der pH-Werte in Bodenproben wurde festgestellt, dass saurer Regen in Wintermonaten eine Änderung der Azidität der Böden verursacht.

Da die Umweltorganisation festgestellt hat, dass Schwefeldioxidgehalt der Luft in İzmit sehr hoch ist, haben wir auch Regenproben gesammelt. In diesen Proben wurde durch pH-Wert-

messungen die aziditätsgrad des Regens bestimmt. Regenproben haben wir durch speziell hergestellten Glasbehälter zwei jahre Lang (1985-1986) gesammelt (Abb. 2).

4. Ergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Nach Angabender Umweltgesundheitsorganisations in İzmit (In den Jahren 1985-86) wurde die höchste Schwefeldioxidkonzentration in der Luft im Januar 1986 ($386.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und im Dezember 1986 ($400.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gemessen. Dagegen liegen die höchsten Werte in den Sommermonaten im Juni 1985 ($32.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und im August 1986 ($50.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dies zeigt, dass Heizungen erheblich zur Luftbelastung beitragen.

2. pH- Werte der Regenproben sanken paralel zum Anstieg des Schwefeldioxidgehalts in der Luft. In Wintermonaten, wo Schwefeldioxidgehalte am höchsten sind, wurden die niedrigsten pH- Werte des Regens gemessen (Meteorologischesche Station in İzmit). Niedrigste pH- Wert variierte in Monaten November, Dezember und Januar zwischen 4.0-4.5. In anderen Monaten liegen die pH- Werte zwischen 5.0-7.0. Diese werten zeigen, dass der Regen nicht so sauer ist, wie wir erwartet haben. Dieses Ergebnis ist dadurch erklärbar, dass die Schadgase hier durch herrschende Luftströmungen in der Richtung West-Ost verteilt werden (Abb. 1). Überdies bei quantitativ ähnlichen Schwefelfracht kann der pH- Wert des Regens variieren je nach ihren Gehalt an neutralisierenden Stoffen wie z.B. carbonat- und silikathaltigen Stäuben.

3. Die Schwefelkonzentrationen der Nadeln von Versuchsbäumen zeigen, dass die Luftverschmutzung auf die Grünlagen belastet. Wie aus der Tabelle 3 hervorgeht, unterscheiden sich die Schwefelkonzantrationen voneinander, je nach Entfernung von der Emissionsquelle. Die Schwefelgehalte der Nadeln sind besonders hoch bei Bäumen im Stadtzentrum.

Ein Vergleich von Schwefelkonzentration im den Nadeln auf Versuchsflächen in İzmit mit Fatih Ormanı und Bahçeköy zeigt, dass die Schwefelansammlung auf Versuchsbäumen 1.5 - 9 mal so hoch ist.

4. Der Böden auf versuchsflächen weisen pH- Werte zwischen 6.0-7.6 auf. Wie diese wer-te zeigen, ist das pufferungsvermögen der Böden noch ausreichend. Schwefelkonzentrationen der Versuchsböden sind zwischen 35-74 ppm.

Die Untersuchungsergebnisse und unsere Beobachtungen Lassen den Schluss zu, dass die schädliche Auswirkungen auf die Grünflächen in İzmit durch die Schadstoffe eingetreten sind. Über Afnung und Niederschläge geraten die diese Stoffe in den natürlichen Kreislauf und schädigen die Bäume.

Da Grünflächen in der Stadt gleichbedeutend mit Lebensqualität ist, ist es erforderlich, gegen die Schadstoffe der Luft entsprechende Massnahmen zu treffen, die vorwiegend technischer Natur sind. Um die Belastung deutlich herabzusetzen, ist notwendig, ein umweltbewuster umgang mit Schadstoffproduzierenden Anlagen, auch Verkehr und Heizung.

KAYNAKLAR

- AYBERK, S., 1982. *Kocaeli Yarımadasının doğu kesiminde Karadeniz ve Marmara arasındaki geçiş zonunda vejetasyon formasyonları ve ekolojik şartlar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit.*
- ÇEPEL, N., DÜNDAR, M. ve ERTAN, E., 1980. *Samsun-Gelemen Orman Fidanlığında görülen duman zararları üzerine araştırmalar. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 30, Sayı 1.*
- ÇEPEL, N. 1988. *Peyzaj Ekolojisi. I.Ü. Yay. No. 3510, Orman Fakültesi Yay. No 391, İstanbul.*
- ERUZ, E., 1989. *Orman ekosistemlerinin hava kirlenmesine karşı korunması. I.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni . Sayı 6, No.6, Acar Matbaacılık tesisleri - İstanbul.*
- JACKSON, M. L., 1958. *Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.*
- ORUÇ, N., 1988. *Yatağan-Muğla termik santrali bacasından çıkan SO₂ gazının hava kalitesinin korunması yönetmeliğine göre değerlendirilmesi. Çevre 88 Dördüncü Bilimsel ve Teknik Kongresi, İzmir.*
- TÇSV 1983. *Türkiye'nin çevre sorunları. Önder Matbaa, Ankara.*
- TREADWELL, F.P. and W.T. HALL., 1947. *Analytical Chemistry, Vol. II. John Wiley and Sons, New York.*
- ULRICH, B. 1980. *Die Wälder in Mitteleuropa : Messergebnisse ihrer Umweltbelastung, Theorie ihrer Gefährdung, prognose ihrer Entwicklung. Allgemeine Forstzeitschrift, Nr. 44.*