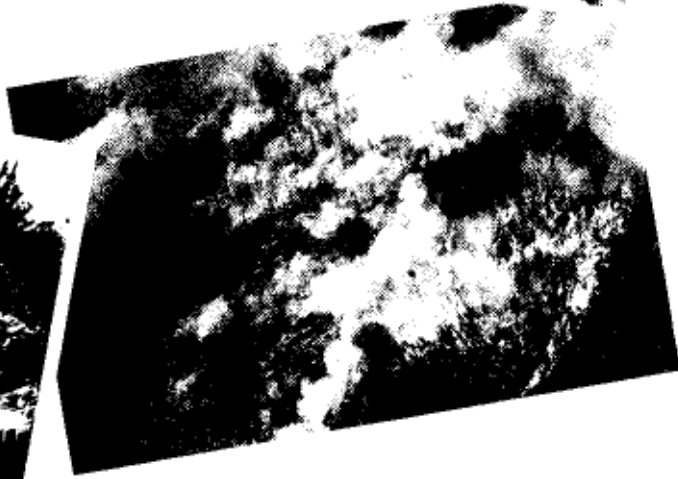


# METEOROLOJİK KARAKTERLİ DOĞAL AFETLER

## SEMPOZYUMU

TMMOB  
METEOROLOJİ  
MÜHENDİSLERİ ODASI

İTÜ  
METEOROLOJİ  
MÜHENDİSLİĞİ  
BÖLÜMÜ



## BİLDİRİLER KİTABI

7-9 Ekim 1997  
DSİ Genel Müdürlüğü  
Konferans Salonu - ANKARA

## DÜZENLEME KURULU

|                 |                                      |
|-----------------|--------------------------------------|
| İsmail KÜÇÜK    | TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası |
| Mikdat KADIOĞLU | İTÜ Meteoroloji Mühendisliği Bölümü  |
| Miktat YAVUZ    | TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası |
| Kasım KOÇAK     | İTÜ Meteoroloji Mühendisliği Bölümü  |
| Meral ŞENOCAK   | TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası |

## İSTANBUL 'DA ASİT YAĞIŞLARI VE ÇEVREYE ETKİLERİ

Hüseyin TOROS , Orhan ŞEN , Levent ŞAYLAN

İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi,  
Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 80626, Maslak, İstanbul, Türkiye

### ÖZET

Sanayileşme sonucunda hızla artan hava kirliliği canlıların yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir. Çevremizde atmosfere neşredilen kirletici emisyonlar sadece buldukları bölgede etkili olmayıp hava hareketleriyle uzun mesafelere taşınarak da, çevre üzerinde etkili olabilmektedir. Kirleticiler bölgesel olarak ve uzun mesafe taşınım vasıtasıyla asit yağışlarının oluşumuna sebep olurlar.

Bu çalışmada, Türkiye'nin en büyük nüfus yoğunluğuna sahip olan İstanbul'da yağmur suyundaki pH değerleri araştırılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda, yağışların asitlilik derecesinin dikkate alınan dönem boyunca yüksek olduğu saptanmıştır. İTÜ kampüsünde ölçülen pH değerleri ile Büyükşehir Belediyesi tarafından gezici bir araç kullanılarak ölçülen İstanbul'un NO<sub>x</sub> ve SO<sub>2</sub> değerleri arasında ölçüm yerinden kaynaklanan farklılıktan dolayı bir ilişki belirlenememiştir. Bununla birlikte, asit yağışlarının çevreye yapabileceği muhtemel etkilerde bu çalışmada vurgulanmıştır.

### Acid Rains in Istanbul and Its Environmental Effects

**Abstract:** The growing air pollution caused by industrialization has adverse effects on life on earth. The pollutant emitted in to the atmosphere not only has local effects but also they are advected to the long distances in the atmosphere and effect the environment. This causes acid rains locally and globally.

In this study, the pH values of the rain which precipitated in Istanbul. The measures indicated that the acidity of the rain is quite high. The measured NO<sub>x</sub> and the SO<sub>2</sub> values at the ITU campus and at a mobile measuring stations do not show apparent correlation because of variations in the locations of measurement. However, the possible effects of acid rain on the environment is indicated in this study.

## 1. GİRİŞ

Başlıca, enerji temini, endüstriyel faaliyetler, motorlu araçlar ve konutların ısıtılmasında fosil yakıt kullanımıyla ortaya çıkan emisyonlar, çevre hava kalitesinin bozulmasına, doğal kaynakların yok olmasına neden olmaktadır. Şehir nüfuslarının giderek artışı ve çevre boyutu göz önüne alınmayan endüstriyel aktiviteler ile enerji temini için fosil yakıt kullanımı çevre hava kalitesinin bozulmasına yol açmaktadır. Özellikle kömür ve sıvı yakıt kullanmak suretiyle elektrik enerjisi elde eden termik santraller, büyük miktarlarda yakıt kullanmak durumundadırlar. Ayrıca İstanbul Boğazından geçen gemiler kükürt ve azot içeren emisyonlar neşretmektedir. Bunun sonucunda da bu yakıtların içeriğindeki azot ve kükürtün yanma işlemi, önemli kirlenme olaylarını meydana getirmektedir.

Sadece bu sektörün bacalarla atmosfere yaydığı emisyonlar, hava hareketleriyle uzun mesafelere taşınarak kuru ve ıslak birikmeye uğramaktadır. Bu taşınım esnasında kirleticiler yağışla reaksiyona girerek ıslak birikme denilen asit yağışlarının oluşumuna sebep olurlar. Sülfürük ve nitrik asitlerin oluşumu çevre üzerinde ciddi zararlara yol açmaktadır. Bu asitler direkt olarak ağaçların fizyolojik yapısına etki ettiği gibi, dolaylı olarak da toprak asitliğini artırarak ağaç gelişimini durdurur ve ölümlere sebep olur. Bu nedenle İstanbul için son derece önemli olan Belgrad ormanlarının bu asit yağışlarından etkilendiği gözardı edilemez. Atmosferik olaylar dünyada ülkeler arasında sınır tanımazlar. Herhangi bir ülkedeki kirleticiler, taşınım ile çok uzaklara hatta diğer ülkelere kadar büyük ölçekteki meteorolojik hava hareketleri ile iletilir. Şayet bu tür hava hareketleri önceden bilinir veya tahmin edilebilirse, asit yağışlarının meydana geleceği yer ve bunun kaynağı tespit edilebilir.

Yukarıda değinilen fosil yakıt kullanılan termik enerji santralleri, Avrupa'da SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> emisyonları bakımından önemli bir yer tutmaktadır. Avrupa'daki ilk 25 santral içerisinde önemli bir grup ise, Balkan bölgesinde Bulgaristan ve Romanya'da bulunmaktadır. Türkiye'nin özellikle Marmara bölgesi ve İstanbul hava hareketleriyle taşınan bu emisyonların, dolayısıyla da asit yağışlarının potansiyel tehlikesini yaşamaktadır. Bu konuda ölçüm eksikliği kesin sonuçlara ulaşmamızı engelleyen en önemli faktörlerden biridir.

Bu çalışmada amaçlanan belirli bir dönemde İstanbul'da İTÜ Maslak kampüsünde alınan yağmur suyu örneklerinin asidik olup olmadığının ve Şehir içersinde değişik noktalarda ölçülen  $\text{NO}_x$  ve  $\text{SO}_2$  değerleri ile ilişkisinin bulunup bulunmadığının belirlenmesidir.

Avrupa'da asit yağışları ile ilgili olarak çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. İsveç başta olmak üzere, İskandinav ülkeleri, İngiltere ve Orta Avrupa ülkelerinde asit yağışları ile ilgili yoğun araştırmalar devam etmektedir. İngiltere'de 10 ayrı istasyonda yapılan ölçümler sonucunda yağışın kimyasal bileşenlerinin haritaları elde edilmiştir (1). Daha büyük ölçekli bir çalışma ise, Avrupa üzerinde yapılmış ve değişik noktalarda ölçülen değerler arasındaki farklılıkların haritası çıkarılmıştır (2). Fransa'nın güneyinde yürütülen bir çalışmada da, yağmur suyunun kimyasal analizi yapılmıştır (3). Al-Momani ve arkadaşları (1995), Türkiye'de İzmir sanayi bölgesi yakınında yağışların kimyasal analizi ile, Antalya bölgesinde kuru ve yaş ana iyon bileşenlerini araştırılmışlardır (4, 5). Ankara'da Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) kampüsünde Eylül 1989 ve Mayıs 1990 tarihleri arasında toplanan 27 günlük yağış numunelerinin pH değeri ölçülmüş ve analiz sonucunda yağışların % 23'ünde pH değeri 5.6 değerinin altında belirlenmiştir (6).

### 1.1. Asit Yağışları

Yağış suyu pH değerinin 5.6'nın altında kalması, Asit yağışı olarak adlandırılır. Asit yağışları endüstriyel faaliyetler, motorlu taşıtlar ve enerji tesislerindeki artışın bir sonucudur. Bu kaynaklardan kimyasal maddelerin atmosfere yayılması ile birlikte asit yağışları oluşmaktadır. Asit yağışları insan sağlığına, toprak ile su biriktirme havzalarının asitleşmesi ve ormanların tahrip olması gibi zararları vardır. Yağış suyunun asitleşmesinde kükürt ve azot'un payı büyüktür. Asit yağışlarının oluşumunda özellikle kükürt'ün daha fazla etkisi vardır. Kükürt ve azot'un yanı sıra sülfat, nitrat ve hidrojen iyonları yer yüzeyine ulaştıklarında ıslak birikmeye uğrarlar. Enerji santrallerinden neşredilen  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  ve HC atmosferde kimyasal bir dönüşüme uğramadan da yeryüzünde birikebilirler. Bu kirleticiler yağmur suyu ile reaksiyona girerek asit yağmurlarına yol açarlar. Yağışların havadaki gaz ve partikülleri temizleme görevi yapması nedeniyle yağış hava kirliliğinde çok önem

kazanmaktadır. Yağış içindeki kirleticilerin miktar ve kaynaklarının belirlenmesi ile çevreye verecekleri zararlar bu çalışma da ortaya konacaktır.

### 1.2. Veri ve Analiz

Bu çalışmada yağmur suyu örnekleri 8.10.1996 tarihi ile 31.03.1997 tarihleri arasında İstanbul Teknik Üniversitesi Kampüs'ün de Fen Edebiyat Fakültesi çatısında toplanmıştır. Polietilen kaplarda toplanan bu numunelerin, pH değeri, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Mühendisliği laboratuvarlarında ölçülmüştür. Aynı periyot için İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Çevre Koruma Kontrol Müdürlüğü'ne bağlı mobil ölçüm aracı vasıtasıyla alınan Asya ve Avrupa yakası kirlilik değerleri alınarak pH değeri ile NO<sub>x</sub> ve SO<sub>2</sub> değerleri arasındaki değişim karşılaştırılmıştır.

### 1.3. Asit Yağmurlarının Bitkiler ve Orman Alanları Üzerindeki Etkisi

Artan endüstrileşme ve tarıma dayalı sanayiden endüstriye dayalı bir sanayiye geçiş, özellikle gelişmekte olan ülkelerde büyük yerleşim alanlarının oluşmasına ve dolayısıyla çevreye zarar veren bir çok sanayinin kurulması sonucunu doğurmuştur. Bilhassa verimli tarım alanları üzerinde kurulan sanayi tesislerinin artması ve çevredeki tarım ile orman alanlarını etkilemesi hava kirliliğinin bitkiler üzerindeki etkisinin ne derece önemli olduğunu göstermektedir. Artan sanayi ile birlikte hava kirliliği artmış ve canlıların yaşamını tehdit eder boyutlara ulaşmıştır. Hava kirliliğinin bitkiler üzerindeki etkileri de uzun zamandan beri analiz edilmektedir. Özellikle asit yağmurları, ozon konsantrasyonundaki değişimler, iklim değişiklikleri tarım ve orman meteorolojisi açısından bir çok risk taşımaktadır. Ancak bu konularda ülkemizde yeteri kadar çalışma yapıldığı söylenemez (7). Kirleticiler bitki gelişimine ve verimine, bitki fizyolojisine ve biyokimyasal yapısına etki edebilmektedir. Bu zamana kadar hava kirliliğinin tarım ve ormancılık üzerindeki etkilerini analiz etmek amacıyla dünyada çeşitli çalışmalar yapılmıştır (8, 9, 10, 11). Özellikle kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve florid (HF) gazlarının bitkilerin biyolojik yapısı üzerinde zararlı etkilerde bulunduğu tespit edilmiştir. Uzun yıllar süren çalışmalar sonucunda bitkilere zarar veren çeşitli gazlar Tablo 1'deki gibi belirlenmiştir.

Tablo 1: Bitki sistemine etkide bulunan hava kirleticileri (12).

| Kirletici         | Kirletici formu  | Ana kirletici kaynağı                                                                                                          |
|-------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| O <sub>3</sub>    | Gaz              | Atmosferik dönüşümler (emisyonlarla, NO <sub>2</sub> ve hidrokarbonlar ile bağlantılı)                                         |
| SO <sub>x</sub>   | Gaz              | Güç kaynakları (Termik santraller vs.), Metal eritme işlemleri                                                                 |
| NO <sub>x</sub>   | Gaz              | Atmosfere verilen gazlar ve atmosferik dönüşümler (yüksek sıcaklıkta yanma, NO den), gübre üretimi sebebiyle, araç emisyonları |
| HF                | Gaz partikülleri | Süperfosfat ve alüminyum eritilmesinden                                                                                        |
| Etilen            | Gaz              | Yanma (araç emisyonları), doğal                                                                                                |
| Cl <sub>2</sub>   | Gaz              | Fabrika üretimlerinden, arıtma tesislerinden                                                                                   |
| HCL               | Gaz              | Doğal                                                                                                                          |
| Toksik elementler | Partiküller      | Eritme ve yakma işlemleri                                                                                                      |
| NH <sub>3</sub>   | Gaz              | Doğal                                                                                                                          |
| H <sub>2</sub> S  | Gaz              | Kağıt üretimi, doğal, jeotermal                                                                                                |
| CO <sub>2</sub>   | Gaz              | Yanma, doğal                                                                                                                   |
| UV-β              | Radyasyon        | Doğal, stratosfer                                                                                                              |

Kirleticilerin sadece ekolojik etkileri yoktur, aynı zamanda ekonomik etkileri de vardır. Bilhassa tarımsal üretimde verimliliğin artırılmaya çalışıldığı ülkemizde hava kirliliğinin, verimin miktar ve kalitesine ne derecede etkide bulunduğu ve tarım ve ormancılığı sınırlayıcı rolünün daha iyi analiz edilmesi gerekmektedir.

Her ağaç hava kirliliği sonucu oluşan gazlara (Kükürt dioksit, Azot dioksit) aynı hassasiyeti göstermez. Mesela meşe, kavak, akçaağaç, kızılğaç ve söğüt ağaçları hava kirliliğine karşı daha az hassastırlar. Hava kirliliği sadece ormanlara zarar vermez, bunun yanı sıra tarımsal üretime ve süs bitkilerine de zarar verir.

Asit yağışlarının dolaylı etkileri toprakta görülür. Asit yağışlarının topraktaki etkilerinden belki de en önemlisi, topraktaki mikroorganizmalara yapmış olduğu olumsuz etkidir. Dolayısıyla organik maddelerin ayrışması ile serbest kalacak olan anyon ve katyonları bitkiler alamamaktadırlar. Bir diğer etkisi de, toprak yapısını bozmasıdır. Hidrojen iyonları toprak kolloidlerindeki katyonlarla yer değiştirerek, toprağın zayıflamasına neden olurlar. Topraktaki asit birikimi, besin elementlerinin bitkiler tarafından kullanılmasına

neden olur. Aynı zamanda asit yağışları, topraktaki demir, alüminyum ve mangan gibi toksit maddelerin açığa çıkmasını sağlar. Bu toksit maddeler ağaçlara ve bitkilere çok zararlıdır (13).

Asit yağışları sonucunda orta Avrupa'da son 15 yılda giderek yoğunlaşan orman ölümleri görülmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda yağışların kış ayında belirgin olarak asidik özellik kazandığı ve özellikle ağaçların gövdelerinden süzülerek akan suyunda asitlenmeyi şiddetlendirdiği anlaşılmaktadır (14). Asit yağışları orman ekosistemindeki ağaçlar ve diğer canlılar üzerinde doğrudan zararlı olmaları yanında toprağın doğal özelliklerini bozarak köklerde oluşturdukları zararlı etkilerle olumsuz etkilenmelerine neden olmaktadır. Bu sebeplerden beslenme ilişkileri bozulan ağaçlar, olumsuz etkilerin sürmesi ya da şiddetlenmesi durumunda ise ölmektedir.

Son yıllarda besin yüklü katyon depolanmasının azalması ile birlikte, asidik özelliğe sahip orman bölgeleri artmıştır. Bunun en önemli belirtileri bitkisel ve hayvansal artıklarının çürümelerinin, etkin mikroorganizma faaliyeti olmadığından gecikmesidir (15, 16).

Yoğunlaşma sonucunda, havada asılı haldeki kirleticiler sis, yağmur veya kar ile birlikte bitki ve toprak yüzeylerine inerler. Toprak yüzeyindeki hava, su ve toprak kirleticilerinin etkisi arttıkça bitki üzerindeki olumsuz etkiler daha da yoğunluk kazanacaktır (17). Bu da bitkinin ürün kalitesini ve miktarını olumsuz yönde etkileyecektir. Toprak yüzeyine yapışan sis, kırağı veya çığ şeklindeki su molekülleri, gündüz buharlaştıklarında içerdikleri asit yaprak yüzeyinde kalır ve asit yanıklarına sebep olur. Bununla birlikte yapraktaki asit birikimi mantarların gelişmesi için de uygun ortam sağlamaktadır.

Yapraklar bitkilerin özümleme ve en önemli solunum organlarıdır. Bitki topraktaki klorofili ile bünyesindeki mevcut su ve CO<sub>2</sub>'i güneş etkisi ile birleştirip şeker ve aminoasitleri, kısaca organik maddeleri üretmektedir. Üretilen şekerin bir kısmı solunum olayında harcanmaktadır. CO<sub>2</sub>'in özümlemesi sonucu üretilen karbonhidrat solunumla sarf edilenden daha fazla olması halinde bitki yaşayabilmekte beslenip büyümekte ve meyve vermektedir (13).

Asit yağışları bitki yapraklarına, doğrudan veya temas yoluyla zarar vermekte veya yapraktaki gözeneklerin (stomalar) açılıp kapanmasını önlemektedir. Solunum boşluklarına



girerek CO<sub>2</sub> 'in özümlemesi olayına karışmakta ve asit sentezine sebep olmaktadır. Stomaların fotosentezi kolaylaştırmak için açılması sırasında SO<sub>2</sub> su ile birlikte H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 'ü oluşturur ve tepkimeye girer. Ancak bitkideki asit birikiminin etkisiyle, klorofil tahribi sonucunda CO<sub>2</sub> sentezi yeteri kadar yapılmamakta dolayısıyla bitki solunum için gerekli şekeri sağlayamaması sonucu ölmektedir (18, 19). Yapılan çalışmalar, geniş yapraklı bitki topluluklarının asit yağmurlarından daha fazla zarar gördüğünü göstermiştir. Bu da yukarıda bahsettiğimiz, asit birikiminin yapraktaki klorifili tahribi sonucu meydana gelmektedir. Laboratuarda yapılan çalışmalarda asit uygulaması durdurulduktan sonra bitkilerde gözle görülür bir gelişme olmuştur. Kontrollü çevresel şartlar altında asit birikiminin bitkiye zararını belirlemek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Ancak bu şartlarda yapılan denemelerin sonuçları ile bitkinin arazi koşulları altında asit birikimine olan hassasiyeti bitki türüne bağlı olarak değişebilir (17).

Soya fasulyesinin değişik çeşitleri üzerinde yapılan arazi denemeleri sonucunda bunlardan Asgrov, Corsoy, Habitt çeşitleri asit yağışlarından olumsuz etkilenirken, Williams, Davis ve Wells çeşitleri olumsuz etkilenmemiştir. Bununla birlikte araştırma, yüksek protein içeren soya fasulyesi tohumlarının asit yağışları yüzünden olumsuz etkilendiğini göstermiştir (17).

Asit yağışları sadece bitkileri etkilememektedir. Asit yağışları orman ekosistemlerinin yok olmasına, dolayısıyla erozyona, yerleşim, tarım ve orman alanlarının sellerden zarar görmesine de neden olmaktadır. Kantarcı (19) ve Kasap (14) e göre, topraktaki asit birikimi, toprağın kimyasal yapısını bozması nedeniyle toprak bitki sisteminde birtakım anormalliklere sebep olmakta, ağır metallerle zenginleşmiş besin maddeleri oluşturmakta ve buda insan sağlığını olumsuz etkilemektedir.

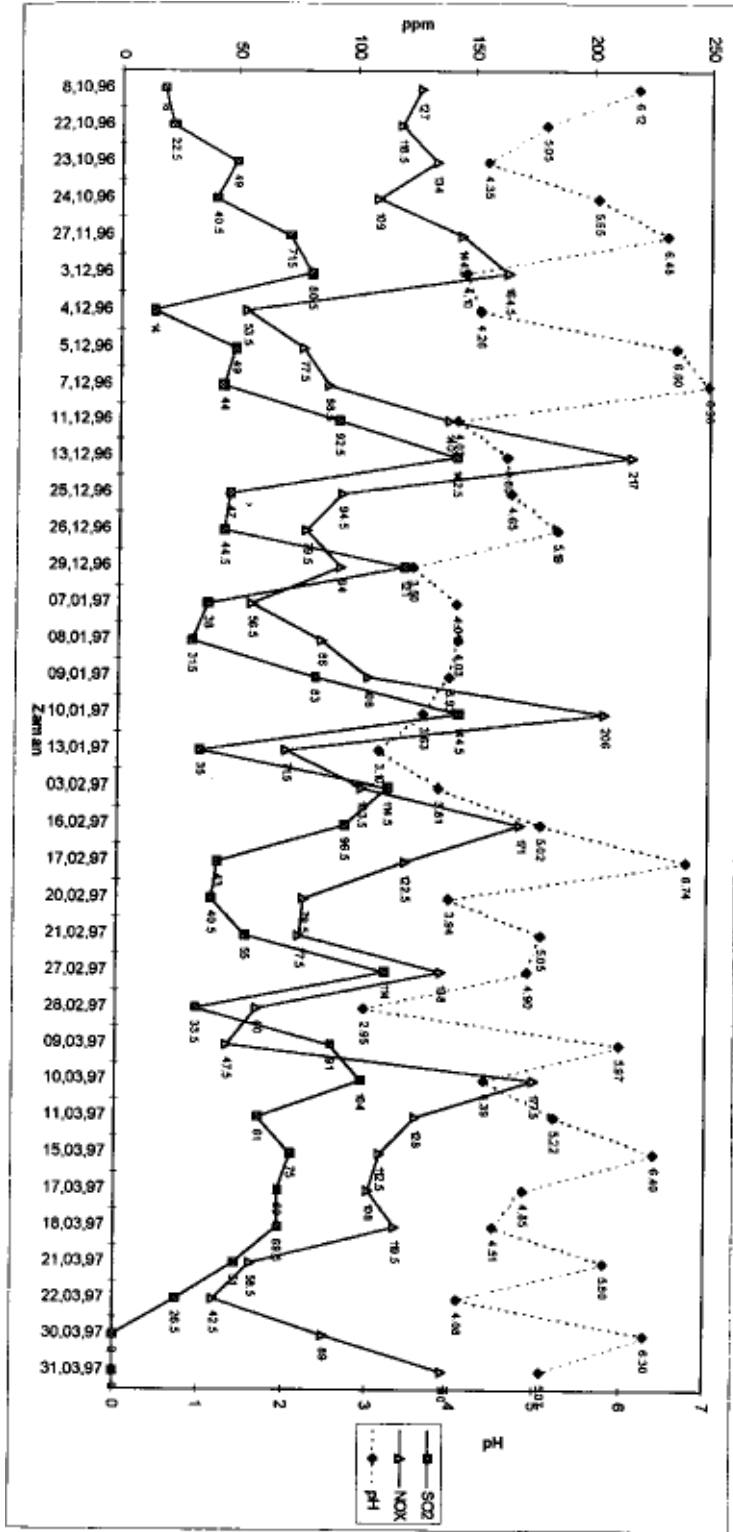
Asit yağışlarının canlı hayata yukarıda bahsetmiş olduğumuz etkilerinden dolayı, sanayileşmenin ve şehirleşmenin beraberinde getirdiği hava kirliliğinin önlenmesi çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Uzun mesafeli taşınımına sahip olan asit yağmurları sadece emisyon kaynağının çevresini değil, yüzlerce mil uzaktaki bölgeleride etkileyebileceği unutulmamalıdır. Türkiye'de meteoroloji istasyonlarında yapılan ölçümlerde yağışın miktarı yanı sıra, yağışın kalitesi yani asitlik derecesinin de belirlenmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Bugün dünyada son derece önemli olan tarımsal meteoroloji alanında ve kültürteknik çalışmalarında özellikle toprak yapısını ve bitki gelişimini etkileyen yağmur suyunun pH

değerinin ölçülmesi sanayileşmenin gün geçtikçe arttığı ülkemizde son derece önemlidir. Kısaca temiz bir dünya için insanoğlu artık lokal değerlendirmeler yapıp, global hareket etmek durumundadır.

## 2. SONUÇLAR

Asit yağışlarının oluşumunda etkili olan kükürt ve azot bileşikleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için dikkate alınan 8 Ekim 1996 ve 31 Mart 1997 tarihleri arasında, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Kontrol dairesine ait hareketli bir araç ile yapılan SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> ölçüm sonuçları ile pH değerleri birlikte değerlendirilmiştir. Buna göre, İTÜ Ayazağa Kampüsünde alınan 36 adet yağmur suyu örneği ve asitlik değerleri incelendiğinde bu örneklerin % 72.2'sinin asidik (pH<5.6) olduğu saptanmıştır (Şekil 1). Yağmur suyunun pH değerinin % 55.5'i 5, (20 örnek), %19.4'ü 4 değerinin (7 örnek) ve %2.7 sinin ise pH değeri 3'ün altındadır. Tüm ölçüm periyodu değerlendirildiğinde pH değerinin en yüksek 6.98 değeri ile 7 Aralık 1996 tarihinde belirlendiği, buna karşın NO<sub>x</sub> değerinin ise maksimuma bundan 5 gün sonra ulaştığı görülmektedir. SO<sub>2</sub> değeri ise maksimuma 10 Ocak 1997 tarihinde ulaşmıştır. Dikkate alınan bu dönemdeki 36 adet yağmur suyu örneğinde NO<sub>x</sub> ve SO<sub>2</sub> değerleri arasında birkaç değer dışında genelde oldukça iyi bir ilişki belirlenmiştir. Özellikle yağışların yaklaşık % 61'inin meydana geldiği dönemde meydana gelen yağışların % 82'si asit özelliğindedir. En düşük pH değerinin de ölçüldüğü 3.10 değeri 13 Ocak 1997 tarihine rastlamaktadır. Özellikle arka arkaya yağışların meydana geldiği 7, 8, 9, 10 ve 13 Ocak 1997 tarihleri incelendiğinde yağışların artan NO<sub>x</sub> ve SO<sub>2</sub> değerlerine karşın, pH değerinin azaldığı ve yağmur suyunun daha da asidik bir özellik kazandığı görülmektedir.

İTÜ kampüsünde ölçülen pH değeri ile kirletici değerleri arasında tam bir ilişki belirlenememiştir. Bunun iki nedeni olabilir. Birincisi, kirleticilerin yağmur suyu örneği alınan noktadan çok uzak olmasıdır. İkincisi ise, asit yağışlarına uzak taşınımların yaptığı



Şekil 1. Yağmur suyu pH değeri ile aynı tarihlerdeki NO<sub>x</sub> değişimi.

etkidir. Bununla birlikte, bazı günler pH değerleri ile SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> değerleri arasında iyi ilişkilerde saptanmıştır. Örneğin 3.12.1996 tarihinde pH değeri 4.1 olarak ölçülmüş, aynı tarihte SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> değerleri diğer günlere göre büyük artış göstererek sırasıyla 164.5 ve 80.5 ppm değerlerine çıkmıştır.

Atmosferik kirlilik canlıların yaşamını tehlikeye sokan bir doğal afettir. Dolayısıyla asit yağışları alanında ülkemizde yapılması gerekenlerin bir kısmı aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Sadece İstanbul'da değil, tüm Türkiye'de yağışların ilk adım olarak DMI'ye bağlı istasyonlarda pH değerlerinin ölçülmesi ile gelecekte anyon ve katyonların analizi yapılmalıdır. Bugün dünyada gelişmiş ülkelerde özellikle pH ölçümleri uzun zamandan beri yürütülmektedir.
- Asit yağışlarının bitkiler üzerine yaptığı etkiler konusunda araştırmaların ülkemizde bir an önce yoğunlaştırılması gerekmektedir.
- Hava hareketleri incelenerek asit yağışlarının kaynağı tespit edilmeli ve bunun önlenmesi için gerekli uyarılar yapılmalıdır.
- Ülkemiz için son derece önemli olan Ormanlarımızın asit yağışlarından gördüğü ve göreceği zararların belirlenmesi, asit yağışların kaynağının tespiti, alınması gereken önlemler ile ilgili araştırma çalışmalarına destek verilmelidir.
- Asit yağışlarının ekosistem üzerindeki etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların artırılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Raper, D.W., 1996: Wet Deposition at the Sub-20 km Scale, in a Rural Upland Area of England, Atmospheric Environment, Vol .30, No.8, 1193-1207.
2. Leeuwen, E. P., Draaijers, G. P. J. and Erisman, J. W., 1996: Mapping Wet Deposition of Acidifying Components and Base Cations Over Europe Using Measurements, Atmospheric Environment, Vol. 30, No.14, 2495-2511.
3. Sanusi, A., Wortham, H., Millet, M., and Mirabel, P., 1996: Chemical Composition of Rainwater in Eastern France, Atmospheric Environment, Vol.30, No.1 59-71.
4. Al-Momani, I. F., Ataman, Y. O., Anwari, M. A., Tuncel, S., Köse, C., ve Tuncel, G., 1995: Chemical Composition of Precipitation near an Industrial Area at İzmir, Turkey. V 29, No.10, 1131-1143.

5. Al-Momani, I. F., Tuncel, S., Eler, Ü., Örtel, E., Sirin, G. ve Tuncel, G., 1995: Major Ion Composition of Wet and Dry Deposition in the Eastern Mediterranean Basin, *The Science of the Total Environment*.
6. Tuncer, G., Ungör, S., 1996: Rain Water Chemistry in Ankara, Turkey. V30, No.15, 2721-2727.
7. Şaylan, L. 1994: Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerindeki Etkisi, *Hasad Dergisi*, 111, 29-31.
8. Davila, M.M. ve Catalan, J.J., 1986: The meteorological aspects of pollution arising from agricultural activities. Informal Report. WMO, Geneva.
9. Cehak, K., 1986: Impact of acid rain on forests or the forest decline. Informal Report. WMO, Genova.
10. Heck, W.W., 1989: Assessment of crop losses from air pollutants in the United States. In: *Air Pollutants Toll on Forests and Crops*. James J. MacKenzie and Mohamed T. E. (ed). Yale Uni. Press, 235-315, New Haven.
11. Heck, W.W., Heagle, A.S. ve Shriner, D.S., 1986: Effects on vegetation: native, crops, forests. In *Air Pollution*. A.S. Stern (ed). Vol. 6, Academic, 247-350.
12. Heck, W.W., 1982: Future directions in air pollution research. In: *Effects of Gaseous Air Pollution in Agriculture and Horticulture*. M.H. Unsworth and D.P. Ormrod (eds.). Hutterworth Scientific, London.
13. Carlson C. L. , B. L. Haines, 1989, Acidic Precipitation. "Biological and Ecological Effects", Siproinger-Verlag New York Inc., Volume 2, 1-50.
14. Kasap Y., 1995, Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri, II. Hava Kirlenmesi, Modellemesi ve Kontrolü Sempozyumu, İ.T.Ü, 280-290.
15. 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.
16. Çölaşan, E. Ü. , 1959, Meteoroloji, İklim ve Ziraat. , Ankara Mat. , 62-150
17. Harvey H. H. , 1989, Acidic Precipitation Volume 4. , "Aquatic Processes and Lake Acidification", Springer-Verlag New York Inc. , 189-195.
18. Durham J. L., 1990, Acid Rain Source Book., "Office of Environmental Processes and Effects Research", 1-15.
19. Kantarcı M. D., 1995, Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerine Doğrudan ve Dolaylı Etkileri, II. Hava Kirlenmesi, Modellemesi ve Kontrolü Sempozyumu, İ.T.Ü, 234-241.