



# TARIM VE ORMAN METEOROLOJİSİ'98 SEMPOZYUMU

**21-23 Ekim 1998**



**Düzenleyen**

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
UÇAK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ  
METEOROLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**Editör**

**Levent ŞAYLAN**



**İstanbul-TÜRKİYE  
1998**

---

**Sempozyum yürütme komitesi**

---

Levent ŞAYLAN (BaŐkan)  
Orhan ŞEN (BaŐkan Yrd.)  
Hasan TATLI

---

**Organizasyon komitesi**

---

Levent ŞAYLAN (İT)  
Orhan ŞEN (İT)  
Turhan AKÜZÜM (A)  
Necdet ÖZYUVACI (İ)

---

**Sempozyum bilim komitesi**

---

Ahmet HIZAL (İ),  
Ahmet Nedim YÜKSEL (T),  
Attila YAZAR (),  
Cankut ÖRMECİ (İT),  
Cengiz OKMAN (A),  
DoŐan KANTARCI (İ),  
Grsel ERDİLLER (A),  
H. Zeki KALAY (KT),  
İsmet ARICI (U),  
Levent ŞAYLAN (İT),  
Mustafa OKUROĐLU (A),  
Mustafa ZGREL (E),  
Necdet ÖZYUVACI (İ),  
Orhan ŞEN (İT),  
Őkr ÖZTEPE (İT),  
Turhan AKÜZÜM (A),  
Zekai ŞEN (İTÜ)

---

## İSTANBUL'DA ASİT YAĞIŞLARI VE OLASI ETKİLERİ

Orhan ŞEN, Hüseyin TOROS ve Levent ŞAYLAN

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

### ÖZET

Artan endüstrileşme ve tarıma dayalı sanayiden endüstriye dayalı bir sanayiye geçiş, gelişmekte olan ülkelerde büyük yerleşim alanlarının oluşmasına ve çevreye zarar veren bir çok sanayinin kurulmasına sebep olmuştur. Özellikle 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 çok uzun zamandan beri analiz edilmektedir. Özellikle asit yağmurları, ozon konsantrasyonundaki değişimler, iklim değişiklikleri tarım ve orman meteorolojisi açısından bir çok risk taşımaktadır. Bu çalışmada asit yağışları hakkında bilgi verildikten sonra, tarım ve orman üzerine etkileri anlatılmıştır. Ayrıca, 1997-98 yıllarında İstanbul'da İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Ayazağa Kampüsü Gözlem Parkı ve İstanbul Üniversitesi (İÜ), Orman Fakültesi Bahçeköy Araştırma Ormanında yapılan ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi verilmiştir.

### Acid Rain And Its Probably Effects in Istanbul

### ABSTRACT

Ever increasing industrialization created large cities and caused industries hazardous to environment to grow. Especially, industry built on fertile grounds effects the agricultural areas and forestry in turns of air pollution which threntes the life on earth. The effect of air pollution on plants has long being analysed. The acid rain, changes in ozone concentration and changes in climate have adverse effect concerning the agricultural meteorology. In this study, the effects of acid rain on agriculture and forestry will be provided based on the measurements made at ITU Ayazağa Meteorological Observation Park and Istanbul University Faculty of Forestry Bahcekoy research. forest.

### GİRİŞ

İnsanlar çok eski yıllardan beri yaşamlarını sürdürmek ve daha iyi yaşamak için doğada ateş ve elektrik gibi birçok nesneyi kullanmışlardır. Endüstri devriminden günümüze kadar geçen sürede teknolojinin gelişmesi ve bu teknolojiler için yeni enerji kaynaklarına gereksinim duymaları insanların farkına varmadan çevrelerini kirletmelerine sebep olmuştur. Bu enerji kaynakları genellikle kolay bulunması ve kullanımının zor olmaması nedeniyle, kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardır. Bunların yakılması da çevre kirliliğine sebep olmuştur. Doğaya zararlı maddelerin çevreye atılmasıyla da kirlilik boyutu insan ve canlı sağlığını tehdit eder hale gelmiştir. Buna örnek asit yağmurları bitkilere, hayvanlara, toprak, su, yapı malzemeleri ve insanlara zarar verebilmektedir. Kirliliğin boyutu ülkeler arasında sorun olmaya başlamış neticede birtakım kirliliği önleyici kısıtlamalar getiren anlaşmalar imzalanmaya başlamıştır.

Asit yağmurları ile ilgili birçok çalışma mevcuttur (Gatz, 1991). Bu çalışmalarda genellikle ana anyonlara ( $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$  ve  $CL^-$ ) ve katyonlara ( $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  ve  $Ca^{2+}$ ) bakılmıştır. Bazı çalışmalar sadece pH değerine bakmakla sınırlıdır. Chicago şehir merkezinde ve yarı kırsal alanda yağış örnekleri incelenerek geniş şehir alanlarından çıkan emisyonlarının bölgesel yağış kimyasına etkisi araştırılmıştır (Sisterson, and Shannon, 1990). Bu çalışma Haziran 1981 ile Mayıs 1982 yılları arasında yapılmıştır. Şehir ve yarı şehir alandan alınan örnekler karşılaştırılmıştır. Buna göre şehirsal alanda  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$  ve  $CL^-$ , fazla  $Na^+$  ve  $SO_4^{2-}$ , yaklaşık eşit olup  $H^+$  daha az bulunmuştur. Fransa'da geniş ölçekte MERA/WMO-GAW ağı kullanılarak 13 kırsal istasyonda yağış örnekleri toplanmıştır (Plaisance, ve arkadaşları, 1996). Tomakomai 'de ağaç altında yapılan bir çalışmada pH değerinin yağış pH'sından fazla olduğu görülmüştür (Shibata and Sakuma, 1996). Croatia'nın ormanlık bölgesinde mezo ölçekli hava

paternlerinin günlük yağış örneklerinin kimyasal bileşeni analiz edilmiştir. İngiltere'de yapılan bir çalışmada ise 10 ayrı istasyonda ölçümler yapılarak yağışın kimyasal bileşenlerinin haritaları çıkarılmıştır (Raper, 1996). Daha büyük ölçekli bir çalışma ise Avrupa üzerinde yapılmış, değişik noktalarda ölçülen değer farklılıkları haritası çıkarılmıştır (Leeuwen, 1996).

### ASİT YAĞIŞLARI

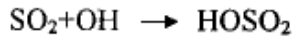
Asit ve baz kimyada iki uç değeri (sıcak ve soğuk gibi) açıklamaktadır. Asit ve baz karışımı bunların karşılıklı etkinliklerinin keserek zararsız bir ortam oluştururlar. Bir madde hem asit ve hem de baz yapılı değilse nötr olarak adlandırılır. Örneğin, Elma'nın pH değeri 2.9-3.3, Limonata'nın pH değeri 2.2-3.0'dır. Deterjanlar ve amonyum baz yapılıdır. pH değeri çok düşük (çok asidik) veya çok yüksek (çok bazik) olan kimyasallar reaktifdirler. Yağmur suyu pH değerinin 5.6'nın altında kalması asit yağmuru olarak adlandırılır.

Yeryüzünden taşınan kirletici gazlar su buharının nispeten yoğun olduğu bulutlar içinde su ile birleşerek sülfirik ve nitrik aside dönüşürler. Sonuç olarak da yağmur şeklindeki yağışlarla atmosferden yer yüzeyine inip bitkiler, toprak, yapılar, göller, akarsular ve denizler üzerine düşerler. Bu olaya asit yağmuru adı verilmektedir. Asit yağmurları normal yağıştan daha fazla asidlik derecesine sahiptirler. Bu nedenden dolayı yer yüzeyine düştükleri bölgeyi kirletmekle birlikte canlıları ve yapıları bozmaktadır.

Yağmur suyunun asitleşmesinde kükürt'ün ve azot'un oranı büyüktür. Asit yağmurunun oluşumunda kükürt'ün daha fazla etkisi vardır. Kükürt ve azot yanında sülfat, nitrat ve hidrojen iyonları yeryüzeyine ulaştıklarında ıslak birikmeye uğrarlar. Enerji santrallerinden neşredilen SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 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.

Atmosferi kirleten gazlar içerisinde özellikle SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> belli koşullar içinde asit yağmurlarını oluştururlar. Asit yağmurları, dünya üzerindeki endüstriyel faaliyetler ve enerji tesislerinin artışı ile birlikte ortaya çıkan bir sonuçtur. Kükürt bileşiklerinin yağmur suyunun asitleşmesindeki payı 2/3'dür. 1/3 oranında ise azot bileşikleri sorumludur. Bu suretle kükürten gelen kirlenme tehlikesi daha büyük olacaktır. Asitleşme esasen kükürt ve azot kirleticilerin endirekt bir etkisidir. Ayrıca sülfat, nitrat ve hidrojen iyonları yer yüzeyine ulaştıklarında ıslak birikmeye uğrarlar. Enerji santrallerinden neşredilen SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve HC atmosferde kimyasal bir dönüşüme uğramadan da yüzeyde birikebilirler. Bu kirleticiler yağış ile reaksiyona girerek asit yağmurlarına yol açarlar.

Çeşitli yollarla atmosfere salınan kükürt dioksit ve azot oksitler özellikle nemli hava koşullarında kısa sürede SO<sub>3</sub> ve NO<sub>3</sub> haline dönüşerek okside olmakta, bunlarda daha sonra çok kuvvetli asitler olan sülfirik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ve nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) dönüşerek, fizyografik yapıya ve hava hallerine bağlı olarak yoğunluk fazla olduğu zaman yakın çevreye doğrudan zarar vermektedir.



Aksi halde yükselerek bulutlara karışmakta, rüzgarın etkisi ile gezinen ve yüzlerce km. uzaklara taşınan bulutlar, ülkenin bir başka kesimine veya bir başka ülkeye asitle yüklü yağmurlar halinde düşmektedir. Sülfirik asit, yağmur sularında (H<sup>+</sup>) ve (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) iyonlarına, nitrik asit ise (H) ve (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) iyonlarına ayrılmakta ve dolayısıyla yağmur sularında çözülmüş olarak

taşınmaktadır. Her iki asit de organik ve inorganik maddeleri parçalayan, eriten çok kuvvetli asitlerdir.

### ASİT YAĞIŞLARININ ETKİLERİ

Kirleticilerin havadan uzaklaştırılmasında yağışlar büyük rol oynarlar. Gerçekten de gerek partikül gerekse gaz halindeki kirleticiler su damlacıkları tarafından yer yüzeyine indirilirler. Toprakta yeraltı sularına sızarak veya doğrudan akış ve yağış halinde yüzeysel su kaynaklarına ulaşırlar.

Kirleticilerin sadece ekolojik etkileri olmayıp, 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.

### ASİT YAĞIŞLARININ BİTKİLERE ETKİSİ

Ancak bu konularda ülkemizde yeteri kadar çalışma yapıldığı söylenemez. 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 (WMO, 1968; Davila ve Catalan; 1986; Cihak, 1986; Heck, 1989; Heck ve arkadaşları 1986). Özellikle kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve Hidrojenflorid (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 (Heck, 1982, WMO, 1993, Şaylan, 1994).

Ana 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

SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub>'ler stomalar yoluyla ibre ve yaprak dokularına girmektedir. Özellikle SO<sub>2</sub> bir yönden O<sub>2</sub> alımını önlemekte diğer yönden de bünyede H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'e dönüşerek parçalama,

yakma yahut kemirme etkisi yapmaktadır.  $SO_2$ 'in yaprak ve ibrelerde oluşturduğu sülfirik asitin sünger mezofil hücreleri içerisinde bulunan kloro-plastlardaki magnezyumu giderek kuruttuğu, klorofili ve plazmayı tahrip ettiği dolayısıyla özümlemeyi engellediği, bunların da sonuçta ölüme neden olduğu bilinmektedir.

Asit yağmurları sonucunda orman ağaçları hastalanmakta, sağlığı bozulmuş ağaçların kuraklığa, dona, zararlı böcek ve mantarlara karşı dirençleri kırılmaktadır. Bu hastalığa "Kompleks Orman Hastalığı" denir (Yılmaz, 1985):

Özellikle İstanbul'da hava kirliliği sadece insan hayatını tehdit etmemekte, bununla birlikte bitkilerde bundan etkilenmektedir. Gün geçtikçe, azalan ve şehrin oksijen kaynağı olan İstanbul ormanlarında, hava kirliliği kendini asit yağmurları ile gösterir. Bilhassa yağışların asitlenmesinde sanayi, konut ve ulaşımından kaynaklanan kükürt dioksit ve azot oksit gazlarının önemli rolü bulunmaktadır. Bu gazlar yağış suyu ile birleşince kükürt dioksitten sülfirik asit, azot oksitten de nitrik asit meydana gelir (Kantarci, 1995). Bu asitler direkt olarak ağaçların fizyolojik yapısına etki ettiği gibi, dolaylı olarak ta toprak asitliğini arttırarak ağaç gelişimini durdurur ve ölümlere sebep olur. Bu nedenle İstanbul için son derece önemli olan Belgrad ormanlarının bu asit yağışlardan nasıl etkilendiğinin incelenmesi gereklidir. Atmosferik olaylar dünyada ülkeler arasında sınırları tanımaz. Herhangi bir ülkedeki kirletici taşınım ile çok uzaklara hatta diğer ülkelere kadar hava hareketleri ile iletilir.

Ağaç türleri 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, tarımsal üretime ve süs bitkilerine de zarar verir. Mesela kükürt dioksit miktarının havada 1.5 ppm'in üzerinde olması durumunda buğday bitkisi verimini azaltmaktadır. Aynı şekilde elma, patlıcan, domates, lahana ve maydanoz 1.6-2.5 ppm arasında gelişimlerini sürdürürken, kiraz, soğan ve mısır kükürt dioksite karşı son derece dayanıklıdır.

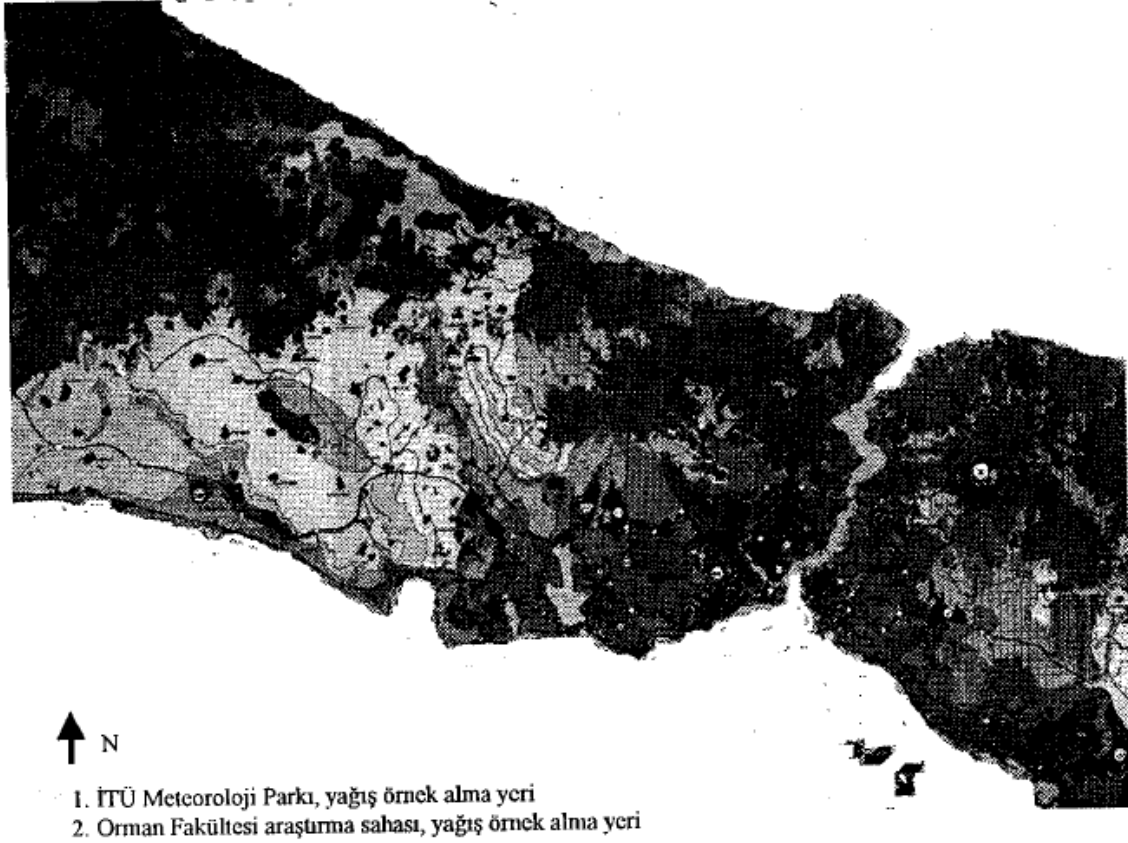
Asit yağmurları, toprağın kimyasal yapısı ve biyolojik koşulları üzerinde etkide bulunarak, bu topraklar üzerinde yetişen bitkilere zararlı olmaktadır. Toprağa erişen sülfirik asit, toprak çözeltisinin asitliğini yani aktif hidrojen iyonlarının yoğunluğunu arttırmaktadır. Miktarı artan H iyonları, toprağın kolloidal kompleksleri olan kil minarelleri ve humus kolloidleri tarafından tutulmakta olan başta Ca olmak üzere K, Mg, Na gibi bitki besin elementlerinin yerine geçerek, bu elementlerin 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 asitlik bir kısmı mikro besin elementlerinin de olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır.

### TÜRKİYE'DE ASİT YAĞIŞLARI

Türkiye'deki çalışmalar İzmir sanayi bölgesi yakınında yağışların kimyasal analizi araştırılmıştır. Antalya bölgesinde kuru ve yaş ana iyon bileşenleri araştırılmıştır (Al-Momani ve arkadaşları, 1995), Ankara'da ODTÜ kampüsünde Eylül 1989 ve Mayıs 1990 tarihleri arasında yağış numuneleri toplanmıştır. Örnekler ODTÜ Çevre Mühendisliği binası çatısında alınmıştır. Burası şehir merkezinden 10 km uzaklıkta ve ana kirletici kaynaklarından uzaktadır. Bu tarihler arasında 27 günlük yağış ölçümleri alınmıştır. Toplanan yağışların yerinde pH değerine bakılmış ve partiküller süzülerek polietilen kaplara doldurulmuştur. Laboratuarda alınan numunenin katyon ( $H^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ) ve anyon ( $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $Cl^-$ ) analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda yağışların % 23'ünde pH değeri 5.6 altındadır. Ankara'da kükürt, azot ve kalsiyum fazladır. Ortalama değerleri 150, 62 ve 210  $\mu g/l$ 'dir (Tuncel ve Ungör, 1996).

## İSTANBUL'DA ASİT YAĞIŞLARI ÖLÇÜMÜ

Türkiye'nin en büyük nüfus, endüstri, sanayi, ve ticaret merkezi olan İstanbul, aynı zamanda küresel ölçekte de büyük önem kazanmaktadır. Ülkemiz ekonomisi açısından bu kadar değerli olan bu ilde yaşayan canlıların hava kirliliğinden nasıl etkilendiğinin araştırılması son derece önemlidir. İstanbul'da yeterince hava kirliliği ve bilhassa asit yağışları ile ilgili çalışmaların olduğu söylenemez. Dolayısıyla çok önemli olan bu çalışmada İstanbul sınırları içinde 2 pilot bölge seçilmiştir. Bu yerlerin seçiminde kırsal (Orman) alan ve yerleşim bölgesi gibi durumlar dikkate alınmıştır. İstasyonlardan birisi Belgrad ormanında (İ.Ü. Orman Fakültesi özel araştırma bölgesinde, Enver paşa konağı, Bahçeköy) yer almaktadır. İkinci istasyon İstanbul'un önemli yerleşim ve ticaret merkezi ve dolayısıyla trafik yoğunluğu'nda dikkate alınarak İTÜ Maslak kampüsünde (İ.T.Ü. Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Gözlem Parkı) seçilmiştir. Şekil 1 istasyonların yerleşim yerlerini göstermektedir.

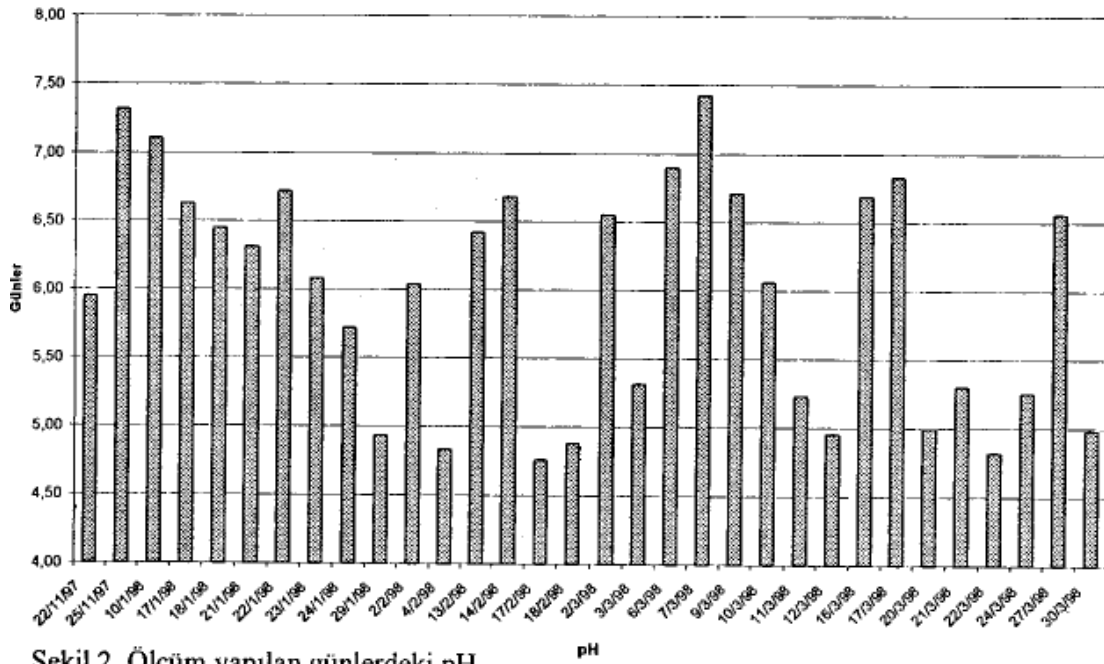


Şekil 1. İstanbul'da Asit Yağış Ölçüm İstasyonları

Bu çalışmada yağışın zamansal ve miktar olarak değişimini belirlemek amacıyla Yağışlar otomatik yağış ölçer aletleri ile toplanmıştır. Yağış toplamada Campbell Scientific, Inc. firmasının ürettiği "TE525 Tipping Bucket Rain Gage" modeli kullanılmıştır. Alet 0.1 mm hassasiyettedir. 0°-50°C sıcaklıkta ve 0-100% nemlilik derecesinde çalışmaktadır. Yağış ölçer

aletine özel olarak bazı eklemeler yapılmıştır. Bu sayede alet zaman ve miktar sayaçları ile programlanabilmekte ve isteğe göre 6 ayrı kapta yağış örneği alınabilmektedir. Bu çalışmada süre ayarlı yapılmış olup 10'ar dakikalık aralıklar ile (10, 20, 30, 40, 50) 5 ayrı kapta ve 50. Dakikadan sonra gelen yağışın 6. kapta toplanması sağlanmıştır. Her numune alımından sonra veri toplayıcıda program yeniden başlatılarak yağış örneklerinin zamansal dağılımına toplayıp kaydetmeye uygun hale getirilmiştir. Bununla birlikte veri toplayıcıdan meydana gelen yağış miktarları bir veri depolama organı (Cambell Data Storage organe) tarafından alınarak büroda bilgisayarda değerlendirmeye uygun hale getirilmiştir. Türkiye'de ilk defa uygulanan bu sistem ile kaplarda toplanan yağış örnekleri, polietilen kaplara saklanarak numaralandırılmış ve kaydedilmiştir. Polietilen kaplarda biriken yağış örnekleri 0.45 µm çapında filtre ile süzülerek temiz polietilen kaplara gerekli bilgiler işlenerek kimyasal analiz için 4°C'de bekletilmektedir. Bu sistemin çalışması için gerekli enerji 12 volt enerji sağlayan bir solar panel ile onun beslediği 12V'luk bir kuru pil tarafından sağlanmıştır. Kimyasal analizler ÖDTÜ Çevre Mühendisliği Laboratuvarına yapılmıştır.

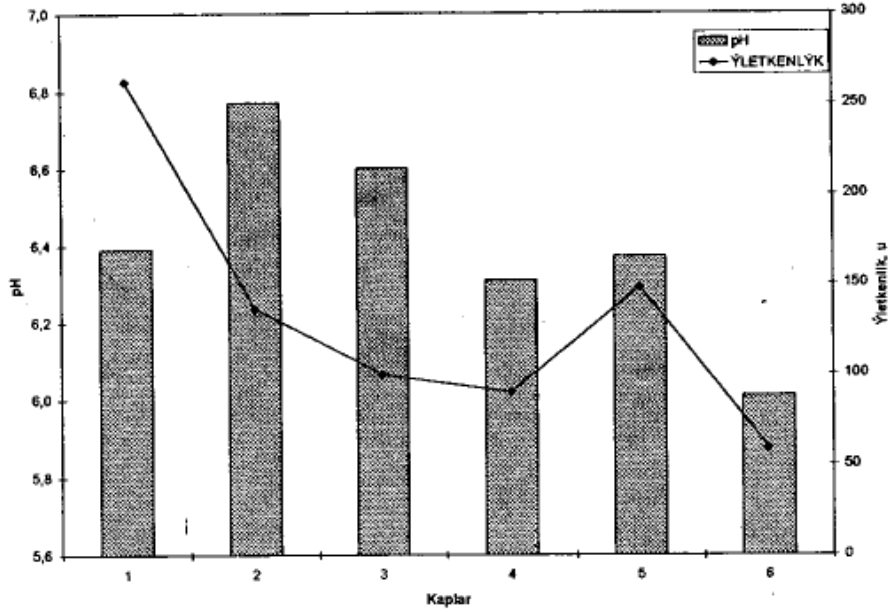
İstanbul'da ya yapılan çalışmada örneklerden elde edilen ilk sonuçlar bu çalışmada sunulmuştur. Sonuçlara göre ölçüm periyodunda alınan örneklerden % 38'si asidik çıkmıştır. Şekil 2'de ölçüm yapılan günlerdeki yağmur suyu pH değerleri verilmiştir. Yağmur başlangıcındaki ilk on dakikalık örnekte asitliliğin yüksek daha sonraki dakikalarda asitliliğin nötrleştiği görülmüştür.



Şekil 2. Ölçüm yapılan günlerdeki pH

Bu da ilk yağışta atmosferin temizlendiği daha sonraki yağışın daha bazik olduğu tezini kuvvetlendirmektedir. Aynı şekilde birçok kimyasal maddeyi temsil eden iletkenlik değeri de ilk 10 dakikada yüksek sonraki dakikalarda hızla düştüğü görülmüştür. Şekil 3, zamanla pH ve iletkenliğin değişimini göstermektedir.





Şekil 3. PH ve iletkenliğin yağışın başlangıcından itibaren 10'ar dakikalık aralıklardaki değişimi

### SONUÇLAR

Günümüzde asit yağmurları sonucunda meydana gelen zararlar, ülkeler arasında da ciddi sorunların doğmasına yol açmaktadır. Flora ve faunaya olan zararlar kabul edilemeyecek kadar yüksektir. Bunun yanı sıra milyonlarca insanın içme suyunun sağlandığı yeraltı suları dahi asidik olmakta ve metal konsantrasyonlarının dünyanın bir çok bölgesinde tehlike sınırlarını aştığı ortaya çıkmaktadır. Bu İstanbul'da yapılan ölçümlerde de ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak yüksek bacalardan çıkan emisyonların sebep oldukları asit yağmurları yanı sıra atmosfer-bitki örtüsü-toprak yüzeyleri arasındaki kuru ve yağ birikme yolu ile taşınma işlemleri son yıllarda ön planda yer alan araştırma konuları arasındadır. Asit yağışlarının ölçümleri ve analizlerinde sonra kaynağının araştırılması da çok önemlidir. Bu çalışmanın ikinci sonuçları bu yönde verilecektir.

Bu çalışma İTÜ Araştırma Fonu'un desteklediği proje sonuçlarına dayanılarak yapılmıştır.

### KAYNAKLAR

- Al-Momani, I. F., Tuncel, S., Eler, Ü., Örtel, E., Sirin, G. and Tuncel, G., 1995: Major Ion Composition of Wet and Dry Deposition in the Eastern Mediterranean Basin, *The Science of the Total Environment*, 1-11.
- Cehak, K., 1986: Impact of acid rain on forests or the forest decline. Informal Report. WMO, Genova.
- Davila, M.M. ve Catalan, J.J., 1986: The meteorological aspects of pollution arising from agricultural
- Gatz, D. F., 1991: Urban Precipitation Chemistry: A Review and Synthesis. *Atmospheric Environment*, Vol. 25B, No.1, 1-15.

- 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.
- Heck, W.W., Heagle, A.S. and Shriner, D.S., 1986: Effects on vegetation: native, crops, forests. In Air Pollution. A.S. Stern (ed). Vol. 6, Academic, 247-350.
- Kantarıcı, M. D., 1995: Hava kirliliğinin bitkiler üzerine doğrudan ve dolaylı etkileri, II. Hava Kirlenmesi, Modellemesi ve Kontrolü Sempozyumu'95, 22-24 Mart 1995, İstanbul Teknik Üniversitesi, 234-253.
- Leeuwen, E. P., Draijers, 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.
- Plaisance H., P. Coddeville, R. Guillermo and I. Roussel, 1996: Spatial Variability and Source Identification of Rural Precipitation Chemistry in France, Science of the Total Environment, Vol 180, Iss 3, pp 257-270.
- Raper, D.W., and D.S. Lee, 1996: Wet Deposition at the Sub-20 km Scale in a Rural Upland Area of England, Atmospheric Environment, Vol .30, No.8, 1193-1207.
- Shibata H., and T. Sakuma, 1996: Canopy Modification of Precipitation Chemistry in Deciduous and Coniferous Forest Affected by Acidic Deposition, Soil Science and Plant Nutrition, Vol 42, iss 1, pp 1-10.
- Sisterson D. L., J. D. Shannon, 1990: A Comparison of Urban and Suburban Precipitation Chemistry. Atmospheric Environment, Vol. 24B, pp.389-394.
- Şaylan, L., 1994: Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerindeki Etkisi, Hasad Dergisi, 111, 29-31.
- Tuncer, G., Ungör, S., 1996: Rain Water Chemistry in Ankara, Turkey. V30, No.15, 2721-2727.
- WMO , 1968: No. 234, Air Pollutants, Meteorology, and Plant Injury. Technical Note No. 96, , Geneva.
- WMO, 1993: Assesment of air pollution effects on plants, Technical Note No. 55, WMO No. 556, Geneva.
- Yılmaz, Ö., 1985: Çevre Kirlenmesi (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi)















