

Asit Yağmurlarının Canlılar Üzerine Etkileri

Canan KANT

Tülay KIZILOĞLU

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, ERZURUM

Geliş Tarihi : 22.11.2002

ÖZET: Bacalar ve yoğun trafikten salınan kükürt dioksit ve azot oksit gazları atmosferde oksijen ve nem ile birleşerek sülfürik ve nitrik asitleri meydana getirir. Bunlar toprağa yağmur olarak indiğinde ise canlı cansız her şeye olumsuz etki eder. Bu derlemede, asit yağmurlarının canlılar üzerine etkisi ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Asit yağmurları, canlılar.

The Effects on Organisms of Acid Rains

ABSTRACT: SO_x and NO_x gases from fuel-oil emissions interact with O₂ and vapor in atmosphere, and form sulphuric and nitric acids. Acid rains have negative effects on human beings, plants and soils. This article discusses the effects of acid rains on organisms.

Key Words: Acid rains, organisms.

GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı ve çarpık kentleşme, ısınma ve enerji amaçlı fosil yakıt kullanımı, yoğun trafik, volkanik ve endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan kükürtdioksit, azot oksit, partikül madde ve hidrokarbonlar, sanayide kullanılan klor, amonyak, karbondioksit ve metan gibi gazlar, nükleer denemeler, kimyasal ve biyolojik silahlar, tarımsal ilaçlar ile ürettiği oksijenle havanın temizlenmesini sağlayan ormanların çeşitli yollarla yok edilmesi havayı dolayısıyla dünyayı kirletmektedir. Bu kirletici maddeler iki ile yedi gün havada asılı kalabildikleri gibi reaksiyonlara girebilir ve rüzgarlarla yüzlerce kilometre uzağa taşınabilirler. Çeşitli yanma olayları sonucu havaya karışan SO₂, SO₃, NO_x gibi gazlar atmosferdeki su molekülleri ile birleşerek sülfüroksit, sülfürik asit ve nitrik asit gibi asitleri oluştururlar. Bu asitleri içeren ve yeryüzüne inen yağışlara asit yağmurları denir. Kirleticiler, kuru ve yaş asit depolaması şeklinde yeryüzüne inerler. Atmosferde oluşan bu ürünler yeryüzüne yağışlarla çözülmüş halde taşınırsa buna yaş depolama, sis içinde aerosol şeklinde taşınırsa buna da kuru depolama denmektedir (Janick, 1986; Anonim, 2000; Anonim a, 2003).

Asit yağmurları göllere, nehirlere, okyanuslara, ormanlara, yerleşim ve tarım alanlarına yağar. Bu yağışlar yerüstü ve yer altı sularını kirletmekte, bir çok canlı türünü yok etmekte, tarım alanlarını, doğal örtüyü, yerleşim birimlerini tarihi eserleri tahrip etmektedir. Velhasıl canlı cansız her şeye zarar vermektedir (Veziroğlu, 1998; Anonim b, 2003).

Bu derlemede, asit yağmurlarının toprak ve su özelliklerine, doğal hayata, bitki, hayvan ve insan sağlığına, tarihi ve sanatsal yapılara etkileri irdelenmiştir.

Asit Yağmurlarının Toprak ve Su Özelliklerine Etkisi

Asit yağmurları, toprağın kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilemektedir. Atmosferde biriken kükürt ve azot bileşikleri yağışlarla toprağa geçerek toprak pH'sının düşmesine neden olmaktadır. Düşük toprak pH'sında Ca, Mg ve K gibi elementler yıkanarak topraktan uzaklaşmaktadır. Toprak pH'sı düştükçe (pH<5) topraktaki ağır metallerin (Fe, Mn, Zn, Cu, Al vs.) çözünürlükleri ve dolayısıyla toprak çözeltisindeki Al, Fe ve Mn konsantrasyonu hızla artmaktadır. Asit yağmurlar toprakların asitleşmesine ve asit topraklarda besin elementleri dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Asit toprakların verimliliğini sınırlandıran unsurlar P, Ca ve Mg noksanlığı ile Fe, Mn ve Al toksitesidir. Bu unsurlar, toprağın verimliliğinin azalmasına dolayısıyla tarımsal üretimin düşmesine sebep olmaktadır (Aydın ve Sezen, 1990; Nuhoglu ve ark., 1995).

Asit yağmurları başta pH olmak üzere su özelliklerini de etkilemektedir. Yerüstü ve yer altı sularında pH'nın düşmesi suların kullanım değerlerini, dolayısıyla sulardaki hayatı olumsuz yönde etkilemektedir. Yapılan birçok araştırma, kuzey Amerika ve kuzey Avrupa'daki su ekosistemlerindeki asitleşmenin asit yağmurlardan kaynaklandığını ve bu sulardaki canlı varlığının tehlikede olduğunu ortaya koymaktadır (Anonim c, 2003; Anonim d, 2003).

Asit Yağmurlarının Bitkiler Üzerine Etkisi

Asit yağmurları, toprakta ağır metallerin konsantrasyonunu artırır. Artan ağır metal konsantrasyonu bitkilere toksite etkisi yapar. Ağır metal toksitesi, bitkiler için kurak mevsimlerde daha etkilidir. Çünkü kurak mevsimlerde suyun buharlaşmasına bağlı olarak toprakta ağır metal konsantrasyonu artmaktadır. Asit yağmurların bitkiler

üzerine etkisi, ağır metallerin toksite etkisi, toprakta besin elementleri dengesizliğine bağlı beslenme bozuklukları (noksanlık ve fazlalık arazları), bitki yapraklarında asit yağmurlara bağlı yanmalar ve birikimler şeklinde görülmektedir (Öztan,1985; Sezen, 1991; Yücel, 1995).

Asit yağmurlarının, Bilemiş Milletlerin yayınladığı bir rapora göre İngiltere'deki ağaçların %25'ini etkilediği, aynı rapora göre yeryüzündeki 800 milyon hektar yağmur ormanının 330 milyon hektarının Brezilya'da bulunduğu, ancak Brezilya ekonomisindeki olumsuzluklar nedeniyle son yıllara yağmur ormanlarının 17 milyon hektarının yok edildiği, gerekli önlemler alınmadığı takdirde 2020 yılına kadar Dünya'nın oksijen deposu olan bu yağmur ormanlarının yok olacağı belirtilmektedir (Anonim e, 2003; Anonim f, 2003)

Kirlenmiş yağmurun pH'sı atmosferde bulunan karbonik asit nedeniyle 5-6' dır. ABD'nin kuzeyinde yapılan bir çalışmada yağmurların pH'sının 2-4 arasında olduğu durumlarda toprak ve bitkilerin olumsuz yönde etkilendiği tespit edilmiştir (Janick, 1986). Yatağan'da yapılan bir çalışmada asit yağmurlarından etkilenen toprakların pH'larının 4.3'e kadar düştüğü bildirilmiştir. Bu durum ağaçların beslenmesini olumsuz yönde etkilemiş olup kurumasını kolaylaştırmıştır. Ayrıca civardaki köylerde; çeşitli ağaçlar, üzüm bağları sebzeçilik ve yaygın tarım ürünü olan tütüncülük oldukça fazla zarar görmüştür. Bazı ağaçlar kurumuş, kurumayanların verimi ise %60-80 oranında azalmıştır (Anonim g, 2003).

Asit yağmurları yaprakların stomalarından girerek yaprağın su dengesini sağlayan stoplazmanın asitleşmesine neden olurlar. Ağaçlar ve ıspanak gibi yaprağı yenilen sebzelerde SO₂, yaprak yüzeyini plastik bir örtü halinde kapatır ve fotosentez faaliyetini engeller. Bunun sonucunda su kaybeden yaprak kısa sürede ölür. Ayrıca zamanla zayıflayan ve yaprak kaybeden ağacın üst kısımları seyrekleşerek rüzgar perdesi görevini yapamaz ve ağaç rüzgardan devrilebilir. Böylece ağaçların yeşil sürgünleri gelişmeyip kurumakta, yaprakları dökülmekte, çiçek ve meyve vermemektedir (Takahama ve ark., 1992).

Asit yağmurlarının bahçe bitkilerindeki en önemli zararı verim ve kaliteyi düşürmesidir. Nitekim yapılan bir çalışmada, elmalarda yağmur pH'sının düşmesine bağlı olarak meyve tutumunun azaldığı, meyve kabuk ve etinde lekelerin oluştuğu belirlenmiştir (Forsline ve ark., 1983). Bir diğer çalışmada pH'sı 4'ün altında olan asit yağmurlarının, elma ve armutta verimi, kuru madde miktarını, mineral madde miktarını ve vitamin C'yi azalttığı, bileşimdeki toplam N ve ağır metal değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir (Rinallo, 1992).

Asitliğin yüksek olduğu durumlarda kloroplastlar parçalanır hücreler küçülür ve yaprak rengi giderek açık bir renk almaya başlar. Örneğin, bezelyede yapılan bir çalışmada klorofil konsantrasyonunun azaldığı,

yapraklarda renk açılmasının ve lekelerin olduğu gözlenmiştir. Bu olumsuz durum, nispi nemin yüksek olduğu koşullarda daha da etkili olmuştur (Kobriger ve Tibitts,1985).

Türkiye'de yapılan bir çalışma da asit yağmurlarının kızıl çam, fasulye ve nohutun çimlenmesi ve gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Deneme sonuçlarına göre pH 3'de çimlenmenin ve önce hızlı olan büyümenin yavaşladığı, iki ay sonra sararma ve kurumunun başladığı; pH 6'da fasulye ve nohutun diğer gruplara göre erken çimlendiği ve hızlı büyüdüğü, suyun asitlik değeri arttıkça köklerin uzunluk, kalınlık ve sıklık gibi özelliklerinin anormalleştiği görülmüştür (Anonim h, 2003).

Bulgaristan'da pH' sı 2 ile 5 arasındaki asit yağmurlarının bitki yetiştiriciliği ve ürün kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucuna göre mısır bitkisi pH' sı 2 olan yağmurlardan zarar görmüş ve ürün verimi %10 oranında düşmüştür. Aynı çalışmada pH'sı 5 olan yağmurlarda ise mısır bitkisi fazla zarar görmemiş ve üründeki düşüş %1 olarak tespit edilmiştir (Slavov ve Jaleva, 1994).

Asit Yağmurlarının Toprak Mikroorganizmaları Üzerine Etkisi

Toprak mikroorganizmaları rizosfer dediğimiz bitki kök bölgesinde yoğunlurlar. Mikroorganizmalar C, N, S ve diğer besin maddelerinin döngüsünde görev üstlenerek bunların bitkiler tarafından alınabilir yararlı formlara dönüştürülmesinde önemli roller üstlenmektedirler (Çengel, 1993; Kızıloğlu, 1995). Bunun yanında toprak canlılarının toprağı erozyona karşı koruyan toprak organik maddesine katkıda buldukları ve çıkardıkları yapışkan maddeler, miseller, yaptıkları baskı ve bağlama etkileriyle toprakta agregasyonun sağlanmasında rol oynadıkları bilinmektedir.

Mikrobiyolojik agregasyon toprağın gözeneklerinin artmasına neden olarak, suyun toprak yüzeyinden hızla akmasını önler ve infiltrasyonunu artırarak toprak içindeki hareketini de kolaylaştırır. Bu durum toprağı tarım alet ve makinaları ile kolayca işlenebilen iyi bir yapı kazandırır. Toprak mikroorganizmalarının bu aktiviteleri, toprak verimliliğinin ve tarımsal üretimin artmasına neden olur. Toprağı düşen asit yağmurları, toprağın pH dengesini bozduğundan toprak mikroorganizmaları bu durumdan olumsuz etkilenerek aktivitelerini dolayısıyla yaşamlarını sürdürmezler (Kızıloğlu, 1995).

Toprakta bulunan bakterilerin sayısı ve aktivitesi toprak reaksiyonundan önemli derecede etkilenir. Genel olarak asidik koşullar bakteriler için uygun değildir. Çoğu bakteri türleri için nötrale yakın koşullar uygundur. Fakat asidik koşullarda da birçok bakteri yaşayabilir. Mantarların pH isteği genelde 5-6,5 arasında olup asidiktir. Buna rağmen yaşadıkları pH dereceleri pH 3 ile 9 arasında değişebilir. Aktinomisetler nötr koşullara uyum gösterirken, algler alkalın koşullara uyum gösterir

ve her ikisi de pH'nın 5 ve daha aşağı olduğu asidik koşullarda gelişemezler (Alexander, 1961; Paul ve Clark, 1989; Çengel, 1993).

Bu amaçla yapılan bir bahçe çalışmasında sorgum tohumları saksılara ekildikten sonra pH'sı 2.8 ile 4.9 arasında değişen asit yağmurları toprağa, yaprağa ve toprak+yaprağa uygulanmıştır. Sonuç olarak asit yağmurlarının yapraklardan uygulanmasının bitki kuru ağırlığı ve rizosferdeki mikroorganizma sayısı üzerinde etkisi görülmez iken, pH'sı 4.9 olan yağmurlarla ıslanan topraklarda bitki büyümesi uyarılmış ve rizosferdeki mikrobiyal popülasyon artmıştır (Shafer, 1992).

Asit yağmurlarıyla yapılan bir diğer çalışmada, asit yağmurlarının mantarlar ve rhizobia üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada yonca tohumları çimlendirilmiş ve bir kısmına *Rhizobium leguminosorum*, *Glomus intraradices*, *Glomus etunicatum*, *R. leguminosorum*+*G. intraradices* ve *R. leguminosorum*+*G. etunicatum* ile aşılama yapılmıştır. Sterilize olmuş topraklar saksılara konulmuş ve tohumlar ekilmiştir. Ekimden üç hafta sonra bitki ve toprak yüzeyi 12 hafta süresince haftada üç gün pH'sı 3 ve 4 olan asit yağmurlarıyla ıslatılmıştır. Deneme sonucunda *Glomus intraradices* ile aşılama bitkilerin köklerinde zayıf koloniler oluşmuş, pH miktarı arttıkça organik madde miktarı artmıştır. Ayrıca *Rhizobium* bakterisi üzerine etkisi de farklı olmuştur. *Glomus etunicatum* ile aşılama bitkilerde organik madde miktarı çok fazla bulunmuş, en kısa bitkiler asit yağmurlarına maruz kalan aşılama bitkilerde görülmüştür. *Glomus etunicatum* ile aşılama kolonisiz bitkiler çoğunlukla pH'sı 3 olan asit yağmuru ile ıslatılmıştır. En fazla koloni oluşumu ise pH'sı 5 olan asit yağmuruna maruz kalan *Rhizobium leguminosorum*+*Glomus etunicatum* ile aşılama bitkilerde görülmüştür (Shafer ve ark., 1996).

Asit Yağmurlarının İnsanlar ve Hayvanlar Üzerine Etkisi

Fosil yakıtlarının yanması sonucu bileşimindeki kükürt, SO₂ ve SO₃'ün toplamını ifade eden SO_x emisyonuna dönüşür. İnsanlarda solunum yolu enfeksiyonlarına, kalp rahatsızlıklarına neden olan SO_x emisyonu, atmosferde yağmurla birleşerek asit yağmurları olarak yeryüzüne döner. Fosil yakıtlarının yanmasıyla oluşan NO_x emisyonu ise solunum sonucu aside dönüşerek insanlarda akciğer dokusunu tahrip etmektedir. Bu gaz CO₂ gibi bir sera gazıdır (Anonim İ, 2003)

Asitleşmenin çevre üzerine olan çok önemli etkilerinden biri de, endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan asit nemidir. Toprakta ve göl yataklarında bulunan civa, kadmiyum yada alüminyum gibi ağır metallerle tepkimeye giren asit nemi, normal koşullarda çözünemeyen maddeler oluşturur. Daha sonra bu maddeler besin zinciri ya da içme suyu yolu ile bitki, hayvan ve insana ulaşarak toksik etkiler meydana getirir (Anonim, 2000).

Asit karakterli zerrecikler, SO₂ ve NO_x'lerin atmosfere dağılması ile oluşur. Sonuçta meydana gelen nitrik ve sülfürik asit toz, is, kurum ve duman gibi partiküller üzerine yapışır. Bu partiküllerin direkt olarak solunması üst solunum yolları cidarının zedelenmesine, nemli ve sıcak akciğer alveollerinden kimyasal olarak kana geçmesi de, akciğerlerde kanamalara neden olur (Müezzinoğlu, 1987; Turan ve Gökalp, 1993; Anonim, 2000).

Asit yağmurlarının yer altı, yer üstü ve içme sularına karışması, toprak ağır metalleri ile tepkimeye girmesi, bitkiler ve balıklar üzerindeki etkilerine bağlı olarak bu unsurların kullanılması sonucunda insan bünyesinde asit maddelerinin depolanmasına ve bunun sonucunda guatr, ülser, kronik bronşit, astım ve anfiyem gibi hastalıkların oluşmasına sebep olmaktadır (Anonim, 2000; Kızıloğlu ve Bilen, 2000).

Bazı araştırmacılar asit yağmurlarının insan sağlığı üzerine etkilerini ayrıntılı bir şekilde araştırma ihtiyacı duymuşlar. Bu amaçla Ankara'da yapılan bir çalışmada toplanan yağmur örneklerinin ortalama 7ppb Pb, 56.7ppb Cu, 968.3ppb Co, 1028.7ppb Ni, ve 12.4ppb Zn (Anonim, 2000) içerdiği tespit edilmiştir. Schmidt (1989), yaptığı bir çalışmada Almanya'nın kentsel ve kırsal kesimlerinden aldığı yağmur suyu örneklerinin ağır metal içeriklerini belirlemiştir. Araştırmacı yaptığı çalışmada yağmur sularının ağır metal içeriklerini kırsal alanlarda Pb 20-60ppb, Cu 1-10ppb, Co 0.1-1ppb, Ni 1-10ppb ve Zn 50-100ppb arasında, kentsel alanlarda ise Pb 200-1000ppb, Cu 20-150ppb, Co 0.5-5ppb, Ni 5-20ppb ve Zn 100-1000ppb arasında bulmuştur.

ABD'de 1985 de bu konu üzerine yapılan bir çalışmada asitli suların insanlarda böbrek ve üriner sistemde çeşitli hastalıklara yol açtığı ve insan sağlığı üstündeki zararlı etkisinin parasal olarak 180 milyon dolar olduğu, bunun 1990'da 220 milyon dolara karşılık geldiği bulunmuştur (Veziroğlu, 1998).

Asit yağmurları, solunum ve beslenme zinciri yolu ile hayvanları da olumsuz etkilemektedir. Bu yağışlardan en fazla etkilenenler kurbağalar ve balık yumurtalarıdır. Genellikle atmosferdeki kirleticilerin yem bitkilerine adsorbe olmasıyla veya asit yağmurlarının toksik etkisi ile hayvanlarda kronik zehirlenmeler ortaya çıkmaktadır. Böyle yerlerdeki çayırlardan beslenen hayvanlarda ölümlerin arttığı tespit edilmiştir (Müezzinoğlu, 1987; Karpuzcu, 1991; Şişli, 1999).

Asit yağmurları ile ormanların giderek bozulması da, yabani ve evcil hayvan popülasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir. Yabani hayvanların yaşam alanlarının daralması, hastalıkların hızla yayılması, hayvanlarda çeşitli davranış değişiklikleri ve üreme gibi problemlere yol açmaktadır. Buldukları ortamda meydana gelen değişiklikler, hayvanlarda avlanma kabiliyetinin azalmasına yol açabildiği gibi, aynı zamanda bazı türlerin üzerindeki avcı hayvanların zararlarının artmasına neden olmaktadır (Traş ve Elmas, 1998).

Asit Yağmurlarının Sudaki Hayat Üzerine Etkisi

Asit yağmurlarının varlığı 1960'larda İsveç göllerinde ki balıkların ölmeye başlamasıyla gündeme gelmiştir. Asit yağmurları sadece karalar üzerindeki hayatı etkilemez, sudaki hayatı da etkiler. Yer altı ve yerüstü sularına karışan bu yağmur suları ortamı asitleştirerek suda yaşayan hayvan ve bitki topluluklarına zarar verir. Öncelikle suda yaşayan böcek ve otlar ölür, midye, alabalık ve levrek gibi asiditeye az toleranslı olan canlılar ise bu durumdan olumsuz yönde etkilenir. Sudaki canlılar öldükten kısa bir süre sonra bozulmaya başlar. Bozulan bu maddeler sudaki oksijenle birleşip, oksijen miktarını düşürür. Ayrıca organik madde göl yüzeyini kaplayan, oksijen ve güneş ışığının girişini azaltan bazı alglerinde gelişimini arttırarak sudaki hayatı olumsuz yönde etkilemektedir (Veziroğlu, 1998).

Yapılan incelemeler, asit yağmurlarının ABD'nin kuzeydoğusu ile Kanada, Norveç, İsveç ve İngiltere'deki bir çok su ekosisteminde asitleşmeye yol açtığını göstermiştir. Örneğin günümüzde İsveç'teki toplam 18.000 gölün asitleşmiş olduğu, bunların %25'inde (4.000 -4.500 gölde) canlı hayatının bittiği belirtilmektedir. Aynı şekilde ABD'de New York eyaletinde Adirondack'ın yüksek kesimlerinde 200'den fazla gölde asit yağmurlarından dolayı hayat kalmadığı belirtilmektedir. Asit yağmurlarının ABD'de yılda 2 milyar dolarlık zarara neden olduğu ileri sürülmektedir (Veziroğlu, 1998; Anonim b, 2003; Anonim c, 2003).

Sonuç olarak asit yağmurları, toprak ve su özelliklerinin bozulmasına, dünyanın oksijen deposu ormanların yok olmasına, nehirlerde ve göllerde canlı yaşamının sona ermesine, sanatsal yapıların zarar görmesine, insan sağlığının olumsuz yönde etkilenmesine ve kısaca doğal dengenin bozulmasına neden olmaktadır.

Öneriler

Asit yağmurlarından kaynaklanan kirlilik kontrol altına alınmadığı sürece canlıları tehdit etmeye devam edecektir. Bu kirliliğin azaltılması için gerekli bazı öneriler şunlardır:

1. Fosil yakıtlı termik santrallerin birbirinden uzak ve bacalarında en son teknolojiyen yararlanarak yapılmış olan desülfirizasyon ünitesinin (Flue Gas Desülfirizasyon -FDS) kurulması, bunların tarım alanlarından uzak alanlara inşa edilmesi, ünite sayısında artış yapılan ve henüz inşa edilecek santrallerinde akışkan yatak gibi yakma yöntemlerinden faydalanmaları, kullanılan kömürlerin kazan-ocak tasarımı değerleri ile uyuşacak fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olması gerekmektedir. Desülfirizasyon ünitesi SO₂ gazının %95'ini tutabilmekte ve SO₂'i bazik karakterli madde içeren çözelti içinden geçirerek katı maddelere dönüştürebilmektedir. Oluşan bu kükürtlü bileşiklerin bir kısmı kimya yada gübre sanayisinde kullanılabilir.

2. SO₂'i çeşitli kimyasal işlemlerle alçı taşına dönüştürülebilir ve bu taşlardan briket yapımında yararlanılabilir. Ancak alçı taşının kanserojen bir madde olması nedeniyle dikkat edilmesi gereklidir.
3. Toplam emisyonlarda büyük kentlerdeki yoğun trafikten kaynaklanan NO_x emisyonunun kirlilik payı %82 dir. Dizel motorlu taşıtların payı %84, benzin motorlu taşıtların katkısı ise %16 dır. Bu nedenle devlet tarafından otomobil imalatçılarının havayı daha fazla kirletmeyen motor yapmaları için teşvik edilmelidir.
4. Asitleşen ortam (toprak, göl vs.)'lar kireçlenmelidir.
5. Kükürdü az kalorifer yakıtı kullanarak atmosfere karışan SO₂ miktarı düşürülmelidir.
6. Enerji kaynağı değiştirilmeli, daha çok elektriğe dayalı enerjiler kullanılmalıdır.
7. Çevre koruma ile ilgili dernek ve kurumların çevre kirliliği konusunda aktif faaliyetlerde bulunmaları ve bu konuların devlet tarafından iyice anlaşılmasını sağlayarak politik kararlarda etkili olmaları gerekmektedir.
8. Medya yoluyla, panel, seminer ve konferans gibi çeşitli eğitici toplantılar düzenlenerek halk bu konuda bilinçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Alexander, M., 1961. Introduction to soil microbiology, Toppan Company, Ltd., Tokyo, Japon.
- Anonim, 2000. Hava kirliliği ve asit yağmurlarının izlenmesi. DMİGM Araştırma ve Geliştirme Şb. Ankara.
- Anonim a, 2003. Acid rain. <http://www.healthpic.com/explorebody/health-hazarda/asid-rain.htm>.
- Anonim b, 2003. Air pollution and acid rains, <http://archive.1september.ru/eng/2000/no31-1.htm>.
- Anonim c, 2003. <http://www.petagimnazija.hr/projekti/ese-rains.htm>
- Anonim d, 2003. <http://slimak.sciaga.pl/prace/praca/12850.htm>
- Anonim e, 2003. Asit yağmurları. <http://www.egitimplatformu.net>.
- Anonim f, 2003. <http://www.metu.edu.tr>.
- Anonim g, 2003. Termik santrallerin çevresel etkileri. <http://www.ttb.org.tr/yatagan/2.html>
- Anonim h, 2003. 21. Yüzyıla girerken Türkiye'nin enerji stratejisinin değerlendirilmesi, <http://www.tusiad.org/turkish/rapor/enerji/html/sec16.html>
- Anonim i, 2003. Asit yağmurlarının sebepleri ve zararları. <http://www.biltek.tubitak.gov.tr>.
- Aydın, A., Sezen, Y., 1990. Kireçlemenin Doğu Karadeniz Bölgesi Asit Topraklarının Bazı Özellikleri ile Bazı Makro ve Mikro Besin Elementlerinin Elverişliliğine Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Dergisi Cilt:21, Sayı:1, Sayfa:94-105.
- Çengel, M., 1993. Toprak Biyolojisi. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. Ders Not. No:5, İzmir.
- Forsline, P. L., Musselman, R.C., Kender, W.J., Dee., R.J., Effect of acid rain on apple tree productivity and fruit quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(1): 70-74, 1983.
- Janick, J., 1986 Horticultural science (Fourth Edi.). W. H. Freeman and Company, New York.
- Karpuzcu, M., 1991 Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Boğaziçi Üniv. Çevre Bil. Enst. İstanbul.
- Kızıloğlu, T., 1995 Toprak Mikrobiyolojisi. Atatürk. Ün. Ziraat. Fak. Yay. No:180, Erzurum.

- Kızıloğlu, T., Bilen, S., 2000. Çevre Kirliliği. Atatürk Ün. Ziraat. Fak. Yay. No:220, Erzurum.
- Kobriger J. M., Tibitts, T.W., 1995. Effect of relative humidity prior to and during exposure on response of peas to ozone and sulfurdioxide. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(1):21-24.
- Müezzinoğlu A.,1987. Hava Kirliliđinin ve Kontrolünün Esasları. Dokuz Eylül Üni. Yay. No: 0908.87. DK 006. 042, İzmir.
- Nuhođlu, Y., Tosunođlu, V., Yıldırım, Y., 1995. Enerji santrallerinin oluşturduğu asit yağmurları. Çevre Sempozyumu, 18-20 Eylül, S:555-559, Erzurum.
- Öztan, Y., 1985. Çevre Kirlenmesi. KTÜ Orman Fak. Yay. Genel Yayın No:94, Fak Yay. No:7, S:12-21.
- Paul, E.A., Clark, F.E., 1989. *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, CA. San Diego.
- Rinallo, C., 1992. Effect of simulated acid rain on foliage and fruit yield of *Molus domestica* Borkh. *J. of Hort. Sci.* 67(4) 553-559, 1992.
- Schmidt, E., 1989. Umweltbundesamt, FRG:Daten Zur Umwelt, 1988/1989, Berlin.
- Shafer, S.R., 1992 Responses of microbial populations in the rhizosphere to deposition of simulated acidic rain onto foliage and/or soil. Departments of Plant Pathology and Soil Science, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina 27695-7616, USA.
- Shafer, S.R., Schoeneberger, M.M., Horton, S.J., Davey, C.B., Miller, J.E., 1996. Effects of Rhizobium, arbuscular mycorrhizal fungi and anion content of simulated rain on subterranean clover. U.S. Department of Agriculture- Agricultural Research Service, 1509 Varsity Drive, Raleigh, NC 27606, USA.
- Slavov N., Jaleva, D.,1994. Influence of acid rains on maize growth. National Institute of Meteorology and Hydrology. Sofia, 1994.
- Sezen, Y., Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yay. Toprak Kimyası. No: 127, 1991.
- Şişli, N., 1999 Ekoloji, Hacettepe Üni. Fen Fak Biyoloji Bölümü,Gazi Kitap Evi, 2. Baskı, S:119-122, Ankara.
- Takahama U., Veljovic – Lavanovic, S., Heber, U., 1992. Effect of the air pollutant SO₂ on leaves. *Plant Pysiology* 100(1):261 -261.
- Traş, B., Elmas, M., 1998. Çevresel sorunlar ve Veteriner Hekimler. S. Ü. Veteriner Fak. Far. ve Tok. Ana Bilim Dalı Çevre ve İnsan Dergisi, Sayı:40, S:46-49.
- Turan, G., Gökalp, M.F., 1993. Ege bölgesinin hava kirliliğinin önlenmesinde güneş enerjisi bina ısıtma sistemlerinden yararlanma. *Ekoloji Çevre Dergisi*, Sayı:9, S:28-32.
- Veziroğlu, N., 1998 Asit yağmurlarının çılgnlığı. Mimari Üni. Temiz Enerji Arař. Ens.Müd. Çev. Ö. F. Noyan, Ekoloji Çevre Sayı:27, S:33-37.
- Yücel, M., 1995. Çevre Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:109, Ders Kitapları Yayın No:28, Adana.