

HAVA KİRLİLİĞİ: BİTKİLER ÜZERİNE ETKİLERİ (1)

Çeviren : Dr. Sücaattin KIRIMHAN (2)

Çoğu kimseler -haklı olarak- hava kirliliğinin insan sağlığı üzerine etkisi nedeniyle endişelidirler. Fakat, sorunun herkes tarafından daha az ilgi gören başka bir yönü daha vardır. Hava kirliliği, ekonomik ve estetik kayıplar ile bitkilerin birçok varyetesine zarar vermektedir.

Bitkiler nisbeten düşük konsantrasyondaki kirleticiler tarafından etkilenirler ve hava içerisinde kimyasal zararlıların varlığını erken haber veren bir çeşit ihbar sistemi olarak hizmet ederler. Gerçekten, 1940 yıllarında Los Angeles civarındaki bitki ve ekinlerin zarar görmesi yerleşim merkezlerinde gelişen bir sorunu- ki bu "duman - sis" sorunu idi - araştırmacılara haber vermektedir. Kirliliği oluşturan maddeler ozon ve diğer oksitleyiciler olarak belirlendi. Bugün, çoğu tahminlere göre, ozonun kirliliğin bitkiler üzerine etkisinde % 90 payının olduğu ifade edilmektedir.

Mümkün olan diğer genişletmeler :

Bu genelleştirmeden sonra, hava kirliliğinin bitkiler üzerine etkisi bakı-

kımından diğer bazı hususlar da mümkündür. Bitkilerin zarar görmesinde etkili olarak bilinen bazı değişkenler; bitkilerin genetiksel olarak sahip oldukları hassasiyetleri, bitkinin gelişme safhası, hava sıcaklığı, hava nemliliği, güneş ışınlarının yoğunluğu ve süresi, kirleticiler arasındaki dahili ilişkiler, hava kirliliğine bitkilerin maruz kalma süresi ve toprak nemliliğidir.

Bitki hastalıkları ile uğraşan bilim adamları ekonomik kayıp olarak ifade edilen zarar ve yaralanmaları birbirinden ayırt ederler. Örneğin, eğer bitkinin verimi ve estetik değeri etkilenmemişse bitki hasarsız olarak yaralanabilir. Karşıt olarak, bazı araştırmacılar, basit de olsa yaralanmalar sonucu verimde azalma meydana geleceğine ait delillerin mevcut olduğunu ifade etmişlerdir. Bütün bu etkenler hava kirliliğinin neden olduğu ekonomik kayıpların tahminini güçleştirmektedir.

Tarla bitkilerinin birçoğu hava kirliliği nedeniyle yaralanmakta ve zarar görmektedirler. Bunlardan bazıları patates, mısır, fasulye, üzüm, portakal, tütün, ispanak, yer fıstığı, soya fasulye-

(1) Marx, Jean L. "Air Pollution: Effects on Plants" . Science, Vol. 187, No. 4178, 28 February 1975., 731 - 733.

(2) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak İlimi Bölümü, Erzurum.

si ve yoncadır. Örneğin, Virginia'nın doğu sahillerindeki patates varyetelerinin bazıları 1971 yılının yazında % 50 oranında zarar görmüşlerdir ki bunun nedeni hava kirliliği olarak belirlenmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığına bağlı Maryland, Beltsville'deki hava kirliliği laboratuvarında Howard Heggsted ve arkadaşları çevrede mevcut olan hava ile mangal kömürü kullanılmak suretiyle temizlenen havanın ser'ada yetiştirilen patates var yetelerinde verim ve gelişme üzerine etkisini araştırmışlardır. Mangal kömüründen havanın geçirilmesiyle hava içerisinde var olan oksitleyiciler giderilmiştir. Araştırmacılar bazı patates varyetelerinin oksitleyicilere karşı çok dayanıksız olduklarını görmüşlerdir. Oksitleyiciler bu hassas varyetelerde bitki yaprağını ciddi bir şekilde yaralamış ve böylece bitkinin fotosentez kapasitesini azaltarak patates veriminin gayet açık bir şekilde azalmasına neden olmuştur. Diğer dayanıklı olarak görülen varyetelerde yok denecek kadar az zarar görülmüştür.

Gaz halindeki kirleticilerin oksitleyiciler dahil etkileri genellikle bitkilerin yapraklarında görülür. Gazlar, yapraklar üzerinde bulunan, "stomat" olarak adlandırılan küçük açıklıklardan içeriye girerler. Stomatlar yaprak tarafından yapılan normal gaz değişimi için gereklidir. Şiddetli ozon zehirlenmesinin belirgin görünümü, özellikle yaprakların üst yüzeylerinde ölü beneklerin bulunusudur.

Çoğu araştırmacılara göre, şiddetli ozona maruz kalma üst ve alt dokularda geçirgenliği değiştirmektedir. Ozon, en-

zim aktivitesi için ihtiyaç duyulan sülfahidril veya lipid guruplarını ve diğer zar oluşturuıcı maddeleri oksitlemektedir. Bunların elektrolit ve besin dengelerinin dağıtılması sonucu hücreler çökmekte ve ölmektedir.

Oksitleyicilerle etkilenen diğer bitkiler üzüm, portakal ve yoncadır. California, Riverside'de üniversiteye bağlı hava kirliliği laboratuvarında C. Ray Thompson tarafından yapılan araştırmanın sonucuna göre, oksitleyiciler bu bitkilerin verimini % 50-60 oranında azaltmaktadır. Bundan başka, Riverside'nin yer aldığı Los Angeles havzasında yapılan çalışmalar Ozon'dan başka oksitleyicilerin de zarara önemli şekilde iştirak ettiklerini göstermiştir.

Bunlar fotokimyasal dumanlaşmağa yol açan azotdioksit veya peroksiasetil nitrat (PAN) olabilirler. Riverside'de O.Clifton Taylor ve diğer bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar bu iki maddenin de bitkilere zarar verdiğini göstermektedir. PAN bu iki madde içerisinde en zararlı olanıdır. Bu madde ozon'dan birkaç kez daha fazla zararlıdır, fakat normal olarak çok az konsantrasyonlarda bulunmaktadır.

Kirlenme zararının en açık örneği Los Angeles'in yaklaşık olarak 130 km doğusundaki San Bernardino millî ormanında görüldü. Yaklaşık olarak 650.000 dekarlık ormanın 400.000 dekarlık kesiminde ciddi ve orta derecede olmak üzere hasar tesbit edildi. Riverside'den Paul Miller'e göre, bölgede başlıca kirleticisi olan ozon'un buna neden olduğu, ayrıca diğer oksitleyicilerin de olayda etkilerinin bulunduğu saptanmıştır. California'nın diğer ormanlık alanları da aynı şekilde hava kirliliğinden zarar görmektedir.

A.B. Devletlerinde California ve Washington D.C. den Boston'a kadar Kuzeydoğu bölgesi, kirliliğin bitkilere zararı bakımından en büyük soruna sahiptir. Kuzeydoğu bölgesinin ozon konsantrasyonu Los Angeles'deki ozon konsantrasyonundan üç kez daha fazladır. Ayrıca bu bölgedeki bitkiler kirlleticilere karşı daha hassastır. Bunun nedeni, hava ve toprak rutubetinin daha fazla oluşudur. Bu etmenler Kuzeydoğuda ozon'un zararlı etkisini artırmaktadır.

Los Angeles havzasındaki zarar, ozon konsantrasyonunun hala yüzmil-yon kısımda 70 kısma kadar yükselmesi nedeniyle daha fazla olmak eğilimindedir. Ozon için havada bulunma konsantrasyonu Çevre Koruma Kurumu tarafından yüzmilyon kısma (pphm) bir saatlik süre için 8 kısım olarak saptanmıştır ki, bu ozonun emniyetli sınırındır.

Oksitleyicilerin kaynakları:

Çoğu araştırmacılar yerleşim merkezlerindeki otomobil yoğunluğunun fazlalığını oksitleyicilerin kaynağı olarak belirtmektedirler. Oto gazlarında mevcut olan hidrokarbonlar ve azot dioksit güneş ışığında oksijen ile reaksiyona girerek ozon ve PAN (fotokimyasal duman ve sis) gibi kimyasal maddelere dönüşürler. Buna rağmen yüksek ozon konsantrasyonu yalnız şehirlerde görülmez. Kuzey Carolina Araştırma Üçgeni enstitüsünden Lyman Ripperton ve Minnesota üniversitesinden Francis A. Wood gibi bir kısım araştırmacılar, Maryland, Batı Virginia, California, Florida, New York, Wisconsin ve Minnesota gibi bazı eyaletlerde yerleşim alanlarının dışında da ozon konsantrasyonunun verilen sınır değer-

lerinden daha fazla olduğunu saptamışlardır.

Şehirlerde oto gazlarından ortaya çıkan fotokimyasal duman ve sis, hava ile birlikte şehirlerden yerleşim merkezlerinin dışına taşınır. Rüzgar altı yönünde şehirlerden kilometrelerce uzağa taşınan oksitleyiciler, yerleşim merkezlerinin dışındaki alanlarda şehirlerdeki konsantrasyonlarından daha yüksek konsantrasyonlarda görülebilirler. Ozon konsantrasyonunun çok yavaş bir şekilde artmasının ve zaman istemesinin nedeni budur. Bazı durumlarda, şehir havası içerisinde bulunan birtakım maddeler ozonla reaksiyona girerler ve onun miktarını azaltırlar. Yerleşim merkezlerinin dışında ozon konsantrasyonunun fazlalığına diğer bir neden stratosferik katman ve yıldırım gibi elektriksel boşalımdır.

Hava kirliliğinin bitkiler üzerindeki etkisini araştıran kimseler genellikle tek bir kirleticinin yalnızca etkisi üzerinde durmaktadırlar. Etraftaki havanın genellikle zararlı kimyasal maddelerin bir karışımını ihtiva etmesi araştırmacıları bu zararlı kimyasal maddelerin birbirlerine etki etmek suretiyle bitkileri nasıl etkilediklerini artan bir dikkatle izlemeğe zorunlu yapmaktadır. Bir genelleme yapılmamakla birlikte, iki kirleticili maddenin beraberce etkile-ri bunların aynı konsantrasyonda teker teker yaptıkları etkiden daha fazla olduğunu gösteren deliller mevcuttur. Batı Virginia'da Margontown'daki A. B.D. Tarım Bakanlığına bağlı bir kuruluştaki Harry Menser ve Heggstad teker teker bulunmaları halinde bitkilere zararlı olmayan konsantrasyonlardaki ozon ve kükürt dioksitin bir aradaki bulunuşları tütün yapraklarında

yaralanmalara neden olduklarını görmüşlerdir.

Diğer taraftan, Kuzey Carolina eyalet üniversitesinden Walter Heck, David Tingey ve arkadaşları ozon ve kükürt dioksitin beraber bulunması halindeki etkilerinin teker teker bulunmaları halinden daha az veya sadece ilave edilmiş etki olduğunu müşahade etmişlerdir. Etkinin tipi bitkilerin cinsine ve iki gazın birleşme oranına bağlı olmaktadır.

Heck ve Tingey ve Utah üniversitesinden A. Clyde Hill ve şimdi Beltsville'de hava kirliliği laboratuvarında olan Jesse Bennett'e göre, sülfür dioksit ve nitrojen dioksit karışımı bunların teker teker bulunmalarındaki toplam etkisinden genellikle daha fazla olmaktadır. Bu iki kirleticisi genellikle beraber bulunurlar, çünkü fosil yataklarının, özellikle kömürün yanması ile bareberce ortaya çıkarlar. Ayrıca, oto gazlarından da ortaya çıkan azot dioksit güç ünitelelerinden hasıl olan kısma ilave olur.

Hava kirliliği, zararlı küçük hayvanlar ve hastalıklar:

Konu ile ilgili diğer bir husus, hava kirleticiler ve zararlı küçük hayvanlar veya hastalıklar arasındaki ilişkidir. Miller, oksitleyicilerin neden olduğu yaralanmaların çam ağaçlarının dayanıklılığını azalttığını ve batı kabuk böceklerinin ağaçlar üzerindeki etkiliğini artırdığını ifade etmektedir. Çoğu çam ağaçları oksitleyicilerin oluşturduğu yaralanmalardan ziyade kabuk böceklerine karşı dayanıksız hale gelmelerinden dolayı daha fazla zarar görmektedirler. Mantarların sebep olduğu bazı yaprak hastalıkları oksitleyicilerin neden olduğu yaraların mevcudiyetinde daha ciddidirler. Fakat hava kirliliği bitkilere zararlı olduğu kadar hastalık

yapan mantarlara da zararlı olmaktadır. Bu durumda hastalık azalmaktadır. Ancak bu ilişkiler uygun çevrelerde gerçekleşebilir.

Araştırmacılarca saptanan diğer bir sorun, kirleticisi konsantrasyonunun devamlı olarak düşük oranda bulunmasına rağmen, bitkilerin uzun zaman kirleticilere maruz kalmaları nedeniyle zararın ortaya çıkmasıdır. Bu durumlarda bitkide herhangi bir yaralanma olmaksızın ürün miktarı azalmakta ve bitki kalitesi düşmektedir. Bennett'e göre, sürekli olarak ozon'a maruz kalan bitkiler daha çabuk yaşlanmaktadır. Thompson, portakal veriminin yapraklarda görülen belirgin yaralanmalarla azaldığını saptamıştır.

Bu durum fotosentezdeki azalma nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Hill ve Bennett, öldürücü olmayan ozon konsantrasyonunun fotosentezin normal oranını azaltmakta olduğunu gösterdiler. Kirleticiler, muhtemelen, stomaların tıkanmasına yol açmakta ve fotosentez için gerekli olan karbon dioksitin alınmasını engellemektedirler. Hava kirleticisi maddeler ayrıca bazı gizli etkiler ile bitkilerin tekrar üremesine, çimlenmesine ve gelişme oranına etki ederler ve hatta bu bitkilerde yerleşmiş olarak kalırlar.

Bütün bu kesin olmayan durumlar, kirlilik zararının bitkiler üzerindeki etkisinin değerinin saptanmasını çok güç hale getirir. Stanford Araştırma Enstitüsünde Harris Benedict bunu araştırmak için bir model hazırladı. 1971 yılında tamamladığı araştırmasında, önceden saptanmış olan 200-500 milyon dolar arasındaki zararı daha düşük olarak yılda 132 milyon dolar olarak belirledi. Benedict tarafından ya-

pılan tahmin sadece görülebilir yaraların meydana getirdiği zararı kapsıyordu. Heck tarafından yapılan tahminde, kirleticilerin gizli etkileri de dikkate alınmak suretiyle kirleticilerin bitkilere yıllık zararının bir milyar doları aştığı belirtildi.

Diğer kirleticilerin hiç birisi oksitleyiciler kadar zararlı değildir, fakat çok bölgeselleşmiş olan kirleticiler, kükürt dioksit ve hidrojen florid gibi, bazı bölgelerde bitkilere zararlı olmaktadırlar. Floridler, alüminyum, çelik, seramik ve fosforlu gübrelerin imalatı esnasında ortaya çıkmaktadırlar. Bitkiler, floridler havada buldukları konsantrasyonlardan daha fazla olarak biriktirirler. Bu durum sadece bitkiler için değil onları yiyen hayvanlar için de oldukça zararlıdır. Florosis, çiftlik hayvanları için öldürücü bir hastalık, otlardaki florid konsantrasyonunun fazlalığı nedeniyle ortaya çıkar.

Kükürt dioksit, başlıca, kükürt ihtiva eden kömür ve petrol gibi yakıtların yakılması ile ortaya çıkar ve floridlerden daha fazla yaygındır. Sorun daha ziyade güç ünitelerinin, eriticilerin ve modern rafinerilerinin civarında görülür. Dumanlı bir havada uçmakta olan asid kolloidleri hasıl olur ve ağaç yapraklarını yaralar. Asid kolloidlerinin havada asılı olarak hareket etmesi, asidik yağmur ve kar olarak adlandırılan diğer yağış şekillerinden farklıdır. Bu konu gün geçtikçe artan bir ilgi kazanmaktadır. Boyce Thompson Bitki Araştırma Enstitüsünde Wood ve Leonard Weinstein ve arkadaşları gibi bir takım araştırmacılar, yağmur suyunun pH değerinin 3,5 - 4,5 kadar düşük olabildiğini saptadılar. Yağmur suyunun normal olarak pH değeri 5,5

olarak kabul edilmektedir. Yağmur suyunun pH değerinin bu kadar azalmasının ve bitkiler üzerine etkisinin (eğer varsa) nedenleri şimdilik bilinmemektedir. Bazı Avrupa ülkelerinde, kükürt dioksitin neden olduğu yağmur suyundaki asitlik artışı bitki hayatına zararlı olmaktadır. İsveç'te bu şekildeki yağışlar toprak, akarsu ve göllerde asitliği artırmaktadır.

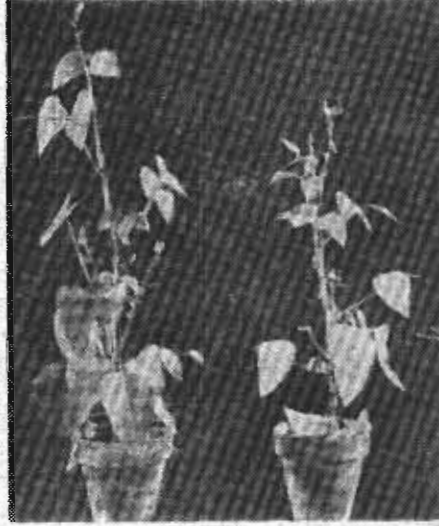
Zararın azaltılması :

Mademki hava kirliliği yerleşme merkezlerinin içerisinde ve çevresinde hayatın gerçek bir yönü olarak kalacak - özellikle baca ve araba gazlarının konsantrasyonlarındaki standartlar gevşek bırakılır ve gelişmekte olan enerji krizi ile boy ölçüşürcesine onların denetimleri ve aletlendirilmeleri geciktirilirse - araştırmacılar kirliliğin bitkilere zararını en düşük bir düzeye indirmek amacıyla yollar aramak zorundadırlar. Bitkiler, kirleticilere karşı antikirleticilerle muamele edilmek suretiyle korunabilirler. Beltsville'de bulunan Haggstad ve Hanry Cathey, tütün bitkisinin büyüme geciktirici bir madde ile muamele edilmesi sonucu ozon'a dayanıklılığının artırılabilirdiğini saptadılar. Bitkiler hızlı gelişmeleri esnasında ozon'a daha az dayanıklı olmaktadırlar. Oksitleyicilerin zararlarını azaltmada diğer bir çözüm yolu anti oksitleyicilerin kullanılmasıdır.

Mademki bütün kimyasal maddeler ve bitkilerin bunlarla işleme tabi tutulması oldukça pahalıdır, kirliliğe karşı dayanıklı olan bitkilerin kullanılması daha ekonomik bir yaklaşım olarak görülmektedir. Verilen bir kirleticinin etkisine karşı farklı bitki soylarının gösterdiği hassasiyette göze çarpan farklılık

lar vardır (Şekil 1). Birçok bitki ıslahçıları hava kirliliğine dayanıklı bitki varyetelerinin tanımlanması veya ıslah edilerek elde edilmeleri üzerine araştırma projelerinin olduğunu ifade etmek

tedirler. Gerçekten, birçok bitki ıslahcısı, çevredeki hava koşullarında yürütülen ıslah denemeleriyle ve çoğu güçlü bitkilerin seçimi ile farkına varılmadan elde edilmiş olan dayanıklı soylara sahiptirler.



Şekil: 1. Çevredeki hayvanın kirli bulunduğu süre içerisinde Lima fasulyesinin düşük konsantrasyonlu ozon'a karşı gösterdiği tepki: Sağ tarafta görülmekte olan varyete ozon'a karşı hassas olup vaktinden önce yapraklarını dökmüş ve yaprak klorofili azalmıştır.

(Kaynak : Howard Heggstad, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı, Beltsville, Maryland)