

GAZ ZARARLARINA TEPEDEN BAKIŞ

Doç. Dr. Kadir ERDİN*

Ülkemiz doğal kaynaklarının, sanayileşmenin giderek gelişmesi, yaygınlaşmasına paralel olarak görülür boyutlarda etkileşim içinde olduğu artık herkesce kabul edilmektedir. Ancak doğa, tüm olumsuz koşullarla yine doğal savaşımını vermekte, etkinlik sınırını zorlamaktadır. Öyle ki, bugüne kadar çevre kirlenmesinden çok az söz edilmesini doğal koşullar sağlamıştır denebilir. Örneğin İstanbul'un altın boynuzu, doğal bir akıntıya sahip olsaydı, sınırlar bugünkü kadar dikkati çekmeyecekti. İstanbul Boğazı'nın doğal yapısı ve akıntılarının varlığı, deniz, Haliç'in özünü durumuna dönüştürmesini engellemiştir. Ancak hemen belirtmek gerekir ki, İstanbul Boğazı'nın, iki yanında düzensiz ve aşırı yerleşim sonucu toprak taşınması (erozyon) ve diğer atıklara daha ne kadar dayanacağı belli değildir. İnsanların doğayı geniş boyutlarda tahrip etmesi karşısında, doğanın savaşımı kaybedeceği ve çevre kirliliğinin yerleşeceği kaçınılmaz bir gerçektir. Bu ise insanın oluşturduğu doğal bir sonuçtur.

Burada çevre kirlenmesi tartışılmayacak ancak, yukarıda sözü edilen doğal savaşım sonucu, zararın (örneğin gaz zararının) etkinlik sınırının, gerçekte insan gözünün görebildiği sınıra olmayıp, gerçek sınırın çok daha farklı boyutlarda olduğunu vurgulamaktır. İnsan gözü, doğal zararları ya doğal örtünün yok oluşu ya da doğal örtünün sağlıklı görünmesiyle hissedebilir, görür, tanımlar. Ülkemizin iklim ve doğa koşulları, genellikle doğal örtünün yaşamı için ayrıcalıklı koşullara sahip olduğundan, doğada oluşan zararın etkinliği gizli kalmakta ve bizleri yanıltmaktadır. Çağımızda gelişen uzaktan algılama sistemleri ve hava fotoğrafları alımlarında kullanılan filmlerin (emülsiyon) geliştirilmesi bizlere, özellikle doğada gizli kalan gaz zararlarının gerçek sınırlarının saptanmasını sağlamıştır.

Uzaktan algılama ve yapay renkli hava fotoğrafları, çevre kirliliğinin belirlenmesinde ülkemizde de kullanılıyor.

Uzaktan Algılama Nedir?

Yer üzerinde bulunan canlı, cansız tüm objeler, doğal ısınım kaynağı olan güneşten gelen ışınların bir bölümünü yutarlar (absorbsiyon), bir bölümünü ise yansıtırlar (remisyon). Ayrıca, bazı objeler de kendiliklerinden ışırılar (Emisyon = radyasyon). Uzaktan algılamada bütün bunların yanı sıra, bu objelerin uzaktan algılama aletleri ile saptanabilen bazı özelliklerinden (kuvvet alanları, elektromanyetik ışınlar, akustik enerji gibi) yararlanılır.

Yerküre, çevresinde belirli yörüngelere oturtulan uydular aracılığı ile çeşitli amaçlar için algılanan akta ve her uygulayıcıya sunulmak üzere, kayıtlar ve görüntüler elde edilmektedir. Yakın zamana kadar 85 x 85 m, boyutlarına kadar tanınabilir, en küçük boyutları (Pixel) saptayan uzaktan algılama sistemleri, bugün artık 15 m x 15 m, boyutlarındaki objelerin de tanınmasını, yorumlanmasını ve sayısal değerlendirilmesini olanaklı kılmıştır.

Yer'in algılanması programları, gelişmiş ülkelerde oluşturulan kuruluşlarca gerçekleştirilmekte, ancak sağlanan kayıtlar her ülke uygulayıcılarına sunulmaktadır. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde NASA (Ulusal Havacılık ve Uzay Yönetimi) 23 Temmuz 1973 tarihinde "LANDSAT" uydusunu uzaya göndermiş ve halen sürdürülen çalışmalar sonucu, uydulara yerleştirilen algılama sistemleri ile Yer'i çok daha küçük boyutlarda tanıyır şekilde algılamaya çalışmaktadırlar. Yine bu uyduların ve meteoroloji uydularının kayıtları, yer istasyonları aracılığı ile anında alınarak, günlük hava tahminleri yapılmaktadır. Devam eden çalışmalar, sınırlı ülkeler arası sınır tanımasızın ülkelerin tüm doğal kaynaklarının hızla saptanması aşamasına ulaşacaktır. Ülkemiz tarım alanlarına dönük bir türden yapılan deneysel çalışma sonuçları bunu vurgulamaktadır.

Uzaktan algılama sistemlerinin kayıtları, yukarıda sözünü ettiğimiz her objenin remisyon değerlerinin farklılığından oluşmaktadır. Ayrıca elektromanyetik spektrumun belirli bölümlerinde, her objenin remisyon değeri farklı olmakta ve bu nitelikte bizlere objeleri tanıma olanağı

* İÜ Orman Fakültesi, Geodezi ve Fotogrametri Bilim Dalı

vermektedir. Elektromanyetik spektrumun, dalga boyları mikronun on milyonda birinden daha küçük dalga boyuna sahip gama ışınlarından başlayıp, dalga boyları Km. ile tanımlanan radyo dalgalarına kadar uzandığı bilinmektedir. Elektromanyetik spektrumun çok dar bir alanı (0,4 μ - 0,7 μ) insan gözü tarafından görülebilmektedir. Yakın zamana kadar, doğadaki objelerin tanınması, resmedilmesi amacıyla, spektrumun sadece bu kesimine duyarlı fotografik emülsiyonlar kullanılıyordu.

Son yıllarda geliştirilen fotografik emülsiyon türleri ile elektromanyetik spektrumun daha geniş kesitlerinden; yani insan gözünün görebildiği kesimin dışındaki (kızılötesi) ışıklardan yararlanma olanağı oluşmuştur.

Kızılötesi Işıklar ve Onlara Duyarlı Emülsiyonlar

Hava fotoğraflarının alımında çeşitli filmler kullanılır. Aslında burada film diye tanımladığımız şey, bir taşıyıcı tabaka olup, amatör fotoğrafçıların el kameralarında kullandıkları materyeldir. Fotoğrafi, bu taşıyıcı tabakanın da dahil olduğu birkaç tabaka arasında yer alan, ışığa duyarlı emülsiyon diyerek tanımlamayı böylece kabul edeceğiz. Hava fotoğraflarının alımı, yerden binlerce metre uzakta, hareketli bir objeden (uçaktan) yapılmaktadır. Objelerin yansıtığı ışınlar, uçağa yerleştirilmiş alım kamerasının objektifine ulaşmaya kadar, atmosfer katmanlarından, farklı niteliklerde hava tabakalarından geçtiklerinden oldukça zayıflarlar. Bu nedenle, hava fotoğrafı alımlarında kullanılan emülsiyonlar ayrıcalıklara sahiptir.

Biz burada sadece kızılötesi emülsiyonlardan söz edeceğiz. Söz konusu bu emülsiyonlar, hava fotoğrafı alımlarında kullanılan diğer emülsiyonlardanda ayrıcalık gösterir. Zira bu emülsiyonlarla resmedilen objeler, doğal renklerin dışında resmedilirler. Bu nedenle, bu emülsiyon türleri "YAPAY RENKLİ" - "YANLIŞ RENKLİ" (False-Color Pictures-Falschfarbenbilder) olarak tanımlanırlar.

Normal renkli emülsiyon türleri ile yapılan alımlarda, objeler doğadaki renklerine yakın renklerde resmedilirler. Yapay renkli emülsiyonlarda ise banyo aşamasında, ikinci bir işlemle, renk karşılıkları olmayan kızılötesi ışıklara yapay tamamlayıcı renkler verilir. Böylece görüntülenen objeler, doğadakilene benzemeyen baskaca renklerde oluşur.

Elektromanyetik spektrumda kızılötesi ışınların yer aldığı bölümde, objelerin remisyon değerleri oldukça farklılıklar gösterir. Remisyon



değerlerinin farklı oluşu ise görüntülenen objelerin tanınmasında, ayırt edilmesinde, kısaca yorumlanmasında kolaylık ve duyarlılık kazandırır. Alım zamanı, (mevsim, ay, gün, günün belirli saatleri) bu emülsiyon türlerinde önem taşır. Uygun alım koşulları ve alım koşulları sonrası laboratuvar aşamaları titizlikle yerine getirilirse, ideal görüntüler elde edilir.

Bitki örtüsünü oluşturan türlerin, özellikle orman ağacı türlerinin, söz konusu emülsiyonlar ile görüntülenmesi sonucu tanınması, fotoyorumlama ve meslek bilgisine sahip herkesce yapılabilir. Kızılötesi renkli emülsiyonlar, ancak belirli koşullarda kullanılırsa ekonomik çalışmalar gerçekleştirilir. En çok kullanım alanı ise gaz ve böcek zararları gibi geniş etki alanı oluşturan, yersel çalışmalar ile saptanması, duyarlı ve ekonomik olmayan çalışmalardır.

GÖKTAŞ (MURGUL) Bakır Üretim Kuruluşu

Ülkemizde bazı üretim kuruluşları, kuruluş yıllarında çevre zararlarının, değerlendirilmeyişi ve başkaca ekonomik nedenlerle, bitki örtüsünün en yoğun olduğu yerlerde kurulmuşlardır. Bunlardan biri araştırmamıza konu olan GÖKTAŞ (MURGUL) Bakır üretim kuruluşudur. Üretim kuruluşunun yeri, gaz zararlarının en üst düzeyde oluşması için âdeta seçilmiş gibidir. Kuzey-güney doğrultusunda uzanan bir vadide yer alan üretim tesislerinden oluşan SO₂ ağırlıklı baca gazları, oldukça geniş alanlara yayılmaktadır. Kuruluşun çevresi, kültür alanları ve büyük bir bölümü de ormanlar ile kaplıdır. 1878 yılından 1922 yılına kadar yabancı şirketlerce işletilen araştırma çalışmaları 1937 yılına kadar kadar MTA Enstitüsü'nce sürdürülen kuruluşun üretim çalışmaları, daha sonra ETİBANK'a verilmiştir.

Kuruluşun üretiminin tarihsel gelişimi incelendiğinde, zaman zaman baca gazını değerlendirmek amacı ile yan tesisler oluşturulduğu görülmüş de, bunlar uzun ömürlü olmamıştır. Ayrıca SO₂ gazından H₂SO₄ elde etme çalışmaları sırasında daha etkin gazların doğaya verildiği



Göktaş (Murgul) Bakır üretim kuruluşundan oluşan gazın etkinlik sınırları.

gözlenmiştir. Araştırmanın sürdürüldüğü yıllarda (1979) yine böyle bir arayış içinde olduğu gözlenmiştir. Sanırsanız, zamanımızda bu tür bir tesis faaliyete geçmiştir. Araştırmamızın verileri bu sistemin faaliyette bulunmadığı zamana aittir.

Kızılötesi Renkli Emülsiyonlar ve Gaz Zararları

Elektromanyetik spektrumun kızılötesi emülsiyonların duyarlı olduğu kesiminde, orman ağaçlarının remisyon değerlerinin oldukça farklı olduğu belirlenmiştir. Remisyon değerlerinin farklılığı, ağaç türlerinin yaprak ve tepesi yapılarının yanı sıra, gazdan etkilenme durumuna göre de farklılıklar göstermektedir. Özellikle ibrelili ağaçların ibrelerinde oluşan yapısal bozukluk, remis-

yon değerlerinin azalmasına neden olur. İbrelilerin yaz etkisi ile hücreler arası boşlukları azalır ve remisyon değerleri düşer. Kızılötesi emülsiyonlar işte bu aşamada gaz zararlarının saptanmasında önemli görev üstlenir. Aslında bu objelerin gazdan etkilenmiş oldukları çıplak gözle fark edilemez ve sağlıklı olarak gözlenir. Böylece başlangıçta sözünü ettiğimiz etkileşim sınırının saptanmasında, kaçınılmaz hatalar oluşur. Örnek olarak, kızılötesi renkli emülsiyon üzerinde sağlıklı ladin ağacı (Yaz ortası alımında) : Mavi-Kırmızı, Sağlıklı ladin ağacı (Yaz ortası alımında) : Yeşil renklerde görüntülenecektir.

Foto yorumlamanın genel ilkelerini bilen bir foto yorumcu için, yukarıda verilen anahtar renklerin çeşitli tonlarında görüntülenen objelerin etkileşim ölçülerini saptamak oldukça kolaydır. Deneyimli bir foto yorumcu, yapacağı yerel çalışmalar ile kendi için saptayacağı anahtar şablonlara dayalı yorumlama sonuçlarını, oldukça duyarlı biçimde saptayabilir.

Araştırmada İzlenen Yöntem ve Sonuçlar

Araştırma alanı olarak seçilen MURGUL (GÖKTAŞ) bakır üretim kuruluşunun çevresinde kültür alanlarında oluşan gaz zararları oldukça geniş boyutlar kazanmış ve kuruluş, kültür alanı sahiplerine üretim tahmini üzerinden parasal ödemelerde bulunmaktadır. Ancak çevredeki ormanların işletilmesi devlete ait olduğundan, bir devlet kuruluşunun diğer bir devlet kuruluşuna zararı şeklinde yorumlanarak sorun, karşılıklı iyi niyet ölçüleri içinde çözümlenmeye çalışılmıştır. Ormanlar üzerinde oluşan gaz zararları, düzensiz işletme ve üretim yöntemleri ile dahi karşılanamaz boyutlara ulaşıncaya, Orman Genel Müdürlüğü, gaz etkinlik sınırının saptanmasını istemiştir. Sözünü ettiğimiz alanın oldukça geniş olması dolayısıyla yerel çalışmalar ile sorunun çözümlenemeyeceği anlaşılınca, hava fotoğrafları ile çözüm aranmıştır. Daha önce belirttiğimiz gibi, doğal koşulların oluşturduğu ortam içinde bitki örtüsü, gaz etkinliğini, yapısında gizlemekte, çıplak gözle görülür hale geldiğinde ise artık ağaçların kesilerek uzaklaştırılmasından başka çözüm kalmamaktadır. Zaten uzun yıllar bu yöntem uygulanarak, topografik yapının da uygun oluşuyla, hızlı bir erozyon ortamı oluşturulmuştur.

Sorunun çözümlenmesi, yapılacak ve oldukça pahalıya gerçekleştirilecek ağaçlandırma çalışmalarına da ışık tutacaktır. Bu nedenle araştırmanın geniş bir alanda yapılması ve gaz etkinlik sınırlarının saptanması amaçlanmıştır.

ASİT YAĞMURU

Asit yağmuru deyimli ilk kez, bir İngiliz Kimyacı Robert Angus Smith tarafından, yoğun bir endüstri şehri olan Manchester üzerine düşen yağıştaki artan asit karışımını tanımlamak için 1872 yılında kullanılmıştır. Gerçekten bu gün, asit yağmurunun bir endüstrileşme ürünü olduğu ve çoğunlukla, kömür ve petrolün yanmasından kaynaklandığı tartışmasız kabul edilmektedir. Geçtiğimiz çağda, yalnızca çevre kirliliği ile ilgili bir kuşku olarak üzerinde konuşulan asit yağmuru, belki de çağımızın en tehlikeli ve öldürücü sorununa dönüşmektedir. Günümüzde geniş ölçüde ormanların bu nedenle tahribatı artık bir gerçektir. Ancak asit yağmurunun tek kurbanı yalnızca endüstri dünyasının ormanları değildir. Bakir göl bölgeleri, verimsizleşmekte ve yaşamdandan mahrum hale gelmektedir. Bugün İsveç'te sayıları 4.000'in üzerinde olan gölde artık balık yaşamamaktadır. Batı Almanya'daki ünlü Kara Ormanlar'ın en azından yarısı tahrip olmuş durumdadır. Yüzyılların yap-



Bu küçük bayan, belki de asit yağmurunun kurbanı olan eserlerden biridir.

Araştırmayı gerçekleştirme amacı ile öncelikle kızılötesi emülsiyonlar (filmler) sağlanmış ve üretim kuruluşunun çevresinde kuzey-güney yönünde 15 Km, doğubatı yönünde 7 Km. boyutlarında alanın fotoğraf alımı gerçekleştirilmiştir. Fotoğraf alımları, Harita Genel Komutanlığı'nın uçuş ekibince yapılmıştır.

Daha sonra yersel kontrol çalışmaları ve laboratuvarında hava fotoğrafı yorumlama ve değerlendirme aletleriyle yapılan çalışmalar sonucu, etkinlik sınırları saptanmaya çalışılmıştır. Daha duyarlı ayrıntı çalışmaları (renk-yoğunluk ölçmeleri) yapılarak 4 ayrı etkinlik alanı sap-



ABD'de Vermont Dağlarındaki çıplaklaşan ağaçlar, ormansız geleceğin işareti mi?

ratmasına karşı koyan tarihi anıtlar, yumuşak alçı taşına dönüşmektedir. Bu kültür hazineleri belki de çok yakın bir gelecekte eriyip gideceklerdir.

Hatta insan sağlığı bile, tehdit altındadır. Eğer dünyanın içme suyu kaynaklarına, asitli yer sularından gelen iz element karışması sürerse, bu tehlike giderek büyüyecektir.

Asit yağmuru dünya çapında bir sorundur. Endüstrileşmiş ülkelerin yanı sıra Brezilya, Çin ve Güney Afrika'da da etkileri görülen bu sorunun kurbanları arasında, dünyanın elde kalan son bakir alanlarında biri olan Kuzey Kutbu da katılmıştır. Bu bölgede yapılan ölçümlerde saptanan kirlilik şaşılacak düzeyde yüksektir. Kirliliğe neden olan is ve karbon partikülleri ise, fosil yakıtların yanmasından kaynaklanmaktadır.

Fosil yakıtlar yandıklarında, sülfür dioksit (SO₂) ve nitrojen oksitleri (NO_x) gibi geniş ölçüde atık ürünler salıverirler. Atmosfere karışan bu reaktif gazlar, oksijen ve su ile birleşip, sülfirik ve nitrik asit halinde yeniden yeryüzü'ne yağarlar; ama asit yağmuru olarak. SCIENCE DIGEST'dan

tanmıştır.

Haritada gösterildiği gibi, 4 ayrı etki zonuunda farklı büyüklükler olmak üzere, toplam 5.797.5 ha. alanın gaz zararından etkilendiği ve bu alanlarda yapılacak ağaçlandırma çalışmalarının da başarısız olacağı sonucu saptanmıştır.

Sanırım bugün ülkemizin bu türden araştırılması gereken birçok alanları vardır. Araştırmamız sonuçlarını özetle sunmaya çalıştığımız yazımızda, anlamayı zorlaştıracak boşlukların olduğu kanısındayız. Ancak ilgi duyan ve aynı tür araştırmalar yapmayı planlıyan araştırmacılar ile her türlü iletişime hazırız. ■