

RADYASYONUN CANLI EKOSİSTEME ETKİLERİ VE ÇERNOBİL KAZASININ ÜLKEMİZDEKİ İZLERİ

Prof.Dr.Hüsamettin AKÇAY
Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
Öğretim Üyesi

Prof.Dr.Teoman KESERCİOĞLU
Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
Öğretim Üyesi

SUMMARY

In this work, Chernobyl effect on the lichen, algae, clubmoss and different species of pine that are distributed in northern and western part of Turkey have been examined since 1986 until this year. In the plants that have been examined by the employment of the HPGe technique, the analyses that have been carried out have shown, the highest radioactive pollution is seen in the moss, the lichen and the pines following it with quite lower degrees of radioactive pollution. It has also been examined in these species the iron and uranium amounts.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi Bitkiler, Yerel

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'nin özellikle Kuzey ve Batı bölgesinde yayılış gösteren, bazı alg, liken ve karayosunu ile çam türlerinde Çernobil etkisi 1986 yılından bugüne dek incelenmiştir. Yüksek ayırmalı gama spektrometresi (HPGe) kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde incelenen bitki türlerinde radyoaktif kirlenmenin en çok karayosunlarında ve azalan miktarlarda likenler ve çamlarda olduğu tesbit edilmiştir. Ayrıca bu türlerin demir ve uranyum içerikleri incelenmiştir.

RADYOAKTİVİTE

Kimyasal ve fiziksel olaylardan (basınç, sıcaklık, kimyasal yapı vb.) bağımsız olarak kendiliğinden parçalanan elementlere radyoelement veya radyoizotop adı verilir. Çekirdek dışı koşullara karşı bu duyarsızlık, yani radyoelementlerin içinde buldukları fiziksel ve kimyasal durumlara bağlı olmaksızın bozunma şekli bunların periyodu ve enerjisiyle karakterize edilmesine izin verir. Radyoaktif bir elementin verilen bir miktarının yarısının parçalanması (bozunması) için geçen süreye "Yarılanma ömrü" denir. Aslında bu, radyoaktiflik şiddetinin ölçülmesinde kullanılan zamandır. Radyoelementlerin yarılanma ömrü saniyenin kesirleri ile milyonlarca yıla varan geniş bir zaman aralığında bulunabilir. Yarılanma ömrü birkaç dakika ile birkaç yıl arasında bulunan radyoelementler basit sayılabilecek laboratuvar teknikleri ile saptanabilir ve ölçülebilir. Oysa çok kısa ömürlü ve çok uzun ömürlü çekirdekler için çok ileri tekniklere ve özel önlemlere gereksinim vardır. Radyoaktif bozunma şekilleri sözkonusu çekirdeğe özgü bir özelliktir. Helyum çekirdeklerinin yayınlanması şeklinde kendini gösteren alfa bozunması elektron yakalama süreciyle ve negatron veya pozitron oluşması ve yayınlanması şeklinde görülen beta bozunması ve aynı bir çekirdeğin

enerji seviyeleri arasında geçişler sonucu yayımlanan elektromanyetik ışın şeklinde ortaya çıkan gama bozunması olmak üzere 3 ana radyasyon veya radyoaktif bozunma türü tanımlanabilir. Öte yandan çekirdek enerjisinin bir kısmının çekirdek alanının yörünge elektronlarıyla etkileşmesi sonucu bir elektrona aktarıl原因 onun iyonlaşmasına sebep olan iç dönüşüm ile sadece ağır çekirdeklere gözlenen çekirdek bölünmesi (filyon) diğer bozunma şekilleri olarak yukarıdakilere ilave edilebilir.

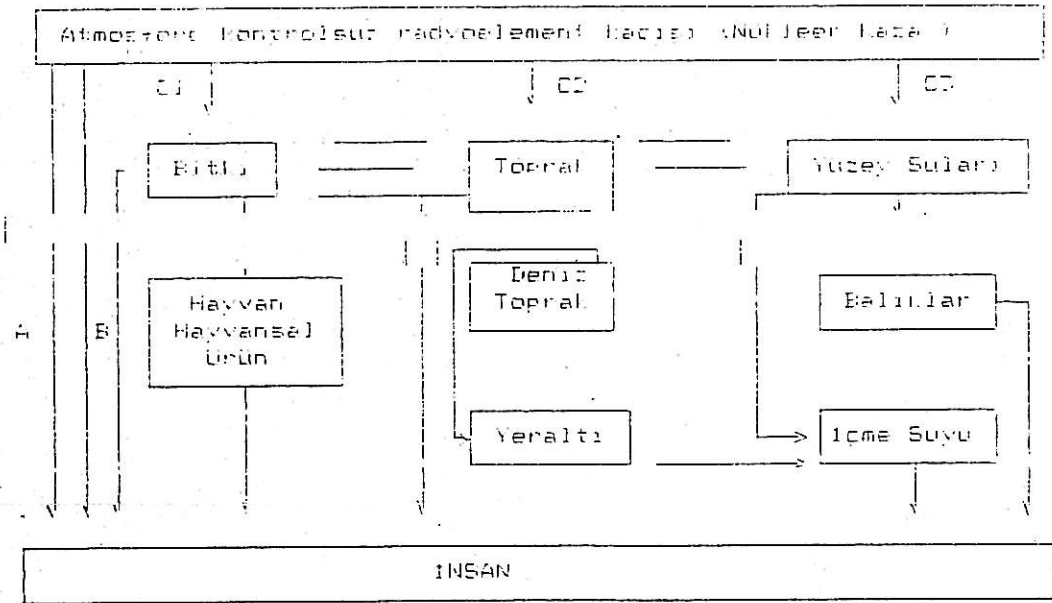
RADYASYONUN CANLILARA GEÇİŞİ

Doğal çevreye kontrolsüz radyoaktivite yayılması halinde radyoelementler insana solunum, dışarıdan ışınlanma ve radyoaktif yağış yoluyla geçer. Bu geçiş değişik yöntemlerle nicelleştirilir. Örneğin Çernobil kazası, nükleer araştırma merkezlerinde veya nükleer santrallarda modelleme ve matematik yöntemler uygulanarak gerçekleştirilen olası kaza analiz çalışmaları ile kıyaslandığında radyasyonun yayılma hızı radyoelement dağılımı ve meteorolojik koşullardaki yerel değişimler bakımından çok büyük farklılık göstermektedir. Bu kazadan sonra çevreye taşınan radyoaktif kirliliğin yapısı ve etki bakımından incelenmesi olası kaza modellerinde önemli bazı değişiklik ve yenilikleri gerektirdi. Bu ise özellikle 131 I ve Sezyum izotoplarının topraktan canlıların beslenme zincirine geçişi ve insana ulaşma hızının yeni bazı kriterlerle ele alınmasını gerektirdi. Radyasyon güvenliği açısından Çernobil kazası ile çevreye yayılan Radyoelementlerin en tehlikesi radyosezyumdur (134 Cs ve 137 Cs). Bunlardan 137 Cs'nin yarılanma süresi oldukça uzun olup (30, 1 yıl) insan tarafından alınması 2 yolla olasıdır;

- a- Doğrudan toprakla temas yoluyla
- b-Gıda maddeleri yoluyla

Bu izotop, suda çözünürlüğünün yüksek olması, tuzlarının kanda kolaylıkla çözünmesi ve dokularda yerleşme özelliği bakımından son derece tehlikeli bir radyoaktif zehirdir. Çernobil kazasından sonra Avrupanın çeşitli bölgelerinde gerçekleştirilen radyoaktif madde miktarı ve radyasyon birikimine ilişkin ölçümler çok büyük farklılıklar göstermektedir. Veriler özellikle kazanın hemen ardından ve izleyen günlerde meteorolojik şartlara bağlı olarak görülen yağmur suyu örneklerine dayanmaktadır.

Bu kaza sonucu insanların 3 ana yoldan radyasyona maruz kalmaları beklenebilir.



Çernobil kazasının kaynaklanan radyoaktif kirlenmenin insana olası geçiş yolları A-solunum B-Dışardan ışınlanma C-Radyoaktif yağış (su ve gıda) tir.

Buna göre atmosferdeki radyoaktif maddelerin solunum yoluyla vücuda alınması toprakta birikmiş radyoaktif maddelerden yayılan radyasyonla doğrudan ışınlanma ve radyoaktif element buluşmuş gıda maddelerin yenmesi yoluyla radyasyonun insana geçişi gerçekleşir. Alınan toplam dozun büyük bölümünü dışardan ışınlanma ve gıda yoluyla gelen radyasyon oluşturmaktadır. Değişik araştırma gruplarınca insanlar üzerinde gerçekleştirilen deneysel çalışmalardan elde edilen bulgular büyük değişiklikler göstermektedir.

MESOS ve GRID modellerine göre yapılan radyasyon haritaları Orta Avrupa için son derecede uyum göstermektedir. Bu haritalara göre Çernobil Nükleer santralının bulunduğu Ukrayna bölgesi dışında İskandinav yarımadası ve Orta Avrupa'da yüksek radyasyon birikimleri olmuştur. Bu bölgelerde ^{131}I birikimi m^2 de 100.000 bekere'li aşmış ve bu değer bazı yörelerde 10^6 Bg/m^2 'ye ulaşmıştır. Keza aynı yörelerde ^{137}Cs aktivitesi 20-140 kBg/m^2 değerlerine ulaşmıştır.

Havadaki radyoelement konsantrasyonunun ölçülmesi ve solunum hızının bilinmesi bu yolla alınacak radyasyon miktarı ile ilgili manuklı tahminler yapmaya uygundur. Avrupa'da ^{131}I solunumu için etkin eşdeğer doz 1-100 mSv oranında değişmektedir. Toprakta birikmiş radyoelementlerden yayılan radyasyonla ışınlanma miktarı birim alandaki radyasyon ölçülerek tahmin edilebilir.

Eşdeğer doz hesaplanmasında kişinin ortalama dışarıda kalış süresi, giyim ve örtünme şekli ile oturlan yerin zırhlama faktörlerini dikkate almak gerekir. Yaklaşık etkin doz Polonya ve İsveç'te 100 mSv düzeyinde olmuştur. Gıda yoluyla alınan radyasyon miktarı özellikle ^{131}I , ^{134}Cs ve ^{137}Cs 'den kaynaklanmaktadır. Bu izotoplardan ^{131}I başlıca yapraklı bitkiler ve sütte bulunmakta ancak ortalama fiziksel yarı ömrü 8,04 gün olduğundan kazadan 2-3 ay sonra kirlenici özelliğini yitirmiş bulunmaktadır. ^{137}Cs izotoplarından gelen dozların tahmini bunların çevrede yıllarca kalması nedeniyle büyük sorun olmaktadır. Bu izotoplar için eşdeğer etkin doz hesaplanmasında doğada kalış süresi ve canlı beslenme zincirindeki çevrimi dikkate alınmaktadır. Şu halde ^{137}Cs aktivitesi yalnızca kazanın olduğu 1986 yılının değil izleyen yıllarında en önemli çevre sorunu sorunu olmuştur. Sezyumun bitki ve hayvanlara geçişi birçok etkene bağlıdır ve ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Bununla birlikte gıda yoluyla alınması olası doz değerlerinin hesaplanmasında geniş örtü oluşturan bitkilerin ^{137}Cs içeriğinin izlenmesi ve bu izotopun bitkide kök-gövde-yaprak-meyva zincirindeki taşınma mekanizmasının bilinmesi özellikle önemlidir. Çok karmaşık olan bu incelemeler Çernobil kazasının birinci yılında ^{137}Cs aktivitesi için doğru doz tahmini yapmayı güçleştirmiştir. Radyoaktif birikimin yüksekçe olduğu Doğu Karadeniz bölgesi çayında yılda kişi başına 1,5 kg çay tüketildiği varsayılarak bu yolla alınması olası ^{137}Cs dozu 210 mSv/yıl yıl olarak hesaplanmaktadır. (Akçay 1988)

kişi

Radyasyon zamanla birikme özelliğine sahiptir. Yani bir insanın ömrü boyunca olabileceği toplam radyasyon dozu 250 Rad olarak hesaplanmıştır. Buna karşılık tekrar etmemek koşulu ile bir insan zorunlu durumlarda saatte 20 Rad şiddetinde radyasyon yayınlanan bir ortamda 1-2 saat kalabilir. Bir radyoelementin yarısının vücuttan atılması için gereken zamana biyolojik yarı ömrü ile sınırlıdır. Buna göre Çernobil felaketinin insana etkisinin incelenmesi, doğal çevrenin kirlenme derecesi bitki ve hayvan beslenme zincirine radyoizotopların girmesi ve bu izotopların vücutta kalış süresi ve mekanizmasında aydınlatılmasını gerektirmektedir.

Bazı algler ağır metalleri absorblayıcı özelliğe sahiptir. Özellikle Ulvaes ordusu üyelerinden bazıları (Ulva lactuca) Cd, Hg, gibi ağır metalleri aşırı derecede biriktirirler. Bu nedenle ekolojik ve fizyolojik özellikler açısından Ulvaes denizlerin sahil kesimlerinde organik ve radyoaktif kirlenmeleri gösteren ümit verici indikatörlerdir. Likenleri oluşturan algler fotosentez yaparlar ve birliğin karbonhidrat gereksinimi sağlarlar. Su ve madensel madde alınması ise mantar hifleri yoluyla gerçekleşir. Ayrıca geniş tallus yüzeylerine likenler besin maddeleri içeren toz partiküllerini absorbe edebilirler. Bu nedenle radyoaktif yağış (fallout) veya zemin sayımı (background) aktivitesini saptamada indikatör bitkiler olarak görülürler.

Likenler, çeşitli radyonüklidlerin yanısıra, radyonüklid olmayan ağır metalleri de bünyelerinde biriktirme özelliğine sahiptirler. Özellikle uzun ömürlü radyonüklidler olan 137-Cs, 90-Sr, 239-Pu ve 230-Pb'nun subarktik ekosistemlerde liken-ren geyiği-insan besin zincirinde çevrimi bir çok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Öte yandan likenlerin petrolün yanmasından kaynaklanan kararlı maddeleri biriktirmesi nedeniyle çevre kirliliğini gösteren indikatör bitkiler oldukları kabul edilmektedirler. Bunun yanısıra doğal radyoaktif bozunma serilerinde oluşan kurşun izotoplarının likenler tarafından yüksek düzeyde absorblandığı saptanmıştır.

Bu olay bir yandan doğal radyoelementlerin likenler tarafından alınması mekanizmasının incelenmesi için verilmekte, diğer yandan radyoaktif kirlenmede likenlerin indikatör olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle, yenen mantarların likenler gibi 137 Cs ve 90 Sr absorbladığı ve bu izotopları bünyesinde biriktirdiği pek çok araştırmacı tarafından tesbit edilmiştir. Bu bilgiler göz önüne alınarak likenlerde simbiyöz birliğini teşkil eden mantarların radyonüklid biriktirmede ne gibi yardımları olabileceği araştırılmıştır. Bir çok makalede mantarların likenlere kıyasla 137-Cs ve 40 K izotoplarını yüksek oranlarda aldıklarını ve bu maddelerin türlere ve substrata bağlı olarak miktarlarının değiştiği belirtilmektedir. Bunun yanısıra 137-Cs'nin topraktan mantara geçişinde toprağın pH değerinin önemli olduğu saptanmıştır. Özellikle Cs iyonları kil mineralleri ile bağlanarak H iyonları ile yer değiştirmektedir. Mantar misellerinin toprağın daha çok killi olduğu alanlarda 137-Cs izotopunu daha zayıf bağladığı görülmektedir. Buna karşılık kilce fakir olan bataklık toprağında 137-Cs'nin yanısıra 40-K, 220-Ra, 7-Be, 238-U, 60-Co ve 125-Sb'unda absorbe edebilirler. Buna karşılık likenler radyonüklid alınmasında daha farklı şekilde davranırlar. Likenler daha ziyade kısa ömürlü olan fizyon ürünlerinden 144-Ce, 95-Zr, 95-Nb vb. radyoizotoplarında önemli ölçüde absorblamaktadır. Öte yandan radyonüklid düzeylerinin coğrafik dağılımı üzerinde yapılmış araştırmalarda özellikle ılıman bölgelerden toplanmış yosun örneklerinden çok yüksek 137-Cs düzeyleri tesbit edilmiştir.

KARAYOSUNLARI

Musciler (karayosunları) çoğunlukla yoğun yastık durumu teşkil ederler. Bu nedenle su absorbsiyonu yapabilirler. Hatta Sphagnum (turba yosunu) ağırlıklarının yaklaşık 7-8 misli suyu absorbe edebilirler. bu nedenle karayosunları havanın neminin yanısıra radyoaktif yağışla gelen bazı radyoizotoplarda absorblama ve bunları biriktirme yeteneğine sahiptirler.

YÜKSEK BİTKİLER VE RADYASYON

Yüksek bitkiler olarak kabul edilen Gymnospermae (açık tohumlu bitkiler) ve Angiospermae (kapalı tohumlu bitkiler) üzerinde radyasyon etkisi oldukça yoğun araştırılmıştır. Pinaceae (çamgiller) familyasına ait Pinus, Abies, Picea türlerinin geniş yapraklı ve yaprak dökmeyen (herdem yeşil) bitkiler olarak, yaprak dökken ağaçlara kıyasla radyonüklidleri tutma kapasitesinin daha fazla olduğu bilinmektedir. Ülkemiz canlı

Çernobil kazasından hangi düzeyde etkilendiği bölümümüzün TUBİTAK, GUAEM ve Fransız Nice Üniversitesi ile gerçekleştirdiği işbirliği sonucu 4 yıl süreyle araştırılmıştır.

MATERYAL

Araştırmada materyal olarak belirli zaman aralıklarıyla toplanan farklı liken türleri (*Pseudevernia furfuracea*, *Parmelia tracticca*, *Leconora muralis*, *Parmelia caperata*, *Cladonia rangiformis*, *Sguamarina cartilaginea*) çam türleri (*Picea orientalis*, *Pinus nigra*, *Pinus brutia*, *Pinus maritima*) karayosunları (*Brachythecium cf. riparioides*, *Anomodon viticulosus*, *Neclera crispa*, *Fissidens cristatus*, *Rhynchostegium cf. riparioides*) alg türleri (*Ulva rigida*, *Cystoseira barbata*) toplandı. İlk örnek Eylül 1986'da Doğu Karadeniz (Trabzon yöresi) ve Ege (İzmir Yöresi) bölgelerinden alındı. Bunlardan özellikle liken ve çam türlerinde dikkate değer radyoaktivite görülmüştür.

Bunun üzerine Çernobil nükleer kazasından kaynaklanan radyoaktif kirlenmenin önemli boyutlarda olabileceği Karadeniz sahil şeridi ve Ege kıyılarının düzenli olarak izlenmesi gerektiği kanısına varılmıştır. Proje kapsamında öngörülen Akdeniz bölgesinden 1988'de alınan örneklerle gerçekleştirilen ölçümlerde dikkate değer kontaminasyon bulunmadığı saptanmış ve bu nedenle anılan bölgenin izlenmesinin gerekli olmadığına karar verilmiştir. Referans bitki türleri olarak seçilen bölgelerde geniş örtü çam ve karayosunları, bir yandan seçilen bölgelerde geniş örtü alanlarını oluşturmakta, diğer yandan literatür bilgilerine göre bazı radyoizotopları (Cs, Sr, vb.) yüksek düzeyde absorblama ve biriktirme özelliği göstermektedir.

Ayrıca bunlar mevsimsel periyodisite göstermediğinden sürekli gözlemi yapmaya olanak sağlamaktadır.

Primitif bitkilerden algler pilot bölge seçilen lokalitelerden ilkbahar ve sonbahar periyotlarında yılda iki kez olmak üzere deniz kıyısından toplanmış ve ele alınan alglerden *Phacophyta* divizyonuna ait *Ulva rigida* türü ise sahile yakın bölgelerde taşlık habitatlardan temin edilmiştir. Örnekler analize imkan sağlayacak düzeyde yaş ağırlığı en az 5 kg olacak şekilde alınmıştır. Örneklerin toplanmasında geniş bir sahil şeridi taranarak toplanan algler harmanlama ve alt gruplandırılmalar yapılarak tek bir örnek haline getirilmiştir. Liken örnekleri substrat olarak alındıkları taş yüzeylerinden veya ağaçlardan kazınarak yeterli miktarda elde edilinceye kadar aynı yöreden toplanmıştır. Likenler aynı bir lokalitenin değişik substratlarından alınarak harmanlanmıştır. Bu bitki grubunun hafif ve hacimli olması nedeniyle yaş örnek miktarı 250 gr ile 1 kg arasında sınırlanmıştır. Proje kapsamında olmamakla birlikte geniş örtü oluşturan ve özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde oldukça yüksek düzeyde radyasyon içeren çam türleri'de araştırma kapsamına alınmıştır. Geniş taç teşkil etmeleri ve literatür bilgilerine göre radyoizotop absorblama özelliği gösteren çamlardan belirli bir alan (100 x 100 m²) lokalite olarak seçilmiştir. Bu alan içerisindeki değişik çamlardan küçük miktarlarda ibrelili uzun sürgünler, toplam 1-2 kg gelecek şekilde kesilerek toplanmıştır. Deniz yosunları ile ilgili ilk ölçümler ve literatür araştırmaları bunların Çernobil kazasından sonraki 1-2 yıllık periyotta dikkate değer ölçüde kontamine olmadığını gösterdiğinden 1988 den sonraki dönemde deniz yosunları değerlendirme dışı bırakılmıştır. Yapılan incelemelerde Çernobil kazasını izleyen günlerde atmosfere salınan radyoaktif maddelerin atmosfer hareketleriyle mesafeye bağlı olarak azalmak suretiyle Türkiye'ye ulaştığı saptanmıştır.

Sadimantasyon, yığılma ve yağmur sularıyla çökme şeklinde özellikle Kuzey Anadolu Trakya ve kısmen Ege sahil şeridine ulaşan radyoizotopların önce toprak yüzeyinde birikirdikleri ve daha sonra besin zinciriyle bitkilere aktardıkları varsayımından hareket edilerek incelenen bitki türlerinin örtü oluşturduğu toprağın analizinin gerekli olduğu düşünülmüştür. Bu düşünce özellikle birkaç yıl süren bir kontaminasyonun

izlenmesi açısından gerekli ve önemlidir. Ancak geniş yüzey örtüsü oluşturan bitkilerin kazadan hemen sonraki aylarda atmosferdeki parçacık halindeki izotopları absorbladığı özellikle 1986 sonbaharında gerçekleştirilen ölçmelerde görülmektedir. Topraktaki radyoaktif kontaminasyon düzeyini saptamak için her türün alındığı lokalitenin yüzey toprağı 2-6 cm derinlikte sıyrılarak 2-5 kg örnekler haline getirilmiş ve bu örneklerden harmanlaşma ve bölme suretiyle 250 gr'lık ölçme numuneleri oluşturulmuştur.

SONUÇ

Proje kapsamında ele alınan bazı alg, liken, karayosunu ve çam türlerinin radyoizotopları alma ve biriktirme özellikleri önemli farklılıklar göstermektedir. Deneysel bulgular bu türlerden karayosunlarının 134-Cs, 137-Cs, ve 40 K izotoplarını en yüksek düzeyde absorbladığını göstermektedir. Karayosunlarından sonra radyoizotop biriktirme özelliği gösteren bitki grubunu likenler oluşturmaktadır. Bu durum literatür verileriyle uyum göstermektedir. Buna karşılık alg türlerinin dikkate değer düzeyde radyoizotop biriktirmediği saptanmıştır. Geniş örtü teşkil eden çam türlerinin özellikle Çernobil kazasını izleyen ilk yıllarda önemli ölçüde Cs izotopları biriktirdiği görülmektedir.

Deneysel çalışmalar sonunda liken türlerinin kendi aralarında farklılık göstermekle birlikte, çam türlerinin yaklaşık 10 katı, karayosunlarının ise likenlerin 2-3 katı Cs 137 biriktirdiği saptanmıştır.

Karayosunlarının diğer türlere kıyasla daha fazla sezium absorblaması bir yandan bu türlerin toprağın hemen üzerinde yastık teşkil etmesi diğer yandan morfoljik özelliğine (yaprakların sık ve çoğunun tüylü yapıya sahip olması ve ağırlığına göre çok geniş örtü teşkil etmesi, yaprakların ağırlığına göre çok daha fazla suyu absorbe edebilme yeteneğine vb.) bağlıdır. Likenler radyoizotopları atmosferdeki tozlar su buharı ve yağmur yoluyla bünyelerine aldıklarından topraktaki radyoizotopları alabilme yeteneğine sahip karayosunlarına kıyasla daha düşük radyoizotop biriktirme özelliğine sahiptirler. Ayrıca karayosunları çok daha gölgeli nem oranı yüksek orman altı florasında yer aldıklarından ağaçlardan yağmur yoluyla yıkanarak gelen radyoizotopları biriktirirler. Öte yandan likenlerde ve karayosunlarında 40 K miktarları incelenmiş ve bu türlerin 40 K miktarlarıyla kıyaslanmıştır. Deneysel verilerden özellikle likenlerin topraktan yeterince 40 K almadığı görülmüştür. Bu durum karayosunları ile likenleri arasındaki Cs absorpsiyon farklılığını açıklamaktadır.

Yapılan incelemelerde geniş örtü alanı oluşturan çamların Çernobil sonrası radyoizotop içeriklerinin önemli sayılabilecek boyutlara ulaştığı deneysel bulgularla belirlenmiştir. Yüksek bitki türleri arasında yer alan çamların radyoaktif yağışla kirlenmesi (kontaminasyonu) özellikle ibreler yoluyla gerçekleşmektedir. Çamların radyoizotop biriktirmesi ibrelerin kserofitik yapıda oluşu stomaların yaprak mezofili içine gömülü oluşu, diğer yaprak dökken ağaçların aksine içine çok daha uzun ömürlü oluşu, v.b. gibi nedenlere bağlıdır. Gerçekten radyoizotopların yaprak mezofiline girişi ve ağacın diğer organları ile köküne taşınması bitki dokusu ile radyoizotop arasındaki kimyasal etkileşmelere ve fizyolojik faktörlere bağlı karmaşık bir olgudur.

Başlangıçta bitki dokusuna gevşek bir şekilde bağlanmış olan radyoaktif parçacıklar yağmur sularıyla veya rüzgarla kolaylıkla bitkiden uzaklaşabilir.

Bitki mezofilinde biriken radyoizotoplar ise yaprakların dökülmesi sonucu toprağa taşınır. Bitkilerin radyoizotopları tutma ve biriktirme kapasitesi örtü genişliğine ve morfolojik yapısına bağlıdır. Çamlar bu bakımdan diğer bitkilere kıyasla daha büyük kapasiteye sahiptirler.

incelenmesi iyot ve Sezyum'un yüksek düzeyde 90 Sr'nın ise oldukça düşük miktarda insana taşıdığı anlaşılmaktadır. Deneysel bulgular proje kapsamında incelenen lokalitelerin 90 Sr izotopu bakımından dikkate değer ölçüde kirlenmediğini göstermektedir. 90 Sr'nın çevreye ulaşan miktarı çok az bitki beslenme yoluyla geçiş faktörü ise düşük olduğundan geniş kapsamlı olarak incelenmesine gerek duyulmamıştır. Söz konusu bitkilerin uranyum ve demir içerikleri incelenerek ağır metaller ve geniş elementlerin biriktirilmesi özelliğini açıklamaya çalışmıştır. Uranyum içeriklerinin çok zayıf oluşu çalışılan bölgelerdeki bitki türlerinin ağır metaller tarafından dikkate değer ölçüde kirlenmediğini göstermektedir. Çernobil nükleer kazası yurdumuzun bazı yörelerinde oldukça önemli düzeyde radyoaktif kirlenmeye neden olmuştur. Radyasyon, çevre kirlenmesi unsurlarının en tehlikesi ve giderilmesi pahalı ve güç alanıdır. Bu tür olguların Türkiye'nin denetimi dışında tekrarlanabileceği düşünülerek radyoaktif yağışın sürekli gözlenebileceği istasyonların kurulması gerekir. Türkiye'ye komşu ülkelerde nükleer teknolojinin yetersiz ve gelişmemiş olmasına karşılık çok sayıda nükleer santral bulunduğu gözönünde tutulursa konunun önemi daha iyi anlaşılabilir.

KAYNAKLAR

- Akçay, H., Ardisson, G., Radioactive Pollution of Turkish biotas one year after the Chernobyl accident. V.Radional. Nucl. Chem, letters. 128, 4, 273-281, 1988.
- Akçay, H., Kesercioğlu, T., Wilmet, F., ardisson, G. An enviromental study in north and west localities of Turkey related to Chernobyl fallout, International conferance on Environmental radioactivity in the Mediterranean Area. Barcelona, May 10.13.1988.
- Akçay, H., Kesercioğlu, T. A Systematic Study on the west Anatolia lichens Related to the Chernobyl Fallout, Doğa. 14, 28-38, 1990.
- Akçay, H., Kesercioğlu, T., Çernobil Nükleer kazasının Karadeniz Sahil Şeridi ve Ege Bölgesinin Bazı Talli ve yüksek Bitkilerin Üzerindeki etkisinin İncelenmesi II. Ululararası Ekooloji ve Çevre Sorunları sempozyumu. Ankara, 1992.
- Eckl, P., Hoffman, W., and Türk, R., Uptake of natural and men-made radionuclides by lichens and mushroom. Radiot. Environ. Biophys. 25, 43-54, 1986.
- Kesercioğlu, T., Akçay, H., Ege bölgesinde yetişen bazı bitkilerin radyoaktif izotop absorpsiyonunun incelenmesi IX. Ulusal Biyoloji kongresi 21-23 Eylül 1988. Cumhuriyet Üniv., Sivas, 1988.
- Kesercioğlu, T., Akçay, H., aysel, V., Karadeniz sahil Şeridi ve Ege Bölgesinin Bazı lokalitelerinde Talli ve Yüksek bitkilerin sezyum ve stronsiyum absorpsiyonunun incelenmesi. XI. Ulusal Biyoloji Kongresi Fırat Üniversitesi Elezağ, 24-27 Haziran 1992.
- Malzahn, D., Tufail, M., Patzelt, P., Chernobyl Radioactivity in Turkish Tea. J.Radional. Nucl. chem., letters, 145, 2, 135-141, 1990.
- Seaward, M.R.D., Heslop, J.A., Green, D., Bylinska, E.A. Recent levels of Radionuclides in lichens from southwest Poland with Particular referance to 134 Cs and 137 Cs. J. Environ, Radioactivity, 7: 123-129, 1988.
- Švoboda, J., Taylor, H.M. Persistence of Cesium-137 in arctic lichens, *Dryas integrifolia* and lake sediments, Arctic and Alpine Research, vol, 11, 1, 95-108, 1979.