

6

20. YILINDA

# ÇERNOBİL

Türkiye’de Çernobil Sonrası  
Radyasyon ve Radyoaktivite  
Ölçümleri



**TÜRKİYE'DE ÇERNOBİL SONRASI RADYASYON  
VE RADYOAKTİVİTE ÖLÇÜMLERİ**

Takım no: ISBN 975-8898-19-1  
ISBN 975-8898-25-6

**Çernobil Serisi No 6**  
**Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Tarafından Basılmıştır.**  
**Nisan - 2006**

**Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'ndan izin alınmaksızın çoğaltılabılır.**  
**Referans verilerek kullanılabilir.**



**TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU**  
Adres : Estiğe Niç Yolu 8 km. 06500 Ankara/Türkiye  
Tel : +90 (312) 287 16 26  
Fax : +90 (312) 285 87 76  
Web : [www.tak.gov.tr](http://www.tak.gov.tr)

## Önsöz

26 Nisan 1986 günü Ukrayna'da Kiev'e 130 km uzaklıkta yer alan Çernobil nükleer güç santralının 4'üncü ünitesinde meydana gelen kaza, tarihin en büyük nükleer kazasıdır. Yüksek radyasyon dozuna maruz kalan insanların bir kısmının hayatını kaybetmesi ile sonuçlanan bu ciddi kaza, kazadan etkilenen ülkelerde sağlık sorunlarının yanı sıra, kriz yönetimine ilişkin sorunlar da gündeme getirmiştir. Bu kaza; sadece eski Sovyetler Birliği'nin değil, kazadan etkilenen pek çok ülkenin de kendi ülkeleri dışında meydana gelebilecek bir nükleer kazanın etkilerini azaltacak önlemleri almakta yetersiz kaldıklarını ortaya çıkarmıştır.

Kazadan sonraki 20 yıl boyunca, konu ile ilgili yetkin uluslararası kuruluşlar ve ülkeler tarafından yapılan çok sayıda bilimsel araştırma ve incelemelerin sonuçları halka ve uluslararası bilim çevrelerine aktarılmıştır. Ancak, aynı soruların halen soruluyor olması konunun yeterince anlaşılmadığını göstermektedir. Bunun en temel nedeni, radyasyonun insanlar tarafından doğrudan algılanamaması ve radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkileri ile ilgili bilgilerin kapsamlı ve karmaşık olmasıdır. Bu durum, psikolojik, ekonomik ve sosyal yönden de önemli kayıplara neden olmuştur ve olmaya devam etmektedir. Ayrıca, kaza ile somut ilgili ortaya konulmadan basında yer alan haberler, ülke yönetimlerine ve nükleer santrallere karşı öfkeli bir toplum yaratmıştır.

Kaza ile ilgili bugüne kadar yayınlanan raporların incelenmesinden görüleceği gibi kuzey yarım kürede yaşayan insanların çoğu Çernobil kazası nedeni ile çeşitli düzeylerde radyasyon dozuna maruz kalmıştır. Kazadan etkilenen değişik nüfus gruplarının aldıkları doz değerleri, kazadan sonraki 20 yıl boyunca yapılan ölçüm ve analizler sonucunda elde edilen veriler kullanılarak çeşitli matematiksel modeller yardımıyla yeniden değerlendirilmiştir.

Kazadan en çok etkilenenler eski Sovyetler Birliği'nde yaşayan insanlar olmuştur. Bugüne kadar yapılan bilimsel ve tıbbi gözlemler; eski Sovyetler Birliği'ndeki kirlenmiş alanlarda kaza sırasında radyasyona maruz kalan küçük çocuklar ve bebekler arasında tiroit kanseri vakalarında önemli bir artış olduğunu ancak lösemi ve diğer kanser türleri, doğum anomalileri, konjenital anomaliler ya da Çernobil kazasına bağlanabilecek radyasyonun sebep olduğu diğer hastalıklarda önemli bir artış olmadığını ortaya koymaktadır.

Ülkemiz, kazadan bir çok Avrupa ülkesi gibi belirli bir seviyede etkilenmiştir. Kaza sonrasında Türk toplumunun alacağı radyasyon dozunu, psikolojik ve sosyal problemleri, ülkenin ekonomik kayıplarını en aza indirmek üzere pek çok çalışma ve bu kapsamda yüz binlerce ölçüm yapılmıştır. Yapılan çalışmaların sonuçları çeşitli raporlarda yer almıştır.

Bu doküman serisi, kazadan 20 yıl sonra, Çernobil nükleer santral kazasının etkilerini en son bilimsel bulgular ışığında yeniden değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır.

*Bu kapsamda; 1000 civarında klasörden oluşan 20 yıllık Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) arşivi taranmış, tüm veriler balkın bilgisine sunulmak üzere elektronik ortama aktarılmış, konu ile ilgili ulusal ve uluslararası yayın ve dokümanlar incelenmiş, doz hesapları en son bulgular ve besap yöntemleri kullanılarak yeniden yapılmıştır. Bu çalışmaların yürütülmesinde, Sağlık Bakanlığı Kanseri Savaş Dairesi Başkanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Maden Tetkik ve Araştırma Genel Müdürlüğü ve Türkiye İstatistik Kurumu'ndan destek alınmıştır.*

*Bu doküman serisinin "Türkiye'de Çernobil Sonrası Radyasyon ve Radyoaktivite Ölçümleri" isimli 6'ncı cildinde; Çernobil nükleer santral kazasından sonra Türkiye Atom Enerjisi Kurumu tarafından yapılan radyasyon ve radyoaktivite ölçüm ve analiz sonuçları ve TAEK arşivlerinde bulunan tüm belge ve raporlardaki veriler ile konuyla ilgili yayınlanmış makalelere dayanarak hazırlanmıştır. Bu belgeler, Trakya ve Doğu Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere ülke çapında yapılan radyasyon ölçümleri, toplanan örneklerde yapılan radyoaktivite analizleri ve ülkemizden ihraç edilen veya ülkemize ithal edilen her türlü gıda maddesinde yapılan ölçüm ve analizlerin sonuçlarını içermektedir.*

*Halkın ve ilgili çevrelerin sorularına cevap verebilmek ve bilim insanlarımızın bu alandaki çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla hazırlanan "20. Yılında Çernobil" isimli bu doküman serisinin ülkemize ve bilim dünyasına yararlı olmasını diliyorum. Bu seri, halen sürdürülen ve gelecekte yapılacak olan çalışmaları içeren yeni ciltlerle devam ettirilecektir.*

*Çernobil kazasının ülkemiz üzerindeki etkilerini tespit etmek ve kaza sonrası gerekli önlemleri almak üzere geçmişten bugüne görev yapan tüm TAEK çalışanlarına ve bu doküman serisinin hazırlanmasında büyük bir özveri ile çalışan TAEK personeline teşekkürlerimi sunarım.*

*Okay Çakıroğlu*

*TAEK Başkanı*

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. DIŞ RADYASYON ÖLÇÜMLERİ.....	2
3. RADYOAKTİVİTE ÖLÇÜMLERİ.....	14
3.1 Hava Radyoaktivite Ölçümleri.....	14
3.2 Yağmur Suyu ve Su Kaynaklarındaki Radyoaktivite Ölçümleri.....	17
3.2.1 Yağmur Suyu.....	17
3.2.2 Göl, Baraj ve Musluk Suyu.....	19
3.2.3 Göl ve Deniz Suyu.....	22
3.2.4 Nehir Suyu.....	24
3.2.5 Sediment.....	25
3.3 Toprak Radyoaktivitesi Ölçümleri.....	26
3.4 Gıda Maddelerinde Radyoaktivite Ölçümleri.....	33
3.4.1 Süt ve Süt Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri.....	34
3.4.2 Etlere Radyoaktivite Ölçümleri.....	44
3.4.3 Sebze ve Meyvelerde Radyoaktivite Ölçümleri.....	46
3.4.4 Tahıl ve Bakliyatın Radyoaktivite Ölçümleri.....	50
3.4.5 Balık ve Su Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri.....	53
3.4.5.1 Balık.....	53
3.4.5.2 Mılye.....	57
3.4.5.3 Deniz salyangozu.....	58
3.4.5.4 Alg (deniz yosunu).....	58
3.4.6 Yağlarda Radyoaktivite Ölçümleri.....	59
3.4.7 Fındık Ürününde Radyoaktivite Ölçümleri.....	61
3.4.8 Baharat Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri.....	66
3.4.8.1 Kekik.....	66
3.4.8.2 Defne.....	68
3.4.8.3 Sumak.....	70
3.4.8.4 Mahlep.....	70
3.4.8.5 Kimyon.....	70
3.4.8.6 Nane.....	70
3.5 Diğer Ürünlerde Radyoaktivite Ölçümleri.....	71
3.5.1 Çay.....	71
3.5.2 Adaçayı Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri.....	80
3.5.3 İhlamur Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri.....	81
3.5.4 Anason Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri.....	82
3.5.5 Tütünde Radyoaktivite Ölçümleri.....	83
3.5.6 Ot ve Saman Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri.....	84
3.5.7 Liken ve Kara Yosununda Radyoaktivite Ölçümleri.....	89
3.5.7.1 Liken.....	89
3.5.7.2 Karayosunu.....	90
4. TÜMVÜCUT YÜKÜ SAYIMLARI.....	92
5. KAYNAKLAR.....	102



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Edirne-Merkezde alınan ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	7
Şekil 2.	3-15/05/1986 Edirne yöresinde alınan ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	7
Şekil 3.	Trakya Bölgesi ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	8
Şekil 4.	İstanbul'da alınan ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	8
Şekil 5.	Marmara Bölgesi ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	9
Şekil 6.	Mayıs 1986 Batı Karadeniz ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	9
Şekil 7.	Doğu Karadeniz Bölgesi ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	10
Şekil 8.	İç Anadolu Bölgesi ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	11
Şekil 9.	Ankara ili ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	11
Şekil 10.	Ege Bölgesi ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	12
Şekil 11.	Doğu ve Güneydoğu Anadolu ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	12
Şekil 12.	Akdeniz Bölgesi ortalama doz hızı ölçüm değerleri.....	13
Şekil 13.	Ankara hava partiküllerinde radyonüklit derişimleri (30 Nisan-17 Mayıs 1986).....	15
Şekil 14.	Ankara hava partiküllerinde radyonüklit derişimleri.....	15
Şekil 15.	İstanbul hava partiküllerinde radyonüklit derişimleri (3-18 Mayıs 1986).....	16
Şekil 16.	İstanbul hava partiküllerinde radyonüklit derişimleri.....	16
Şekil 17.	Ankara yağmur suyunda radyonüklit derişimi.....	17
Şekil 18.	İstanbul yağmur suyunda radyonüklit derişimi.....	18
Şekil 19.	Edirne-Kapıkule ve İstanbul yağmur suyu radyonüklit dağılımı.....	18
Şekil 20.	İstanbul baraj göllerinde radyonüklit derişimleri (04-05.05.1986).....	19
Şekil 21.	İstanbul'a içme suyu sağlayan baraj ve göllerde (A-Alibeyköy, E-Elmalı, Ö-Ömerli, B-BüyükÇekmece, T-Terkos) toplam beta radyoaktivite derişimleri, Mayıs-Haziran 1986.....	19
Şekil 22.	İstanbul musluk suyu <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimleri.....	20
Şekil 23.	İstanbul musluk suyu <sup>131</sup> I radyoaktivite derişimleri.....	20
Şekil 24.	İstanbul musluk suyu 1985-1993 toplam beta radyoaktivite derişimi.....	21
Şekil 25.	Ankara musluk suyunda <sup>137</sup> Cs ve <sup>131</sup> I radyoaktivite derişimleri.....	21
Şekil 26.	Ankara musluk suyu toplam beta radyoaktivitesi derişimi.....	22
Şekil 27.	İstanbul K Çekmece gölünde 1985-1993 döneminde toplam beta radyoaktivite derişimi.....	22
Şekil 28.	İstanbul K Çekmece göl-deniz bağlantı bölgesinde 1985-1992 döneminde toplam beta radyoaktivite derişimi.....	23
Şekil 29.	1985-1993 Marmara Deniz suyu toplam beta radyoaktivitesi derişimi.....	23
Şekil 30.	Batı Karadeniz sahil sularında toplam beta radyoaktivite derişimi.....	24
Şekil 31.	Edirne-Meriç Nehri radyonüklit aktivite derişimi, 04.05.1986.....	24
Şekil 32.	Trakya nehir sularında <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi, 11.07.1986.....	25
Şekil 33.	Nehir sedimentlerinde ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi.....	26
Şekil 34.	Deniz sedimentlerinde ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi.....	26
Şekil 35.	Karadeniz toprağında (0-5cm) 1990 yılı ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimleri.....	29
Şekil 36.	Mayıs 1986 Edirne-Eskikadın Köyü sütlerinde ortalama <sup>131</sup> I ve <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi.....	34
Şekil 37.	Mayıs 1986 Edirne-İsmailce köyü sütlerinde ortalama <sup>131</sup> I ve <sup>137</sup> Cs aktivite derişimi.....	35
Şekil 38.	Mayıs 1986 Edirne-Kemalköy sütlerinde ortalama <sup>131</sup> I ve <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi.....	35
Şekil 39.	Mayıs 1986 Edirne-Yenikadın Köyü sütlerinde ortalama <sup>131</sup> I ve <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi.....	36

Şekil 40.	Mayıs 1986 Ecirne sülterinde ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	37
Şekil 41.	Mayıs 1986 İstanbul-Halkalı Ziraat Okulu sülterinde ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	37
Şekil 42.	Mayıs-Temmuz 1986 İstanbul SEK sülterinde ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	38
Şekil 43.	Mayıs 1986 İstanbul Gülüm sülterinde ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	38
Şekil 44.	Mayıs-Temmuz 1986 Ankara-AOÇ sülterinde ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	39
Şekil 45.	Mayıs-Temmuz 1986 Ankara SEK sülterinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	39
Şekil 46.	Mayıs-Temmuz 1986 Ankara Aytepe yolu sülterinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	40
Şekil 47.	Mayıs-Temmuz 1986 Ankara Çayır - Mera Zooteknik Araştırma Enstitüsü sülterinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	40
Şekil 48.	Mayıs-Temmuz 1986 Ankara Çiftlik yolu sülterinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	41
Şekil 49.	Mayıs-Temmuz 1986 Ankara-Eskişehir yolu sülterinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	41
Şekil 50.	Mayıs-Temmuz 1986 Ankara-Gelbaşı Haymana yolu sülterinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	42
Şekil 51.	Mayıs-Temmuz 1986 Ankara-Samsun yolu sülterinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	42
Şekil 52.	1986 ürünü peynirde ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	42
Şekil 53.	1986-2001 yılları arasında Türkiye den ihrac edilen et ve süt ürünlerinde radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı	44
Şekil 54.	1986-1987 yılları arasında etlerde ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	44
Şekil 55.	1986-1987 koyun etlerinde ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	45
Şekil 56.	1986-2001 yılları arasında Türkiye den ihrac edilen et ve et ürünlerince radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı	46
Şekil 57.	1986 yılı Ankara kıvrık marul örneklerinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	46
Şekil 58.	1986 yılı Ankara maydanoz örneklerinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	47
Şekil 59.	Ankara taze soğan örneklerinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	47
Şekil 60.	Karaböğür örneklerinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	48
Şekil 61.	Sebzelerde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	49
Şekil 62.	Meyvelerde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	49
Şekil 63.	1986-2001 yılları arasında ihrac edilen meyve ve sebzelerin toplam $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	50
Şekil 64.	Elüçay ürünlerinde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	50
Şekil 65.	Eylül 1986 arpalarında $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	51
Şekil 66.	Ihrac edilen mercimeklerde $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	51
Şekil 67.	1986-2001 yılları arasında Türkiye den ihrac edilen tahıl, bakliyat ve unlu gıdalarda radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı	53
Şekil 68.	Pazıklarda ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	54
Şekil 69.	Karadeniz kırsal örneklerinde ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	55
Şekil 70.	Meyvede ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite dengimi	57

Şekil 71.	1986-1987 yılları arasında deniz salyangozunda ortalama <sup>137</sup> Cs aktivite derişimi	58
Şekil 72.	1989 Deniz yosunu (alg) ömeklennde ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	58
Şekil 73.	1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen balık ve su ürünlerinde radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı	59
Şekil 74.	Fındık yağında ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	59
Şekil 75.	Bitkisel yağlarda ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	60
Şekil 76.	1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen yağlarda radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı	61
Şekil 77.	1986 Yılı ortalama fındık <sup>137</sup> Cs ve <sup>134</sup> Cs radyoaktivite denşimi	62
Şekil 78.	1987 yılı fındık örneklerinde ortalama <sup>137</sup> Cs ve <sup>134</sup> Cs radyoaktivite derişimi	65
Şekil 79.	1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen fındıklarda radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı	66
Şekil 80.	Kekiklerde ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişim	67
Şekil 81.	1987 yılında İzmir'den ihraç edilen kekiklerin aylık ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	67
Şekil 82.	1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen kekiklerde radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı	68
Şekil 83.	Temmuz-Ağustos 1986 Ege Bölgesi defnelennde en yüksek <sup>137</sup> Cs ve <sup>134</sup> Cs radyoaktivite derişimi	69
Şekil 84.	Ege Bölgesi Temmuz-86 / Ocak-88 döneminde defne yaprağı <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	69
Şekil 85.	1986-1988 yılları arasında ülkemizden ihraç edilen defnelerde bulunan <sup>134</sup> Cs ve <sup>137</sup> Cs radyoaktivitesi toplamalarının yıllara göre dağılımı	70
Şekil 86.	1986 yılından itibaren ülkemizden ihraç edilen kekik ve defne dışındaki baharatlarda radyoaktivite analizi yapılan örnek sayısı	71
Şekil 87.	1986 Yılı Artvin Bölgesi çaylarında ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	72
Şekil 88.	1986 yılı Rize Bölgesi çaylarında ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	72
Şekil 89.	1986 yılı Trabzon Bölgesi çaylarında ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	73
Şekil 90.	1986 yılı çaylarında ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	73
Şekil 91.	Rize-Gündoğdu'da 1986 yılı birinci sürgün çayda radyonüklit dağılımı	74
Şekil 92.	1987 yılı Doğu Karadeniz Bölgesi çaylarında ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	75
Şekil 93.	1988 Yılı Doğu Karadeniz Bölgesi çaylarında ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite denşimi	76
Şekil 94.	1989 yılı Doğu Karadeniz Bölgesi çaylarında ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	77
Şekil 95.	İllere ve yıllara göre çaydaki ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	78
Şekil 96.	1986-1987 yıllarında piyasadan alınan çaylarda ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	79
Şekil 97.	1986 yılından itibaren ülkemizden ihraç edilen çaylarda radyoaktivite analizi yapılan	80
Şekil 98.	Ege Bölgesi adaçaylarında ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	80
Şekil 99.	1986 yılından itibaren ülkemizden ihraç edilen adaçaylarında radyoaktivite analizi yapılan örnek sayısı	81
Şekil 100.	Ege Bölgesi ıhlamurlarında ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimi	81
Şekil 101.	1986 yılından itibaren ülkemizden ihraç edilen ıhlamurlarda radyoaktivite analizi yapılan örnek sayısı	82

Şekil 102.	Eylül 1986 anason örneklerinde ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite derişimi.....	82
Şekil 103.	Tütünde ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite derişimi.....	83
Şekil 104.	1986 yılından itibaren ülkemizden ihraç edilen tütünlerin radyoaktivite düzeylerine göre örnek sayısı .....	84
Şekil 105.	1986 Yılı ot örneklerinde ortalama $^{137}\text{Cs}$ , $^{134}\text{Cs}$ ve $^{131}\text{I}$ radyoaktivite derişimleri .....	85
Şekil 106.	Samanda ortalama $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite derişimi.....	85
Şekil 107.	1986 yılından itibaren ülkemizden ihraç edilen ot ve samanlardaki $^{134}\text{Cs}$ ve $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivite düzeylerine göre örnek sayısı .....	86
Şekil 108.	1986-2005 tarihleri arasında ülkemizden ihraç edilen gıda maddelerindeki $^{134}\text{Cs}$ ve $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivitesi toplam arının yıllara göre dağılımı.....	87
Şekil 109.	1986-2005 yılları arasında ülkemize ithal edilen gıda maddelerindeki $^{134}\text{Cs}$ ve $^{137}\text{Cs}$ radyoaktivitesi toplam arının yıllara göre dağılımı.....	88
Şekil 110.	TAEK'nun gezici tüm vücut yükü sayım sistemi .....	92
Şekil 111.	Çernobil reaktör kazasından hemen sonra gerçekleştirilen tüm vücut yükü ortalama radyoaktivite ölçüm sonuçları .....	93
Şekil 112.	Çernobil kazası sonrasında yeni doğum yapmış anne ve bebeklerde toplam $^{137}\text{Cs}$ değerleri (Bq tüm vücut) .....	93
Şekil 113.	Edime ili erkek çocuklarda radyoaktivite dağılımı .....	95
Şekil 114.	Edime ili kız çocuklarda radyoaktivite dağılımı.....	95
Şekil 115.	Edime ili erkeklerde radyoaktivite dağılımı .....	96
Şekil 116.	Edime ili kadınlarda radyoaktivite dağılımı .....	96
Şekil 117.	Rize ili tüm vücut yükü değerlerinin yörelere göre dağılımı.....	97
Şekil 118.	Rize ili erkek çocuklarda radyoaktivite dağılımı.....	98
Şekil 119.	Rize ili kız çocuklarda radyoaktivite dağılımı .....	98
Şekil 120.	Rize ili erkeklerde radyoaktivite dağılımı .....	99
Şekil 121.	Rize ili kadınlarda radyoaktivite dağılımı .....	99

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.	Dış radyasyon ölçüm sonuçları.....	3
Tablo 2	13-15 Mayıs 1986 tarihleri arasında Edirne toprak örneklerinde ölçülen radyonüklit derişimleri .....	27
Tablo 3.	Edirne ve çevresinde 1986-1992 yılları arasında yüzey toprağında (0-5 cm) ortalama <sup>137</sup> Cs ve <sup>134</sup> Cs radyoaktivite derişimleri (Bq/kg) .....	28
Tablo 4	1990 yılı Doğu Karadeniz toprak örneklerinde <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişiminin derinlikle değişimi.....	30
Tablo 5	1987-1989 yılları arasında Doğu Karadeniz çay bahçelerinde farklı derinliklerden alınan toprak örneklerinde ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimleri .....	31
Tablo 6.	1990-1992 yıllarında Marmara Bölgesi toprak örneklerinde ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişim değerleri .....	32
Tablo 7	1995 Yılı Ege ve Akdeniz Bölgeleri toprak örneklerinde ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivitesi derişim değerleri.....	32
Tablo 8	Karadeniz Bölgesinde 12-15 Mayıs 1986 tarihleri arasında Ordu ve Samsun'dan alınan süt örneklerinde radyoaktivite derişimleri .....	43
Tablo 9.	Sebze ve meyvelerde 1986 yılı radyoaktivite ölçümleri .....	48
Tablo 10.	Tahıl ve bakliyatla 1986 yılı radyoaktivite ölçümleri .....	52
Tablo 11.	Denizlerde balık midye ve deniz salyangozlarında yapılan radyoaktivite ölçümleri (Bq/kg) .....	56
Tablo 12.	1986 yılı fındık örneklerinde en fazla ve ortalama <sup>137</sup> Cs radyoaktivite derişimleri, Bq/kg .....	63
Tablo 13	Fındık fındık yaprağı ve toprakta <sup>137</sup> Cs ve <sup>134</sup> Cs radyoaktiviteleri toplamı (Bq/kg).....	64
Tablo 14.	1986 yılı çaylarında <sup>137</sup> Cs radyoaktivitesi ölçümleri (Bq/kg) .....	74
Tablo 15.	1987 yılı çaylarında <sup>137</sup> Cs radyoaktivitesi ölçümleri, Bq/kg .....	75
Tablo 16	1988 yılı çaylarında <sup>137</sup> Cs radyoaktivitesi ölçümleri (Bq/kg) .....	76
Tablo 17.	1989 yılı çaylarında <sup>137</sup> Cs radyoaktivitesi ölçümleri (Bq/kg) .....	77
Tablo 18	1989 yılından sonraki çaylarda radyoaktivite ölçümleri.....	78
Tablo 19	Likenlerde Çernobil öncesi ve sonrası Cs radyoaktivitesi derişimleri (Bq/kg) .....	90
Tablo 20.	1989-1991 yılları arasında Doğu Karadeniz ve İstanbul bölgesinden toplanan karayosunu türlerinde <sup>134</sup> Cs ve <sup>137</sup> Cs radyoaktivitesi derişimleri (Bq/kg) .....	91
Tablo 21.	Edirne ve civarında Şubat 1988 yılında yapılan toplam bütün vücut yükü ölçüm sonuçları.....	94
Tablo 22	Rize yöresinde Mart 1988 yılında yapılan toplam tüm vücut yükü ölçüm sonuçları .....	97
Tablo 23.	Kayseri ve civarında Haziran 1988 yılında yapılan toplam bütün vücut yükü ölçüm sonuçları.....	100
Tablo 24.	Ankara ve İstanbul'da Şubat 1988 yılında yapılan toplam bütün vücut yükü ölçüm sonuçları.....	100
Tablo 25.	ÇNAEM'de çalışanların toplam bütün vücut yükü ölçüm sonuçları.....	100



## I. GİRİŞ

Çernobil nükleer santral kazasının Türkiye üzerindeki etkileri, 29 Nisan 1986 tarihinde kaza duyumunun alınmasını takiben TAEK tarafından, 30 Nisan 1986 tarihinde Ankara, İstanbul ve Trakya Bölgesinde yapılan ölçümler sonucunda, çevresel gama radyasyon düzeylerinde yükselmelerin tespit edilmesiyle anlaşılmıştır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMI) ile tesis edilen koordinasyon sonucu alınan bilgiler doğrultusunda TAEK tarafından radyasyon izleme programı başlatılmıştır.

Trakya, Marmara Bölgesi, Karadeniz kıyı şeridi ile Ankara ve İstanbul başta olmak üzere ülke çapında başlatılan radyasyon ölçüm programı, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nun Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi (RSGD), Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ÇNAEM) ve Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ANAEM) tarafından yürütülmüştür. Bu çalışmalar sırasında Türk Silahlı Kuvvetleri ve Sivil Savunma Genel Müdürlüğü'nün imkanlarından da faydalanılmıştır.

Radyoaktif bulutun ülkemizden geçişi sırasında yeryüzüne inen radyoaktivitenin belirlenmesi amacıyla Ankara ve İstanbul'da düzenli olarak alınan hava örnekleri, çeşitli yörelerden alınan su, toprak, ot gibi çevresel örnekler ve indikatör organizmalar ile gıda maddelerinin radyoaktivite analizleri ANAEM'de Nükleer Kimya ve Nükleer Fizik Bölümleri ile ÇNAEM'de Sağlık Fiziki, Radyobioloji ve Endüstriyel Uygulamalar Bölümleri tarafından yapılmıştır. İzmir ve Giresun'da analiz laboratuvarları kurulmuş, Gaziantep, Antakya, Mersin'de mobil radyasyon cihazları hizmete sokularak çevre ve gıdalarda ölçüm ve analizler yapılmıştır. Kişilerin doğrudan ölçülmesi ve kazanın daha sonraki etkilerinin izlenmesi amacıyla ANAEM'de 1 adet sabit, ÇNAEM'de 2 adet sabit ve 2 adet de gezici olmak üzere toplam 5 adet "Tüm Vücut Sayım Sistemi" kullanılmıştır.

Bu seride, Türkiye'de Çernobil nükleer reaktör kazası sonrasında TAEK tarafından gerçekleştirilen radyasyon ve radyoaktivite ölçümleri, arşiv kayıtları esas alınarak grafik ve çizelgeler halinde sunulmuştur. Belirli bir sistematığe uygun olarak değerlendirilen bu veriler halkın alabileceği ilave dozun hesabı için temel oluşturmuştur.

## 2. DIŞ RASYASYON ÖLÇÜMLERİ

Diő radyasyon ölçümleri; hava, su, toprak ve diğer çevresel ortamlarda bulunan radyoaktif izotopların yayınladığı gama radyasyonundan kaynaklanan ışınlamanın  $\mu\text{R/saat}$  cinsinden ölçülen doz hızı değeridir.

Doz hızı ölçümleri; düşük doz değerlerinde yüksek hassasiyete sahip yüksek basınçlı iyon odalı radyasyon ölçüm cihazları (Reuter-Stokes) ve Geiger-Müller tipi cihazlar kullanılarak yerden 1 metre yükseklikte yapılmıştır. Kaza öncesi ülkemizde bölgelere göre 5-22  $\mu\text{R/saat}$  civarında olan doğal fon radyasyonu düzeyleri, 29 Nisan 1986 tarihinden itibaren yükselmeye başlayarak 4-7 Mayıs 1986 tarihleri arasında en yüksek değerine ulaşmıştır. DMI Genel Müdürlüğünden elde edilen bilgiler doğrultusunda başlatılan radyasyon izleme ve ölçüm programları sonucunda, 30 Nisan 1986 tarihinden itibaren ölçülen radyasyon düzeyleri Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'de yer alan değerler, doğal radyasyon düzeylerini de içermektedir.

**Tablo 1**'den görüldüğü gibi Trakya'nın Edirne çevresi, Düzce-Akçakoca hattı ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde tarla, mera, çeltik alanı, çay ve fındık bahçeleri ve yerleşim yerlerinde ölçülen diő radyasyon değerleri, yağmur miktarına bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Kapıkule genelinde 3-5 Mayıs 1986 tarihleri arasında yapılan diő radyasyon ölçümlerinde; Kapıkule gümrüklerde 55  $\mu\text{R/saat}$ , gümrük girişinde 100  $\mu\text{R/saat}$ , gümrük çıkışı 10. km'de 45-50  $\mu\text{R/saat}$ , gümrük içi su birikintisinde 180  $\mu\text{R/saat}$ , su birikintisinin yanındaki toprak alanda 79-80  $\mu\text{R/saat}$ , PTT önünde 41-44  $\mu\text{R/saat}$ , TIR parkında 68-70  $\mu\text{R/saat}$ , TIR parkındaki su birikintisinde 108-116  $\mu\text{R/saat}$ , su birikintisinin hemen yanındaki toprak üzerinde 79-80  $\mu\text{R/saat}$ , Edirne-Kapıkule 5. km asfalt üzerinde 37-38  $\mu\text{R/saat}$ , toprak üzerinde 96-98  $\mu\text{R/saat}$  bulunmuştur. Tablo 1'de Türkiye genelinde yapılan tüm ölçümler yer almamış, sadece ölçüm değerlerinin yüksek olduğu yerler ile örnek olması açısından diğer büyük yerleşim alanlarına yer verilmiştir.

Tablo 1. Dış radyasyon ölçüm sonuçları

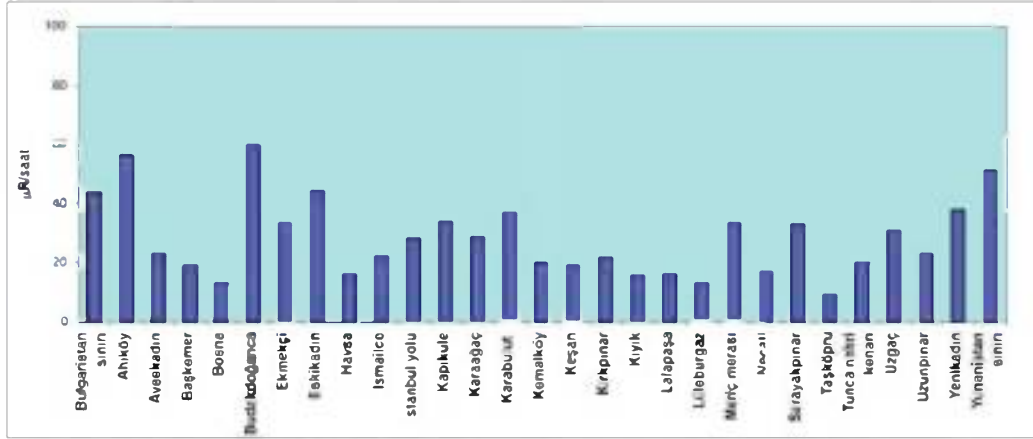
Tarih	Ölçüm Yapılan Yer	Doz Mz (µR/ saat)	Tarih	Ölçüm Yapılan Yer	Doz Mz (µR/ saat)
<b>1) TRAKYA MARMARA FGF BÖLGESİ</b>					
30/10/1986	İstanbul Edirne	8.17		Eskişehir Köyü	45.85
31/10/1986	İstanbul Edirne	8.17		Yeniköprü Köyü	65.70
2/11/1986	İstanbul Edirne	8.88		Betötek	36.86
	Kamburcaz Sırtı	0.31		Hayretli	20.25
	Kınalıkaplı	36.17		Kınalıköy	55.34
	Çarşamba	29.30		Tekreç	3.34
	Firmez	20.21		Sivri	11.11
3/11/1986	İzmit	0.11	25/11/1986	İzmit	6.44
	Kudret	0.15		Erme	18.9
	Erme	36.30		Eskişehir Köyü	37.88
	Kapıkule Gümrükleri	41.07		Yeniköprü Köyü	81.83
	Kapıkule Sınır Kontrol Yeri	10.18		Doğruca Köyü	36.07
	İstanbul	2.4		Doğruca Köyü mezar	77.73
4/11/1986	Çorlu	3.4		İstanbul	5.8
	Babaeski Herat Köyü	17.8	9/11/1986	Erme	18.51
	Erme	9.71		Kapıkule Çarşısı	33.81
	Kapıkule	40.55		Tunca Nehri kenarı	9.70
	İzmit	0.17		Ahıncık	17.8
	Yazlık	0.11		İstanbul	6.17
	Arslan	8.11		Çorlu	18.70
	Kırcaali	13.33		Tokmeç	5.28
	Sarımsak	8.5		Sivri	6.8
	Ahıncık	3.4		Kapıkule Çarşısı	5.6
	Uzunköy	10.8		İstanbul Topkapı	16.17
	İzmit	11.03	10/11/1986	İstanbul Kızıllıca Sınır	3.4
	İstanbul	8.5		Erme	7.8
5/11/1986	İzmit	0.11		Fakkarın Köyü	78.30
	Azrak	36.30		Kapıkule	36.34
	Alınca	24.25		Sarımsak	20.77
	Ayvalık	19.70		Doğruca Köyü	40.45
	Ecehan	17.8		İstanbul	0.4
	Firne	25.26		İzmit	0.4
	Çarşaba	16.26	25/11/1986	Erme	9.17
	İzmit	8.10		Kapıkule	6.70
	Gönen	15.8		Eskişehir Köyü	8.9
	Ahıncık	11.17		Sarımsak	8.7
	Erme	36.30		İstanbul Köyü	3.4
	Kapıkule Çarşısı	100.70		Doğruca Köyü	8.26
	Kapıkule Gümrükleri	40.70		İstanbul	30.30
	Yıldırımca	56.56	26/11/1986	Erme DSİ damı	8.17
	Bağcıbaşı	94.98		Erme DSİ	3.11
	Doğruca Köyü mezar	45.18		Erme çarşısı	36.30
	Fakkarın-Yeniköprü Köyü mezar	56.80		Març Naranlığı	4.5
	Fakkarın Köyü	56.56		Kapıkule Çarşısı	8.10
	İstanbul	8.70		Fakkarın Köyü çarşısı	17.70
6/11/1986	Erme	77.74		Eskişehir Köyü DSİ	17.70
	Sarımsak	47.30		Yeniköprü Köyü çarşısı	17.70
	Ahıncık-Kapıkule mezar ve sınır kontrolü ile Pasajı	45.90		Yeniköprü Köyü DSİ	17.70
	İzmit-Sarımsak Havza Köyü	5.70		Kapıkule DSİ damı	13.20
	Keskin	36.30		Kapıkule çarşısı	36.17
	Malkara	26.26		İzmit	8.17
	Sarımsak	36.30		İstanbul Köyü	12.8
	İstanbul	17.70		Sarımsak Köyü	13.8
	Çarşaba	36.17		Doğruca Köyü	36.30
	Göhisli	11.20		Doğruca Köyü çarşısı	36.30
	Boca	36.30		Kızıllıca Köyü	6.17
	Gönen	4.9		Arslan Köyü	6.17
	Bircime	10.11		Uzunköy Köyü	36.30
7/11/1986	Erme	2.8		Uzunköy Köyü mezar	78.30
				Kamburcaz Köyü	11.11

Tarih	Organ Yetken Yet	Dev. Hiss. (R. G. 2000)	Tarih	Öd. ve Y. yetk. (Yen)	Dev. Hiss. (R. G. 2000)
	Beyza Kaya	12-12		Beyza	12-12
	Fazile Kaya	12-12		Beyza	12-12
	Sirri Akdeniz B. K. Karabolu	12-12		Beyza	12-12
	Buğra Sarı	23-25	11/11/1988	Beyza	12-12
	Fatih Sarı	23-25		Beyza	12-12
	Kirazlı	9-10		Beyza	12-12
1987	İstanbul	9-10		Beyza	12-12
1988	İstanbul	9-10		Beyza	12-12
	Fatih	9-10		Beyza	12-12
	Kirazlı	9-10		Beyza	12-12
	Tekir	9-10		Beyza	12-12
	Canakkale	9-10		Beyza	12-12
	Arsiz	9-10		Beyza	12-12
	Bahadır	9-10		Beyza	12-12
	Mansur	9-10		Beyza	12-12
	İzzet	9-10	12/11/1988	Beyza	12-12
	Kutahya	9-10		Beyza	12-12
1988	İstanbul	9-10		Beyza	12-12
	Edime	10-12		Beyza	12-12
	Canakkale	10-12		Beyza	12-12
11/12/1990	Edime	8-10		Beyza	12-12
	Buğra Sarı	10-12		Beyza	12-12
	Mehmet N. Karabolu	8-10		Beyza	12-12
	İzzet	8-10		Beyza	12-12
	Canakkale	8-10		Beyza	12-12
1991	İstanbul	8-10		Beyza	12-12
12/11/1992	Edime	8-10		Beyza	12-12
	Mehmet N. Karabolu	8-10		Beyza	12-12
	T. N. Karabolu	8-10		Beyza	12-12
	İzzet	8-10		Beyza	12-12
	Canakkale	8-10	11/11/1991	Beyza	12-12
10/11/1992	Enez Edime	12-12		Beyza	12-12
	Edime	8-10		Beyza	12-12
	İstanbul	7-10		Beyza	12-12
<b>BİRARADEN 2 BELGES</b>					
28/11/1986	Akçakoca	8-10		Beyza	12-12
30/11/1986	Akçakoca	8-10		Beyza	12-12
1/11/1986	Akçakoca	7-10		Beyza	12-12
3/11/1986	Akçakoca	8-10		Beyza	12-12
	Mehmet	29-30		Beyza	12-12
	Akçakoca	26-27		Beyza	12-12
	Bolu	29-30		Beyza	12-12
4/11/1986	Karabolu	10-12		Beyza	12-12
	Akçakoca	11-12		Beyza	12-12
	Düzce	11-12		Beyza	12-12
	Bolu	8-10		Beyza	12-12
	Canakkale	12-12		Beyza	12-12
	Kütahya	12-12		Beyza	12-12
5/11/1986	Akçakoca	23-24		Beyza	12-12
6/11/1986	Düzce	10-12		Beyza	12-12
8/11/1986	Akçakoca	10-12		Beyza	12-12
9/11/1986	Düzce	7-8		Beyza	12-12
	Akçakoca	10-12		Beyza	12-12
	Canakkale	9-10		Beyza	12-12
	Akçakoca	7-8		Beyza	12-12
	Mehmet	8-10		Beyza	12-12
10/11/1986	Düzce	10-12		Beyza	12-12
	Bolu	11-12		Beyza	12-12
	Gerece	11-12		Beyza	12-12
	Karabolu	10-12		Beyza	12-12
	Sakarya	11-12		Beyza	12-12
	Kastamonu	9-10		Beyza	12-12
	Togay	9-10		Beyza	12-12
	İçmeler	12-12		Beyza	12-12



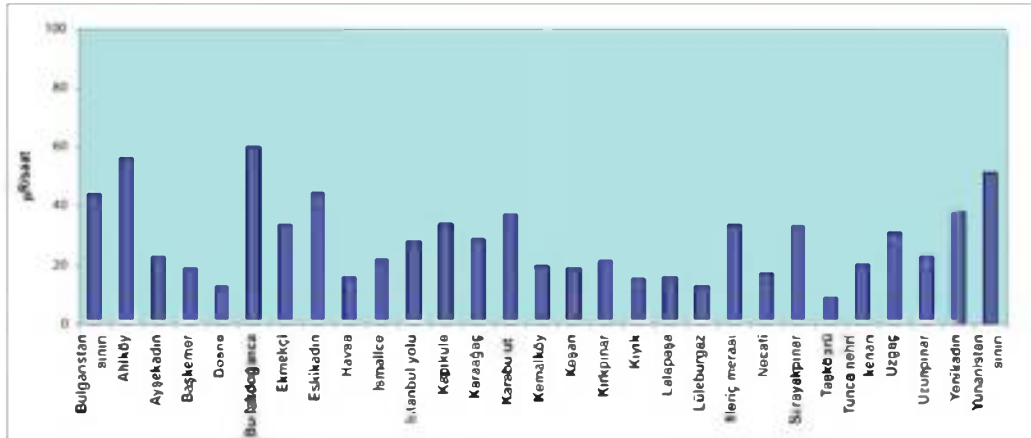
Tarih	Okum Yaglan Yeri	Doz Mikti (g/Risale)	Tarih	Okum Yaglan Yeri	Doz Mikti (g/Risale)
	Rize Cumhuriyet Çay Fabrikası çimen	8.8	03/08/2004	Sirinte Evliya Dede Çay Faketeleme Fabrikası	8-10
	Sakurdağ Çay Fabrikası çay bahçesi	18-19		CNAEM Çay	7-8
	Sakurdağ Çay Fabrikası toprak	26-27	01/03/2005	Ardahan - 10. Köyü çimen	7-8
	Sakurdağ Çay Fabrikası çimen	14-15	<b>1) IÇ ANADOLU BÖLGESİ</b>		
	Çayın Eğin Fakültesi Ankara çay bahçesi	15-16	30.01/1986	Ankara	0-1
	Çayın Eğin Fakültesi Ankara çay bahçesi	17-18	15/5/1986	Ankara	11-12
	Çayın Eğin Fakültesi Ankara çimen	18-19	4/5/1986	Ankara	11-12
	1.Sınıf Sevirmeli Müd. N. O. Ankara çay bahçesi	16-17	5/5/1986	Ankara	12-14
	1.Sınıf Sevirmeli Müd. N. O. Ankara çay bahçesi	19-20		Karaman	13-14
	1.Sınıf Sevirmeli Müd. N. O. Ankara çimen	21-22		Konya	13-14
30/10/2003	Kemapaşa Çay Fabrikası taze çimen	13-14	6/5/1986	Ankara	13-14
	Kemapaşa Çay Fabrikası taze çimen toprak	8-9	7/5/1986	Ankara	13-14
23/10/2004	Mışık Çay Fabrikası çay bahçesi	8.8	17/5/1986	Ankara	14-15
	Kemapaşa Çay Fabrikası çay bahçesi	9-10	14/5/1986	Çorum	14-15
	Toprak Çay Fabrikası çay bahçesi	7.8		Samsun	14-15
	Arpa Çay Fabrikası çay bahçesi	15-17		Kırıkkale	14-15
	Franke Çay Fabrikası çay bahçesi	9-10		Ankara çay bahçesi	14-15
	Sarı Çay Fabrikası çay bahçesi	7.8		Ankara Çay Bahçesi	17-18
	Ardahan Çay Fabrikası çay bahçesi	7-8	15/5/1986	Ankara Fakültesi	14-15
	Faberi Çay Fabrikası çay bahçesi	15-17	1986	Ardahan	0-1
	Melzi Çay Fabrikası çay bahçesi	8-10		Çorum	11-12
	Micrahan Çay Fabrikası çay bahçesi	15-17		Tokat	0-1
	Sakurdağ Çay Fabrikası çay bahçesi	8.8	<b>2) DÜNYA ANADOLU, GÜNEY DOĞU ANADOLU, AKDENİZ BÖLGESİ</b>		
	Aykar Çay Fabrikası çay bahçesi	8.8	6/5/1986	Ardahan	0-1
	Çayın Çay Fabrikası çay bahçesi	9-10		Mars	8-9
	Çarşamba Çay Fabrikası çay bahçesi	8.8	25/11/1986	Ankara	6-7
	Çimrihan Çay Fabrikası çay bahçesi	8.8		Mars	8-9
	Ana Yemir Ulaştırma İşletmesi Ege	6-7		Ardahan	8-9
	On Yemirhan Çay Fabrikası	7.8		Diyarbakır	7-8
	Sarıhan Çay Fabrikası çay bahçesi	9-10		Samsun	15-16
	Elvan Çay Fabrikası çay bahçesi	8.8		Mars	6-7
	Zirve Çay Fabrikası çay bahçesi	9-10		Enca	15-16
	Sarıhan Çay Fabrikası çay bahçesi	9-10		Mars	8-9
	Ortaçay Çay Fabrikası çay bahçesi	8.8		Fazl	6-7
	Tersane Çay Fabrikası çay bahçesi	8.8		Erciyan	8-9
	Taşlı Çay Fabrikası çay bahçesi	9-10		Frunum	12-13
	Kabakdere Çay Fabrikası çay bahçesi	8.8		Ard	13-14
	Kardın Çay Fabrikası çay bahçesi	9-10		Kars	12-14
	Kalecik Çay Fabrikası çay bahçesi	9-10		İğdir	8-9
	Yerpe Çay Fabrikası çay bahçesi	9-10	1985	Kars	13-14
	Çemil Çay Fabrikası çay bahçesi	8.8		İç	9-10
	Karabük Çay Fabrikası çay bahçesi	0-1	1990	Kars	11-12
	On Çay Fabrikası çay bahçesi	7.8		İç	11-12
	Arslan Çay Fabrikası çay bahçesi	8-9			

Dış radyasyon ölçümlerinin bölge ve bazı yerleşim birimlerine göre ortalama dağılımları aşağıdaki şekillerde verilmiştir (**Şekil 1 - 12**).

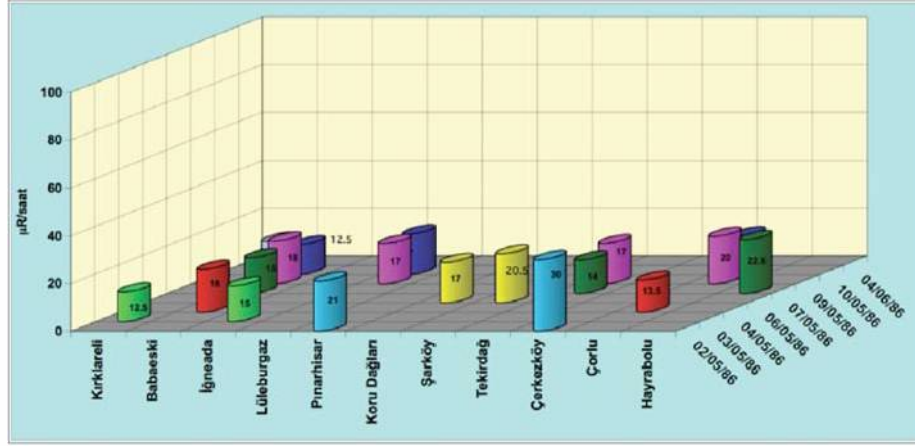


**Şekil 1.** Edirne-Merkezde alınan ortalama doz hızı ölçüm değerleri.

**Şekil 1**'den görüldüğü gibi Edirne'de dış radyasyon ölçüm değerleri Mayıs ayı sonunda doğal fon radyasyon düzeyine inmiştir. Bunun nedeni, bölgede ilk olarak gözlenen kısa yarı ömürlü <sup>131</sup>I ve <sup>137</sup>Te gibi radyoaktif izotopların ömürlerini hemen hemen tüketmesi nedeniyle radyoaktivite değişimlerinin azalmasıdır. **Şekil 2**'de Edirne kırsalında birbirine yakın yerleşim birimleri ve meralardaki (**Şekil 3**'de) Trakya bölgesindeki radyasyon ölçüm değerleri verilmiştir.



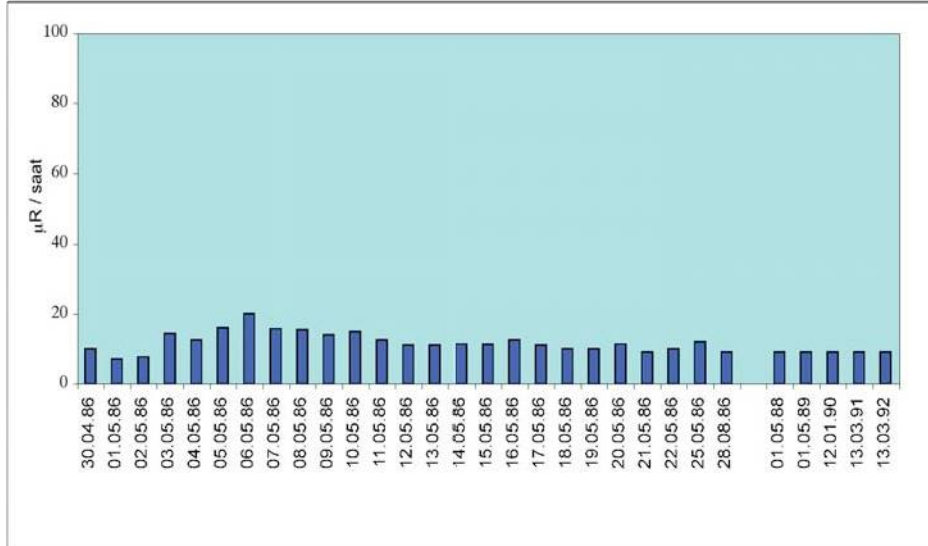
**Şekil 2.** 3-15/05/1986 Edirne yöresinde alınan ortalama doz hızı ölçüm değerleri



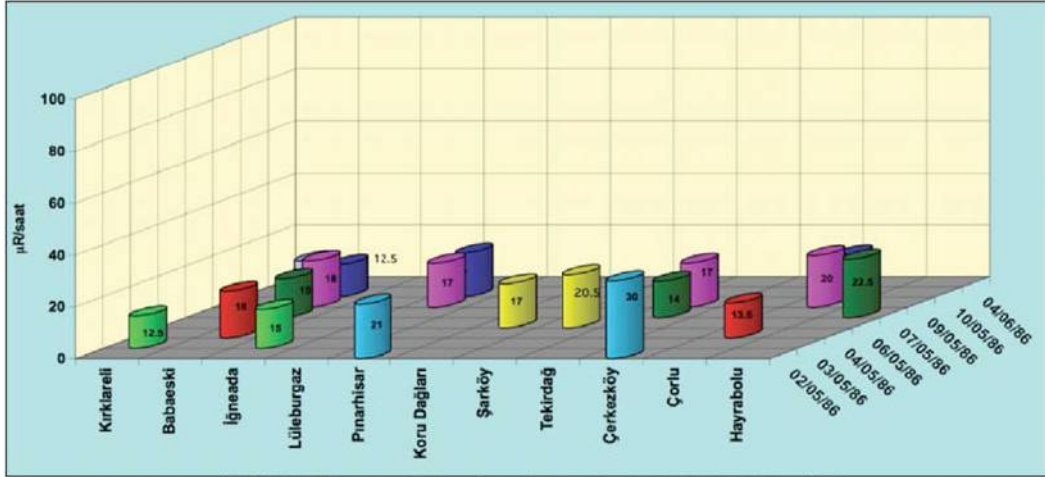
Şekil 3. Trakya Bölgesi ortalama doz hızı ölçüm değerleri.

İstanbul'da dış radyasyon ölçüm değerleri 6 Mayıs 1986 tarihinde en üst seviyesine ulaşmış ve bu tarihten itibaren azalarak Mayıs ayı sonunda normal değerine inmiştir. Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6'da Marmara ve Batı Karadeniz bölgesindeki radyasyon ölçüm değerleri verilmiştir.

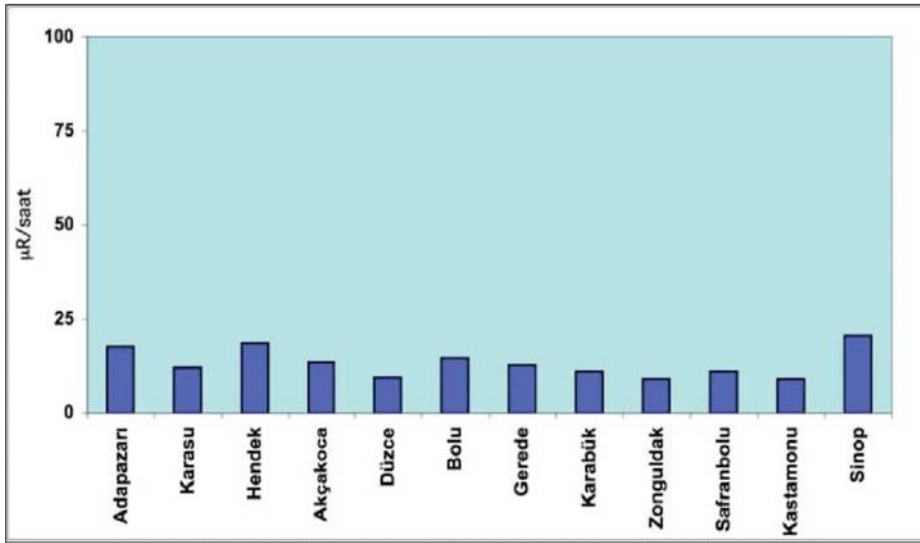
Mayıs 1986 Batı Karadeniz'de ortalama radyasyon ölçüm değeri  $13 \mu R/\text{saat}$  iken aynı tarihlerde, bu değerler doğuya doğru gidildikçe artmaktadır; Samsun merkez  $17 \mu R/\text{saat}$ , Trabzon merkez  $19 \mu R/\text{saat}$ , Giresun merkez  $33 \mu R/\text{saat}$ , Ordu merkez  $35 \mu R/\text{saat}$ , Rize merkez  $84 \mu R/\text{saat}$ , Artvin-Arhavi  $79 \mu R/\text{saat}$  (Şekil 7-Şekil 12).



Şekil 4. İstanbul'da alınan ortalama doz hızı ölçüm değerleri.



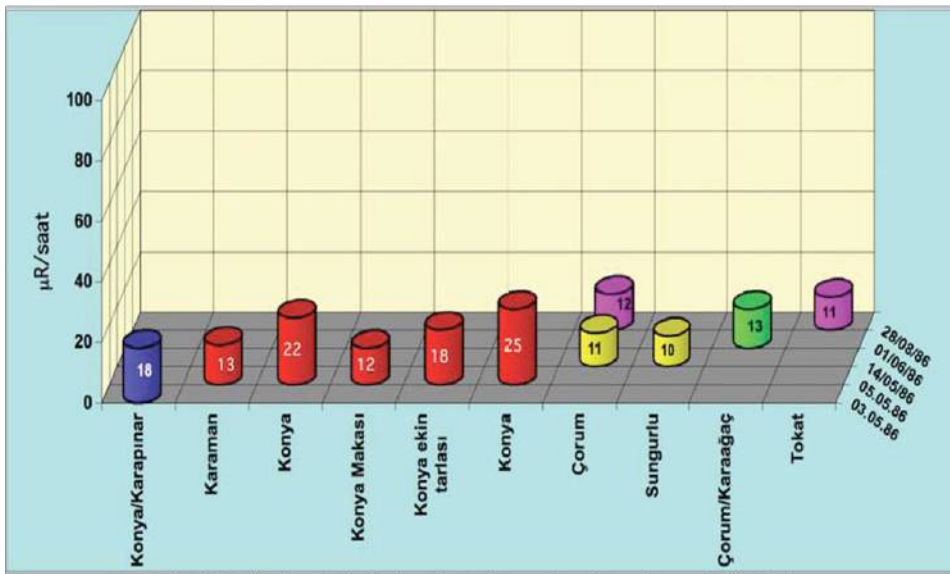
Şekil 5. Marmara Bölgesi ortalama doz hızı ölçüm değerleri.



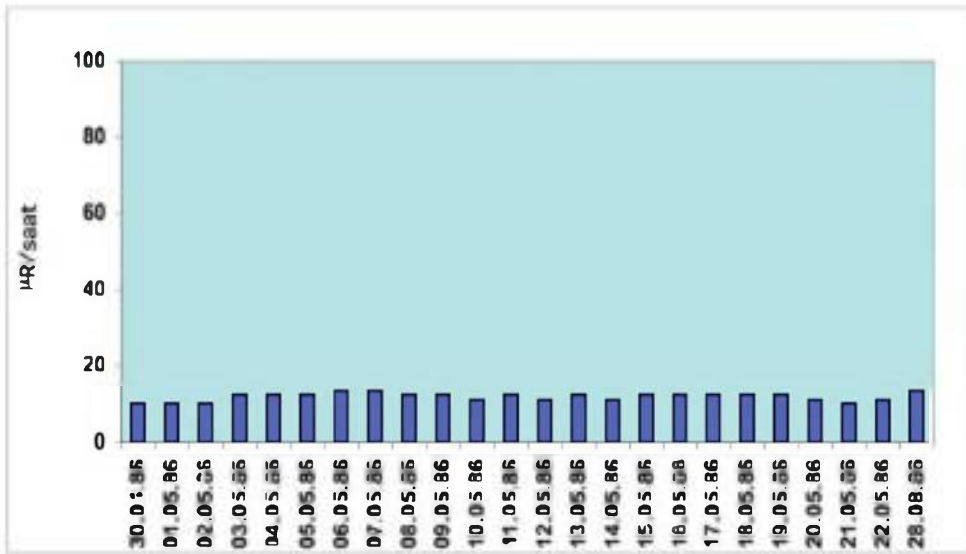
Şekil 6. Mayıs 1986 Batı Karadeniz ortalama doz hızı ölçüm değerleri.



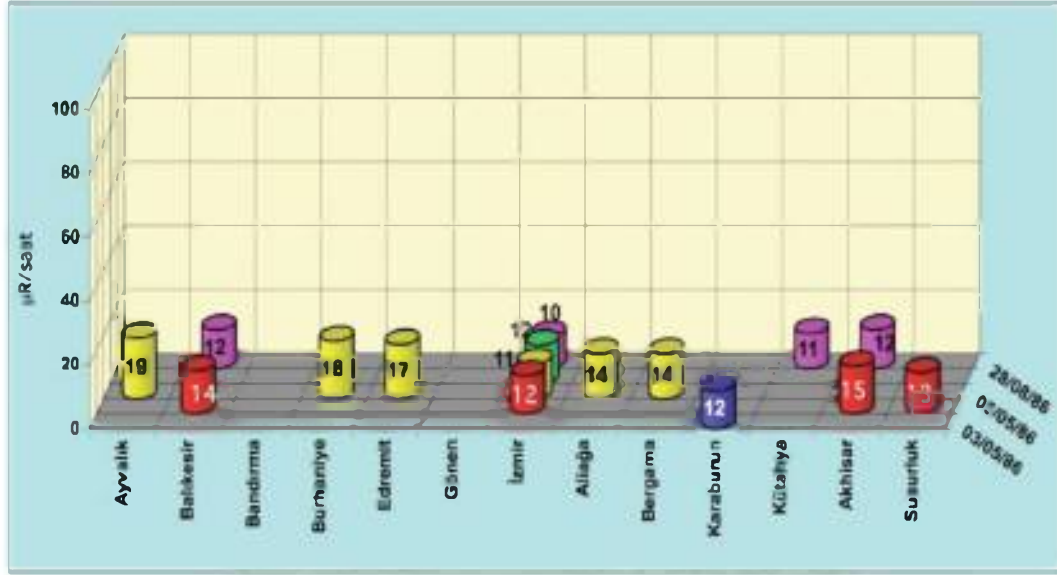
İç Anadolu Bölgesinde ölçülen ortalama doz hızları 10-30  $\mu\text{R/saat}$ . Ankara'da 10-15  $\mu\text{R/saat}$  olarak bulunmuştur (**Şekil 8**, **Şekil 9**). Ege Bölgesinde en yüksek doz hızı ölçüm değeri Balıkesir yöresinde 17-19  $\mu\text{R/saat}$ , diğer yörelerde ise 12-15  $\mu\text{R/saat}$  olarak bulunmuştur (**Şekil 10**). Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgelerindeki doz hızı ölçüm değerleri **Şekil 11** ve **Şekil 12**'de gösterilmiştir. Şekillerden görüleceği gibi bu bölgelerde ölçülen doz hızı değerleri 12-14  $\mu\text{R/saat}$  aralığında bulunmaktadır.



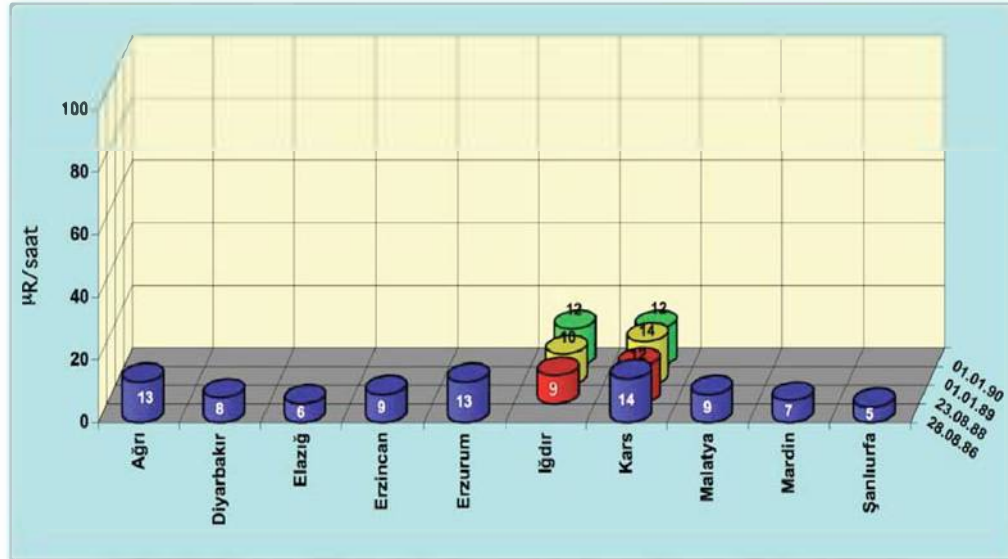
Şekil 8. İç Anadolu Bölgesi ortalama doz hızı ölçüm değerleri.



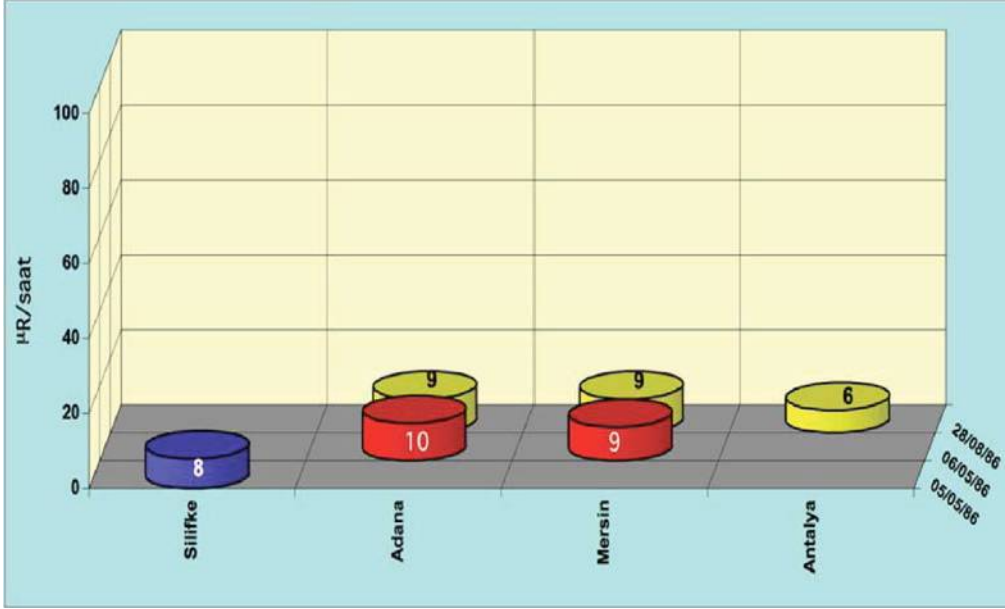
Şekil 9. Ankara ılı ortalama doz hızı ölçüm değerleri.



Şekil 10. Ege Bölgesi ortalama doz hızı ölçüm değerleri



Şekil 11. Doğu ve Güneydoğu Anadolu ortalama doz hızı ölçüm değerleri.



Şekil 12. Akdeniz Bölgesi ortalama doz hızı ölçüm değerleri.

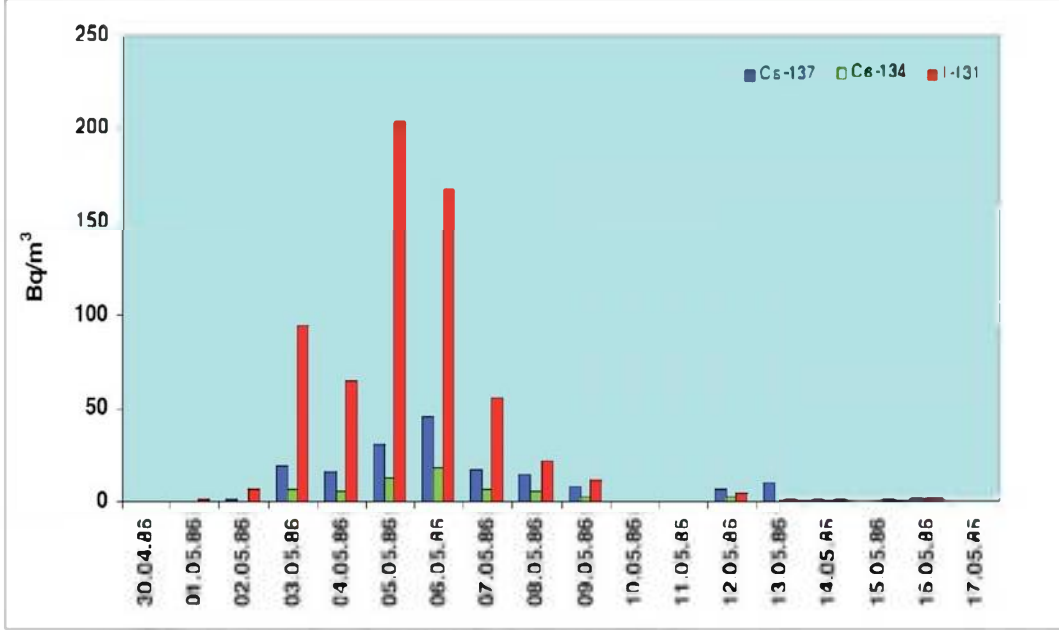
### 3. RADYOAKTİVİTE ÖLÇÜMLERİ

#### 3.1 Hava Örneklerinde Radyoaktivite Ölçümleri

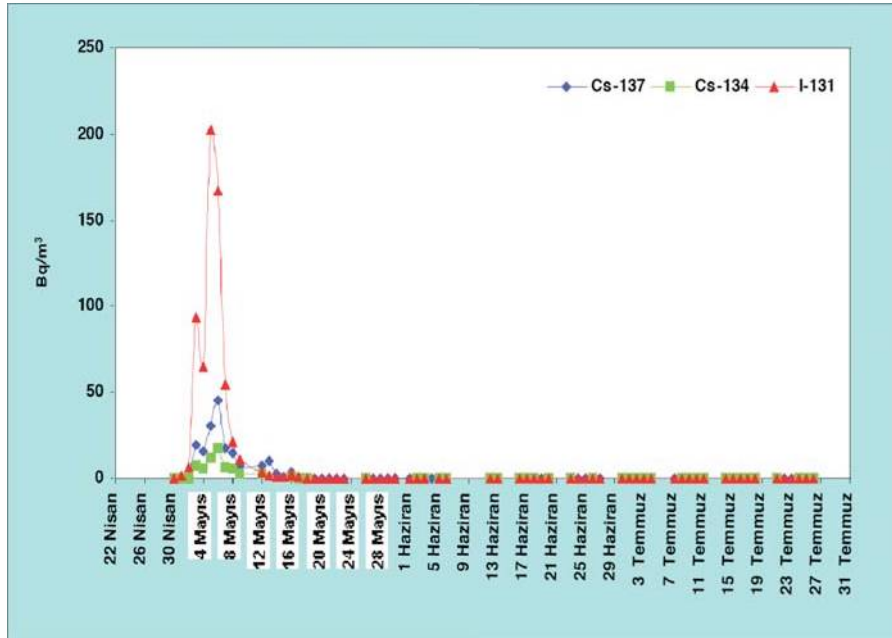
Hava partiküllerinde bulunan radyoaktif izotoplar yerden 1 metre yükseklikteki pompa ile günde yaklaşık 80 m<sup>3</sup> hava emişi yapılarak filtre kağıdında tutulmuştur. Filtre kağıdı (Whatman 42) üzerinde tutulan hava partiküllerinde gama izotopik analizleri yapılmıştır. Gama izotopik analizlerinde HPGe detektörlü gama spektrometreleri kullanılmıştır.

Çernobil nükleer santral kazası öncesinde de hava örnekleri, normal çevresel radyoaktivite ölçüm programı uyarınca günlük olarak toplanmakta, radyoaktiviteleri ölçülerek Bq/m<sup>3</sup> cinsinden radyoaktivite derişimleri tayin edilmekteydi. ANAEM ve ÇNAEM'de bu ölçüm programı uyarınca günlük olarak ölçülen havadaki radyoaktivite değerlerinde 29-30 Nisan 1986 ölçümlerindeki artışlarla radyoaktif serpentinin ülkemize gelişi gözlenmiştir. Bu tarihten itibaren ANAEM ve ÇNAEM'de toplanan hava örneklerinde giderek artan radyonüklit derişimi ölçülmüştür. Hava partiküllerinde gözlenen radyoaktivite düzeyi ÇNAEM'de 3 Mayıs, ANAEM'de 4 Mayıs tarihinde en yüksek değerine ulaştıktan sonra hızla azalarak 13 Mayıs tarihinden itibaren normal düzeyine inmiştir.

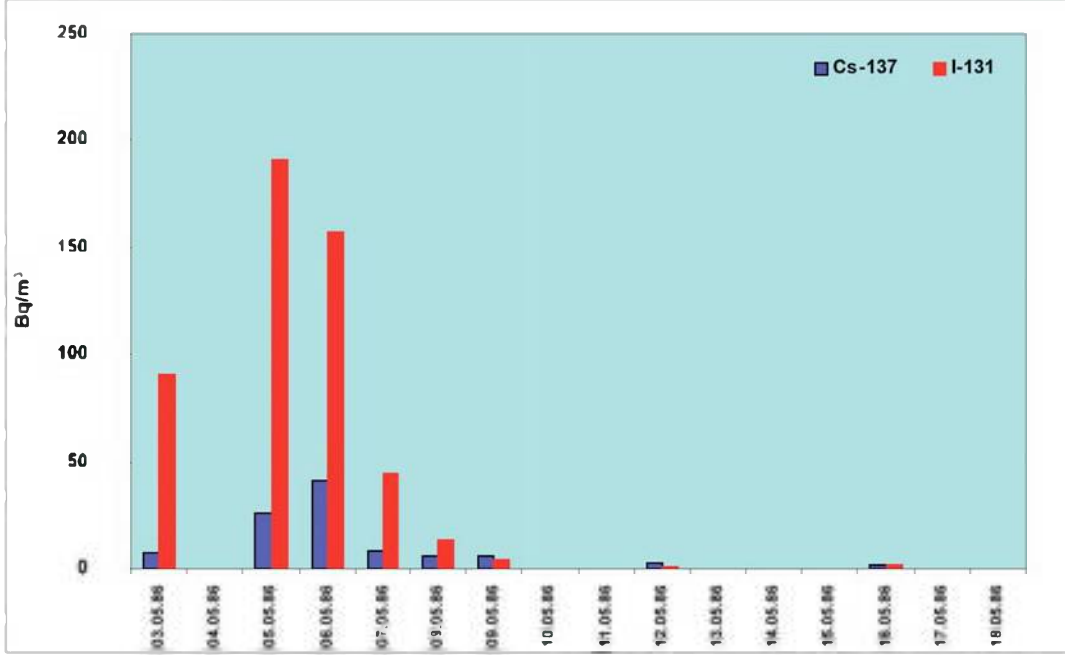
Ankara-ANAEM'de 30 Nisan-17 Mayıs 1986 ve 25 Nisan-2 Ağustos 1986 tarihleri arasında ölçülen havada örneklerindeki <sup>131</sup>I, <sup>137</sup>Cs ve <sup>134</sup>Cs radyoaktivite derişimleri **Şekil 13** ve **Şekil 14**'te verilmiştir. İstanbul-ÇNAEM'de 3-18 Mayıs 1986 ve 28 Nisan-27 Temmuz 1986 tarihleri arasında alınan hava örneklerinin gama spektrometrik analiz sonuçları **Şekil 15** ve **Şekil 16**'da gösterilmiştir.



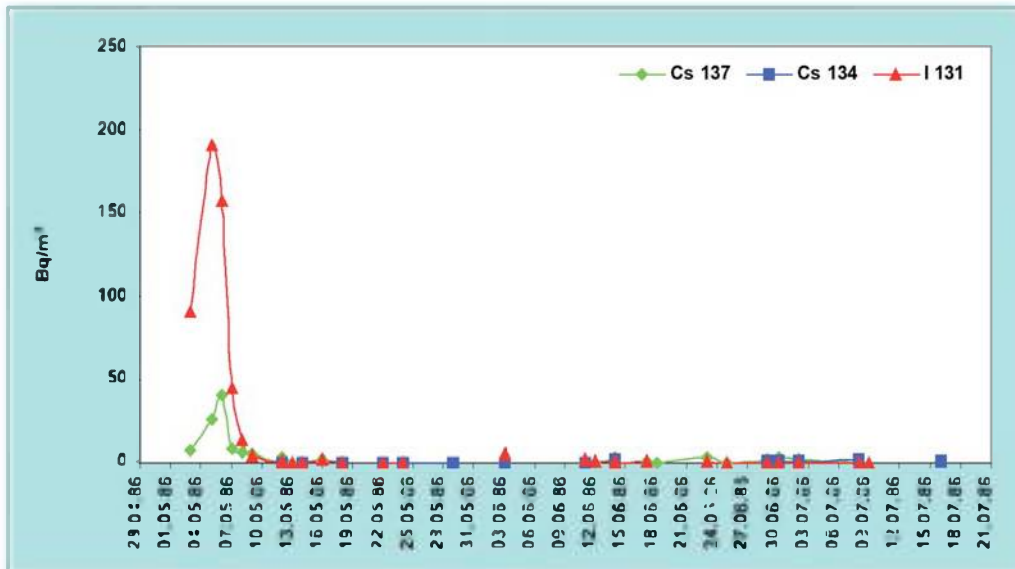
Şekil 13. Ankara hava partiküllerinde radyonüklit derişimleri



Şekil 14. Ankara hava partiküllerinde radyonüklit derişimleri  
(30 Nisan-17 Mayıs 1986)



Şekil 15. İstanbul hava partiküllerinde radyonüklit derişimleri (3-18 Mayıs 1986).

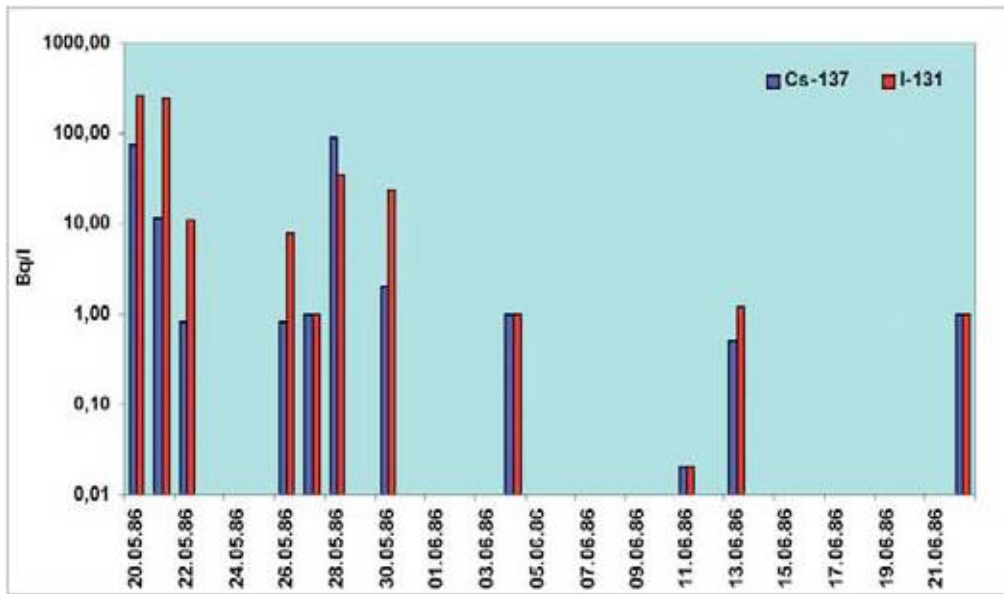


Şekil 16. İstanbul hava partiküllerinde radyonüklit derişimleri (28 Nisan - 27 Temmuz 1986).

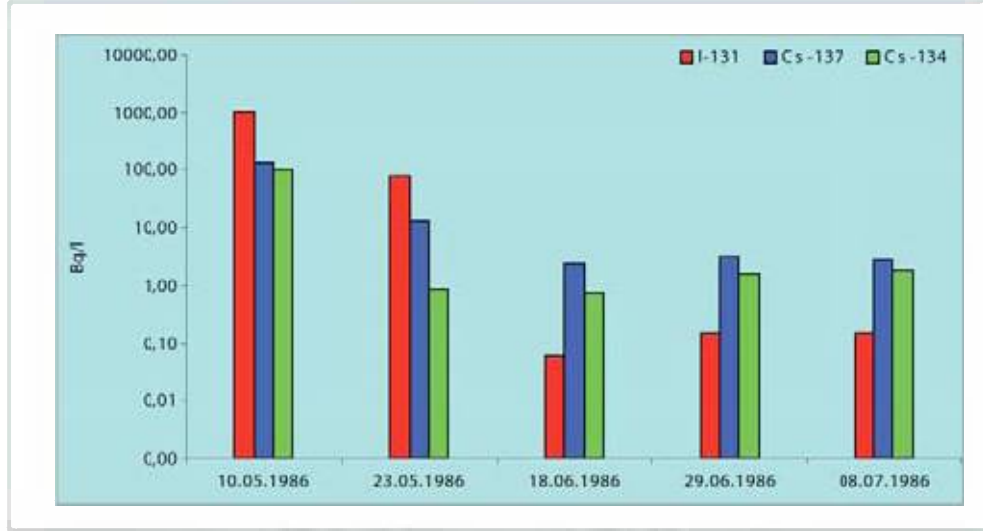
## 3.2 Yağmur Suyu ve Su Kaynaklarındaki Radyoaktivite Ölçümleri

### 3.2.1 Yağmur Suyu

Radyoaktif bulut, Trakya ve Karadeniz üzerinden ülkemize gelmiş, bulutun içerdği radyoaktif maddeler önce Edirne'de sonra Çeşli Karadeniz Bölgesi ve tüm ülkemizde yağış durumuna bağlı olarak yeryüzüne inmiştir. Yeryüzüne inen yağmur suyuyla radyoaktivite ölçümleri, yüzeyden gelebilecek sıçrama ve bulaşmalar, önlemek amacıyla açık alanda 1 metre yüksekliğe ve biraların çatısına yerleştirilen bidonları içine yaklaşık 0,7 m çapındaki özel huniler yardımıyla toplanan su örneklerinde yapılmıştır. Toplanan yağmur suyu ve diğer tüm su örneklerinde toplam beta ölçümü ve gaira izotopik analizleri yapılmıştır. Ölçüm işlemlerinde kullanılan örnek miktarının azlığı ve örneklerin sayıma hazırlanması sırasında olabilecek kayıplar nedeniyle toplam beta ölçümleri, veri değerlendirme ve gaira hesaplamalarında kullanılmamıştır. Toplam beta ölçüm sonuçları kendi içlerinde tutarlı olmakla birlikte, gama izotopik analiz sonuçlarıyla karşılaştırıldığında çok duyarlı sonuçlar vermediğinden sadece radyoaktivite denetkisi için bir ölçütü olarak geçerli değildir. Gama radyoaktivitesi analizleri için hacimceki Marinelli kapları kullanılarak, HFCe detektörlü gama spektrometresinde yapılmıştır. Yağmur suyuyla ölçülen en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{131}\text{I}$  radyoaktivite derişimleri sırasıyla 4 Mayıs 1986 tarihinde Edirne-Kapıkule'de 5185 Bq/l ve 296 Bq/l; 10 Mayıs 1986 tarihinde Karahallı'da 1052 Bq/l ve 137 Bq/l; 20 Mayıs 1986 tarihinde Ankara'da ise 260 Bq/l ve 75 Bq/l olmuştur. Ankara ve İstanbul'a yağğan yağmur sularında bu unan radyoaktivitelerin zamanla değışimini Şekil 17 ve Şekil 18'de verilmiştir.

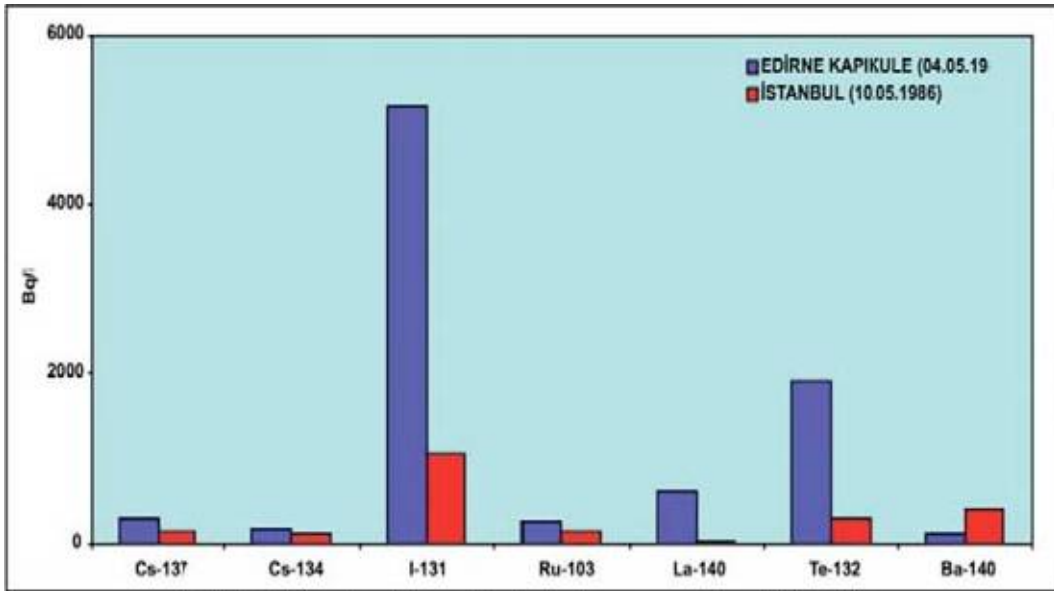


Şekil 17. Ankara yağmur suyuyla radyoaktif I-131 değışimi



Şekil 18. İstanbul yağmur suyu radyonüklit dengesim.

Şekil 17 ve Şekil 18 den görüldüğü gibi yağmur suyu radyoaktivite düzeyi yaklaşık bir ay sonra doğal radyasyon düzeyine inmiştir. Edirne-Kapıkule ve İstanbul'a yağmur yağmur suyunun gama spektrometrik analizi sonucunda gözlenen radyonüklitlerin dağılımı Şekil 19'a verilmiştir.

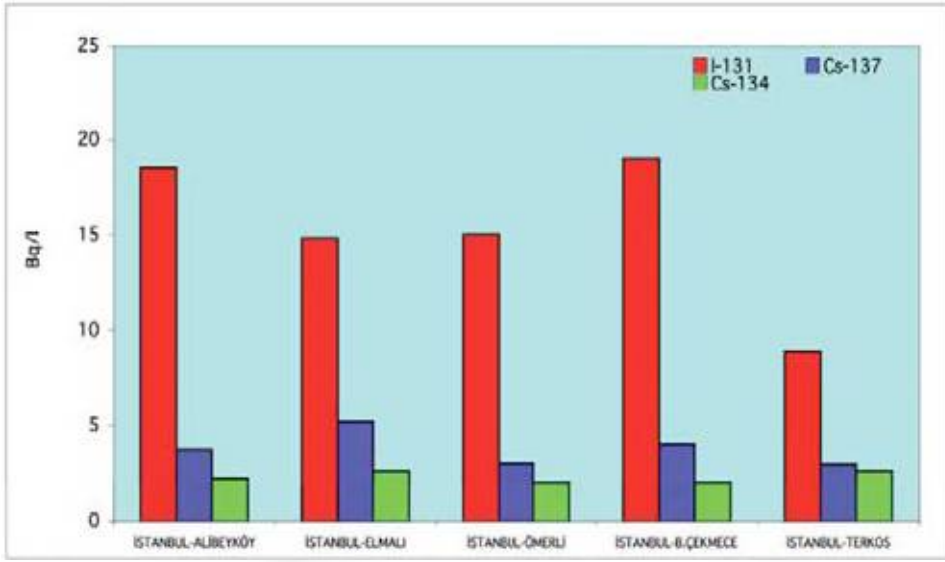


Şekil 19. Edirne-Kapıkule ve İstanbul yağmur suyu radyonüklit dağılımı.

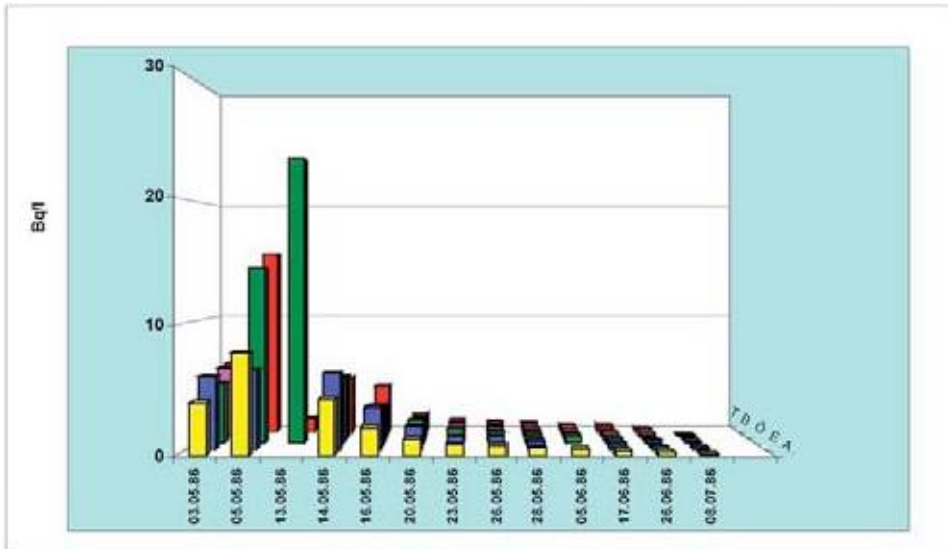
Doğu Karadeniz Bölgesinden 13 Mayıs 1986 tarihinde alınan yağmur suyu radyoaktivite ölçümleri yapılmış, en yüksek radyoaktivite değeri 2310 Bq/l ile Ardeşen'den alınan örnekte bulunmuştur. Yağmura mayan yerlerdeki radyoaktivite artışı önemsiz kalmıştır.

### 3.2.2. Gel Barajı ve Musluk Suyu

Yağmur sularındaki radyoaktivite artışları Edirne, İstanbul ve Ankara'daki yeraltı sularını etkilememiştir. İstanbul'da çama ve kullanma suyu sağlayan göl ve barajlarda radyoaktivite değişimleri **Şekil 20**'de, Mayıs-Temmuz 1986 tarihleri arasında ölçülen toplam beta radyoaktivite değişimleri de **Şekil 21**'de verilmiştir.

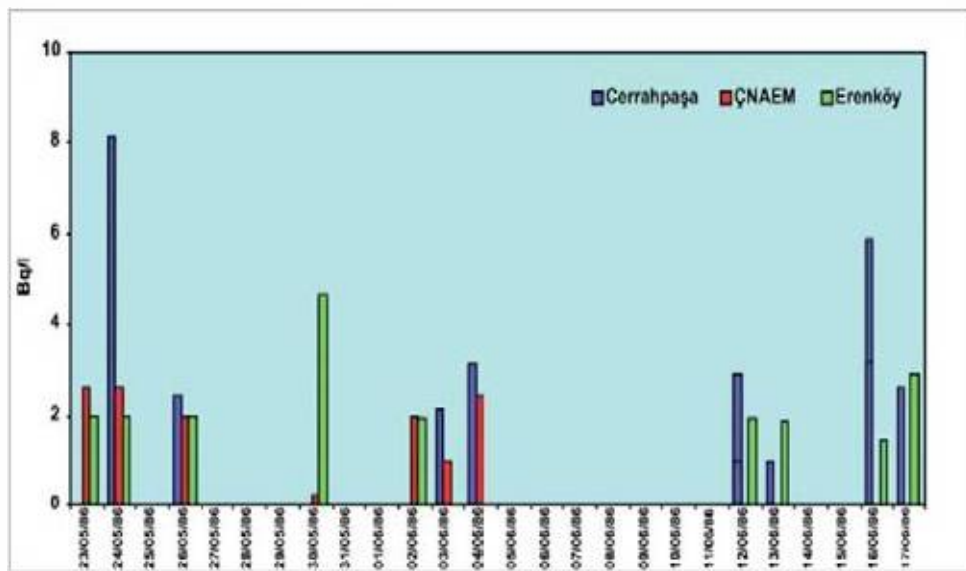


Şekil 20. İstanbul barajı göletlerinde radyonüklid değişimleri (04-05.05.1986)

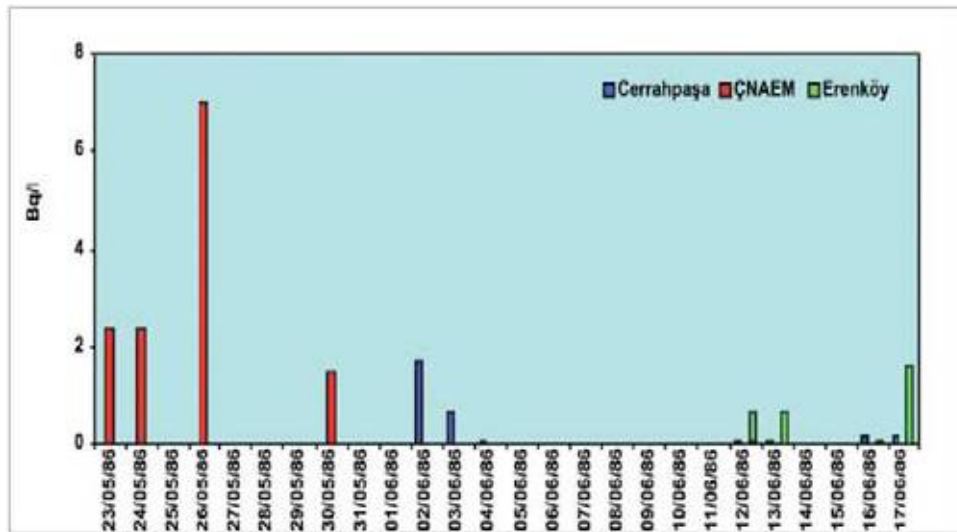


Şekil 21. İstanbul'da çama suyu sağlayan baraj ve göletlerde (A-Alibeyköy, E-Elmalı, Ö-Ömerli, B-Büyükçekmece, T-Terkos) toplam beta radyoaktivite değişimleri (Mayıs-Haziran 1986)

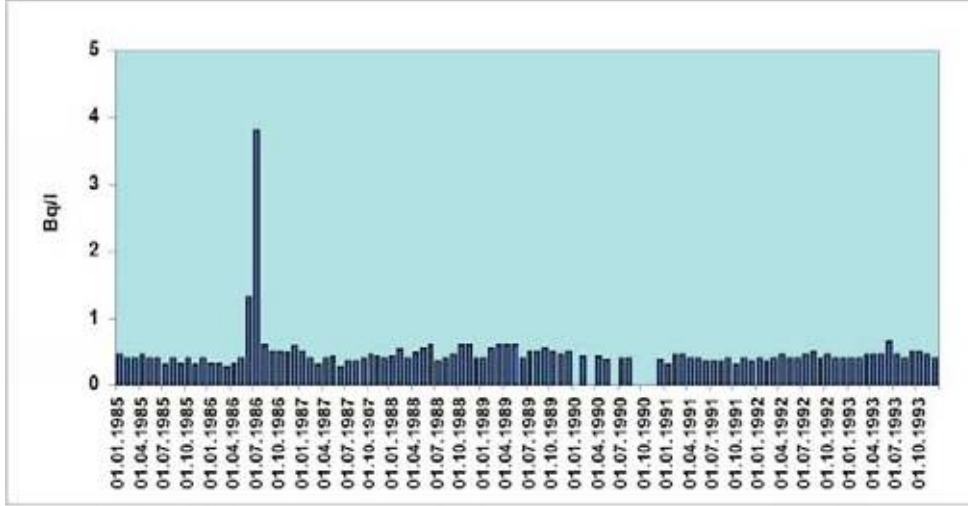
Şekillerden görüldüğü gibi, Mayıs 1986 tarihinde İstanbul'da çeme suyu sağlayan baraj ve göl sularında ortalama değerlerin yaklaşık 10 kat üzerinde bir radyoaktivite artışı olmuştur. İstanbul-Cerrahpaşa, ÇNAEM ve Erenköy'den alınan musluk sularında Mayıs-Haziran 1986 tarihleri arasında ölçülen  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{131}\text{I}$  radyoaktivite değişimleri, Şekil 22 ve Şekil 23 toplamı bota ölçümlerinin ortalama yıllık değişimleri de Şekil 24'ne gösterilmiştir.



Şekil 22. İstanbul musluk suyu  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite değişimleri

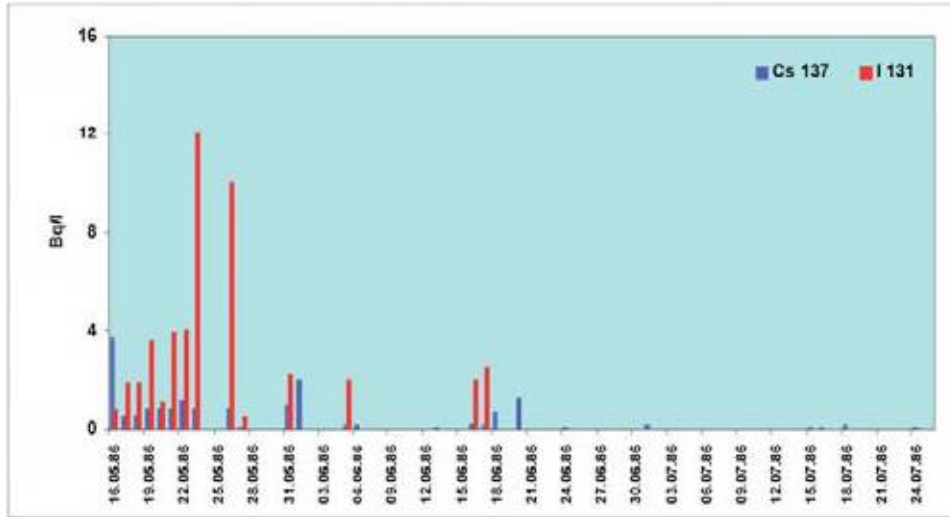


Şekil 23. İstanbul musluk suyu  $^{131}\text{I}$  radyoaktivite değişimleri

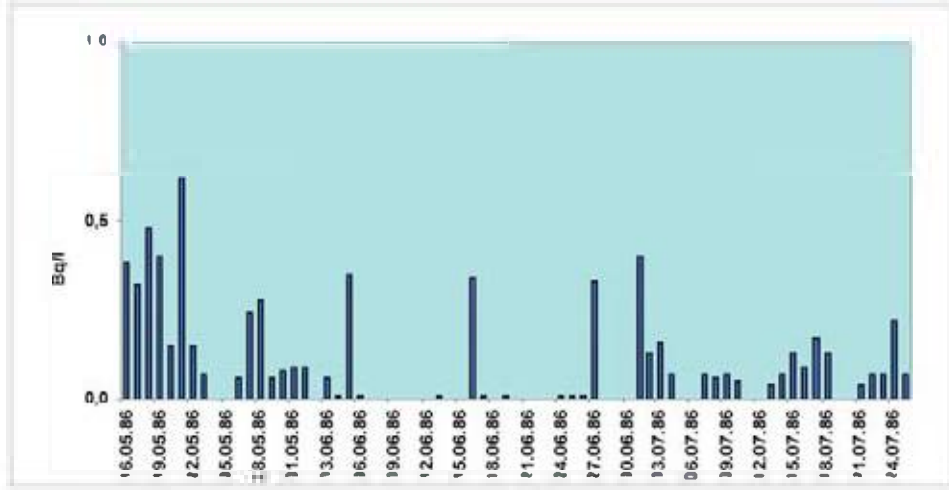


Şekil 24. İstanbul musluk suyu 1985-1993 toplam beta radyoaktivite derişimi

Ankara'dan alınan musluk sularında ölçülen  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{131}\text{I}$  radyoaktivite derişimleri Şekil 25'te ve toplam beta radyoaktivite derişimlerinin Mayıs-Haziran 1986 derişimleri de Şekil 26'ya gösterilmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi Ankarada musluk suyu toplam beta radyoaktivite derişim 21 Mayıs 1986 tarihinde 0.6 Bq/l ile maksimum değerine ulaşırken, İstanbul'da musluk suyu toplam beta radyoaktivite derişimi maksimum değeri 30 Mayıs 1986 tarihinde Erenköy'den alınan su örneğinde 3.8 Bq/l olarak bulunmuştur. Edirne'den alınan musluk suyunda en yüksek toplam beta radyoaktivite derişimi 4 Mayıs 1986 tarihinde 22.7 Bq/l olarak ölçülmüştür.



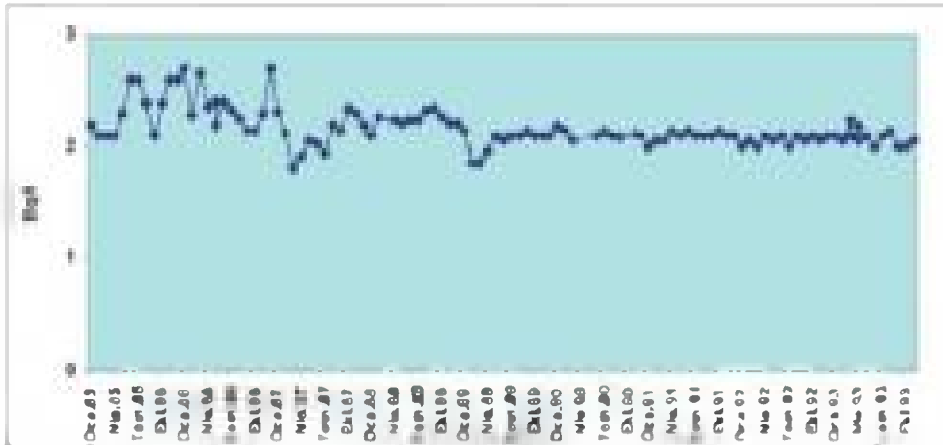
Şekil 25. Ankara musluk suyunda  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{131}\text{I}$  radyoaktivite derişimleri



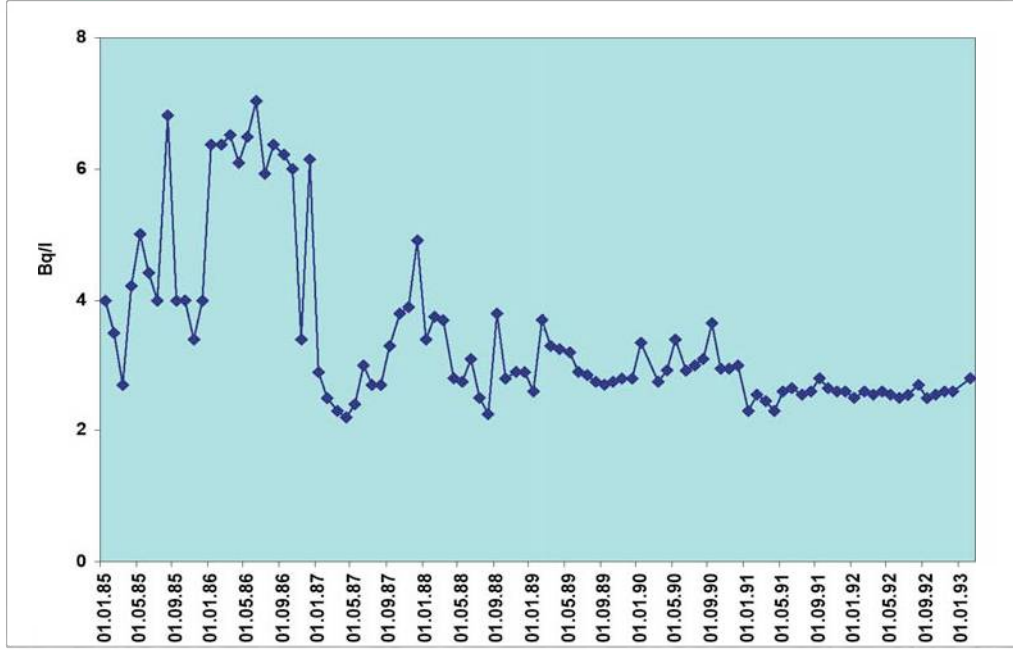
Şekil 26 Ankara municipal suyu (toplam beta radyoaktivitesi) derişimi (Mayıs-Temmuz 1986)

### 3.2.3 Göl ve Deniz Suyu

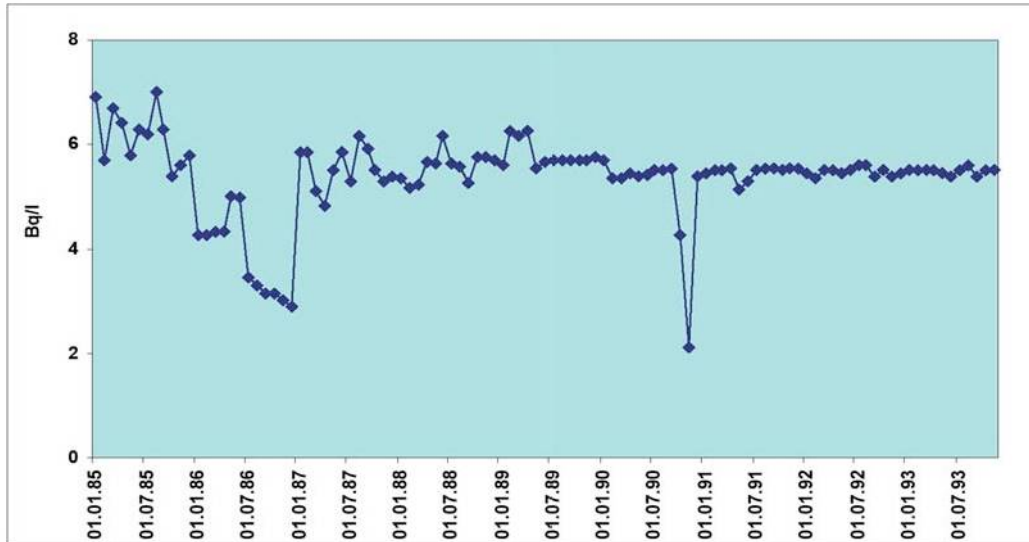
İstanbul Küçükçekmece gölü, Küçükçekmece Gölü-Marmara Denizi bağlantı bölgesi ve Marmara Denizi sularının ortasına her yıl radyoaktivite derişiminin yıllara göre derişimi sırasıyla Şekil 27, Şekil 28 ve Şekil 29 da görülmektedir. Şekil 30 da Mayıs-Haziran 1986 döneminde farklı tarihlerde Karadeniz'in batı kıyılarında deniz suyunca ölçülen toplam beta radyoaktivitesi derişim derşim değerleri verilmiştir.



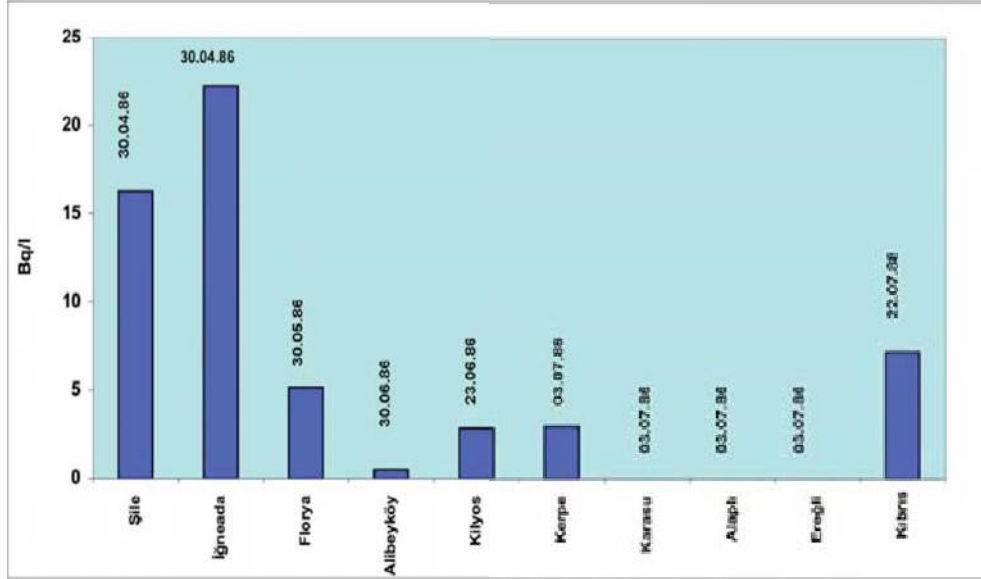
Şekil 27 İstanbul Küçükçekmece gölünde 1985-1993 döneminde toplam beta radyoaktivite derişimi



**Şekil 28.** İstanbul K Çekmece gol-deniz bağlantı bölgesinde 1985-1992 döneminde toplam beta radyoaktivite derişimi.



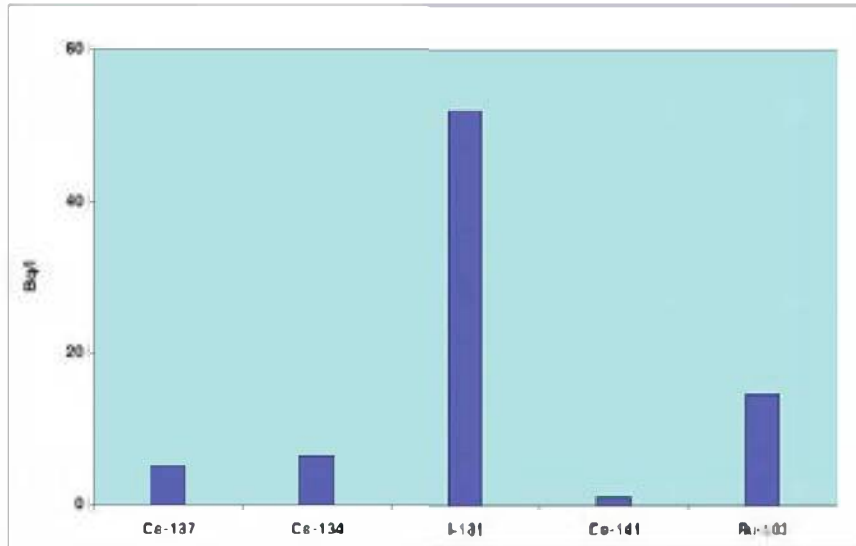
**Şekil 29.** 1985-1993 Marmara Deniz suyu toplam beta radyoaktivitesi derişimi.



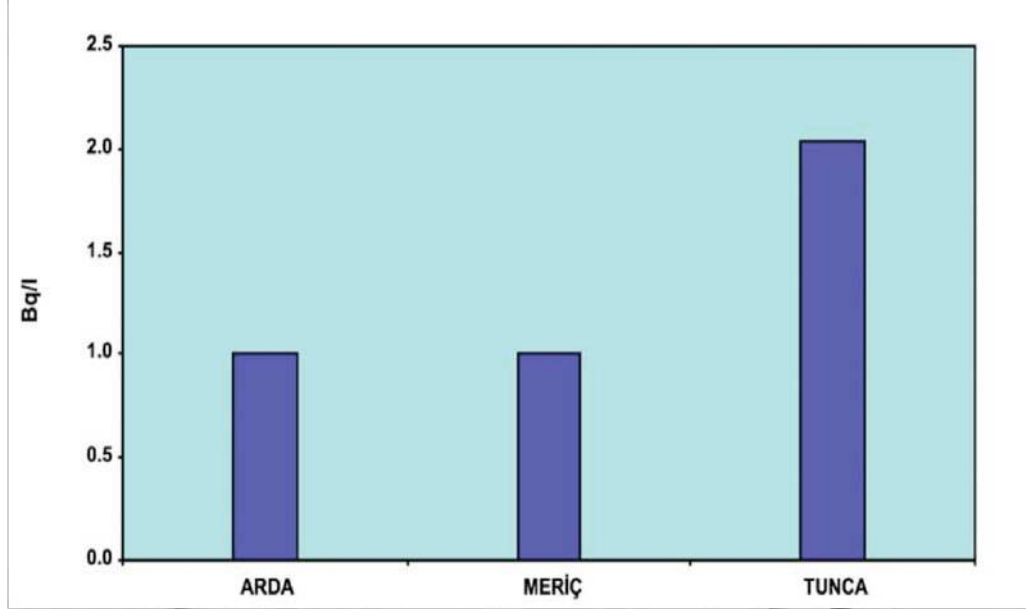
Şekil 30. Batı Karadeniz sahil sularında toplam beta radyoaktivite derişimi

### 3.2.4 Nehir Suyu

Meriç nehrinde 4 Mayıs 1986 tarihinde yapılan ölçümler sonucu bulunan radyonüklitlerin dağılımı Şekil 31'de verilmiştir. Şekil 32'de ise Arda, Meriç ve Tunca nehirlerinde ölçülen  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimleri verilmiştir.



Şekil 31. Edirne-Meriç Nehri radyonüklit aktivite derişimi, 04.05.1986

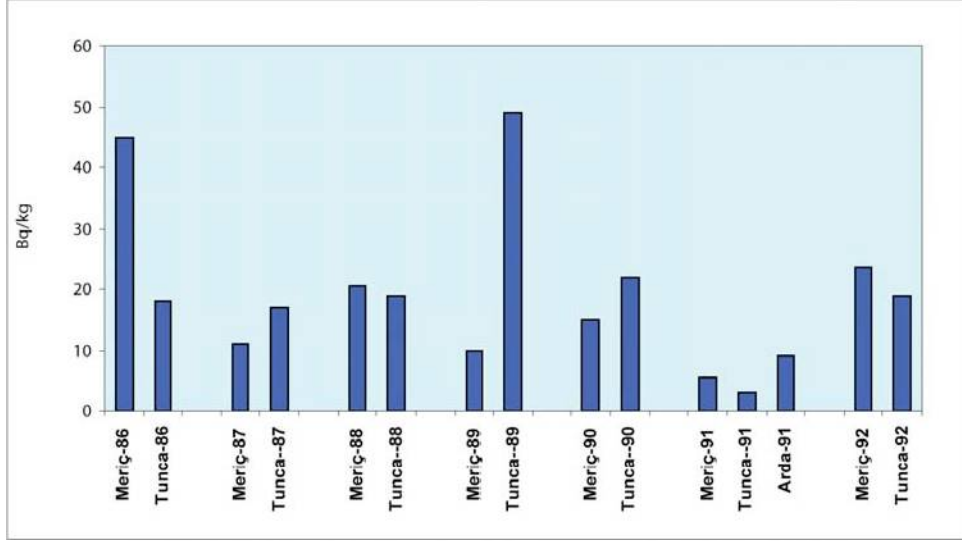


Şekil 32. Trakya nehir sularında <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi (11.07.1986).

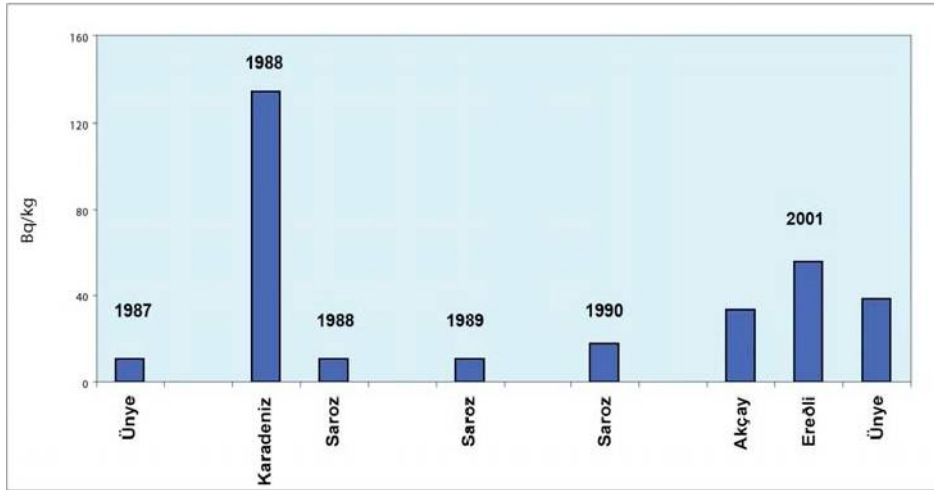
### 3.2.5 Sediment

Çernobil kazası sonrasında havadan gelen radyoaktif kirleticiler deniz ortamına kuru ve yağ çökme şeklinde olduğu gibi, akarsular yoluyla da taşınmıştır. Bununla birlikte radyoaktif olarak kirlenmiş toprakların erozyonla denizlere taşınması da bu ortamların kirlenmesinde etkili olmaktadır. Akıntı, çalkıntı, biyolojik geçiş gibi bazı faktörler, suya karışan radyonüklitlerin dağılmasına ve çoğalmasına, organizmalarda birikmesine veya sediment partiküllerine geçişini sağlamaktadır. Sulu bir ortama girmiş olan radyonüklitler, eriyik halde veya asılı olarak (süspansiyon) kaldıktan sonra dibe çökmekte ya da organizmalar tarafından alınmaktadır. Radyoaktif kirleticiler ile su, sediment ve organizma arasında sürekli bir döngü vardır.

Nehir ve deniz sedimentlerinde <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi değışimi Şekil 33 ve Şekil 34'de gösterilmiştir. Meriç nehrinden 1986 Mayıs ayında alınan su örneğinde toplam sezyum radyoaktivitesi 116 Bq/l ölçülmüştür. Takip eden yıllarda nehir sularında <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi gama izotopik analiz sistemlerimizin en düşük tayin sınırının altında bulunurken, nehir sedimentlerinde 1986 yılında belirli bir <sup>137</sup>Cs artışına (11-69 Bq/kg) rastlanmıştır. 1987-1992 yılları arasında yapılan analizlerde <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesinin sedimentlerinde 8-45 Bq/kg seviyesinde olduğu bulunmuştur.



Şekil 33. Nehir sedimenterinde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.



Şekil 34. Deniz sedimenterinde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

### 3.3 Toprak Radyoaktivitesi Ölçümleri

Toprakta radyoaktivite ölçümleri, özellikle Trakya ve Doğu Karadeniz kıyı şeridinde gerçekleştirilmiştir. 1986 Mayıs ayında Edirne'den alınan toprak örneklerinde ölçülen radyonüklit aktivitelerinin en yüksek ve en düşük değerleri **Tablo 2**'de verilmiştir.

**Tablo 2.** 13-15 Mayıs 1986 tarihleri arasında Edirne toprak örneklerinde ölçülen radyonüklit derişimleri

Radyonüklit	Aktivite derişimi (Bq/kg)
<sup>131</sup> I	330 - 480
<sup>134</sup> Cs	12 - 80
<sup>137</sup> Cs	21 - 324
<sup>141</sup> Ce	41 - 50
<sup>144</sup> Ce	13 - 680
<sup>103</sup> Ru	10 - 655
<sup>106</sup> Ru	MDA - 400
<sup>95</sup> Zr	MDA - 107
<sup>95</sup> Nb	MDA - 71
<sup>140</sup> La	MDA - 180
<sup>132</sup> Te	MDA - 100

\*MDA (Minimum Dedekte edilebilen Aktivite); MDA gama enerjisine, sayım süresine ve sayımı yapılan radyonüklite bağlı olup tablodaki radyonüklitler için 0.3 Bq/kg ile 1.0 Bq/kg arasında değişmektedir.

1986'dan bu yana ülkemizin farklı bölgelerinden farklı tarihlerde çok sayıda yüzey toprağının radyoaktivite analizleri yapılmış olmakla birlikte, grafik ve tablolarda sadece sistematik ve standartlara uygun alınmış örneklere ait veriler değerlendirilmiştir. 16 cm çapındaki örnekleme kabıyla 0-30 cm derinlikten 5'er cm'lik kesitler halinde alınan ve HASL standart yöntemine göre hazırlanan toprak örneklerinin gama spektrometrik analizleri, Marinelli kabında, HPGe detektörü kullanılarak yapılmıştır.

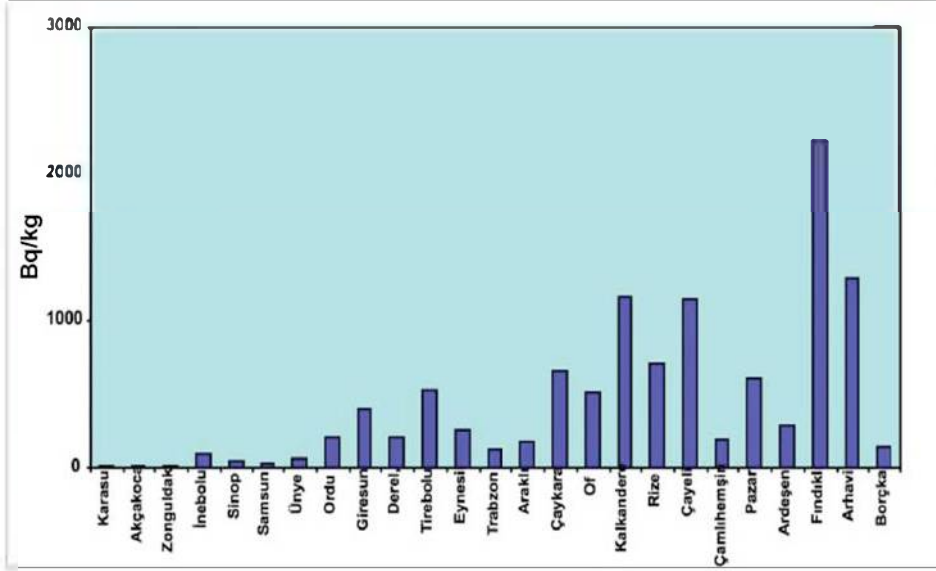
1986-1992 yılları arasında Trakya bölgesinde 0-5 cm derinliğindeki yüzey toprağında yapılan <sup>137</sup>Cs, <sup>134</sup>Cs ölçümleri **Tablo 3**'de özetlenmiştir.

1986 ve 1990 yıllarında Karadeniz kıyılarından alınan toprak örneklerinin radyoaktivite ölçüm sonuçlarında, Batı Karadeniz'de ölçülen radyoaktivite değerleri Doğu Karadeniz'e göre daha düşük bulunmuştur. Karadeniz'in Batı kıyılarında 1990 yılında 0-5 cm yüzey toprağında en düşük <sup>137</sup>Cs radyoaktivite değeri, Karasu ve Zonguldak'ta 16-22 Bq/kg, en yüksek radyoaktivite değeri ise Sinop ve Inebolu'da 47-92 Bq/kg iken, en yüksek değerler Giresun'da 402 Bq/kg, doğuya gidildikçe Fındıklı'da 2225 Bq/kg değerine ulaşmıştır. 1990 yılı Karadeniz 0-5 cm yüzey topraklarında <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimleri Bq/kg olarak **Şekil 35**'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Edirne ve çevresinde 1986-1992 yılları arasında yüzey toprağında (0-5 cm) ortalama  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimleri (Bq/kg)

Yer	Tarih	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$
Ismailce	14/05/1986	44	235
Sarayakpınar	26/6/1987	14	41
Budakdoğanca		12	41
Eskikadın		26	84
Sarayakpınar	18/2/1988	5	60
Budakdoğanca		13	63
Eskikadın		6	31
Sarayakpınar	23/3/1988	8	39
Budakdoğanca		24	134
Eskikadın		4	28
Sarayakpınar	8/12/1988	7	39
Budakdoğanca		8	45
Eskikadın		8	39
Sarayakpınar	28/12/1988	<MDA	20
Budakdoğanca		45	253
Eskikadın		22	16
Kemalköy		3	17
Sarayakpınar	23/3/1989	8	39
Budakdoğanca		24	134
Eskikadın		4	28
Sarayakpınar	28/12/1989	<MDA	20
Budakdoğanca		45	253
Eskikadın		2	16
Kemalköy		3	17
Sarayakpınar	4/5/1990	2	25
Budakdoğanca		29	204
Eskikadın		11	83
Kemalköy		3	27
Buyukismailce		2	20
Budakdoğanca (tarla)	11/1/1990	7	45
Kapıkule (mera)		52	329
Büyükismailce (mera)		52	331
Ahi Köyü (mera)		38	396
Budakdoğanca (mera)		74	470
Kapıkule (mera)		70	415
Buyukismailce (surulmemiş)		9	60
Buyukismailce (surulmuş)		9	40
Sarayakpınar	8/8/1991	3	34
Budakdoğanca		2	38
Ahi Köyü		5	68
Enez	12/08/1992	7	96
Saroz		< MDA	10
Kapıkule		<MDA	3

MDA (Minimum Dedekte edilebilen Aktivite): 0,3 Bq/kg



Şekil 35 Karadeniz toprağında (0-5cm) 1990 yılı ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimleri.

**Tablo 4** ve **Tablo 5**'in incelenmesinden,  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesinin toprak yüzeyinden derine doğru inildikçe azaldığı görülmektedir.

Marmara Bölgesi toprak örneklerinde 1990-1992 yılları arasındaki ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişim değerleri **Tablo 6**, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde 1995 yılı toprak örneklerinde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişim değerleri de **Tablo 7**'de verilmiştir.

**Tablo 4.** 1990 yılı Doğu Karadeniz toprak örneklerinde  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişiminin derinlikle değişimi

Yer	Derinlik, cm	Cs- $^{137}$ (Bq/kg)
<b>Borçka</b>	0-5	145
	0-10	31
	0-20	67
	10-20	30
	20-30	22
<b>Hopa</b>	0-5	842
	0-10	520
	0-20	87
	10-20	29
	20-30	11
<b>Giresun</b>	0-5	402
	0-10	230
	0-20	42
	20-30	35
	<b>Dereli</b>	0-5
0-10		35
10-20		29
20-30		8
<b>Tirebolu</b>		0-5
	0-10	289
	0-20	13
	10-20	11
	20-30	8
<b>Ordu</b>	0-5	207
	0-10	89
	0-20	23
	10-20	18
	20-30	14
<b>Fındıklı</b>	0-5	2225
	0-10	1200
	10-20	132
	20-30	117
	<b>Ardeşen</b>	0-5
0-10		159
10-20		107
20-30		56
<b>Rize</b>		0-5
	0-10	509
	10-20	115
	20-30	36
	<b>Kalkandere</b>	0-5
0-10		130
10-20		83
20-30		35
<b>Pazar</b>		0-5
	0-10	359
	0-20	273
	10-20	258
	20-30	134
<b>Araklı</b>	0-5	178
	10-20	16
	20-30	3

**Tablo 5.** 1987-1989 yılları arasında Doğu Karadeniz çay bahçelerinde farklı derinliklerden alınan toprak örneklerinde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimleri

	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)			
	0-5cm	0-20cm	5-15cm	15-30cm
<b>Ambarlık</b>		312	809	192
<b>Araklı</b>	1136	29	41	104
<b>Ardeşen</b>	1494	209	198	117
<b>Arhavi</b>	1593	557	2981	2146
<b>Azaklı</b>		121	356	604
<b>Camıdağı</b>	1959	267	626	240
<b>Cumhuriyet</b>	3844	264	522	330
<b>Çamlı</b>	1566	182	886	356
<b>Çayeli</b>	2825	875	1001	175
<b>Çayeli/Aşıklar</b>	3796	219	520	269
<b>Derepazarı</b>	1334	75	502	162
<b>Eskipazar</b>	665	218	133	195
<b>Fındıklı</b>	1678	551	163	
<b>Gündoğdu</b>	1206	454	235	246
<b>Güneysu</b>	5495	830	456	843
<b>Hayrat</b>	1012	153	128	
<b>Hopa</b>	927	270	144	179
<b>Hopa/Kemalpaşa</b>		940	472	445
<b>Iyidere</b>	646	130	194	198
<b>Iyidere/Çiftlik</b>	958	806	618	123
<b>Kalecik</b>	1884	93	192	73
<b>Kalkandere</b>	1549	531	374	196
<b>Karaca</b>	612	813	239	141
<b>Kendirli</b>	893	491	301	82
<b>Muratlı</b>	937	189	157	112
<b>Musaözü</b>	3912	181	855	310
<b>Of</b>	1142	1237	99	112
<b>Of Bölümlü</b>	368	147	48	141
<b>Ortopazar</b>	269	210	180	128
<b>Pazar</b>	2047	413	953	328
<b>Pazar/Kirazlık</b>	270	367	667	393
<b>Pazarköy</b>	435	119	383	580
<b>Pazar-Melyat</b>	2603	557	150	212
<b>Sabuncular</b>	4330	272	663	239
<b>Salarha</b>	3652	769		329
<b>Selimiye</b>	1965	568	1015	490
<b>Sürmene</b>	762	277		
<b>Taşçılar</b>	1228	741	287	217
<b>Taşlıdere</b>	727	296	244	422
<b>Tersane</b>	2001	205	171	157
<b>Ulucami</b>	2163	296	2030	384
<b>Veliköy</b>	360	194	226	196
<b>Zihniderin</b>	1649	393	294	271

**Tablo 6.** 1990-1992 yıllarında Marmara Bölgesi toprak örneklerinde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişim değerleri

Yer	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
K. Çekmece	8		52
Kilyos-90	21	4	2
Kıyıköy-90	16	13	3
İğneada-90	12	8	7
B. Doğanca-90	200	47	22
Kapıkule-90	86	25	11
smailce-92	83	61	28
Sarayakpınar-92	22	16	13
Enez-92	55	7.3	5
Saroz-92	17	8.5	5.8
Tekirdağ-92	4	3	1.4

**Tablo 7.** 1995 Yılı Ege ve Akdeniz Bölgeleri toprak örneklerinde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi derişim değerleri

Yer	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)		
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
Eceabat	38.7	21	15.6
Küçükkuşu	13.3	10.6	8.1
Ayvalık	33	15	9
Balıkesir	12.6	6.9	6
Dikili	32	29	10.6
İzmir	40	38	32
Söke	39	36.7	34
Bodrum	39	34	32
Marmaris	29	19	17
Fethiye	11	13	13
Kumluca	15	4	2
Antalya	15	6	4
Alanya	11	13	15
Anamur	3	2	1.8
Isparta	27.8	4	4

1986 yılında ülkemizin diğer bölgelerinden alınan toprak örneklerinin toplam gama radyoaktivitesi oldukça düşük değerlerde bulunmuş olup, bazı yerlerde ölçülen değerler; Gaziantep'de 73 Bq/kg, Mersin'de 49 Bq/kg, Malatya'da 26 Bq/kg, Ankara-Haymana Alanıçı Köyünde 630 Bq/kg ve Ankara-Haymana Çayönü Köyünde 30 Bq/kg'dır.

### 3.4 Gıda Maddelerinde Radyoaktivite Ölçümleri

Çernobil kazasından etkilenen ülkelerde gıda maddelerinde ölçülen radyonüklitler arasında en önemlisi kimyasal ve biyolojik özellikleri nedeniyle  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  olmuştur.  $^{131}\text{I}$  radyonüklidinin fiziksel yarılanma ömrünün yaklaşık 8 gün olması nedeniyle bu radyoizotoptan kaynaklanan ışınlanma uzun süre devam etmemiştir. Kazadan sonraki yaklaşık 40 gün içinde  $^{131}\text{I}$  önemli miktarda azaldığından bu tarihten sonraki ölçümlerde uzun yarılanma ömrü nedeniyle  $^{137}\text{Cs}$  önem kazanmıştır.

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinden  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  oranı 1986 yılı için 1/2; 1987 yılı için 2/5; 1988 yılı için 1/4 civarında olup 1996 yılından sonra  $^{134}\text{Cs}$  izlenmemiştir.

Çernobil kazasını takiben uluslararası ticarete uygulanmak üzere gıda maddeleri için belirlenen radyoaktivite limitleri, bu serinin "Çernobil Kazasının Ülkeler Üzerindeki Etkileri" isimli 5. cildinde **Tablo 4**, **Tablo 5** ve **Tablo 6**'da verilmiştir. **Çernobil kazası ile ilgili olarak, 1986 yılında Avrupa Topluluğu tarafından belirlenen Cs ( $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ ) radyoaktivitesi limiti;**

- **süt ve süt ürünleri için 370 Bq/l,**
- **diğer gıdalar için 600 Bq/kg'dir.**

Avrupa Konseyinin 2000 yılında yayınladığı yönetmelik ile bu uygulama 2010 yılına kadar uzatılmıştır.

1989 yılında yayınlanan Avrupa Komisyonu mevzuatı ile **az miktarda tüketilen fındık, ceviz ve benzer gıdalarda Cs ( $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ ) radyoaktivitesi limitinin 12500 Bq/kg olarak uygulanması, 2000 yılında yayınlanan diğer bir mevzuat ile de **çay, baharat ve benzer gıdalar için 1986 yılında belirlenen limitlerin uygulanmayacağı** hükme bağlanmıştır.**

Gıda maddelerinin radyoaktivite analizi işlemlerinde gama izotopik analizler, genel olarak belli bir parçacık büyüklüğüne getirilen örneklerle herhangi bir radyokimyasal işlem uygulanmaksızın yapılmıştır. Topam beta ölçümlerinde ve et, balık gibi bazı örneklerin gama izotopik analizlerinde yaş ağırlıklar alınarak 100 °C'ü geçmemek üzere etüvde kurutulmuştur. Düşük radyoaktivite içermeleri nedeniyle bazı gıdaların radyonüklit derişimlerinin artırılması için kül haline getirilmesinin gerektiği durumlarda, sezyumun kaybolmaması için fırın sıcaklığı 500 °C'un altında tutulmuştur.

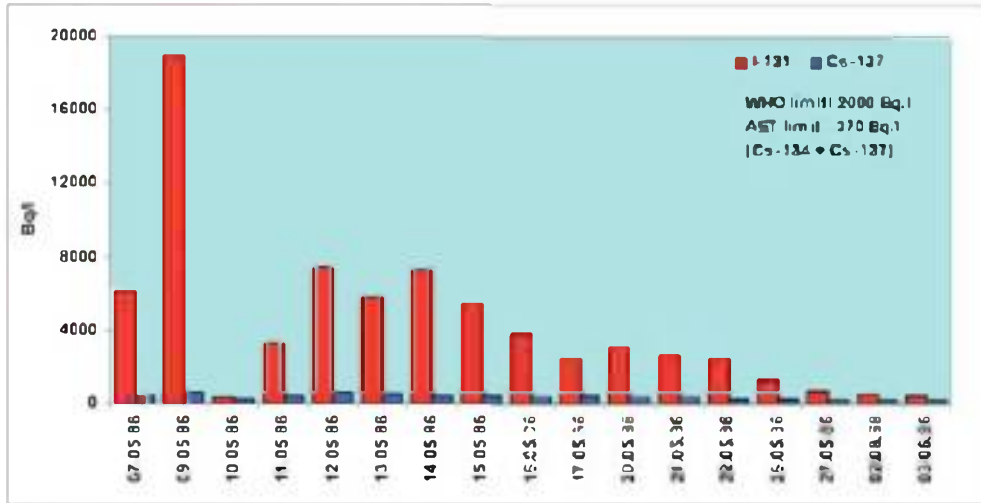
Ölçüm sonuçlarının grafik gösteriminde radyoaktivite seviyesinin gösterildiği eksen üzerindeki değerler, yukarıda belirtilen limitlere uyumlu yaklaşımlar yapılarak seçilmiştir.

### 3.4.1 Süt ve Süt Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri

Sütlerde radyoaktivite tayininde toplam beta ölçümü ve gama izotopik analiz yöntemleri kullanılmıştır. Diğer sıvı örneklerde olduğu gibi sütlerde de beta ölçümlerinde buharlaştırma yoluyla kalıntı analizi yapılmıştır. HPGe detektör kullanılarak yapılan gama izotopik analizlerinde 1 litrelik Marinelli kapları kullanılmıştır.

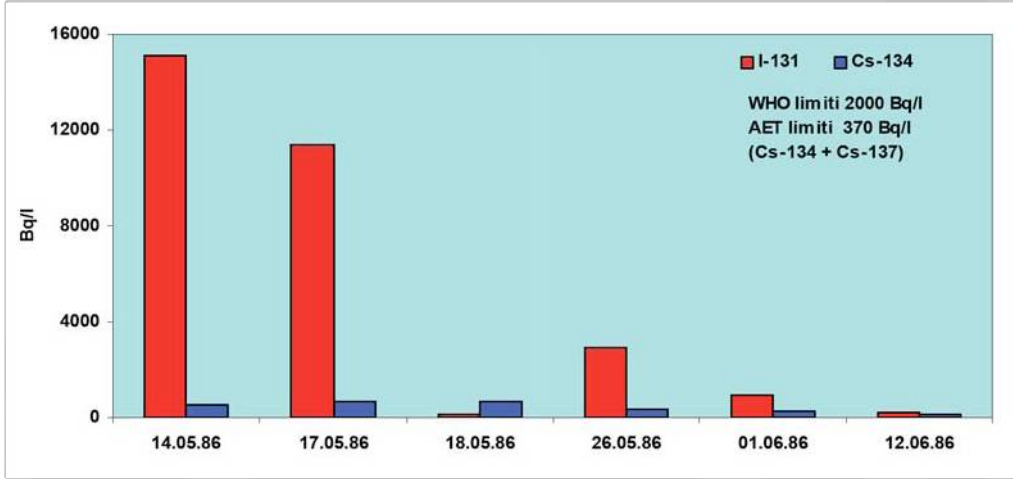
Trakya Bölgesindeki sütlerde radyoaktivite ölçümü çalışmalarına 3 Mayıs 1986 tarihinde başlanmıştır. Sütlerde 1986 Mayıs ayında radyoaktivite miktarının büyük bir bölümü  $^{131}\text{I}$ 'den kaynaklanmış olup,  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktiviteleri daha düşük oranda bulunmuştur.

Sütlerdeki en yüksek radyoaktivite derişimi, Bulgaristan sınırındaki Kapıkule çevresinde Eskikadın Köyü'nden toplanan koyun sütü örneklerinde ölçülmüştür. Beslenme şekillerindeki farklılıklar nedeniyle aynı bölgeden alınan koyun sütlerindeki radyoaktivite, inek sütlerinde bulunan radyoaktiviteden daha yüksek ölçülmüştür. Eskikadın köyünde 8 Mayıs 1986 tarihinde en yüksek  $^{131}\text{I}$  radyoaktivitesi 20943 Bq/l olarak ölçülmüştür. Mayıs 1986'da Edirne-Eskikadın Köyü sütlerindeki ortalama  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  ativiteleri **Şekil 36**'da verilmiştir.

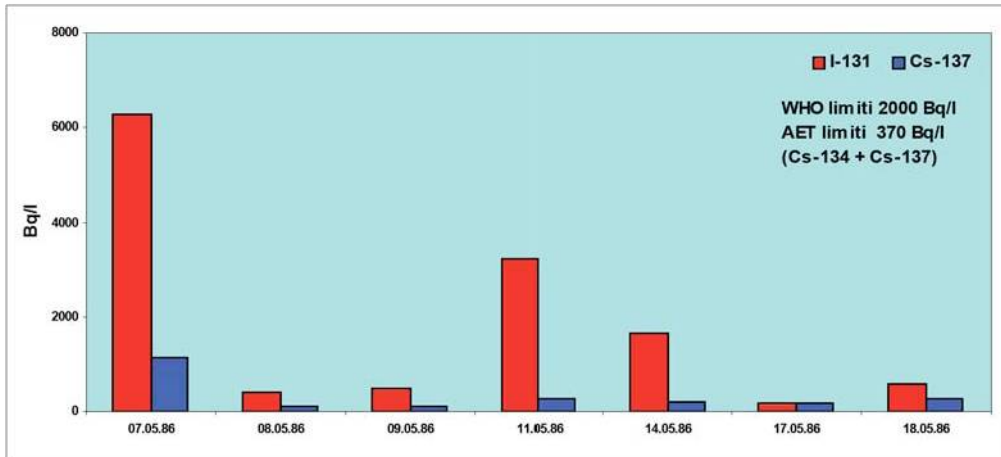


Şekil 36. Mayıs 1986 Edirne-Eskikadın Köyü sütlerinde ortalama  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

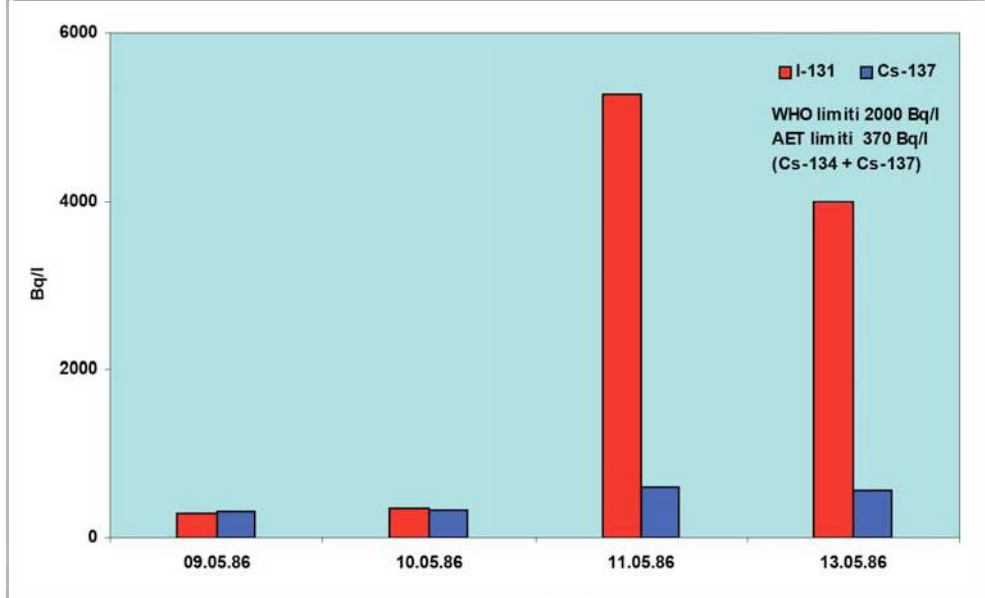
11 Mayıs'ta aynı yerden alınan süt örneklerindeki en yüksek  $^{131}\text{I}$  radyoaktivitesi 7444 Bq/l olarak ölçülmüş ve bu tarihten sonra hızla azalmaya başlamıştır. Bu sütlerdeki  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi ise en yüksek ve en düşük, 656 ve 21 Bq/l olarak ölçülmüştür. Aynı yörede bulunan İsmailce Köyünde en yüksek radyoaktivite düzeyi 14 Mayıs tarihinde  $^{131}\text{I}$  için 15100 Bq/l,  $^{137}\text{Cs}$  için 685 Bq/l olarak bulunmuştur (**Şekil 37**). Kemalköy ve Yenikadın köylerinden alınan süt örneklerine ait radyoaktivite derişim değerleri **Şekil 38** ve **Şekil 39**'da verilmiştir.



Şekil 37. Mayıs 1986 Edirne-İsmailce köyü sütlerinde ortalama  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  aktivite derişimi.



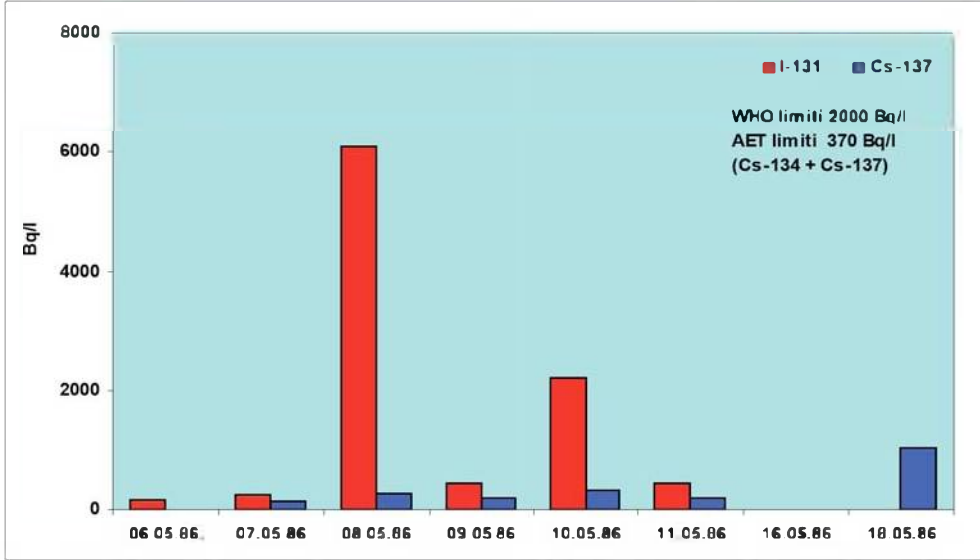
Şekil 38. Mayıs 1986 Edirne-Kemalköy sütlerinde ortalama  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.



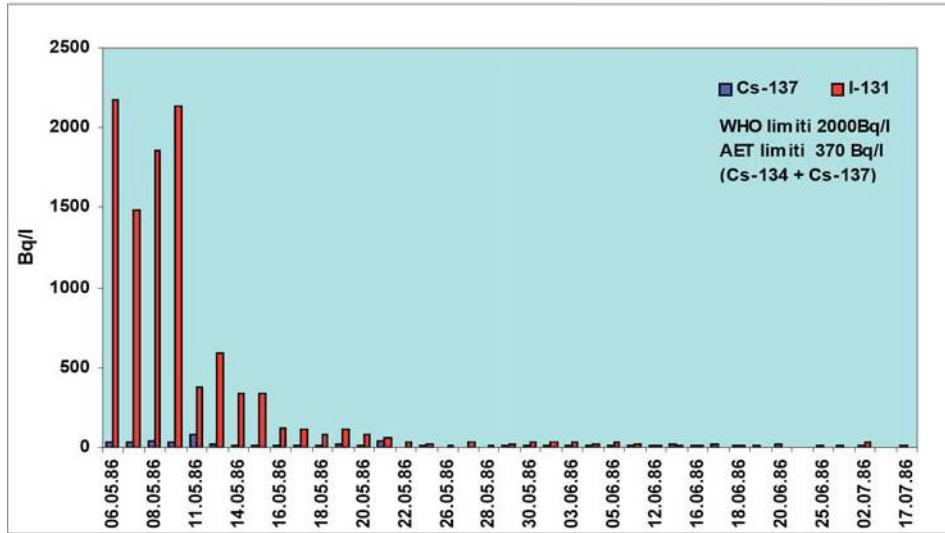
Şekil 39 Mayıs 1986 Edirne-Yenikadın Köyü sütlerinde ortalama  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi. Kemalköy'de en yüksek radyoaktivite düzeyi 9 Mayıs tarihinde  $^{131}\text{I}$  için 8619 Bq/l,  $^{137}\text{Cs}$  için 578 Bq/l olarak ölçülmüştür. Yenikadın köyünde en yüksek radyoaktivite değerleri ise 11 Mayıs tarihinde  $^{131}\text{I}$  için 5270 Bq/l,  $^{137}\text{Cs}$  için 603 Bq/l olarak ölçülmüştür.

Edirne merkezi civarında farklı tarihlerde çeşitli mandıralardan süt örnekleri alınmıştır. Analiz edilen örneklerde en yüksek  $^{131}\text{I}$  radyoaktivite derişimi 8 Mayıs tarihinde alınan taze sütlerde 17723 Bq/l olarak ölçülmüştür (Şekil 40). Doğancaköy'den alınan süt örneklerinde en yüksek  $^{131}\text{I}$  radyoaktivitesi 9 Mayıs tarihindeki örneklerde 377 Bq/l olarak ölçülmüştür.

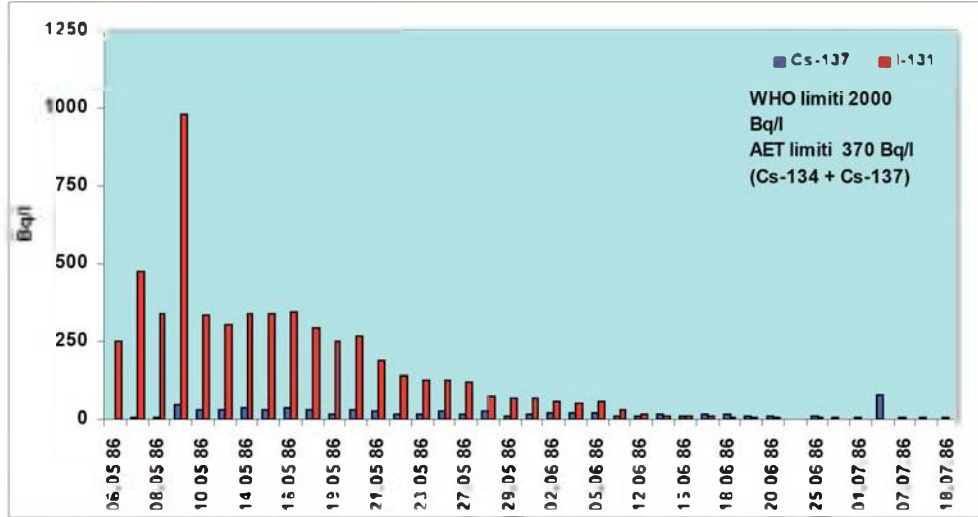
İstanbul'da süt üreten ve pazarlayan kuruluşlar arasında, özellikle Süt Endüstrisi Kurumu (SEK), Gülüm Süt ve Halkalı Ziraat Okulu tarafından üretilen sütler Mayıs-Temmuz 1986 tarihleri arasında düzenli olarak ölçülmüştür. Bu sütlerde en yüksek  $^{131}\text{I}$  radyoaktivitesi, Halkalı Ziraat Okulu'ndan 7 Mayıs tarihinde alınan örneklerde 3174 Bq/l düzeyinde gözlenmiştir (Şekil 41). Buna karşılık SEK ve Gülüm Süt pastörize süt örneklerinde  $^{131}\text{I}$  radyoaktivitesi sırasıyla 12 ve 13 Mayıs tarihlerinde 977 Bq/l ve 470 Bq/l olarak ölçülmüştür. Haziran 1986 ortalarında 20 Bq/l düzeylerine inmiştir (Şekil 42 ve Şekil 43) Bu sütlerdeki en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi ise 30-50 Bq/l olarak ölçülmüştür.



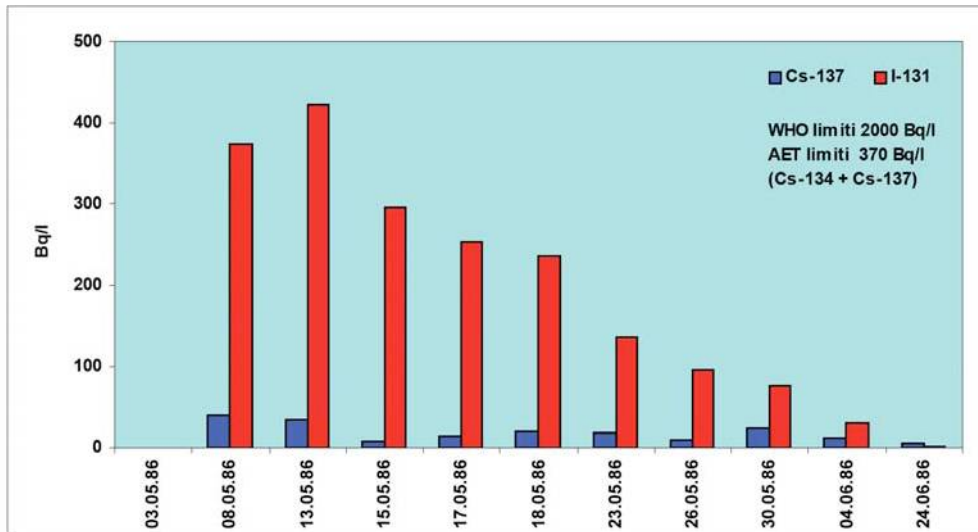
Şekil 40. Mayıs 1986 Edirne sutlerinde ortalama  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite değişimi.



Şekil 41. Mayıs 1986 İstanbul-Halkalı Ziraat Okulu sutlerinde ortalama  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite değişimi.



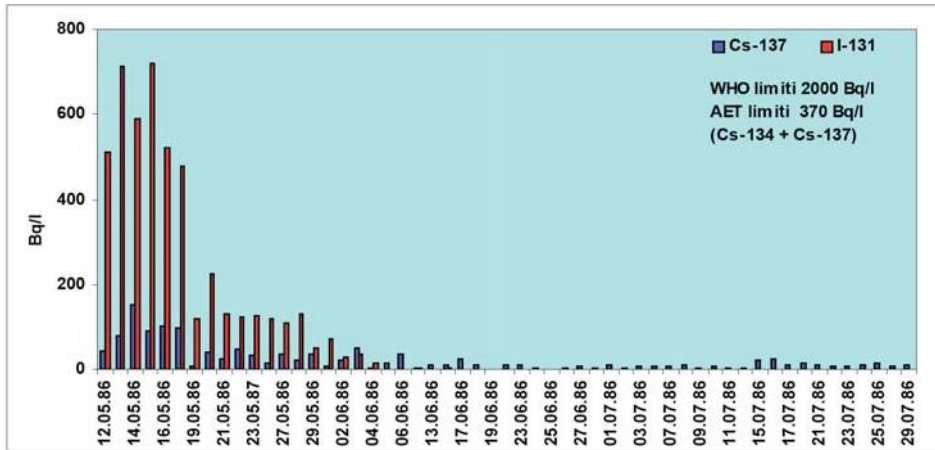
Şekil 42. Mayıs-Temmuz 1986 İstanbul-SEK sütlerinde ortalama  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.



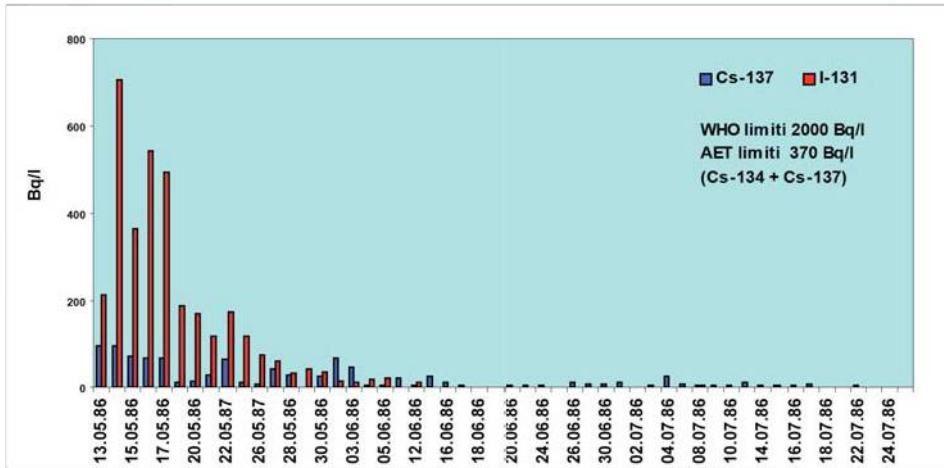
Şekil 43. Mayıs 1986 İstanbul-Gülüm süt örneklerinde ortalama  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

Edirne ve İstanbul-Halkalı bölgesindeki süt örneklerinde radyoaktivite düzeylerinin yüksek bulunması üzerine süt veren ineklerin meralara çıkarılmayarak, ahırlarda kuru otlarla beslenmeleri önerilmiştir. Bu tavsiyelerin uygulanmasıyla sütlerdeki radyoaktivite derişimleri hızla düşmüştür. Takip eden yıllarda Trakya bölgesinde 1992 yılına kadar ölçümlere devam edilmiş, süt ve süt ürünlerinde radyoaktiviteye rastlanmamıştır.

Ankara'da Atatürk Orman Çiftliği (AOÇ) ve SEK sütlerinde Mayıs-Temmuz 1986 aylarında radyoaktivite ölçümleri yapılmıştır. 13-17 Mayıs tarihleri arasında 500-700 Bq/l arasında değişen <sup>131</sup>I radyoaktivite düzeyi Mayıs ortalarından itibaren hızla azalarak Haziran sonunda izlenemez düzeye düşmüştür (**Şekil 44** ve **Şekil 45**).



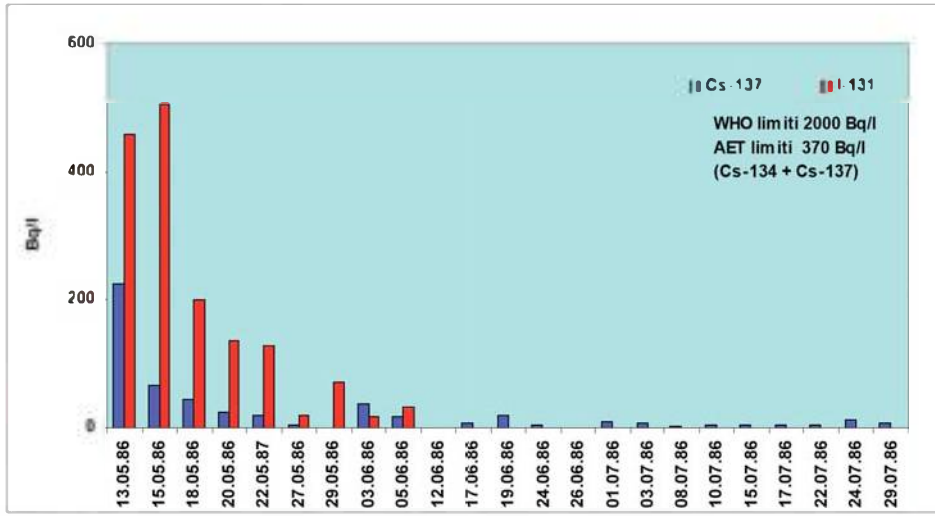
Şekil 44. Mayıs-Temmuz 1986 Ankara-AOÇ sütlerinde ortalama <sup>131</sup>I ve <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi



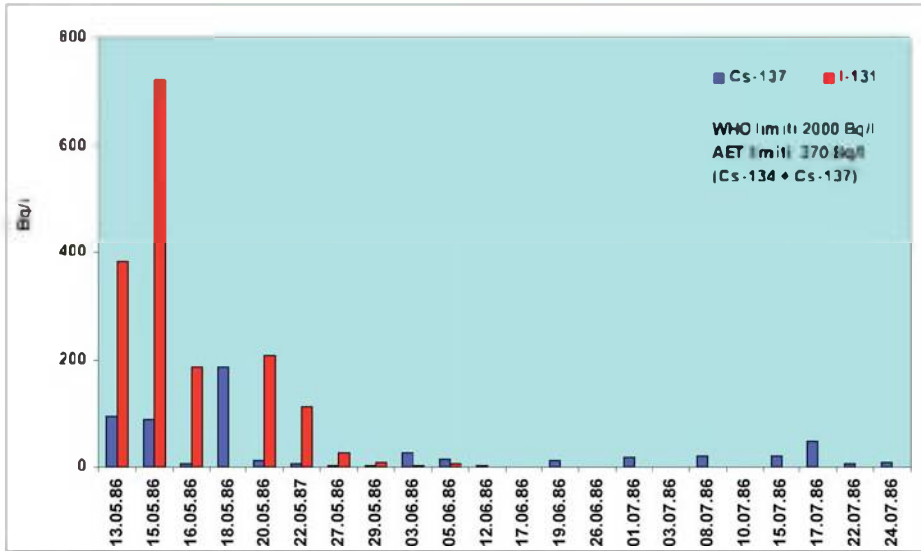
Şekil 45. Mayıs-Temmuz 1986 Ankara-SEK sütlerinde <sup>131</sup>I ve <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi

Bunun dışında Ankara Çayır - Mera Zootečni Araştırma Enstitüsü ve 6 ayı bölgedeki mandıralardan üç ay boyunca süt örnekleri alınarak radyoaktivite analizleri yapılmıştır. **Şekil 46-Şekil 51** Ayaş, Ankara Çayır-Mera Zootečni Araştırma Enstitüsü, Çubuk, Eskişehir yolu, Gölbaşı/Haymana yolu ve Samsun yolu üzerinde bulunan mandıralardan alınan süt örneklerindeki radyoaktivite değişimlerini göstermektedir. Şekillerden de görüleceği gibi Ankara'da sütlerde en yüksek <sup>131</sup>I radyoaktivitesi Gölbaşı-Haymana bölgesinde 13 Mayıs tarihinde 1273 Bq/l olarak ölçülmüştür. Ankara-Haymana/Karacaören köyünde 23 Mayıs'ta

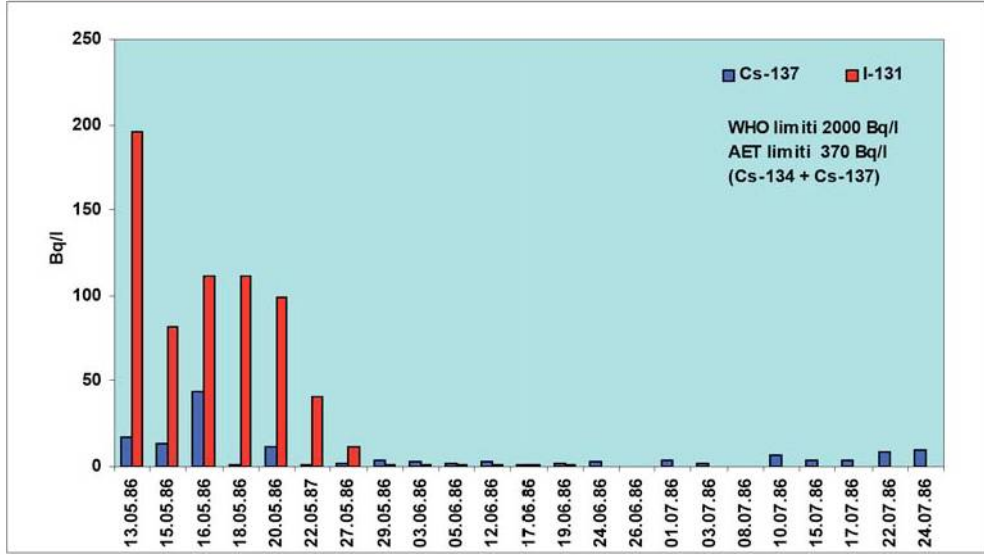
alınan koyun sütünde en yüksek  $^{131}\text{I}$  radyoaktivitesi 2987 Bq/l olarak ölçülürken; aynı tarihte aynı yerden alınan inek sütündeki  $^{131}\text{I}$  radyoaktivite derişimi 272 Bq/l ölçülmüştür. Çubuk ilçesinden alınan süt örneklerinde ölçülen en yüksek  $^{131}\text{I}$  radyoaktivitesi 13 Mayıs tarihinde 196 Bq/l olarak bulunmuştur.



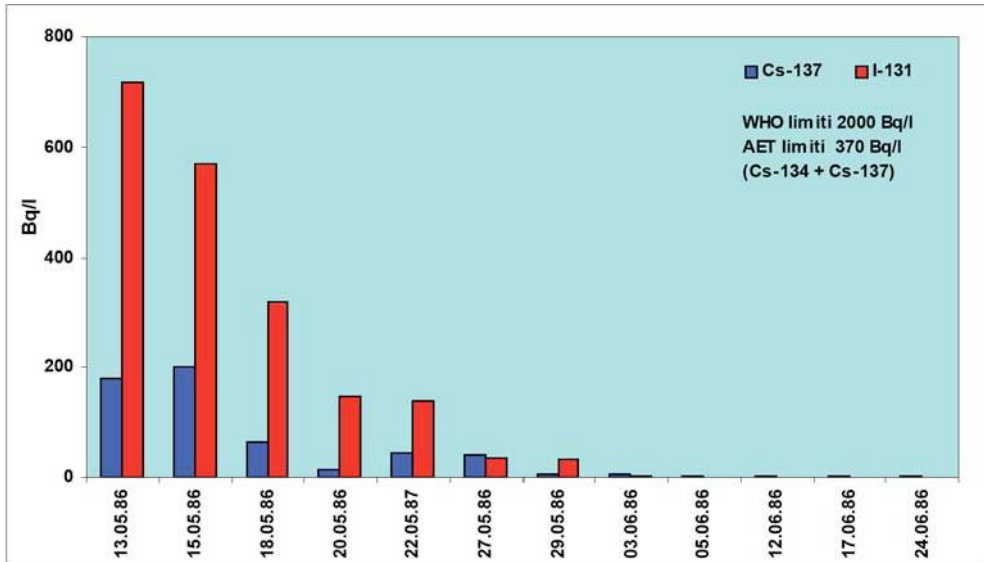
Şekil 46. Mayıs-Temmuz 1986 Ankara-Ayaş yolu sütlerinde  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.



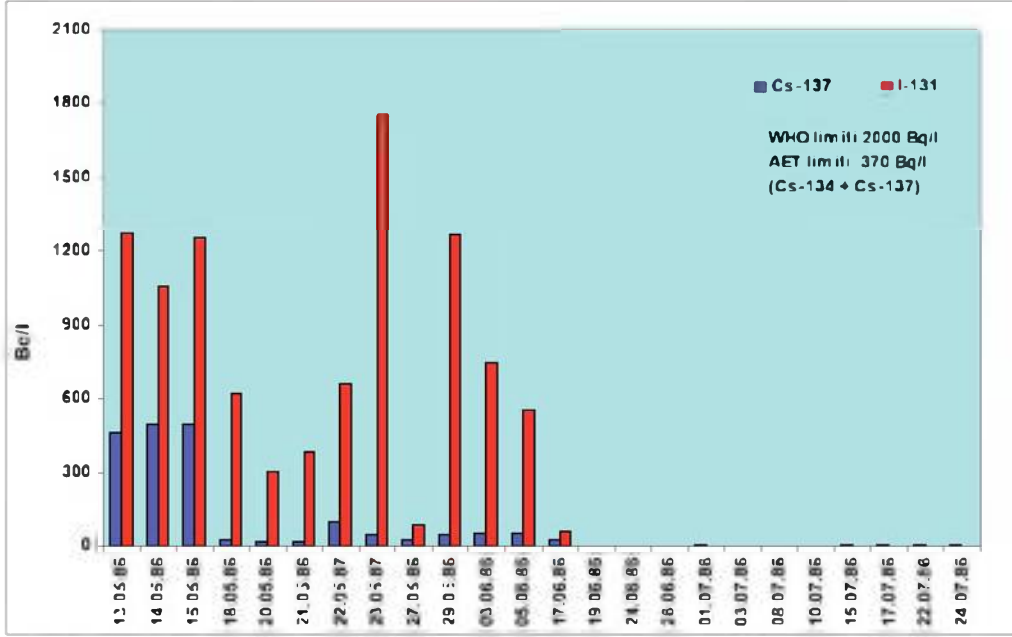
Şekil 47. Mayıs-Temmuz 1986 Ankara Çayır - Mera Zooteknik Araştırma Enstitüsü sütlerinde  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.



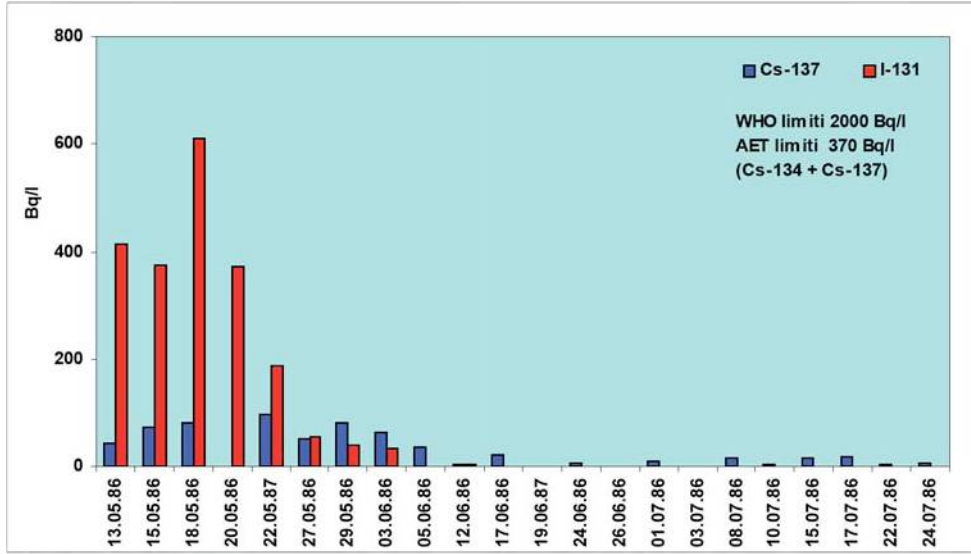
Şekil 48. Mayıs-Temmuz 1986 Ankara-Çubuk yolu sütlerinde  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi



Şekil 49 Mayıs-Temmuz 1986 Ankara-Eskişehir yolu sütlerinde  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi



Şekil 50. Mayıs-Temmuz 1986 Ankara-Gölbasi/Haymana yolu sütlerinde  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.



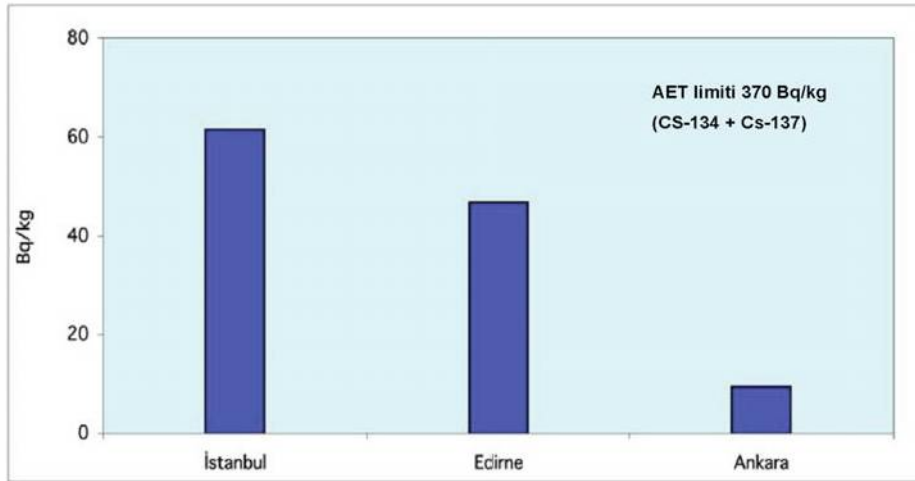
Şekil 51. Mayıs-Temmuz 1986 Ankara-Samsun yolu sütlerinde  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

Karadeniz Bölgesinde 12-15 Mayıs 1986 tarihleri arasında Ordu ve Samsun'dan alınan süt örneklerinde radyoaktivite derişimleri Tablo 8'de gösterilmiştir. Tablodan görüleceği gibi Karadeniz Bölgesindeki süt örneklerinde  $^{131}\text{I}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktiviteleri Trakya Bölgesine kıyasla oldukça düşük seviyelerde kalmıştır.

**Tablo 8.** Karadeniz Bölgesinde 12-15 Mayıs 1986 tarihleri arasında Ordu ve Samsun'dan alınan süt örneklerinde radyoaktivite derişimleri

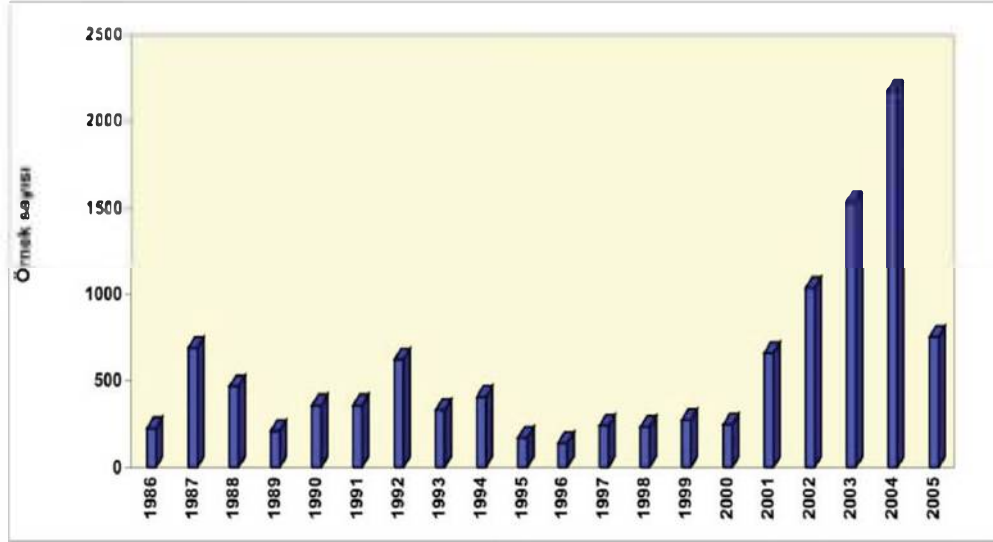
Yer	Tarih	$^{131}\text{I}$ (Bq/l)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/l)
Ordu-Boztepe	12.05.1986	659	248
Ordu-Naneliköy	13.05.1986	671	215
Samsun	14.05.1986	115	17.7
Samsun	15.05.1986	400	111
Samsun-Bafra/Koşuk Köyü	11.05.1986	1074	96

Ankara, İstanbul ve Edirne'de radyoaktivitenin yüksek bulunduğu süt üretim yerlerinden alınan peynirlerdeki ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi derişimi Şekil 52'de verilmiştir. Temmuz-Aralık 1986 tarihinde peynirlerde yapılan ölçümlerde  $^{131}\text{I}$  radyoaktivitesine rastlanmamıştır.



**Şekil 52.** 1986 ürünü peynirde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

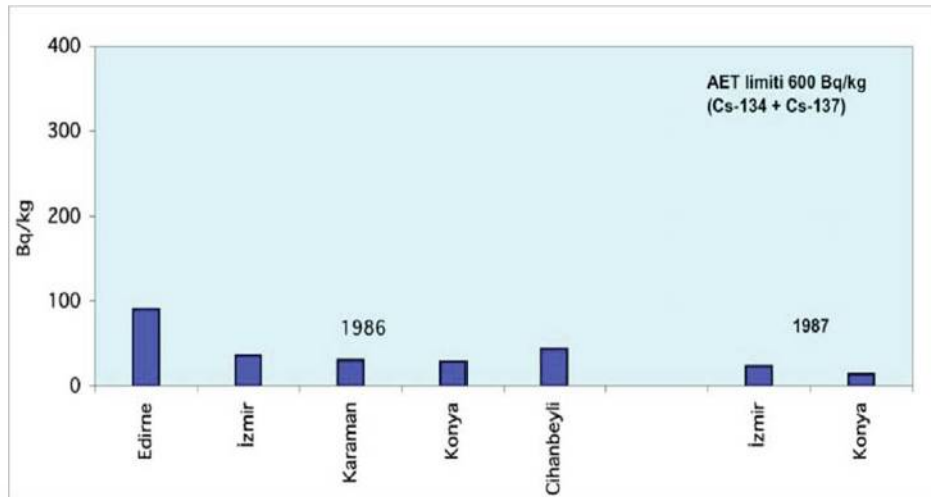
1986-2001 yılları arasında Kurumumuz laboratuvarlarında radyoaktivite derişim analizleri yapılarak Türkiye'den ihraç edilen süt ve süt ürünlerinde  $^{134}\text{Cs}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitelerinin toplamı 300 Bq/kg'in altında olan örneklerin sayısal dökümü **Şekil 53**'de verilmiştir. İthal ve ihraç edilen süt ve süt ürünlerinde radyoaktivite ölçümlerine halen devam edilmektedir (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz **Şekil 108** ve **Şekil 109**).



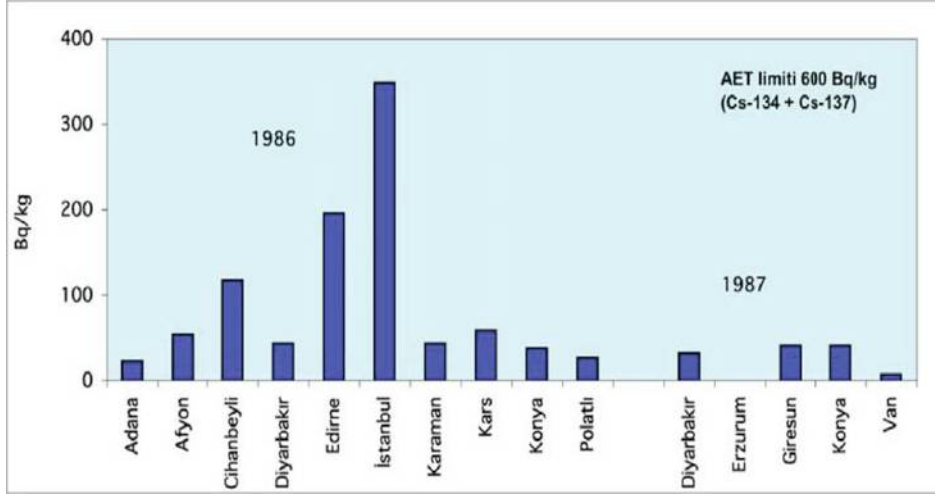
Şekil 53. 1986-2001 yılları arasında Türkiye den ihraç edilen süt ve süt ürünlerinde radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı.

### 3.4.2 Eterde Radyoaktivite Ölçümleri

Türkiye genelinde 1986 Mayıs ayından itibaren dana, koyun ve tavuk etlerinde radyoaktivite ölçümleri yapılmıştır. Dana ve koyun etlerindeki  $^{137}\text{Cs}$  ortalama radyoaktivite derişimleri Şekil 54 ve Şekil 55 de verilmiştir.



Şekil 54. 1986-1987 yıllarında dana etinde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.



Şekil 55. 1986-1987 Koyun etinde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi

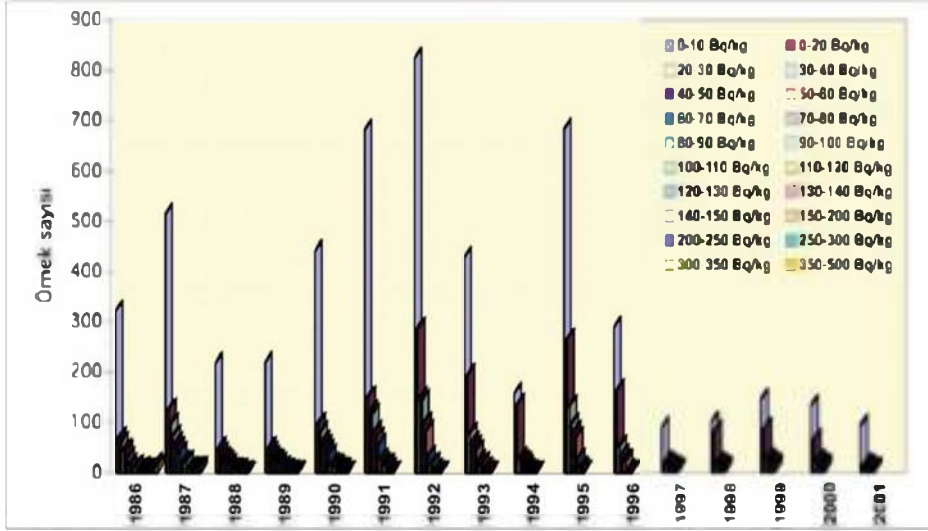
Süt ölçümlerine benzer şekilde 1986'da etlerde yapılan ölçümlerde en yüksek radyoaktivite koyun etinde daha sonra inek etinde bulunmuştur. Edirne bölgesinde koyun etinde en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 5 Haziran 1986 tarihinde yapılan ölçümlerde 580 Bq/kg olarak bulunmuştur. 1986 Mayıs ayında Edirne yöresinde dana etinde en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 209 Bq/kg olarak ölçülmüştür.

6 Haziran 1986 tarihinde Edirne'de dana sakatatında yapılan ölçümlerde  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 303 Bq/kg ve  $^{131}\text{I}$  radyoaktivitesi 85 Bq/kg ölçülmüştür.

Edirne, Mudurnu ve Ordu'dan tavuk eti örnekleri alınmıştır. Ordu'da  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 376 Bq/kg,  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 208 Bq/kg olarak ölçülmüştür. Edirne ve Mudurnu'dan alınan tavuk etlerinde  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 15-20 Bq/kg,  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivitesi de 7-10 Bq/kg civarında ölçülmüştür.

1986 yılında bazı av hayvanlarında ve ticari değeri olan, kurbağa ve salyangozlarda da radyoaktivite ölçümleri yapılmış ve radyoaktiviteye rastlanmamıştır. 1987 yılında koyun ve dana etlerinde 5-41 Bq/kg  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi ölçülmüş, 1988 yılından sonra etlerde radyoaktiviteye rastlanmamıştır.

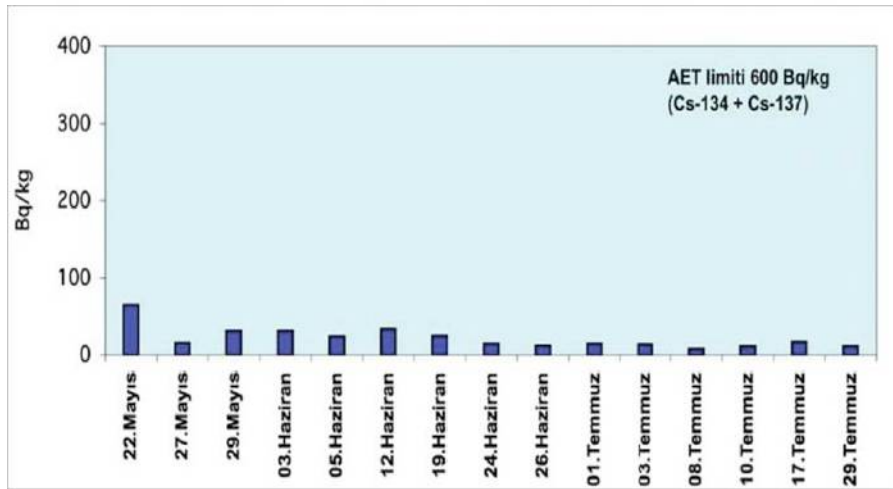
1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen ve Kurumumuz laboratuvarlarında analizi yapılan bazı et ve et ürünlerinin,  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısına ilişkin veriler Şekil 56'da verilmiştir. İthal ve ihraç edilen et ve et ürünlerinde radyoaktivite ölçümleri İthalen devam etmektedir (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz Şekil 108 ve Şekil 109).



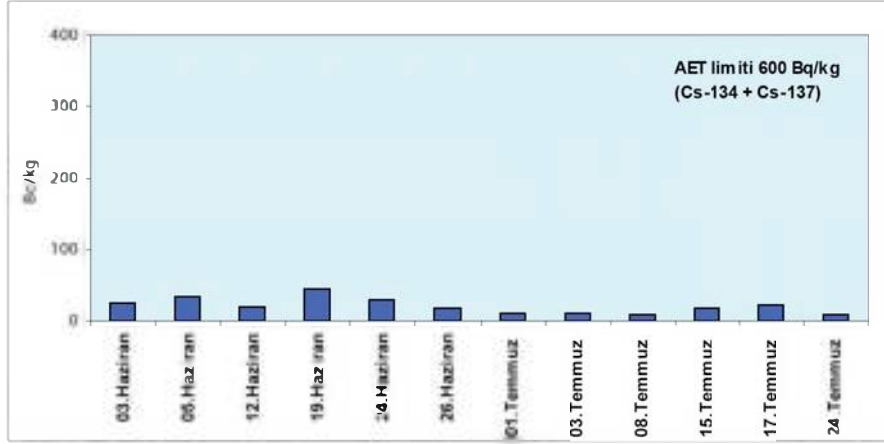
Şekil 56. 1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen et ve et ürünlerinde radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı.

### 3.4.3 Sebze ve Meyvelerde Radyoaktivite Ölçümleri

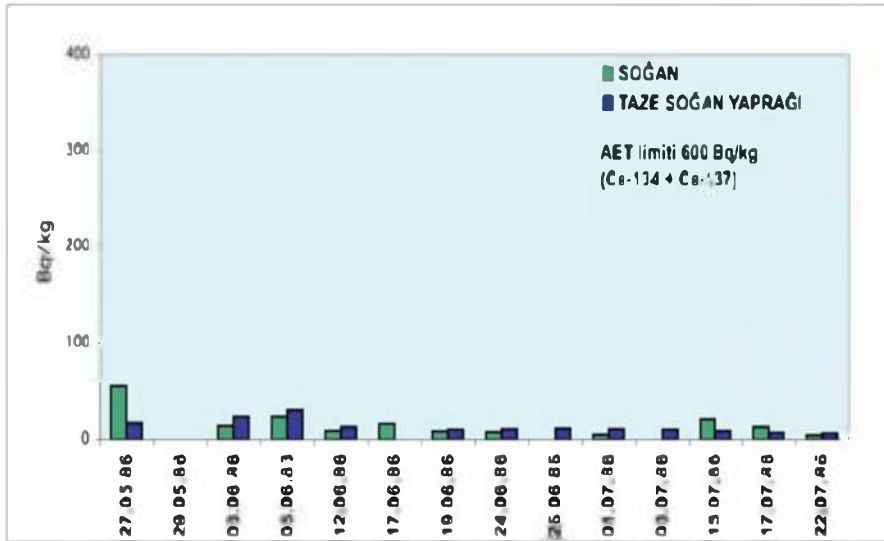
1986 yılında ülkemizde yetiştirilen taze sebze ve meyve örneklerinde radyoaktivite ölçümleri yapılmıştır. Ülkemizde yetişen sebze ve meyvelerde ölçülen değerlerin, Avrupa Topluluğu'nun gıda maddeleri için tespit ettiği izin verilen 600 Bq/kg limitinin çok altında olduğu görülmüştür. Mayıs-Temmuz 1986 tarihleri arasında Ankara'nın farklı yörelerinden sistematik olarak kıvrıcık marul, maydanoz, taze soğan örnekleri alınarak radyoaktivite ölçümleri yapılmıştır (**Şekil 57**, **Şekil 58** ve **Şekil 59**). Şekillerden görülebileceği gibi yapraklı sebzeler daha sonraki yağmurlarla yıkandığından, ölçülen radyoaktivite değerleri çok düşük bulunmuştur.



Şekil 57. 1986 yılı Ankara kıvrıcık marul örneklerinde  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.



Şekil 58. 1986 yılı Ankara maydanoz örneklerinde <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi.



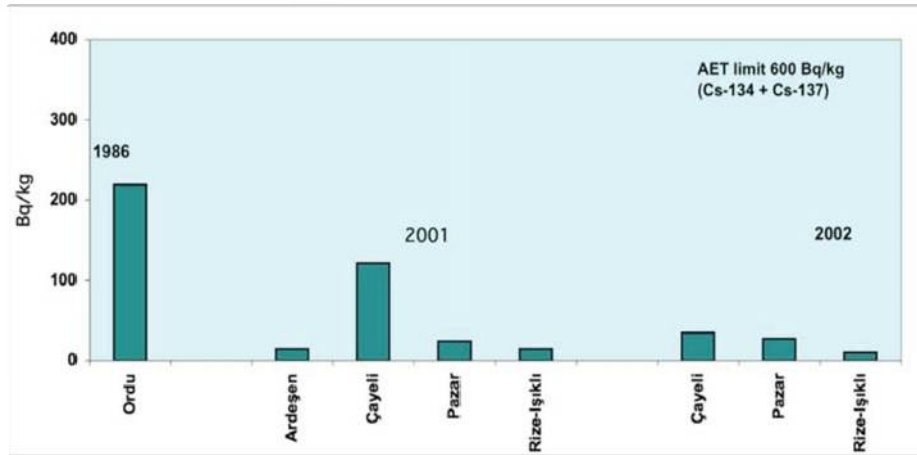
Şekil 59. Ankara taze soğan örneklerinde <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi.

1986 yılında Doğu Karadeniz ve Trakya Bölgesi'nde yetiştirilen taze sebze ve meyvelerden örnekleri alınarak radyoaktivite ölçümleri yapılmış; Rize yöresinde mandalınada 273 Bq/kg, Giresun'da maydanozda 213 Bq/kg, Ordu'da karalahanada 219 Bq/kg, diğer sebze ve meyvelerde 7-120 Bq/kg <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi ölçülmüştür, **Tablo 9**.

Tablo 9. Sebze ve meyvelerde 1986 yılı radyoaktivite ölçümleri

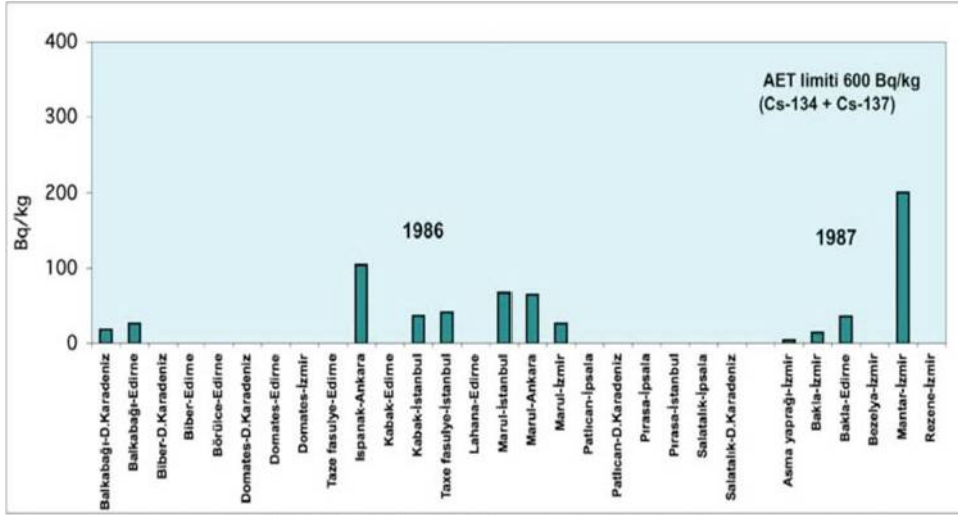
Yer	Yıl	Ürün	Cs- <sup>137</sup> (Bq/kg)
Trabzon	1986	Ayva	47
		Maydanoz	17
		Karalahana	16
		Uzum	20
		Biber	43
		Mandalina	-
		Domates, Fasulye	-
		Patlıcan, Kabak	-
			-
Rize	1986	Mandalina	273
		Karalahana	17
		Nar, Fasulye	-
		Kabak, Pazı	-
Giresun	1986	İncir	13
		Maydanoz	213
		Fasulye	120
		Karalahana	40
		Domates, Patlıcan	7
		Pazı, Kabak	7
Ordu	1986	Karalahana	219
Edirne	1986	Ayçiçeği, Elma, Karpuz	2
		Uzum, Domates, Salatalık	2
		Kabak, Börülce, Lahana	2
		Patlıcan, Pırasa, Biber, Fasulye	2

Trakya yöresi 1986 sebze ve meyvelerinde 2 Bq/kg gibi çok düşük düzeyde radyoaktivite ölçülmüştür. Doğu Karadeniz bölgesinden alınan karalahana örneklerinde <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi değerleri Şekil 60'da verilmiştir.

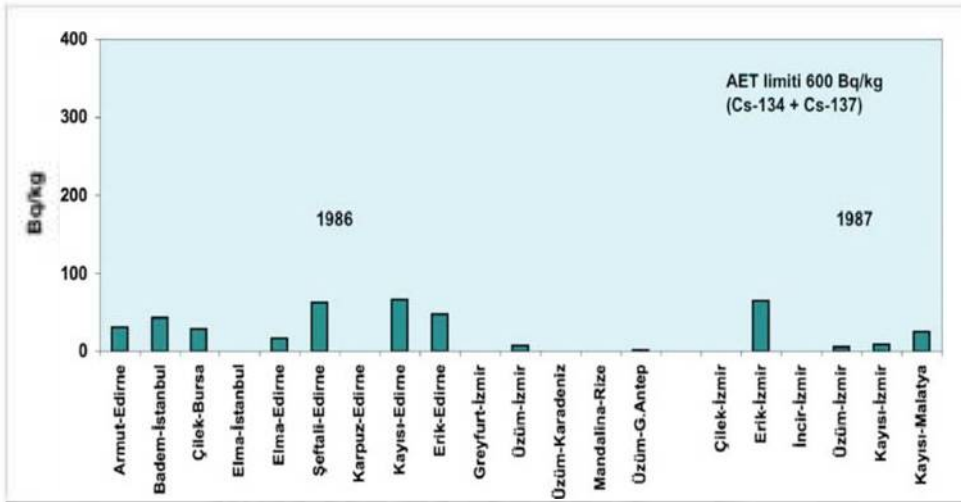
Şekil 60. Karalahana örneklerindeki <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi

Türkiye'nin diğer bölgelerinde de sebze ve meyve örnekleri ölçülmüş, Aralık 1986'da Şanlıurfa'dan gönderilen soğan örneği dışında önemli bir radyoaktiviteye rastlanmamıştır (Şekil 61 ve Şekil 62). Şanlıurfa kuru soğan örneğinde yapılan ölçümlerde <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesinin 918 Bq/kg, <sup>134</sup>Cs radyoaktivitesinin 394 Bq/kg olduğu bulunmuştur.

Bölgede daha sonraki yıllarda yapılan ölçümlerde radyoaktiviteye rastlanmamıştır.



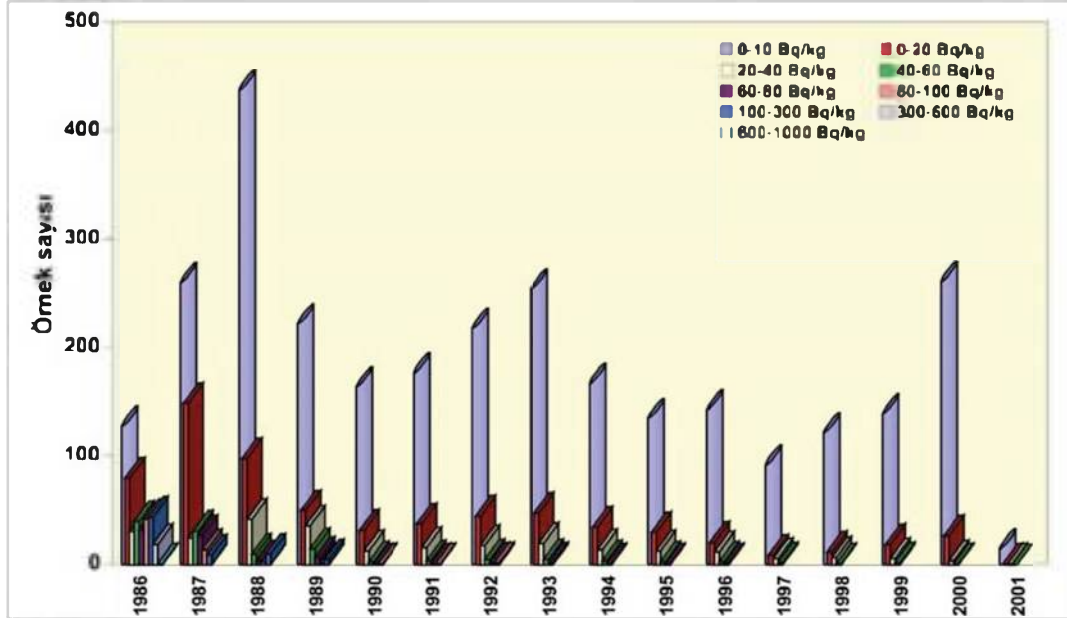
Şekil 61. Sebzelere <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi.



Şekil 62. Meyvelerde <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi.

1986-2001 yılları arasında radyoaktivite derişim analizleri yapılarak ihraç edilen meyve ve sebzelerde <sup>134</sup>Cs ve <sup>137</sup>Cs radyoaktivitelerinin toplam derişimlerine ilişkin örnek sayısı

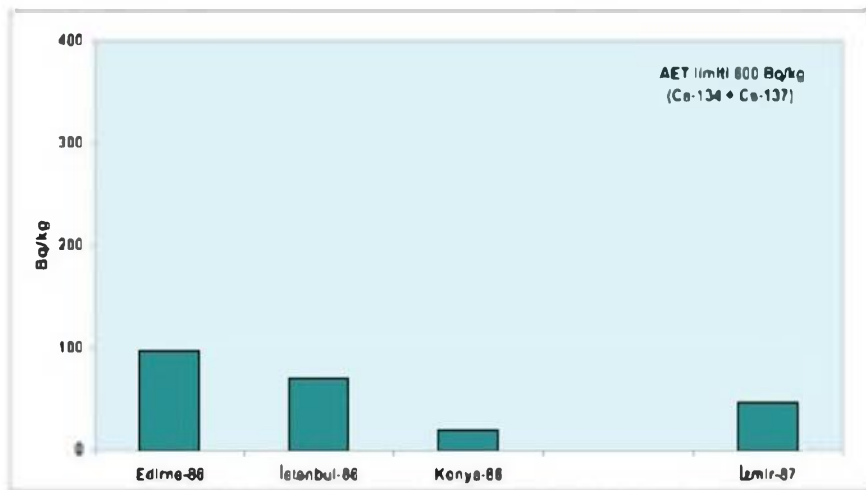
Şekil 63'de verilmiştir. İthal ve ihraç edilen meyve ve sebzelerde radyoaktivite ölçümleri halen devam etmektedir (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz Şekil 109 ve Şekil 109).



Şekil 63. 1986-2001 yılları arasında ihraç edilen meyve ve sebzelerin toplam  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimlerine göre dağılımları.

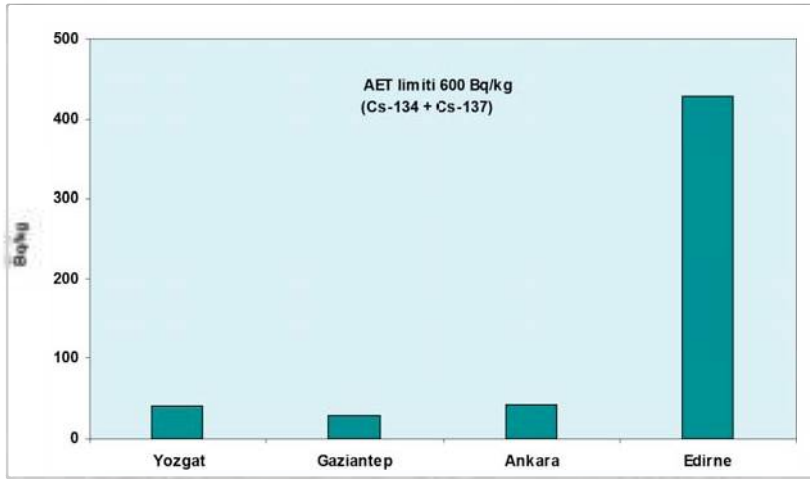
#### 3.4.4 Tahıl ve Baklyatta Radyoaktivite Ölçümleri

Ülkemizde en çok tüketilen gıda maddelerinin başında gelen buğdayda 1986 yılında yapılan ölçümlerde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi Edirne'de 97 Bq/kg, İstanbul'da 70 Bq/kg, Konya'da 20 Bq/kg olarak ölçülmüştür. 1987 ürünü İzmir bölgesi buğdaylarında bu miktar ortalama 47 Bq/kg'dır. 1986 yılı buğdaylarının ortalama  $^{137}\text{Cs}$  aktiviteleeri Şekil 64'de görülmektedir.



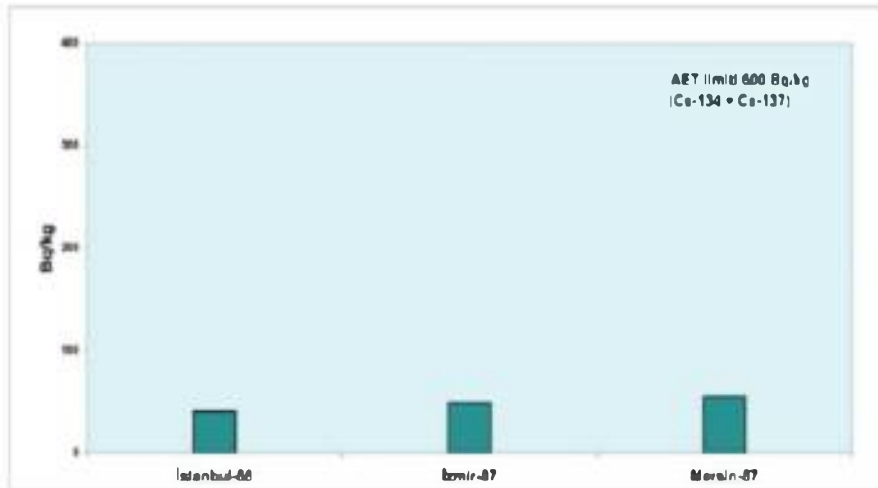
Şekil 64. Buğday ürününde  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

1986 yılında yapılan arpa ölçümleri sonuçları **Şekil 65**'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi arpada en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi Edirne'de 428 Bq/kg olarak ölçülmüştür. Ankara, Yozgat ve Gaziantep'ten alınan arpa ölçümleri 30-40 Bq/kg civarındadır.



**Şekil 65.** Eylül 1986 arpalarında  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

1986 ve 1987 yıllarında Şanlıurfa mercimek örneklerinin  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 47 Bq/kg civarında ölçülmüştür. **Şekil 66**'da 1986-1987 yılında ihraç edilen mercimeklerde ölçülen  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişim değerleri verilmektedir.



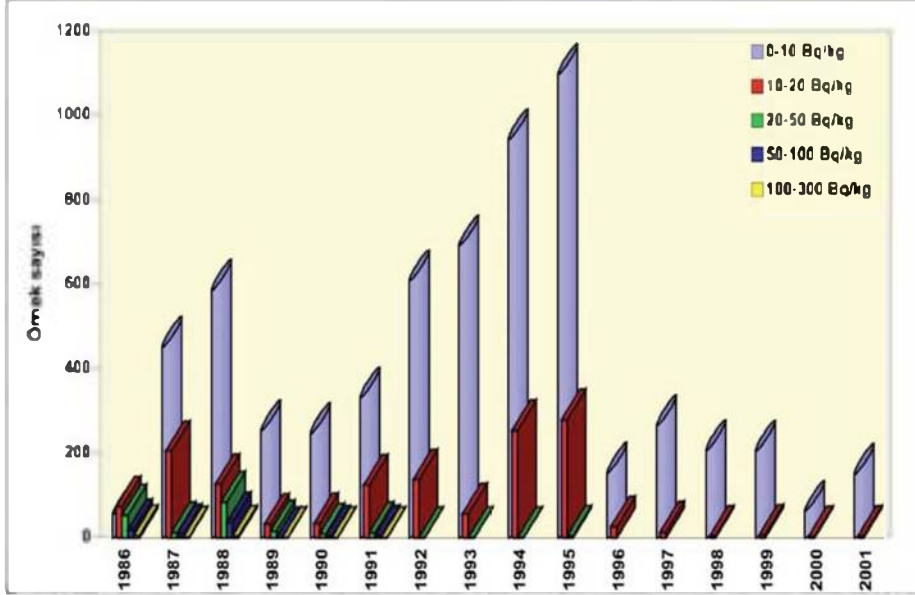
**Şekil 66.** ihraç edilen mercimeklerde  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

Eylül 1986 Doğu Karadeniz Bölgesinden alınan mısır örneklerinde radyoaktivite analizleri yapılmış ve herhangi bir radyoaktif izotopa rastlanmamıştır. Ülkemizde üretilen tahıl ve bakliyatın radyoaktivite analizi özet sonuçları **Tablo 10**'da görülmektedir.

**Tablo 10.** Tahıl ve bakliyatın 1986 yılı radyoaktivite ölçümleri

Ürün	Yıl	Yer	Cs- <sup>137</sup> (Bq/kg)
Mısır	1986	Doğu Karadeniz	-
		Edirne-İpsala/Turpçular	6
		İzmir	-
Kuru fasulye	1986	İstanbul	40.5
		Mersin	-
		Trakya	-
Kuru bakla	1986	İstanbul	-
Nohut	1986	İstanbul	-
		İzmir	1.7
Böğürtlen	1986	Edirne-İpsala/Turpçular	-
		Un	1986
Şehriye	1987	Giresun	46
		İzmir	56
		Edirne-İpsala/Turpçular	-
Susam	1986	Trakya	-
		İzmir	4.8
		Edirne-Tatar köyü	-
Pirinç	1987	İzmir	-
		Soya	1986
Makarna	1987	Gaziantep	6
		İzmir	-
		Gaziantep	61
Bulgur	1987	İzmir	29
Kuru bakla	1986	İstanbul	-

1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen ve Kurumumuz laboratuvarlarında analizi yapılan bazı tahıl, bakliyat ve unlu gıdaların <sup>137</sup>Cs ve <sup>134</sup>Cs radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısına ilişkin veriler **Şekil 67**'de verilmiştir. İthal ve ihraç edilen tahıl, bakliyat ve unlu gıdalarda radyoaktivite ölçümleri halen devam etmektedir (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz **Şekil 108** ve **Şekil 109**).



Şekil 67. 1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen tahıl, bakliyat ve unlu gıdalarda radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı.

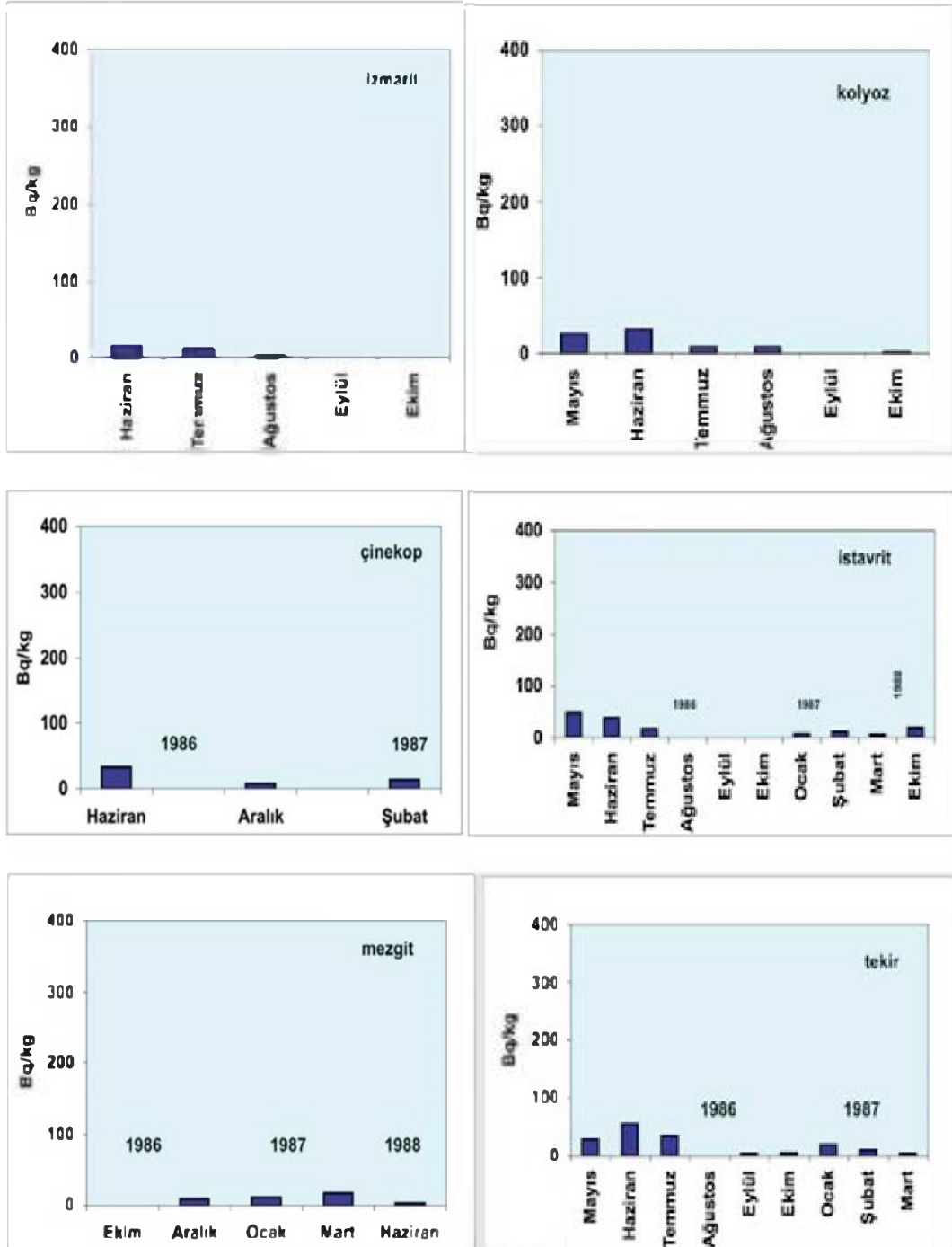
### 3.4.5 Balık ve Su Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri

1986 yılı Mayıs ayından itibaren özellikle Karadeniz'in çeşitli istasyonlarından toplanan mezgit, tekir, hamsi; İstanbul Boğazi ve Marmara Denizi'nden alınan ıstavrit, kolyos, çinekop, izmarit ve midye ile deniz salyangozu, alg ve sedimentlerde radyoaktivite analizleri periyodik olarak yapılmıştır. Örnekler, 4 Mayıs 1986 tarihinden itibaren ilk üç ay haftada iki, ikinci üç ay haftada bir, üçüncü üç ay iki haftada bir ve sonraki dönemlerde ayda bir olmak üzere düzenli olarak alınmıştır. Alınan örneklerin halk tarafından en çok tüketilen türler olmasına özen gösterilmiştir.

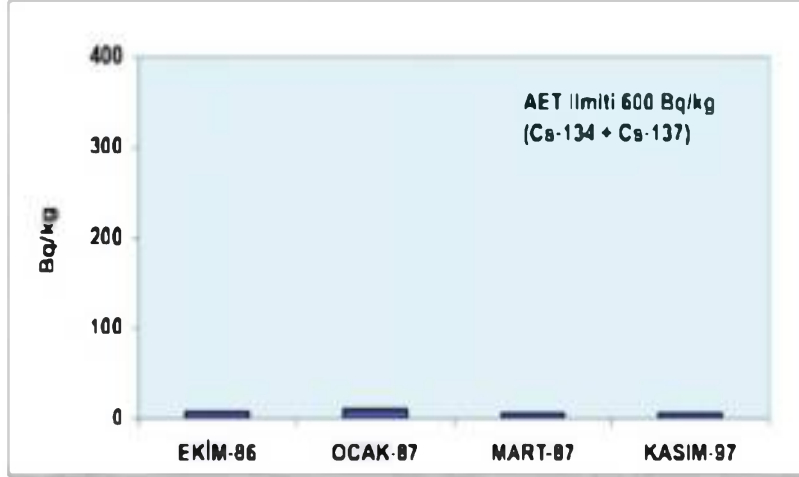
#### 3.4.5.1 Balık

Izmarit, kolyos, çinekop, mezgit ve hamsi örneklerinde 1986 yılında yapılan radyoaktivite ölçümlerinde aylık ortalama radyoaktivite düzeyi 0-40 Bq/kg bulunmuştur. En yüksek radyoaktiviteye tekir ve ıstavrit'te rastlanmıştır (Şekil 68). 1986 Mayıs ayında bu ürünlerdeki ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 60 Bq/kg civarında olup, 1987 yılında normal düzeye inmiştir.

Karadeniz'de Mayıs 1986'da yapılan kalkan balığı ölçümlerinde en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 74 Bq/kg iken, Mayıs 1986 ortalaması 15 Bq/kg olarak ölçülmüştür. Karadeniz'de hamsi örneklerinde yapılan ölçümlerde en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesine Ocak 1987 tarihinde alınan örneklerde 10 Bq/kg olarak rastlanmıştır (Şekil 69).



Şekil 68. Balıklarda ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi



Şekil 69. Karadeniz hamsi örneklerinde ortalama <sup>137</sup>Cs radyoaktivite değişimi.

Kasım 1997 tarihinde Amasra, Sinop ve Perşembe'den alınan hamsi örneklerinde sırasıyla 9, 4 ve 5 Bq/kg <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi ölçülmüştür.

Karadeniz-mersin balığında 11.05 1986 tarihindeki <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi 45 Bq/kg, palamutta Eylül 1986 <sup>137</sup>Cs ortalaması 5.7 Bq/kg olmuştur.

Sardalya balığında ortalama <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi Haziran 1986'da Çanakkale açıklarında 21 Bq/kg, Ocak-Şubat 1987'de Marmara denizinde ortalama 11.5 Bq/kg ölçülmüştür.

1987 yılında Marmara denizinde gümüş balığı <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi 20 Bq/kg, turna balığı <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi 7 Bq/kg ölçülmüştür.

Köpek balığında yapılan radyoaktivite ölçüm sonuçlarına göre Ocak 1988 tarihinde İstanbul boğazından alınan örneklerde <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi 8 Bq/kg iken İzmir'den alınan örneklerde bu değer 14 Bq/kg ölçülmüştür. İzmir'de 1987 yılında alınan ahtapot örneklerinde ise herhangi bir radyoaktivite ölçülmemiştir.

Trakya Bölgesi'nde Meriç, Tunca, Arda nehirleri, bunların birleştiği yer ve Saroz körfezinde 1986-92 yıllarında sistematik olarak nehir balık örnekleri alınarak radyoaktivite ölçümleri yapılmıştır (**Tablo 11**).

Tablo 11\_ Deniz erte balık midye ve deniz salyangozlarında yapılan radyoaktif ölçümler (Bq/kg)

Yer	Tarih	Cinsi	<sup>137</sup> Cs	
<b>KARADENİZ</b>				
Fatsa	1986	Barbunya	MDA	
	1986	Deniz Salyangozu	27-29	
	1987	Deniz Salyangozu	9-29	
	1988	Deniz Salyangozu	7	
Sinop	1986	Deniz Salyangozu	2	
	1987	Kalkan	14	
		Pisi	27	
		Deniz Salyangozu	MDA-23	
		Barbunya	MDA	
	1988	Deniz Salyangozu	MDA	
	Tekir	<5		
	Kalkan	MDA		
<b>MARMARA DENİZİ</b>				
	1986	Tekir	MDA	
		Örkinos	<5	
<b>Istanbul Boğazı</b>				
	1986	Lufer	MDA	
		Istirdye	MDA	
		Istavrit	MDA	
		Kolyoz	MDA	
		Gümüş	MDA	
		Midye	MDA	
		Karides	MDA	
		Deniz Salyangozu	5	
		1987	Lufer	<5
			Istavrit	<5
			Kolyoz	<5
			Sardalye	<5
			Midye	<5
		Karides	<5	
		Deniz Salyangozu	<3	
	1988	Deniz Salyangozu	-	
		Lufer	10	
		Istavrit	19	
		Köpek Balığı	8	
		Karagöz	<5	
		Palamut	<5	
		Kolyoz	<5	
		Midye	<5	
		Karides	<5	
K.Çekmece	1990	Midye	2	
<b>TRAKYA (Nehir Balığı)</b>				
Meriç	1986	Kefal	MDA	
		K.Yatık	MDA	
		Sazan	MDA	
		K.Kanat	MDA	
	1987	Tirsi	MDA	

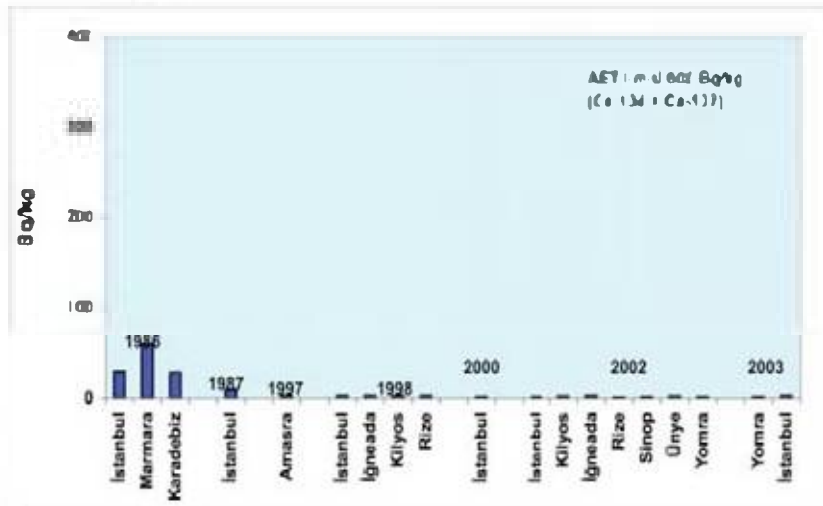
Yer	Yerlin	Çevre	Yıl
		Karadiz	MDA
		Yayir	MDA
		Tevrek	MDA
		Kanal	MDA
		Kilise	MDA
		Ezzen	MDA
		K.Kanal	MDA
		Yelis	MDA
		R.Çifti	MDA
		E.Çifti	MDA
	AAA	Tevrek	MDA
		K.Kanal	MDA
		Ezzen	MDA
		Yelis	MDA
		R.Çifti	MDA

Not: MDA değeri deniz salyangozu için 2, diğer organizmalar için 5 Bq/kg'dır.

Sonuç olarak, Çernobil Nükleer Santral Kazasından sonraki ilk üç ay içinde deniz ürünlerimizde az bir miktar radyoaktivite artışı olmasına rağmen, daha sonraki aylarda ve 1992 yılı sonuna kadar olan ölçümlerde deniz organizmalarındaki radyoaktivite seviyelerinin Çernobil öncesi değerlere düştüğü görülmüştür.

#### 1.4.5.2 Midye

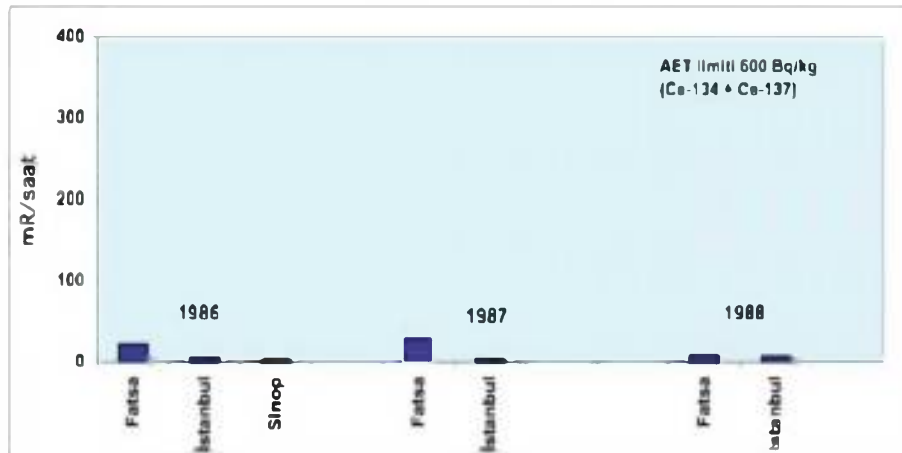
Büyük miktarda suyu filtre ettikleri ve suda bulunan litopankton ve partiküleri materyali yiyerek radyonüklidleri absorblamaları nedeniyle biyomonitör organizma olarak çok önemli olan midyelerin gama spektrometrik analizi sonucu elde edilen  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite değerleri Şekil 70'de verilmiştir.



Şekil 70. Midyeelerde  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite dağılımı

### 3.4.5.3 Deniz salyangozu

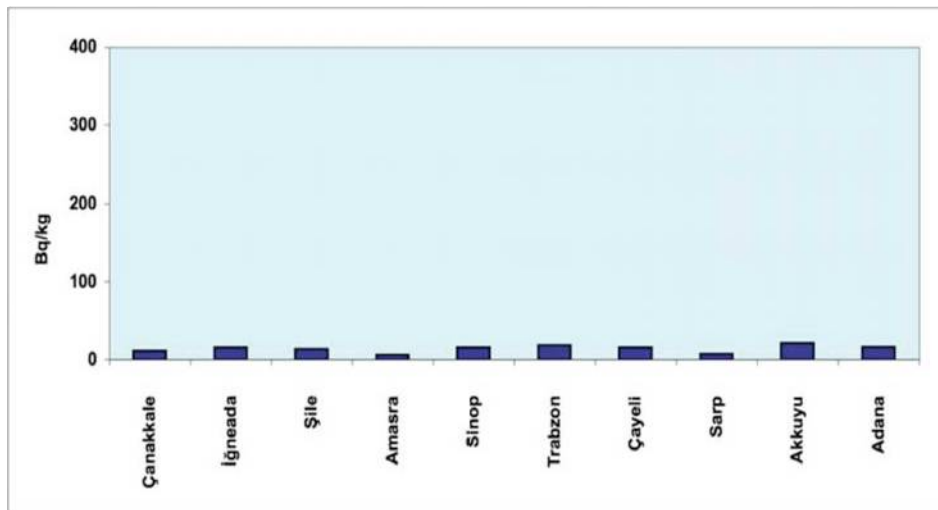
1986 Mayıs ayından itibaren özellikle Karadeniz sulu ortamında yaşayan ve çok iyi bir biyoindikatör organizma olan deniz salyangozunda radyoaktivite ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlerde en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi Fatsa'da 1987 yılında 29 Bq/kg olarak; en düşük  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi ise İzmir'de 2.8 Bq/kg olarak ölçülmüştür (**Şekil 71**).



Şekil 71. 1986-1987 yılları arasında deniz salyangozunda ortalama  $^{137}\text{Cs}$  aktivite derişimi

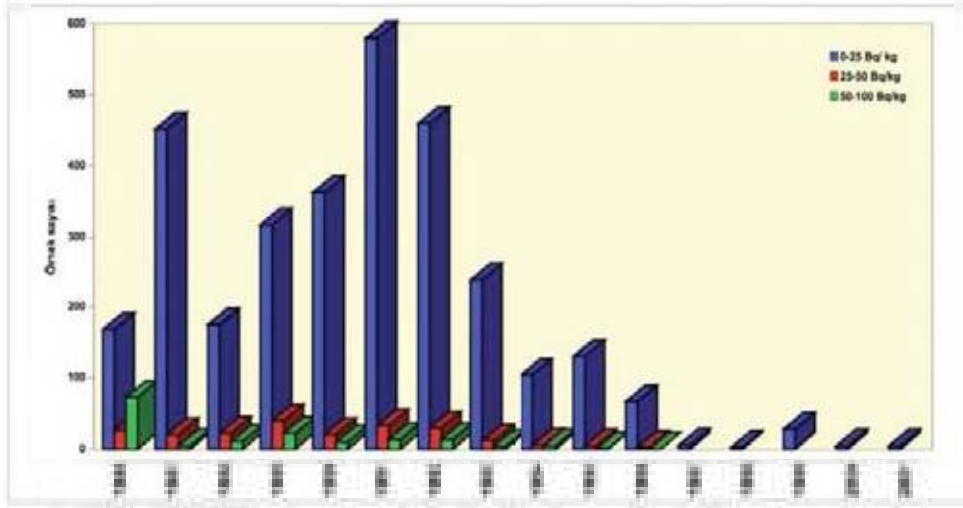
### 3.4.5.4 Alg (deniz yosunu)

Alg türleri hem sudan ve hem de su içindeki canlılardan radyonüklit biriktirdiklerinden biyoindikatör organizmaların tipik örneklerindedir. Çernobil sonrası, Karadeniz makroalg örneklerinde saptanan  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimleri **Şekil 72**'de verilmiştir.



Şekil 72. 1989 Deniz yosunu (alg) örneklerinde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi

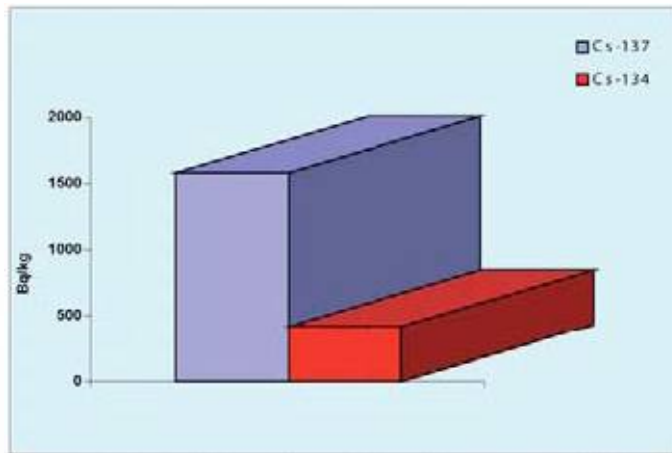
1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen ve Kurumumuz laboratuvarlarında analizi yapılan bazı balık ve su ürünlerinde  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivite analizi sayısına ilişkin veriler **Şekil 73** de verilmiştir. İthal ve ihraç edilen balık ve su ürünlerinde radyoaktivite ölçümlerine halen devam edilmektedir. (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz. **Şekil 112** ve **Şekil 109**)



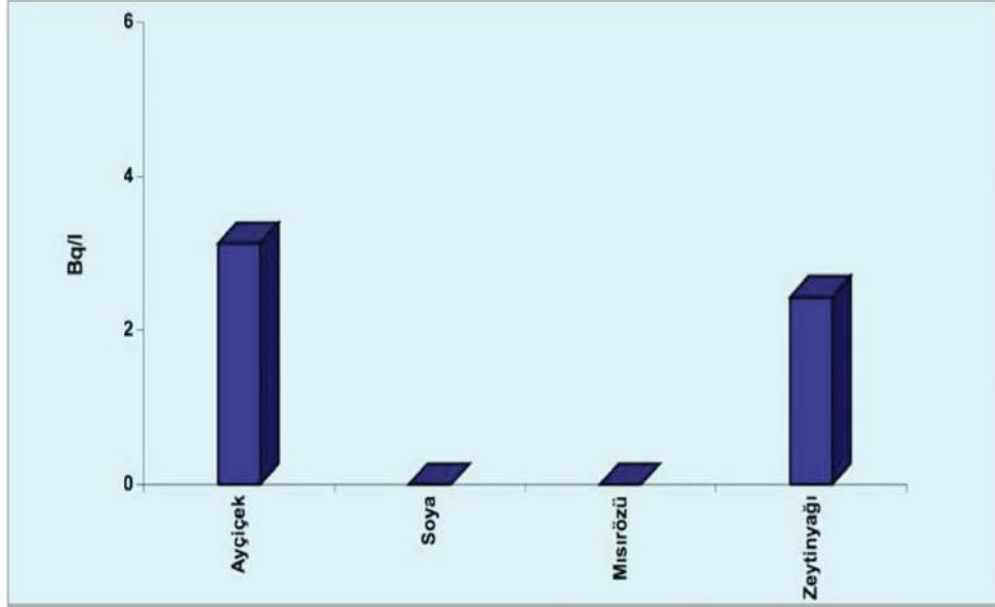
**Şekil 73.** 1986-2001 yılları arasında Türkiye dışı ihraç edilen balık ve su ürünlerinde radyoaktivite analizi sayısı.

#### 3.4.6 Yağlara Radyoaktivite Ölçümleri

Ayçiçek, mısırözü, soya, fındık ve zeytinyağında yapılan radyoaktivite ölçüm sonuçları **Şekil 74** ve **Şekil 75**de gösterilmiştir.



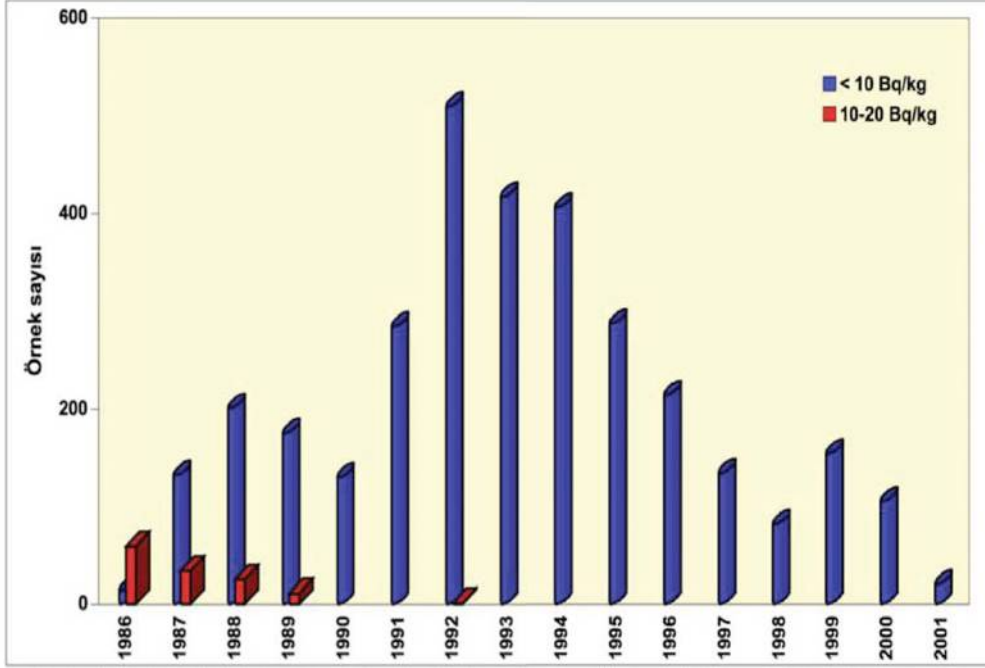
**Şekil 74.** Fındık yağında yapılan  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivite dengim.



Şekil 75. Bitkisel yağlarda orta ama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

Bitkisel yağlarda 1986 ve 1987 ürünü fıındıkta en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi 1708 Bq/kg, ayçiçek ve zeytinyağında en yüksek 15 Bq/kg ölçülmüştür. Mısırözü ve soya yağlarında herhangi bir radyoaktivite bulunmamıştır.

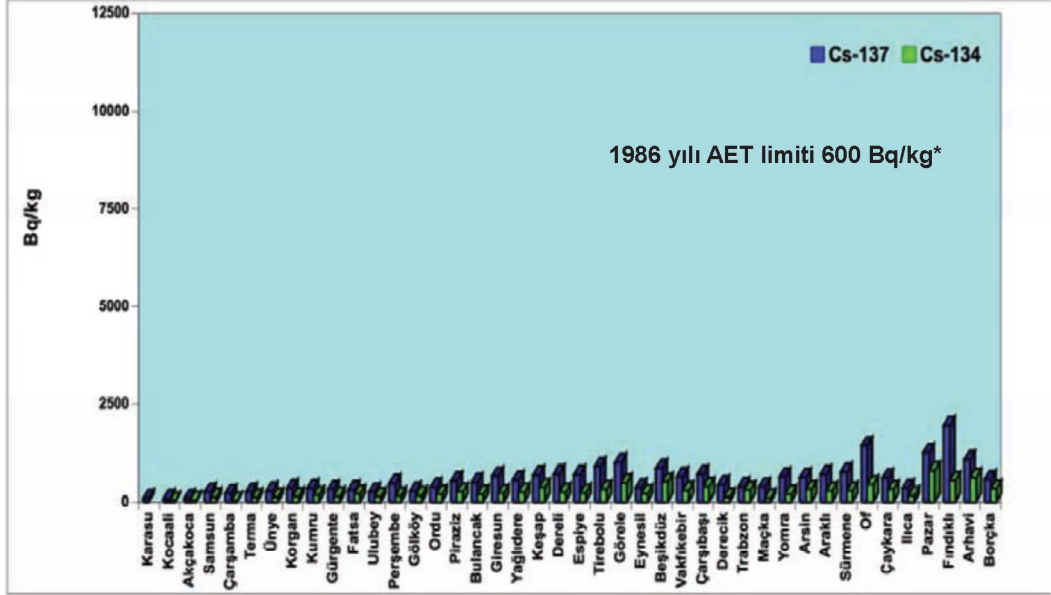
1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen ve Kurumumuz laboratuvarlarında analizi yapılan yağlarda bulunan  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivite analizi sayısına ilişkin veriler Şekil 76'da verilmiştir. İhraç ve ithal edilen yağlarda radyoaktivite ölçümleri hialen devam etmektedir. (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz Şekil 108 ve Şekil 109).



Şekil 76. 1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen yağlarda radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı.

### 3.4.7 Fındık Ürünüde Radyoaktivite Ölçümleri

Kaza sonrasında Doğu Karadeniz Bölgesinin önemli ürünlerinden olan ancak temel gıda maddesi sayılmayan fındıkta radyoaktivite ölçümleri yapılmıştır. 1986 yılında Batı Karadeniz'de Akçakoca, Kocaali, Karasu ve Düzce; Doğu Karadeniz'de Çarşamba'dan başlayarak Rize Bölgesi hariç sınıra kadar olan bölgelerde yetişen fındık ürünlerinde yapılan ölçümlerin sonucu bulunan  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivite düzeyleri Şekil 77'de verilmiştir.



Şekil 77. 1986 Yılı ortalama fındık  $^{134}\text{Cs}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

\*Çernobil sonrası olabilecek kazalar için limit değeri 1989 yılında AET tarafından 12500 Bq/kg olarak belirlenmiştir.

Fındık gibi tüketimi az olan gıda maddelerinde toplam sezyum için AET limiti 600 Bq/kg'dan 12500 Bq/kg'a yükseltilmiştir. Akçakoca'da en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 792 Bq/kg ve ortalama 88 Bq/kg olarak ölçülmüştür. En yüksek radyoaktivite değeri Ordu yöresi fındıklarında ölçülmüştür. Ordu'da en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 3996 Bq/kg, ortalama 368 Bq/kg olarak ölçülmüştür. Yapılan fındık analizlerinde en düşük radyoaktivite Düzce-Akçakoca yöresi fındıklarında ölçülmüştür (Şekil 77). Bazı yörelere ait en yüksek ve ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktiviteleri Tablo 12'de verilmiştir. Fındık ürünündeki radyoaktivite miktarının Doğu Karadeniz'in iç bölgelerinde sahil kesimlerine göre daha az olduğu belirlenmiştir. Örneğin Arhavi'de ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi 1078 Bq/kg iken iç kısmında bulunan Borçka'da 578 Bq/kg olduğu ölçülmüştür.

**Tablo 12.** 1986 yılı fındık örneklerinde en yüksek ve ortalama <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimleri, Bq/kg

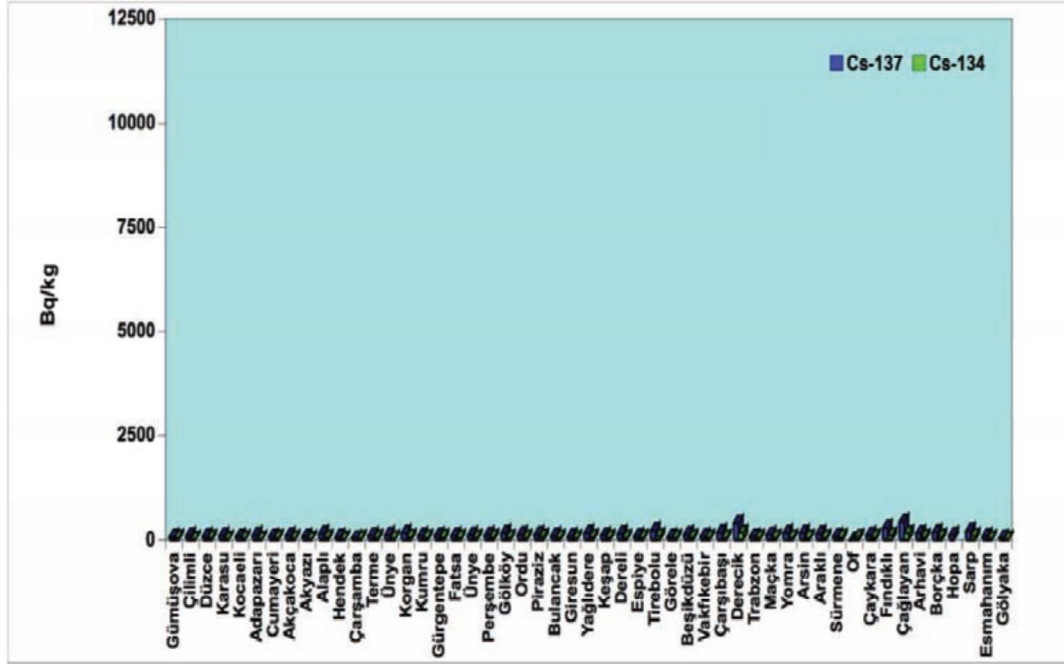
Yer	En yüksek	Ortalama
Karasu	150	89
Kocaali	120	77
Akçakoca	792	88
Samsun	823	248
Çarşamba	371	219
Terme	586	244
Unye	518	269
Korgan	433	347
Kumru	467	345
Gürgentepe	311	311
Fatsa	558	305
Ulubey	349	249
Perşembe	864	472
Gölköy	274	274
Ordu	3996	368
Piraziz	661	531
Bulancak	1063	501
Giresun	1233	655
Yağlıdere	738	561
Keşap	894	678
Dereli	1507	713
Espiye	911	698
Tirebolu	1645	911
Görele	1251	1007
Eynesil	360	360
Beşikdüzü	1387	858
Vakfıkebir	1155	649
Çarşibaşı	819	702
Derecik	1011	433
Trabzon	642	386
Maçka	445	380
Yomra	956	640
Arsin	749	622
Araklı	1057	706
Sürmene	1541	763
Of	2342	1438
Ilıca	380	349
Pazar	1615	1256
Fındıklı	2757	1946
Arhavi	1253	1078
Borcka	775	578

1986 Eylül-Ekim ayları itibarıyla toplanan fındık, fındık yaprağı ve toprak örneklerinin radyoaktiviteleri arasındaki ilişkiler araştırılmış ve fındık yaprağındaki radyoaktivitenin fındık ürünü ve topraktakinden fazla olduğu ölçülmüştür (**Tablo 13**). Bu da radyoaktif yağışın bitkinin yaprakları üzerinde yüzeysel bir bulaşmaya neden olduğu ve bitkinin radyoaktiviteyi yapraklarından aldığı göstermiştir. 1986 ürünü iç fındıkta sadece  $^{134}\text{Cs}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyonüklitleri, fındık yaprağında ise Çernobil kaynaklı, uzun ömürlü diğer radyonüklitler de tespit edilmiştir. Fındık kabuğunda bulunan  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişiminin de aynı yörenin iç fındıklarından daima daha az oldukları saptanmıştır. Bu bağlamda, Ünye'den alınan evlerde ısınma için yakılmış fındık kabuğu külünde 743 Bq/kg  $^{134}\text{Cs}$  ve 1800 Bq/kg  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi ölçülmüştür. Sonuç olarak fındık kabuğunda bulunan radyoaktivite miktarının fındık külünde 5-6 defa konsantre olduğu ölçülmüştür. Ancak, fındık kabuğu ile ısıtılan fırınlarda yapılan ekmeklerde radyoaktivite saptanmamıştır.

**Tablo 13.** Fındık, fındık yaprağı ve toprakta  $^{134}\text{Cs}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktiviteleri toplamı (Bq/kg)

Yer	Fındık	Fındık Yaprığı	Toprak, 0-5 cm
Falsa	300	1600	250
Giresun	1000	2000	510
Tirebolu	1000	2100	700
Görece	1400	2400	1000
Arhavi	1400	1950	1450
Borçka	500	4950	250
Afşin	600	2500	250
Pazarcık	1950	7000	2400

1987 yılında Karadeniz bölgesinin çeşitli yörelerinden alınan fındık ürünlerinde ortalama radyoaktivite miktarları, en düşük Çarşamba, en yüksek Çağlayan yöresinde bulunmuştur. Bu yörelerde ortalama radyoaktivite değerleri sırasıyla 177 Bq/kg ve 424 Bq/kg'dir. 1987 yılı fındıkları için ortalama  $^{134}\text{Cs}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktiviteleri Şekil 78'de verilmiştir. 1987 ürününe radyoaktivite geçişini saptama çalışmaları kapsamında fındık bitkisindeki sezyum radyonüklidlerinin dağılımı incelenmiş ve 1986 yılında daha çok yapraklardaki stomalardan geçerek fındık gövdesinde depolandığı, topraktan fındık bitkisine radyoaktivite geçişinin olmadığı bulunmuştur. 1988'den sonra yapılan çalışmalar sonucunda, fındık bitkisinde topraktan alınan sezyum izotoplarının önce yan dallara sonra bu dallarda oluşan yaprak ve fındıklara geçtiği saptanmıştır.

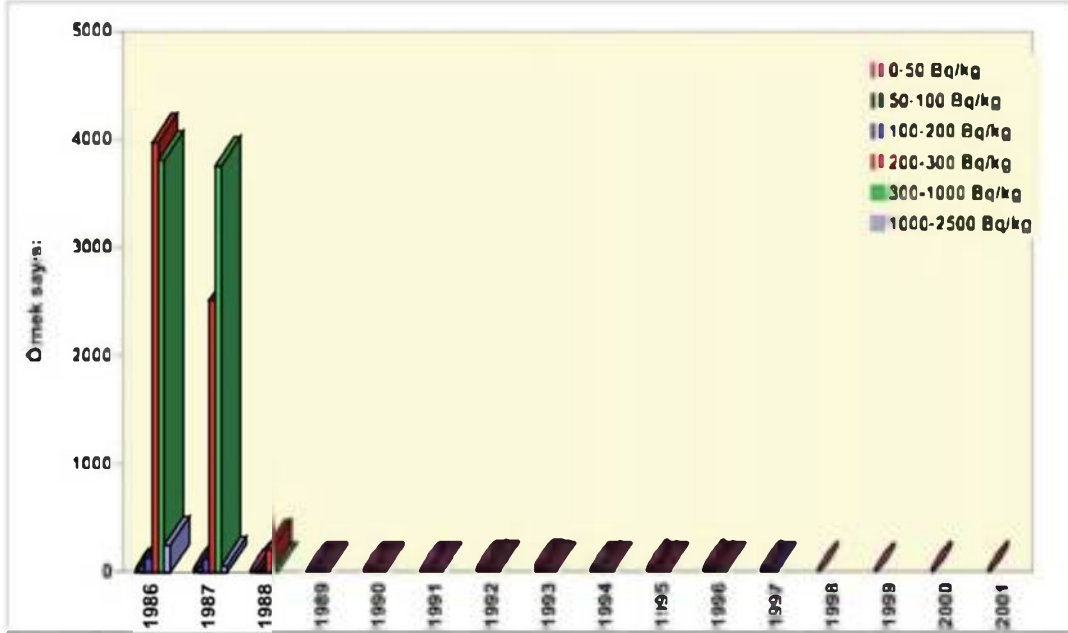


Şekil 78. 1987 yılı fındık örneklerinde ortalama <sup>134</sup>Cs ve <sup>137</sup>Cs radyoaktivite dağılımı.

1988 yılında en düşük radyoaktivite ortalama 11 Bq/kg <sup>137</sup>Cs Akçakoca yöresinde, en yüksek 200 Bq/kg <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi ile Fındıklı yöresinde bulunmuştur.

1989 yılında en yüksek <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi 15 Bq/kg olarak ölçülmüş, 1990, 1991 ve 1992 yılı fındıklarında yapılan analizlerde radyoaktivite değerleri ölçüm sınırlarının altında bulunmuştur.

1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen ve Kurumumuz laboratuvarlarında analizi yapılan fındıklarda bulunan <sup>137</sup>Cs ve <sup>134</sup>Cs radyoaktiviteleri toplamına ilişkin veriler Şekil 79'da verilmiştir. İhraç ve ithal edilen fındıklarda radyoaktivite ölçümleri halen devam etmektedir. (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz Şekil 108 ve Şekil 109).



**Şekil 79.** 1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen fıındıklarda radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı.

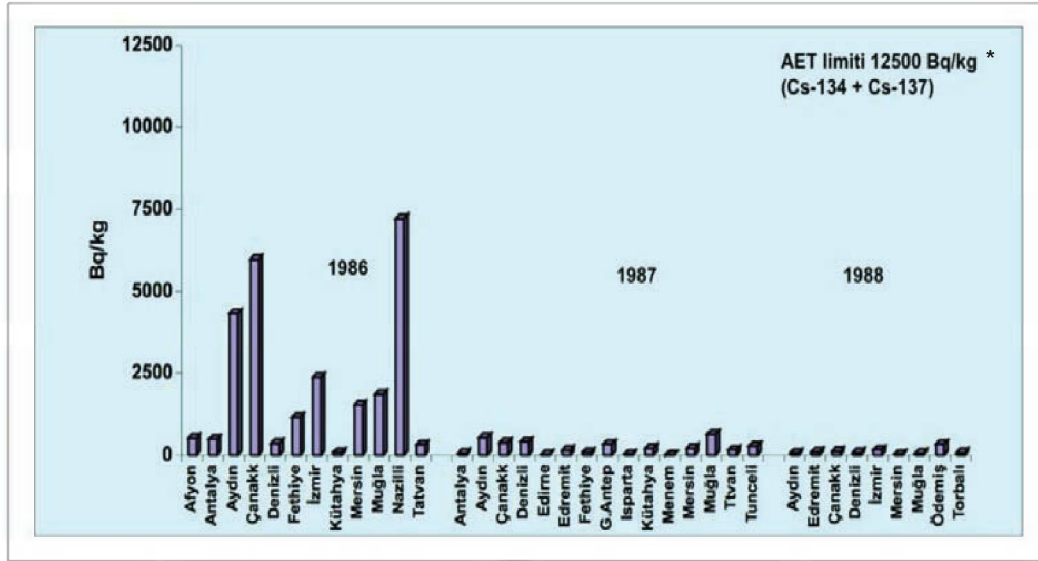
### 3.4.8 Baharat Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri

1986 yılı Çernobil kazasından sonra çeşitli yörelerden toplanan baharat ürünlerinde radyoaktivite analizleri yapılmıştır.

#### 3.4.8.1 Kekik

Baharat grubunda en yüksek radyoaktiviteye kekik ürünlerinde rastlanmıştır. Az tüketilen bir ürün olan kekik, sadece içerdiği radyoaktivitenin gösterge olması bakımından önemlidir. 1986 yılında, Haziran başından Kasım ayı sonuna kadar daha çok Batı Anadolu'dan toplanan kekikte en yüksek radyoaktivite Aydın-Nazilli yöresinde ölçülmüştür. Nazilli'den alınan kuru kekik örneklerinde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 7213 Bq/kg olarak bulunmuştur. Bunu sırasıyla ortalama 5970 Bq/kg ile Çanakkale, 4323 Bq/kg ile Aydın, 2372 Bq/kg ile İzmir, 1859 Bq/kg ile Muğla ve 1536 Bq/kg ile Mersin yörelerindeki kekikler izlemektedir. Çanakkale'den alınan kekik örneklerinde radyonüklit dağılımı  $^{137}\text{Cs}$  %23,  $^{103}\text{Ru}$  %19,  $^{106}\text{Ru}$  %15,  $^{134}\text{Cs}$  %12,  $^{144}\text{Ce}$  %11,  $^{95}\text{Nb}$  %8,  $^{95}\text{Zr}$  %6 ve  $^{141}\text{Ce}$  %4 olarak tespit edilmiştir. 1986 yılında en düşük  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi Kütahya yöresi kekiklerinde ortalama 90 Bq/kg olarak ölçülmüştür. Köklerde bulunan radyoaktivite derişiminin gövde ve yapraklardan düşük düzeyde bulunması, çok yıllık bir bitki olan kekiğin gövde ve köklerine sezyum radyonüklitlerinin geçişinin daha çok yapraktan olduğunu göstermiştir. Bu nedenle takip eden 1987 ve 1988 yılı ürünlerinde bir miktar radyoaktiviteye rastlanmıştır.

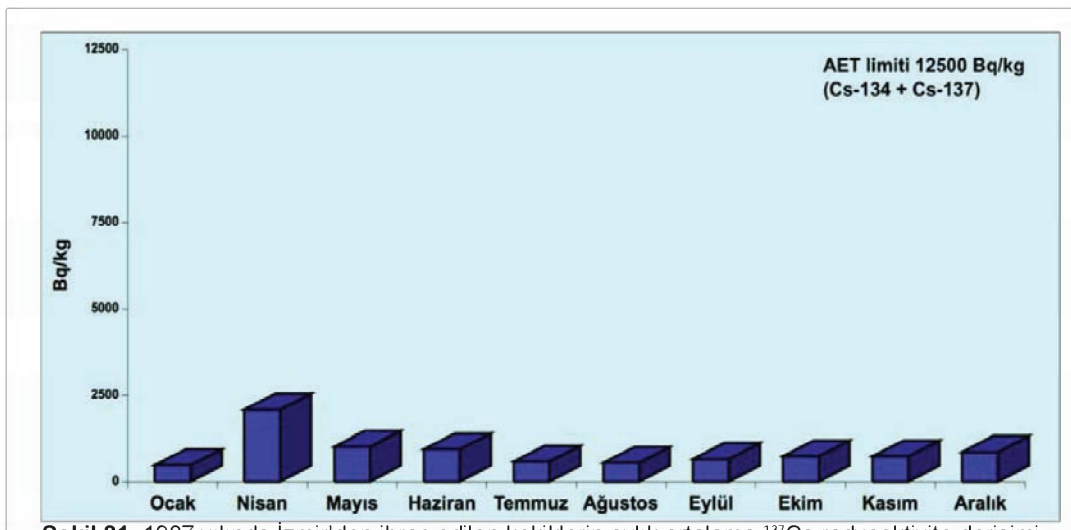
1987 yılında tüm yörelerden alınan kekik örneklerinin  $^{137}\text{Cs}$  ortalaması 240 Bq/kg, 1988 yılı kekik örneklerinin  $^{137}\text{Cs}$  ortalaması 119 Bq/kg olarak ölçülmüştür (**Şekil 80**). Görüldüğü gibi 1986 yılından sonra radyoaktivite miktarlarında hızlı bir düşüş izlenmiştir. Daha sonraki yıllarda ise  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi ölçüm sistemlerinin minimum tayin sınırının altında bulunmuştur.



**Şekil 80.** Kekiklerde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite değişimi.

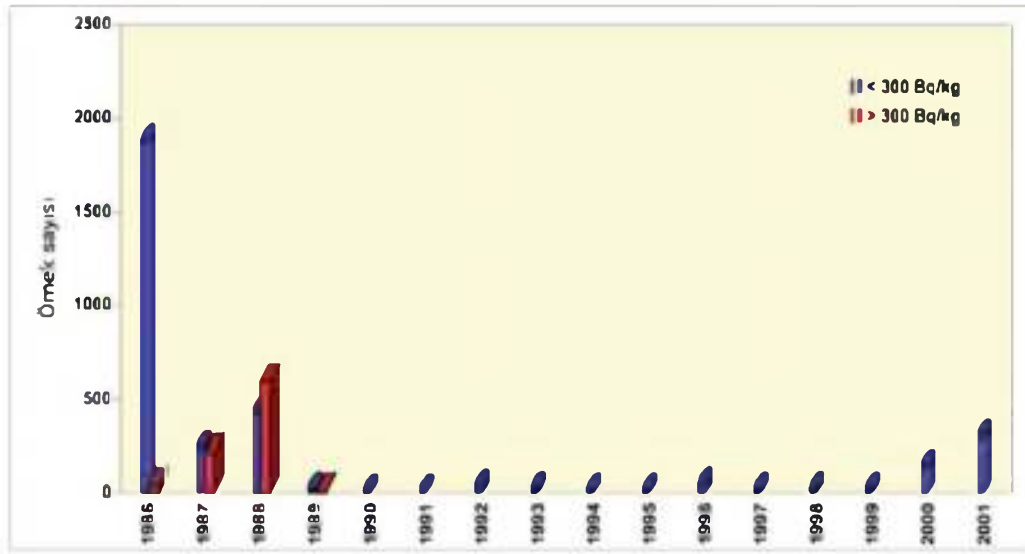
\*Çernobil sonrası olabilecek kazalar için 1989 yılında limit değer AET tarafından 12500 Bq/kg olarak belirlenmiştir.

Ege bölgesinden toplanarak İzmir'den ihraç edilen kekik ürünlerinde  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesinin aylara göre dağılımı **Şekil 81**'de gösterilmiştir.



**Şekil 81.** 1987 yılında İzmir'den ihraç edilen kekiklerin aylık ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite değişimi.

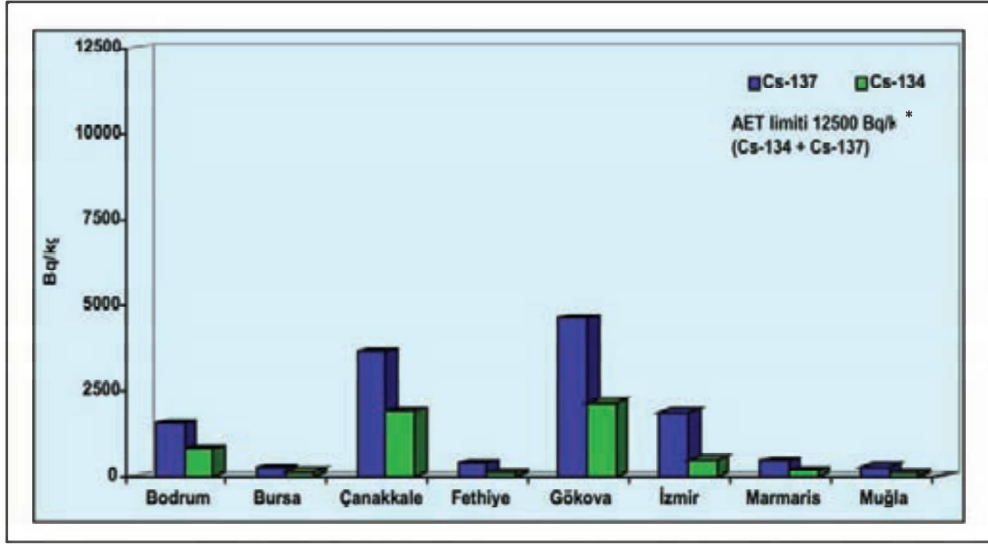
1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen ve Kurumumuz laboratuvarlarında analizi yapılan kekiklerde bulunan  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktiviteleri toplamına ilişkin veriler **Şekil 82**'de verilmiştir. İhraç ve ithal edilen kekiklerde radyoaktivite ölçümlerine halen devam edilmektedir. (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz **Şekil 108** ve **Şekil 109**).



**Şekil 82.** 1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen kekiklerde radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı.

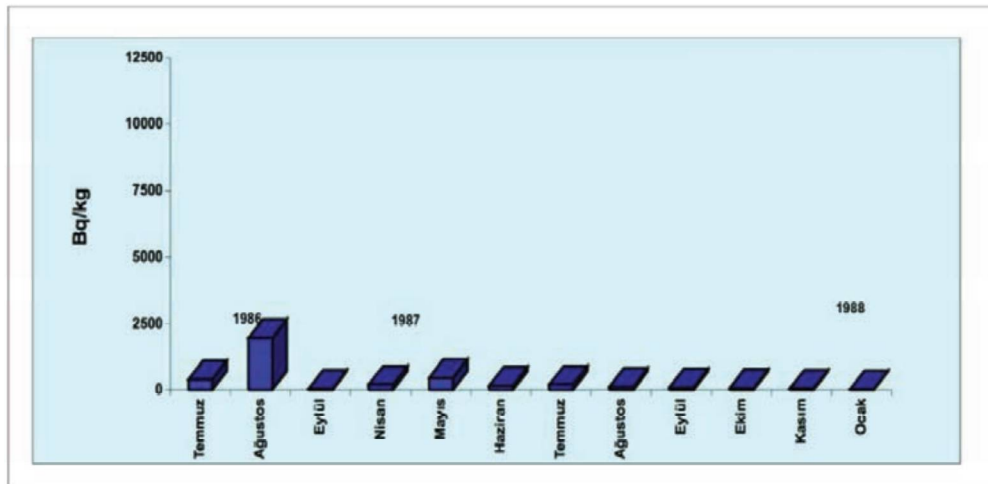
#### 3.4.8.2 Defne

1986 yılında Ege bölgesinden toplanan defne yapraklarında 250-4600 Bq/kg  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi ölçülmüş olup en yüksek radyoaktivite Muğla-Gökova örneklerinde 4607 Bq/kg  $^{137}\text{Cs}$  bulunmuştur (**Şekil 83**). Daha sonra radyoaktivite hızla azalmış, 1988 ve takip eden yıllarda doğal düzeyine inmiştir (**Şekil 84**). 1986-1988 yılları arasında ülkemizden ihraç edilen defnelerde radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı **Şekil 85**'de verilmiştir.

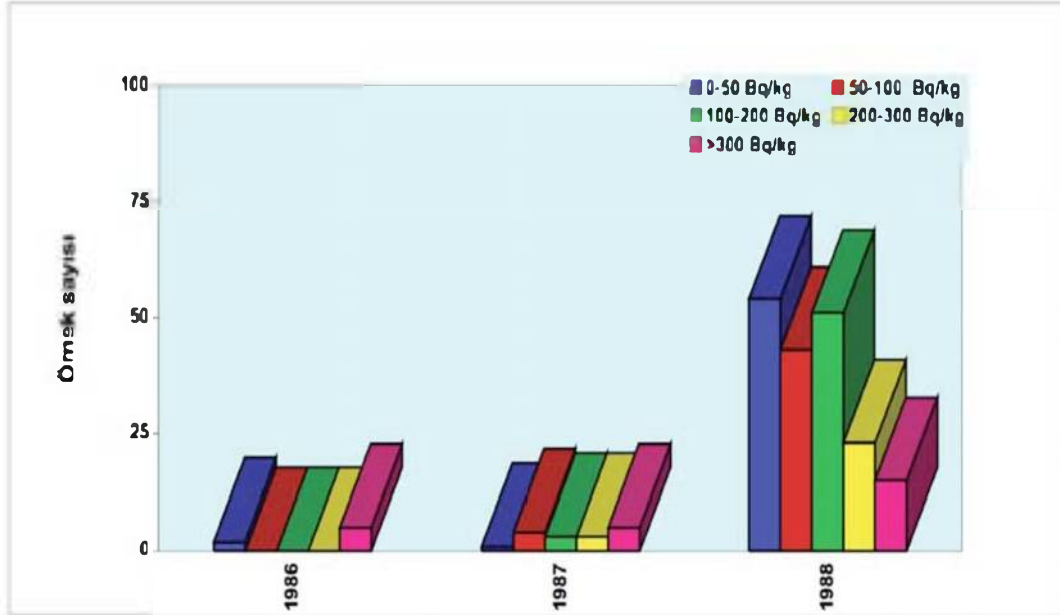


Şekil 83. Temmuz-Ağustos 1986 Ege Bölgesi defnelerinde en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

\*Çernobil sonrası olabilecek kazalar için 1989 yılında limit değeri AET tarafından 12500 Bq/kg olarak belirlenmiştir.



Şekil 84. Ege Bölgesi Temmuz 1986 - Ocak 1988 döneminde defne yaprağı  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.



Şekil 85. 1986-1988 yılları arasında ülkemizden ihraç edilen defnelerde radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı.

#### 3.4.8.3 Sumak

1987 yılında İzmir'den ihraç edilen sumak örneklerinde ölçülen en yüksek ve ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi sırasıyla 463 ve 165 Bq/kg'dir. 1987'yi takip eden yıllarda sumakta radyoaktiviteye rastlanmamıştır.

#### 3.4.8.4 Mahlep

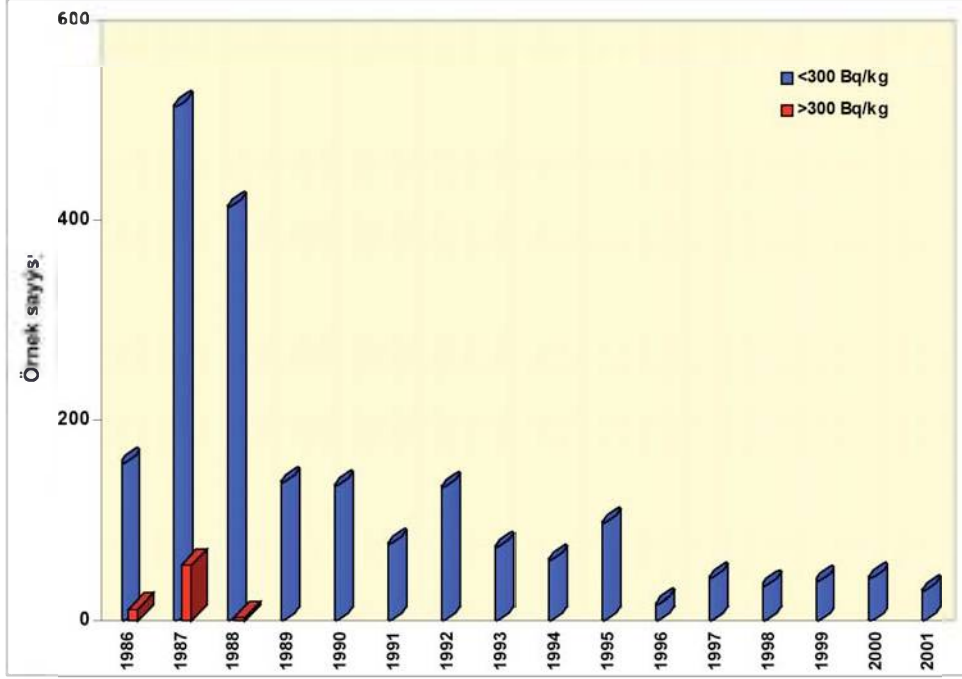
1986 yılı mahlep ürünlerinde ölçülen en yüksek ve ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi sırasıyla 325 ve 300 Bq/kg'dir. 1987 yılında ölçülen en yüksek ve ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi sırasıyla 252 ve 150 Bq/kg'dir. 1988 yılından sonra bu üründe herhangi bir radyoaktiviteye rastlanmamıştır.

#### 3.4.8.5 Kimyon

1987 yılında İzmir'den ihraç edilen kimyon ürünlerinde en yüksek ve ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi sırasıyla 17 ve 2 Bq/kg'dir. 1988 yılından sonra radyoaktiviteye rastlanmamıştır.

#### 3.4.8.6 Nane

1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen ve Kurumumuz laboratuvarlarında analizi yapılan kekik ve defne dışındaki baharatlarda  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktiviteleri toplamına ilişkin veriler Şekil 86'da verilmiştir. İhraç ve ithal edilen baharatlarda radyoaktivite ölçümlerine halen devam edilmektedir. (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz Şekil 108 ve Şekil 109).

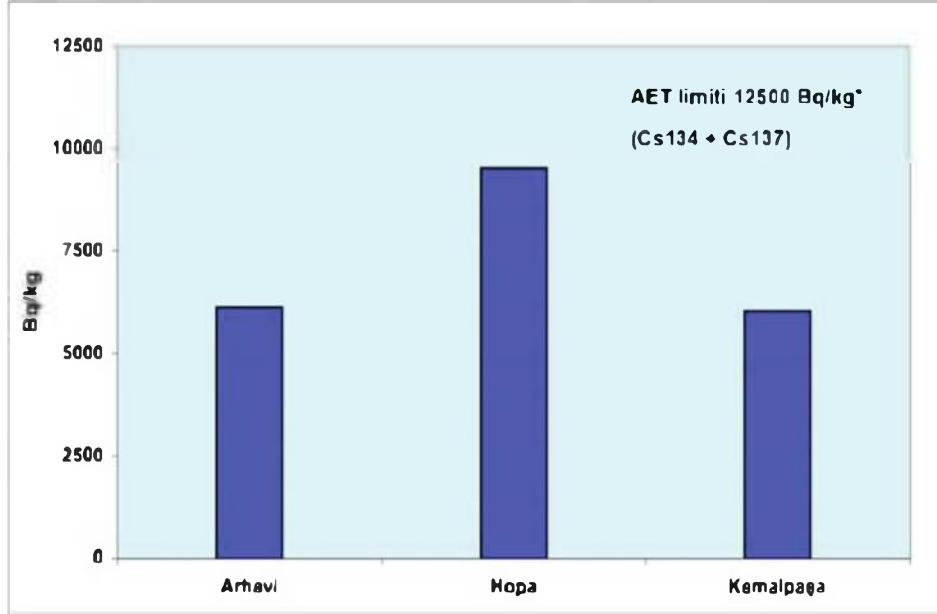


Şekil 86. 1986 yılından itibaren ülkemizden ihraç edilen kekik ve defne dışındaki baharatlarda radyoaktivite analizleri yapılan örnek sayısı.

### 3.5 Diğer Ürünlerde Radyoaktivite Ölçümleri

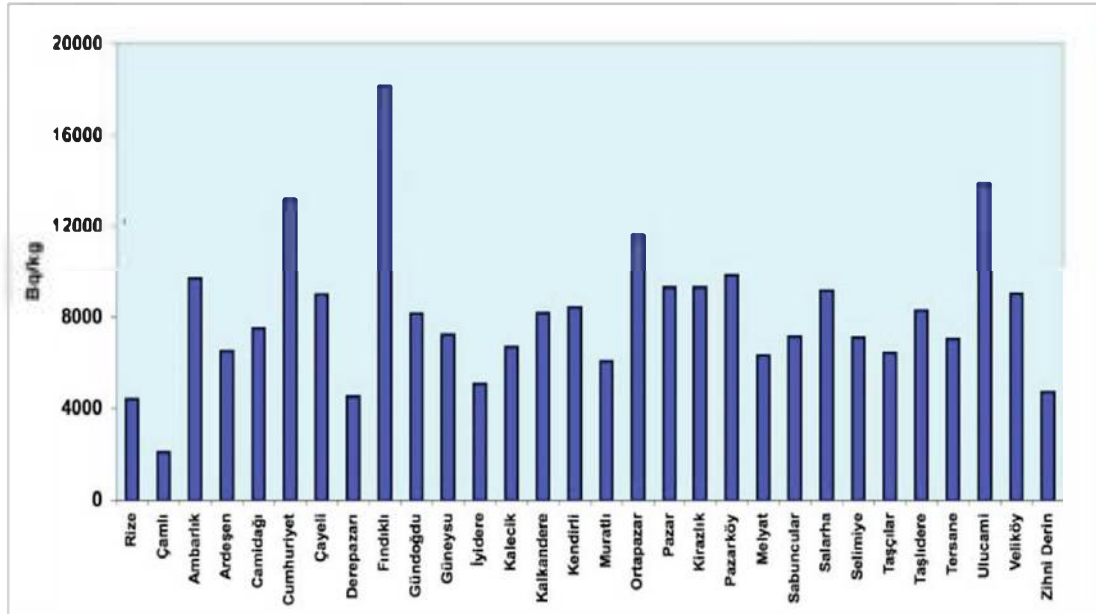
#### 3.5.1 Çay

Doğu Karadeniz Bölgesi birinci, ikinci ve üçüncü sürgün kuru çay örneklerinde radyoaktivite ölçümleri 1986 yılından itibaren düzenli olarak yapılmıştır. 1986 yılı Artvin, Rize ve Trabzon yöresi çaylarında  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi derişimleri sırasıyla Şekil 87, Şekil 88, Şekil 89'da gösterilmiştir. Çaylarda üretim bölgelerine bağlı olarak birinci sürgünde en yüksek ve en düşük  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimleri 39003 ve 515 Bq/kg; ikinci sürgünde en yüksek ve en düşük  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimleri 16766 ve 311 Bq/kg; üçüncü sürgünde ise 17864 ve 100 Bq/kg olarak ölçülmüştür (Şekil 90).

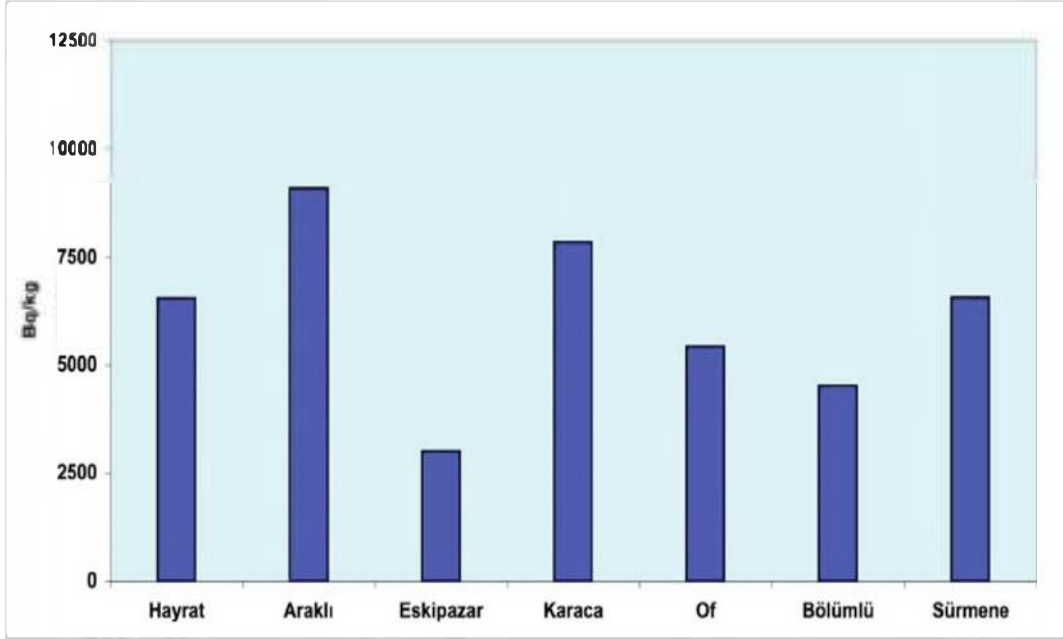


Şekil 87. 1986 Yılı Artvin Bölgesi çaylarında ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

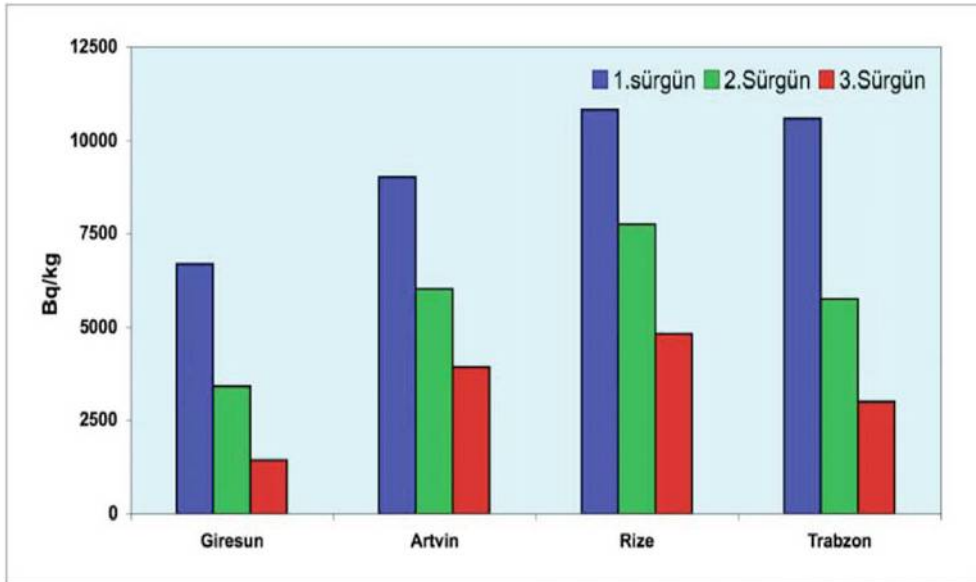
\*Çernobil sonrası olabilecek kazalar için 1989 yılında limit değeri AET tarafından 3 kat artırılmıştır.



Şekil 88. 1986 yılı Rize Bölgesi çaylarında ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.



Şekil 89. 1986 yılı Trabzon Bölgesi çaylarında ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.



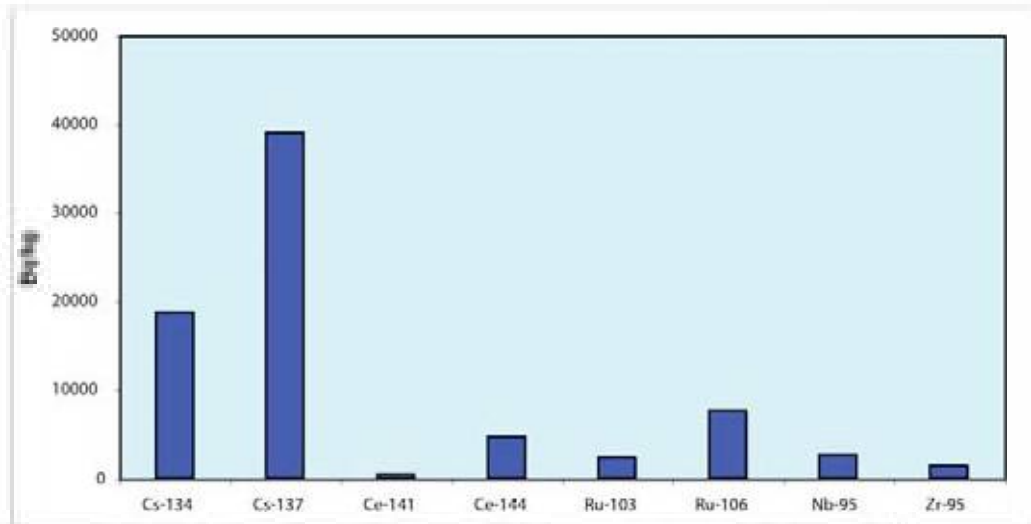
Şekil 90. 1986 yılı çaylarında ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

En yüksek ve en düşük değerler arasındaki dağılımı çok sayıda veriye dayanılmakta olup nırt zamanın çok üzerinde ve altında değerler de vardır (Tablo 14) Dnğu Karadeniz hñlgesinde çaylara genel olarak hak lñđi zaman en yüksek radyoaktivite Rize'de, en düşük radyoaktivite ise Giresun'da ölçülmüştür (Şekil 90).

Tablo 14. 1986 yılı çaylarında Cs-137 radyoaktivite ölçümleri (Bq/kg)

Yer	Sürgün	En yüksek	En düşük	Ortalama
Artvin	1 sürgün	21218	1158	9017
	2 sürgün	8887	311	8015
	3 sürgün	5802	810	3924
Rize	1 sürgün	39003	515	10858
	2 sürgün	16788	600	7751
	3 sürgün	17884	731	4827
Trabzon	1 sürgün	26158	3017	10587
	2 sürgün	1108	2521	5745
	3 sürgün	6802	100	2997
Giresun	1 sürgün	8881	4414	6888
	2 sürgün	4853	2181	3417
	3 sürgün	2500	253	1436

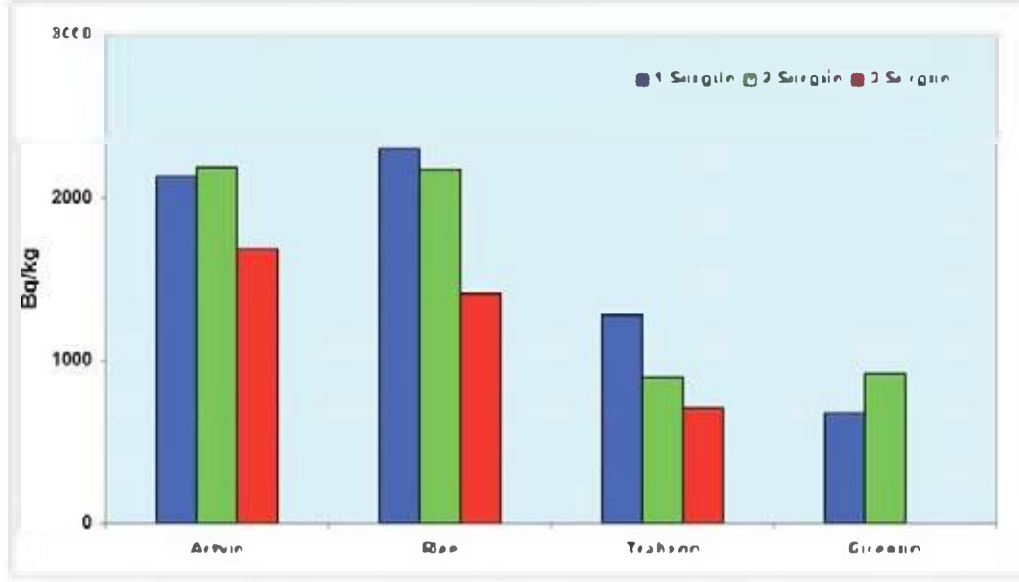
Rize-Gündoğdu'da 1986 yılı birinci sürgün çaylarında yapılan ölçümlerde en yüksek radyoaktiviteye sahip örnekte radyozotop dağılımı Şekil 91'de verilmiştir. Bu şekil ince edildiğinde, <sup>137</sup>Cs ve <sup>134</sup>Cs radyozotoplarının en yüksek aktiviteye sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 91. Rize-Gündoğdu'da 1986 yılı birinci sürgün çayda radyozotop dağılımı

1987 yılında Haziran ve Temmuz aylarında radyoaktivite düzeylerinde önemli derecede azalma başlamıştır (Şekil 92). Bu çaylarda yöre örneği alınmak üzere en düşük <sup>137</sup>Cs radyoaktivite

değerini 106 Bq/kg ile Trabzon'da; en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite değerini 8708 Bq/kg ile Rize'ye ölçmüştür (Şekil 93 ve Tablo 15). 1987 tarihinden sonraki farklı sığırlardan alınan çay örneklerinde radyoaktivite değerleri arasında önemli bir farkın gözlenmemesi, sezyumun çay bitkisinin bünyesinde bulunduğunu göstermektedir.



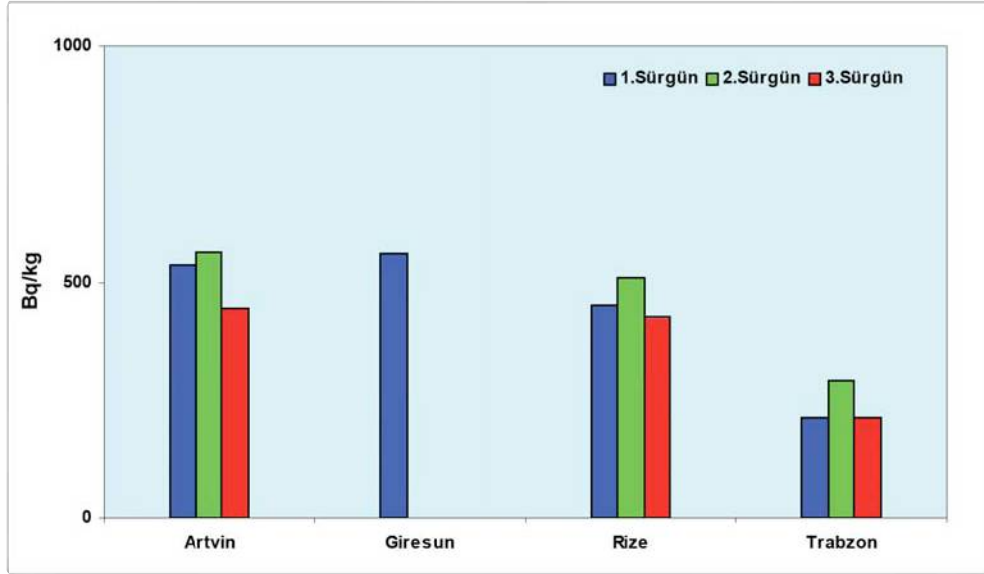
Şekil 92. 1987 yılı Doğu Karadeniz Bölgesi çaylarındaki ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite dengeleri

Tablo 15. 1987 yılı çaylarındaki  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi ölçümleri, Bq/kg

Yer	Sınıf	En yüksek	En düşük	Ortalama
Arsin	1. sınıf	4278	294	211
	2. sınıf	3414	1038	2164
	3. sınıf	2688	1053	1666
Rize	1. sınıf	4306	127	2265
	2. sınıf	8708	40	2177
	3. sınıf	4010	215	1412
Trabzon	1. sınıf	274	395	1295
	2. sınıf	2600	108	864
	3. sınıf	1455	165	708
Giresun	1. sınıf	766	128	675
	2. sınıf	1135	667	923
	3. sınıf	-	-	-

1987 yılından sonra çaydaki radyoaktivite düzeyi düşmeye devam etmiş ve 1998 yılında en düşük ve en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 12 Bq/kg ve 1403 Bq/kg ile Rize yöresi çaylarında

ölçülmüştür (**Şekil 93, Tablo 16**).

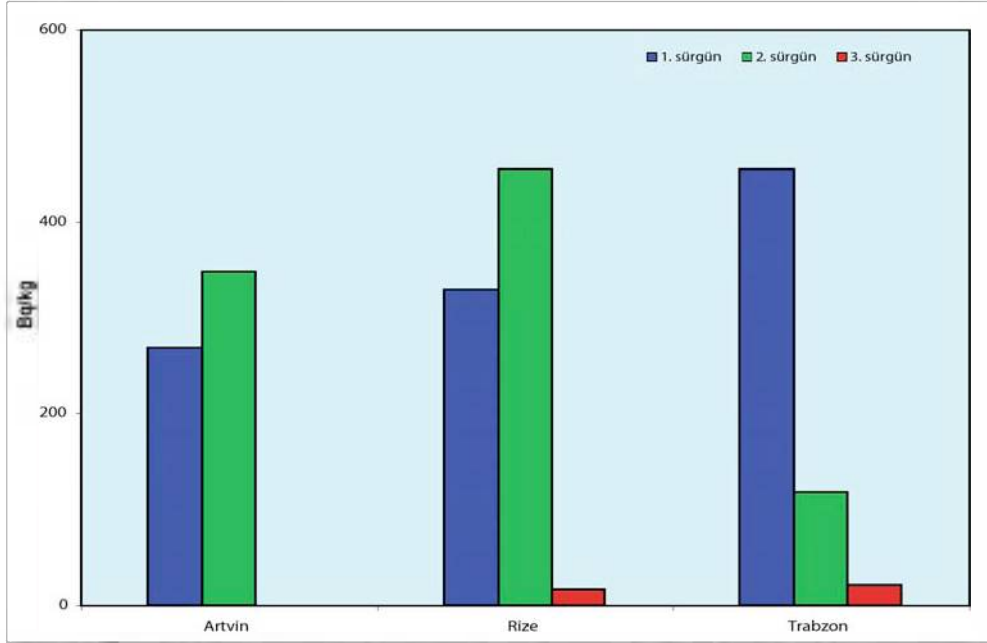


**Şekil 93.** 1988 Yılı Doğu Karadeniz Bölgesi çaylarında ortalama <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi

**Tablo 16.** 1988 yılı çaylarında <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi ölçümleri (Bq/kg)

Yer	Sürgün	En yüksek	En düşük	Ortalama
Artvin	1. sürgün	857	302	535
	2. sürgün	663	463	563
	3. sürgün	701	229	442
Rize	1. sürgün	1093	47	452
	2. sürgün	1403	12	509
	3. sürgün	1035	155	427
Trabzon	1. sürgün	406	37	213
	2. sürgün	504	146	294
	3. sürgün	319	129	213

1989 yılı çaylarında ise en düşük ve en yüksek <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi 16 Bq/kg ve 1290 Bq/kg ile Trabzon yöresi çaylarında ölçülmüştür (**Şekil 94, Tablo 17**).

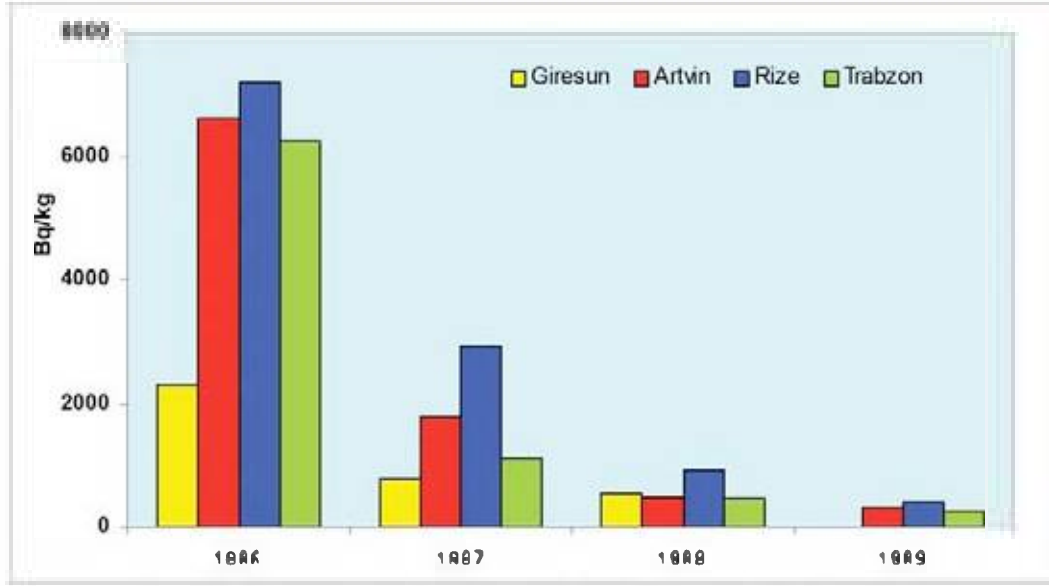


Şekil 94. 1989 yılı Doğu Karadeniz Bölgesi çaylarında ortalama <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi.

Tablo 17. 1989 yılı çaylarında <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi ölçümleri (Bq/kg)

Yer	Sürgün	En yüksek	En düşük	Ortalama
Artvin	1. sürgün	349	150	268
	2. sürgün	395	301	348
	3. sürgün	-	-	-
Rize	1. sürgün	1058	117	329
	2. sürgün	1011	93	454
	3. sürgün	-	-	32
Trabzon	1. sürgün	1290	105	454
	2. sürgün	150	16	118
	3. sürgün	-	-	21

1986-1989 yıllarında çaylardaki genel <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi yıllık ortalama değerleri Şekil 95'de özetlenmiştir. 1990 yılından itibaren ölçülen ortalama <sup>137</sup>Cs radyoaktiviteleri de Tablo 18'de özetlenmiştir. Radyoaktivite değerleri çok düştüğü için 1992-1998 yılları arasında düzenli bir örnek alımı yapılmamıştır.

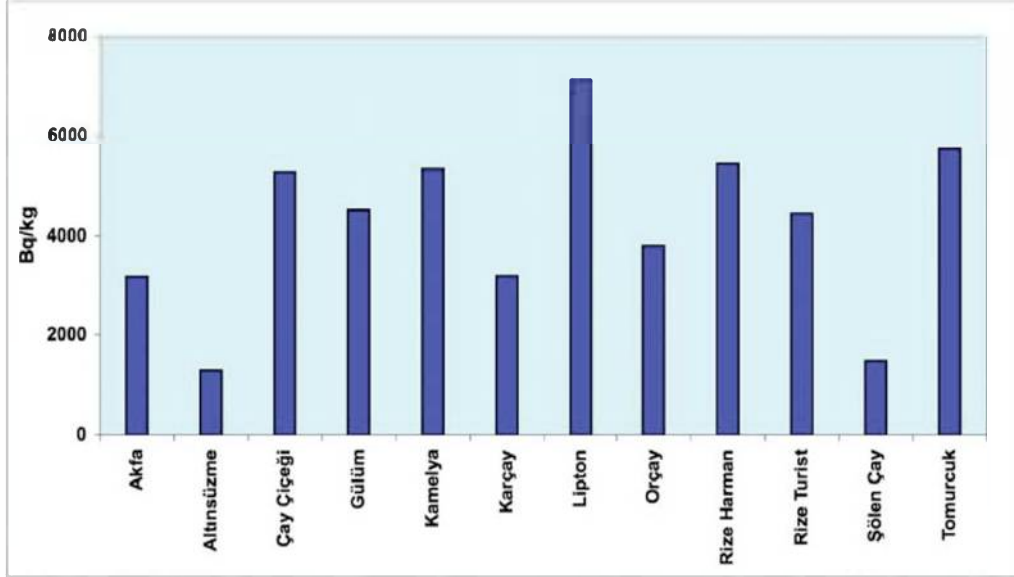


Şekil 95. İller ve yıllara göre çaydaki ortalama <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi

Tablo 18. 1989 yılından sonraki çaylarda ölçülen ortalama radyoaktivite değerleri

Yıl	Cs-137 Radyoaktivitesi (Bq/kg)
1990	193
1991	124
1992	203
1998	11
2000	33
2001	33
2002	45
2004	55

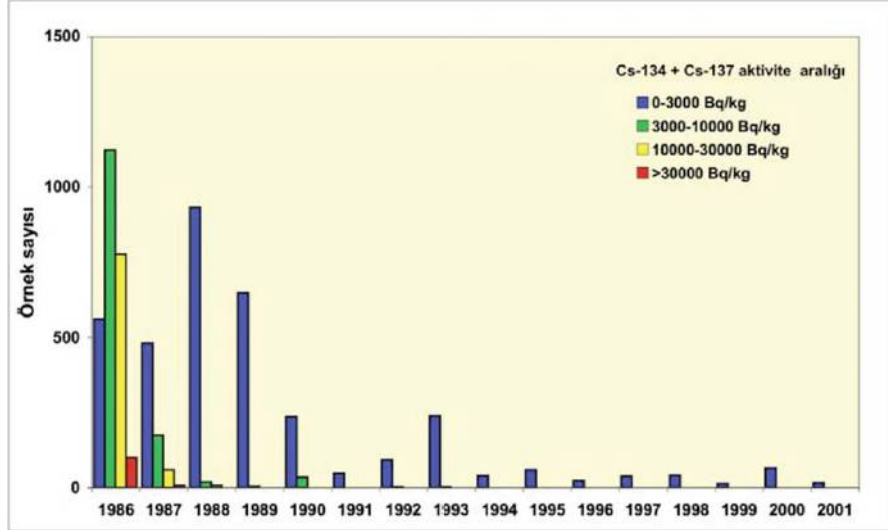
1986 yılında iç tüketimde kullanılacak çaylarda sınır değer olarak 12500 Bq/kg uygulanmış. 1987 yılından itibaren bu değer 3000 Bq/kg'a düşürülmüştür. Çay İşletmeleri Kurumunun ürettiği çaylar fabrikalarda paketleme aşamasında TAEC tarafından denetim altında tutulmuştur. 1986-1987 yıllarında özel kuruluşların ürettiği çaylar üretim yerleri ve piyasadan tesadüfi örnekleme yöntemiyle alınarak ölçülmüş ve denetimler yapılmıştır. Bu ölçümlere ait soruğlar Şekil 96'da verilmiştir. Yapılan ölçüm soruğlarından anlaşılacağı üzere, 1986 yılından sonra müsaade edilen radyoaktivite sınırlarının üzerinde radyoaktivite içeren çaylar tüketimde kullanılmamıştır.



Şekil 96. 1986-1987 yıllarında piyasadan alınan çaylarda ortalama <sup>137</sup>Cs radyoaktivite dağılımı.

Çay-Kur depolarında 12500 Bq/kg sınırının üzerinde toplam radyoaktivite içeren yaklaşık 58 bin ton kuru çay, TAEEK laboratuvarlarında çayların toprağa gömülmesi ile ilgili yapılan deneyler sonucunda, bazı çay fabrikalarının uygun görülen alanlarına gömülerek imha edilmiştir. Çayların gömü alanlarına yakın çevredeki toprak, su ve bitki örneklerinde, daha sonraki yıllarda periyodik olarak yapılan ölçümlerde sızıntıya rastlanmamıştır.

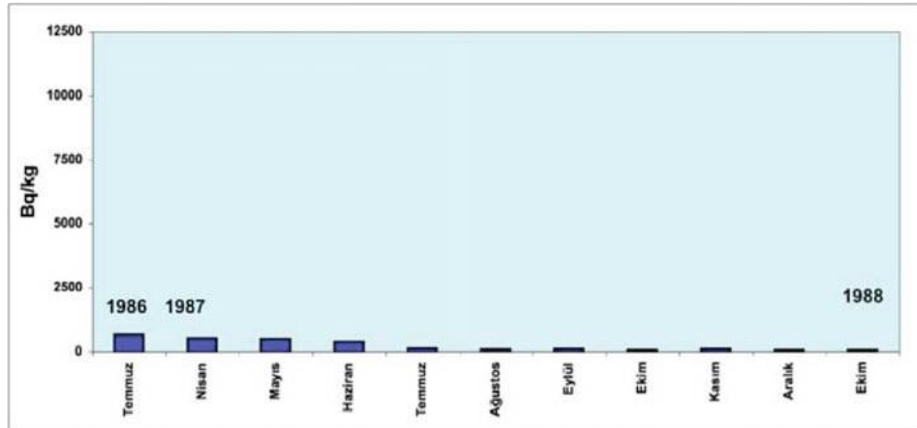
1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen ve Kurumumuz laboratuvarlarında analizi yapılan çaylarda bulunan <sup>137</sup>Cs ve <sup>134</sup>Cs radyoaktiviteleri toplamına ilişkin veriler Şekil 97'de verilmiştir. İhraç ve ithal edilen çaylarda radyoaktivite ölçümlerine halen devam edilmektedir. (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz Şekil 108 ve Şekil 109).



Şekil 97. 1986 yılından itibaren ülkemizden ihraç edilen çaylarda radyoaktivite analizi yapılan örnek sayısı.

### 3.5.2 Adaçayı Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri

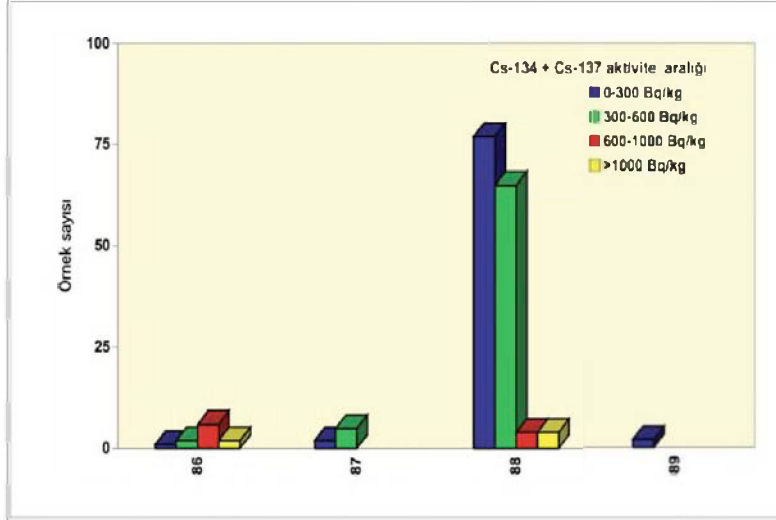
1986-1987 Yıllarında Muğla ve Aydın yörelerinden toplanan adaçaylarında en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi 1500 Bq/kg olarak ölçülmüş. 1988 yılından itibaren hızla azalmış ve 1988'den sonra adaçaylarında radyoaktiviteye rastlanmamıştır (Şekil 98).



Şekil 98. Ege Bölgesi adaçaylarında ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

(Çernobil sonrası olabilecek kazalarda 1989 yılında sıvı içecek için limit değer AET tarafından 1000 Bq/lt olarak belirlenmiştir.)

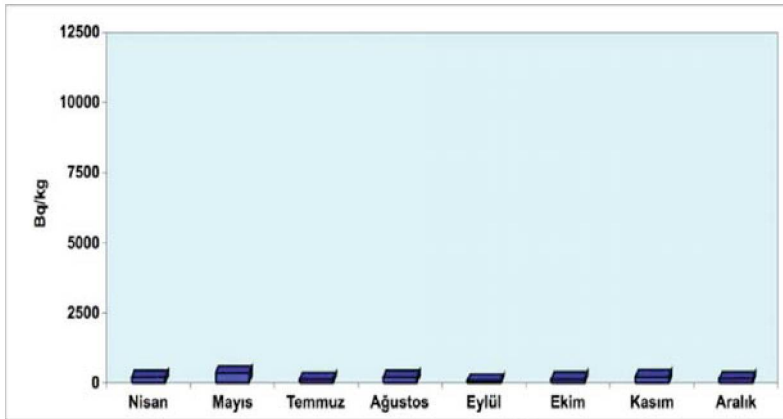
1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen ve Kurumumuz laboratuvarlarında analizi yapılan adaçaylarında bulunan  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktiviteleri toplamına ilişkin veriler Şekil 99'da verilmiştir. İhraç ve ithal edilen adaçaylarında radyoaktivite ölçümlerine hialen devam edilmektedir. (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz Şekil 108 ve Şekil 109).



Şekil 99. 1986 yılından itibaren ülkemizden ihraç edilen adaçaylarında radyoaktivite analizi yapılan örnek sayısı.

### 3.5.3 İhlamur Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri

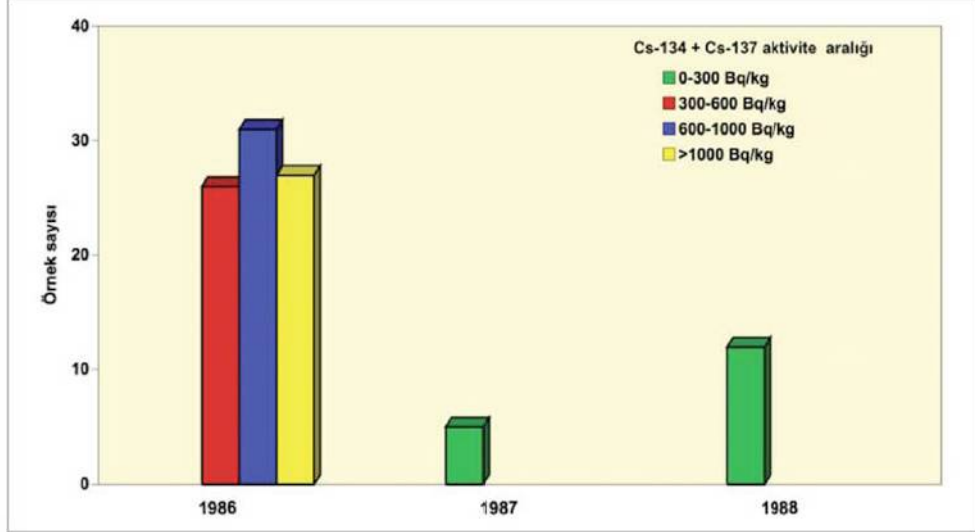
1987 yılında Adapazarı ve Bolu yöresinden toplanan ihlamurlarda en yüksek 700 Bq/kg ve ortalama 203 Bq/kg  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi ölçülmüş olup bu değer 1987'den sonra azalmış ve takip eden yıllarda radyoaktiviteye rastlanmamıştır (**Şekil 100**).



Şekil 100. Ege Bölgesi ihlamurlarında ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

(Çernobil sonrası olabilecek kazalarda 1989 yılında sıvı içecek için limit değer AET tarafından 1000 Bq/lt olarak belirlenmiştir.)

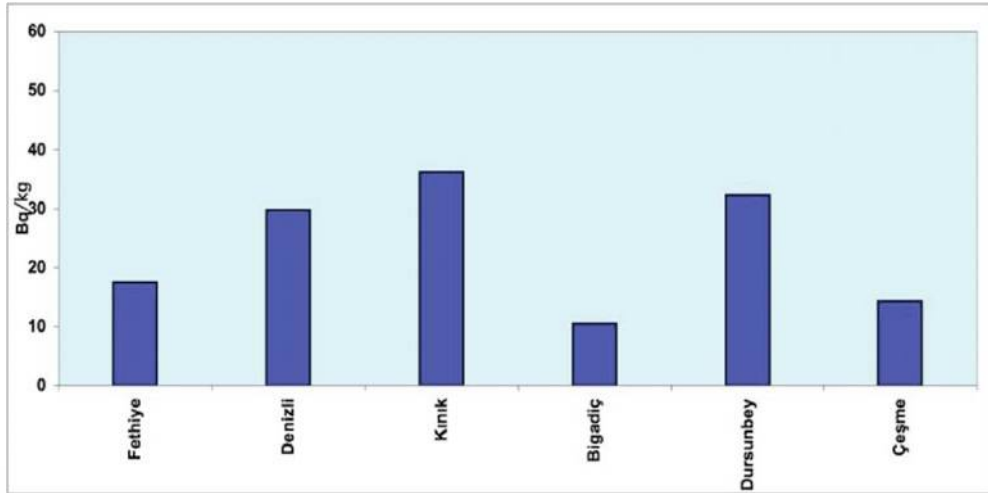
1986-1988 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen ihlamurlarda bulunan  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktiviteleri toplamına ilişkin veriler **Şekil 101**'de verilmiştir. İhraç ve ithal edilen ihlamurlarda radyoaktivite ölçümlerine halen devam edilmektedir. (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz **Şekil 108** ve **Şeki 109**).



Şekil 101. 1986 yılından itibaren ülkemizden ihraç edilen ihlamlarlarda radyoaktivite analizi yapılan örnek sayısı.

#### 3.5.4 Anason Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri

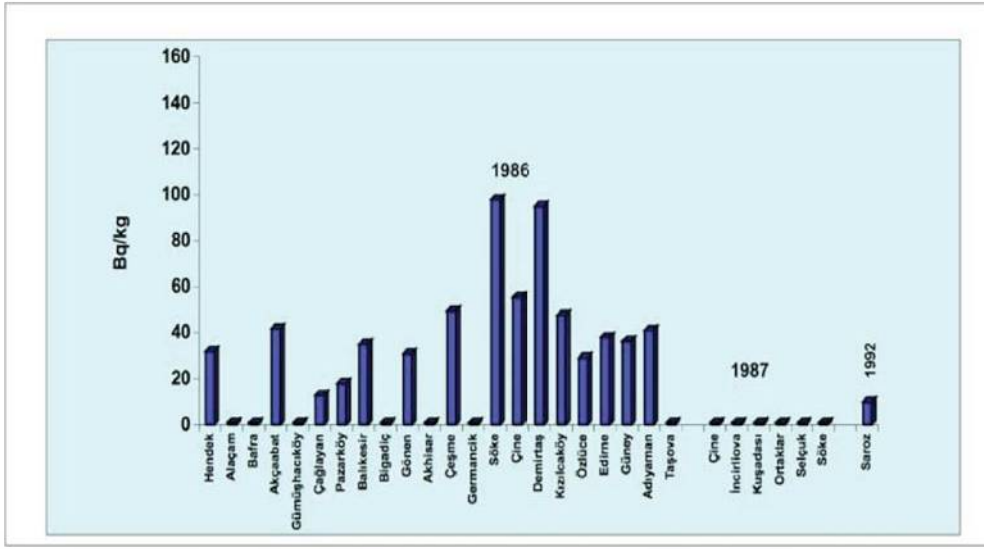
Eylül 1986 tarihinde ülkemizin çeşitli yörelerine ait anason örneklerinde ölçülen  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi 10-53 Bq/kg olup ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi 30 Bq/kg'dır (Şekil 102). 1987 yılında ortalama  $^{137}\text{Cs}$  derişimi 4.4 Bq/kg'a düşmüş, takip eden yıllarda anasonda radyoaktiviteye rastlanmamıştır.



Şekil 102. Eylül 1986 anason örneklerinde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi. (Çernobil sonrası olabilecek kazalarda sıvı içecekler için 1989 yılında limit değer AET tarafından 1000 Bq/l olarak belirlenmiştir.)

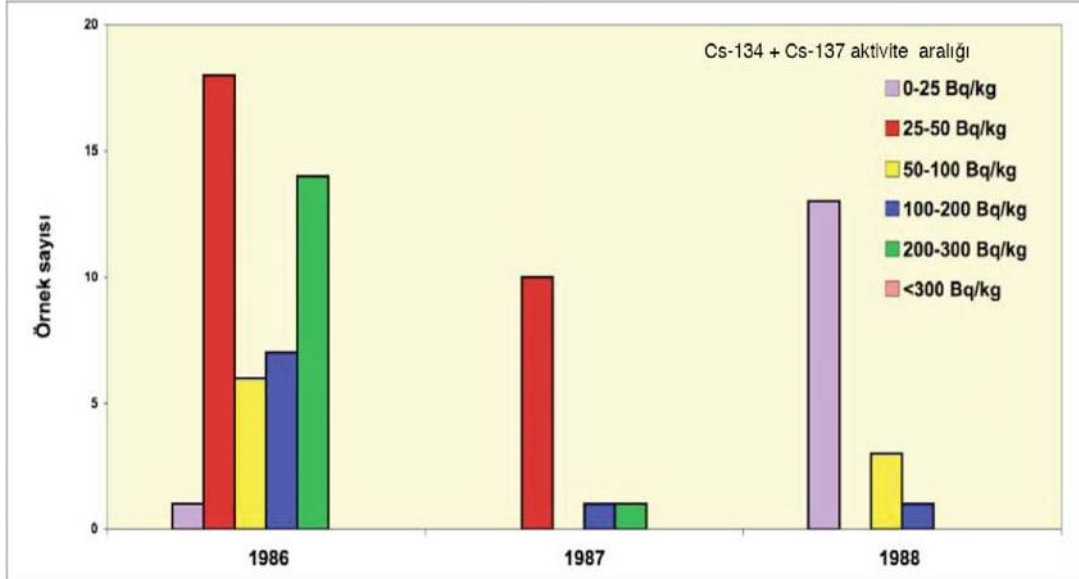
### 3.5.5 Tütünde Radyoaktivite Ölçümleri

Eylül 1986 tarihinde ülkemizin çeşitli yörelerinden alınan tütün örneklerinde en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi 144 Bq/kg ile Aydın/Söke tütünlerinde bulunmuştur. 1986 yılı ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi 48 Bq/kg'dır. Tütün örneklerinde 1987 yılında en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi İzmir yöresi tütünlerinde 188 Bq/kg olarak ölçülmüştür. Tütün örneklerinde 1987 yılı ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi 48 Bq/kg'dır (**Şekil 103**).



Şekil 103. Tütünde ortalama  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi.

1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihraç edilen ve Kurumumuz laboratuvarlarında analizi yapılan tütünlerde ölçülen  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktiviteleri toplamına ilişkin veriler **Şekil 104**'da verilmiştir. İhraç ve ithal edilen tütünlerde radyoaktivite ölçümlerine halen devam edilmektedir. (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz **Şekil 108** ve **Şekil 109**).



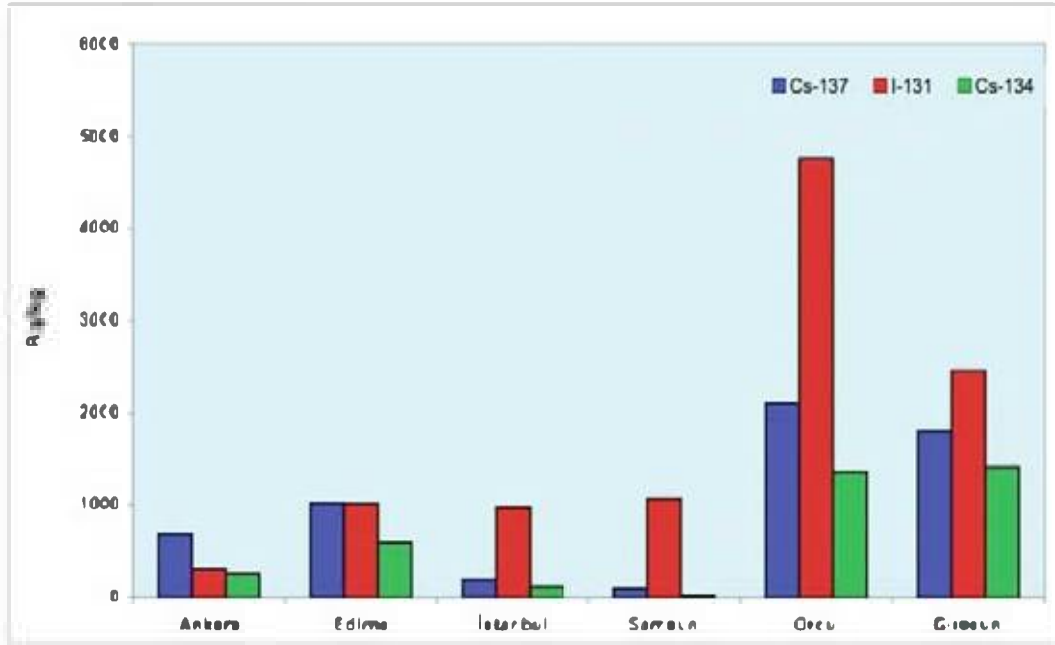
Şekil 104. 1986 yılından itibaren ülkemizden ihraç edilen lütünlerin radyoaktivite düzeylerine göre örnek sayısı.

### 3.5.5 Ot ve Saman Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri

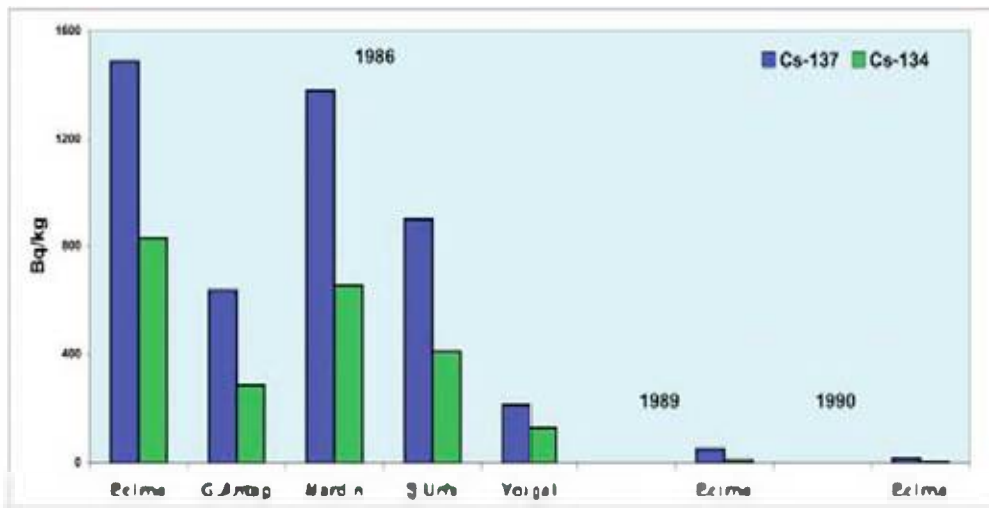
1986 yılında Doğu Karadeniz Bölgesinden toplanan ot ve saman örneklerinde <sup>137</sup>Cs radyoaktivite derişimi en yüksek 2102 Bq/kg olarak ölçülmüştür. 1986 yılında Güneydoğu Anadolu Bölgesinde hayvan yemi olarak kullanılan mercimek samanı örneklerinde 2000-2700 Bq/kg radyoaktivite ölçülmüştür (Şekil 105 ve Şekil 106).

1989 yılından sonra Trakya Bölgesinde ot ve saman örneklerinde radyoaktivite ölçümleri sonucunda; Aralık 1989'da Sarayakpınar çevresinden alınan samanlarda 61 Bq/kg toplam sezyum radyoaktivitesi, 1990 yılında 18 Bq/kg toplam sezyum radyoaktivitesi ölçülmüş, 1991 ve 1992 yıllarında Sarayakpınar ve Trakya'nın diğer bölgelerinde samanlarda radyoaktivite tespit edilmemiştir.

Mayıs 1990'da Eskikadın çevresinden alınan ot örneklerinde 2 Bq/kg toplam sezyum radyoaktivitesi ölçülmüş, 1991 yılından sonra Trakya bölgesindeki ot örneklerinde radyoaktiviteye rastlanmamıştır.

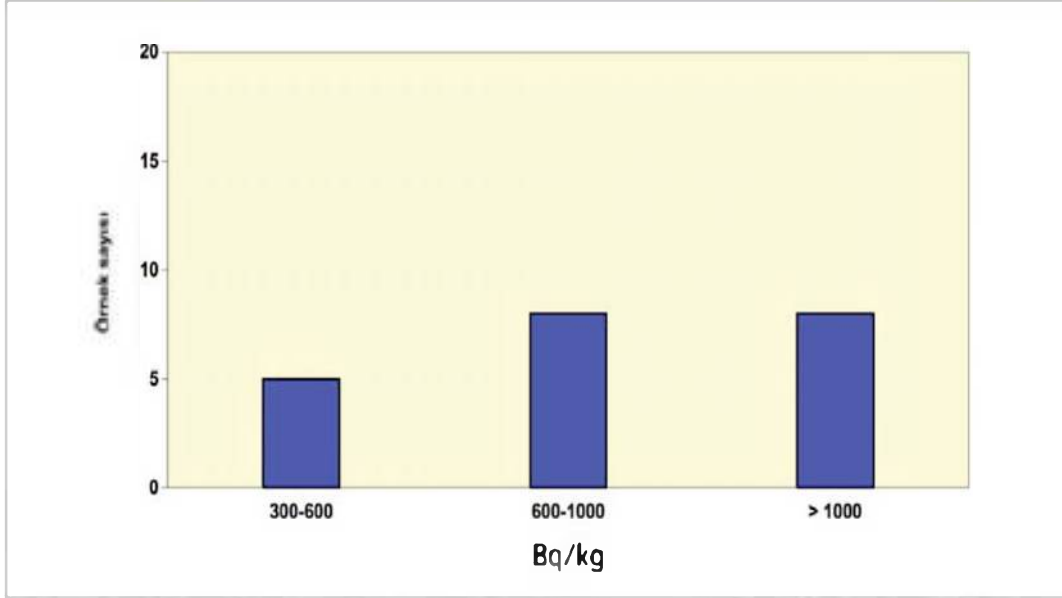


Şekil 105. 1986 yılı ot örneklerinde ortalama <sup>137</sup>Cs, <sup>131</sup>I ve <sup>134</sup>Cs radyoaktivite değerleri

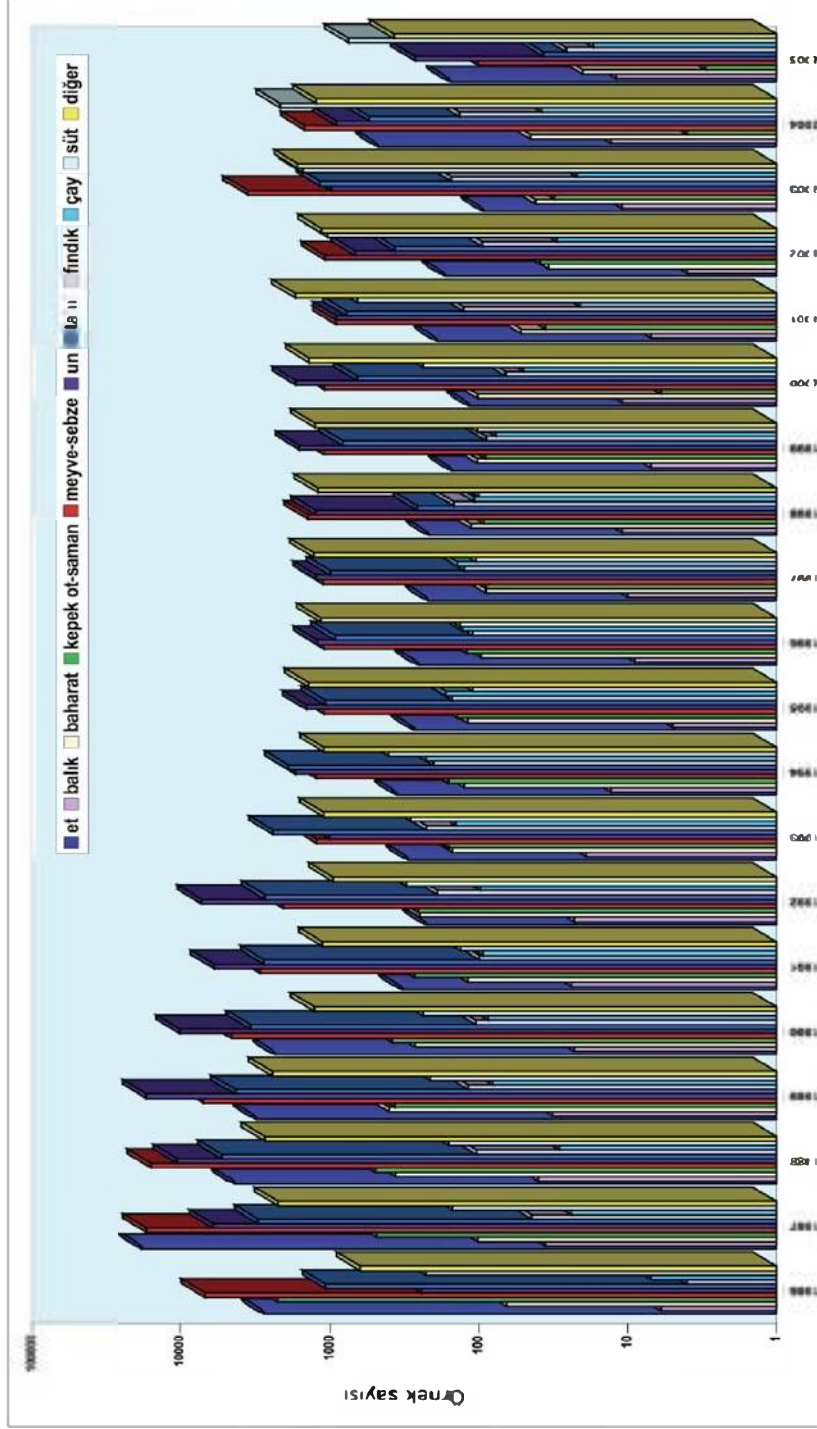


Şekil 108. Samsun'da ortalama <sup>137</sup>Cs radyoaktivite değerleri

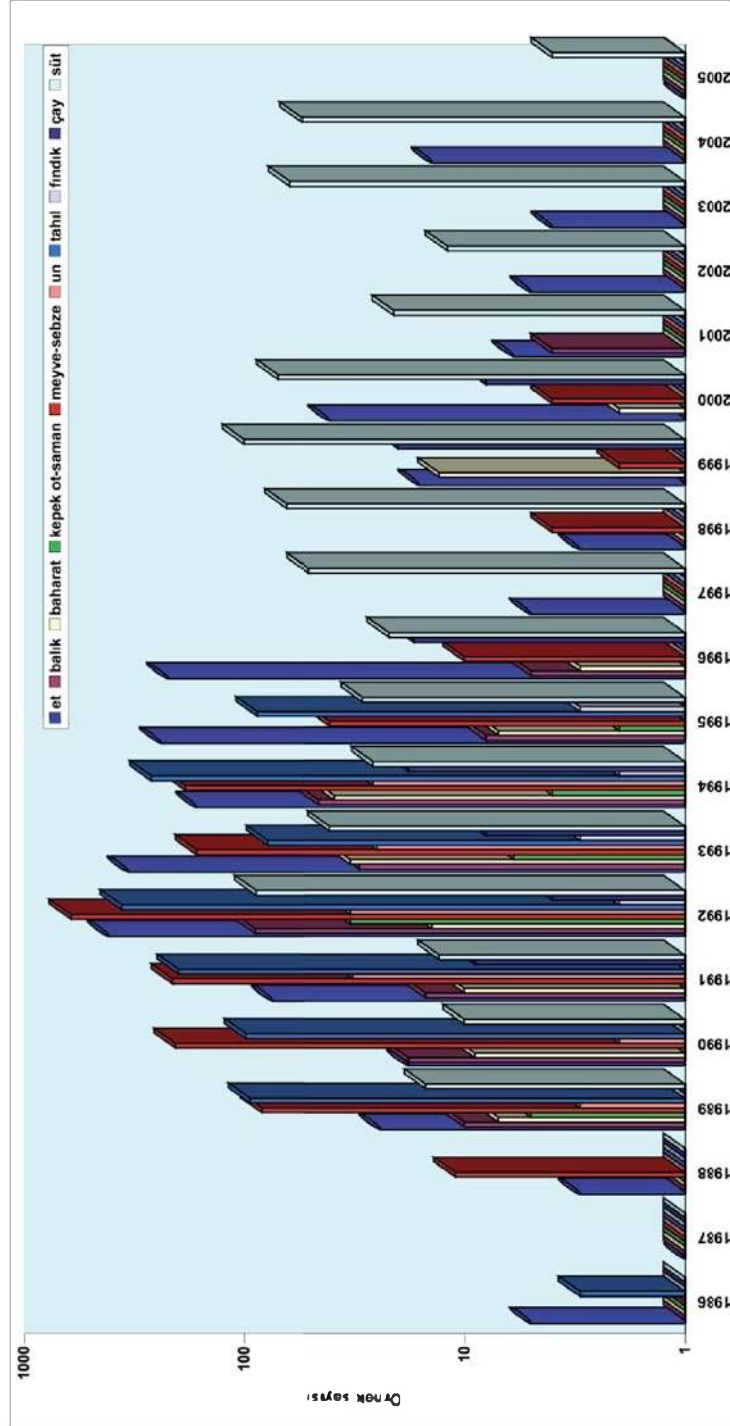
1986-2001 yılları arasında Türkiye'den ihrac edilen ve Kurumumuz laboratuvarlarında analizi yapılan ot ve samanlarda ölçülen <sup>137</sup>Cs ve <sup>134</sup>Cs radyoaktivite değerlerine ilişkin veriler Şekil 107'de verilmiştir. İhrac ve ithal edilen ot ve samanlarda radyoaktivite ölçümlerine halen devam edilmektedir. (Nisan 2005 tarihine kadar ölçülen örnek sayıları için bkz. Şekil 108 ve Şekil 109).



Şekil 107. 1986 yılında ülkemizden ihraç edilen ot ve samanlardaki  $^{134}\text{Cs}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite düzeylerine göre örnek sayısı.



**Şekil 108.** 1986-2005 tarihleri arasında ülkemizde ülkemizden ihraç edilen gıda maddelerindeki  $^{134}\text{Cs}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi toplamlarının yıllara göre dağılımı.



Şekil 109. 1986-2005 tarihleri arasında ülkemize ithal edilen gıda maddelerindeki  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivitesi toplamlarının yıllara göre dağılımı.

### 3.5.6 Liken ve Kara Yosununda Radyoaktivite Ölçümleri

Yeryüzünde çok geniş alanda bulunan liken ve karayosunları; kırsal, kentsel ve endüstriyel alanlarda da yaşayabilen organizmalar olup ağaç gövdesi ve dalları ile kaya ve taşlar üzerinde bulunur. Büyüme hızları çok yavaş olan ve yüzlerce yıl yaşayan liken ve karayosunları buldukları yer itibarıyla genellikle topraktan su ve besin alamayıp sapsarı vasıtasıyla yağmur suyunu tutar. Havadan beslenmeleri ve yapısal olarak geniş yüzey alanı içermeleri nedeniyle serpinti yoluyla gelen radyonüklitleri doğrudan biriktirebildiklerinden ve karayosunları çok iyi çevresel biyolojik monitör organizmalardır. Ancak, bu özellikleri nedeniyle de liken ve karayosunu bitkileri ile bulunduğu yörenin toprağındaki radyonüklit derişimleri arasında bir ilişki söz konusu değildir.

Ağaç ve kayalardan, yerden en az 1.5 m yüksekten ve yakın büyüklükteki örneklerin alımıyla toplanan liken ve karayosunları laboratuvarında deiyonize su ile yıkandıktan sonra etüvde (maksimum 85 °C) kurutularak HPGe detektörlü gama spektrometresinde radyoaktivite analizleri yapılmıştır.

#### 3.5.6.1 Liken

Temmuz 1991'de Doğı Karadeniz'in Ordu-Gölköy yöresinden toplanan likenlerde  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi 4539 Bq/kg,  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivitesi ise 400 Bq/kg olarak bulunmuştur. 1992 yılında, Doğı Karadeniz'in 23 istasyonundan toplanan likenlerde en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 21954 Bq/kg olarak Arhavi'de, en düşük  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi ise 1209 Bq/kg olarak Hilalköy'de bulunmuştur. Ölçülen en yüksek ve en düşük  $^{134}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimleri ise Arhavi ve Çağırankaya'da sırasıyla 1083 ve 56 Bq/kg olarak bulunmuştur (**Tablo 19**).

**Tablo 19.** Likenlerde Çernobil öncesi ve sonrası Cs radyoaktivitesi değişimleri (Bq/kg)

Yöre	Tarih	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs
Trabzon Meryemana 1650 m	Mayıs 1979	< MDA	nd
Manisa Seyirtepe 1500 m,	Şubat 1984	*	*
Izmir Yamanlar 1000 m	Şubat 1985	< MDA	600
Eskişehir Sarıcakaya 1150 m,	Şubat 1985	< MDA	< MDA
Çanakkale Ayrancık 200 m,	Şubat 1986	< MDA	30
Manisa Seyirtepe 1500 m,	Nisan 1986	< MDA	70
Kırklareli İğneada 250 m,	Haziran 1986	210	840
Izmir Yamanlar 1000 m	Temmuz 1986	140	320
Eskişehir Sarıcakaya 1150 m,	Temmuz 1986	180	420
Trabzon Meryemana 1650 m	Temmuz 1988	3040	5990
Trabzon Meryemana 1650 m	Ağustos 1988	2810	5350
Trabzon Meryemana 1650 m	Ağustos 1988	770	1190
Rize Zilkale 700 m	Ağustos 1988	770	1540
Trabzon Meryemana 1650 m	Ağustos 1988	840	1560
Hatay Tohtak 1700 m	Mart 1989	430	870
Hatay Karakaya 600 m	Mart 1989	1150	2080
Trabzon Meryemana 1650 m	Mayıs 1989	220	530
Çanakkale Bayramiç 1300 m,	Haziran 1989	350	750
Çanakkale Bayramiç 1300 m,	Haziran 1989	410	750
Çanakkale Bayramiç 1300 m,	Haziran 1989	320	580
Rize İkizdere 2000 m	Temmuz 1989	480	1070
Sinop Drnazlar 800 m	Temmuz 1989	520	1060
Trabzon Meryemana 1650 m	Temmuz 1989	500	890
Sinop Drnazlar 800 m	Temmuz 1989	1210	2690
Trabzon Meryemana 1650 m	Temmuz 1989	1540	2920
Rize İkizdere 2000 m	Temmuz 1989	680	1220
Trabzon Meryemana 1650 m	Temmuz 1989	360	730
Trabzon Kadirga 1800 m,	Temmuz 1989	830	1760
Rize İkizdere 2000 m	Temmuz 1989	230	520
Sinop Drnazlar 800 m	Temmuz 1989	2130	4620

1996 yılında toplanan liken örneklerinde en yüksek <sup>137</sup>Cs radyoaktivitesi Çıldır yöresinde 682 Bq/kg, 1998 yılında Trakya Demirköy'de 114 Bq/kg, 1999 yılında Sındırgı-Emendere'de 44 Bq/kg olarak bulunmuştur.

### 3.5.6.2 Karayosunu

1989-1991 yılları arasında Doğu Karadeniz Bölgesi ve İstanbul yöresinden toplanan karayosunu türlerinde <sup>134</sup>Cs ve <sup>137</sup>Cs radyonüklitleri ölçülmüştür (**Tablo 20**).

**Tablo 20.** 1989-1991 yılları arasında Doğu Karadeniz ve İstanbul bölgesinden toplanan karayosunu türlerinde  $^{134}\text{Cs}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi derişimleri (Bq/kg)

Yer	Tarih	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$
Rize-Ikizdere, 2000m	Temmuz-1989	410	2600
Rize-Ikizdere, 2000m	Temmuz-1989	330	2040
Trabzon-Kadirga, 1800m	Temmuz-1989	650	3930
Trabzon-Meryemana, 1650m	Temmuz-1989	260	1540
Ordu-Gürgentepe, 1200m	Ağustos-1990	1430	10900
Ordu-Gölköy, 900m	Temmuz-1991	140	1620
İstanbul-K.Çekmece, 10m	Ocak-1991	20	210
İstanbul-K.Çekmece, 10m	Ocak-1991	30	310

Canik dağları üzerinde Ordu-Gürgentepe karayosununda  $^{137}\text{Cs}$  değeri 10900 Bq/kg, aynı yöredeki Gölköyde aynı türde karayosununda 1620 olarak bulunmuştur.

1992 yılında karayosunu ölçümlerinde en yüksek  $^{134}\text{Cs}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite derişimi sırasıyla 930 Bq/kg ve 19320 Bq/kg olarak Fındıklı'da saptanmıştır. Rize Bölgesi 1992 yılı karayosunu örneklerinde en düşük radyoaktivite Kendirli istasyonunda 60 Bq/kg  $^{134}\text{Cs}$  ve 1330 Bq/kg  $^{137}\text{Cs}$  olarak tespit edilmiştir.

1996 yılında Kars ve Iğdır'dan toplanan karayosunu örneklerinde en yüksek  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi 292 Bq/kg ile Akçalar'da saptanmıştır. 1999 yılı Emendere karayosunlarında 49.6 Bq/kg  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivitesi derişimi bulunmuştur, 2000 yılı Trakya karayosunlarında  $^{137}\text{Cs}$  miktarı ise 43 Bq/kg olarak saptanmıştır.

## 4. TÜM VÜCUT YÜKÜ SAYIM LARI

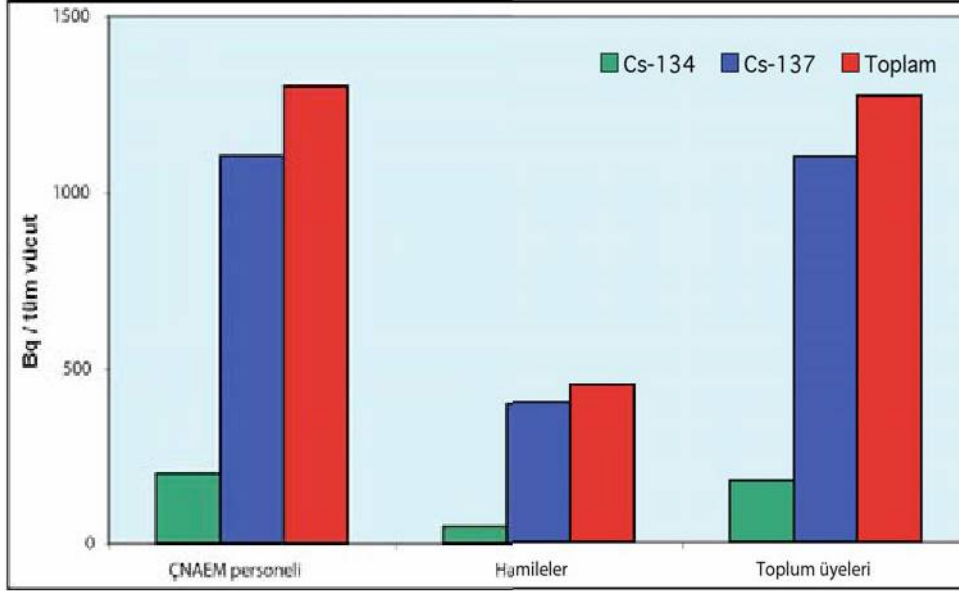
Çernobil nükleer santral kazasından sonra ÇNAEM'de bulunan Tüm Vücut Yükü Sayım Sistemi devreye sokulmuş ve öncelikle ÇNAEM'de çalışan personel olmak üzere Trakya ve Doğu Karadeniz Bölgesinde hizmet vermeye başlamıştır. Ülke çapında toplumun maruz kaldığı dozları saptanması için 1987 yılının Aralık ayından itibaren 3 HPGe, 1 Na (11) dedektörlü olmak üzere, ikisi TIR içinde, toplam 4 adet Tüm Vücut Yükü Sayım Sistemi de hizmete girmiştir.

**Şekil 110**'da görülen mobil sistem içerisinde; dikey bir şekilde zirkon ön yüzüne monte edilmiş iki adet NaI (Tl) ve hareketli iki adet HPGe dedektörden oluşan farklı iki sayım sistemi yerleştirilmiştir. Programlanabilir bir motor yardımıyla hareket eden dedektörler tüm vücudu taramaktadır.



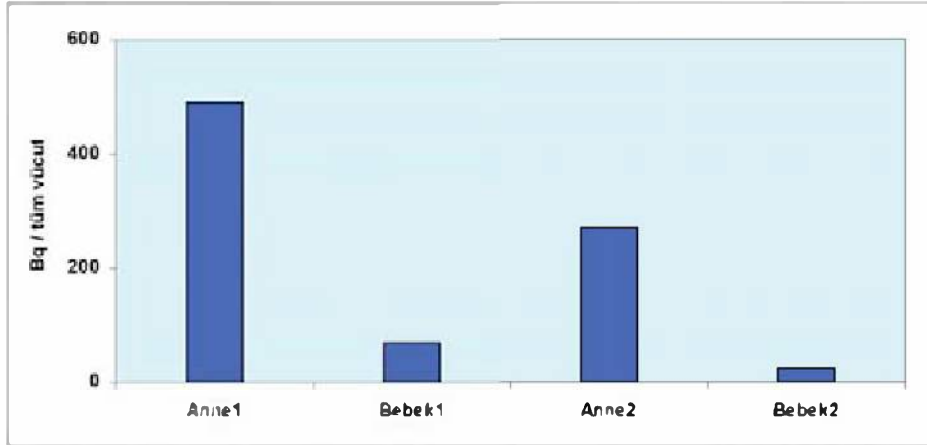
Şekil 110. TAFK'nin geçirdiği tüm vücut yükü sayım sistemi.

Tüm vücut ölçümleri ilk olarak ÇNAEM personeli, aile hanımları ve toplum üyelerinden oluşturulan gruplarda yapılmıştır (**Şekil 111**). Radyasyon işçileri ile toplum üyeleri arasında Çernobil kaynaklı radyoaktivitenin birikmesi açısından anlamlı bir fark görülmese de, hamilelerde her değer ortalama olarak 500 Bq/kişi vücutte a tında bulunmuştur. Bu durumun hamilelerin bilimsel bir şekilde korunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 111. Çernobil reaktör kazasından hemen sonra gerçekleştirilen tüm vücut yükü ortalama radyoaktivite ölçüm sonuçları.

1987 yılında yeni doğum yapmış iki anne ile bebeklerinde yapılan ölçümlerde Şekil 112'deki gibi bir ilişki görülmüştür.



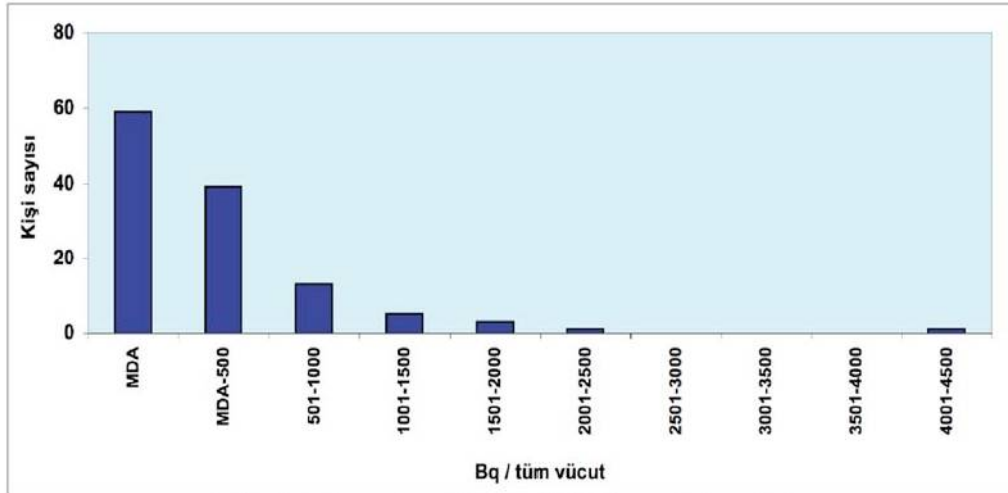
Şekil 112. Çernobil kazası sonrasında yeni doğum yapmış anne ve bebeklerde toplam Cs değerleri (Bq/tüm vücut).

Şubat 1988 tarihinde gezici araç içine monte edilmiş tüm vücut yükü sayım sistemi ile Edirne ili ve çevresindeki bazı yerleşim merkezlerinde (Büyükismailce, Budakdoğanca, Eskikadın, Yenikadın, Kernalköy, Sarayakpınar) ölçümler yapılmıştır (Tablo 21).

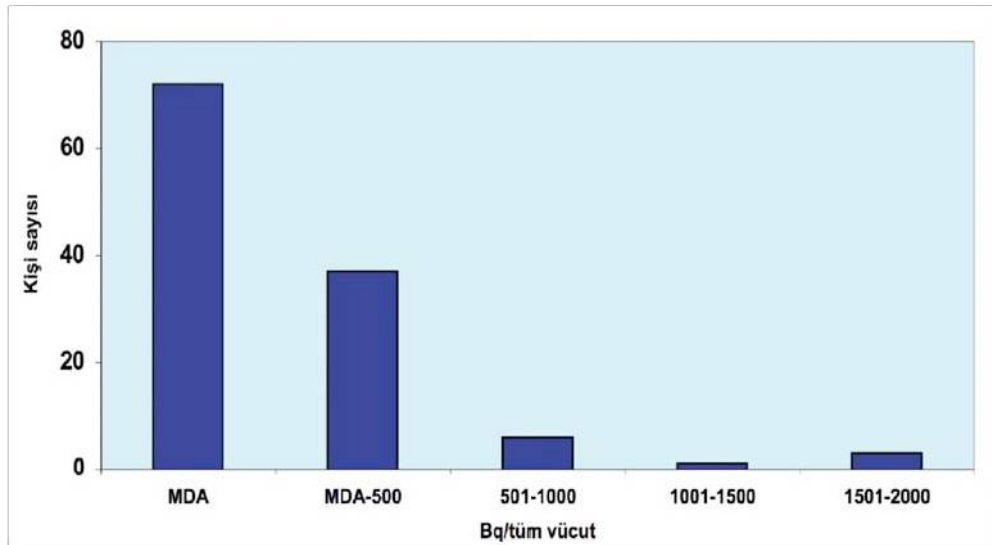
Tablo 21. Edirne ve civarında Şubat 1988 yılında yapılan toplam bütün vücut yükü ölçüm sonuçları

	<MDA	En düşük Bq/kışı	En yüksek Bq/kışı	Ortalama Bq/kışı
<b>Büyükismailce</b>				
Erkek Çocuk (0-18 yaş)	n = 15	202	970	243 (n=4)
Kız çocuk (0-18 yaş)	n = 9	144	331	232 (n=3)
Erkek (> 18 yaş)	n = 5	280	3086	1734 (n=25)
Kadın (> 18 yaş)	n = 5	197	1321	551 (n=12)
<b>Budakdoğanca</b>				
Erkek Çocuk (0-18 yaş)	n = 6	149	887	453 (n=3)
Kız çocuk (0-18 yaş)	n = 14	142	330	222 (n=5)
Erkek (> 18 yaş)	n = 5	351	2513	1267 (n=20)
Kadın(> 18 yaş)	n = 4	178	345	306 (n=5)
<b>Eskikadın</b>				
Erkek Çocuk (0-18 yaş)	n = 11	88	4201	720 (n=19)
Kız çocuk (0-18 yaş)	n = 16	89	1671	342 (n=8)
Erkek (> 18 yaş)	n = 1	337	3622	1438 (n=35)
Kadın(> 18 yaş)	n = 9	139	2621	674 (n=37)
<b>Kemalköy</b>				
Erkek Çocuk (0-18 yaş)	n = 4	119	1533	609 (n=5)
Erkek (> 18 yaş)	=	754	4445	2130 (n=7)
<b>Sarayakpınar</b>				
Erkek Çocuk (0-18 yaş)	n = 7	118	742	360 (n=10)
Kız çocuk (0-18 yaş)	n = 1	160	739	363 (n=8)
Erkek (> 18 yaş)	=	1433	5507	2791 (n=14)
Kadın (> 18 yaş)	n = 2	284	1732	717 (n= 16)
<b>Yenikadın</b>				
Erkek Çocuk (0-18 yaş)	n = 15	107	1530	563 (n= 18)
Kız çocuk (0-18 yaş)	n = 28	91	1728	465 (n= 21)
Erkek (> 18 yaş)	=	337	5657	2381 (n= 23)
Kadın (> 18 yaş)	n = 10	114	3639	747 (n= 31)
<b>Edirne Merkez</b>				
Erkek Çocuk (0-18 yaş)	n = 1	132	663	277 (n=3)
Kız çocuk (0-18 yaş)	n = 4	89	224	157 (n=2)
Erkek (> 18 yaş)	n = 17	293	3444	1284 (n=62)
Kadın (> 18 yaş)	n = 11	247	2203	584 (n=25)

Edirne yöresinde 19 yaşına kadar olan toplam 121 erkek çocuktan 59'unda herhangi bir radyoaktivite saptanmamış, kalan 62 erkek çocukta 88-3268 Bq/tüm vücut arasında değişen toplam sezyum radyoaktivitesi ölçülmüştür. Ortalama değer  $568 \pm 461$  Bq/tüm vücut olarak hesaplanmıştır (**Şekil 113**). Benzer şekilde 119 kız çocuğunun 72'sinde herhangi bir sezyum radyoaktivitesi gözlenmemişken, 47 kız çocuğunda 89-1728 Bq/tüm vücut arasında değişen toplam sezyum radyoaktivitesi ölçülmüştür. Bu grup için ortalama değer  $373 \pm 280$  Bq/tüm vücut olarak hesaplanmıştır (**Şekil 114**).

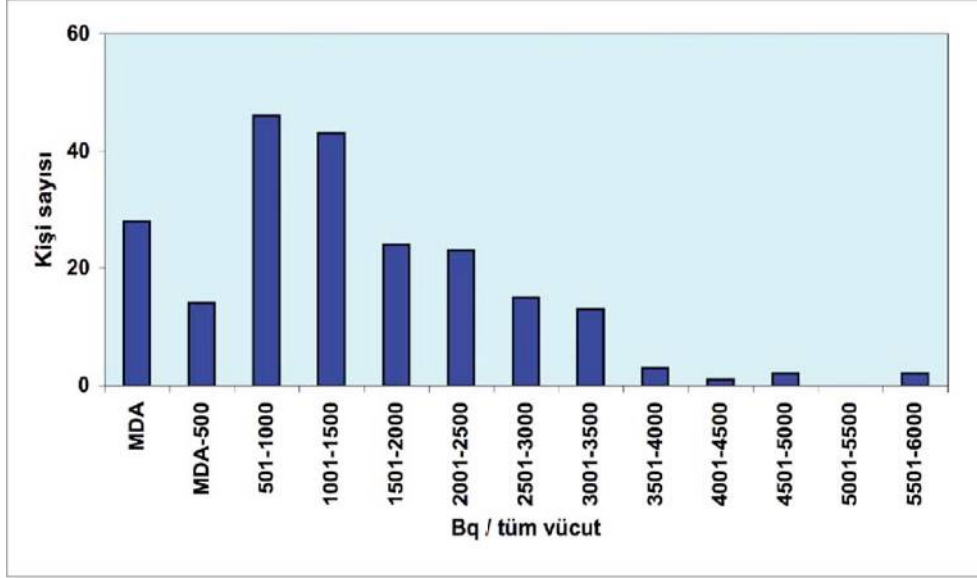


Şekil 113. Edirne ili erkek çocuklarda radyoaktivite dağılımı.

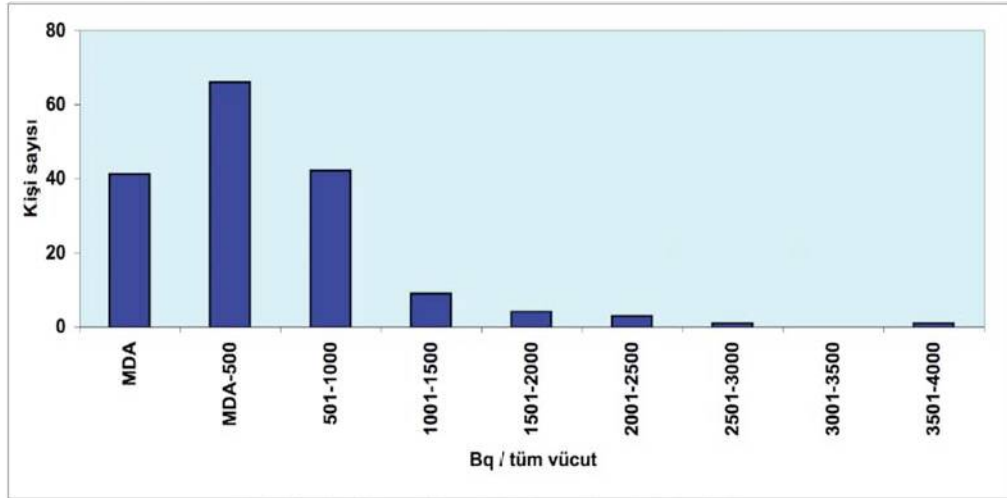


Şekil 114. Edirne ili kız çocuklarda radyoaktivite dağılımı.

Yetişkinlerde; toplam 214 erkekte 28'inde sezyum radyoaktivitesine rastlanmazken, 186 kişinin vücudundaki toplam sezyum radyoaktivitesinin 280-5657 Bq/tüm vücut aralığında; ortalama olarak da 1652 Bq/kşi olduğu bulunmuştur (Şekil 115). Toplam 168 kadından 42'sinde herhangi bir sezyum radyoaktivitesine rastlanmamış, kalan 126 kadında ise en az 114, en fazla 3639 Bq/kşi toplam sezyum radyoaktivitesi ölçülmüştür. Bu grup için ortalama değer 654 Bq/tüm vücut olarak ölçülmüştür (Şekil 116).



Şekil 115. Edirne ili erkeklerde radyoaktivite dağılımı.



Şekil 116. Edirne ili kadınlarda radyoaktivite dağılımı.

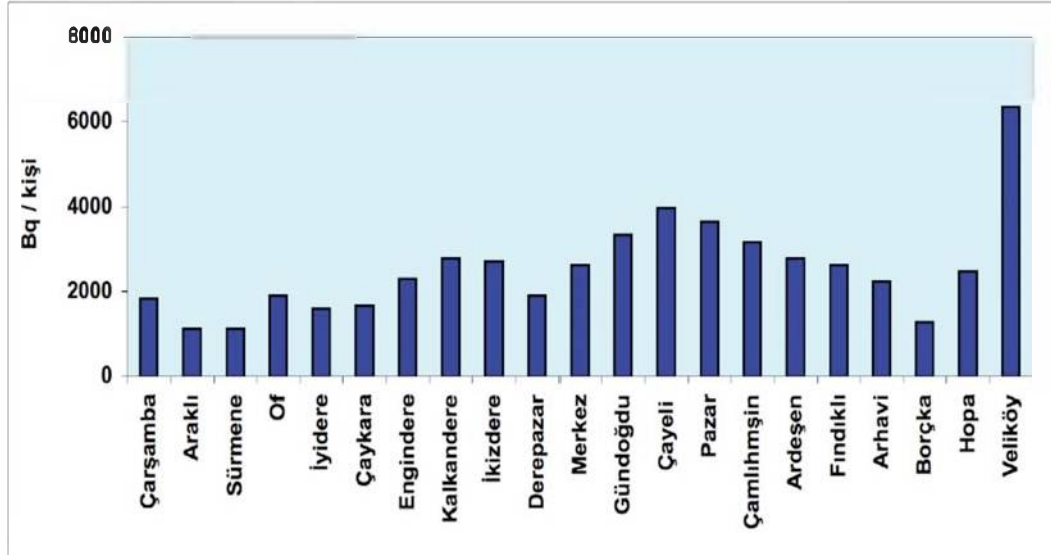
Rize'de Mart 1988 tarihinde yapılan tüm vücut yükü sayımlarında çoğunluğunu çay fabrikası işçilerinin oluşturduğu 1307 erkek, 94 kadın ve 71 çocuk olmak üzere toplam 1472 kişi tüm vücut yükü ölçülmüştür (Tablo 22, Şekil 117).

1988 yılı Mart ayında Rize'de yapılan ölçümlerde erkek çocuklarda en yüksek radyoaktivite

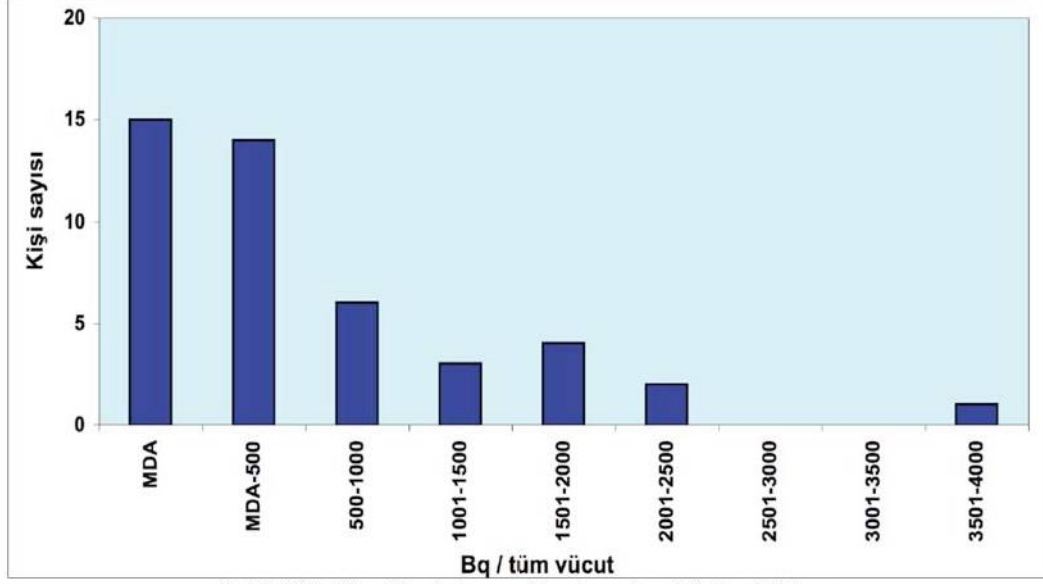
değeri kız çocuklara göre daha yüksek bulunmuştur (**Şekil 118** ve **Şekil 119**). Tüm vücut sayımı yapılan 1299 erkek için ortalama toplam sezyum radyoaktivitesi değeri 3000 Bq bulunurken, bu grupta diğer yörelerimizden farklı olarak en yüksek toplam sezyum radyoaktivite derişimi 6 kişide 10000 Bq/tüm vücut değerinin üzerine çıkmıştır (**Şekil 120**). Aynı durum kadınlarında yapılan ölçümlerde de görülmüş, ortalama toplam sezyum değeri Rize ve çevresinde bulunan değerden daha yüksek, 1000 Bq/tüm vücut olarak hesaplanmıştır (**Şekil 121**).

Tablo 22. Rize yöresinde Mart 1988 yılında yapılan toplam tüm vücut yükü ölçüm sonuçları

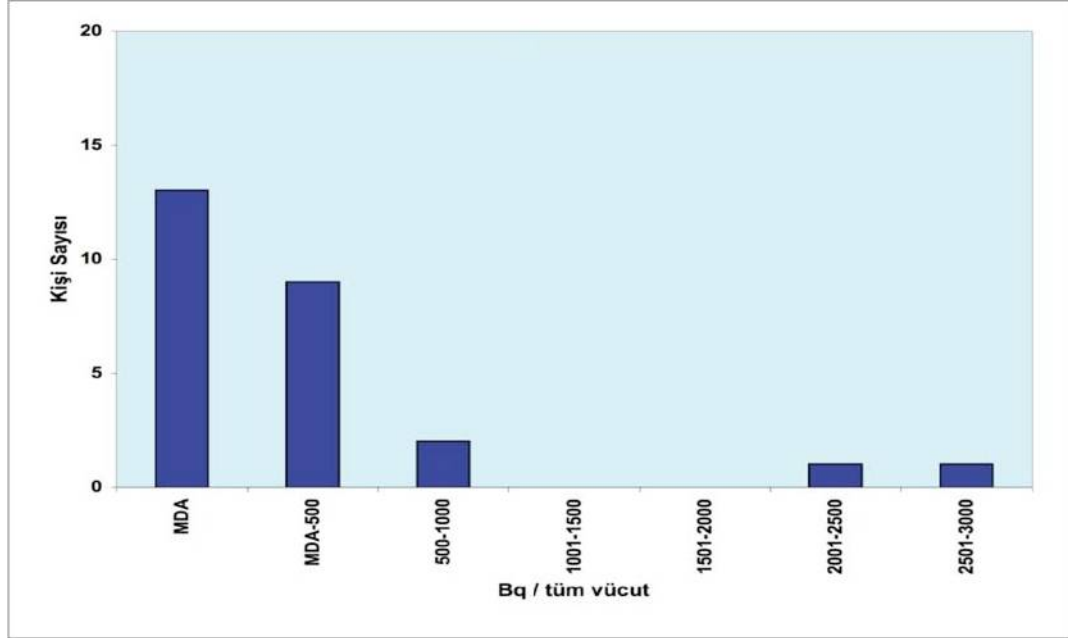
Rize	< MDA	En düşük Bq/kışı	En yüksek Bq/kışı	Ortalama Bq/kışı
Erkek Çocuk (n=45)	15	95	4000	855 (n=30)
Kız çocuk (n=26)	13	84	2717	676 (n=13)
Erkek (n=1299)	8	278	16882	2912 (n=1299)
Kadın (n=107)	18	130	3446	1007 (n=89)



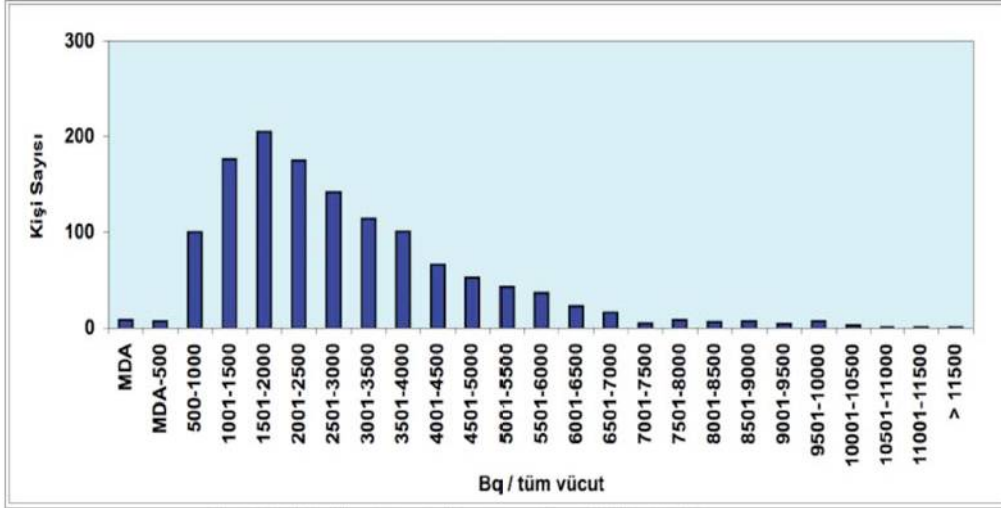
Şekil 117. Rize ili tüm vücut yükü değerlerinin yörelere göre dağılımı.



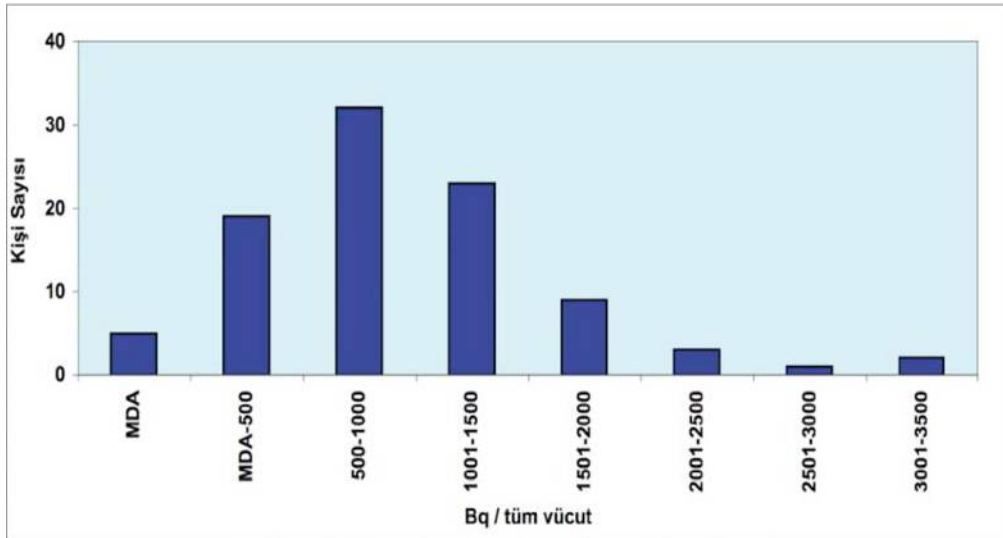
Şekil 118. Rize ili erkek çocuklarda radyoaktivite dağılımı.



Şekil 119. Rize ili kız çocuklarda radyoaktivite dağılımı.



Şekil 120. Rize ili erkeklerde radyoaktivite dağılımı.



Şekil 121. Rize ili kadınlarda radyoaktivite dağılımı.

Haziran 1988 tarihinde Kayseri'de yapılan ölçüm sonuçları, veri sayısı bakımından istatistiksel açıdan önemli olmamakla beraber, fikir vermek amacıyla **Tablo 23**'de gösterilmiştir. Tablo'dan görüldüğü gibi Kayseri'de kadınlardaki toplam radyoaktivite değeri 100-800 Bq/tüm vücut, erkeklerde 130-4300 Bq/tüm vücut arasında değiştiği bulunmuştur.

**Tablo 23.** Kayseri ve civarında Haziran 1988 yılında yapılan toplam bütün vücut yuku ölçüm sonuçları

Kayseri	<MDA	En düşük Bq/kişi	En yüksek Bq/kişi	Ortalama Bq/kişi
Erkek Çocuk (n=6)	3	107	257	204 (n=3)
Kız çocuk (n=4)	1	93	572	330 (n=3)
Erkek (n=276)	6	132	4301	994 (n=270)
Kadın (n=26)	4	101	789	364 (n=22)

Çernobil kazasını takiben Ocak-Şubat 1988 tarihinde Ankara ve İstanbul'da yaşayanların ANAEM ve ÇNAEM'de bulunan sabit tüm vücut sayım laboratuvarlarında yapılan analiz sonuçları Tablo 24'de verilmiştir

**Tablo 24.** Ankara ve İstanbul'da Şubat 1988 yılında yapılan toplam bütün vücut yükü ölçüm sonuçları

	< MDA	En düşük Bq/kişi	En yüksek Bq/kişi	Ortalama Bq/kişi
<b>Ankara</b>				
Erkek (n=43)	4	739	5083	1916 (n=39)
Kadın (n=13)	9	613	1273	969 (n=4)
<b>İstanbul</b>				
Erkek (n=21)	0	504	7557	2304 (n=21)
Kadın (n=9)	5	296	671	525 (n=4)

ÇNAEM de personelinin vücut yükü radyoaktiviteleri de değişik periyotlarda analiz edilmiş, sonuçlar yine kendi aralarında gruplandırılmıştır (**Tablo 25**)

**Tablo 25.** ÇNAEM'de çalışanların toplam bütün vücut yuku ölçüm sonuçları

İstanbul-ÇNAEM	< MDA	En düşük Bq/kişi	En yüksek Bq/kişi	Ortalama Bq/kişi
<b>Şubat 1988</b>				
Erkek (n=69)	0	331	5878	1864±880 (n=69)
Kadın (n=30)	25	315	2822	800±263 (n=22)
<b>Şubat 1989</b>				
Erkek (n=137)	24	87	2274	460±259 (n=113)
Kadın (n=37)	17	75	417	213±80 (n=20)
<b>Şubat 1993</b>				
Erkek (n=164)	99	71	308	132±35 (n=65)
Kadın(n=40)	37	174	335	230±70 (n=3)

1989 yılında erkek ve kadınlarda bulunan toplam sezyum miktarı 1988 yılında bulunan değerin yaklaşık dörtte birine kadar düşmüştür (**Tablo 25**). 1993 yılında yapılan çalışmada ise toplam sezyum radyoaktivitesinin kadınlarda hemen tamamen vücuttan atıldığı görülmüştür. ÇNAEM'de analiz edilen 40 kadından 37 sinde dedeksiyon limitinin üzerinde herhangi bir radyoaktiviteye rastlanmazken, sadece 3 kişide (%7) ölçülebilir düzeyde radyoaktiviteye rastlanmıştır. Bununla beraber; analiz edilen erkeklerin yaklaşık % 40'ında sezyum radyoaktivitesi bulunmuştur. Bu durumun kadın ile erkek arasındaki metabolik farklılıktan kaynaklandığı yorumu yapılmıştır. Sezyum izotopları kimyasal benzerlikleri nedeniyle vücutta potasyum gibi davranışlarından kaslarda depolanmaktadır. Kadınlarda bulunan radyoaktif ve kararlı sezyum miktarı erkeklere göre daha az olup vücuttan atılışı daha hızlıdır.

## 5. KAYNAKLAR

- Alkan, H., Yaşar, S., Türer, A., Çernobil nükleer reaktör kazası sonucu Türk toplumunun aldığı radyasyon dozları ve Türk toplumuna yüklediği riskler. I. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, İstanbul, 1987, 66-72.
- Ayçık, G.A., Gölge, T., Studies of <sup>131</sup>I, <sup>137</sup>Cs and <sup>134</sup>Cs in air, milk and water in Ankara following the Chernobyl Accident, Proceeding International Conference on Environmental Contamination Following a Major Nuclear Accident, International Atomic Energy Agency, 16-20 October 1989, Vienna, Austria Volume I, 41-50.
- Ayçık, G.A., Çaydaki radyoaktivitenin dem ve posadaki dağılımının incelenmesi, Radyoaktif Atıklar, Çevre ve Sağlık Sempozyumu, 3-5 Mayıs 1989, Boğaziçi Üniversitesi, 213-227.
- Birol, E., Çernobil nükleer santral kazasından sonra yapılan ölçüm işlemleri. I. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, İstanbul, 1987, 60-65.
- Birol, E., Kıbrıslı, N., Bulut, A.M., Küçükcezzar, R., Kut, D., Esen, N., Akgün, F., Varınlıoğlu, A., Çaylarda radyoaktivite ile ilgili çalışmalar. I. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, İstanbul, 1987, 249-254.
- Birol, E., Kut, D., Bulut, A.M., Kıbrıslı, N., Köse, N., Atasü, T., Sarıdoğan, E., Çaylarda radyoaktivite ile ilgili çalışmalar. I. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, İstanbul, 1987, 83-86.
- Bulut, A.M., Topcuoğlu, S., Sezginer, N., Sönmez, M., Bayülgen, N. The radioactivity levels in *Rapana thomasiana* from the Bosphorus and Black sea after the Chernobyl accident. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 32, 1, Y-V3, 1990.
- Bulut, A.M., Topcuoğlu, S., Sezginer, N., Sönmez, M. Chernobyl radioactivity in sea snail (*Rapana verosa*), Turkish Journal and Nuclear Sciences, 20 (2) 31-37, 1993.
- Demirel, H., Özer, İ., Çelenk, I., Halitlilgil, M.B., Özmen, A., Uptake of <sup>137</sup>Cs by crops from contaminated soils, j. Environmental Quality, 23, (6) 1994, 1280-1282.
- Demirel, H., Topraktaki <sup>137</sup>Cs aktivitesinin buğday, arpa, fasulye, mısır ve çim bitkilerine geçişinin incelenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara 1990.
- Demirezen, Ü., Altundağ, N., Taner, A.C., Sarımehtetoğlu, O., Çernobil kazasından sonra Karadeniz Bölgesinin fındık, fındık elemanları ve topraktaki <sup>134</sup>Cs ve <sup>137</sup>Cs'nin incelenmesi, Radyoaktif Atıklar Çevre ve Sağlık Sempozyumu, 3-5 Mayıs 1989, Boğaziçi Üniversitesi, 229-249.
- Güngör, N., Portakal, S. The biological availability of caesium and other long-lived artificial radionuclides to marine mammals. 1st Int. Symposium on the Marine Mammals of the Black Sea, İstanbul, 1996.
- Güven, K.C., Topcuoğlu, S., Güngör, N. Chernobyl radioactivity in algae collected from the Marmara and Black Sea, Turkish Journal and Nuclear Sciences, 20 (2) 21-31, 1993.
- Güven, K.C., Yurdoğlu, S., Güngör, N., Topcuoğlu, S., Cevher, E., Öztürk, B. Radioactivity levels in marine algae from the Black Sea and Marmara Sea. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 32, 1, Y-V4, 1990.

- HASL – 300. EML Procedures Manual, 28th Edition, Section 2.4, Vol. 1, 1997.
- Kaynak, P., Köse, N., Bayülgen, N., Yurdoğlu, S., Onen, S., Topçuoğlu, S., Insanda birikerek i ışınlamaya sebep olan radyonüklitlerin dekorporasyonu, Radyoaktif Atıklar Çevre ve Sağlık Sempozyumu, 3-5 Mayıs 1989, Boğaziçi Üniversitesi, 135-141.
- Kırbaşoğlu, Ç., Küçükçekmece Gölü ile Marmara deniz bağlantısı sedimentinde ağır metal ve radyoaktivite tayini, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, 1998.
- Köksal, E.M., Göksel, M.A., İstanbul üzerine günlük radyoaktivite yağışı ölçümleri, Radyoaktif Atıklar Çevre ve Sağlık Sempozyumu, 3-5 Mayıs 1989, Boğaziçi Üniversitesi, 251-256.
- Köksal, E.M., Altunkaya, M., Soyberk, Ö., Yüce, Ö., Türer, A., Sezer, Z., Çernobil nükleer santral kazası sonucu Trakya Bölgesinde yapılan radyolojik ölçümler, I. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, İstanbul, 1987, 241-244.
- Köse, A., Topçuoğlu, S., Varinlioğlu, A., Azar, A., Kopya, A.I., Uzun, O., Koral, H., The levels of cesium radionuclides in the Eastern Black Sea Area of Turkey, Toxicological and Environmental Chem., 45, 221-224, 1994.
- Olmez, E., Topçuoğlu, S., Kut, D., Kırbaşoğlu, E., Esen, N., Determination of heavy metals and radionuclides in lichens and mosses in Thrace area of Turkey, Bull. Environ. Contam. Toxicol, 70:502-508, 2003.
- Ozalpan, A., Çernobil nükleer kazasının Türkiye’de çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkileri, I. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, İstanbul, 1987, 73-82.
- Ozmutlu, C., Kaynak, G., Ozmutlu, E., Cengiz, A., Ergül, R., Çernobil kazası sonrası Bursa ve çevresi atmosferinde fisyon ürünlerinin incelenmesi, Radyoaktif Atıklar Çevre ve Sağlık Sempozyumu, 3-5 Mayıs 1989, Boğaziçi Üniversitesi, 287-296
- Pala, F.S., Türkiye genelinde Çernobil kazasından sonra kekik bitkisinde yapılan monitoring çalışmaları ve bu bitkideki <sup>134</sup>Cs ve <sup>137</sup>Cs radyonüklidlerin kinetiği, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, 1990
- Portakal, S., and Varinlioğlu, A. 1992. Natural and Artificial radionuclides in the fluffy layer of the Black Sea surface sediment. In: Final Report of radioactive pollution of the Black Sea. 56-57 Published by TAEK-IAEA, April 1992.
- Portakal, S., Varinlioğlu, A., Pala, F., Seddiğ, E. <sup>137</sup> Cs and Pu-239/240 concentrations in the Black Sea, NATO Publications, Black Sea Oceanography, 302-314, 1991.
- Sevimli, H., Topçuoğlu, S., Çernobil kazasının etkilerininin 34 ÷lkede elde edilen verilerinin değerlendirilmesi, III. Ulusal Nükleer Bilimler Kongresi, 27-29 Eylül 1989.
- Soyberk, O., Çernobil nükleer santralında meydana gelen kazanın ve çevresine etkilerininin analizi, I. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, İstanbul, 1987, 98-104.
- Soyberk, O., Köksal, E. M., Çernobil nükleer santralında meydana gelen kazada etkilenen kritik gruba ait Türk toplumu ve toplum üyelerininin maruz kaldığı etkin dozların tayini, I. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, İstanbul, 1987, 88-91.
- Taşçı, N.O., İstanbul Bölgesi denizel makroalg türlerinde ve sediment örneklerinde monitoring alışmaları, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, 1990.

- Topcuoğlu, S. and Bulut, A. M., Natural depuration rate of Chernobyl-derived  $^{137}\text{Cs}$  in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from the Bosphorus. *Rapp Comm. Int. Mer. Médit.*, 33, p. 27E, 1992.
- Topcuoğlu, S., Bulut, A. M., Kıbrıslı, N., Esen, N., Akgün, F., Kut, D., Küçükcezzar, R., Varinlioğlu, A., Altınadağ, N., Sarımehtemloğlu, O., Fındık ürünü'nde radyoaktivite ile ilgili çalışmalar. I. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, 255-258, 1987.
- Topcuoğlu, S., Güngör, N., Kırbasoğlu, C., Distribution coefficient (KD) and desorption rates of  $^{137}\text{Cs}$  and Am-241 in Black Sea sediments. *Biogeochemistry Chemistry Atmosphere*, 49/10, 1367-1373, 2002.
- Topcuoğlu, S., Güllüoğlu, K. C., Bulut, A. M., Sarıer, E., Chernobyl derived caesium in mussels in the Black Sea area. *Radioanalytical and Nuclear Chemistry Letters*, 175(1), 9-15, 1993.
- Topcuoğlu, S., Kut, D., Varinlioğlu, A., Köse, A., Esen, N., Seddigh, E., Koçak, C., Sarımehtem, M., Yılmaz, E.,  $^{137}\text{Cs}$  radyonüklidinin topraklara, çay ve kekik bitkisine transferi. IV. Ulusal Nükleer Tarım ve Hayvancılık Kongresi, Bursa, 25-27 Eylül, 1996, 84-85.
- Topcuoğlu, S., Köse, N., Güngör, E. ve Pala, F. Doğu Karadeniz Bölgesinde yaşayanların vücudunda bulunan radyoaktivite değerleri. *Radyoaktif Atıklar Çevre ve Sağlık Sempozyumu*, 3-5 Mayıs 1989, Boğaziçi Üniversitesi, 275-286.
- Topcuoğlu, S., Köse, N., Güngör, E. ve Pala, F. Doğu Karadeniz Bölgesinde yaşayanların vücudunda bulunan radyoaktivite değerleri. *Radyoaktif Atıklar Çevre ve Sağlık Sempozyumu*, 3-5 Mayıs 1989, Boğaziçi Üniversitesi, 275-286.
- Topcuoğlu, S. Pollution level in the Turkish Black Sea. In *Black Sea Biogeochemistry* (London: Nations Publications, New York, No. F 99 III R I, ISBN 92-1-129504-1, Black Sea Environmental Series Vol. 9, pp. 51-62, 1998).
- Topcuoğlu, S. Sources and distribution of anthropogenic radionuclides in Marmara Sea environment. *Turkish J. Marine Sciences*, 7, 43-152, 2001.
- Topcuoğlu, S., Black Sea Ecology. *Pollution Research in Turkey of the Marine Environment*. (AFA Bülteni 42) (4) 17-14, 2000.
- Topcuoğlu, S., Bulut, A. M., Bayülgen, N., Küçükcezzar, R., Köse, N. Çernobyl kazasından sonra Karadeniz balıklarında yapılan radyoekolojik çalışmalar. I. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, 264-268, 1988.
- Topcuoğlu, S., Denizel ortamlarımızın radyoaktif ve kimyasal kirlilik boyutu. NPC Sağlık Sempozyumu III yayını, 48-50, 11-12 Mayıs 2000.
- Topcuoğlu, S., Ergül, F. A., Baysal, A., Ölmez, E., Kut, D. Determination of radionuclides and heavy metal concentrations in biota and sediment samples from Pazari and Rize stations in the eastern Black Sea. *Frederick Environmental Bulletin*, 12 (7) 695-699, 2003.
- Topcuoğlu, S., Esen, N., Eğilli, E., Güngör, N., Kut, D., Trace elements and  $^{137}\text{Cs}$  in macroalgae and mussels from the Kilyos in the Black Sea. IAEA-SM/30P/283-284, 1998.
- Topcuoğlu, S., Güngör, N., Kırbasoğlu, C., Marmara Denizi'ne Radyoaktif Kirlilik Boyutu. *Marmara Denizi 2000 Sempozyumu*, 556-561, Ataköy Marina 11-12 Kasım 2000.
- Topcuoğlu, S., Güngör, N., Köse, A., Kırbasoğlu, C., Akkurt, A., Transfer of  $^{137}\text{Cs}$ , Sr-85 and Pb-210 from soil to maize and black cabbage crops. IAEA Final report, contract no. 10572/RO, Sept 2003.

- Topcuoğlu, S., Güngör, N., Köse, A., Varinlioğlu, A. Translocation and depuration of  $^{137}\text{Cs}$  in tea plants, *J. Radionucl. Nucl. Chem.* Vol.218, No.2, 1997, 263-266.
- Topcuoğlu, S., Güngör, N., Radionuclide concentrations in macroalgae and sediment samples from the Bosphorus, *Turkish J. of Marine Sciences*, 5: 19-24, 1999.
- Topcuoğlu, S., Güngör, N., Kut, D., Esen, N., Eğilli, E., Kirbaşoğlu, Ç., Güven, K.C., Ünlü, S., Radioecological Researches in Turkish Black Sea marine environment, The proceeding of the first International Symposium on fisheries and ecology, Trabzon, 2-4 Sep., 440-443, 1998.
- Topcuoğlu, S., Güven, K.C., Küçükcezzar, R., Kut, D., Esen, N. The natural depuration rate and concentration of  $^{137}\text{Cs}$  radionuclide in the Black Sea macro algae. *J. Radionucl. Nucl. Chem. Letters*, 214 (4) 319-325, 1996.
- Topcuoğlu, S., Hava kontaminasyonu ve biyomonitöring, NBC Savunma Sempozyumu-III yayını, 38-41, 8-9 Mayıs 1997.
- Topcuoğlu, S., Heavy metal and radioactivity concentrations in organisms and sediments from Turkish Coast of the Black Sea Workshop a glance to the Black Sea, 31 October 2003, Istanbul, pp 83-90
- Topcuoğlu, S., Karahan, G., Güngör, N., Kirbaşoğlu, Ç., A study on natural and artificial radioactivity in Emendere thermal spring area in western Anatolia. *J. Radioanal. Nucl. Chem*, 256,3,395-398, 2003.
- Topcuoğlu, S., Köse, N., Bulut, A.M., Bayülgen, N. The radioactivity level of Black Sea marine algae before and after the Chernobyl accident, *Toxicological and Environmental Chemistry*, 27, 279-302, 1990.
- Topcuoğlu, S., Kut, D., Esen, N., Güngör, N., Seddigh, E., Küçükcezzar, R., Trace elements and radionuclides in sediments and biota from the Küçükçekmece Lake, The XXXVth Congress-Plenary Assembly of CIESM Rapp. Comm. Int. Mer Médit. 35, 294-295, 1998.
- Topcuoğlu, S., Kut, D., Esen, N., Güngör, N., Eğilli, E., Kirbaşoğlu, Ç.,  $^{137}\text{Cs}$  in biota and sediment samples from Turkish coast of the Black Sea, 1997-1998. *J. Radioanal. Nucl. Chem*, 250,2,381-384, 2001.
- Topcuoğlu, S., Kut, D., Esen, N., Güven, K.C., Cevher, E. Radiocesium levels in algae and sediment samples collected from the eastern Mediterranean coast of Turkey. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 32, 1, Y-V5, 1990.
- Topcuoğlu, S., Kut, D., Esen, N., Güven, K.C., Cevher, E. The effect of the Chernobyl on the marine radioactivity level in Akkuyu and Iskenderun Bay of Turkey. *Turkish Journal and Nuclear Sciences*, 20 (2) 37-42, 1993.
- Topcuoğlu, S., Kut, D., Esen, N., Küçükcezzar, R., Radioactivity and trace element levels in sediments of the Black Sea., *Rapp. Comm. Int. Mer Médit*, 34, 232, 1995.
- Topcuoğlu, S., Kut, D., Esen, N., Seddigh, E., Varinlioğlu, A., Köse, A., Kirbaşoğlu, Ç., Ünlü, M.Y., Transfer of  $^{137}\text{Cs}$  from soil to tea and thyme leaves IAEA Technical Report Series (baskıda)
- Topcuoğlu, S., Kut, D., Güngör, N., Esen, N., Olmez, S., Kirbaşoğlu, Ç. Radioecological research of the Turkish Marine Environment. I. Eurasia conference on nuclear science and its application, 88-90, 23-27 Oct. 2000, Izmir, Turkey.

- Topcuoğlu, S., Monitoring of radionuclide concentrations in marine algae from the Turkish Black Sea Coast and Bosphorus during the period of 1984-2001, J. Black Sea/Mediterranean Environment (baskıda).
- Topcuoğlu, S., Monitoring of radionuclides and heavy metals in Turkish Black Sea Coast, Bosphorus and Marmara Sea using mussels (*Mytillus galloprovincialis*). CIESM Workshop Series No:15, 109-112, 2002.
- Topcuoğlu, S., Olmez, E., Kirbaşıoğlu, Ç., Yılmaz, Y.Z., Saygın, N., Heavy metal and radioactivity in biota and sediment samples collected from Ünye in the eastern Black Sea. Rapp. Comm. int. Mer Médit. 37, 250, 2004.
- Topcuoğlu, S., Pala, F.S., Radiocesium accumulation and natural depuration rate in Thyme plant after the Chernobyl accident, Toxicological & Environmental Chemistry, 37, 95-102, 1992.
- Topcuoğlu, S., Türer, A., Güngör, N., Kirbaşıoğlu, Ç., Monitoring of anthropogenic and natural radionuclides and gamma absorbed dose rates in eastern Anatolia. J. Radioanal Nucl. Chem., 258 (3) 547-550, 2003.
- Topcuoğlu, S., Van Dawen, A.M., Güngör, N., The natural depuration rate of <sup>137</sup>Cs radionuclide in a lichen and moss species, Journal of Environmental Radioactivity, 29 (2) 157-162, 1995.
- Topcuoğlu, S., Zeybek, U., Küçükcezzar, R., Güngör, N., Bayülgen, N., Cevher, E., Güvener, B., Wolker, J., Güven, K.C., The radiocesium contamination in lichens in Turkey before and after the Chernobyl accident, Toxicological and Environmental Chemistry, 35, 161-165, 1992.
- Topcuoğlu, S., Kirbaşıoğlu, Ç., Akdeniz ve Karadeniz Midye İzleme Programı Çerçevesinde Elde Edilen Radyoaktif ve Kimyasal Kirlilik Bulguları, Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu IV, 9-10 Ekim 2003, Gebze-Kocaeli, 329-333.
- Topcuoğlu, S. and Van Downen, A.M., A study on the elimination of <sup>137</sup>Cs in mussels under contaminated field and laboratory conditions, Toxicological and Environ. Chem. Vol 58, 217-222, 1997
- Topcuoğlu, S., Bulut, A.M., Kıbrıslı, N., Küçükcezzar, R., Köse, N., Çernobil kazasından sonra Karadeniz balıklarında yapılan radyoekolojik çalışmalar, I, Ulusal Medikal Fizik Kongresi, 264-268, 1987.
- Topcuoğlu, S., Çevrenin radyoaktif kontaminasyonu ve ekoloji, E.Ü. Fen Fakültesi Dergisi, B, 16/1, 1994, 1117-1120.
- Topcuoğlu, S., Ünlü, Y., Sezginer, N., Sönmez, M., Bulut, M., Bayülgen, N., Küçükcezzar, R., Köse, N., Karadeniz, Marmara ve Boğaziçi deniz ürünlerinde Çernobil sonrası yapılan radyoaktivite ölçümleri, III. Ulusal Nükleer Bilimler Kongresi, 27-29 Eylül 1989.
- Tunçer, S., Baysal, A., Doğu Karadeniz'in bazı pelajik ve bentik türlerinde gama radyoaktivite düzeylerinin araştırılması, Radyoaktif Atıklar Çevre ve Sağlık Sempozyumu, 3-5 Mayıs 1989, Boğaziçi Üniversitesi, 297-302
- Ünlü, M.Y., Bayülgen, N., Güngör, E., Varinlioğlu, A., Çernobil kazası sonrasında Edirne ve Kayseri yöresinde yaşayanların tüm vücut yükü aktiviteleri, Radyoaktif Atıklar Çevre ve Sağlık Sempozyumu, 3-5 Mayıs 1989, Boğaziçi Üniversitesi, 257-271.

- Ünlü M.Y., Topcuoğlu S., Küçükcezzar R., Bulut, A. M., Bayülgen N., Varinlioğlu A., Güngör, N. and Güngör E.  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  deposition in tea plant leaves after the Chernobyl accident and its agri-natural effective half-life. *Health Physics* 68 (1) 94-99, 1995.
- Ünlü Y., Kut D., Küçükcezzar R., Kıbrıs N., Bulut A.M., Esen N., Chernobyl kazasından sonra Doğu Karadeniz bölgesinde yüzey serpenti birikimi ve toprak örneklerindeki radyoaktivite değerleri. I. Ulusal Mec. kal Fizik Kongresi 259-263, 1987.
- Ünlü, Y., Topcuoğlu S., Bayülgen N., Köse N., Güngör E., Meriç, Tunca ve Arda nehirleri ile Saroz körfezinin kontaminasyonu, III. Ulusal Nükleer Bilimler Kongresi, 27-29 Eylül 1989.
- Varinlioğlu A., Köse A., Cevik, U., Kopya, A., Alturbaş M., Karal, H. Levels of natural and Artificial radioactivity in sediments in the eastern Black Sea of Turkey. *J. Radionucl. Chem. Letters*, 20 (1) 31-37, 1995.
- Varinlioğlu A., Topcuoğlu S., Köse, A., Kopya A.I., Uzun, O., Azar, A., Karal, H., The levels of cesium radionuclides in mosses in the Eastern Black Sea Area of Turkey. *J. Radionucl. Chem. Letters*, 187(6) 435-440, 1994.
- Yurdoğu S. Chernobyl kazası radyonüklitlerinin çay bitkisindeki davranışı ve toprak bitki ilişkisi.
- Yüksek Lisans Tezi. I. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, 1990.
- Yücel, H., Özmen, A. Migration of  $^{137}\text{Cs}$  extracted from contaminated tea in sandy clay soil. *J. Nucl. Sci. Techn.*, 32(86) 1995, 547-555.

