



1.YILINDA

ÇERNOBİL

Türkiye'de Çernobil Sonrası
Radyasyon ve Radyoaktivite
Ölçümleri



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

TÜRKİYE'DE
ÇERNOBİL SONRASI
RADYASYON VE RADYOAKTİVİTE
ÖLÇÜMLERİ

Takım no: ISBN 975-8898-19-1
ISBN 975-8898-20-5

Çernobil Serisi No 1
Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Tarafından Basılmıştır.
Nisan - 2006

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



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

Adres : Eskişehir Yolu 9.km 06530 Ankara/Türkiye
Tel : +90 (312) 287 15 29
Fax : +90 (312) 285 67 76
Web : www.taek.gov.tr

ÖNSÖZ

26 Nisan 1986 günü Ukrayna'da, Kiev'e 130 km uzaklıkta yer alan Çernobil Nükleer Güç Santrali'nin dördüncü ünitesinde meydana gelen kaza, tarihin en büyük nükleer kazasıdır. Kazadan en çok etkilenenler eski Sovyetler Birliği'nde yaşayan insanlar olmuştur. Tüm kuzey yarım kürenin etkilendiği kaza nedeniyle, insanlar çeşitli düzeylerde radyasyon dozuna maruz kalmıştır.

Ülkemiz bu kazadan bir çok Avrupa ülkesi gibi belirli bir düzeyde 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.

TAEK tarafından halkın bilgilendirilmesi amacıyla hazırlanan, kazadan sonraki ilk yıl içinde yapılan çalışmaları içeren rapor 1988 yılında yayınlanmıştır.

"Çernobil Serisi"nin birinci cildinde yer alan bu raporda, kaza sonrası TAEK tarafından ülkemizde yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler ve bu verilerle yapılan hesaplamalar yer almaktadır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, kazadan en fazla etkilenen Trakya ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaşayanlar için ortalama etkin doz, o tarihlerde yetkin uluslar arası kuruluşlarca, halk için önerilen yıllık doz sınırının çok altında bulunmuştur.. Bu raporda, o tarihlerde Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (International Commission on Radiological Protection-ICRP) tarafından belirlenen risk kriterlerinden hareket edilerek yapılan hesaplar sonucunda, bu bölgelerde yaşayan toplam nüfustan, radyasyon nedeniyle kanser olma olasılığının 1/100 000 olduğu, üreme çağındaki nüfus için ise hiç özürü doğum beklenmediği ortaya konulmuştur.

Geçmişten bugüne yapılan çalışmaların bütününe ulaşılmasını sağlamak üzere hazırlanan bu doküman, TAEK tarafından 1988 yılında yayınlanan dokümanın orijinalinin aynısıdır. Tüm emeği geçenlere şükranlarımı sunarım.

Okay Çakıroğlu
TAEK Başkanı

Başbakanlık Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nun Nisan 1988 Tarihli Raporunun orijinalinden çoğaltılmıştır.

Başbakanlık

T A E K

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

BAŞBAKANLIK
Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
Nisan 1988

ÖNSÖZ

Bu raporda, 26 Nisan 1986 da Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nde, Kiev şehrinin 100 km kuzeyindeki Çernobil Nükleer reaktör kazası, konu ile ilgili genel bilgiler, kazayı takiben oluşan radyoaktif bulutun yayılması ve ülkemizde, başlangıçta kritik bölgelerde olmak üzere, bütün ülke çapında ölçülen gamma radyasyon şiddetleri, hava aktivite konsantrasyonları, toprakda birikmiş radyoaktivite düzeyleri ile bunlara ilave olarak çeşitli besin maddelerindeki radyoaktivite konsantrasyonları açıklanmakta ve kritik gruplar ile genel toplum üyelerinin dış ve iç kaynaklardan alabilecekleri bütün vücut etkin eşdeğer radyasyon dozları verilmektedir.

Ayrıca, bu rapor, maruz kalınan radyasyon dozları nedeniyle insanlarda meydana gelmesi muhtemel somatik ve genetik etkilerin bir değerlendirmesini ve bu değerlendirme sonucu ortaya çıkabilecek sağlık riskini (kanser ve genetik bozukluklar) ve edinilen tecrübe sonunda alınan tedbirleri de kapsamaktadır.

1. KAZANIN MEYDANA GELİŞİ

26 Nisan 1986 günü erken saatlerde Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri Birliği'nde, Kiev kentinin 100 km kadar kuzeyindeki Çernobil Nükleer Santralının 1000 MWe (3200 MWth) gücündeki 4. ünitesinde büyük bir nükleer kaza meydana gelmiştir. Kaza meydana geldiği zaman, Çernobil Santralında, RBMK veya Leningrad tipi olarak bilinen bu reaktörlerden 4 ünite çalışmakta ve ayrıca 2 ünite'nin yapımı sürdürülmekte idi. Bu RBMK tipi güç reaktörleri, bir tür kaynar sulu-grafit moderatörlü hibrid (melez) reaktörler olup, herbiri 500 MWe gücünde 2 turbojeneratörü çalıştırmaktadır. Halen Sovyetler Birliği'nde 26 RBMK tipi reaktör çalışmakta olup, herbiri, yaklaşık 1 milyon kişinin ihtiyacını karşılayacak kadar elektrik üretmektedir.

Çernobil nükleer santralındaki kaza, reaktörün programlanmış olan durdurulmasından önce yapılan bir test sırasında meydana gelmiştir. Söz konusu test, bir elektrik kesilmesi halinde turbojeneratörlerden birinin reaktörün elektrik gücü gereksinmesini sağlayıp sağlayamayacağını saptamak üzere planlanmıştı. Kaza meydana geldiği zaman reaktör, 70 MWe'lık (veya 200 MWth) alçak güçte çalışıyordu. Kazadan sonra yapılan soruşturmalar, kazanın, reaktör tasarımındaki hatalar ile güvenlik sistemlerinin devreden çıkarılması, işletme kurallarının hiçe sayılması ve reaktörün kararsız bir duruma getirilmesi gibi bir dizi insan hatası sonucu meydana geldiğini göstermiştir. Böylece meydana gelen hızlı bir güç yükselmesini izleyen buhar patlaması reaktörü ve reaktör binasını tahrip etmiş, reaktörün üst kapağını yerinden fırlatarak reaktörün üstünü açık bırakmıştır. Birkaç saniye sonra meydana gelen ikinci bir patlama ile üstü açık kalan reaktörün kızgın parçaları büyük bir hızla dışarı fırlamış ve bu sırada reaktörden salınan radyoaktif gazlar ve radyoaktif maddeler karışımı 1200 metreyi aşan yüksekliklere çıkmıştır.

Patlamalar sonucu harap olan reaktördeki grafitler tutuşmuş ve reaktör binasının birkaç yerinde birden yangın çıkmıştır. Bu yangınlar, komşu kasabalardan gelen itfaiye ekipleri tarafından 3 5 saat sonra söndürülmüş ise de, reaktörden, büyük miktarlarda fisyon ürünlerinin salınması devam etmiştir.

Atmosfere radyoaktif maddelerin salınması, yaklaşık 10 günlük bir süre boyunca devam etmiş bu süre içinde, birincisi kazanın meydana geldiği gün (26 Nisan) ikincisi kazadan sonraki 9. gün (5 Mayıs) olmak üzere iki büyük radyoaktif madde salınması meydana gelmiştir. Bu süre içinde Sovyetler tarafından alınan önlemlerle reaktörden artık büyük bir radyoaktif madde salınması olasılığı ortadan kalkmıştır. Reaktör kalbi envanterindeki radyoaktif asal gazların % 100'nün, diğer radyoaktif maddelerin ise % 3-4 kadarının (yaklaşık 2×10^{18} Bq) atmosfere salındığı tahmin edilmektedir. Reaktörden salınan radyoaktif maddeler, sezyum, iyod ve tellür envanterinin yaklaşık % 10-20'sini, geri kalan radyonüklidlerin ise, yine yaklaşık, % 3-6'sını içermektedir.

Atmosfere salınan bu radyoaktif gaz ve maddeler, yüksek sıcaklıkları nedeniyle hızla yükselerek 1000-1500 metre yüksekliğe ulaşmış ve radyoaktif bulutlar oluşturmuştur. Bu radyoaktif bulutlar, meteorolojik koşullara bağlı hareket ederek Avrupa üzerinde yayılmaya başlamış ve sadece Avrupa'yı değil, hemen hemen, tüm kuzey yarım küresini etkilemiştir.

Kazaya uğrayan Çernobil reaktöründen havaya salınan radyonüklidler içinde en önemlileri iyot-131, sezyum-134 ve sezyum-137 ise de radyoaktif buluttan etkilenen ülkelerde hava partikülleri veya radyoaktif yağışlar olarak daha birçok radyonüklid tesbit edilmiş olup, bunlar arasında rutenyum-103, rutenyum-106, lantan-140, baryum-140 ve tellür-132 oldukça yüksek miktarlarda bulunmuş, ayrıca niobyum-95, zirkonyum-95, seryum-141 ve seryum-144 radyonüklidleri sayılabilir. Aktinidler ise ancak çok alçak düzeylerde tesbit edilmiştir.

2. RADYOAKTİF KONTAMİNASYONUNUN YAYILMASI

Kazaya uğrayan reaktörden ilk salınan radyoaktif maddelerden oluşan bulut, güneyden kuzey-batı yönünde esen rüzgarlarla Çernobil'den kuzeye doğru hareket ederek 28 Nisan'da İskandinavya'nın güney ve orta bölgelerine erişmiştir. İsveç'in doğu ve orta bölgelerinde ölçülen, normalin 14 katı üstünde radyasyon düzeyleri, büyük bir nükleer kazanın meydana geldiğini dünyaya ilk duyuran haber olmuştur.

30 Nisan günü rüzgâr yön değiştirerek Çernobil nükleer santralından salınan radyoaktif maddelerden oluşan bulutu Avrupa'nın güneyi ve doğusuna sürüklemiştir.

Bu sırada Avrupa üzerinde oluşan karmaşık bir cephe sistemi ve buna bağlı yüksek basınç kontamine hava kitlesinin ikiye ayrılmasına ve radyoaktivitenin Avrupa'nın diğer bölgelerine yayılmasına neden olmuştur. 2 Mayıs Cuma günü ilk kontaminasyon İngiltere'ye kadar yayılmışken Çernobil'den yeni salınan radyoaktif maddelerin oluşturduğu bulut Bulgaristan ve Yunanistan üzerinde güneye sarmıştır. 3 Mayıs Cumartesi günü kontamine hava kütlesi Avrupa'nın kuzey-batısından güneydoğu Avrupa'ya kadar yayılmış bulunuyordu. Türkiye'ye radyoaktif bulutun gelişi bu aşamada meydana gelmiş, Bulgaristan ve Yunanistan sınırları boyunca Trakya'yı etkisi altına almıştır. 5 Mayıs Pazartesi günü kontamine hava kitlesinin büyük bir kısmı Güney Almanya, İtalya, Yunanistan ve Doğu Avrupa üzerinde bulunurken ilk kontamine hava kitlesinin kalıntıları Atlantik Okyanusu üzerinde dağılıyordu. 6 Mayıs Salı günü hasara uğrayan reaktörden radyoaktif maddelerin salınma hızı nisbeten alçak düzeylere düşmüştür. Radyoaktif bulutun geçişi sırasında yağmur alan yerlerde, yeryüzündeki aktivite düzeyi, yağmur buluttan radyoaktif maddeleri yıkayarak yeryüzüne indirdiğinden, yağmur almayan komşu alanlara göre daha yüksek olmuştur. Böyle bir durum, özellikle İtalya'nın kuzeyi, Yunanistan, Federal Almanya ve İngiliz adalarında gözlenmiştir. Aynı şekilde radyoaktif bulutun Bulgaristan ve Yunanistan üzerinden güneye inışı sırasında Trakya'nın Edirne çevresinde yağın şiddetli yağmurlar sınır bölgesindeki köylerin arazi ve mer'alarında önemli kontaminasyona neden olmuştur. Ayrıca, Çernobil'den doğuya sürüklenerek Kırım yarımadasının kuzeyine gelen kontamine hava kitlesi, 7-9 Mayıs tarihlerinde Kuzeyden esen rüzgarlarla Karadeniz üzerinden geçerek Türkiye'nin kuzey-doğu kıyılarına gelmiş ve bu esnada yağın şiddetli yağmurlarla taşıdığı radyoaktif maddelerin büyük bir bölümünü bu kıyı şeridinde ve arkasında yükselen sıradağların kuzeye bakan yamaçlarına bırakmıştır. Radyoaktif buluttan yağmurlarla yeryüzüne inen radyoaktif maddeler mevcut bitki örtüsünü ve özellikle çay ve fındık bahçelerini etkileyerek bunları kontamine etmiştir.

Böylece İspanya ve Portekiz dışındaki Avrupa ülkelerinin hemen hepsi Çernobil'den yayılan radyoaktif maddelerin meydana getirdiği kontaminasyondan az veya çok etkilenmiştir. Ancak, kazadan SSCB dışında en çok etkilenen ülkeler Polonya, İskandinav ülkeleri, Avusturya, İtalya'nın kuzeyi, Federal Almanya'nın güneyi, Romanya, Bulgaristan ve Yunanistan olmuştur. Ülkemiz, kazanın meydana getirdiği kontaminasyondan bu ülkelere göre daha az etkilenmiş ve Trakya'nın Edirne çevresi, Doğu Karadeniz şeridi dışındaki bölgelerimizde radyasyon ve kontaminasyon düzeyleri çok alçak seviyelerde kalmıştır.

Diğer yandan, kuzey yarım küresi içinde yayılan radyoaktif maddeler bir taraftan A.B.D. diğer taraftan Japonya'ya kadar ulaşarak normalin üstünde radyasyon düzeyleri ve kontaminasyona neden olmuştur.

3. RADYASYON VE KONTAMİNASYON ÖLÇÜMLERİ

Çernobil nükleer santral kazasının ilk etkileri 30 Nisan 1986 günü ülkemizin kuzey-batı (Trakya) bölgesi ve Karadeniz kıyılarında çevresel doğal gamma radyasyon düzeylerindeki yükselmeler ile gözlenmiştir. Bölgeye ait çevresel gamma radyasyon düzeyleri 8-10 μ R/saat'lik normal düzeylerinden yükselmeye başlayarak, 4-5 Mayıs günleri 30-50 μ R/saat'lik düzeylere ulaşmıştır. En yüksek radyasyon düzeyi, 150 μ R/saat olarak Batı Karadeniz kıyısındaki Karasu'da ölçülmüştür. Ülkemizde 3-7 Mayıs tarihleri arasında radyolojik durumu temsil eden bu değerler aşağıdaki tablodan verilmektedir.

3-7 Mayıs 1986 Tarihleri Arasında Ölçülen Doz Şiddetleri (μ R/Saat)

TARİH	Ölçüm Yapılan Yer			
	EDİRNE	İSTANBUL	AKÇAKOCA	ANKARA
3 MAYIS 1986	30	14	23	12
4 MAYIS 1986	57	12	16	12
5 MAYIS 1986	24	14	45	14
6 MAYIS 1986	27	14	14	14
7 MAYIS 1986	28	14	14	14

Çevresel gamma radyasyon düzeylerinde gözlenen bu yükselmeler üzerine Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Başkanlığı'nca başta Trakya'nın Edirne çevresi ve Karadeniz kıyıları olmak üzere ülke çapında bir radyasyon monitoring programı başlatılmıştır. Bu radyasyon monitoring programı Kurumun Çekmece Nükleer Araştırma Merkezi (ÇNAEM) ile Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezlerince (ANAEM) yürütülmüştür. Radyoaktif bulutun ülkemizden geçişi sırasında yağmurlarla yeryüzüne inen radyoaktif maddelerle kontamine çevresel örneklerin ve besin maddelerindeki radyonüklidlerin gamma spektrometrik analizleri yine aynı Merkezlerin ilgili Bölümlerince yapılmıştır.

3.1. Hava Radyoaktivitesi Ölçümleri

Hava örnekleri normal çevresel radyoaktivite monitoring programı uyarınca günlük olarak toplanmakta, radyoaktiviteleri ölçülerek Bq/m³ cinsinden aktivite konsantrasyonları tayin edilmektedir. Hava örnekleri yerden 1 m yükseklikte filtre kağıdı üzerinden pompa ile günde yaklaşık 80 m³ hava emilerek elde edilmekte ve bu örneklerin toplam alfa ve beta aktivite tayin edilmektedir.

Toplam beta aktivitesi gaz akışlı düşük backgroundlu (bkg: 0.8 cpm) beta sayıcısı ile alfa aktivitesi ise orantılı sayıcı ile tayin edilmiştir. Hava örneklerinin daha sonra, saf germanyum detektörlü gamma spektrometresi ile radyonüklid analizleri yapılmıştır. Bu örneklerin gamma spektrometrik analizi sonucu tespit edilen ve ölçümleri yapılan başlıca radyonüklidler şunlardır; iyot-131, seryum-134, seryum-137, lantan-140, baryum-140, rutenyum-103, rutenyum-106, seryum-141, seryum-144, tellür-132.

Radyoaktif bulutun ülkemize gelişi ilk olarak 30 Nisan günü çevresel gamma radyasyon düzeyindeki artışlar ile gözlenmiştir. Buna paralel olarak ÇNAEM'de alınan hava örneklerinin beta aktivitesinde 1 Mayıs'tan itibaren hızlı bir yükselme gözlenmiş ve bu yükselme 3 Mayıs günü en yüksek değer olan 120 Bq/m³ düzeyine erişmiştir. Bu tarihten sonra hava parçacıklarının toplam beta aktivitesi hızla düşerek 7 Mayıs'ta 1.2 Bq/m³'e inmiş ve Haziran ayı içinde normal düzeyine (ortalama 1.2×10^{-3} Bq/m³) dönmüştür.

ÇNAEM'de ölçülen toplam beta aktivite konsantrasyonları Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 2'de İstanbul'da alınan hava örneklerinin gamma spektrometrik analizi sonucu tespit edilen radyonüklidlerin yüzde dağılımı gösterilmiştir.

3.2. Yağmurla Yeryüzüne İnen Radyoaktivite ve İçme Suyu

Kuzeyden esen rüzgârlarla radyoaktif bulut Balkanlar üzerinden ülkemize gelmiş ve bu esnada yağın şiddetli yağmurlarla hava içindeki radyoaktif maddeler yeryüzüne inmiştir. Bu durum, ülkemizin kuzey-batısındaki Edirne bölgesi ile Karadeniz kıyılarında önemli kontaminasyona neden olmuştur. ÇNAEM'de yapılan ölçümlere göre İstanbul ve çevresinde Mayıs ayının ilk iki haftası içinde toprak üzerinde biriken toplam beta aktivitesi 3000 Bq/m² olmuştur. 4 Mayıs günü Kapıkule'de (Edirne) toplanan yağmur suyunun toplam beta aktivite konsantrasyonu 9000 Bq/L civarında ölçülmüştür. Buna karşın yağmur almayan yerlerde yüzey sularında aktivite artışı önemsiz kalmıştır. İstanbul'da 10 Mayıs günü toplanan yağmur suyunun toplam beta aktivitesi 3500 Bq/L'den fazla olmasına rağmen Ankara'da 21 Mayıs günü ölçülen en yüksek yağmur suyu aktivitesi 400 Bq/L olarak bulunmuştur.

Kapıkule'de (Edirne) 4 Mayıs 1986 günü toplanan yağmur suyu örneklerinin radyonüklid analiz sonuçları Şekil 3'de verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere yağmur suyundaki radyonüklidlerin % 59'unu I-131 oluşturmakta, bunu % 19'la Te-132 ve % 15'le Ru-103 izlemektedir. Bu aşamada Cs-137 ve Cs-134 izotopları, toplam aktivite içinde sırasıyla % 3 ve % 1 gibi düşük oranlarda bulunmaktadır.

10 Mayıs 1986 günü İstanbul'da toplanan yağmur suyunun radyonüklid analizi sonuçları Şekil 4'de verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere en fazla aktivite % 40 oranıyla rutenyum-103'e aittir. Ru-103'ü % 30 oranıyla I-131 izlemektedir. Bu iki radyonüklidden sonra, bolluk oranı itibarıyla, Ba-140 (%11), Te-132 (%9) gelmektedir.

Yağmur sularındaki bu aktivite artışları Edirne Bölgesindeki yeraltı sularını etkilememiş, İstanbul çevresindeki yüzey sularında ise küçük aktivite artışlarına neden olmuştur. Nitekim İstanbul içme ve musluk sularında 5-22 Mayıs tarihleri arasında yapılan toplam beta aktivitesi ölçümlerinde, en yüksek aktivite konsantrasyonu 5 Mayıs günü 9 Bq/L civarında bulunmuştur. Daha sonraki günlerde gitgide azalarak normal düzeyine inmiştir. Ankara'da ise musluk suyu aktivite konsantrasyonu en fazla 0.6 Bq/L olmuştur.

İstanbul'a içme ve kullanma suyu sağlayan göl ve barajlardan 5 Mayıs 1986 günü alınan örneklerin radyonüklid analiz sonuçları Şekil 5'de verilmiştir. Toplam beta aktivitesi olarak Terkos gölü 26 Bq/L ile en yüksek değeri göstermekte ise de, şekilden görüleceği üzere, diğer kaynaklarla Terkos gölü arasında toplam beta aktivitesi bakımından önemli bir fark yoktur.

3.3. Süt ve Süt Ürünlerinde Kontaminasyon Ölçümleri

Çernobil kazasından etkilenen ülkelerde, yeryüzünde toplanan radyonüklidler içinde en önemlisi süt içinde kolayca konsantre olan I-131 olmuştur. Bu kontamine sütün içilmesi yeryüzünde biriken radyoaktif maddelerin besin zincirine geçerek insan vücuduna girmesi için hızlı bir yol sağlamaktadır. Vücuda giren radyoaktif iyodun büyük bir bölümü tiroid'te toplanır ve esas itibarıyla, bu organı ışınlar. Iyot-131'in fiziksel yarı-ömrünün yaklaşık 8 gün olması nedeniyle, bu ışınlama uzun bir süre devam etmemekle birlikte, tiroid'te toplanan radyoaktif iyodun ışınlama etkisi, kısa süreler için de olsa, önemli olmaktadır.

Çernobil kazasıyla atmosfere salınan radyonüklidler arasında I-131 dışında özel önem taşıyan diğer iki radyonüklid sezyum-137 ve sezyum-134'tür. Bu radyonüklidler de süte geçebildiğinden, kontamine sütün içilmesiyle insan vücuduna girerek bütün vücutta dağılırlar. Sezyum-137 yaklaşık 30 yıllık fiziksel yarı ömru ile uzun süreli kontaminasyona neden olan başlıca radyonüklid olmaktadır. Bu radyonüklidin tarım alanlarında birikmesi toprakta uzun süreli kalıcı kontaminasyona neden olmaktadır.

Bu nedenle, Mayıs ayının ilk haftası içinde, sütlerden örnek alınması ve radyoaktivitelerinin ölçülmesi programı başlatılmıştır. Edirne çevresindeki köyler ve İstanbul Bölgesindeki Süt Endüstrisi Kurumu ile Halkalı Ziraat Okulunda üretilen sütlerden ilk olarak 8 Mayıs günü alınan örneklerin analizine başlanmış ve bu analizler Mayıs ayı sonuna kadar sürdürülmüştür.

Sütlerde en yüksek aktivite düzeyi Bulgaristan sınırındaki Kapıkule çevresi, Eskikadın köyünden toplanan süt örneklerinde saptanmıştır. Bu süt örneklerinde 20 000 Bq/L'nin biraz üstünde toplam beta aktivitesi ölçülmüştür. Eskikadın köyünden alınan süt örneklerinde aktivite analizleri Mayıs ayı sonlarına kadar sürdürülmüş ve sütlerdeki aktivite düşük bir düzeye indikten sonra analizlere son verilmiştir (Şekil 6). Sütlerdeki bu yüksek aktivite düzeylerinin oluşmasına, radyoaktif bulutun geçişi sırasında bu yörede yağın şiddetli yağmurlarla yeryüzüne inen radyoaktif maddelerin mer'alarda meydana geldiği yoğun kontaminasyon neden olmuştur. Eskikadın köyü dışında kontaminasyon fazla olmadığından, Edirne yöresinde taze sütün 8 Mayıs günü ölçülen ortalama aktivite düzeyi sadece 510 Bq/L olarak bulunmuştur.

İstanbul yöresinde süt üreten ve pazarlayan kuruluşlar arasında, özellikle Süt Endüstrisi Kurumu (SSK), Gülüm Süt ve Halkalı Ziraat Okulu tarafından üretilen sütler Mayıs 1986 başından itibaren muntazaman ölçülmüş ve bu faaliyet Haziran ayı sonlarına kadar sürdürülmüştür. Mayıs ayının ilk haftası içinde yapılan ölçümlerde Halkalı Ziraat Okulu'ndan 4 Mayıs günü alınan taze süt örneklerinde, 3000 Bq/L'lik düzeylerle, en yüksek aktivite gözlenmiştir. (Şekil 7). Buna karşın SEK ve Gülüm Süt pastörize süt örneklerinde 7-8 Mayıs günlerinde alınan örneklerde aktivite düzeyleri, sırasıyla 300 ve 40 Bq/L olarak bulunmuştur (Şekil 8). Sütlerde ölçülen bu toplam aktivitelerin hemen tamamına yakın bölümünü I-131 aktivitesi oluşturmuş, buna karşın Cs-137 ve Cs-134 aktiviteleri de çok düşük oranlarda bulunmuştur.

Halkalı Ziraat Okulu sütlerinde aktivite düzeylerinin yüksek bulunması üzerine, süt veren ineklerin mer'adan çekilerek, ahırlarda kontamine olmayan kuru otla beslenmeleri önerilmiştir. Bu önerinin uygulanması ile bu sütlerdeki aktivite düzeyleri hızla azalarak 20 Mayıs'ta 40 Bq/L düzeyine inmiştir. Buna karşın SEK ve Gülüm Süt tarafından üretilen sütün aktivite konsantrasyonları, yine 20 Mayıs tarihinde, 185 Bq/L düzeyine düşmüş ve ancak 3 Haziran'da 40 Bq/L düzeyine inerek Halkalı Ziraat Okulu sütleriyle aynı düzeye gelmiştir. Sütlerdeki bu aktivite azalması Haziran ayında da devam ederek ay sonunda tüm süt örneklerinde aktivite düzeyleri 3 Bq/L'nin altına inmiştir.

Ankara Atatürk Orman Çiftliği sütlerinde Mayıs ve Haziran 1986 aylarında I-131 ve Cs-137 ölçümleri yapılmıştır. 13-17 Mayıs tarihleri arasında 700-500 Bq/L arasında değişen I-131 aktivite düzeyi 17 Mayıs'tan sonra hızla azalarak Haziran sonunda tamamen kaybolmuştur. Bu sütlerdeki Cs-137 aktivite düzeyleri I-131'e göre düşük kalmış ve bunlarda Haziran sonunda kontaminasyondaki azalma nedeniyle hemen hemen tamamen kaybolmuştur.

3.4. Toprak Kontaminasyonu Ölçümleri

Türkiye genelinde yapılan radyasyon ve kontaminasyon monitoringi sonucunda, toprak örnekleri için radyoaktivite ölçümleri Doğu Karadeniz kıyı şeridinde ve Edirne Bölgesinde yoğunlaştırılmıştır. Bunun yanında Türkiye'nin diğer bazı bölgeleri için de toprak aktivitesi tayinleri yapılmıştır.

Doğu Karadeniz Bölgesi dışında kalan yerlerden alınan toprak örneklerinin aktivite ölçüm sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Bu tablo'dan 14 Mayıs 1986 gününde Edirne toprak örneğinde ölçülen toplam beta aktivitesinin 2915 Bq/kg olarak bulunduğu görülmektedir. Aynı tarihte İstanbul toprağının toplam beta aktivitesi 1070 Bq/kg olarak bulunmuştur. Tablo 1'den görüldüğü üzere Mayıs ayı toprak örneklerinde, özellikle Edirne toprağında, en yüksek aktiviteyi I-131 radyonüklidi oluşturmaktadır.

Doğu Karadeniz kıyı şeridinde yapılan toprak aktivitesi ölçüm sonuçları Şekil 9'da gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi en yüksek toplam beta aktivitesi Pazar ilçesinde bulunmuştur. Ünye'den başlayarak toprak aktivite düzeyleri Tirebolu'ya doğru hafif bir yükselme, Tirebolu'dan sonra Rize'ye kadar bir alçalma ve Rize'den sonra hızlı bir artış göstermektedir. Sahil şeridinin iç kısmındaki yüksek kesimlerden alınan toprak örnekleri de, aktivite düzeyleri bakımından kıyı şeridi topraklarına benzerlik göstermektedir.

Doğu Karadeniz Bölgesi 1986 yılı toprak örneklerindeki aktivite düzeyleri Ordu, Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illeri için ayrı ayrı gösterilmiş ve ayrıca her ilin toprağındaki radyonüklid dağılımı yüzde olarak verilmiştir (Şekil 10-19). Bu radyonüklid dağılımları incelendiğinde yüzde olarak en fazla aktivitenin Cs-137 radyonüklidine ait olduğunu görülmektedir. 1987 yılında yine Doğu Karadeniz Bölgesinde 0-20 ile 20-40 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin radyoaktivite düzeyleri tayin edilmiştir (Şekil - 20). Ayrıca Doğu Karadeniz'de çay bahçelerinin bulunduğu bir kesimde, toprak ve çay bitkisi yüzeylerinde gamma radyasyon düzeyleri ($\mu R/saat$ olarak) ölçülmüştür (Şekil 21).

3.5. Etilerde Radyoaktivite Ölçümleri

Türkiye genelinde Mayıs 1986 tarihinden Temmuz 1987 tarihine kadar dana, siğir, kuzu ve koyun etlerinde periyodik olarak yapılan radyoaktivite ölçüm sonuçları Şekil-22'de verilmiştir.

Koyun etindeki radyonüklid dağılımı incelendiğinde yüzde olarak en fazla radyoaktivitenin Cs-137 ve Cs-134 radyonüklidlerine ait olduğunu görülmektedir (Şekil-23). Mayıs 1986 tarihinde yapılan bu analizde I-131 radyonüklidi % 13 oranında bulunmuştur. Aynı tarihte dana etinde yapılan radyonüklid analizinde, koyun etindeki benzer bir dağılım saptanmıştır (Şekil-24). Siğir etlerinde yapılan radyonüklid analizlerinde, Mayıs 1986 örneği için I-131 radyonüklidinin % 7 oranında olmasına karşın Ru-103 oranı % 14 olarak bulunmuştur (Şekil-25). 1987 yılının Şubat ayında koyun ve dana etlerinde yapılan radyonüklid analiz sonuçları Şekil 26 ve 27 de görülmektedir. Her iki tür ette sadece Cs-134 ve Cs-137 radyonüklidleri bulunmuştur. Bu örneklerde Cs-134 oranı, Cs-137'nin yaklaşık 1/2'sine eşittir.

1986 Mayıs ayı Edirne Bölgesine ait etlerde toplam aktivite miktarı Şekil-28'de verilmiştir. En fazla toplam beta radyoaktivitesi koyun etinde, yaklaşık 900 Bq/kg, en düşük radyoaktivite ise siğir etinde, yaklaşık 150 Bq/kg olarak bulunmuştur. Edirne Bölgesi tavuk eti örneğinde toplam beta aktivitesi yaklaşık 100 Bq/kg olarak ölçülmüştür. Bu tavuk eti örneğindeki yüzde olarak radyonüklid dağılımı Şekil 29'da verilmiştir.

1986 yılında bazı av kuşları ile, etleri tüketilen kurbağa ve salyangoza ait aktivite ölçüm sonuçları Şekil-30'da görülmektedir.

3.6. Balık ve Midyelerde Radyoaktivite Ölçümleri

1986 Mayıs ayının ilk haftasından itibaren çeşitli balık örneklerinde periyodik olarak tayin edilen aktivite konsantrasyonları Şekil 31-37'de verilmiştir. Şekil 31'de Mayıs ayında en yüksek toplam beta radyoaktivite düzeyinin kalkan ve istavrit balığında (yaklaşık 60 Bq/kg) bulunduğu görülmektedir.

Midyelerdeki toplam aktivite değerleri de Mayıs 1986 tarihinden itibaren periyodik olarak ölçülmeye başlanmıştır (Şekil-38). Mayıs 1986'da 100 Bq/kg civarında aktivite içeren midyeler Ekim ayınakadar hızla aktivitelerini kaybetmişler ve 1987 yılında yapılan ölçümlerde balıklarda olduğu gibi midyelerde herhangi bir radyoaktivite tesbit edilememiştir.

3.7. Çay, Adaçayı ve Ihlamurda Radyoaktivite Ölçümleri

1986 yılında Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illeri üretimi birinci, ikinci ve üçüncü sürgün kuru çay örneklerinde ölçülen toplam beta radyoaktivite düzeyleri Şekil 39'da görülmektedir. Görüldüğü gibi en yüksek radyoaktivite birinci sürgünde, en düşük radyoaktivite ise üçüncü sürgünde bulunmuştur. Giresun-Tirebolu yöresi 1986 yılı birinci sürgün çayların, yüzde olarak radyonüklid dağılımı da Şekil 40'da verilmiştir. Ayrıca Rize Bölgesi, birinci, ikinci ve üçüncü sürgün çayları için toplam beta aktivitesi değerleri ve içerdikleri radyonüklidler Şekil 41'de verilmiştir.

1987 Haziran ve Temmuz aylarında üretilen kuru çaylara ait aktivite düzeylerinin yörelere göre dağılımı da Şekil 42'de görülmektedir. 1987 ürünü çaylardan üretilen kuru çayda aktivite ölçümleri 1500-3500 Bq/kg arasında değişmektedir.

1987 yılına ait birinci sürgün çaylarda yüzde olarak radyonüklid dağılımı Şekil 43'de gösterilmiştir.

1986 yılı adaçayı ürünlerinin toplam beta radyoaktivite değerleri Şekil 44'de verilmiştir. Görüldüğü gibi Konya yöresi adaçayı ürünlerinde aktivite düzeyinin çok düşük olmasına karşın, Muğla ve Aydın yörelerinde 7000 ile 10.000 Bq/kg arasında değişen yüksek radyoaktivite düzeyleri tesbit edilmiştir. Bu 1986 yılı adaçayı ürünlerinin radyonüklid analizinde başlıca sekiz radyonüklidin varlığı saptanmış ve en yüksek radyoaktivite oranları sırasıyla Cs-137, Ru-103, Ru-106 ve Cs-134 radyonüklidleri için bulunmuştur (Şekil 45).

1987 Muğla yöresi adaçayı ürünlerindeki toplam beta radyoaktivite düzeyinin 360 Bq/kg olarak bulunmasına karşın Mersin yöresi adaçaylarında herhangi bir radyonüklide rastlanmamıştır (Şekil 46). 1987 ürünleri için yapılan radyonüklid analizlerinde, sadece Cs-134 ve Cs-137 radyonüklidleri bulunmuş ve Cs-134/Cs-137 oranının yaklaşık 1/2'ye eşit olduğu saptanmıştır (Şekil 47).

1986 yılı ihlamur ürününde toplam beta aktivitesi değerleri Şekil 48'de verilmiştir. Görüldüğü gibi Adapazarı yöresinden sağlanan örneklerde radyoaktivite düzeyinin çok düşük olmasına karşın Bolu ve yöresi belli olmayan örneklerde 500 Bq/kg düzeyinde aktivite tesbit edilmiştir. Ihlamur örneklerinin radyonüklid analizinde sadece Cs-137 ve Cs-134 radyonüklidleri bulunmuştur (Şekil 49).

3.8. Fındık Ürününde Radyoaktivite Ölçümleri

1986 yılında Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde elde edilen fındık ürünlerinde yapılan ölçümler sonucu bulunan toplam beta radyoaktivite düzeyleri Şekil 50'de verilmiştir. Görüldüğü gibi en düşük aktivite düzeyi Bolu-Akçakoca yöresi, en yüksek radyoaktivite düzeyi ise Rize-Fındıklı yöresi ürünlerinde bulunmuştur. Bolu ve Rize illeri fındık örneklerinin radyonüklid analiz sonuçları büyük benzerlik göstermekte ve sadece Cs-134 ve Cs-137 radyonüklidlerini içermektedir (Şekil 51 ve 52).

1986 Eylül-Ekim ayı itibarıyla toplanan fındık, fındık yaprağı ve toprak örneklerinin aktiviteleri arasında ilişki, Şekil 53'de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi fındık yapraklarındaki aktivite, fındık ürünü ve topraktakine göre bir hayli fazladır. Görele yöresine ait fındık yaprakları örneğinin radyonüklid analiz sonuçları Şekil 54'de görülmektedir.

1987 yılında Karadeniz Bölgesinin çeşitli kesimlerinde elde edilen fındık ürünlerinin radyoaktivite analiz sonuçları Şekil 55'de verilmiştir.

3.9. Sebze ve Meyvelerde Radyoaktivite Ölçümleri

1986 yılında Türkiye'nin Çernobil kazasından etkilenmemiş yörelerinde üretilen sebze ve meyvelerin radyoaktiviteleri genelde doğal düzeyde bulunmuştur. 1987 yılı meyve ve sebzelerinde ise herhangi bir radyoaktivite tesbit edilmemiştir.

1986 yılına ait Trabzon, Rize ve Giresun illerinde üretilen sebze ve meyve örneklerinde ölçülen toplam beta radyoaktivite düzeyleri Şekil 56'da verilmiştir. Bu şekillerin incelenmesinden en yüksek radyoaktivite düzeyinin 400 Bq/kg ile mandalina ve 300 Bq/kg olarak da maydanozda bulunduğu görülmektedir. Rize ve Trabzon yörelerinde üretilen fasulyelerde radyoaktivitenin doğal düzeyde olmasına karşın, Giresun Bölgesi fasulyelerinde toplam beta radyoaktivite düzeyi 200 Bq/kg olarak ölçülmüştür. Bölgede en çok tüketilen sebze olan karalahanada aktivite düzeyleri çok düşük olarak bulunmuştur. 1986 yılına ait Edirne Bölgesi ürünü sebze ve meyvelerde ise herhangi bir radyoaktiviteye rastlanmamıştır.

3.10. Tütün ve Anason Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri

Eylül 1986 tarihinde, ülkemizin çeşitli yörelerine ait tütün örneklerinde ölçülen toplam beta aktivitesi düzeyleri Şekil 57'de görülmektedir. Muğla, Aydın, İzmir, Bursa ve Trabzon Bölgeleri tütünlerinde toplam beta aktivite düzeylerinin 80-100 Bq/kg civarında bulunmasına karşın, Balıkesir ve Samsun yöreleri tütünlerindeki doğal düzeyde kalmıştır. Adıyaman, Malatya ve Çanakkale tütünlerinde ise toplam beta aktivitesi 40-80 Bq/kg arasında değişmiştir.

1987 tütün ürününde ise doğal seviyenin üstünde bir radyoaktiviteye rastlanmamıştır.

Türkiye'nin Ege Bölgesinde 1986 yılında elde edilen anason ürününde ölçülen toplam beta radyoaktivitesi 20 ile 110 Bq/kg arasında değişmektedir (Şekil 58).

3.11. Sumak ve Mahlep Ürünlerinde Radyoaktivite Ölçümleri

1986 yılı Çanakkale yöresi sumak ürününde toplam beta radyoaktivitesi 2500 Bq/kg olarak bulunmuştur. Denizli ve Gaziantep yöreleri örneklerinde ise toplam beta radyoaktivitesi 1000 Bq/kg civarındadır (Şekil 59).

1987 yılı sumak ürünlerinde ise toplam beta radyoaktivitesinin doğal seviyede olduğu gözlenmiştir.

1986 yılı mahlep ürününde 255-325 Bq/kg arasında değişen bir toplam beta radyoaktivite düzeyi 1987 yılı mahlep ürününde de 122 ile 126 Bq/kg arasında değişen bir radyoaktivite düzeyi saptanmıştır (Şekil 60).

3.12. Çeşitli Baharat Radyoaktiviteleri

Yörelere göre 1986 yılı kekik ürününde ölçülen toplam beta radyoaktivite düzeyleri Şekil 61'de gösterilmiştir. En yüksek aktivite düzeyi Çanakkale kekiklerinde 25 000 Bq/kg olarak bulunmuştur. Bunu 15.000 Bq/kg ile Aydın, 3000-8000 Bq/kg ile İzmir, Muğla ve Mersin yöreleri kekikleri izlemektedir. Kekik ürünlerindeki radyonüklid dağılımı Şekil 62'de gösterilmiştir. Sekiz radyonüklidin saptandığı bu dağılımda en büyük pay %23 ile Cs-137 radyonüklidine aittir. Cs-137'yi sırasıyla Ru-103, Ru-106, Cs-134, Ce-144, Nb-95 ve Ce-141 radyonüklidleri izlemektedir.

1986-1987 yılları defne ürününün toplam aktiviteleri Şekil 63'de görülmektedir. Defne yapraklarının radyoaktivite düzeylerinde Eylül 1986'dan itibaren hızlı bir düşüş görülmüş ve Mayıs 1987 tarihinden itibaren defne yapraklarının aktivitesi doğal düzeyine inmiştir.

1986 yılı kimyon ürününde toplam beta aktivitesinin Konya Bölgesinde 90 Bq/kg civarında bulunmasına karşın Ankara yöresi kimyonlarında toplam aktivite 45 Bq/kg olarak saptanmıştır (Şekil 64). Konya, İzmir ve Çorum Bölgeleri 1987 kimyon ürününde 30 Bq/kg civarında radyoaktivite tesbit edilmiş olmasına karşın Ankara ve Mersin Bölgelerinde elde edilen kimyon ürününün aktivitesi 2-3 Bq/kg düzeyinde kalmıştır (Şekil 64 ve 65).

1986-1987 yılı nane ürünü aktivite düzeyleri Şekil 66'da verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi, 1986 yılında toplanan nanelerde 140 Bq/kg civarında toplam beta radyoaktivitesi tesbit edilmesine karşın 1987 yılı içinde toplanan nane örneklerinde aktivite düzeyi 30 Bq/kg'ın altında kalmıştır.

3.13. Ot ve Mercimek Samanında Radyoaktivite Ölçümleri

1986 yılında Doğu Karadeniz Bölgesinden toplanan ot örneklerinde genellikle tesbit edilen toplam radyoaktivite düzeyleri Şekil 67'de verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere Espiye yöresi otlarında 7000 Bq/kg kadar toplam radyoaktivite bulunmasına karşın Trabzon ili otlarındaki radyoaktivite doğal düzeyinde bulunmuştur. Espiye yöresi otlarında radyonüklid dağılımı Şekil 68'de gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi Sezyum radyonüklidlerinin yanı sıra % 19 oranında Ce-144 ve Nb-95 radyonüklidleri de bulunmaktadır.

1986 yılında, genellikle, Güneydoğu Anadolu Bölgesinden alınan mercimek samanı örneklerinin toplam radyoaktivite düzeyleri ile içerdikleri radyonüklidler Şekil 69'da verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi mercimek samanlarının toplam aktivite düzeyleri bazı yörelerde 2000-2700 Bq/kg kadar yüksek bulunmuştur.

3.14. Toplam Vücut Yükü Aktivitesi Ölçümleri

ÇNAEM'de bulunan "Bütün Vücut Sayıcısı" ile Radyasyon işçileri, toplum üyesi kişiler ve hamile kadınlarda 1987 Temmuz, Ağustos aylarında yapılan "toplam bütün vücut yükü" sayım sonuçları Şekil 70'de verilmiştir. Radyasyon işçilerinde ortalama bütün vücut yükü toplam aktivitesinin 1300 Bq civarında olmasına karşın, toplum üyesi kişilerde 1100 Bq olarak bulunmuştur. İlk iki grup için toplam bütün vücut aktivitesinin

yaklaşık % 80'nini Cs-137, %20'sini de Cs-134 oluşturmaktadır. Hamile kadınlar grubunda ortalama bütün vücut aktivitesi 500 Bq den az bulunmuştur. Cs-134 ve Cs-137 aktivite oranları ise yukarıdaki ilk grubunkine benzemektedir.

4. ÇERNOBİL KAZASI SONUCU TÜRK HALKININ MARUZ KALDIĞI RADYASYON DOZLARI

4.1. Kazanın Radyolojik Etkileri

Radyoaktif kontaminasyonun yayılması başlığı altında anlatıldığı gibi; Ülkemiz üzerinden bulutun geçişi sırasında şiddetli yağmur alan Bulgaristan ve Yunanistan sınırındaki Trakya Bölgeleri ile Doğu Karadeniz kıyıları Türkiye'nin en fazla radyoaktif kontaminasyona maruz kalan bölgeleri olmuştur.

Bu Monitoring programlarından elde edilen sonuçlar, kazanın ülkemizdeki insan sağlığına etkisinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Bu değerlendirmeler için gerekli olan hususlar: a) Başlıca radyonüklidlerin yeryüzünde biriken toplam miktarlarının ortalama ve maksimum değerleri, b) kazadan sonraki ilk yıl içinde işinlanma veya vücuda alınan radyoaktif maddelerden maruz kalınan kişisel ve kolektif dozların tahmini, c) maruz kalınan dozların azaltılmasına yönelik alınan önlemlerdir.

4.2. Çernobil'den Salınan Sezyum ve İyod Radyoizotoplarının Toprakda Birikme Düzeyleri

Kazaya uğrayan reaktörden salınan radyoaktif bulut içinde nispeten yüksek miktarlarda bulunan İyot-131, Sezyum-134, sezyum, 137 radyonüklidleri yeryüzüne indikten kısa bir süre sonra besin zincirleri içine dahil olmuşlardır. Yeryüzünde biriken radyoaktif sezyum izotopları, ayrıca uzun süreli bir gama ışınlama kaynağı rolünü oynamıştır. Bu nedenle, bu üç radyonüklidin yeryüzünde biriken miktarları, ülkelerin kazadan radyolojik etkilenme derecesinin iyi bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Radyosezyum'un iki izotopu olan Cs-134 ve Cs-137 nüklidlerinin çevre içindeki davranışları birbirine çok benzediği gibi bunların ağız yoluyla vücuda girmeleri sonucu verdikleri dozlar da birbirine çok yakındır. Bu nedenle, Cs-134 ve Cs-137'nin yeryüzünde biriken miktarları, "toplam sezyum" olarak birlikte verilmiştir. Radyoaktif salınmanın devam ettiği tüm süre için, ülkemizde yeryüzünde biriken toplam radyosezyum'un düzeyi 80-600 Bq/m², radyoiodu'nunki ise (I-131) 880 Bq/m² olarak bulunmuştur. Buna karşın, aynı radyonüklidlerin yurdumuzdaki maksimum biriken miktarları, toplam sezyum için 900 Bq/m², İyot izotopları için 8000 Bq/m² olmuştur.

4.3. Doz Tahminleri

Çernobil kazasından etkilenen ülkelerde insanlar başlıca 4 ayrı yoldan ışınlamaya maruz kalmıştır:

- (1) Radyoaktif buluttan işinlanma,
- (2) Buluttaki radyoaktif maddelerin solunum yoluyla vücuda girmesi sonucu meydana gelen iç işinlanma,
- (3) Toprak üzerinde toplanan radyoaktif maddelerden dış işinlanma,
- (4) Radyoaktif maddelerle kontamine besin maddelerinin sindirim sistemi yoluyla vücuda girmesi sonucu meydana gelen iç işinlanma,

Doz hesaplarının yapılmasında, çevredeki radyoaktivite için toplanan veriler ile her radyonüklidin çevre içinden insana transferini belirleyen matematik modeller kullanılmıştır.

Maruz kalınan kişisel radyasyon dozlarının hesaplanmasında ev veya çalışma yeri gibi kapalı yerler dışında geçirilen süre, solunum hızı, tüketilen besin maddeleri ve yıllık tüketim miktarları, vücut ağırlığı, metabolizma, maruz kalınan radyasyonun efektif enerjisi, cinsi (beta, gamma...), etkin yarı ömrü gibi bazı faktörlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle, radyoaktivite ile radyasyon dozu arasındaki bağlantı çok karmaşıktır. Ancak, ICRP'nin hazırlamış olduğu radyonüklidlere ait dönüşüm faktörleri kullanılarak hesaplamalar kolaylıkla yapılabilir. Bu dönüşüm faktörleri herhangi bir radyonüklidin 1 Bq'lık miktarının vücuda alınması halinde 50 yıllık süre içerisinde insana vereceği dozu tanımlamaktadır.

Radyoaktif maddelerle kontamine besin maddelerinin tüketimi sonucu halkımız tarafından maruz kalınan dozların hesaplanmasında göz önüne alınan başlıca besin maddeleri, süt ve süt ürünleri, et, balık, sebze ve

meyva olup bunların yıllık tüketim oranları Tablo 2'de verilmiştir.

4.4. Genel Toplumun Aldığı Dozlar

Çernobil kazasının ülkemiz insanlarının çoğunluğu üzerindeki etkisinin iyi bir göstergesi olmak üzere ilk yıl içerisinde Türk halkının maruz kaldığı kişisel etkin doz eşdeğerleri Tablo 2'de verilen tüketim miktarları ile ilgili varsayımlara göre hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda; Türkiye insanlarının kazadan sonraki ilk yıl içinde maruz kaldıkları "Kişisel Etkin Doz Eşdeğeri" 0 500 mSv. 0-1 yaş arası bebeklerin etkin doz eşdeğeri ise 0.147 mSv olarak bulunmuştur.

Tablo-3'den de anlaşılacağı gibi, bu dozlar; radyoaktif buluttan direk gamma ışınlaması, yeryüzünde biriken radyonüklidlerden gamma ışınlaması, inhalasyon (solunum) ve tüketilen besin maddeleri yoluyla alınmıştır. Görüldüğü gibi, ülkemiz insanları için ortalama kişisel etkin eşdeğer doza en büyük katkı sindirim yoluyla yani besin maddeleri tüketiminden ileri gelmiştir.

4.5. Kritik Grubun Aldığı Kişisel Dozlar

Çernobil kazasından her ülke farklı olarak etkilendiği gibi, bir ülkenin çeşitli bölgeleri arasında etkilene bakımından büyük farklar gözlenmiştir. Bu nedenle ülkenin büyük bir bölümünde yaşayan insanların maruz kaldıkları ortalama doz üzerinde radyasyona maruz kalan insan gruplarına "**kritik gruplar**" denilmektedir. Bir ülkede, bu kritik grupların maruz kaldıkları radyasyon dozlarının hesaplanması, o ülke insanlarının maruz kalabilecekleri dozların üst sınırı konusunda bir fikir vermektedir.

Türkiye'nin Trakya bölgesinde Bulgaristan ve Yunanistan sınırı boyunca bir kısım köy arazisi ile Doğu Karadeniz bölgesinin bazı kesimleri radyoaktif bulutun geçişi süresinde fazla yağmur aldığından bu bölgelerde meydana gelen radyoaktif kontaminasyon diğer bölgelere göre bir hayli yüksek olmuş ve bu kesimlerde yaşayan 100.000 kişilik bir grup ülke ortalamasının üstünde radyasyon dozuna maruz kalmıştır. Bu bölgelerde yaşayan 100 000 kişi "**kritik grup**" olarak alınarak bunlar için doz hesapları yapılmıştır. Bu hesaplar sonucu 0-1 yaş arası bebeklerin 0 350 mSv, yetişkinlerin 0.594 mSv etkin eşdeğer doz'a maruz kaldıkları bulunmuştur.

Kazadan sonraki ilk yıl için hesaplanan bu doz değerlerinin vücuda toplanan radyonüklidler nedeniyle, daha sonraki yıllar içinde bir artış göstermesi beklenen bir husustur. Ancak, iyod izotoplarının kısa yarı-ömleri nedeniyle bu radyonüklidlerden alınan dozlar bir yılın sonunda sabit kalmakta daha uzun yarı-ömlü sezyum izotoplarından alınan dozlar ise, 5 yıl içinde artarak ilk yıl dozuna göre % 10'luk bir fazlalık göstermekte, daha sonraki yıllarda ise sabit kalmaktadır.

5. RİSK HESAPLARI

5.1. Risk

Risk, herhangi bir olay sonunda ortaya çıkabilecek istenmeyen bir sonuç için toplum ve kişilerin yükleneceği zarar ve kayıpların ölçüsü olarak ortaya çıkan bir kavramdır. Ancak risk kavramı, zaman içinde farklı anlamları ifade edecek şekilde değişikliklere uğramış, bazan, zarar ve kayıplar gibi istenmeyen sonuçların kendisini ifade etmek için kullanıldığı gibi, bazan da bu tür sonuçların meydana gelme olasılığını göstermek üzere kullanılmaktadır.

Günlük yaşamda karşılaşılan çeşitli faaliyetler sonucu ortaya çıkan çeşitli riskler ve bunların meydana gelme olasılıkları istatistik yöntemlerle önceden tahmin edilebilmektedir.

1983 yılı istatistiklerine göre Türkiye nüfusu 47.3 milyon şehirlerdeki toplam kanser ölümü sayısı ise 12 057 olup **toplam nüfusa oranı yüzde 51**'dir. Diğer yandan dünyada özürlü veya ölü olarak doğan çocukların oranı yılda % 6-10 arasında bulunmaktadır. Ülkemiz için bu oranın % 10 olduğu kabul edilmekte ve canlı doğan tüm çocukların % 5'i bir yaşına gelmeden ölmektedir.

5.2. Radyasyon Riski

Radyasyona maruz kalan bir kişinin kendisinde veya zürriyetinde alınan doza ve vücudun radyasyona maruz kalan kısmına bağlı olarak bir takım biyolojik değişiklikler ortaya çıkabilir. Radyasyona maruz kalan kişide görülen bu tür biyolojik değişikliklere "**somatik etkiler**" adı verilmektedir. Çeşitli somatik etkiler ara-

sında insan sağlığı bakımından en önemlisi "kanser" oluşumudur.

Radyasyona maruz kalan kişinin kendinde değil zürriyetinde (çocukları veya torunlarında) ortaya çıkabilen diğer bir tür radyasyon etkisi daha vardır. Bu tür etkilere de "genetik etkiler" denilmektedir.

Somatik etkilerin bir bölümü (ciltte eritem oluşu, kan tablosunda değişiklikler, kısırılık ve gözde katarakt oluşumu gibi) ancak belirli bir radyasyon dozu aşıldıktan sonra ortaya çıkmaktadır. Bu tür etkilere "stokastik olmayan" etkiler adı verilmekte ve bunları meydana getireceği biyolojik hasarın ciddiyeti radyasyon dozuna bağlı bulunmaktadır.

Stokastik olmayan etkilerin yanı sıra, meydana gelmesi için bir eşik dozuna ihtiyaç bulunmayan diğer bir tür radyasyon etkisi daha bulunmaktadır. Bu etkilere, "stokastik etkiler" adı verilmekte ve bu tür etkilerin, sadece meydana gelme olasılığı yani sıklığı radyasyon dozuna bağlı olup, meydana gelecek biyolojik hasarın büyüklüğü radyasyon dozu ile değişmemektedir. Radyasyonun genetik etkileri bu ikinci türden olup meydana gelmeleri için bir eşik dozunun aşılması gerekmemektedir. Bu durumda etki ile doz arasında lineer bir bağlantı bulunmakta, yani dozun artması ile etki dozla orantılı olarak artmaktadır.

Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP) tarafından yetişkinler ve cenin için risk katsayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

a) Yetişkinler için:

Etki	Sv ⁻¹
Kanser	10 ⁻²
Tiroid Kanseri	5.10 ⁻⁴
Genetik etkiler	4.10 ⁻³

b) Cenin için:

Riskler	Limit Değerler
Çocukluk Çağı Kanseri için	2 x 10 ⁻² Sv ⁻¹
Zekâ geriliği için:	
Hamileliğin ilk 7 haftasında	Sıfır
Hamileliğin 8-15 haftalarında	4 x 10 ⁻¹ Sv ⁻¹
Tüm hamilelik döneminde	1 x 10 ⁻¹ Sv ⁻¹

5.3. Risk Limiteri ve Kabul Edilebilirliği

Radyasyon riski felsetesi günlük hayatın diğer kabul edilen riskleriyle karşılaştırılarak takdir edilebilir esasına dayanmaktadır. Mevcut meslek risklerinden 10 kat daha fazla olan,ölümle sonuçlanan riskleri toplum tarafından kabul edilmektedir. Bu varsayım göre toplum üyesi kişiler için yılda 10⁻⁶ ilâ 10⁻⁵ arasındaki bir risk olasılığı kabul edilebilir düzeylerdir.

5.4. Doğal Radyasyon Kaynaklarından Maruz Kalınan Dozlar

İnsanlar, günlük yaşamlarında, çok değişik kaynaklardan radyasyona maruz kalmaktadır.Örneğin, uçak yolculukları kozmik ışınlardan alınan dozu, taş ve tuğla gibi yapı malzemeleri içinde doğal olarak bulunan radyumdan yayınlanan radon gazı ise iyi havalandırılmayan evlerde akciğer kanseri riskini artırmaktadır.

Dış uzaydan gelen kozmik ışınlar, yerkabuğundaki doğal radyonüklidlerin yayınladığı gamma ışınları ile yine yerkabuğundaki radyumdan yayınlanan radyoaktif radon gazından insanlar, buldukları yere göre değişen, belirli bir doğal radyasyon dozu almaktadır.

Türkiye'de doğal radyasyon kaynakları ortalama radyasyon dozu 1 mSv olarak bilindiğine göre; Çernobil kazası sonucu alınan doz doğal radyasyon dozuna nazaran oldukça küçüktür. Dolayısıyla doğal radyasyon dozunun meydana getireceği kanser ve genetik riskin yanında Çernobil kazası nedeniyle Türkiye halkının maruz kalacağı kanser ve genetik risk küçük kalacaktır.

Çernobil nükleer santral kazasından sonra Türkiye'de, bir insanın çeşitli yollardan ve özellikle kazadan sonraki bir yıl içinde tükettiği besin maddelerinden vücuduna aldığı radyonüklidler nedeniyle kazayı izleyen 50 yıllık süre içinde maruz kalacağı toplam radyasyon dozu 0.594 mSv olarak bulunmuştur. Bu doz değerinden hareketle; Çernobil kazası nedeniyle ortaya çıkabilecek kanser riski değerleri hesaplandığında; kritik bölgedeki 100.000 kişilik kritik nüfus için 1 kanser ölümü beklenmekte olup, üreme çağındaki nüfus için ise hiç özürsüz doğum beklenmemektedir.

6. EDİNİLEN TECRÜBE SONUCUNDA ALINAN TEDBİRLER

Kuzey ve Kuzey-batı komşularımızda çok sayıda Çernobil tipi reaktörün mevcut olduğunun bilinmesi, bu tip bir kazanın tekrarlanabilme olasılığının muhtemel olabileceğini ortaya koymuş ve bu durum ülkemizin ön tedbirler almasını zorunlu hale getirmiştir. Bu cümleden olmak üzere alınan tedbirler aşağıda verilmektedir:

1. Çernobil kazası sonrasında edinilen tecrübelerle dayanılarak ülkemizin kuzey bölgesi başta olmak üzere çeşitli bölgelere "Radyasyon Erken Uyarı Sistemi" kurulması kararlaştırılmış ve gerekli cihazlar satın alınmıştır. Bu merkezler Edirne, Ankara, İstanbul, Zonguldak, İnebolu, Rize, Giresun, Antalya ve Hopa'da kurulmuş olup, diğerlerinin kurulması için faaliyet devam etmektedir. Bu sistemler havadaki radyoaktivite miktarının normal seviyenin üstüne çıkması halinde sinyal verecek ve gerekli tedbirler vakit geçirilmeden alınabilecektir.

2. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu bünyesinde çevresel ölçümler amacıyla kullanılan cihazlar bütçeden yapılan ek yardımlarla gerek sayı ve gerekse kalite bakımından artırılmıştır. Ankara ve İstanbul'da birer adet sabit, taşıyıcı treyler içerisinde iki adet gezici olmak üzere toplam dört adet Vücut Yükü Sayım Sistemi satın alınmıştır. Bu sistemler ile Trakya ve Doğu Karadeniz Bölgeleri başta olmak üzere yaklaşık 10.000 kişinin vücudunda biriken aktivite miktarı ölçülmüştür.

3. Çernobil kazası sonrasında ortaya çıkan önemli sonuçlardan biri; yetişmiş eleman sayısı yönünden eksikliklerin tespit edilmesi olmuştur. Bu durumun giderilmesi için 1986 Kasım ayında eleman takviyesi yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Ayrıca bu elemanlar için geleceğe yönelik eğitim programları hazırlanmıştır.

4. Gelecekte bir radyasyon bulutunun ülkemizi etkilemesi halinde uygulanmak üzere "Tehlike Durumu Planı" hazırlıkları başlatılmış olup, hazırlanan plan çerçevesinde gerekli alt yapı ve organizasyonların ve bunlara ait talimatların hazırlığı sürdürülmektedir.

5. Çernobil nükleer kazasını takiben gıda ürünleri ithalat ve ihracatında radyoaktivite analizleri yapılması zorunlu hale gelmiştir. Bu analizleri yapmak üzere; ANAEM ve ÇNAEM'de mevcut analiz laboratuvarlarından, Çerkmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi bünyesindeki modern cihazlarla takviye edilerek analiz kapasitesi artırılmıştır.

6. Fiskobirlik Genel Müdürlüğü'ne bir adet, Karadeniz Fındık ve Mamulleri İhracatçı Birlikleri'ne bir adet ve İzmir İhracatçı Birliklerine 1 adet olmak üzere toplam üç adet spektrometrik analiz laboratuvarı kurulmuştur. Böylece bütün ithal ve ihraç olunan gıda maddeleri ile gerekli görüldüğü hallerde iç piyasaya sürülen gıdalara ait numunelerin radyoaktivite analizleri bu laboratuvarlarda yapılmaktadır.

TABLO 1
BAZI BÖLGELERDEKİ TOPRAK AKTİVİTELERİ

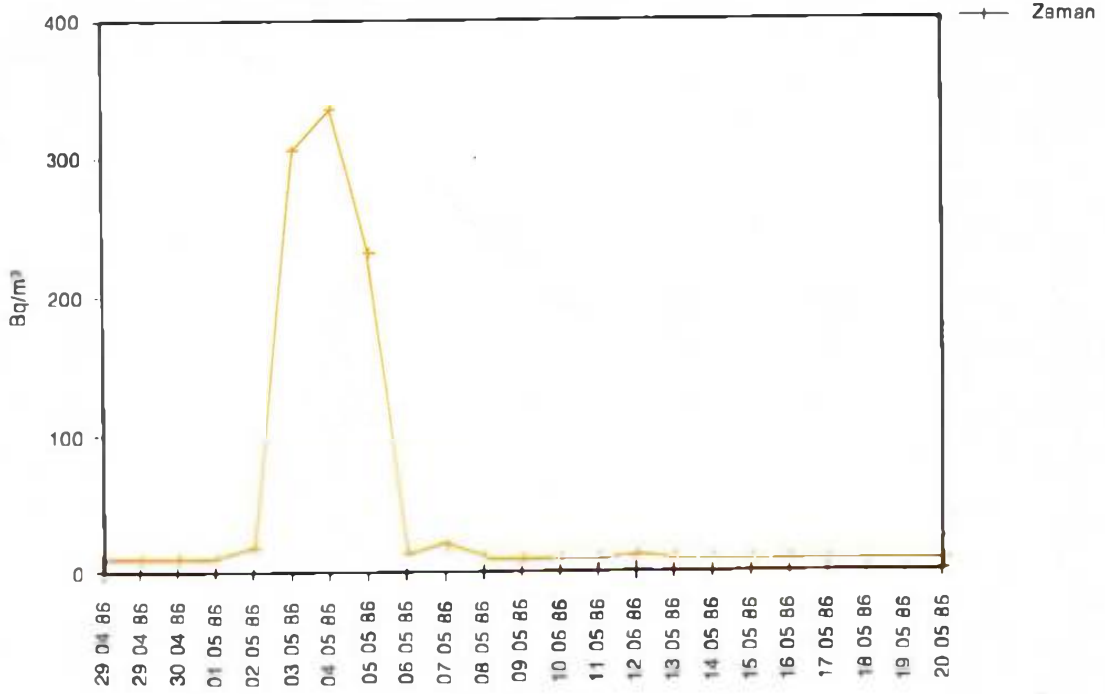
Radyo- nüklid Bq/Kg.	13.5.1986 İstanbul Mayıs 86	14.5.1986 Edirne Mayıs 86	27.6.1986 Mersin Haziran 86	29.6.1986 G.Antep Haziran 86	3.7.1986 Edirne Temmuz 86	3.7.1986 Tekirdağ- Saray Temmuz 86	16.9.1986 İpsala Eylül 86
I-131	330	480	—	—	—	—	—
Cs-134	18	130	15	20	178	24	12
Cs-137	34	240	21	43	324	45	27
Ce-141	47	50	—	—	50	—	—
Ce-144	—	680	13	—	—	—	—
Ru-103	270	655	—	10	228	—	—
Ru-106	—	400	—	—	—	—	—
Zr-95	107	—	—	—	24	—	—
Nb-95	71	—	—	—	—	—	—
La-140	142	180	—	—	—	—	—
Te-132	51	100	—	—	—	—	—
TOPLAM	1.070	2.915	49	73	804	69	39

TABLO 2
TÜRK HALKININ YILLIK GIDA TÜKETİMİ VE (1986 YILINDA)
SİNDİRİM YOLUYLA VÜCUDA ALINAN AKTİVİTE MİKTARLARI

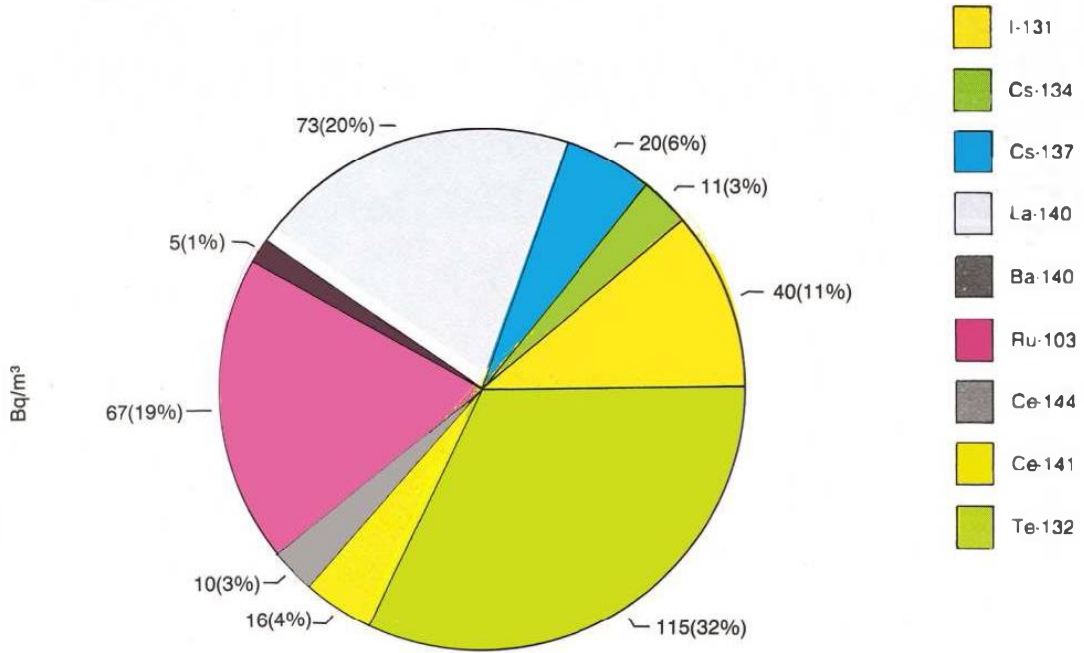
G I D A	Tüketim Kg/Yıl	Ortalama Konsantrasyonu (Bq/Kg.)	Aktivite (Bq/Yıl)	
			Bebek	Yetişkin
Süt ve Süt Ürünleri	Bebek	200	3 (I-131)	600
	Yetişkin	125	10.5 (Cs-134) 21 (Cs-137)	2100 4200
Sebze ve Meyva	Bebek	15	2.5 (I-131)	37.5
	Yetişkin	250	5 (Cs-134) 9.5 (Cs-137)	75 142.5
Et	Bebek	3	(I-131)	—
	Yetişkin	40	13 (Cs-134) 17 (Cs-137)	39 51
Unlu Mamuller	Bebek	5	I-131	—
	Yetişkin	200	2 (Cs-134) 4 (Cs-137)	10 20
Çay	Bebek	—	I-131	—
	Yetişkin	1	3500 (Cs-134) 9000 (Cs-137)	— —

TABLO 3
ÇERNOBİL KAZASINI İZLEYEN İLK YIL İÇİNDE (MAYIS 1986 - NİSAN 1987)
İŞİNLAMA VEYA VÜCUDA ALINAN RADYOAKTİF MADDELER YOLUYLA
TÜRK HALKININ MARUZ KALDIĞI KİŞİSEL ETKİN DOZ EŞDEĞERİ
(mSv)

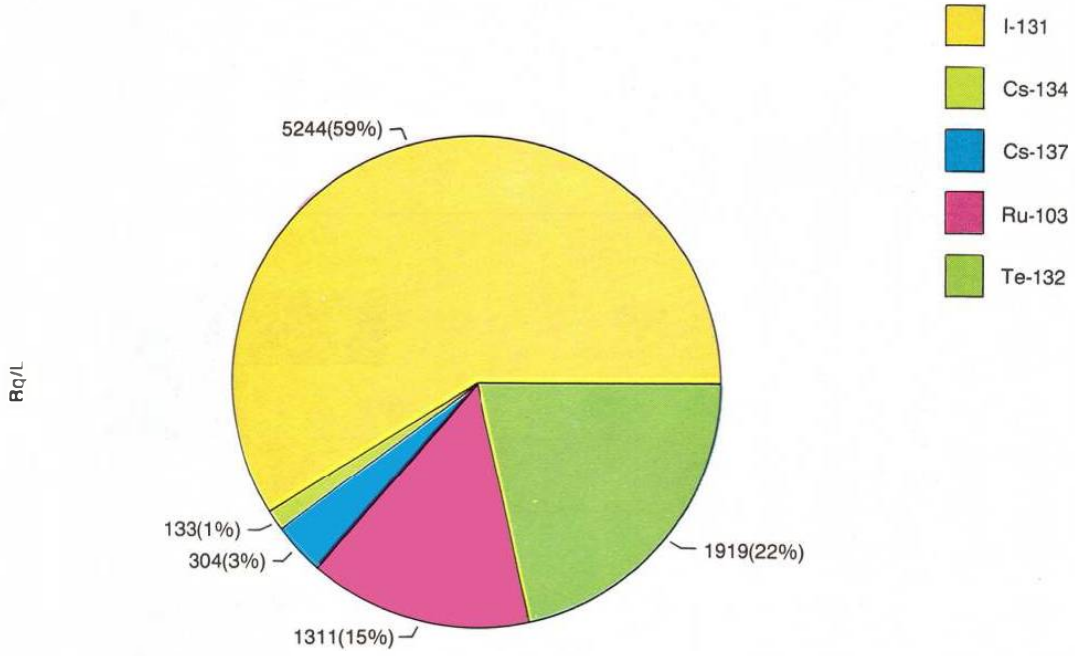
İŞİNLAMA YOLU	KRİTİK GRUP (mSv)		GENEL TOPLUM (mSv)	
	BEBEK	YETİŞKİN	BEBEK	YETİŞKİN
DİŞ: Buluttan	0.26×10^{-2}	0.26×10^{-2}	0.04×10^{-2}	0.04×10^{-2}
Yerden	2.64×10^{-2}	2.64×10^{-2}	0.38×10^{-2}	0.38×10^{-2}
İÇ: Solunum	20.33×10^{-2}	19.74×10^{-2}	4.00×10^{-2}	12.46×10^{-2}
Süt ve Süt Ürünleri	9.57×10^{-2}	6.84×10^{-2}	9.57×10^{-2}	6.84×10^{-2}
Sebze-Meyva	0.63×10^{-2}	5.92×10^{-2}	0.63×10^{-2}	5.92×10^{-2}
Ei	0.09×10^{-2}	1.99×10^{-2}	0.09×10^{-2}	1.99×10^{-2}
Unlu Gıdalar	0.03×10^{-2}	1.92×10^{-2}	0.03×10^{-2}	1.92×10^{-2}
Çay	—	20.10×10^{-2}	—	20.10×10^{-2}
Genel Toplam (mSv)	0.350	0.594	0.147	0.500



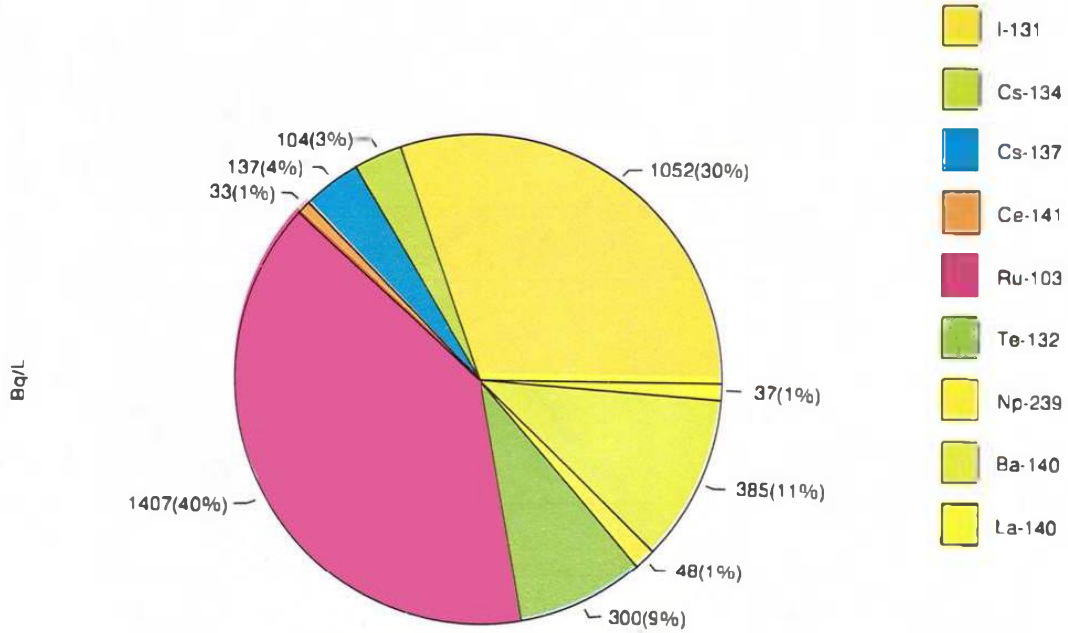
Şekil 1 • Havada Toplam Beta Aktivite Konsantrasyonları



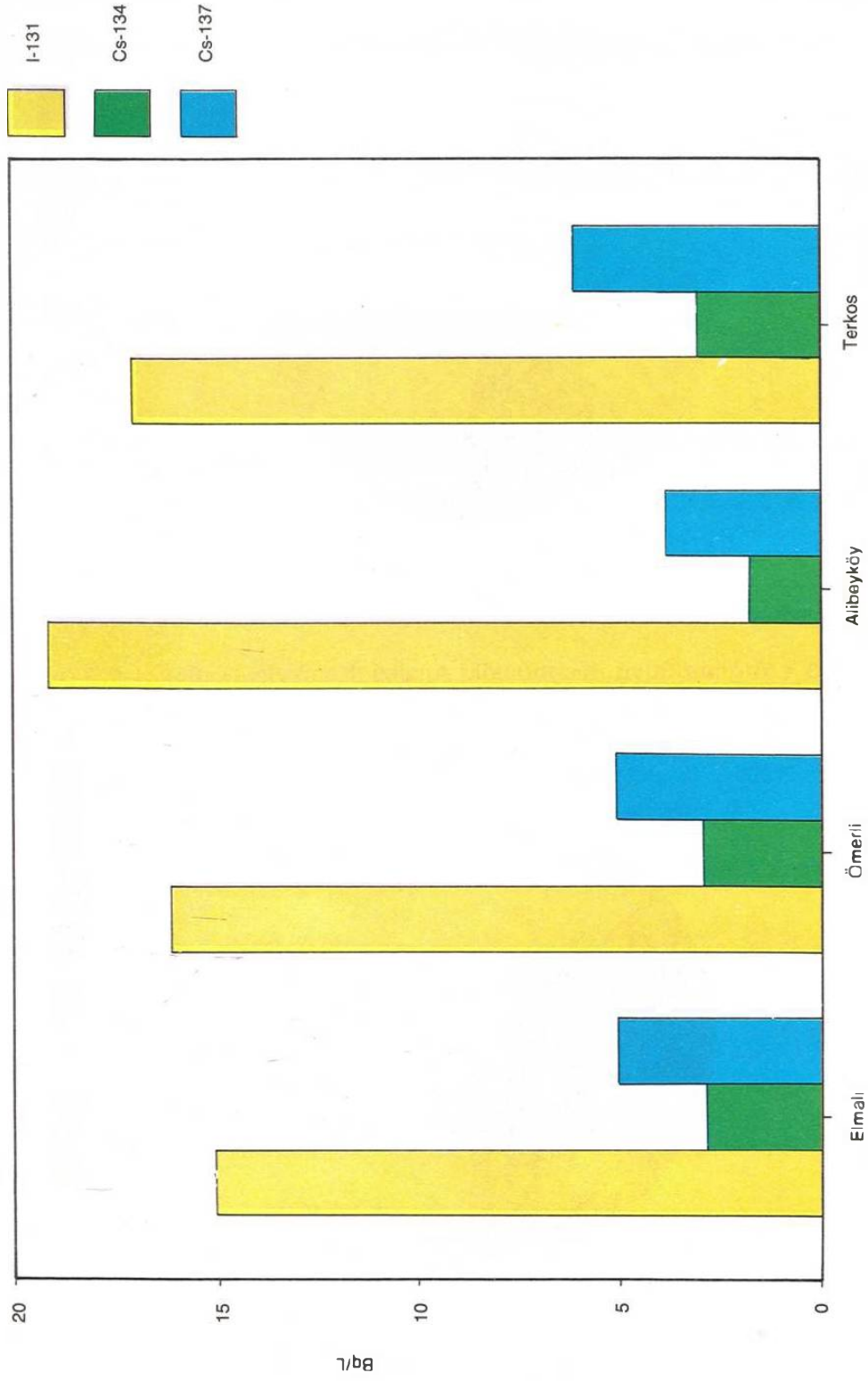
Şekil 2 • Hava Aktivitesi Radyonüklid Dağılımı (03.05.86 ÇNAEM)



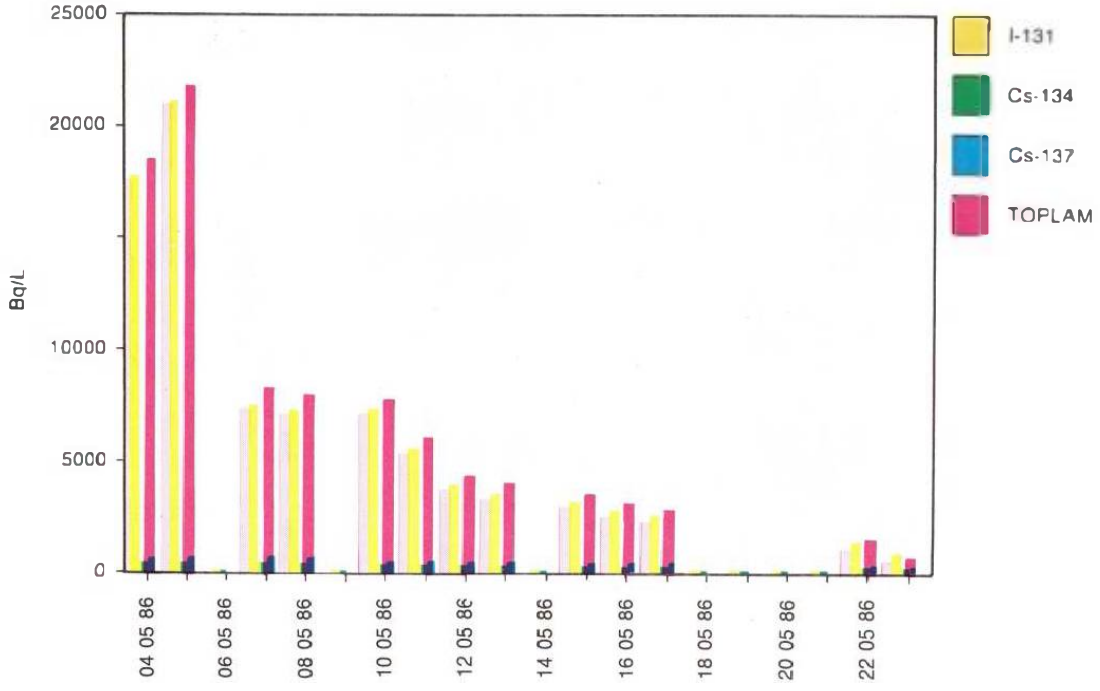
Şekil 3 • Yağmur Suyu Radyonuklid Analizi (Kapıkule 4.5.86)



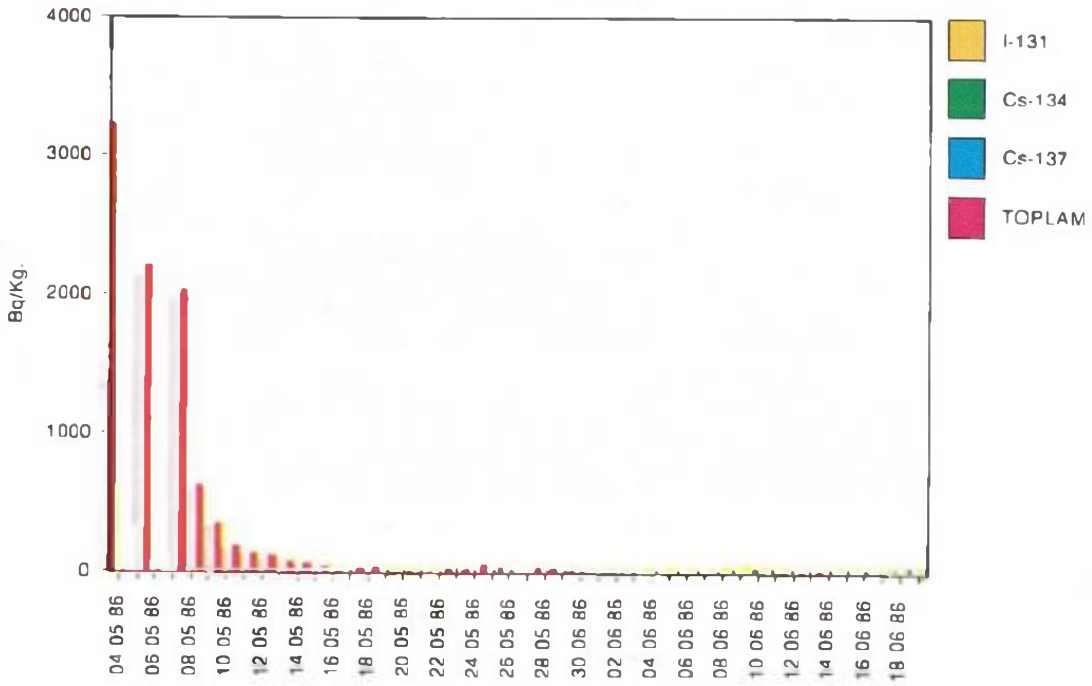
Şekil 4 • Yağmur Suyu Radyonuklid Analizi (İstanbul 10.5.86)



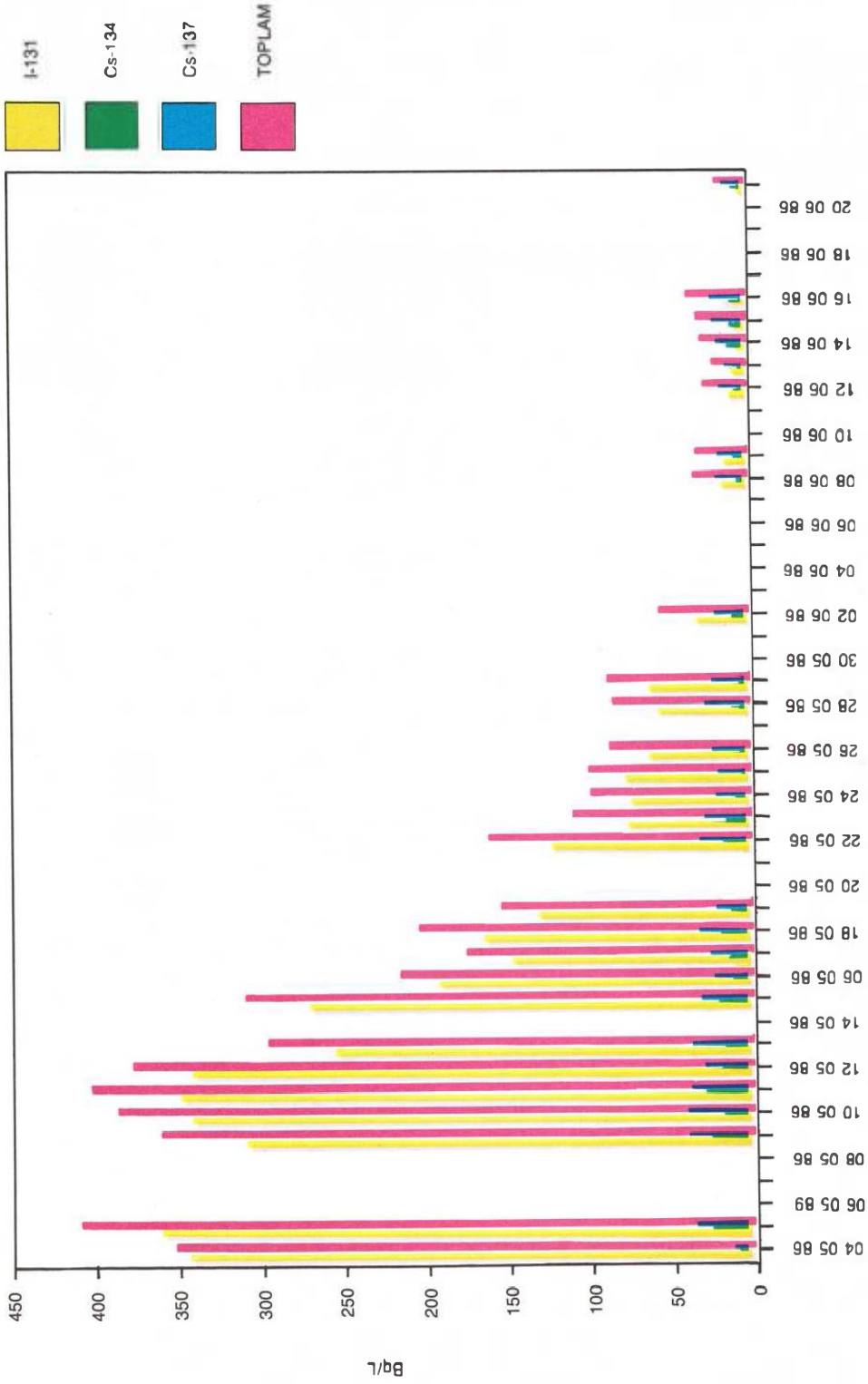
Şekil 5 • İstanbul Baraj Suyu Aktiviteleri



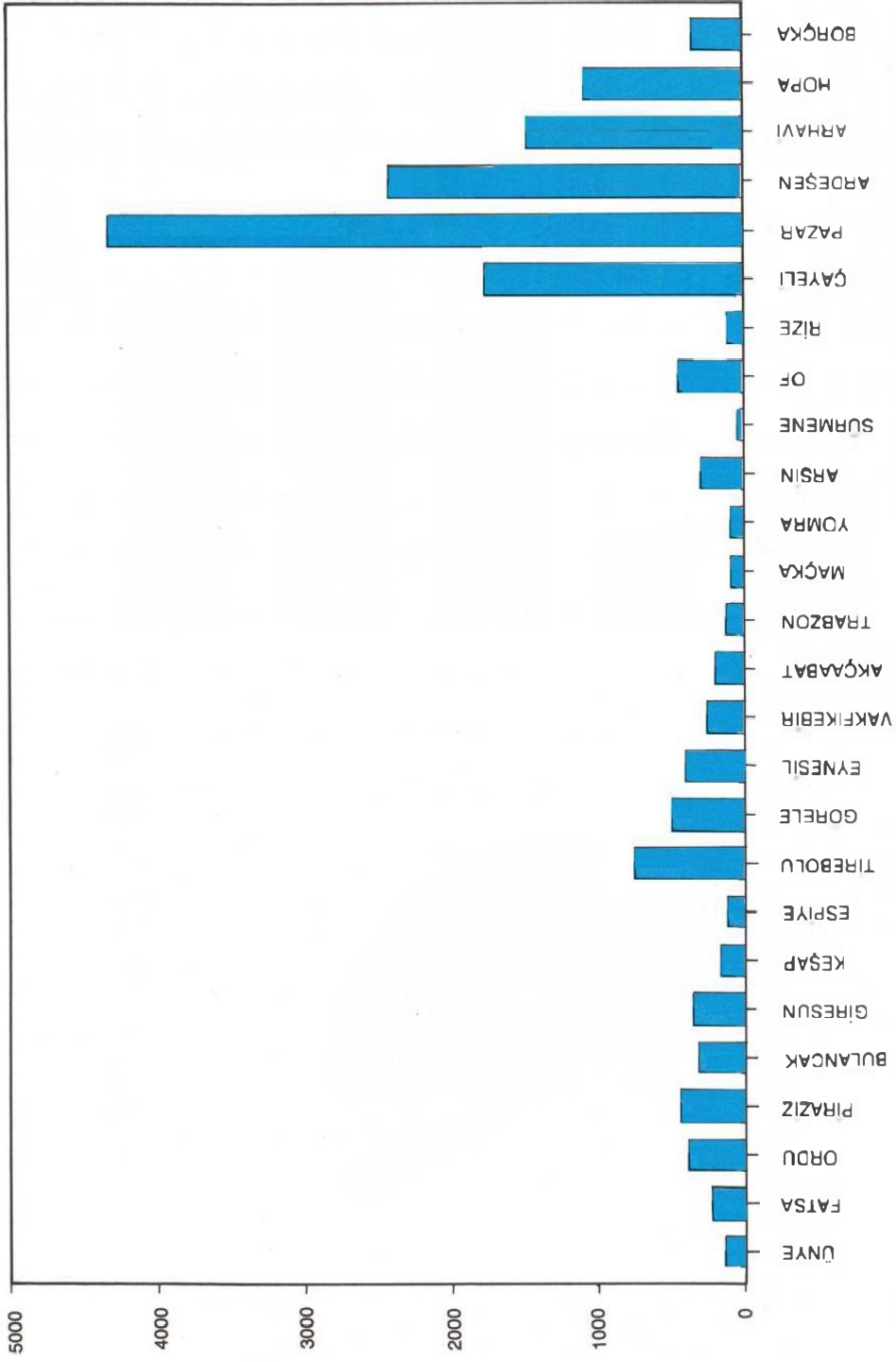
Şekil 6 • Sütteki Radyonuklid Dağılımı (Eskikadın, Edirne)



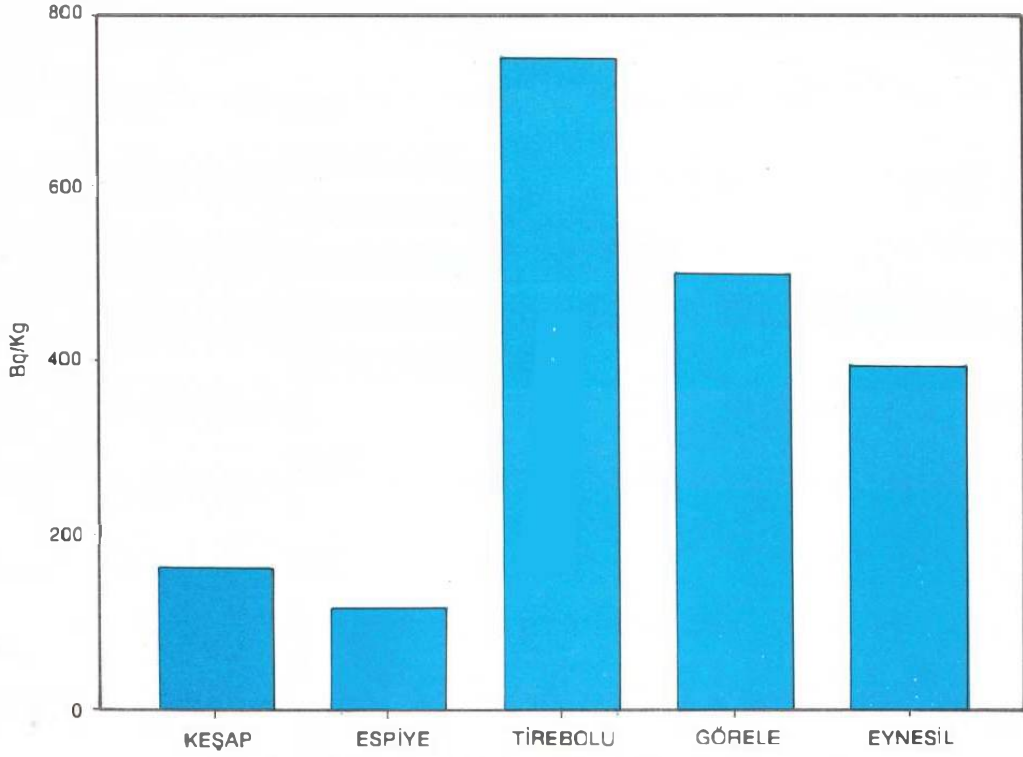
Şekil 7 • Halkalı Ziraat Okulu Sütü (İstanbul)



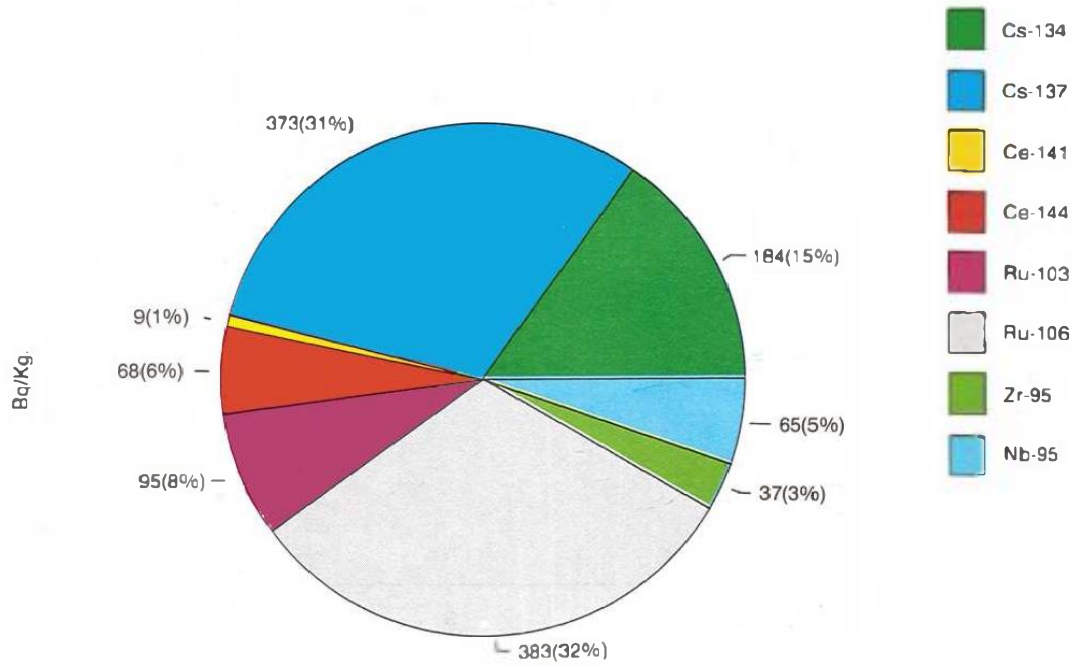
Şekil 8 • Süt Endüstrisi Kurumu Sütü (İstanbul)



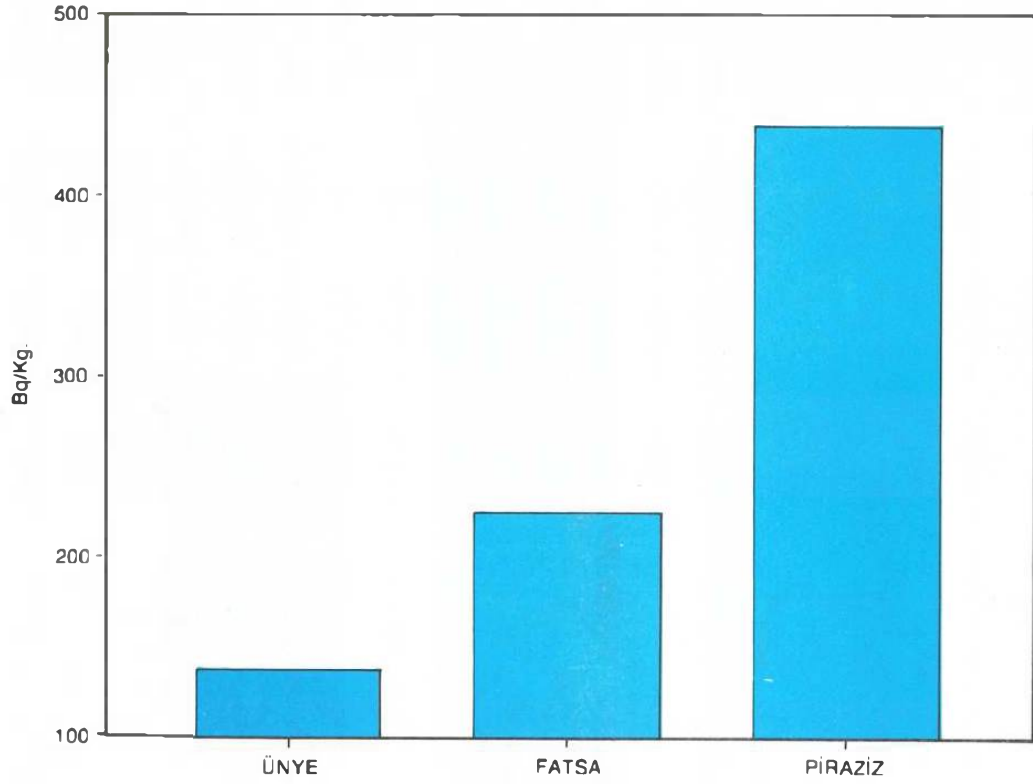
Şekil 9 • Doğu Karadeniz Bölgesi Toprak Aktiviteleri (1986)



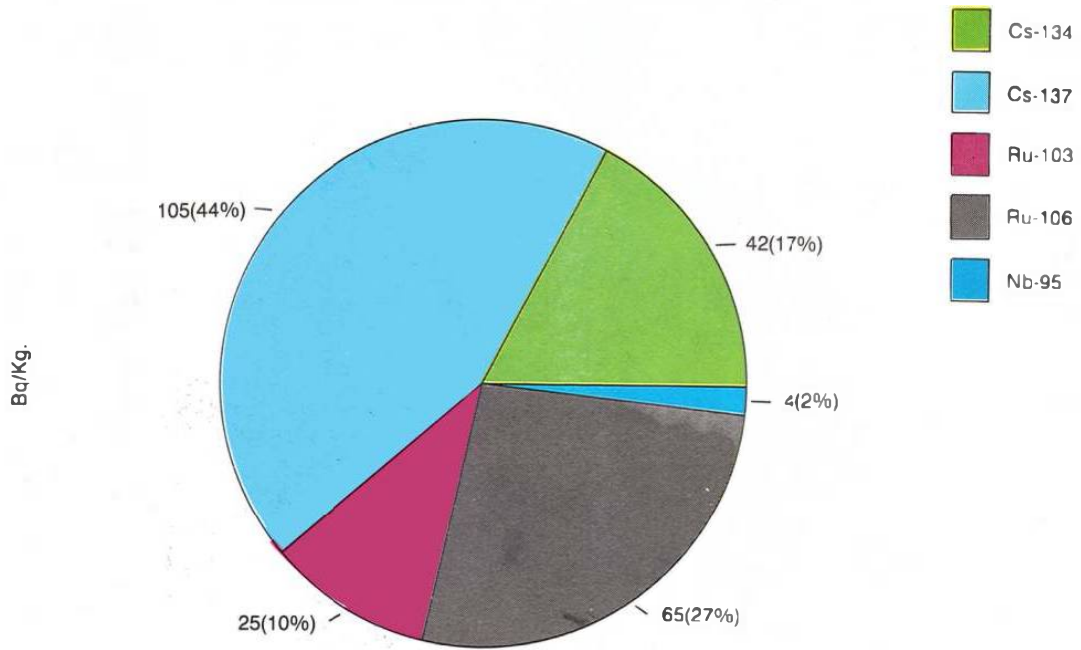
Şekil 10 • Toprak Aktiviteleri (Giresun, 1986)



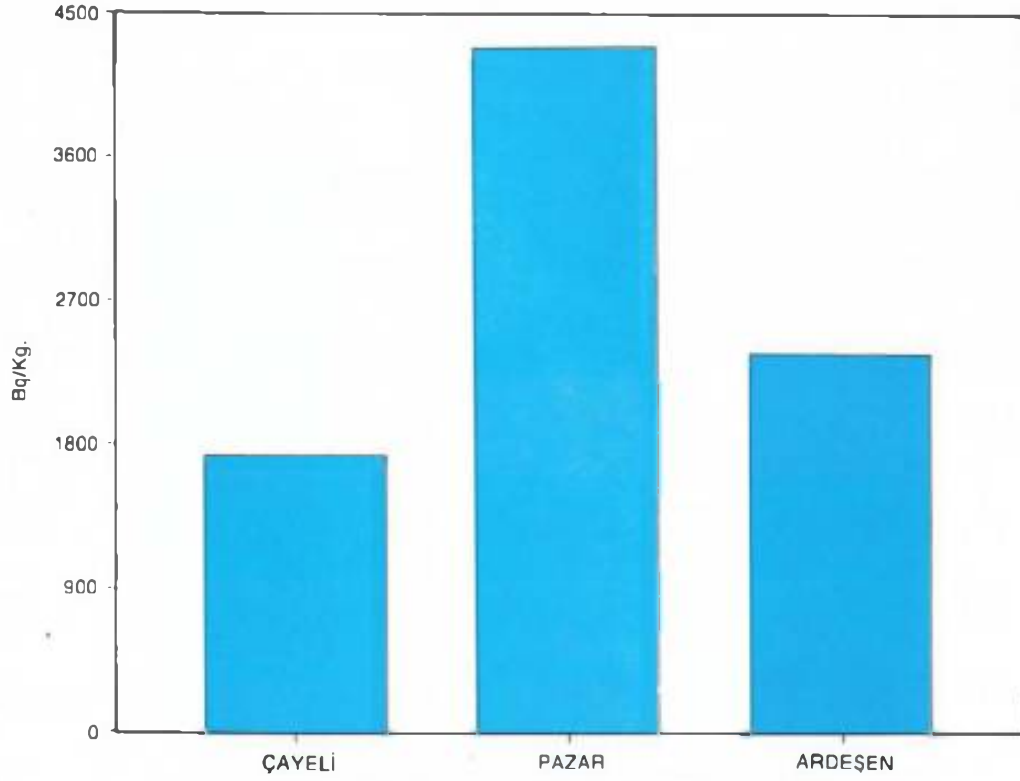
Şekil 11 • Giresun İli Toprağındaki Radyonuklid Dağılımı (1986)



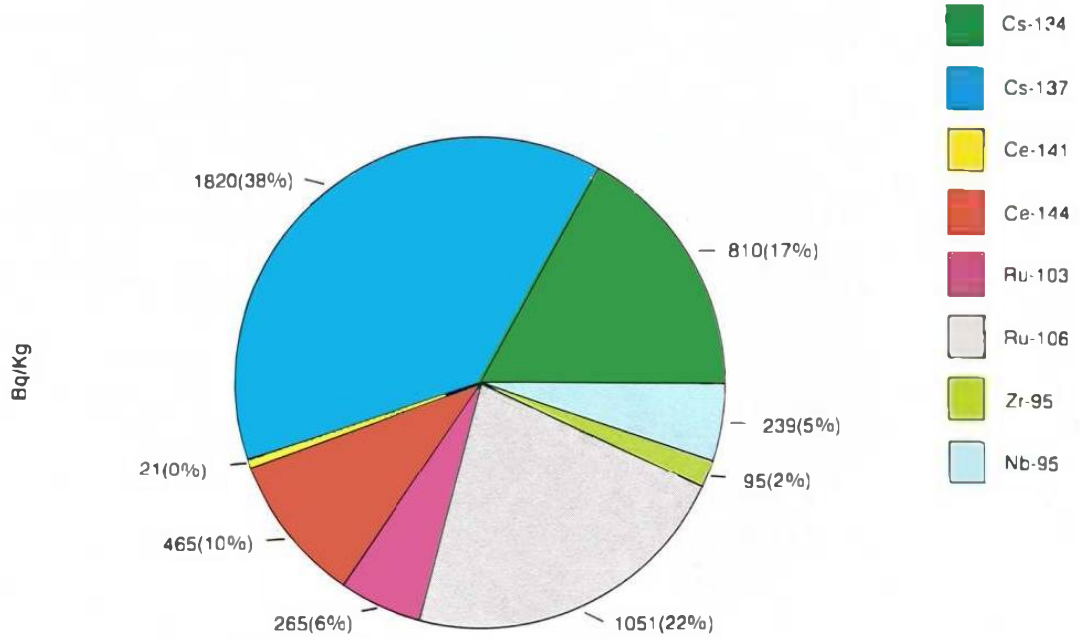
Şekil 12 • Toprak Aktiviteleri (Ordu, 1986)



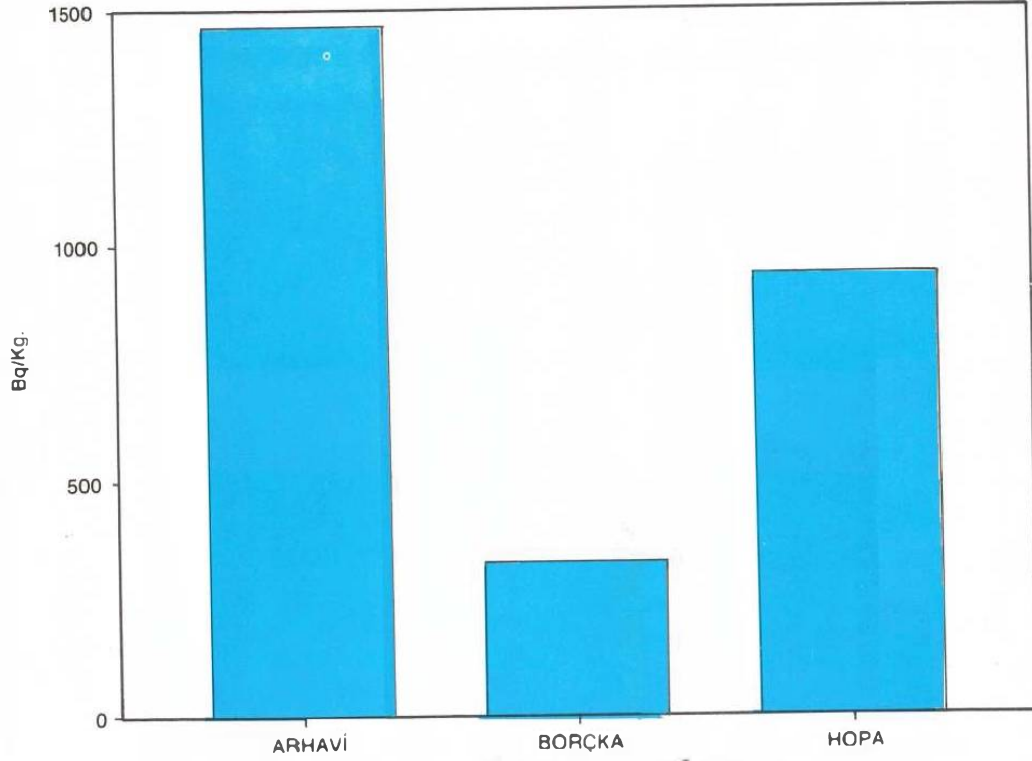
Şekil 13. Ordu İli Toprağında Radyonuklid Dağılımı (1986)



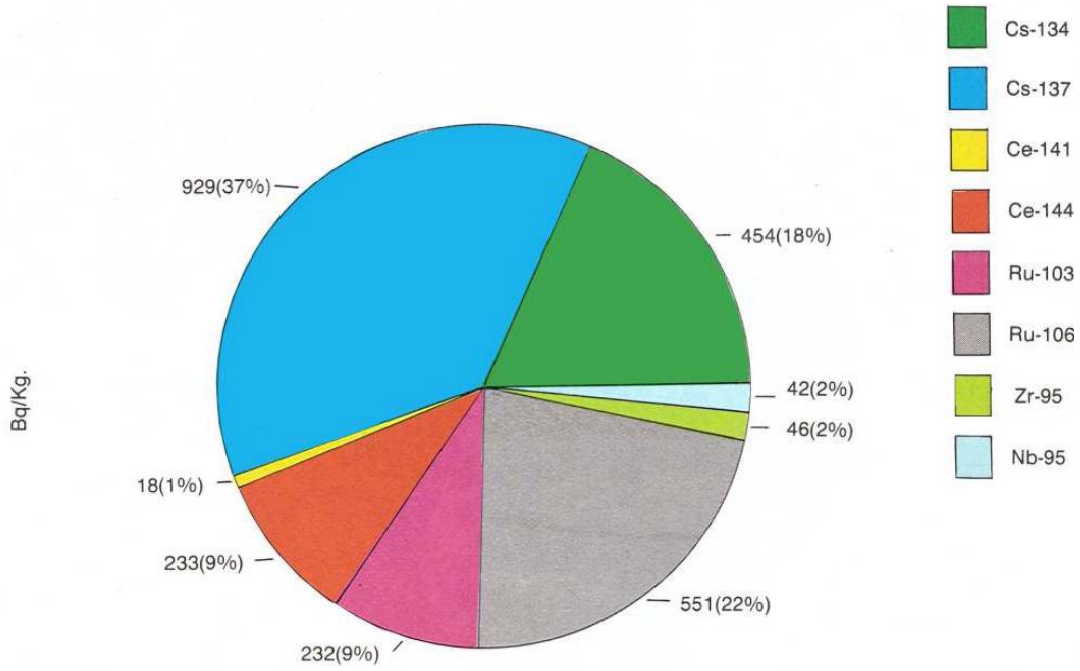
Şekil 14 • Toprak Aktiviteleri (Rize, 1986)



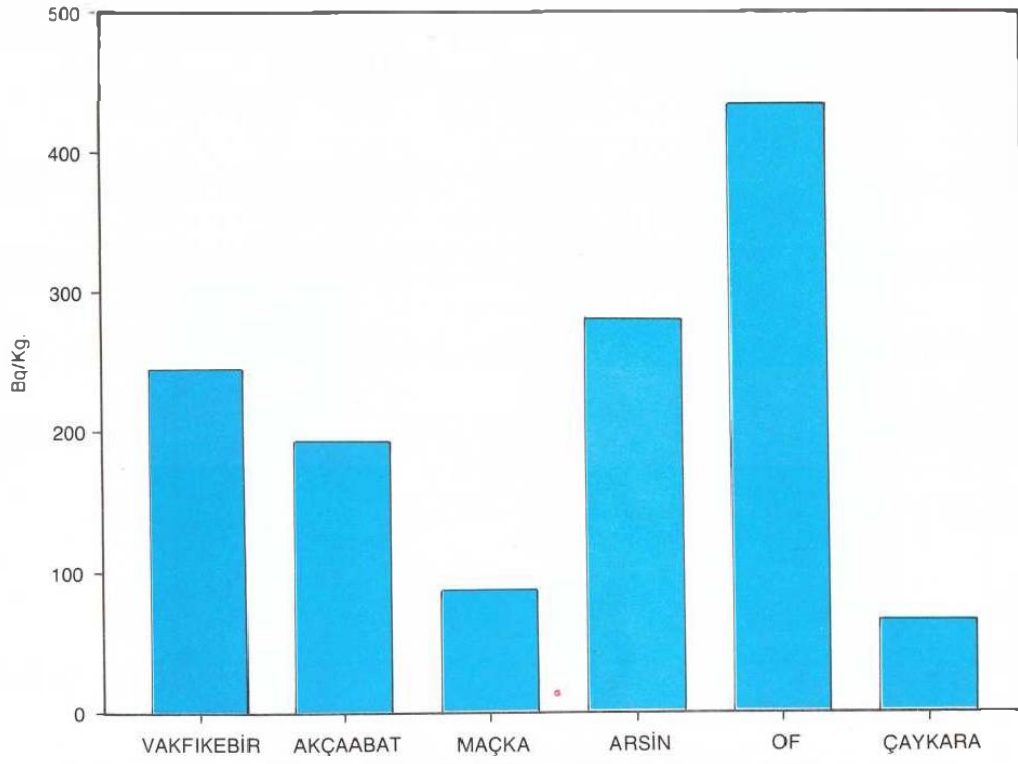
Şekil 15 • Rize İli Toprağındaki Radyonuklid Dağılımı (1986)



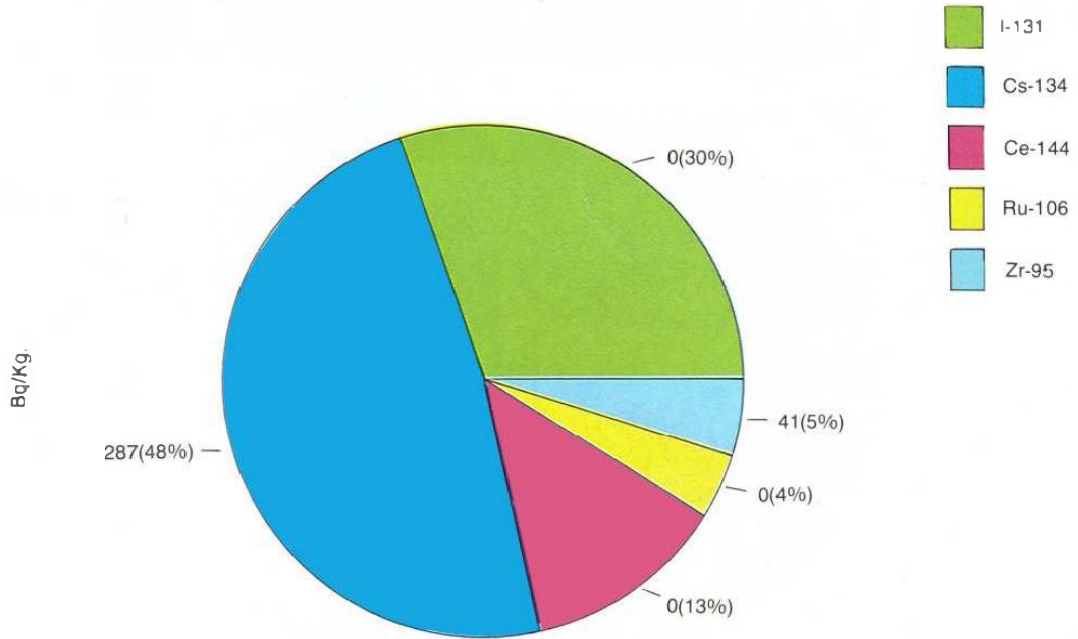
Şekil 16 • Toprak Aktiviteleri (Artvin, 1986)



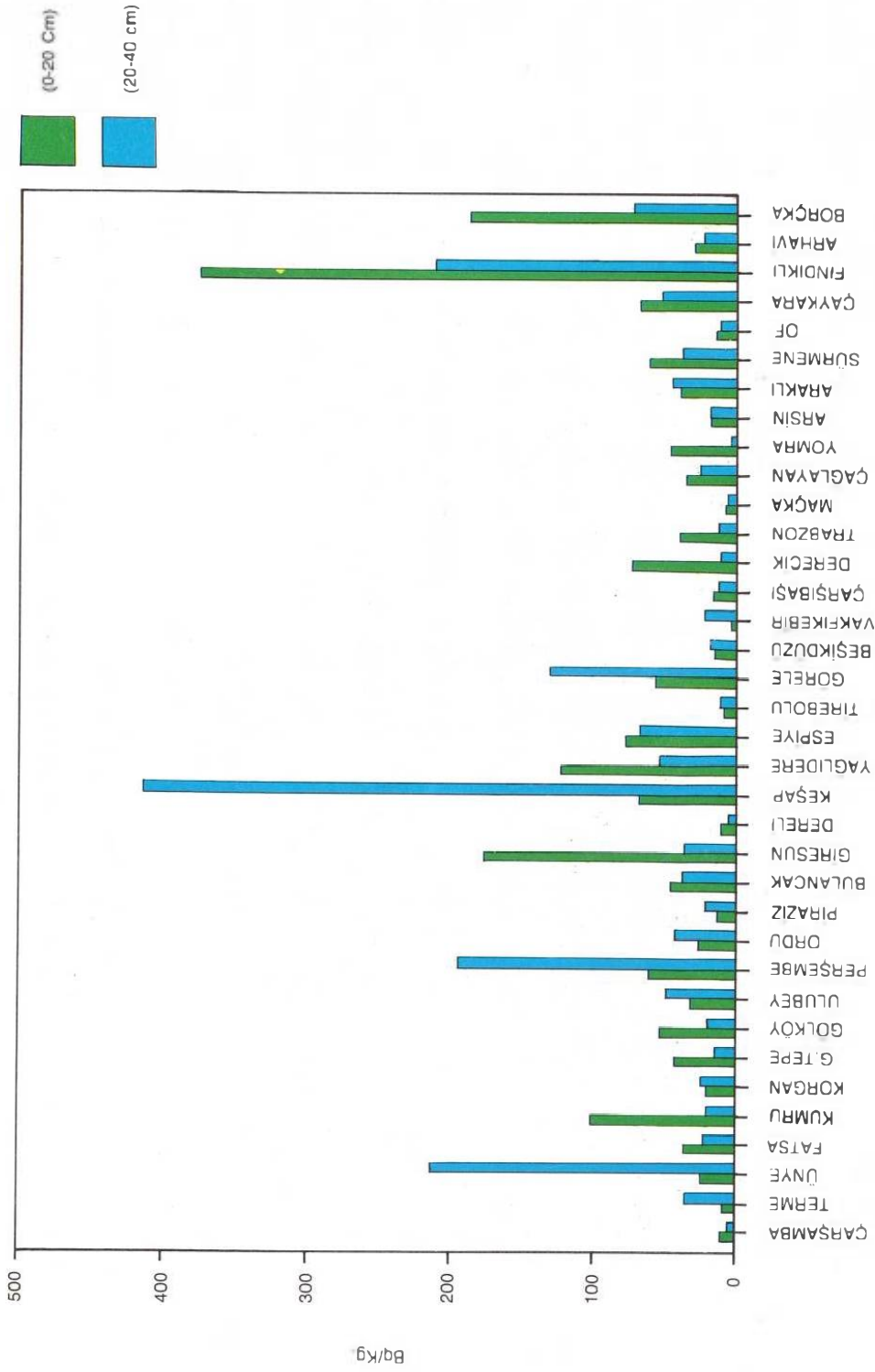
Şekil 17 • Artvin İli Toprağındaki Radyonuklid Dağılımı (1986)



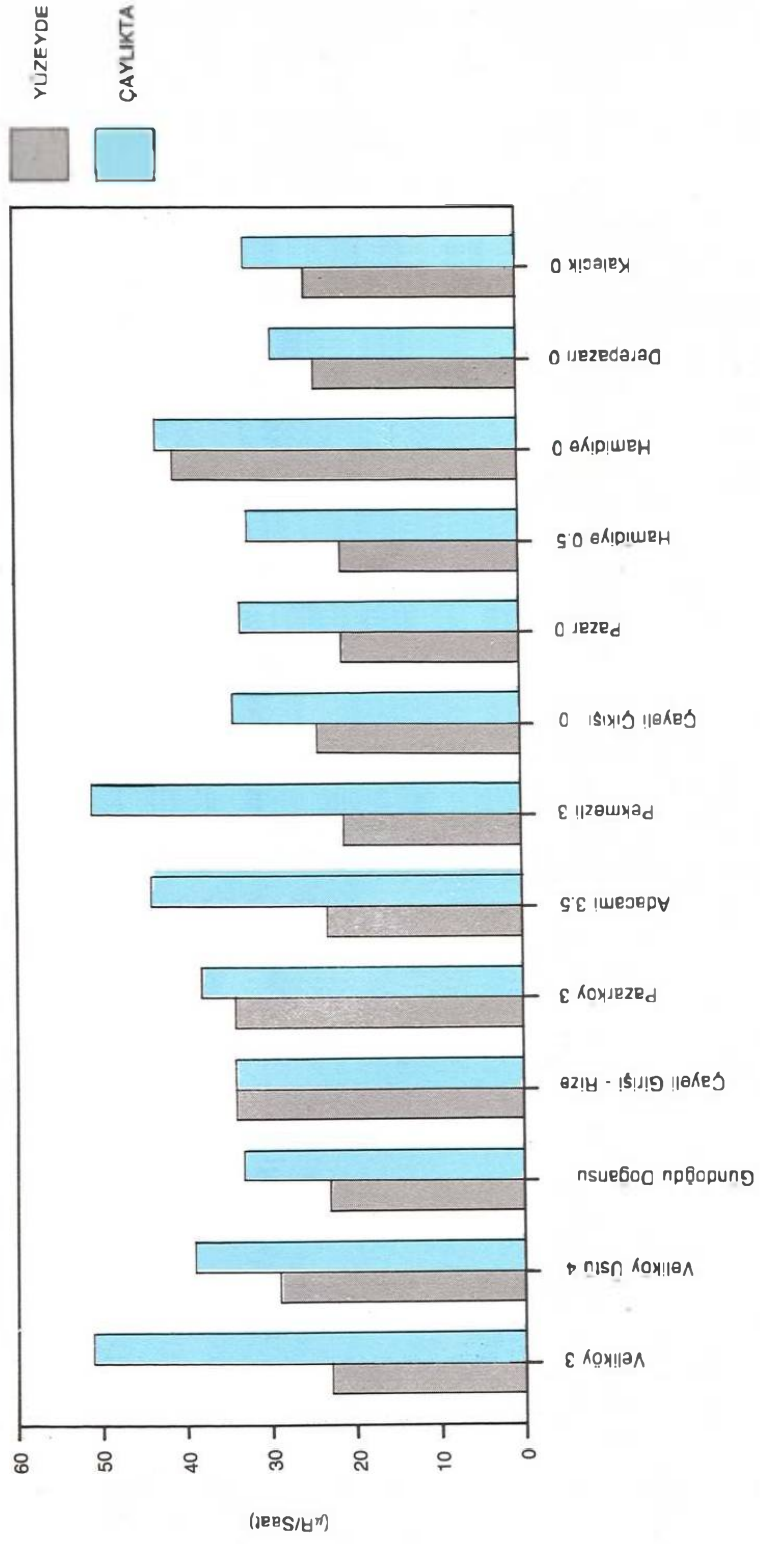
Şekil 18 • Toprak Aktiviteleri (Trabzon, 1986)



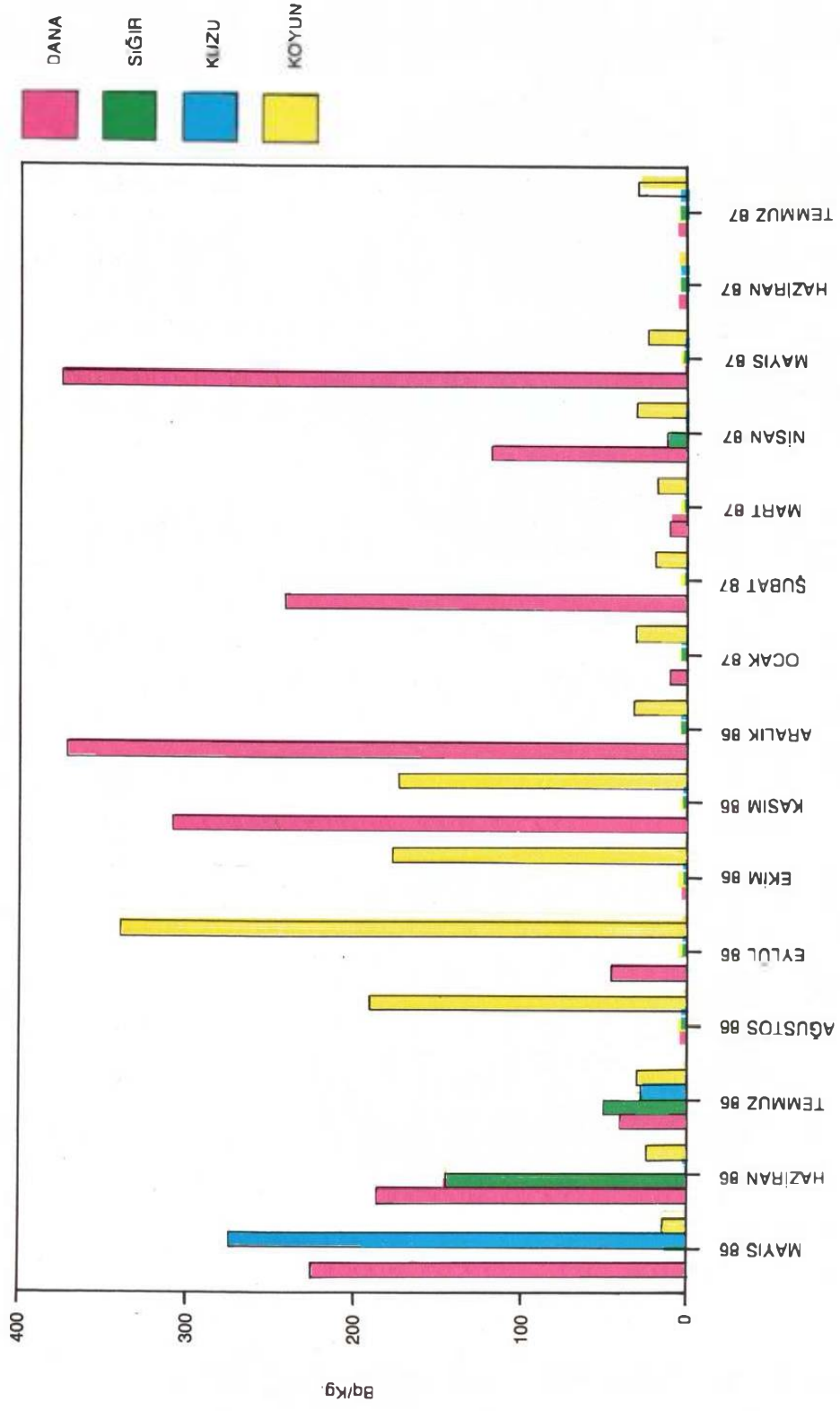
Şekil 19 • Trabzon İli Toprağındaki Radyonuklid Dağılım (1986)



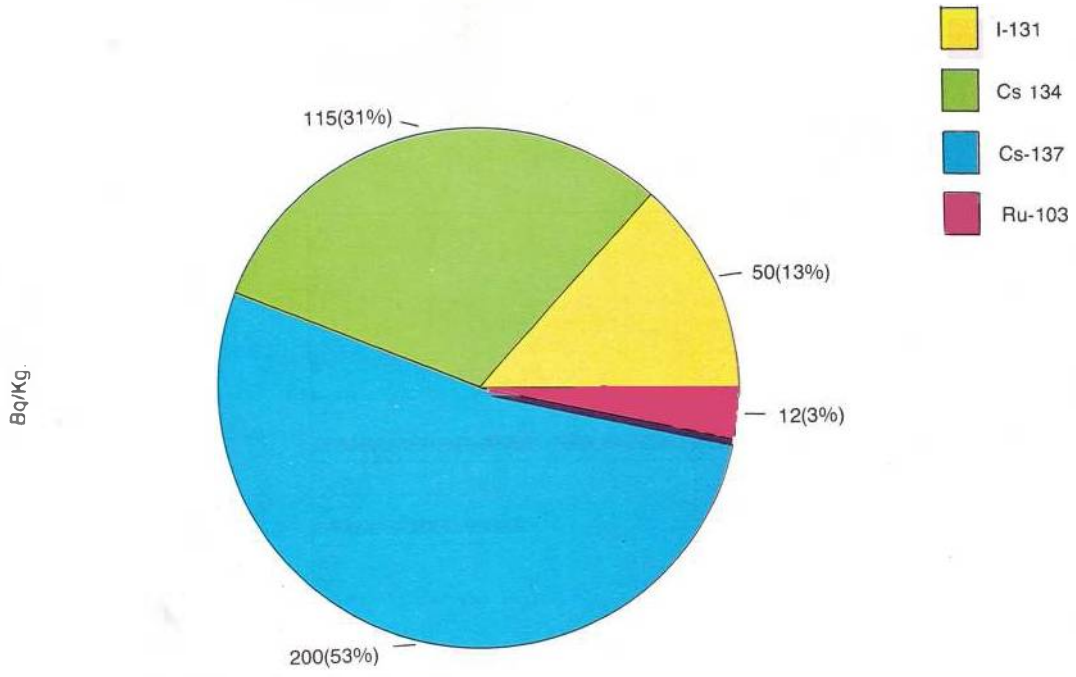
Şekil 20 • Doğu Karadeniz Bölgesi Toprak Aktiviteleri (1987)



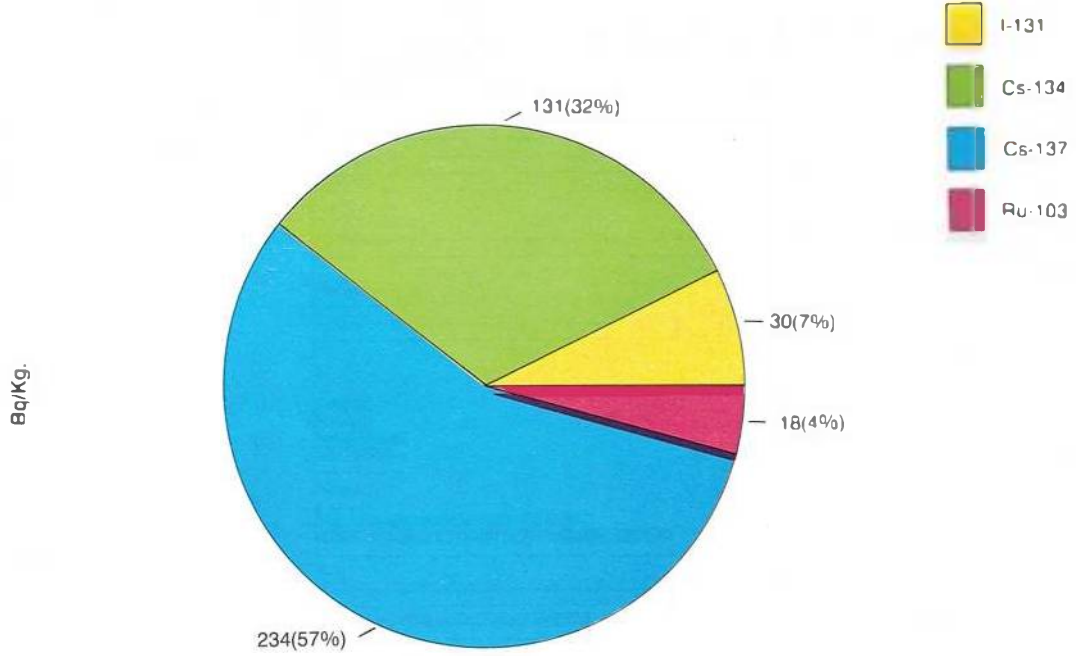
Şekil 21 • Doğu Karadeniz Çay Bahçelerinde Gamma Radyasyonları (1987)



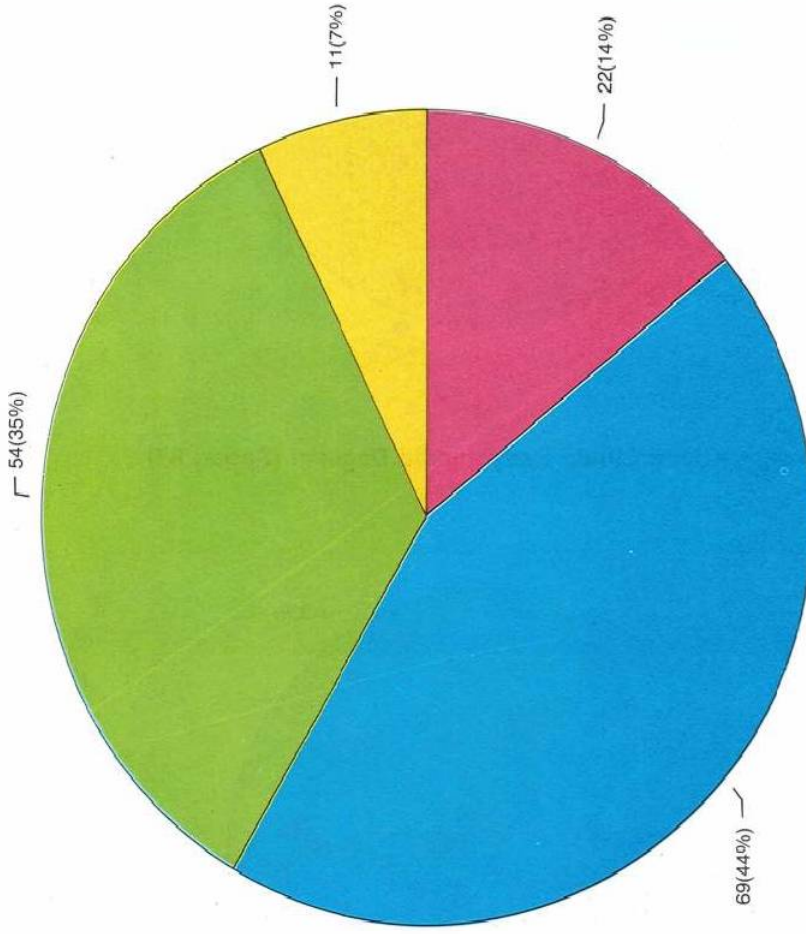
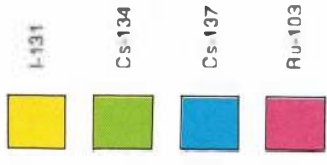
Şekil 22 • Etlerdeki Radyoaktivite Düzeyleri



Şekil 23 • Koyun Etinde Radyonuklid Dağılımı (Mayıs 86)

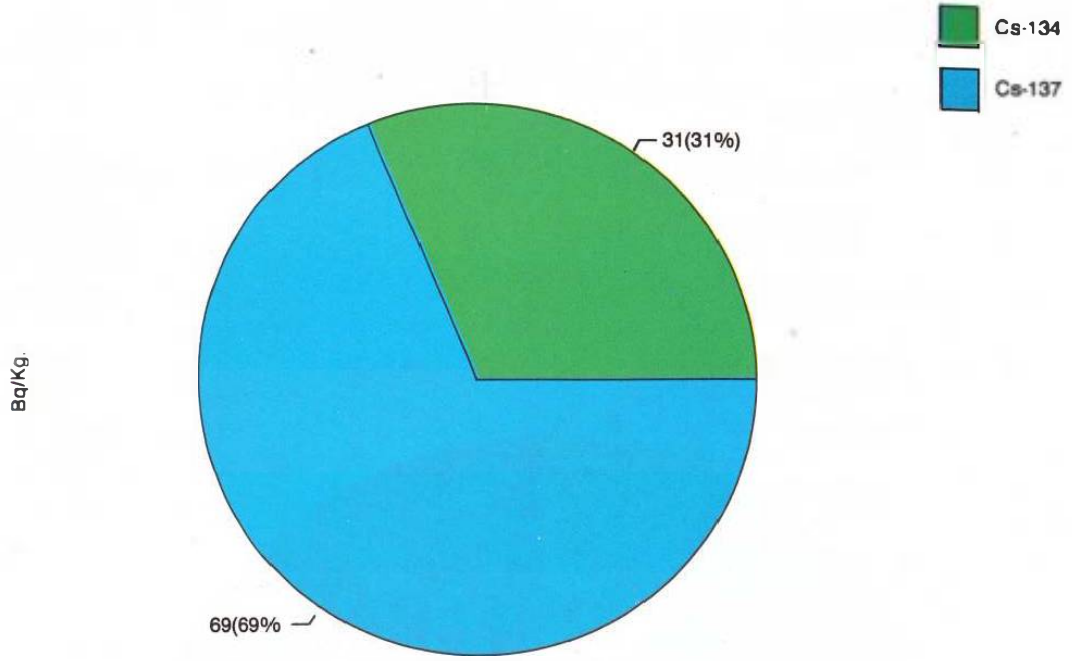


Şekil 24 • Dana Etinde Radyonuklid Dağılımı (Mayıs, 86)

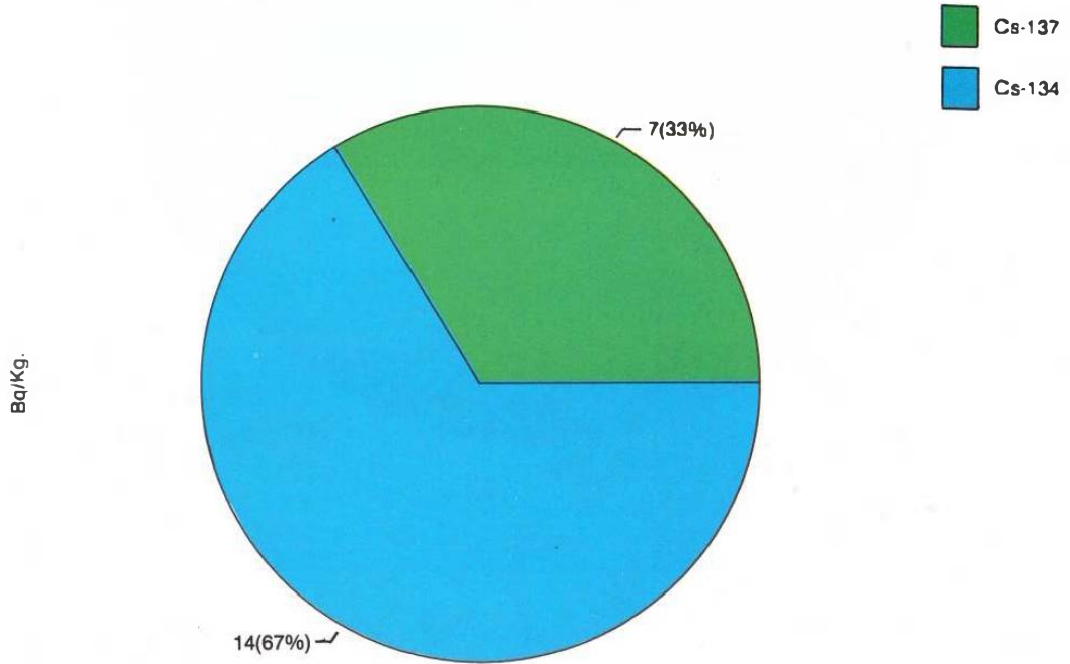


Bq/kg

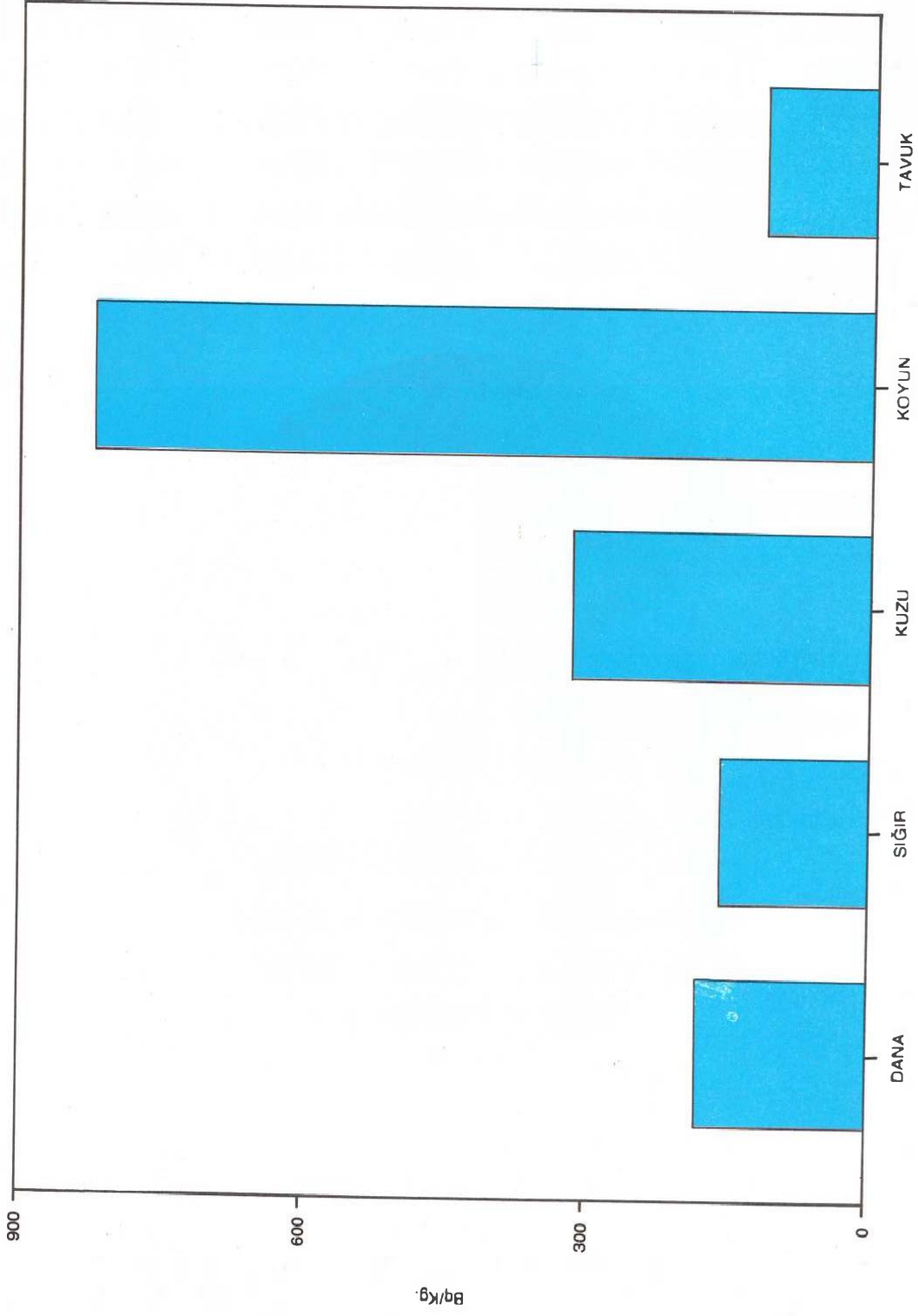
Şekil 25 • Sığır Etinde Radyonuklid Dağılımı (Mayıs, 86)



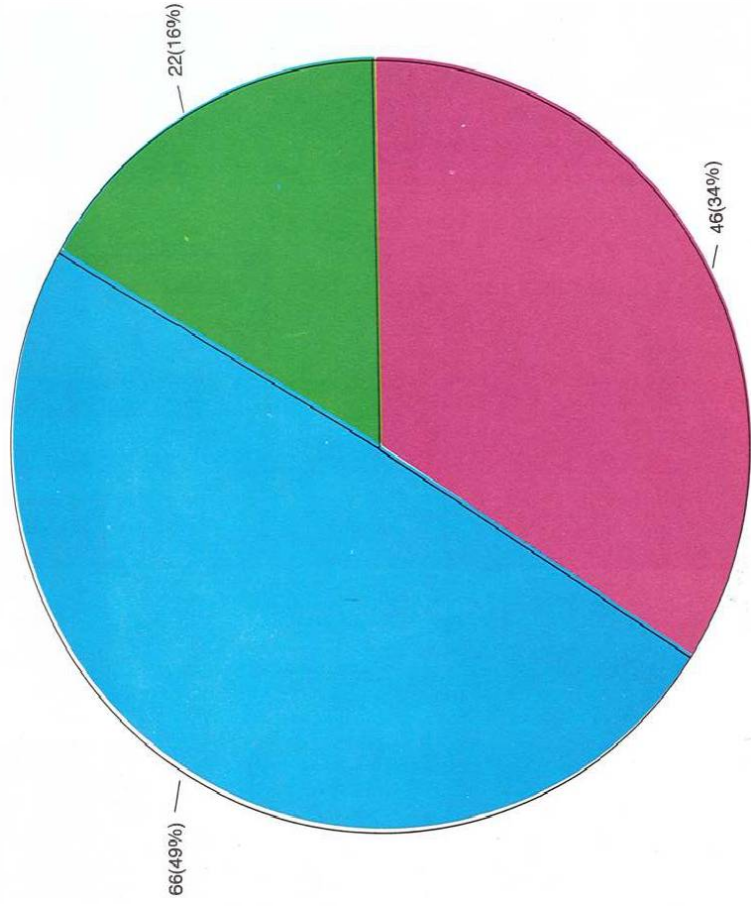
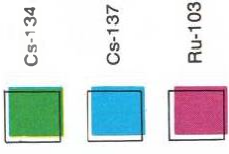
Şekil 26 • Koyun Etinde Radyonüklid Dağılımı (Şubat, 87)



Şekil 27 • Dana Etinde Radyonüklid Dağılımı (Şubat, 87)

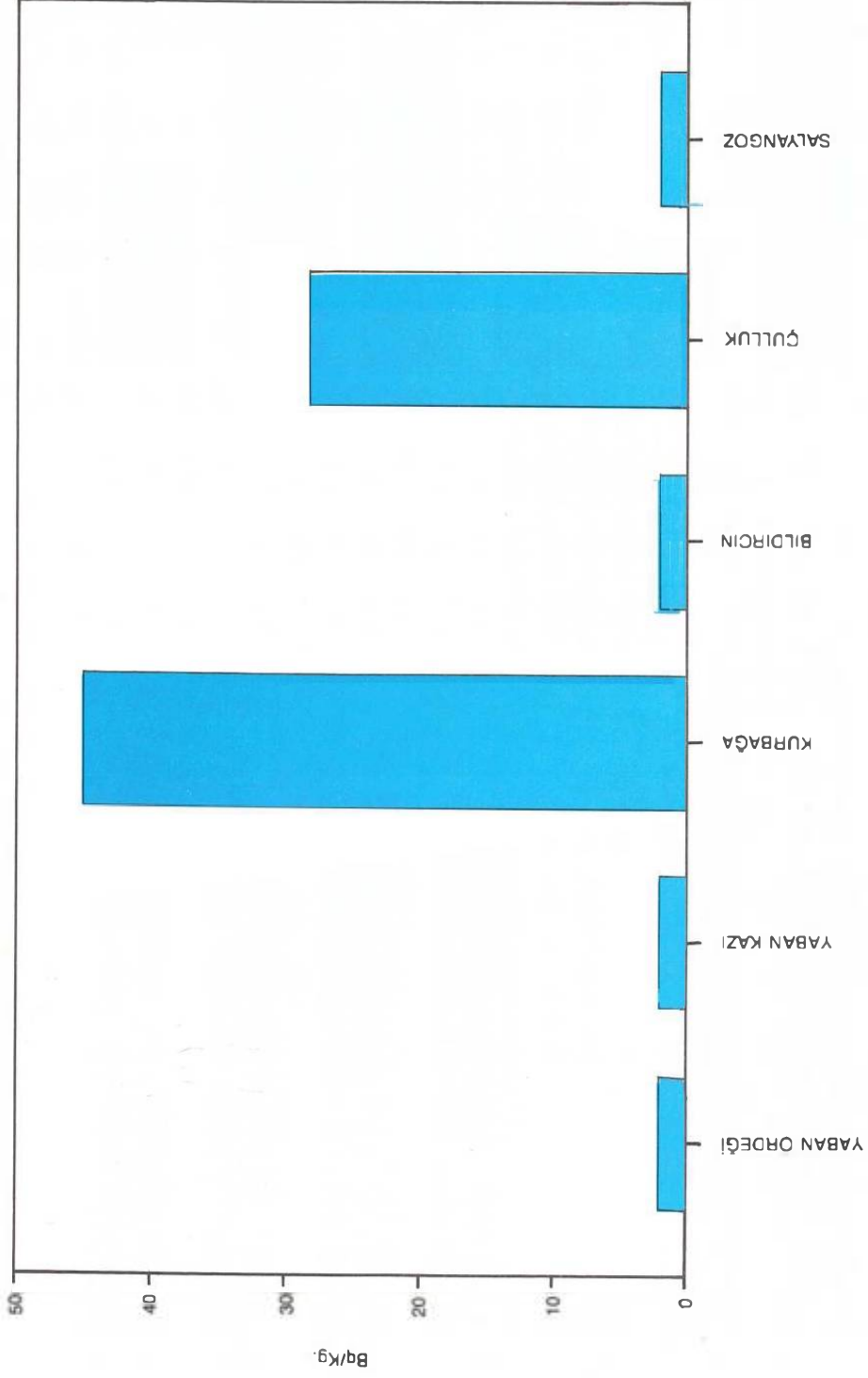


Şekil 28 • Etlerdeki Radyoaktivite Düzeyleri (Edirne, 86)

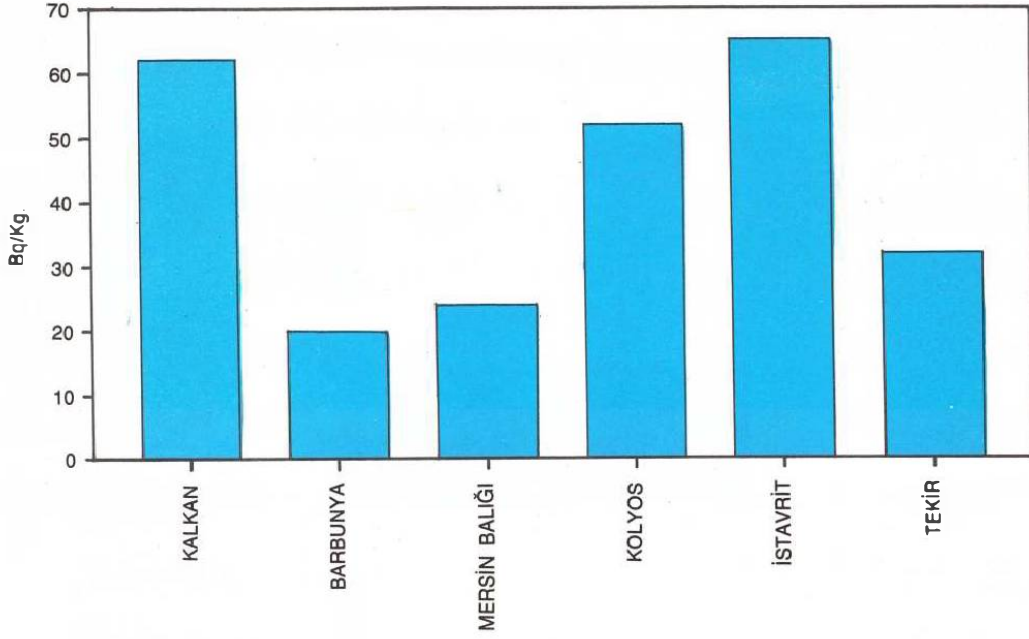


Bq/kg

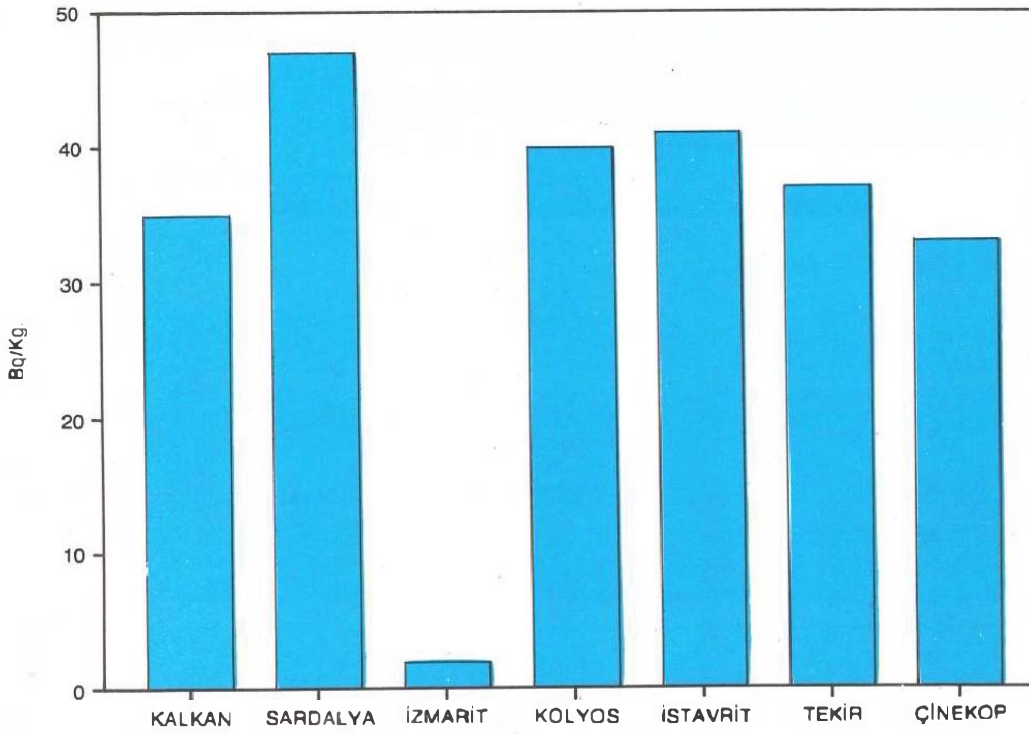
Şekil 29 • Tavuk Etinde Radyonuklid Dağılımı (Mayıs, 86)



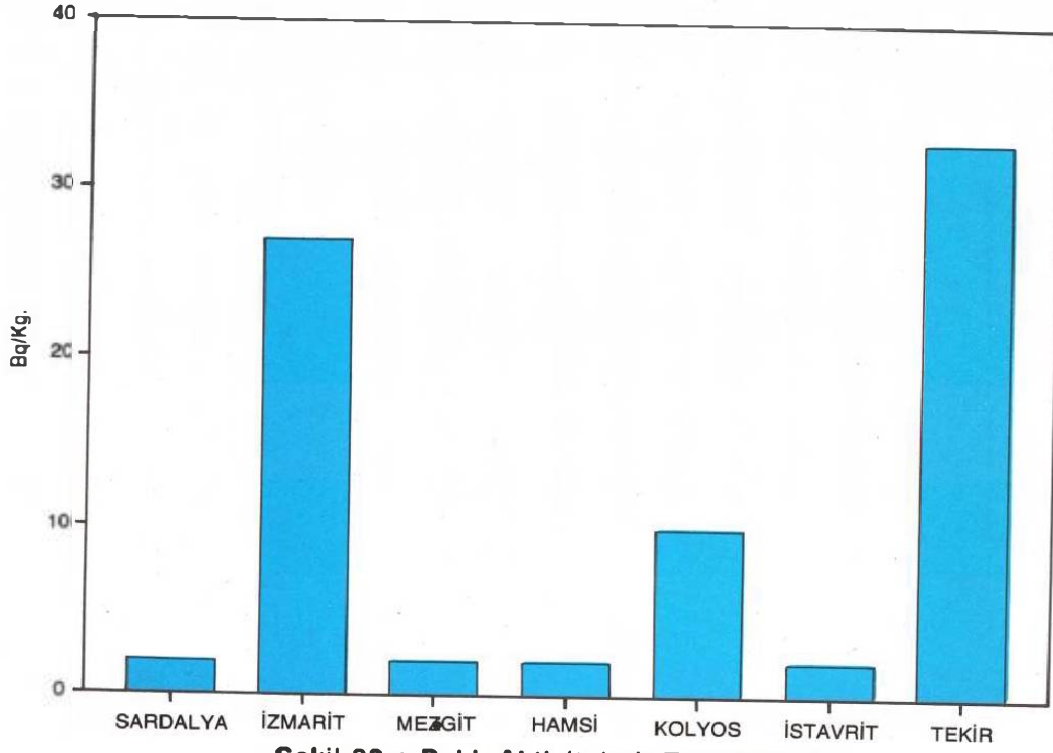
Şekil 30 • Av Kuşları, Kurbağa ve Salyangoz Aktiviteleri (1986)



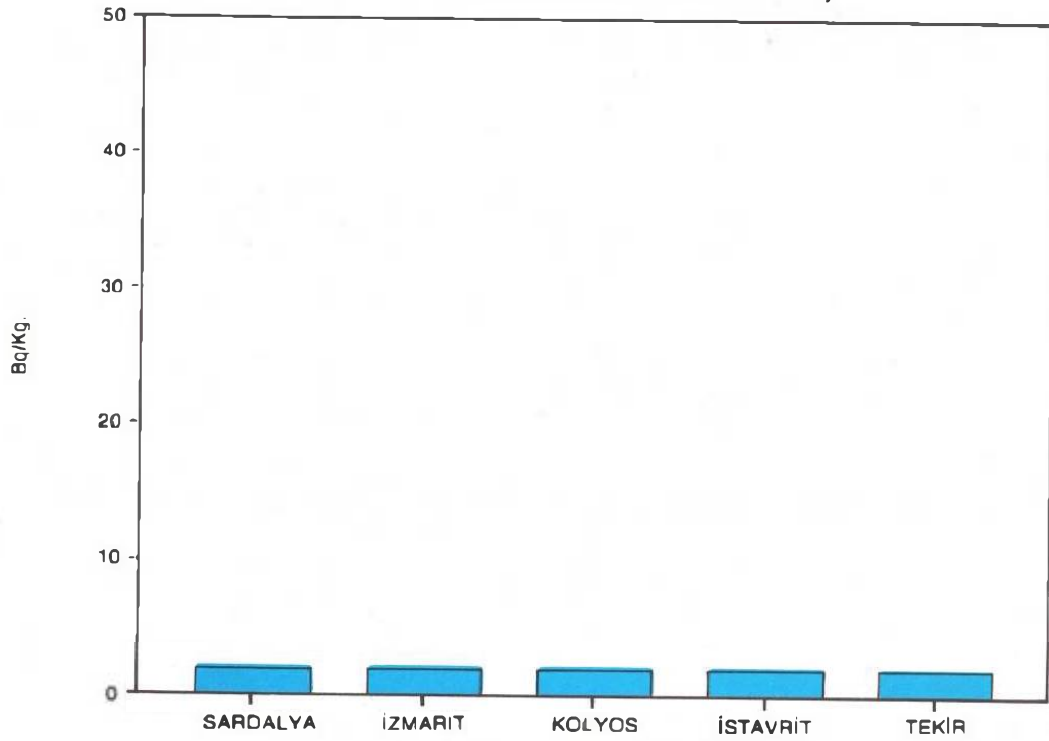
Şekil 31 • Balık Aktiviteleri (Mayıs, 86)



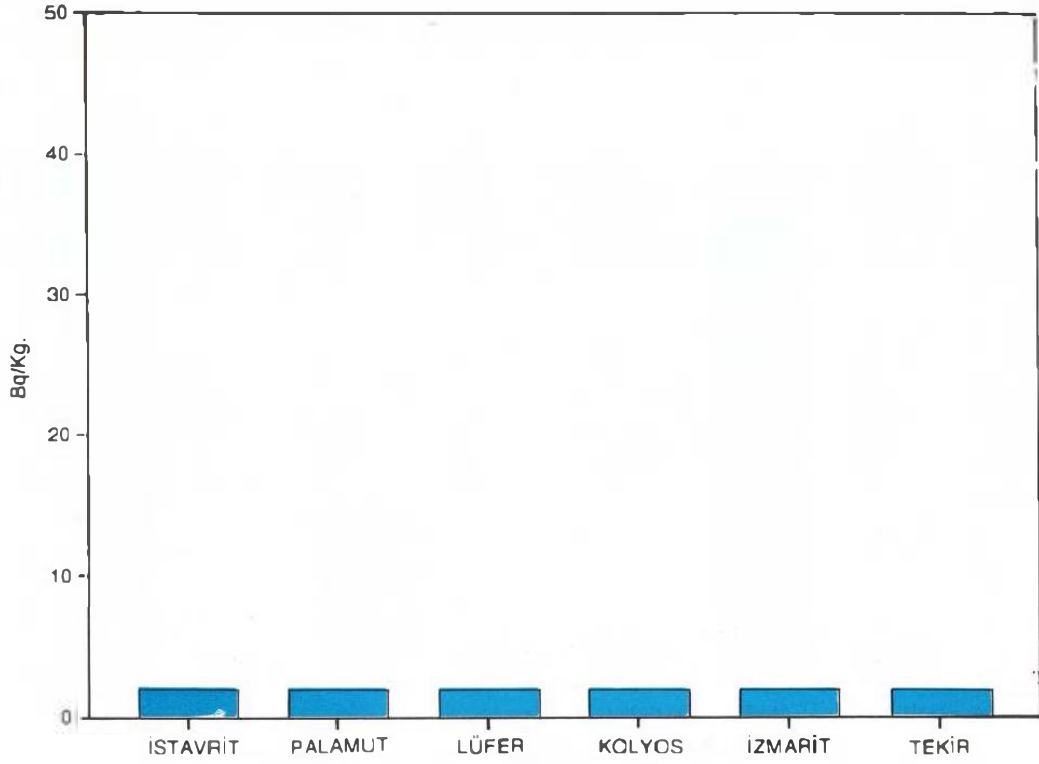
ŞEKİL 32 • Balık Aktiviteleri (Haziran, 86)



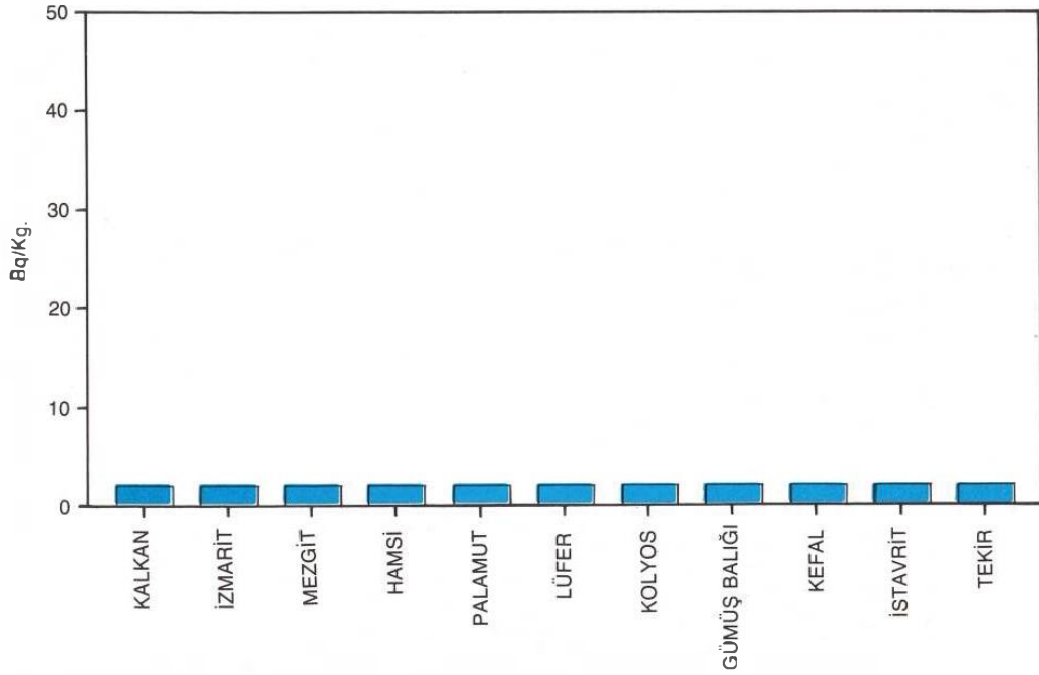
Şekil 33 • Balık Aktiviteleri (Temmuz, 86)



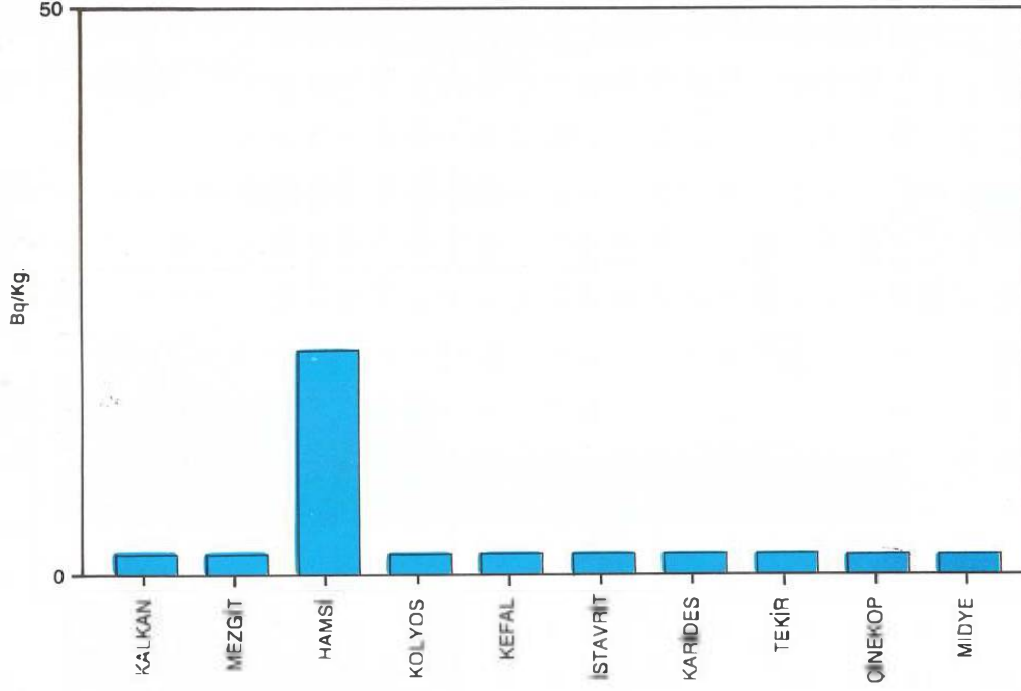
Şekil 34 • Balık Aktiviteleri (Ağustos, 86)



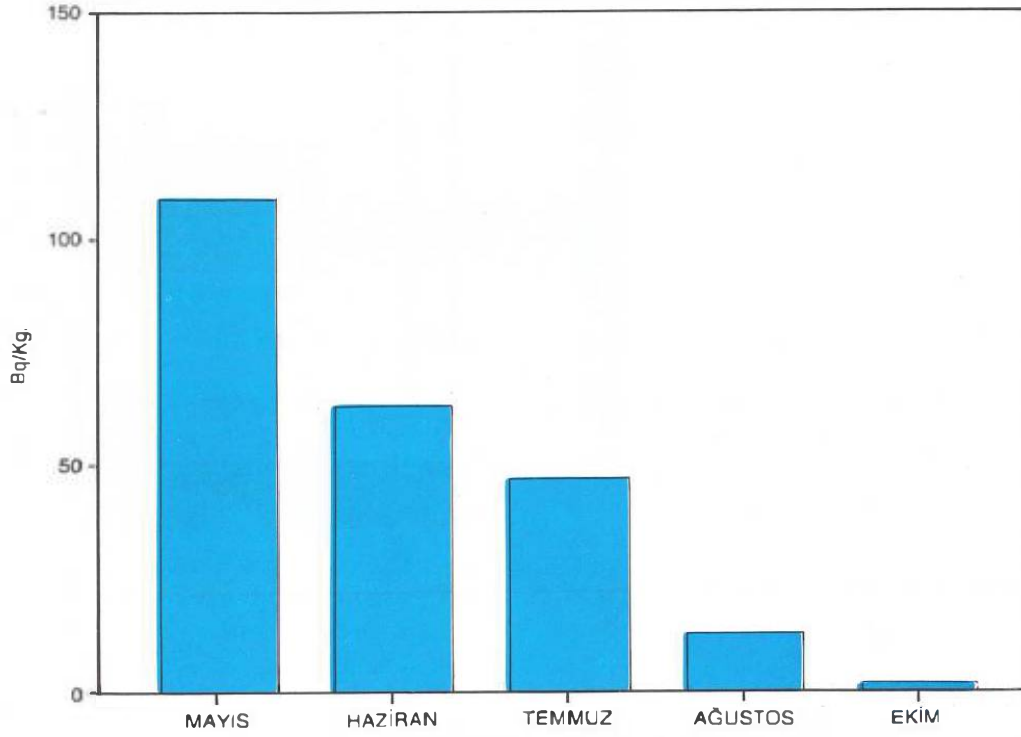
Şekil 35 • Balık Aktiviteleri (Eylül, 86)



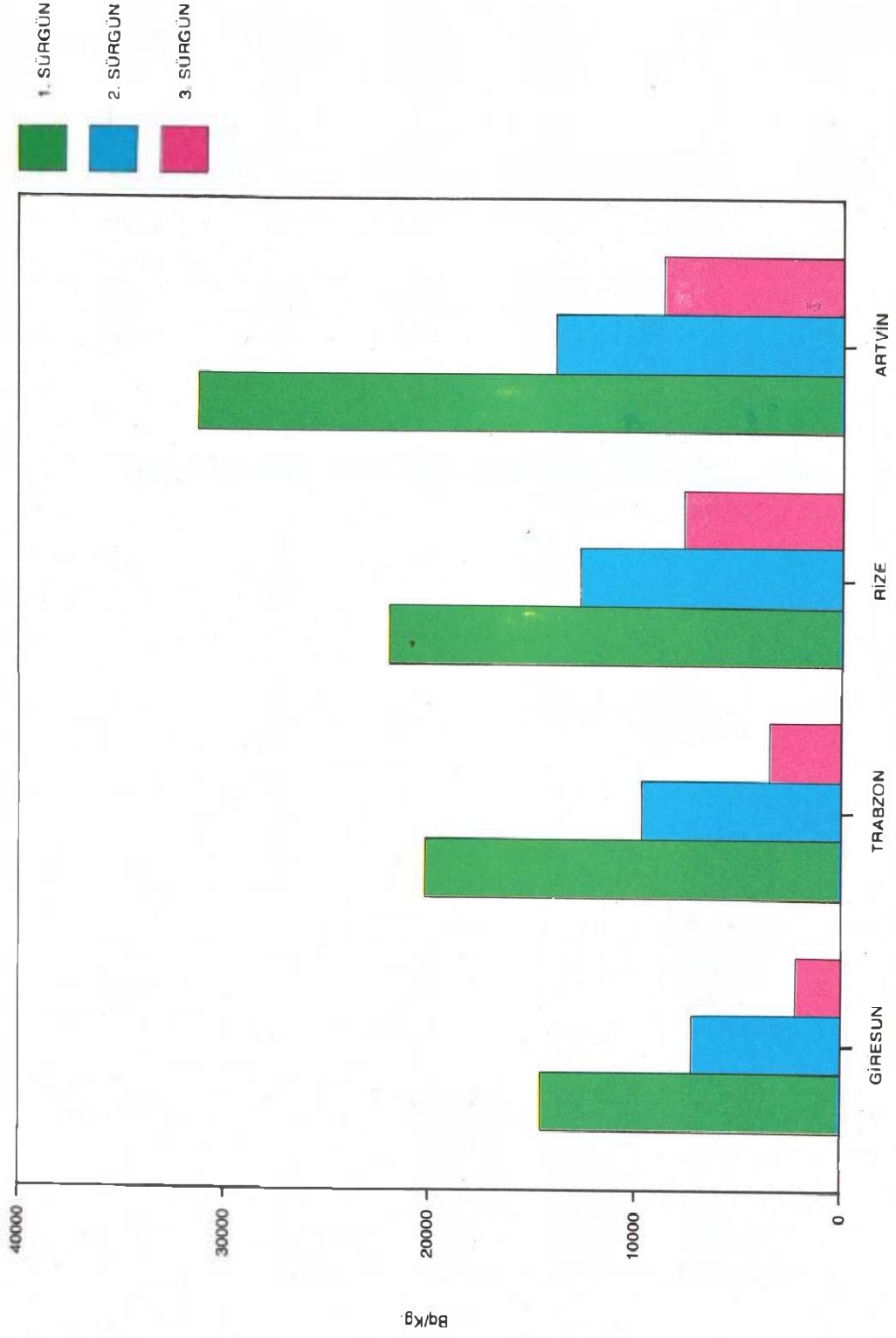
Şekil 36 • Balık Aktiviteleri (Ekim, 86)



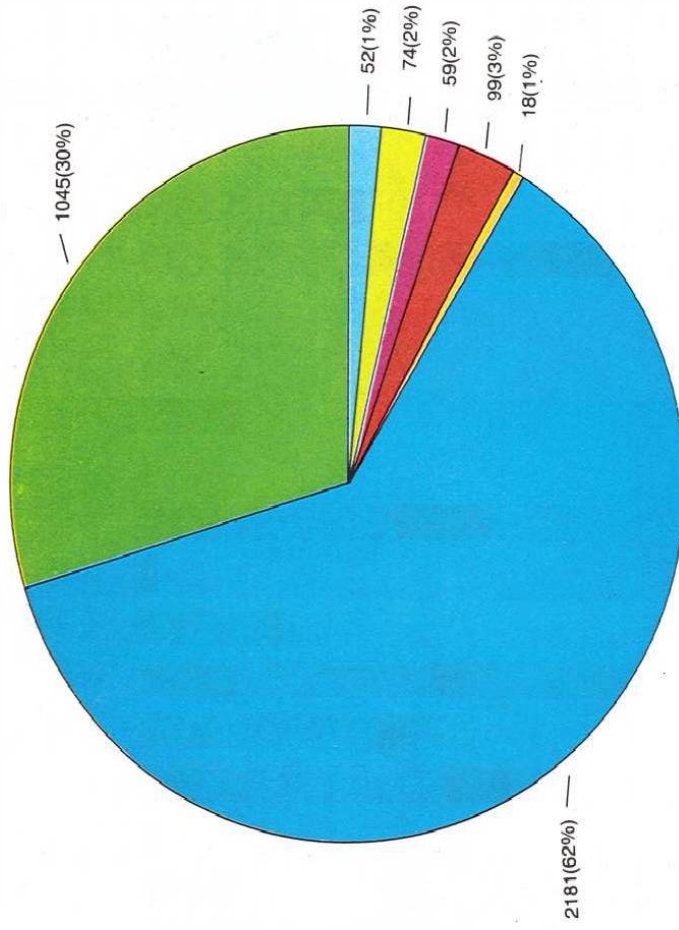
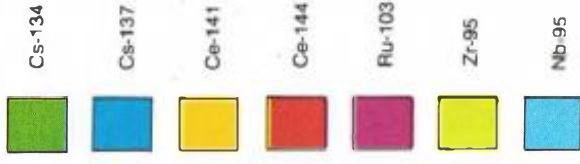
Şekil 37 • Balık Aktiviteleri (Aralık, 86)



Şekil 38 • Midye Aktiviteleri (1986)

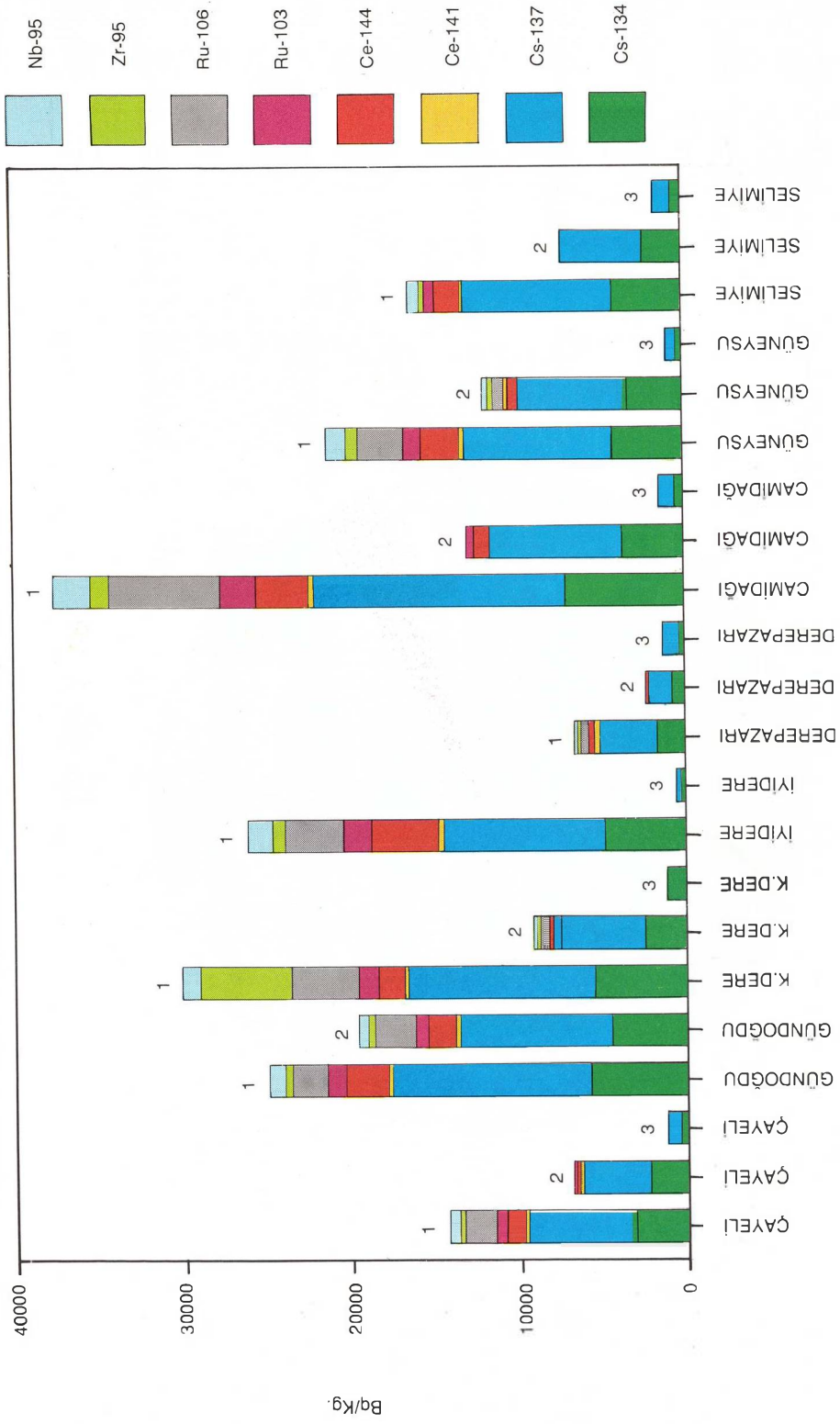


Şekil 39 • Çay Aktiviteleri Bölgesel Dağılımı (86 yılı ortalaması)

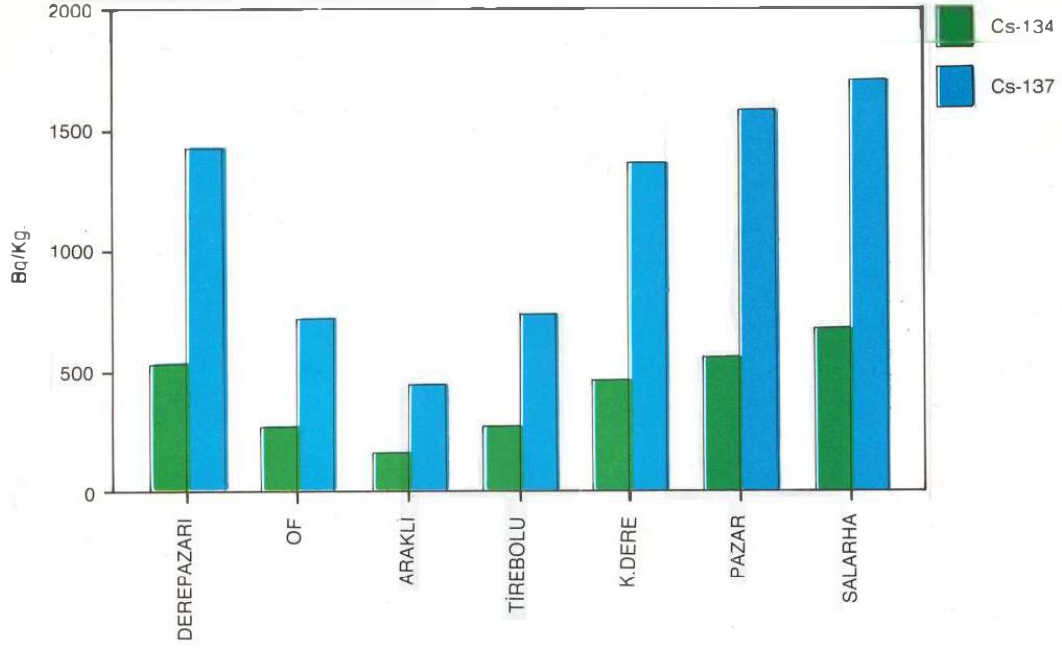


Bq/kg

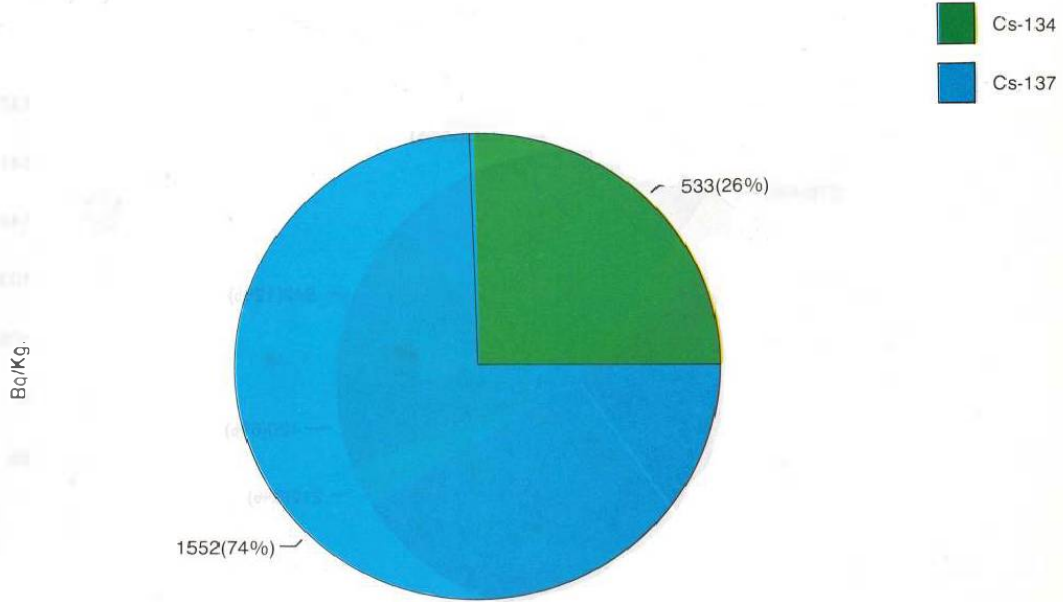
Şekil 40 • Sürgün Çaylarda Radyonuklid Dağılımı (Giresun - Tirebolu, 86)



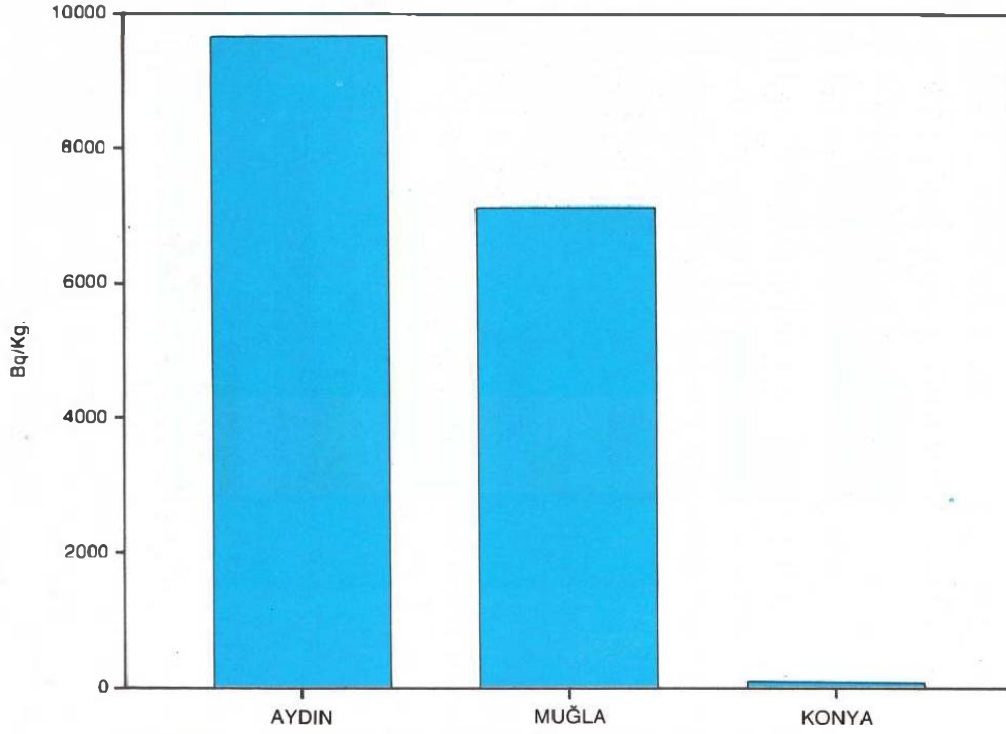
Şekil 41 • 1986 Rize Çaylarında Radyonüklid Dağılımı (1.2.3. Sürgün)



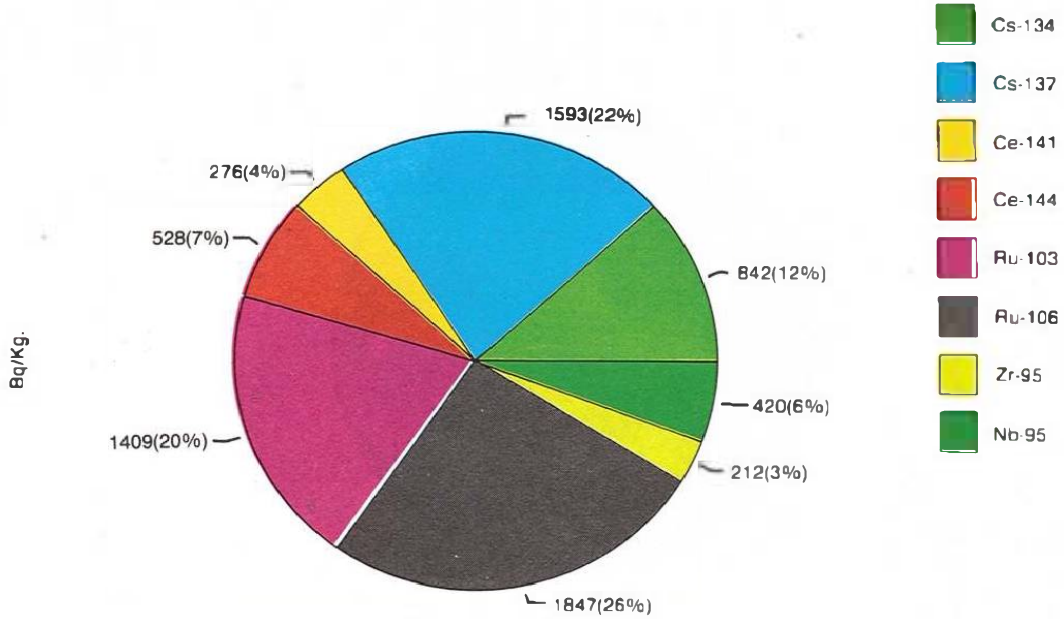
Şekil 42 • 1987 Yılı Yörelere Göre Ortalama Çay Aktiviteleri



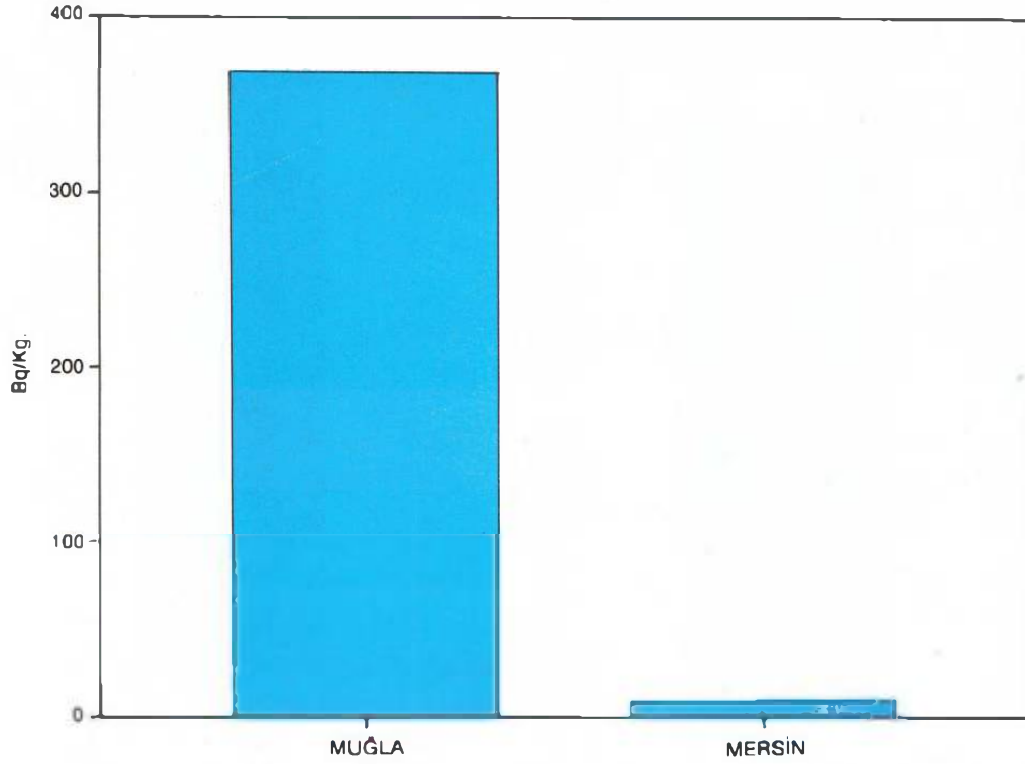
Şekil 43 • Çay Ürününe Radyonuklid Dağılımı (Rize - Derepaazarı, 87)



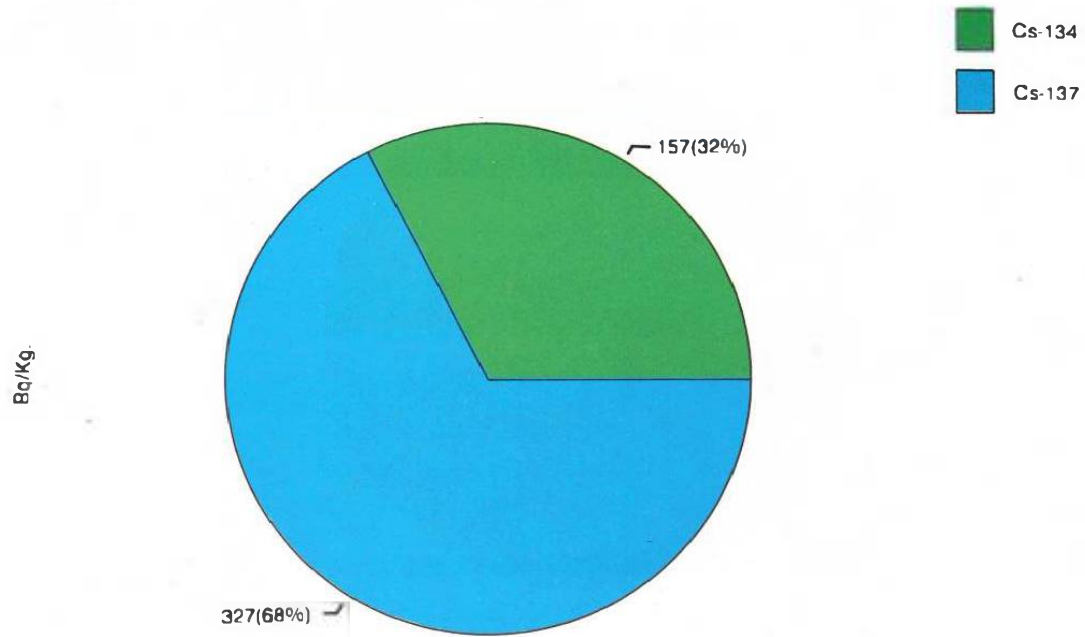
Şekil 44 • 1986 Yılı Adayaçi Ürününde Toplam Radyoaktivite Değeri



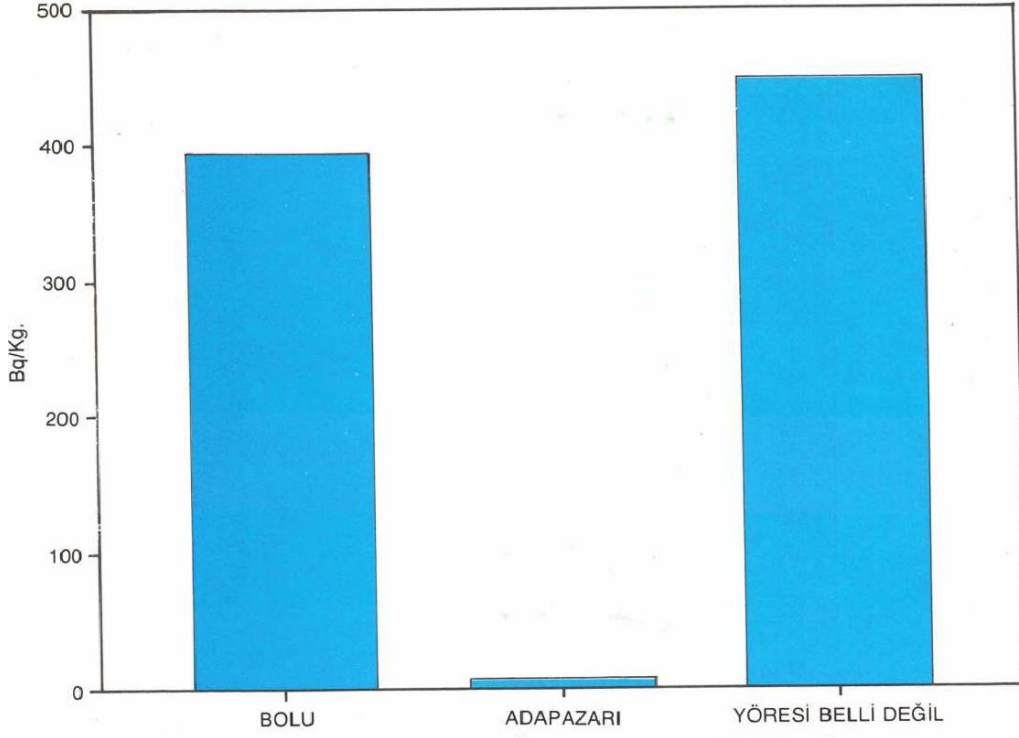
Şekil 45 • Adayaçi Ürününde Radyonuklid Dağılımı (Muğla, 86)



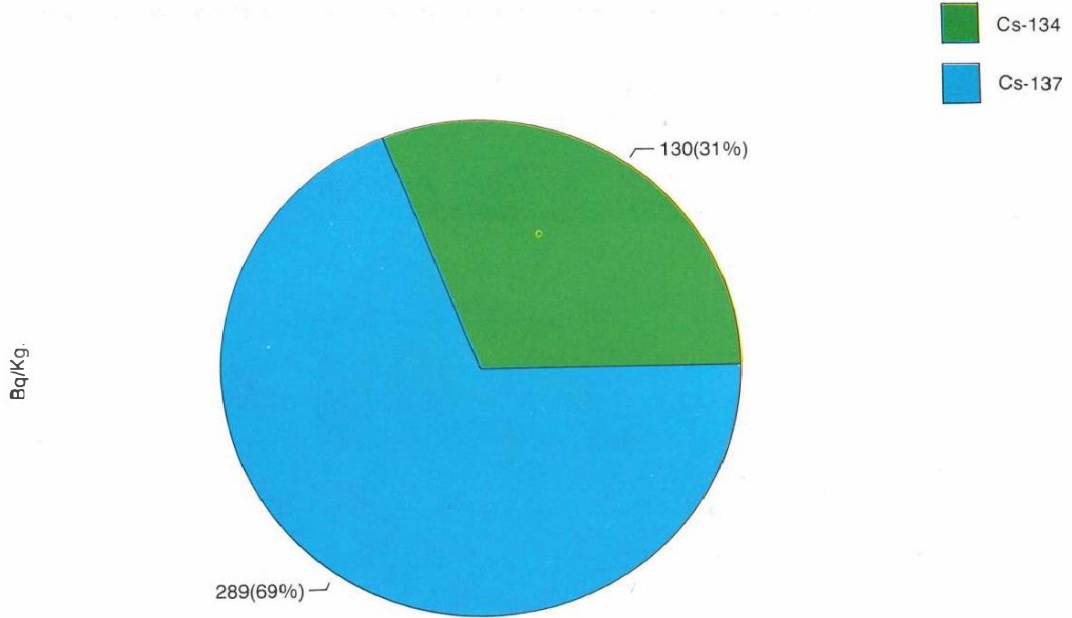
Şekil 46 • Adaçayı Ürünündeki toplam Radyoaktivite Değerleri (1986)



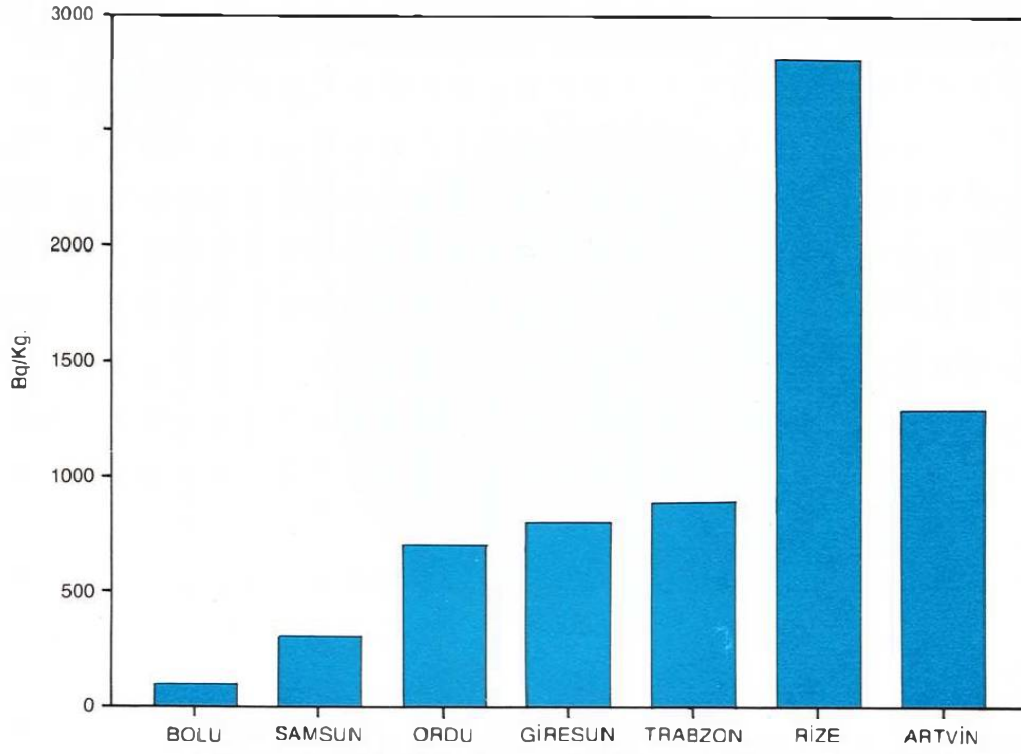
Şekil 47 • Adaçayı Ürününde Radyonuklid Dağılımı (1987)



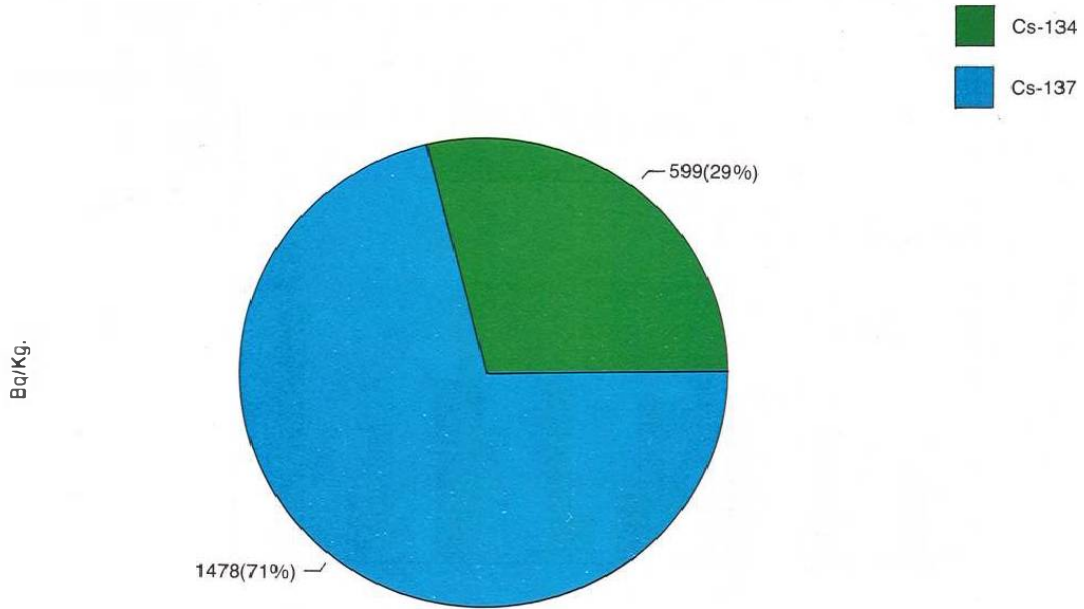
Şekil 48 • 1986 Ürünü Ihlamur Aktivitesi



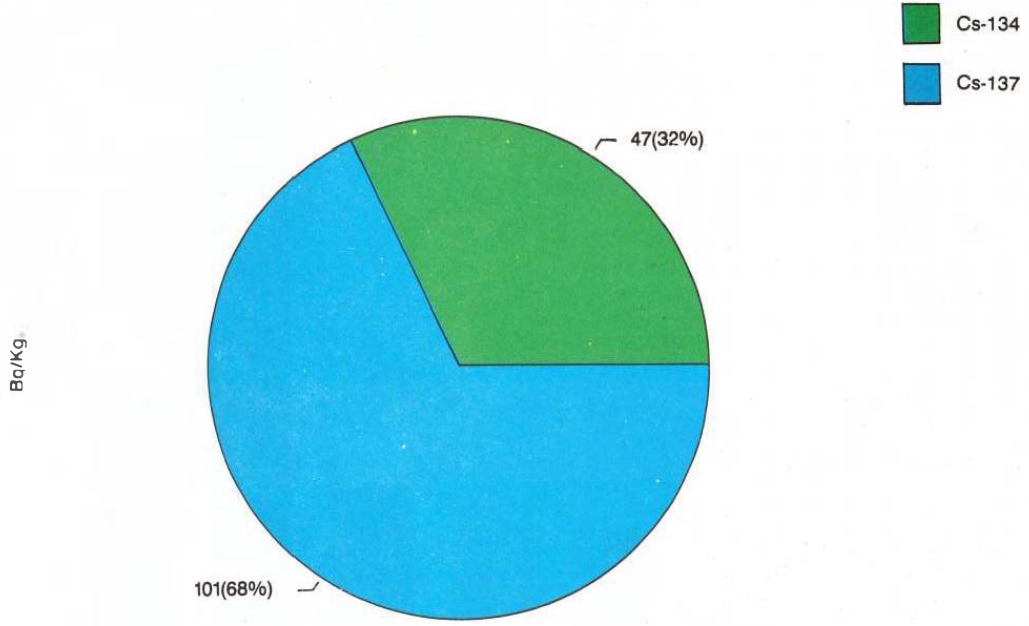
Şekil 49 • Ihlamurda Radyonuklid Dağılımı (Bolu, 86)



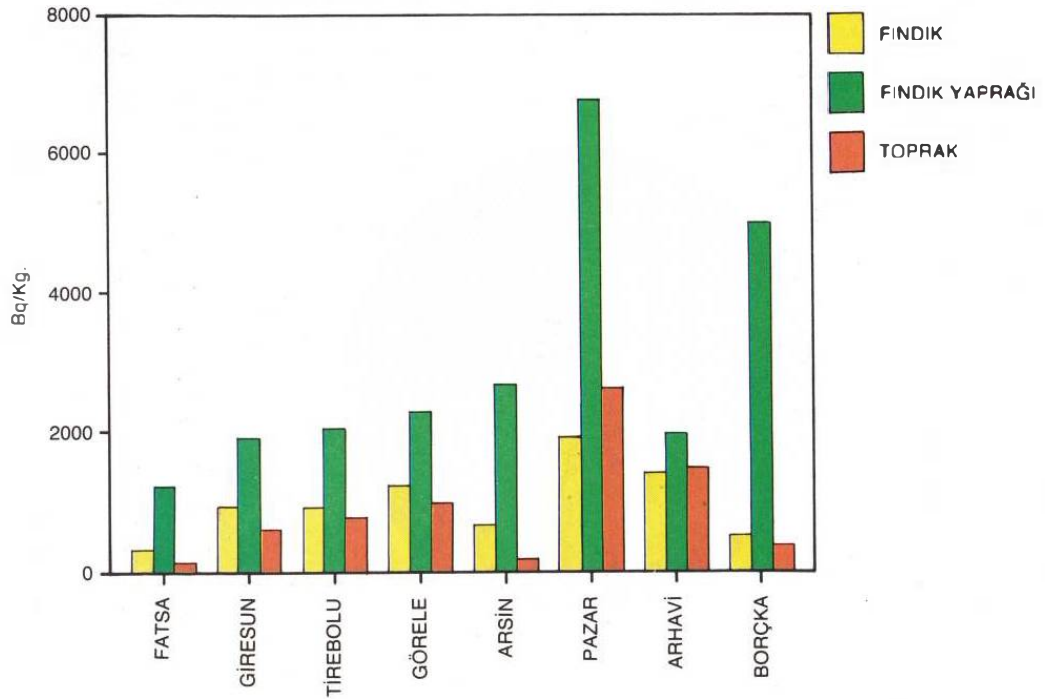
Şekil 50 • 1986 Yılı Fındık Aktiviteleri (Bölgesel Dağılım)



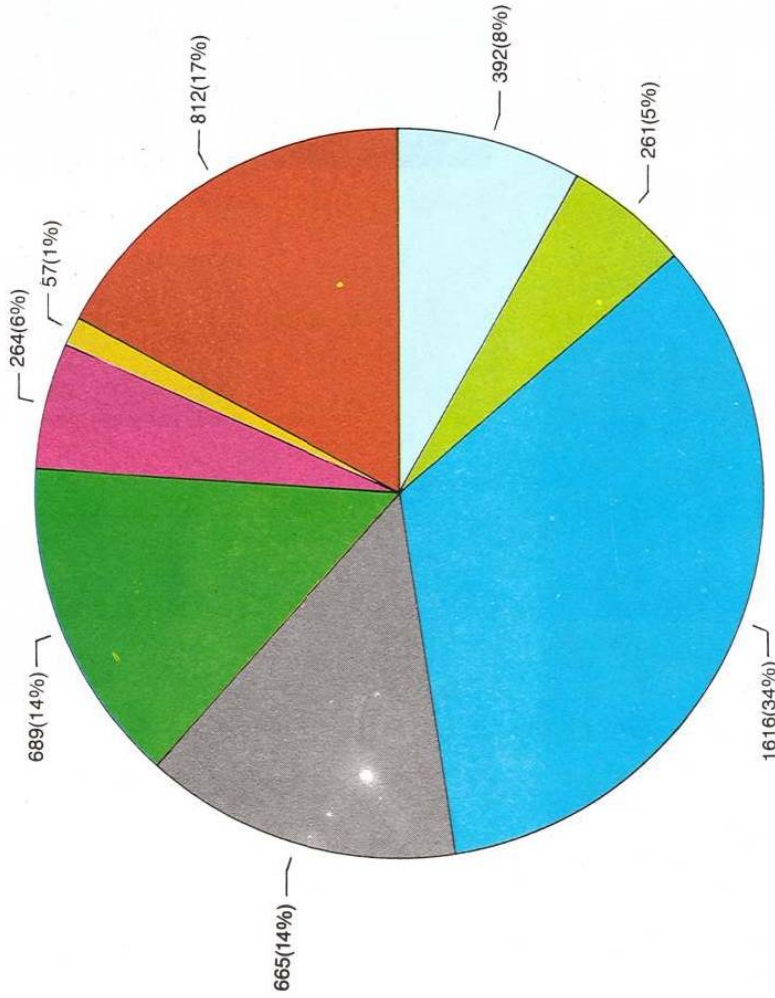
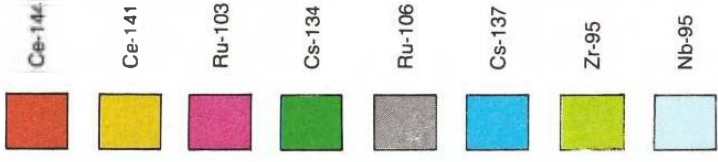
Şekil 51 • Fındık Ürününde Radyonüklid Dağılımı (Rize, 1986)



Şekil 52 • Fındık Ürününde Radyonüklid Dağılımı (Bolu, 86)

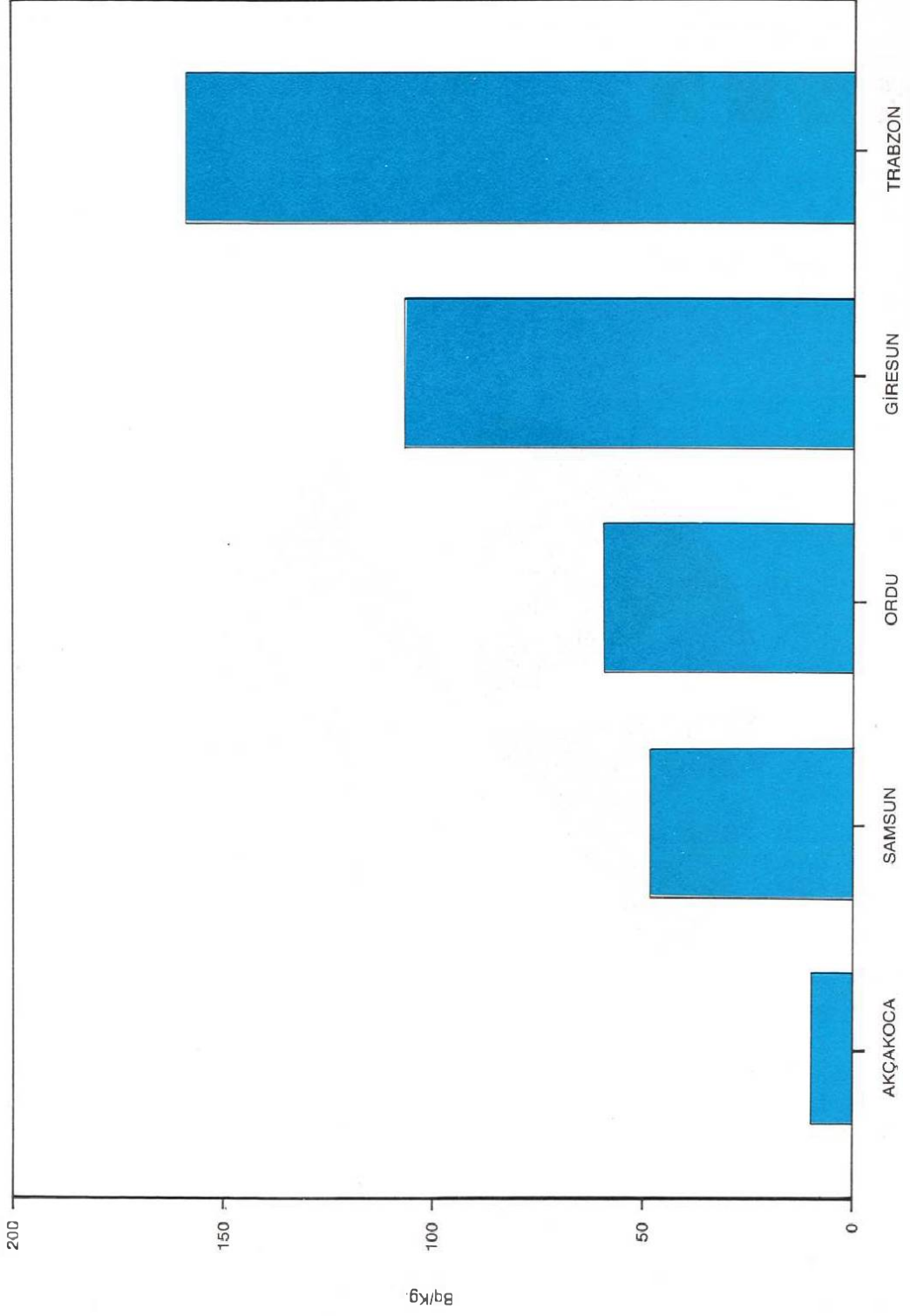


Şekil 53 • Fındık, Fındık Yaprığı, Toprak Aktiviteleri (Eylül-Ekim 86)

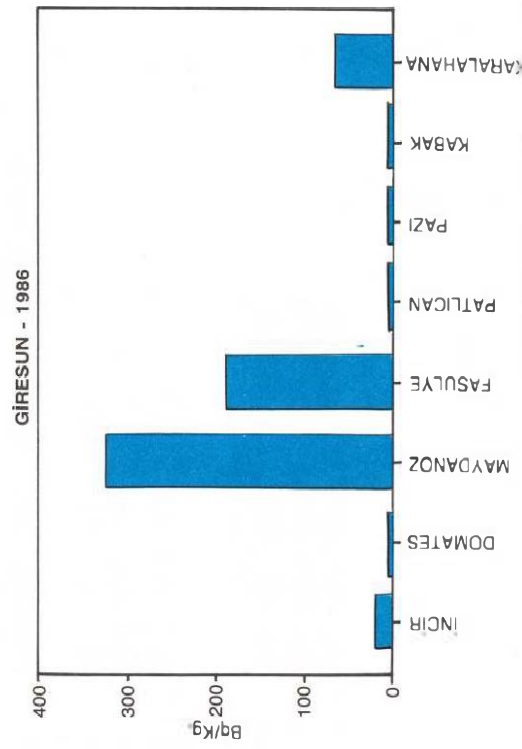
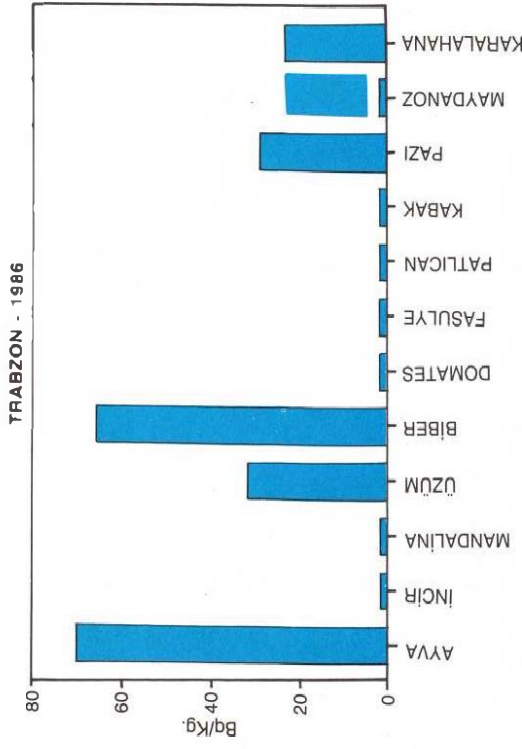
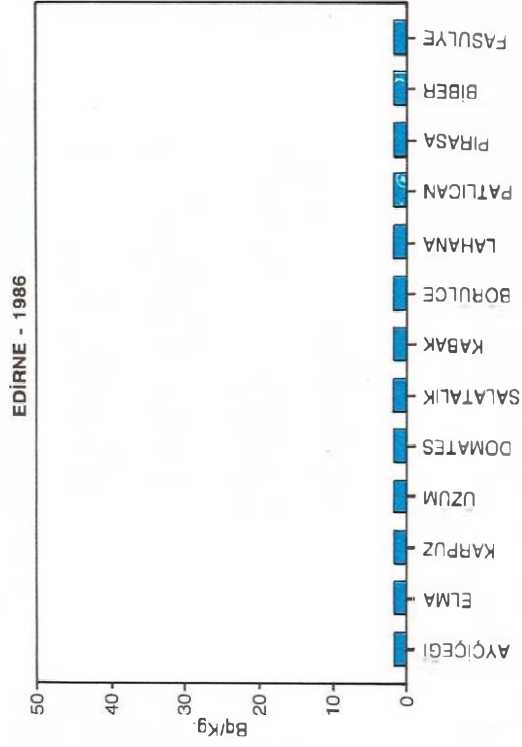
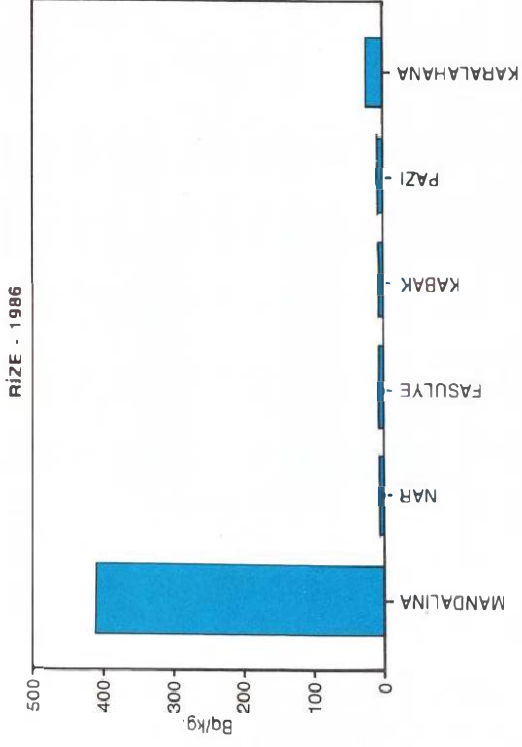


Bq/Kg

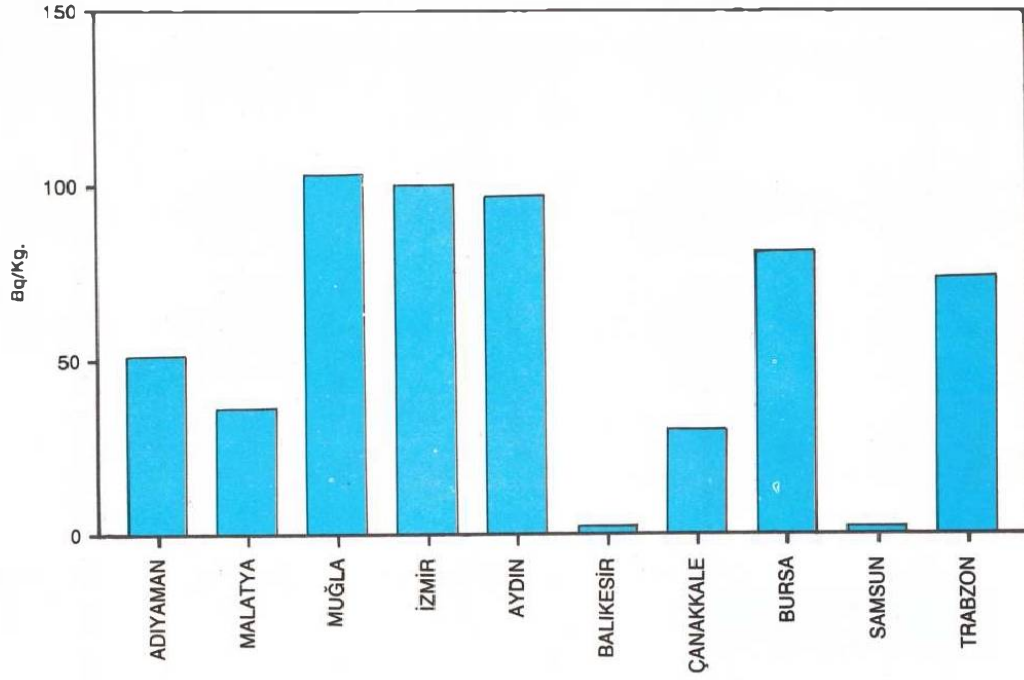
Şekil 54 • Fındık Yaprığında Radyonuklid Dağılımı (Görece, 86)



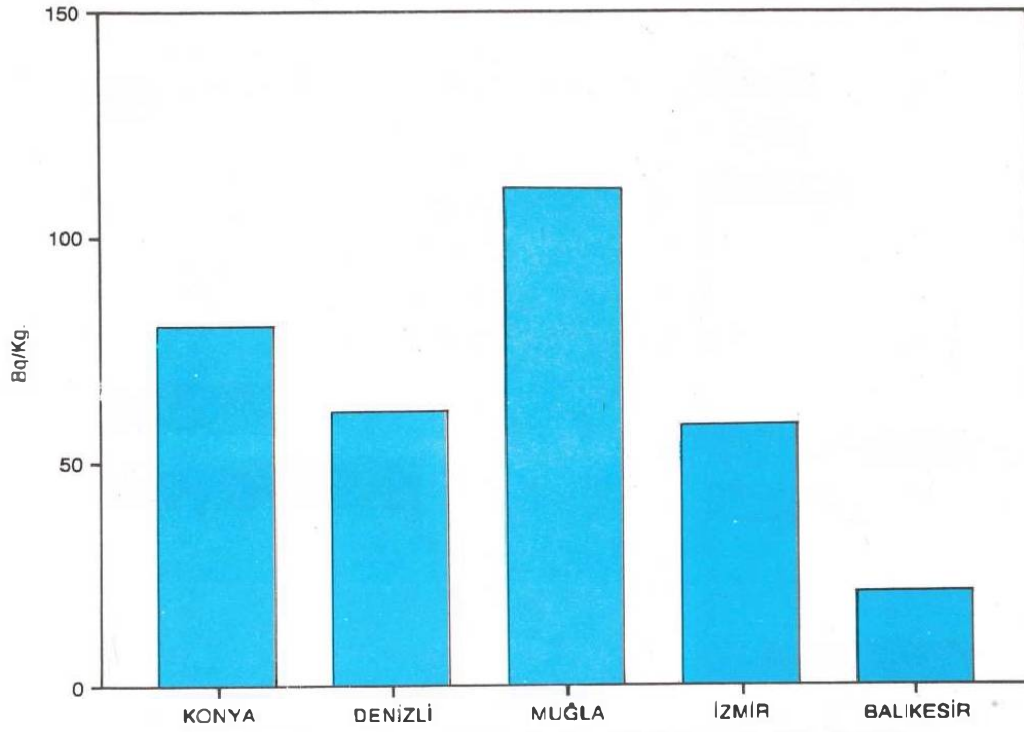
Şekil 55 • 1987 Yılı Fındık Ürünü Aktiviteleri



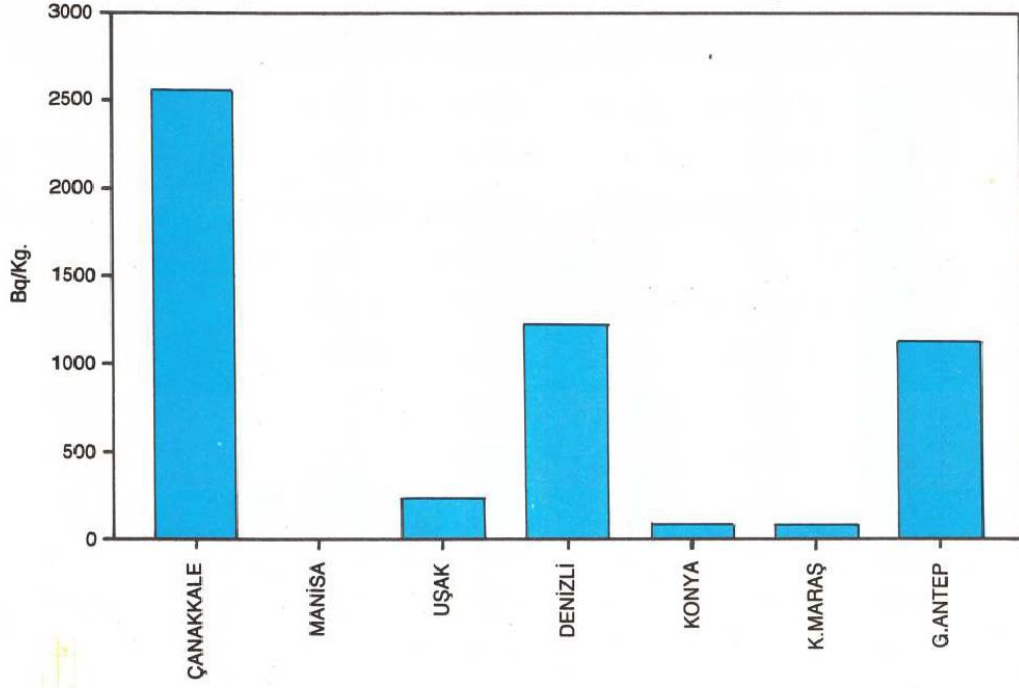
Şekil 56 • Çeşitli illere Göre Sebze Meyve Aktiviteleri



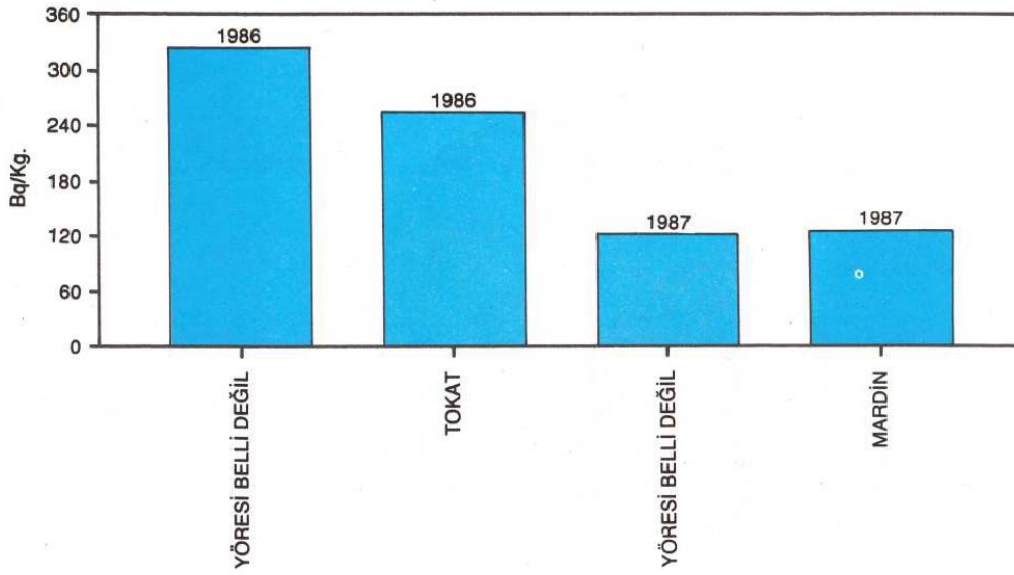
Şekil 57 • Tütün Aktiviteleri (Eylül, 86)



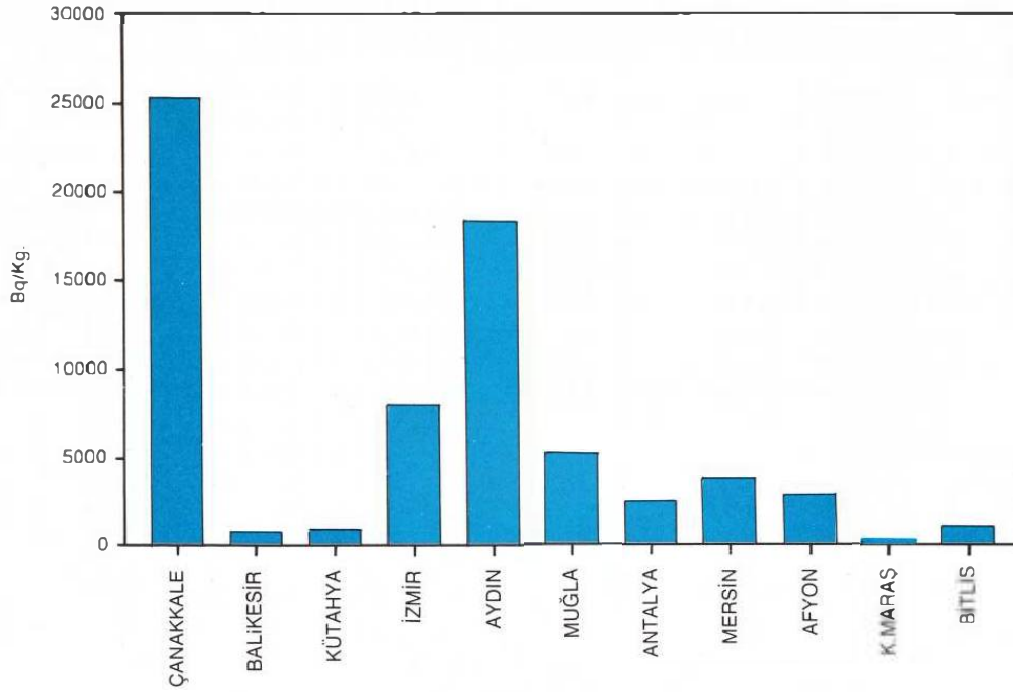
Şekil 58 • Anason Ürünü Aktiviteleri (Eylül, 1986)



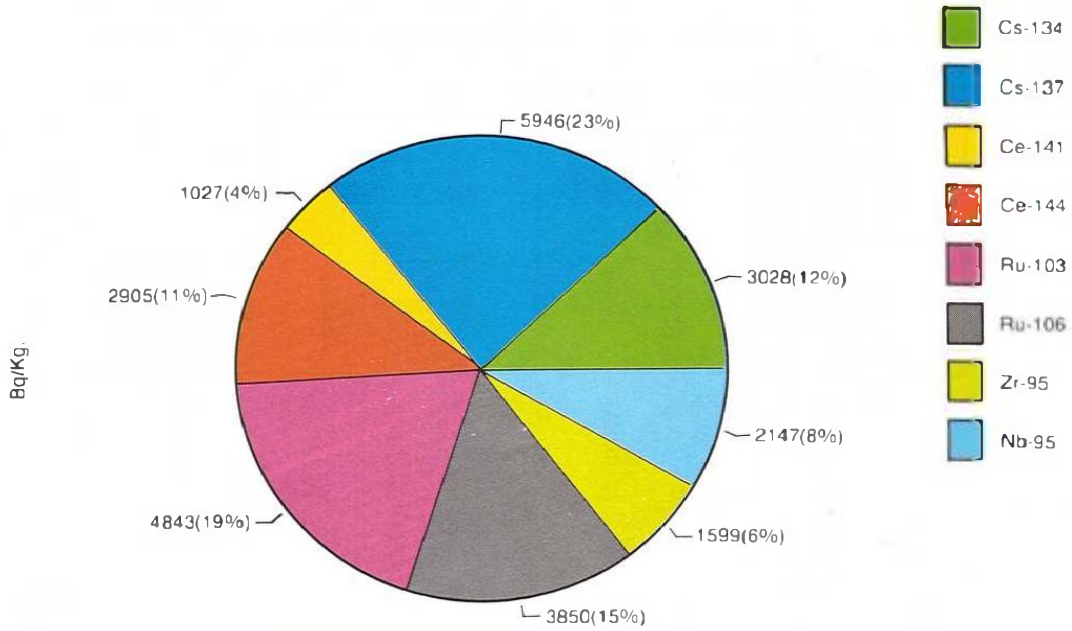
Şekil 59 • Sumak Ürününde Toplam Radyoaktivite Değerleri (1986)



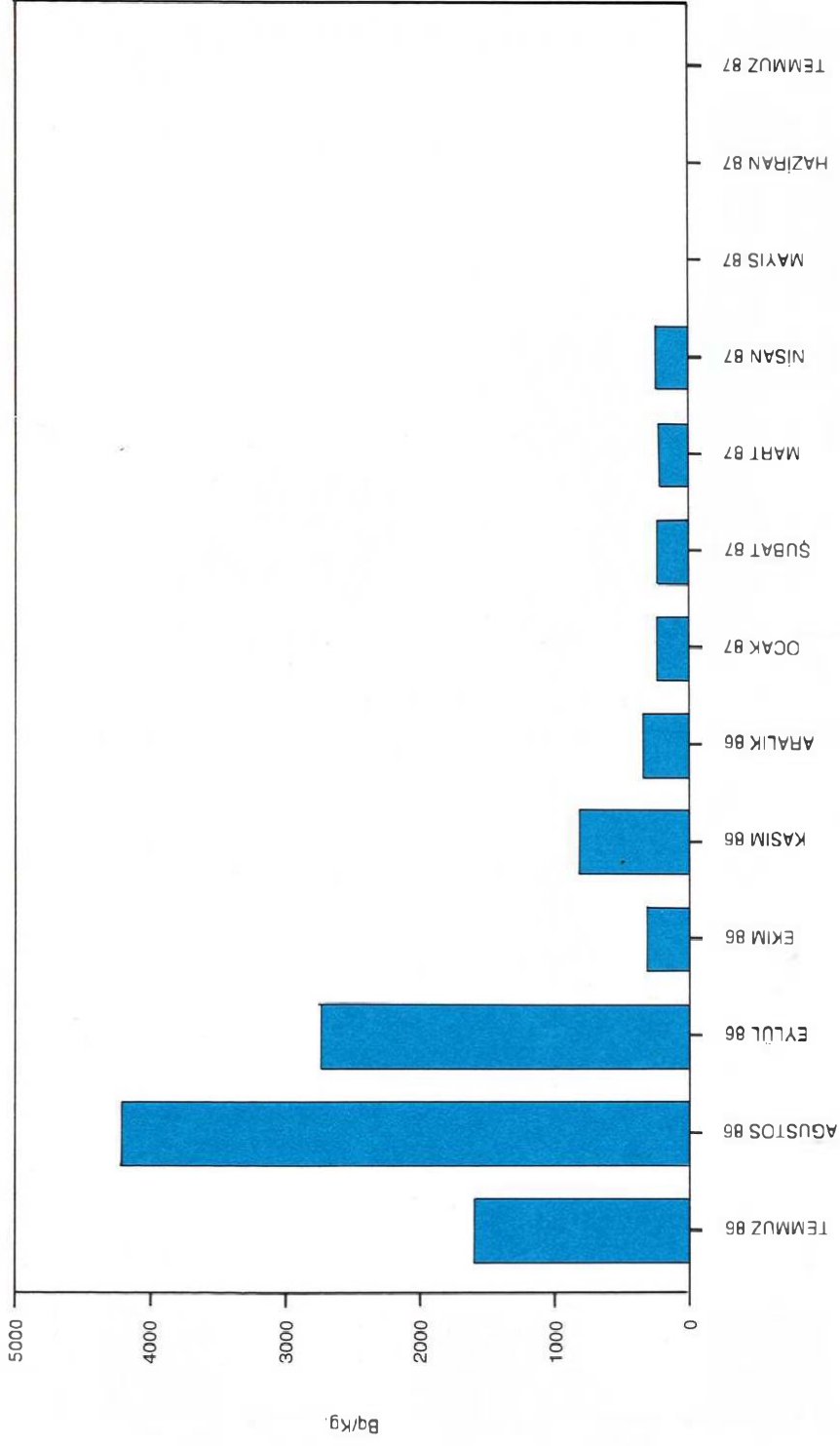
Şekil 60 • Mahleb Ürününde Toplam Radyoaktivite Değerleri (1986-1987)



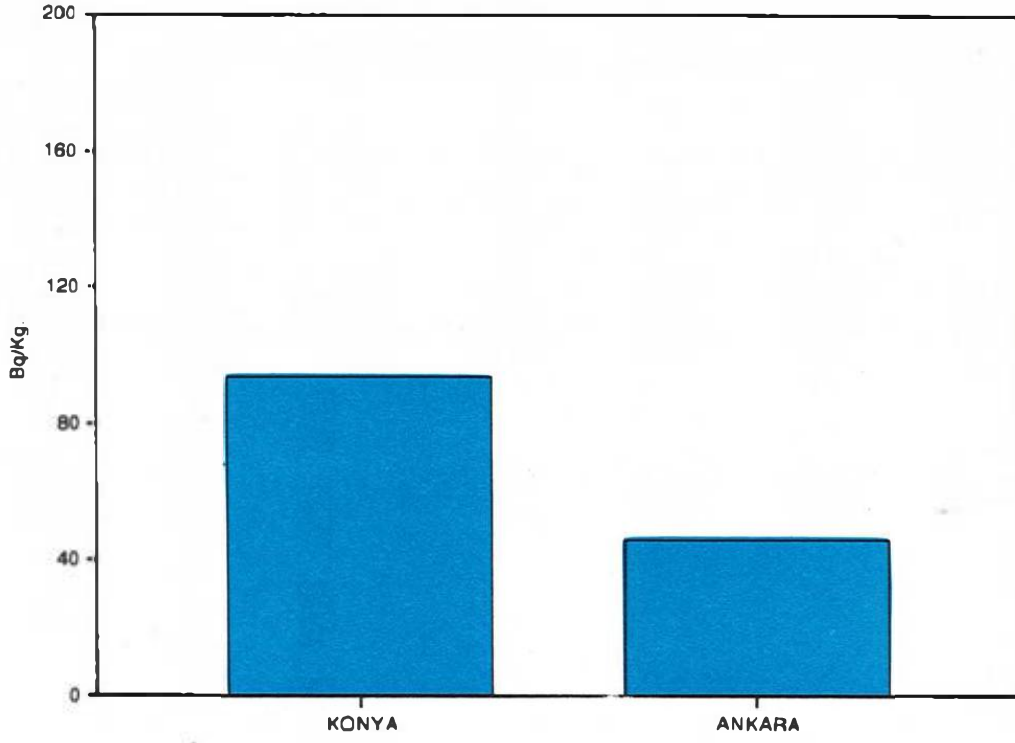
Şekil 61 • Kekik Ürününde Toplam Radyoaktivite Değerleri (1986)



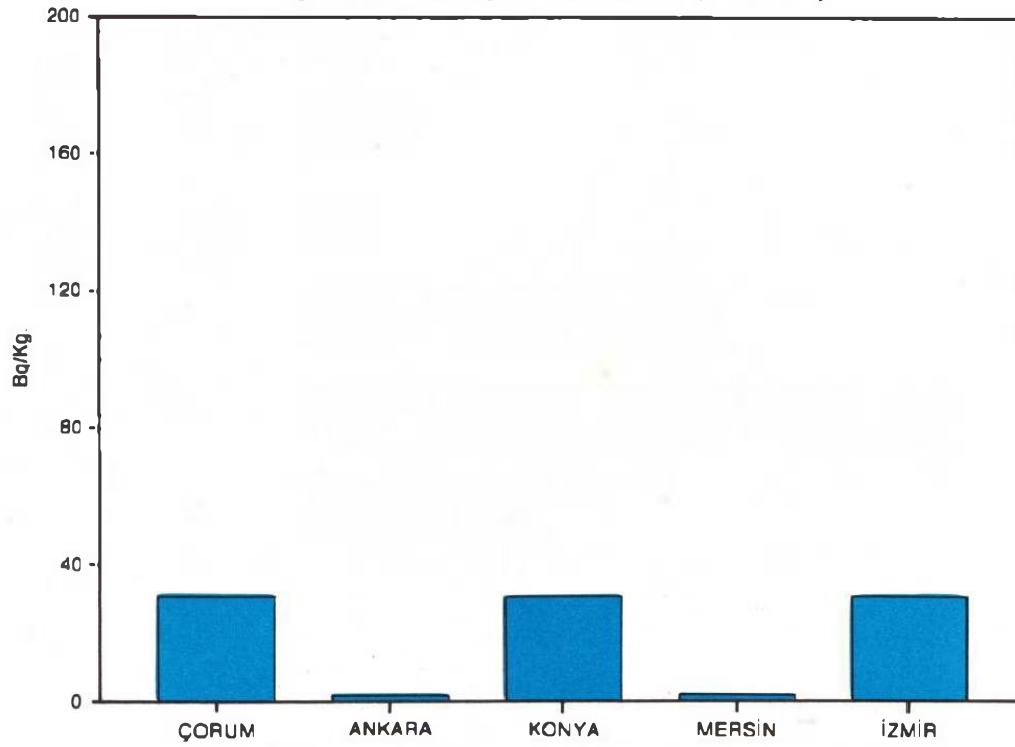
Şekil 62 • Kekik Ürününde Radyonuklid Dağılımı (Çanakkale, 1986)



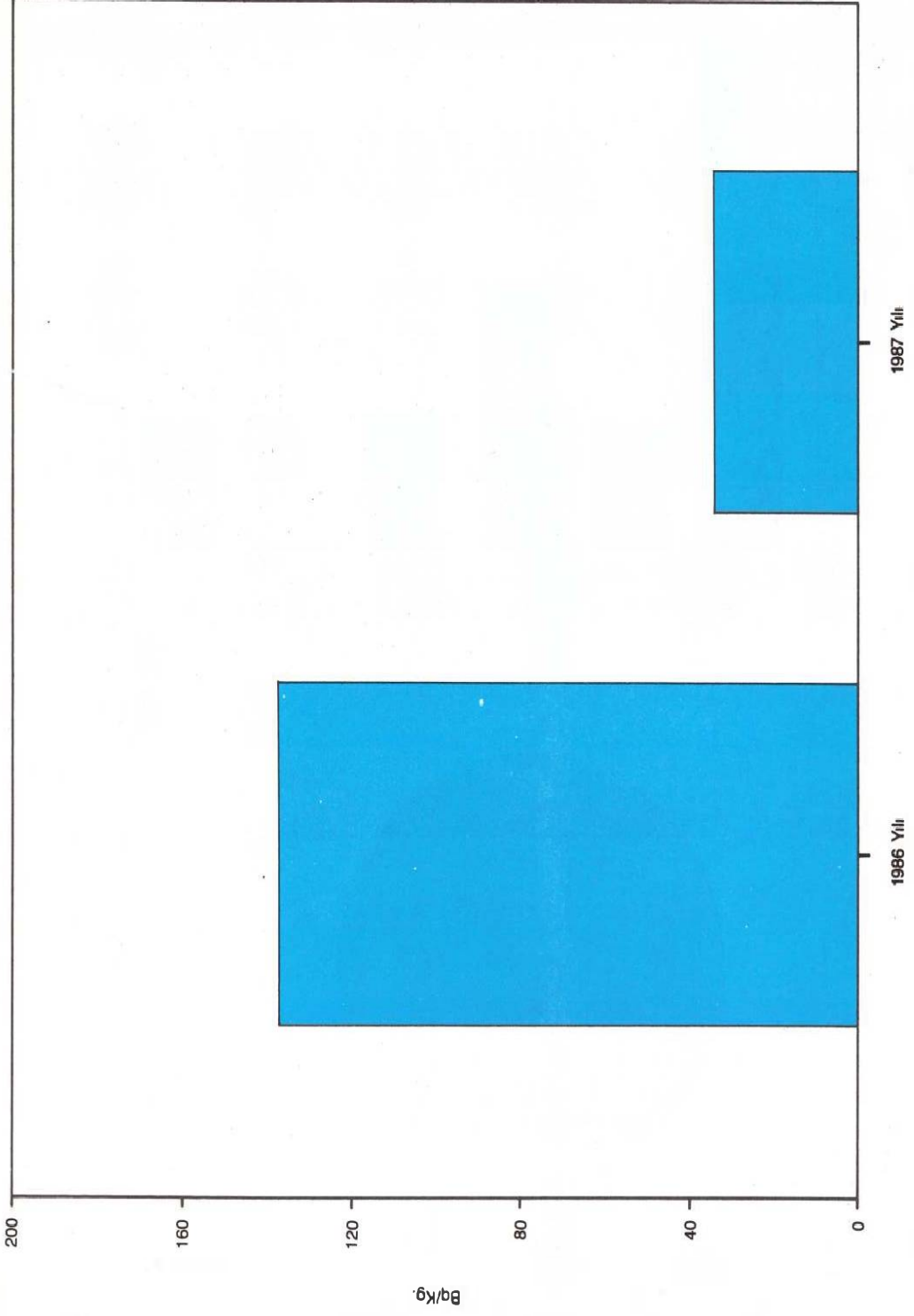
Şekil 63 • Defne Ürününde Toplam Aktivite Değerleri (1986-1987)



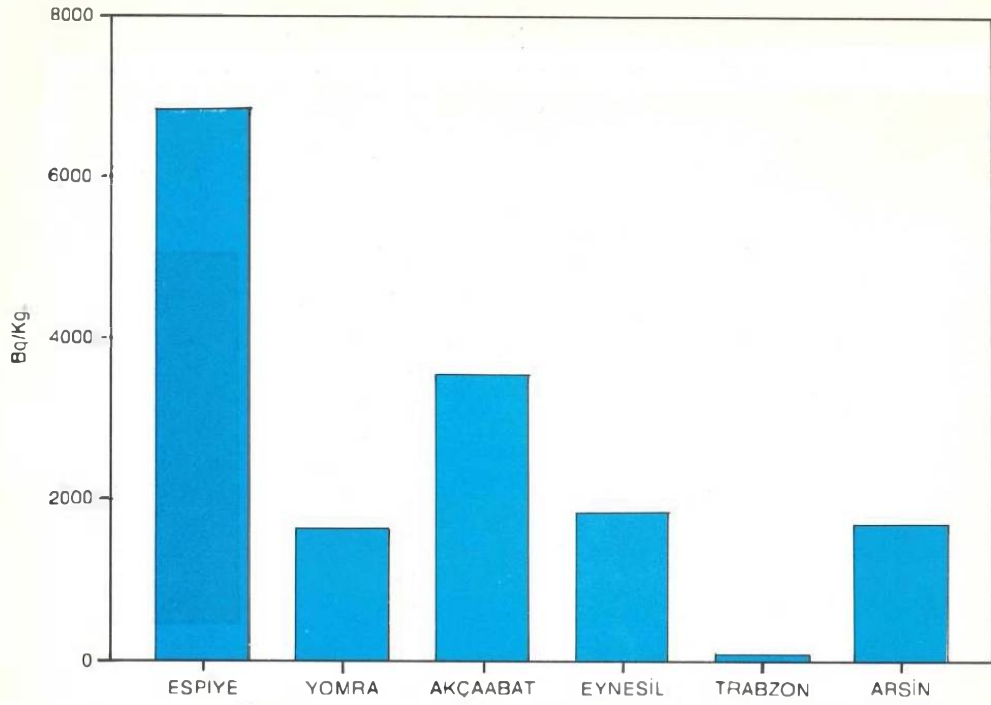
Şekil 64 • Kimyon Aktiviteleri (1986 Yılı)



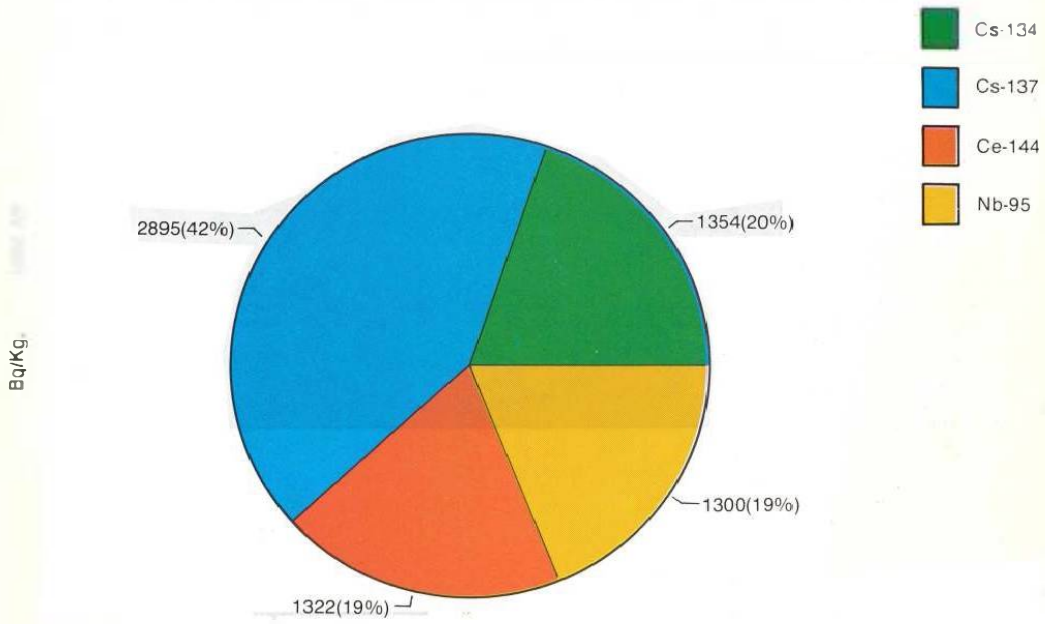
Şekil 65 • Kimyon Aktiviteleri (1987 Yılı)



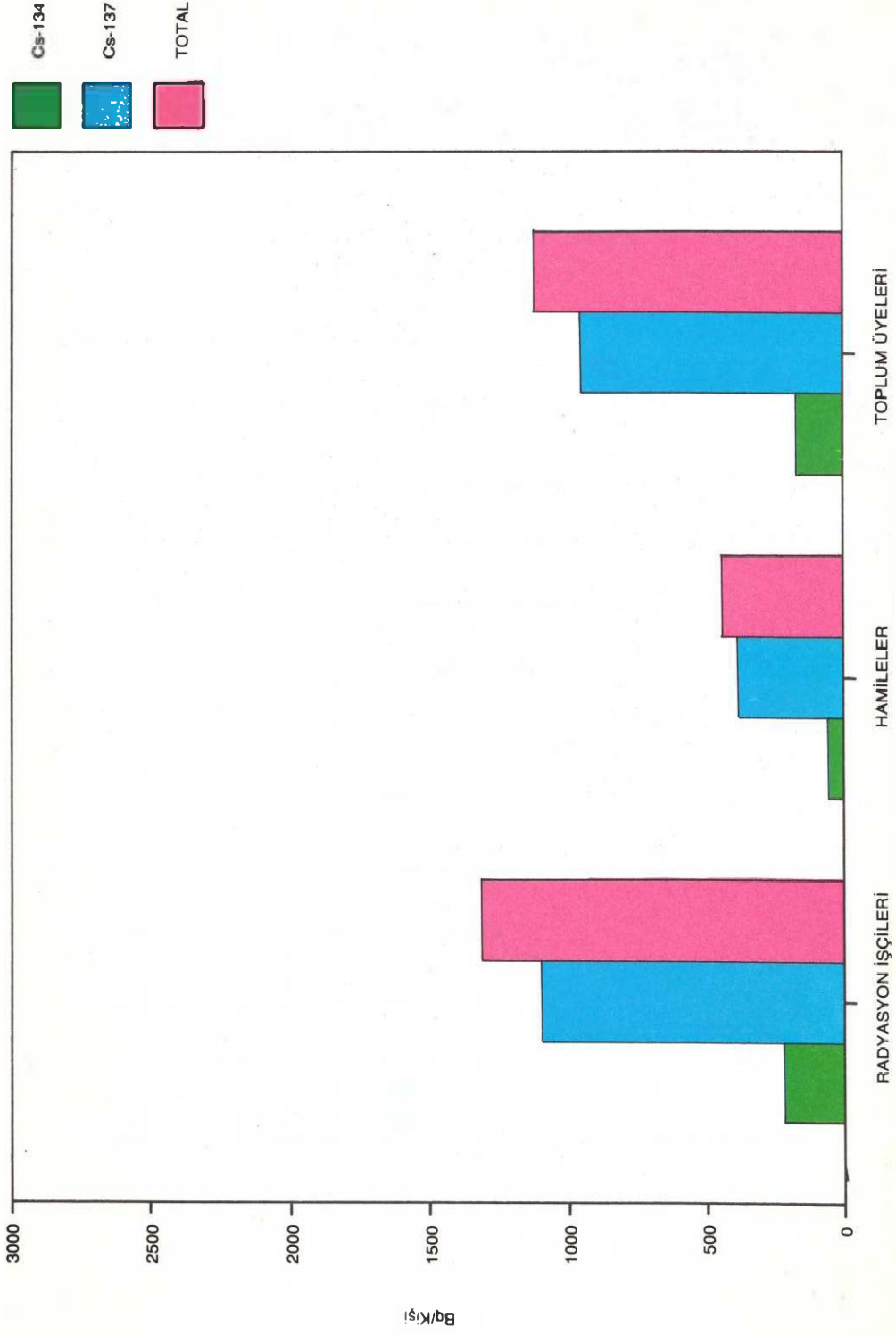
Şekil 66 • Nane Ürünüde Toplam Radyoaktivite Değerleri (1986-1987)



Şekil 67 • Doğu Karadeniz Bölgesi Ot Aktiviteleri (1986)



Şekil 68 • Espiye Otlarında Radyonuklid Dağılımı



Şekil 70 • Ortalama Vücut Yükü Aktiviteleri (Temmuz - Ağustos 1987)

1

ÇERNOBİL SERİSİ

26 Nisan 1986 günü Ukrayna'da, Kiev'e 130 km uzaklıkta yer alan Çernobil Nükleer Güç Santrali'nin dördüncü ünitesinde meydana gelen kaza, tarihin en büyük nükleer kazasıdır. Kazadan en çok etkilenenler eski Sovyetler Birliği'nde yaşayan insanlar olmuştur. Tüm kuzey yarım kürenin etkilendiği kaza nedeniyle, insanlar çeşitli düzeylerde radyasyon dozuna maruz kalmıştır.

Ülkemiz bu kazadan bir çok Avrupa ülkesi gibi belirli bir düzeyde 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.

TAEK tarafından halkın bilgilendirilmesi amacıyla hazırlanan, kazadan sonraki ilk yıl içinde yapılan çalışmaları içeren rapor 1988 yılında yayınlanmıştır.

"Çernobil Serisi"nin birinci cildinde bu rapor yer almaktadır.

Takım no: ISBN 975-8898-19-1

ISBN 975-8898-20-5