Kazdağları/Edremit Ormanlık Alanlarında ^{137}Cs Kaynaklı Gama Doz Hızı Tahmini

Rukiye Çakır [1] ve Özlem Karadeniz [2]

[1] Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Medikal Fizik Anabilim Dalı, İzmir;
e-mail: rukiye.cakir@ogr.deu.edu.tr
[2] Department of Physics, Faculty of Sciences, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, İzmir;
e-mail: ozlem.karadeniz@deu.edu.tr,

İÇERİK

- **Giriş**
- **Çalışmanın amacı**
- **Materyal Metot**
  - *Örnekleme Yöntemi*
  - *Örnek Hazırlama*
  - *Standart Hazırlama*
  - *Gama Spektroskopik Analiz*
- **Deneysel Bulgular**
  - Cs-137 Aktivite Konsantrasyonu
  - Cs-137 Aktivite Depozisyonu
  - Radyosezyum Kaynaklı Karasal Gama Doz Hızı
- **Sonuçlar ve Öneriler**

Giriş

İnsan kaynaklı yapay radyoaktivite, global çevreye 1945 yılı ve sonrasındaki 20 yıl boyunca yapılan nükleer silah testleri ile girmiştir. Kuzey yarım kürede ciddi bir radyoaktif kontaminasyona neden olan Çernobil nükleer kazasının yanısıra nükleer materyallerin üretimi, nükleer güç reaktörleri, nükleer yakıt çevrim tesisleri, nükleer atık geri kazanım tesisleri ve nükleer atıklar çevresel radyoaktiviteyi artırmıştır.

Çevresel Radyoaktivite

Tablo 1. Dünya genelinde doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından maruz kalınan ortalama radyasyon doz eşdeğerleri

Işınlanma Kaynağı	Yıllık Etkin Doz Eşdeğeri (mSv)		
	Ortalama	Değişim Aralığı	Toplam
Kozmik Radyasyon			
•Foton Bileşeni	0,28		
•Nötron Bileşeni	0,10		
•Radyojenik İzotoplar	0,01	0,3-1,0 [a]	0,39
Yeryüzü Kaynaklı Dış Işınlanma			
•Bina İçi	0,07		
•Bina Dışı	0,41	0,3-0,6 [b]	0,48
Solunum Yolu ile Işınlanma			
•Uranyum ve Toryum serileri	0,006		
•Radon (Rn -222)	1,15		
•Toron (Rn-220)	0,10	0,2-1,0 [c]	1,25
Beslenme Yolu ile Işınlanma			
•K-40	0,17		
•Uranyum ve Toryum serileri	0,12	0,2-0,8 [d]	0,29
Yapay Radyonüklitler ile Işınlanma			
•Tıbbi	0,30		
•Endüstriyel Atıklar	0,001		
•Radyoaktif Serpinti	0,007		
•Mesleki	0,002		
•Tüketici Ürünleri	0,0005		0,31
Genel Toplam	**2,7**	**1-10**	

UNSCEAR, 2000;TAEK

Radyosezyum

^{137}Cs'nin fiziksel yarı ömrü 30 yıl ve bütün vücut yarı ömrü 70 gün kadardır. ^{134}Cs'ün ise fiziksel yarı ömrü 2 yıl olmasına karşın biyolojik ve bütün vücut yarı ömürleri 40 gün kadardır. ^{137}Cs döküntü halinde bol miktarda bulunması, yüksek mobilitesi ve potasyuma benzer olarak bitkiler için besin kaynağı olmasından dolayı çevresel ve radyolojik olarak önemli bir radyonüklittir

Orman Ekosistemleri'nde Radyosezyum'un Önemi

Orman ekosistemleri gibi doğal ekosistemler bir kaç önemli özellik bakımından tarımsal ekosistemlerden farklıdır. Bunlardan en önemlisi, tarımsal ekosistemlerde toprakların periyodik olarak sürülmesi ve gübrelenmesidir.

Orman topraklarının uzun dönemler boyunca insan aktivitelerinden uzak kalması, ormanları radyoekoloji araştırmaları için uygun ekosistemler haline getirmiştir.

Çalışmanın Amacı

- Edremit/Kazdağları Ormanlık alanlarında yüzey topraklarının ^{137}Cs aktivite konsantrasyonlarının saptanması,
- ^{137}Cs kaynaklı karasal gama doz hızlarının tahmin edilmesi,
- Radyonüklit ve doz dağılım haritalarının oluşturulması ve
- Bulguların radyolojik açıdan değerlendirilmesidir.

Materyal Metot

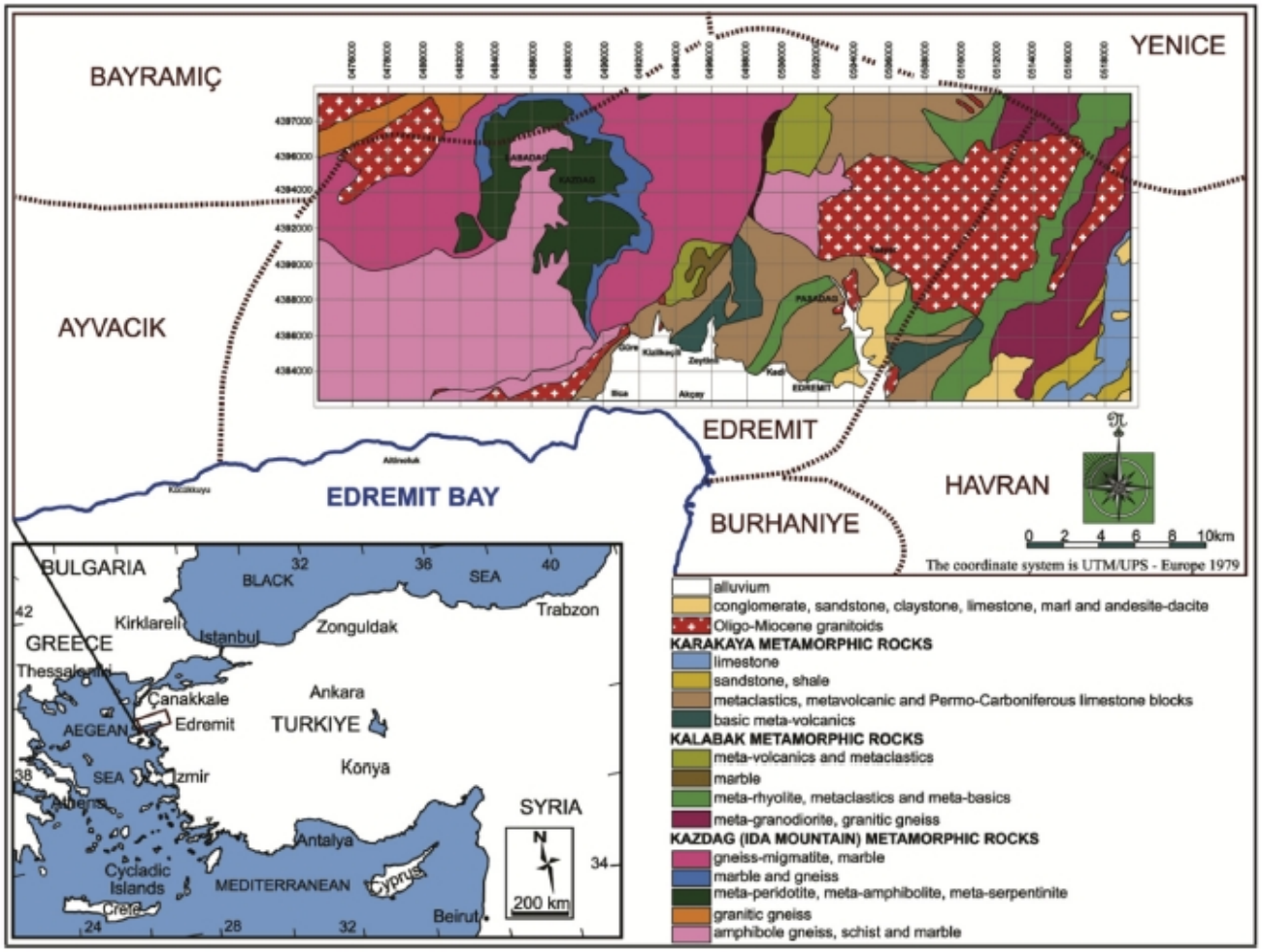
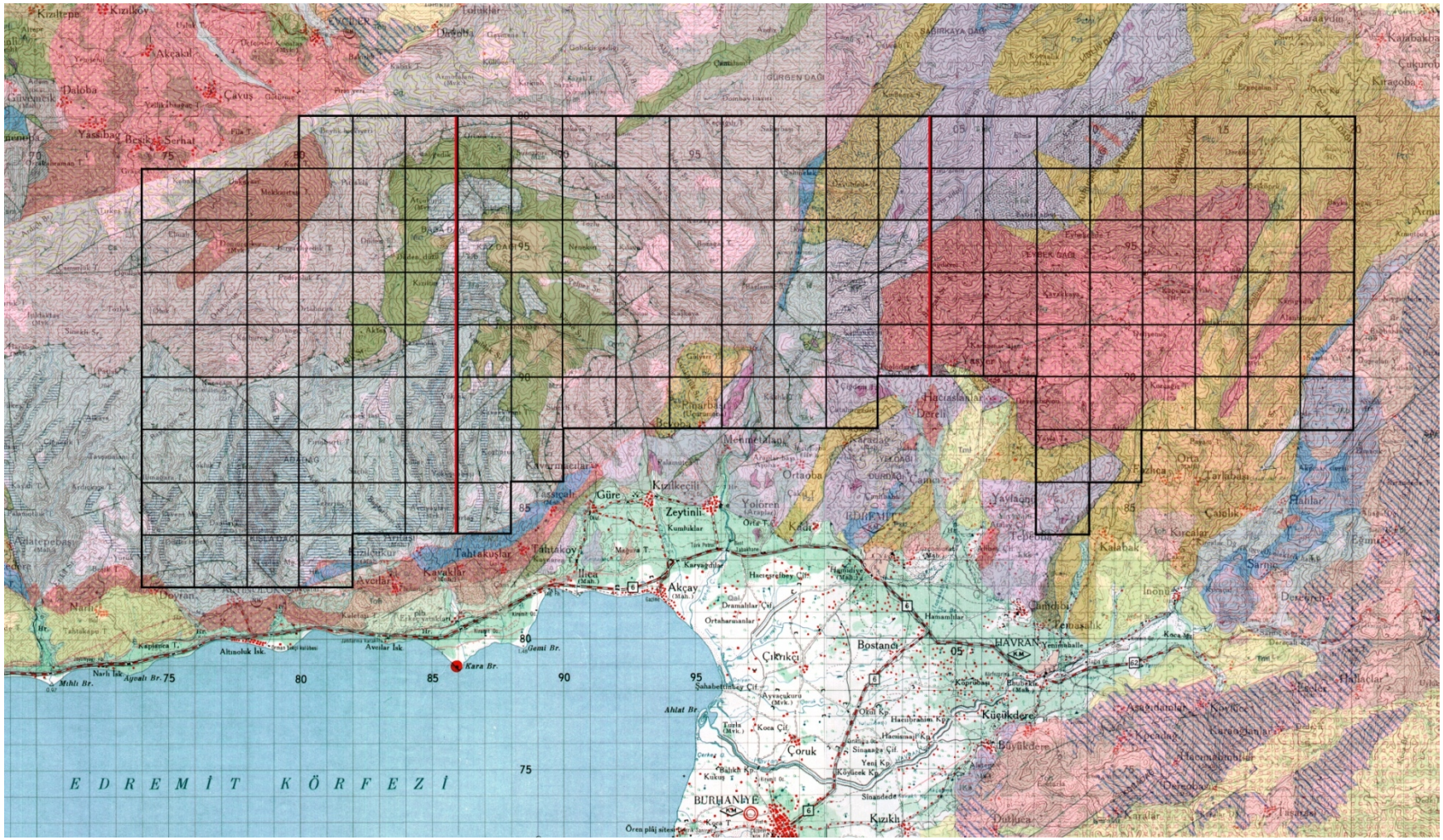


Fig. 1. Location of the study area in Ezine. The geological rock units of Kazdagi (IDA Mountain) and it is surrounding area (the map is modified from Duru et al., 2007a, b).

Materyal Metot



Materyal Metot

Örnekleme Yöntemi

Örnekleme aşamasında, belirlenen ormanlık alanlarda 118 noktadan toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleme için, seçilen ormanlık alanlar içinde insan ve hayvan aktivitelerinin olmadığı, karayolundan nispeten uzakta bulunan noktalarda çalışılmıştır. Her bir örnekleme noktasında O_L, O_F+O_H ve *A* horizonlarından toprak örnekleri alınmıştır.

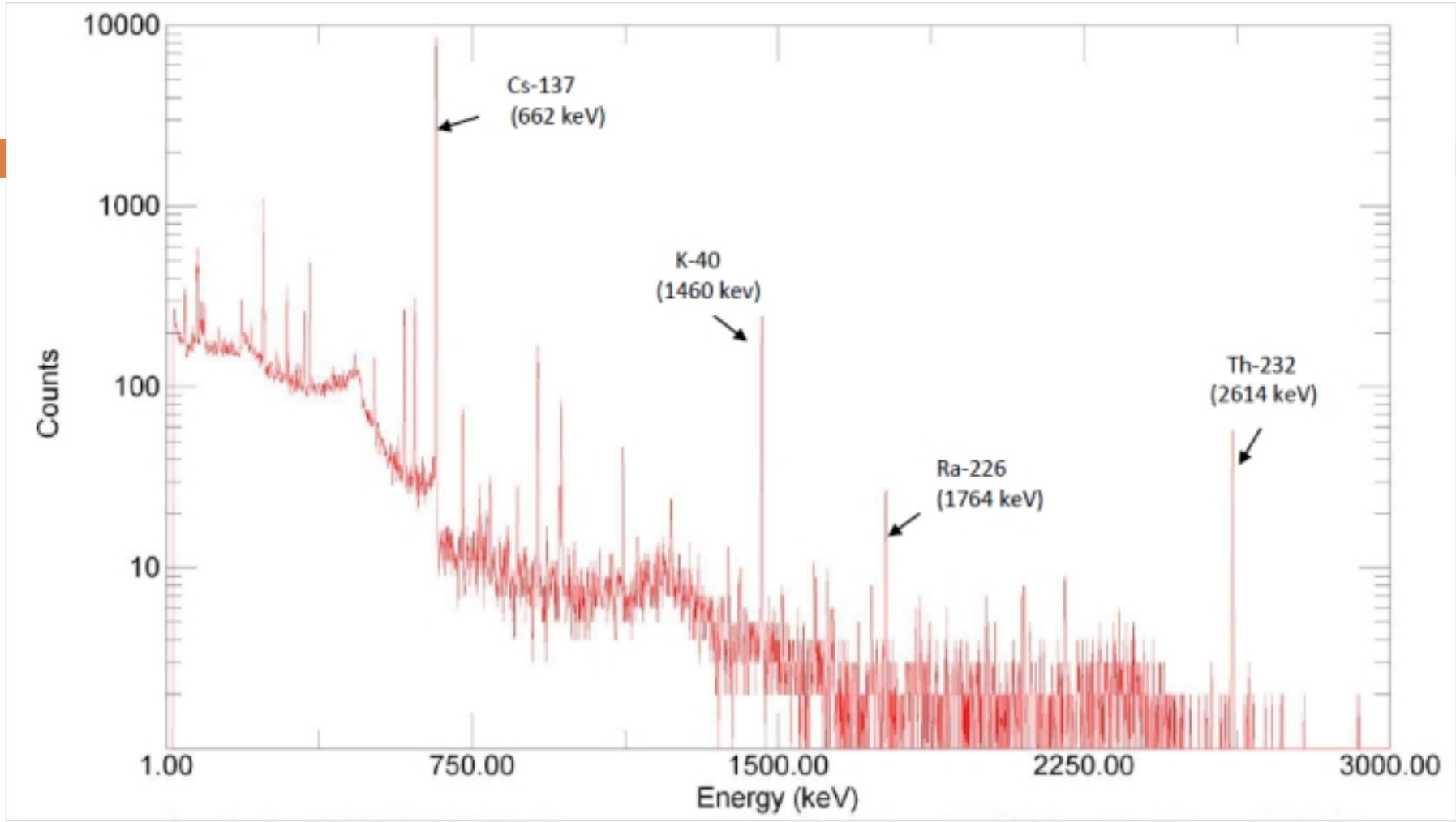
Örnek Hazırlama

Gama Spektroskopik Ölçümlerden önce, toprak örnekleri etüvde 70^{0}C'de kurutulmuştur

Toprak örneklerinin içlerindeki büyük taş parçaları elle ayıklanmış, 2 mm' lik elekten geçirilmiş, yaş ve kuru ağırlıkları kaydedilmiş ve 1 Litre' lik Marinelli Beaker kaplara yerleştirilmiştir

Çalışmada Kullanılan Gama Spektrometre Sistemi

Toprak örneklerindeki ^{137}Cs aktivite konsantrasyonu yüksek rezülasyona sahip HPGe gama ışını spektrometre sistemiyle ölçülmüştür.



Toprak örneğinin 10000 s süre ile alınan gama spektrumu

İstatistiksel Analiz

Harita konturlamalarının tüm istatistiksel analizleri SURFER 9 programıyla gerçekleştirilmiştir.

Orman alanlarından alınan toprak örneklerinde derinliğe bağlı aktivite konsantrasyon dağılımları SİGMO PLOT 10.0 programı kullanılarak grafiklendirilmiştir.

Toprakların Cs-137 Aktivite İçerikleri

^{137}Cs' den Kaynaklanan Karasal Gama Doz Hızı

Doz tahminlerinde en önemli parametre uygun doz dönüşüm katsayılarıdır. Birim kütle veya birim alan başına farklı derinlik dağılımlarından (homojen, eksponansiyel, gausyen) yola çıkarak doz oranları için doz dönüşüm katsayıları farklı araştırmalarda hesaplanmıştır.

Bu çalışmada farklı yazarlar tarafından kullanılmış 0.03 nGy h-1/Bq kg-1 doz dönüşüm katsayısı kullanılarak karasal gama doz hızı tahmin edilmiştir.

^{137}Cs' den Kaynaklanan Karasal Gama Doz Hızı

Tablo 3. Cs-137 fotonlarının derinliğe bağlı yüzeysel dağılım için doz dönüşüm katsayıları

z (cm)	$dD/dt\left[(nGyh^{-1})/(Bq/cm^2)\right]$
0,00	29,79
0,25	21,11
0,50	17,76
0,75	15,71
1,00	14,12
1,25	13,04
1,50	12,12
1,75	11,34
2,00	10,64
2,50	9,43
3,00	8,41
3,50	7,59
4,00	6,90
4,50	6,36
5,00	5,85
6,00	5,00
7,00	4,29
8,00	3,66
9,00	3,18
10,00	2,72
12,00	2,10
14,00	1,59
16,00	1,22
18,00	0,90
20,00	0,706
22,00	0,536
24,00	0,413
26,00	0,321
28,00	0,243
30,00	0,193

Toprak profilinde homojen dağılım sergileyen doğal radyonüklitlerin aksine, ^{137}Cs radyonüklitinin derinlik ile genellikle eksponansiyel dağılım sergilediği belirtilmektedir.

Bu metodolojiye göre, topraklardaki ^{137}Cs dağılımının eksponansiyel dağılımdan saptığı durumlarda, toprağın farklı derinliklerine ait düzlem kaynaklar için verilen doz dönüşüm faktörleri kullanılmaktadır.

Topraktaki ^{137}Cs radyonüklitinin herhangi bir dağılımı için karasal gama doz hızı, Tablo 3 de verilen doz dönüşüm katsayıları ile z derinliğindeki A(z) spesifik aktivitesinin çarpımının basit nümerik integrasyonundan elde edilir. Bu integrasyon aşağıdaki denklemde verilmiştir.

$$D = \int_{\infty}^{0} C(z) dA_s$$

burada *D*; doz hızı, *C(z)*; doz dönüşüm katsayısı, dA_s; z derinliğindeki spesifik aktivitedir. İlgili tabloda *C(z)* doz dönüşüm katsayıları belirli noktalar için verildiğinden, herhangi bir z derinliğine ait katsayılar bulunurken interpolasyon algoritmalarının kullanılması tavsiye edilmektedir.

Aktivite konsantrasyonunun derinliğe bağlı dağılımı eksponansiyel olan örnekleme noktalarında doz oranı Likar ve ark. (1998) önerdiği metodolojiye göre;

$$D = C(z) \times \{A_0 . \exp(-\sigma z)\} \times \rho$$

ifadesi ile hesaplanır. Burada *D*; doz hızı (nG y^{-1}), *C(z)*; doz dönüşüm katsayısı (nG y^{-1})/(Bq cm^{-2}), *ρ*; kütle derinliği (kg m^{-2}), A_0; en üst toprak katmanının spesifik aktivitesi (Bq kg^{-1}), *z*; her bir horizonun orta noktasının yüzeye olan uzaklığıdır (cm)

Log-normal dağılım gösteren örnekleme noktalarının doz hesabı

$$D = C(z) \times A_0 \times \rho \times \exp\left\{-0{,}5 \times [\ln(z/z_0)]^2 / \sigma\right\}$$

burada *D*; doz hızı (nG y^{-1}), *C(z)*; doz dönüşüm katsayısı (nG y^{-1})/(Bq cm^{-2}), *ρ*; kütle derinliği (kg m^{-2}), A_0; en üst toprak katmanının spesifik aktivitesi (Bq kg^{-1}), *z*; her bir horizonun orta noktasının yüzeye olan uzaklığıdır (cm).

Gaussien dağılım gösteren örnekleme noktalarının doz hesabı

$$D = C(z) \times A_0 \times \exp[-(z - z_0)^2 / 2\sigma^2] \times \rho$$

burada *D*; doz hızı (nG y^{-1}), *C(z)*; doz dönüşüm katsayısı (nG y^{-1})/(Bq cm^{-2}), *ρ*; kütle derinliği (kg m^{-2}), A_0; en üst toprak katmanının spesifik aktivitesi (Bq kg^{-1}), *z*; her bir horizonun orta noktasının yüzeye olan uzaklığıdır (cm).

Journal of Environmental Radioactivity 146 (2015) 27–34

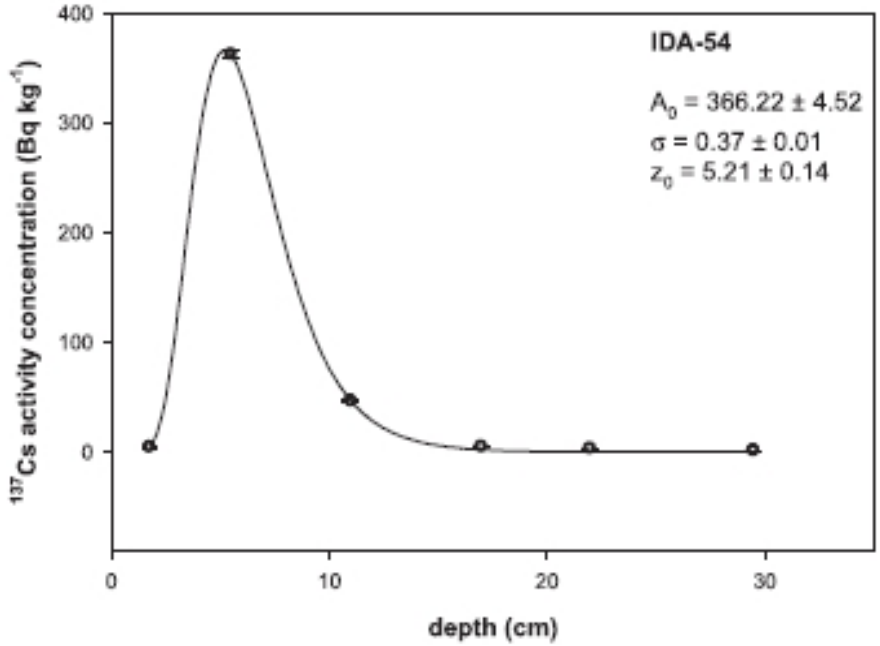
Contents lists available at ScienceDirect

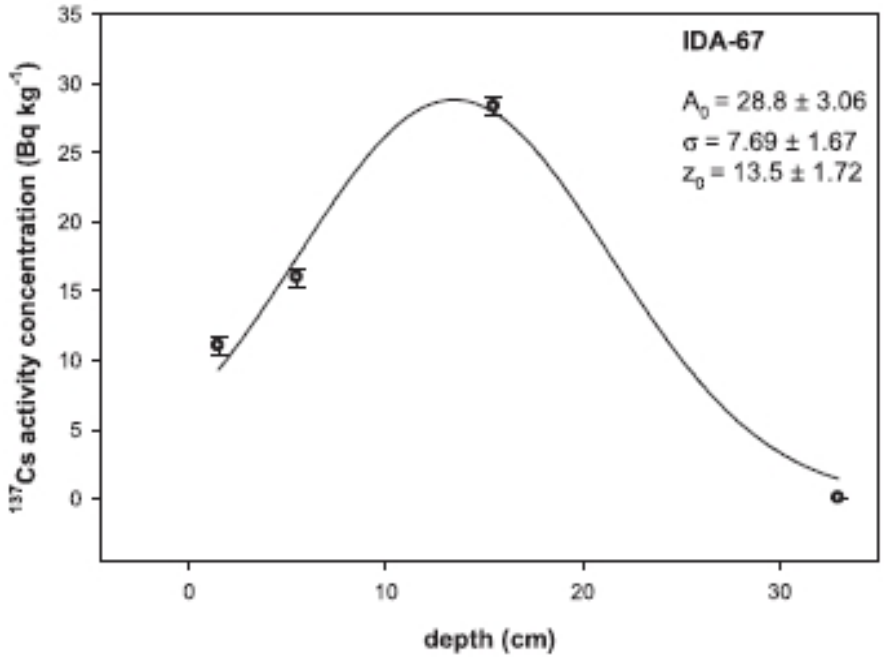
Journal of Environmental Radioactivity

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvrad

Estimation of vertical migration velocity of ^{137}Cs in the Mount IDA/Kazdagi, Turkey

Özlem Karadeniz [a, *], Rukiye Çakır [b], Hidayet Karakurt [c]





$$dA_s = A_0 \exp\left\{-0{,}5 \times [\ln(z/z_0)]^2 / \sigma\right\} dz \qquad dA_s = A_0 \exp[-(z-z_0)^2 / 2\sigma^2]\, dz$$

Journal of Environmental Radioactivity 146 (2015) 27–34

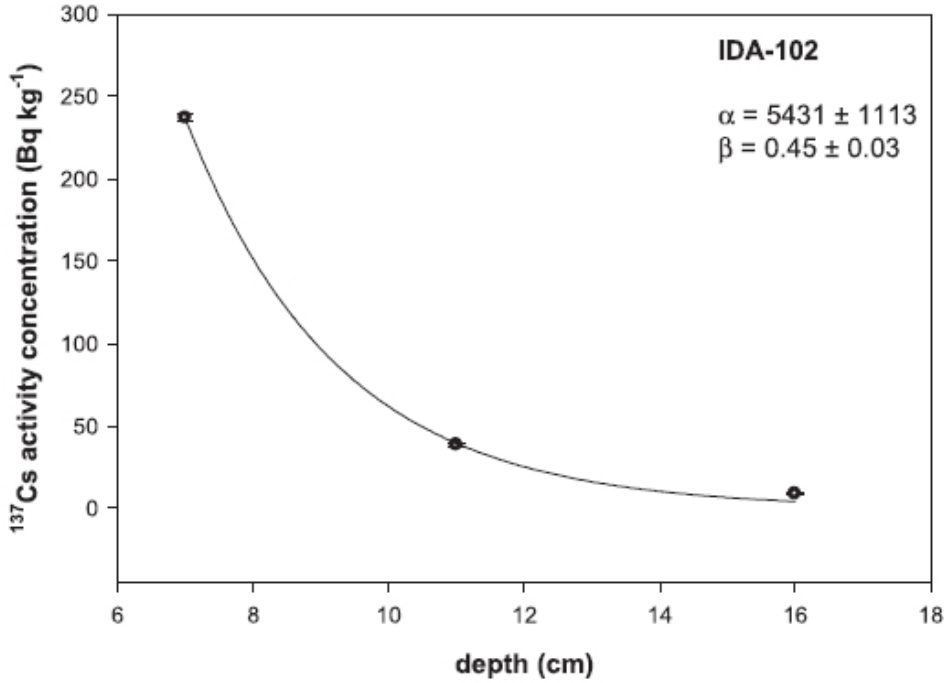
Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Radioactivity

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvrad

Estimation of vertical migration velocity of ^{137}Cs in the Mount IDA/Kazdagi, Turkey

Özlem Karadeniz [a, *], Rukiye Çakır [b], Hidayet Karakurt [c]



$$dA_s = \{A_0 \exp(-az)\}dz$$

Cs-137 radyonükliti için tahmin edilen karasal gama doz hızları

Journal of Environmental Radioactivity 146 (2015) 27–34

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Radioactivity

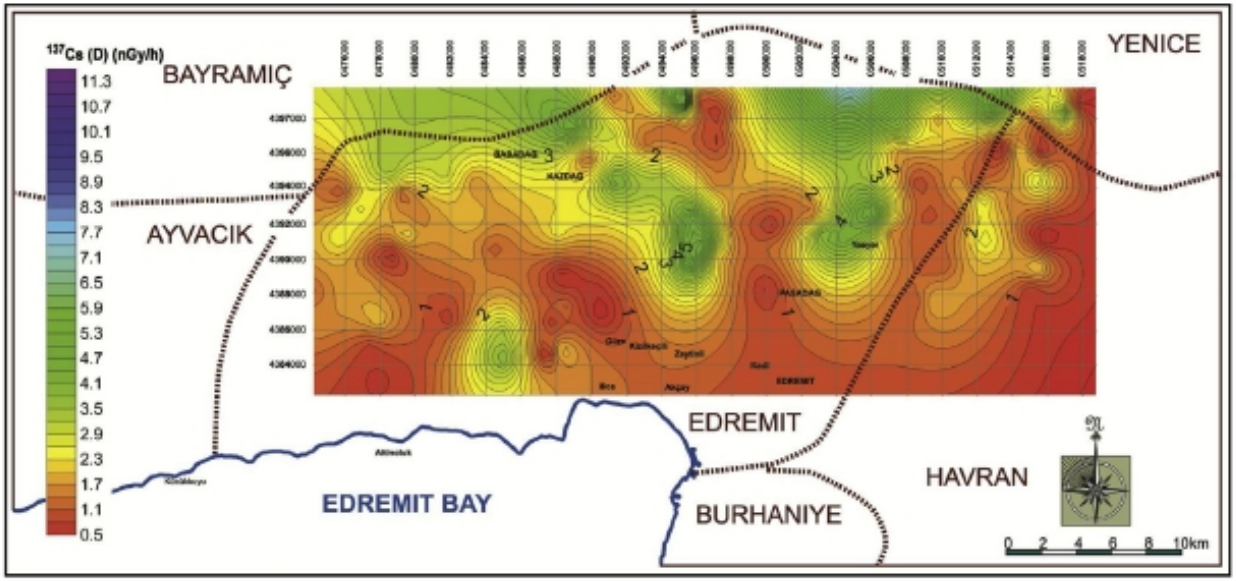
journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvrad

Estimation of vertical migration velocity of ^{137}Cs in the Mount IDA/Kazdagi, Turkey

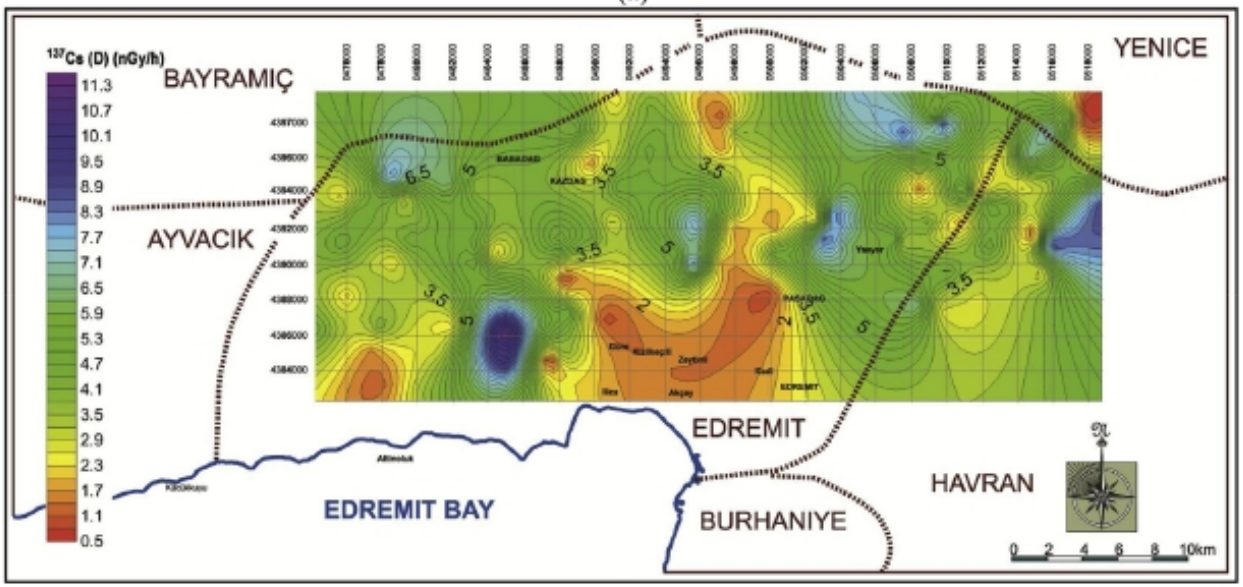
Özlem Karadeniz [a, *], Rukiye Çakır [b], Hidayet Karakurt [c]

Table 2
Summary statistics for the external dose-rates from the ^{137}Cs of Mount IDA.

	D^a (nGy h^{-1})	D^b (nGy h^{-1})
Median	1.61	4.10
Mean ± S.E.	1.95 ± 0.13	4.17 ± 0.21
S.D.	1.46	2.25
GM	1.47	3.52
CV (%)	74.7	54.0
GSD	2.30	1.89
Range	0.03–7.65	0.36–11.72
Skewness	1.53	0.77
Kurtosis	2.47	0.52
Frequency distribution	Log-normal	Normal



(a)



(b)

Fig. 3. Spatial distribution of external effective gamma dose rates (D) estimated using the conversion factor of 0.03 nGy h1/Bq kg1 (a) and determined from the observed vertical distribution of 137Cs (b) in the soils of the Mount IDA.

Sonuçlar ve Öneriler

Ülkemiz'de granit alanlar, sahiller, şehirler ve zirai alanlarda yapılan benzer çalışmalar ile karşılaştırıldığında,Edremit-Kazdağları ormanlık alanlarının ^{137}Cs aktivite konsantrasyonlarının diğer ekosistemlerden oldukça yüksek olduğu, Çernobil kazasından 29 yıl sonra bile ^{137}Cs radyonüklitinin orman topraklarının organik horizonlarında tutulduğu ve orman topraklarında ^{137}Cs radyonüklitinin dikey hareketinin çok yavaş olduğu tespit edilmiştir.

Journal of Environmental Radioactivity 139 (2015) 125–134

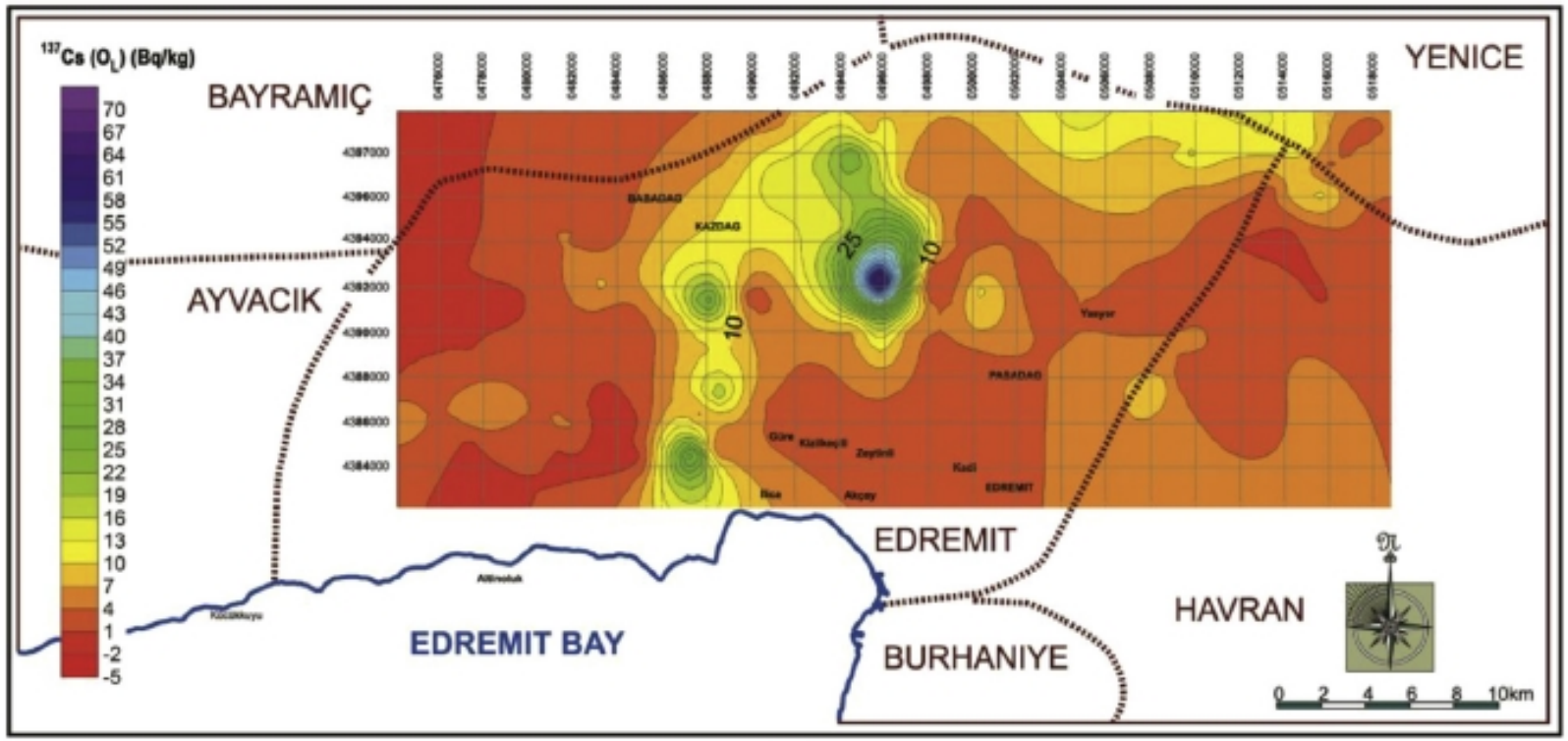
Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Radioactivity

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvrad

Persistence of ^{137}Cs in the litter layers of forest soil horizons of Mount IDA/Kazdagi, Turkey

Özlem Karadeniz [a, *], Hidayet Karakurt [b], Rukiye Çakır [c], Fatih Çoban [d], Emir Büyükok [e], Cüneyt Akal [f]



(a)

Journal of Environmental Radioactivity 139 (2015) 125–134

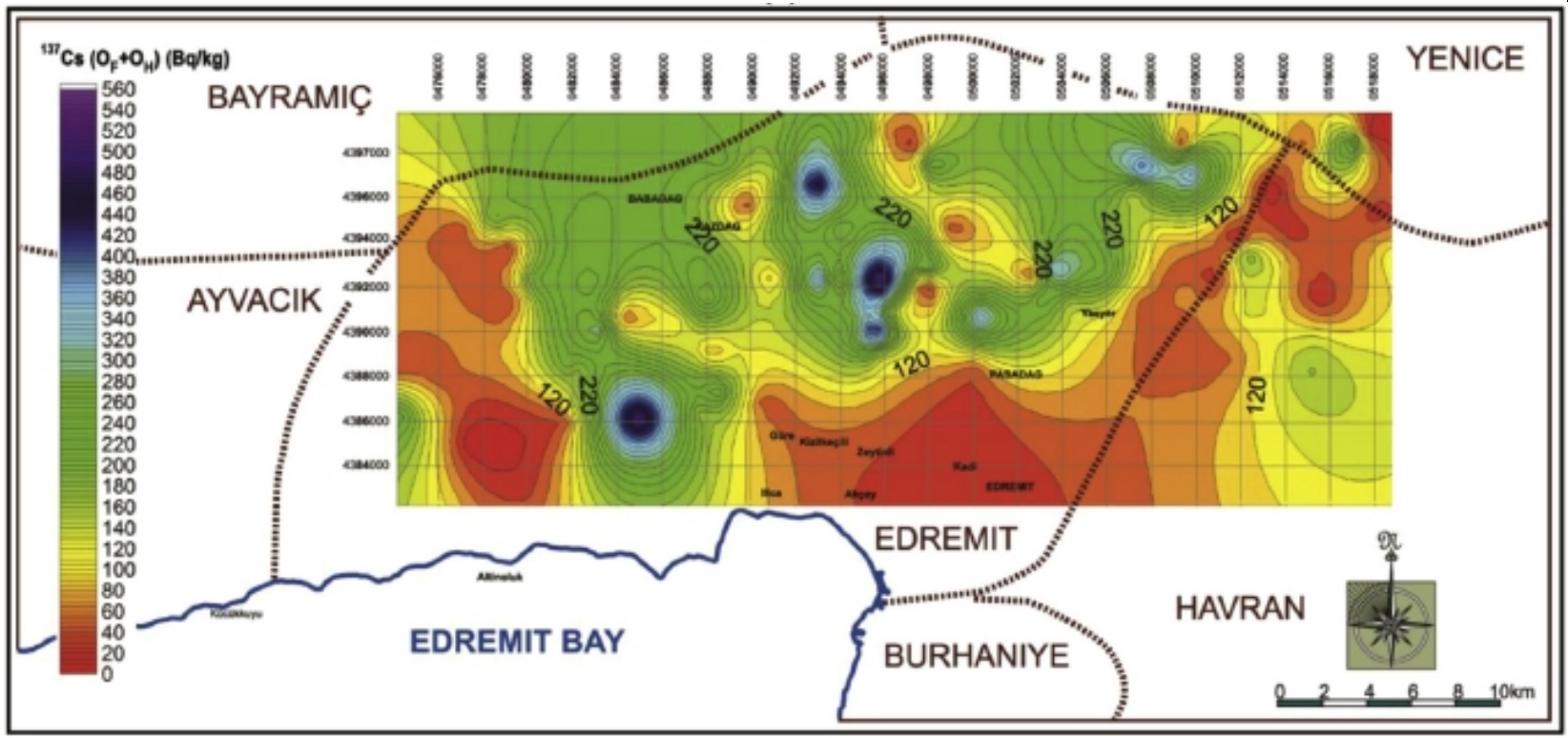
Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Radioactivity

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvrad

Persistence of ^{137}Cs in the litter layers of forest soil horizons of Mount IDA/Kazdagi, Turkey

Özlem Karadeniz [a, *], Hidayet Karakurt [b], Rukiye Çakır [c], Fatih Çoban [d], Emir Büyükok [e], Cüneyt Akal [f]



(b)

Journal of Environmental Radioactivity 139 (2015) 125–134

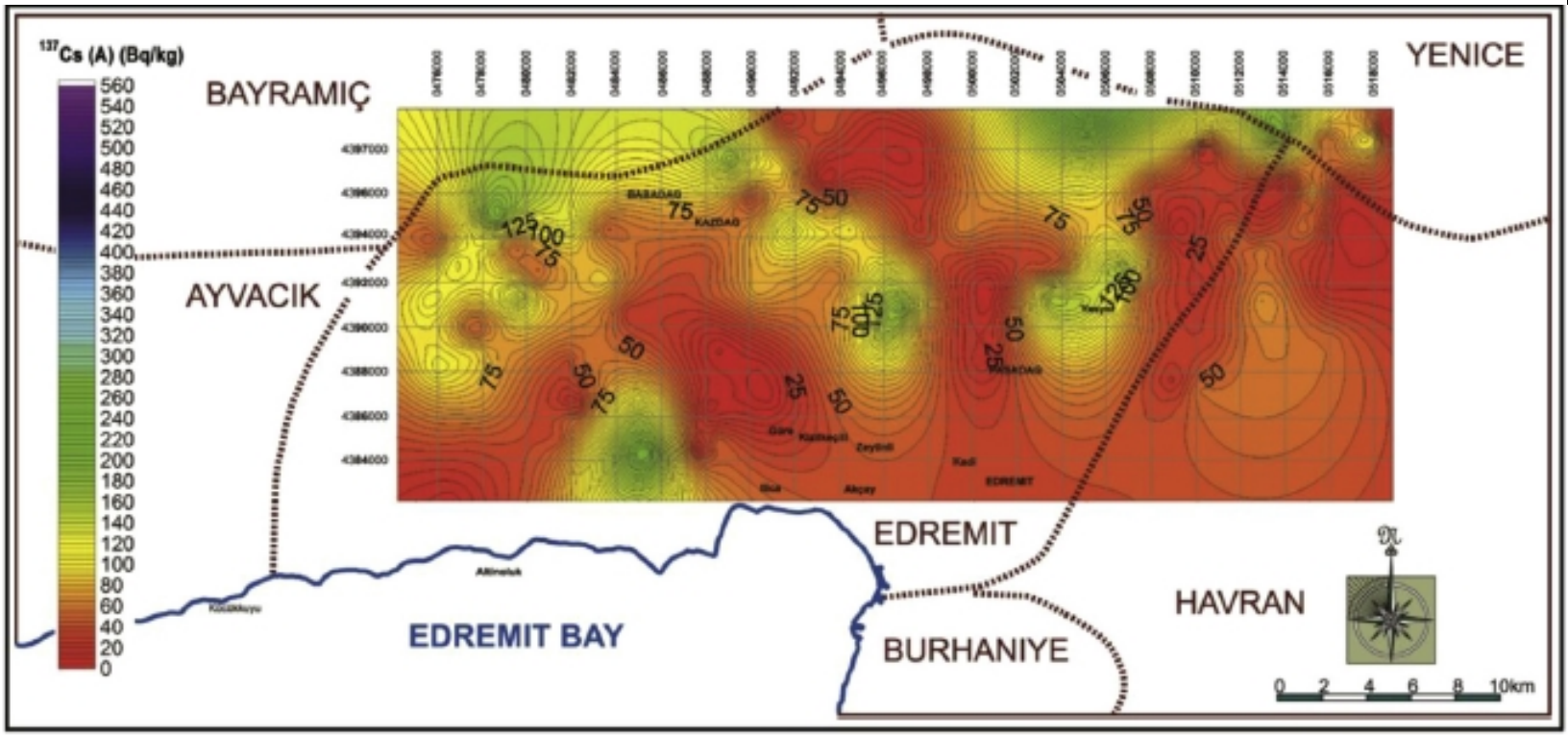
Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Radioactivity

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvrad

Persistence of ^{137}Cs in the litter layers of forest soil horizons of Mount IDA/Kazdagi, Turkey

Özlem Karadeniz [a, *], Hidayet Karakurt [b], Rukiye Çakır [c], Fatih Çoban [d], Emir Büyükok [e], Cüneyt Akal [f]



(c)

TEŞEKKÜR

- Arazi çalışmalarındaki katkılarından ötürü Sayın Dr. Hidayet KARAKURT'a ve Emir BÜYÜKOK'a
- 109Y336 Numaralı Kariyer Projesi kapsamında bu çalışmanın gerçekleşmesinde maddi ve manevi motivasyon desteği oluşturan TUBİTAK'a
- Ve siz değerli dinleyicilerimize dinlediğiniz için çok teşekkür ederim..