

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(DOKTORA TEZİ)**

134637

**YATAĞAN HAVZASINDA TOPRAK EROZYONU  
HIZININ RADYOAKTİF SEZYUM TEKNİĞİ  
KULLANILARAK ÖLÇÜLMESİ**

**Müslim.Murat SAÇ**

**Nükleer Bilimler Anabilim Dalı**

**Bilim Dalı Kodu: 622.01.01**

**Sunuş Tarihi: 19.06.2003**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Güngör YENER**

134637

**Bornova-İZMİR**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Sayın **Müslim Murat SAÇ** tarafından DOKTORA TEZİ olarak sunulan “**Yatağan Havzasında Toprak Erozyonu Hızının Radyoaktif Sezyum Tekniği Kullanılarak Ölçülmesi**” başlıklı bu çalışma E. Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 19.06.2003 tarihinde yapılan tez sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri**

**Jüri Başkanı :** Prof.Dr. Güngör YENER

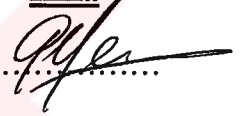
**Raportör :** Yard. Doç. Dr. Aysun UĞUR

**Üye :** Doç. Dr. Müjgan ŞALK

**Üye :** Doç. Dr. Nurdoğan CAN

**Üye :** Doç.Dr. Mehmet N. KUMRU

**İmza**











### III

## ÖZET

# YATAĞAN HAVZASINDA TOPRAK EROZYONU HIZININ RADYOAKTİF SEZYUM TEKNİĞİ KULLANILARAK ÖLÇÜLMESİ

SAÇ, Müslim Murat

Doktora Tezi, Nükleer Bilimler Enstitüsü,

Nükleer Bilimler A.B.D.

Danışman: Prof. Dr. Güngör YENER

19.06.2003, 176 sayfa

Bu çalışmada, Muğla İline bağlı Yatağan Havzasında farklı alanlarda nükleer teknikler kullanarak erozyon hızını tayin etmek amaçlanmıştır. Bu alanda yapılan arazi etüd çalışmasından sonra ayrımlı topoğrafik konum ve % eğimlerden oluşmuş beş ayrı bölgeden toprak profil örnekleri toplanmıştır. Toprak örnekleri fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre taksonomik olarak gruplandırıldıktan sonra  $^{137}\text{Cs}$ 'un derinliğe bağlı değişimi incelenmiştir. Tarım yapılan ve yapılmaya uygun olmayan alanlardaki erozyon hızları iki farklı  $^{137}\text{Cs}$  tekniği ile belirlenmiştir. Tarıma uygun olmayan alanlardaki erozyon hızları profil dağılım modeli ile tarım alanlarında orantılı model ile hesaplanmıştır.  $^{137}\text{Cs}$  tekniği sonuçlarından bölgede erozyon hızının  $15.15-65.01 \text{ t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$  arasında değiştiği hesaplanmıştır. Alternatif bir metod olan USLE (Universal Soil Loss Equation) ile bulunan sonuçlar ( $15.80-73.64 \text{ t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )  $^{137}\text{Cs}$  tekniği ile karşılaştırılmıştır.  $^{137}\text{Cs}$  tekniği ve USLE yöntemi ile bulunan toprak kayıpları arasında önemli bir ilişki saptanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:**  $^{137}\text{Cs}$ , Erozyon Hızı, USLE.

## IV

### ABSTRACT

#### MEASURING of SOIL EROSION RATE USING RADIOACTIVE CESIUM TECHNIQUE in YATAGAN BASIN

SAÇ, Müslim Murat

Thesis of Ph. D., Department of Nuclear Sciences (Physics)

Supervisor : Prof. Dr. Güngör YENER

19.06.2003, 176 pages

In this study, it is aimed to determine soil erosion rate using nuclear technique at different areas in Yatağan basin in Muğla. During the soil survey studies, the soil profiles were examined carefully and soil samples were collected from five different sites and slope facets of Yatağan basin. Soils were classified into their soil taxonomic units according to their physical and chemical properties and then variations of  $^{137}\text{Cs}$  distributions with depth were investigated. Erosion rates in disturbed and cultivated sites were determined using two different  $^{137}\text{Cs}$  techniques. Erosion rates for disturbed sites were estimated using the profile distribution model. Erosion rates for cultivated sites was estimated using the proportional model. Erosion rate calculated from the results of  $^{137}\text{Cs}$  technique is found to vary between  $15.15\text{-}65.01 \text{ tha}^{-1}\text{y}^{-1}$ . An alternative approach, results ( $15.80\text{-}73.64 \text{ tha}^{-1}\text{y}^{-1}$ ) of the USLE (Universal Soil Loss Equation) were used to compare with  $^{137}\text{Cs}$  technique. It was found a strong relationship between  $^{137}\text{Cs}$  technique and USLE.

**Keywords:**  $^{137}\text{Cs}$ , Erosion Rate, USLE

## TEŞEKKÜR

Tez Çalışmam süresince, kıymetli bilgi ve önerileri ile katkıda bulunan, çalışmalarımı yönlendiren ve tezimin her aşamasında büyük desteğini gördüğüm tez hocam Sayın Prof. Dr. Güngör YENER'e en derin teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca her türlü çalışma olanağı sağlayan Enstitü Müdürümüz Sayın Prof. Dr. Meral ERAL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarında bilgi ve önerilerinden yararlandığım Sayın Yard. Doç. Dr. Aysun UĞUR'a, arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Ar. Gör. Banu ÖZDEN'e, teknik işlerdeki yardımlarından dolayı Teknisyen Sayın Süleyman L. ERKUT'a, Enstitümüzün akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarında ve toprak analizlerinde her türlü yardım ve desteği sağlayan Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünden Sayın Prof. Dr. Ünal ALTINBAŞ'a, Sayın Doç. Dr. Yusuf KURUCU'ya, Sayın Dr. Mustafa BOLCA'ya, Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Tolga ESETLİLİ'ye, Sayın Ar. Gör. Nejat ÖZDEN'e ve Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Fulsen ÖZEN'e teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli eşim Sayın İlknur SAÇ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	III
<b>ABSTRACT</b> .....	IV
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	V
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	IX
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	XII
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. TOPRAK EROZYONUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE TOPRAK EROZYONUNUN SINIFLANDIRILMASI</b> .....	6
2.1. İklimin Etkisi.....	6
2.2 Topoğrafyanın Etkisi.....	6
2.3. Toprak Özelliklerinin Etkisi.....	7
2.4. Bitki Örtüsünün Etkisi.....	8
2.5. İnsan Etkisi.....	9
2.6. Toprak Erozyonunun Sınıflandırılması.....	9
<b>3. EROZYON HIZI TAYİNİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER</b> .....	10
3.1. Ünlversal Toprak Kaybı Denklemi (Universal Soil Loss Equation).....	10
3.2. Toprak Kayıplarının Hesaplanmasında Kullanılan Diğer Denklemler.....	15
3.3. Nükleer Yöntemler .....	16
<b>4. EROZYON ÇALIŞMALARINDA NÜKLEER YÖNTEMLERİN KULLANILMASI</b> .....	18
4.1. Erozyon Hızı Tayinlerinde Kullanılan Radyoaktif İzleyiciler.....	18
4.1.1. <sup>137</sup> Cs'nin Radyoaktif İzleyici Olarak Kullanımı.....	18

## İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.1.2. Erozyon Hızı Tayinlerinde Kullanılan Diğer Alternatif Radyoaktif İzleyiciler ( $^{210}\text{Pb}$ ve $^7\text{Be}$ ).....	20
4.2. $^{137}\text{Cs}$ 'un Erozyon Hızı Tayinlerinde Kullanılması.....	23
4.3. $^{137}\text{Cs}$ Dağılımı ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişki.....	26
4.4. $^{137}\text{Cs}$ Dağılımı ile Topoğrafya Arasındaki İlişki.....	28
4.5. $^{137}\text{Cs}$ Tekniği ile Toprak Erozyonunu ve Depozisyonunu Belirlemekte Kullanılan Matematiksel Modeller.....	29
<b>5. ÇALIŞMA ALANININ GENEL ÖZELLİKLERİ .....</b>	<b>37</b>
5.1. Araştırma Yeri ve Coğrafik Konumu.....	37
5.2. Jeoloji ve Petrografi .....	38
5.3. İklim .....	40
<b>6. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>43</b>
6.1 Materyal.....	43
6.2. Yöntem.....	88
6.2.1. Arazi Çalışmaları ve Kullanılan Örnekleme Teknikleri.....	88
6.2.2. Toprak Örneklerinin Gama Spektroskopik Analizler için Hazırlanması.....	94
6.2.3. Toprak Örneklerinde $^{137}\text{Cs}$ Tayinlerinde Kullanılan Gama Spektrometre Sistemi.....	95
6.2.4. Çalışmada Nükleer Teknikle Erozyon Hızı Tayinlerinde Kullanılan Matematiksel Modeller.....	96
6.2.5. Sayısal Altlık Harita ve Üç Boyutlu Arazi Modeli Oluşturulması.....	99
<b>7. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....</b>	<b>101</b>
7.1. Araştırma Alanının Genel Toprak Özellikleri.....	101

## VIII

### İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
7.2. Örneklemeye Bölgelerindeki Fizyografik Yapılanmalar , Toprak Taksonomik Özellikleri ve $^{137}\text{Cs}$ İçerikleri.....	102
7.3. Toprak Özellikleri ile $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonları Arasındaki Korelasyon Analizleri.....	129
7.4. Araştırma Alanında Toprak Kaybının Saptanması .....	138
7.4.1. Ünlversal Toprak Kaybı Denklemlne Göre Toprak Kaybı Sonuçları.....	138
7.4.2. Nükleer Teknikler Kullanılarak Tayin Edilen Toprak Kaybı Sonuçları.....	139
7.4.2.1. Toprak Örneklerindeki $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonları ve Örneklemeye Noktalarının Topoğrafik Özellikleri.....	139
7.4.2.2. $^{137}\text{Cs}$ Kullanılarak Tayin Edilen Toprak Kaybı Sonuçları.....	142
7.4.2.3. Topoğrafik Özellikler ile $^{137}\text{Cs}$ Kaybı ve Toprak Kayıpları Arasındaki Korelasyon Grafikleri.....	154
7.4.2.4. Yüzde $^{137}\text{Cs}$ Kaybı ile Toprak Kayıpları Arasındaki Korelasyon Grafikleri.....	155
8. TARTIŞMA ve ÖNERİLER .....	160
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	164
ÖZGEÇMİŞ.....	175



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Sekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.1 Toprak kaybı ile relatif $^{137}\text{Cs}$ kaybı arasındaki ilişki.....	19
4.2 Erozyon çalışmalarında kullanılan $^{137}\text{Cs}$ tekniğinin temeli.....	24
4.3 $^{137}\text{Cs}$ 'un farklı bölgelerdeki dikey dağılımı.....	25
4.4 H derinliğindeki toprak tabakasına (havuzuna) $^{137}\text{Cs}$ birikim diyagramı.....	32
5.1 Çalışma alanının stratigrafisi.....	40
5.2 Muğla ili, Yatağan ilçesi çok yıllık yağış (mm), sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ) ve bağıl nem (%) aylık gözlem diyagramı.....	41
6.1 Yatağan tepe toprak örnekleme diyagramı.....	93
6.2 Çalışmada kullanılan sayım sistemi diyagramı.....	96
6.3 Ürnez Tepe erozyon (A) ve referans (B) noktalarının derinliğe bağlı $^{137}\text{Cs}$ dağılımı.....	97
6.4 Yatağan Tepe erozyon (A) ve referans (B) noktalarının derinliğe bağlı $^{137}\text{Cs}$ dağılımı.....	98
6.5 Yatağan Tepe Referans Noktasının $^{137}\text{Cs}$ konsantrasyonlarının kütle derinliğine göre dağılım grafiği.....	99
7.1 Yatağan havzası toprak örnekleme alanları.....	103
7.2 Kretase kalker ana özdekleri üzerinde oluşum gösteren Yatağan tepenin genel görünümü.....	105
7.3 Peynirli tepenin genel görünümü.....	110
7.4 Kırtaş tepenin genel görünümü.....	115
7.5 Ürnez tepenin genel görünümü.....	120
7.6 Tarım arazisi olarak kullanılan Kayışalan tepenin genel görünümü.....	125

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
7.7 Bencik tepe (arkada) ve önündeki Bencik deresi.....	125
7.8 Yatağan tepe erozyon (3Y4E) ve referans (6YR1) noktalarında $^{137}\text{Cs}$ 'un toprağın fiziksel özellikleri ile olan dikey dağılımı.....	133
7.9 Peynirli tepe erozyon (2P2E) ve referans (4PR1) noktalarında $^{137}\text{Cs}$ 'un toprağın fiziksel özellikleri ile olan dikey dağılımı.....	134
7.10 Kırtaş tepe erozyon (2K2E) ve referans (4KR1) noktalarında $^{137}\text{Cs}$ 'un toprağın fiziksel özellikleri ile olan dikey dağılımı.....	135
7.11 Ürnez tepe erozyon (tarım alanı)(3Ü2E) ve referans (5ÜR1) noktalarında $^{137}\text{Cs}$ 'un toprağın fiziksel özellikleri ile olan dikey dağılımı.....	136
7.12 Kayışalan tepe erozyon (tarım alanı) (2KA3E) ve referans (5KAR1) noktalarında $^{137}\text{Cs}$ 'un toprağın fiziksel özellikleri ile olan dikey dağılımı.....	137
7.13 Yatağan Tepe $^{137}\text{Cs}$ envanterleri ve erozyon hızları.....	145
7.14 Peynirli Tepe $^{137}\text{Cs}$ envanterleri ve erozyon hızları.....	147
7.15 Kırtaş Tepe $^{137}\text{Cs}$ envanterleri ve erozyon hızları.....	149
7.16 Ürnez Tepe $^{137}\text{Cs}$ envanterleri ve erozyon hızları.....	151
7.17 Kayışalan Tepe $^{137}\text{Cs}$ envanterleri ve erozyon hızları.....	153
7.18 Yatağan tepe toprak kayıpları ile relatif $^{137}\text{Cs}$ kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.....	156

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<b><u>Sekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
7.19 Peynirli tepe toprak kayıpları ile relatif $^{137}\text{Cs}$ kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.....	156
7.20 Kırtaş tepe toprak kayıpları ile relatif $^{137}\text{Cs}$ kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.....	157
7.21 Ürnez tepe toprak kayıpları ile relatif $^{137}\text{Cs}$ kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.....	157
7.22 Kayışalan tepe toprak kayıpları ile relatif $^{137}\text{Cs}$ kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.....	158
7.23 Üniwersal Toprak Kaybı Denklemi (USLE) ile $^{137}\text{Cs}$ tekniği ile elde edilen toprak kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.....	159

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
5.1 Yatağan İlçesi Meteoroloji İstasyonunun 1980-2000 Yılları Arası Ortalama Aylık ve Yıllık Sonuçları.....	42
6.1 Arazi ve Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi için Yapılan Örnekleme.....	91
6.2 Yatağan Havzası Toprak Örnekleri Sayısı.....	92
6.3 Erozyon Alanlarının Kor Alma Burgusu Derinlikleri ve Parsel Çizgileri Alanları.....	93
6.4 Erozyon ve Referans Noktalarında Pedon Derinliğine Göre Alınan Toprak Örnekleri Sayısı.....	94
6.5 Tarım Yapılmayan Alanların Referans Noktalarından Hesaplanan $h_0$ Releksasyon Kütle Derinlikleri.....	99
7.1 Yatağan Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Typic Rhodoxeralf (N2), Lithic Rhodoxeralf (N1, N3, N4, N5, N6, N7) ve Typic Xerorthent (N8) Büyük Toprak Grubu Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları.....	106
7.2 Yatağan Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Typic Rhodoxeralf (N2), Lithic Rhodoxeralf (N1, N3, N4, N5, N6, N7) ve Typic Xerorthent (N8) Büyük Toprak Grubu Örneklerinin Kimyasal Analiz ve $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonları Sonuçları.....	108
7.3 Peynirli Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Lithic Xerorthent (N10, N11) ve Typic Xerorthent (N9, N12) Büyük Toprak Grubu Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları.....	111

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)**

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
7.4 Peynirli Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Lithic Xerorthent (N10, N11) ve Typic Xerorthent (N9, N12) Büyük Toprak Grubu Örneklerinin Kimyasal Analiz ve <sup>137</sup> Cs Konsantrasyonları Sonuçları.....	113
7.5 Kırtaş Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Typic Rhodoxeralf (N13, N16) ve Lithic Xerorthent (N14, N15) Topraklarının Fiziksel Analiz Sonuçları.....	116
7.6 Kırtaş Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Typic Rhodoxeralf (N13, N16) ve Lithic Xerorthent (N14, N15) Toprak Grubunun Kimyasal Analiz ve <sup>137</sup> Cs Konsantrasyonları Sonuçları.....	118
7.7 Ürnez Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Typic Rendoll (N17, N18, N19, N20, N21, N22) Toprak Grubu Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları.....	121
7.8 Ürnez Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Typic Rendoll (N17, N18, N19, N20, N21, N22) Toprak Grubunun Kimyasal Analiz ve <sup>137</sup> Cs Konsantrasyonları Sonuçları.....	123
7.9 Kayışalan Tepe ve Bencik Deresi Çevresinde Oluşan Typic Rendoll ( N23, N24, N25, N26, N27, N28), Typic Xerorthent (N29) Typic Xerofluent (N30, N31) Büyük Toprak Gruplarının Fiziksel Analiz Sonuçları.....	126
7.10 Kayışalan Tepe ve Bencik Deresi Çevresinde Oluşan Typic Rendoll (N23, N24, N25, N26, N27, N28), Typic Xerorthent (N29) Typic Xerofluent (N30, N31) Büyük Toprak Gruplarının Kimyasal Analiz ve <sup>137</sup> Cs Konsantrasyonları Sonuçları.....	128

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)**

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
7.11 Toprak Özellikleri ve $^{137}\text{Cs}$ Arasındaki Korelasyon Katsayıları ( $R^2$ ).....	132
7.12 Yatağan Tepe Erozyon ve Referans Noktalarında $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonlarının Derinliğe Bağlı Dağılımı.....	133
7.13 Peynirli Tepe Erozyon ve Referans Noktalarında $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonlarının Derinliğe Bağlı Dağılımı.....	134
7.14 Kırtaş Tepe Erozyon ve Referans Noktalarında $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonlarının Derinliğe Bağlı Dağılımı.....	135
7.15 Ürnez Tepe Erozyon ve Referans Noktalarında $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonlarının Derinliğe Bağlı Dağılımı.....	136
7.16 Kayışalan Tepe Erozyon ve Referans Noktalarında $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonlarının Derinliğe Bağlı Dağılımı.....	137
7.17 Yatağan Havzasında USLE Yöntemine Göre Hesaplanan Toprak Kaybı Sonuçları.....	138
7.18 Yatağan Tepe Toprak Örneklerindeki $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonları ve Örnekleme Noktalarının Topoğrafik Özellikleri.....	139
7.19 Peynirli Tepe Toprak Örneklerindeki $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonları ve Örnekleme Noktalarının Topoğrafik Özellikleri.....	140
7.20 Kırtaş Tepe Toprak Örneklerindeki $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonları ve Örnekleme Noktalarının Topoğrafik Özellikleri.....	140
7.21 Ürnez Tepe Toprak Örneklerindeki $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonları ve Örnekleme Noktalarının Topoğrafik Özellikleri.....	141

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)**

<b><u>Cizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
7.22 Kayışalan Tepe Toprak Örneklerindeki <sup>137</sup> Cs Konsantrasyonları ve Örnekleme Noktalarının Topoğrafik Özellikleri.....	141
7.23 Yatağan Tepe’de Örnekleme Noktalarındaki <sup>137</sup> Cs Konsantrasyonları, Envanterleri ve Toprak Kaybı Sonuçları.....	144
7.24 Peynirli Tepe’de Örnekleme Noktalarındaki <sup>137</sup> Cs Konsantrasyonları, Envanterleri ve Toprak Kaybı Sonuçları.....	146
7.25 Kırtaş Tepe’de Örnekleme Noktalarındaki <sup>137</sup> Cs Konsantrasyonları, Envanterleri ve Toprak Kaybı Sonuçları.....	148
7.26 Ürnez Tepe’de Örnekleme Noktalarındaki <sup>137</sup> Cs Konsantrasyonları, Envanterleri ve Toprak Kaybı Sonuçları.....	150
7.27 Kayışalan Tepe’de Örnekleme Noktalarındaki <sup>137</sup> Cs Konsantrasyonları, Envanterleri ve Toprak Kaybı Sonuçları.....	152
7.28 <sup>137</sup> Cs ve Toprak Kaybı Sonuçları ile Topoğrafik Sonuçlar Arasındaki Korelasyon Katsayıları.....	155
7.29 Ünlversal Toprak Kaybı Denklemi (USLE) ve <sup>137</sup> Cs Tekniği ile Elde Edilen Toprak Kayıpları.....	158

## **1.GİRİŞ**

Dünyamız, çeşitli yer altı ve yerüstü zenginliklerine sahiptir. Ülkelerin zengin veya yoksul olarak tanımlanabilmelerinde zenginlikler önemli rol oynar. Bir ülkenin yerüstü doğal zenginlikleri denince, ülkenin sahip bulunduğu ormanları, otlakları, tarım arazileri ve tüm bunların üzerinde yer aldığı toprakları, akarsu, göl, deniz ve bunların birlikte oluşturduğu güzellikleri akla gelir. Yeraltı zenginlikleri üretim ve kullanım sonucu tükenebilen kaynaklardır. Genellikle tükenmez gibi görünen ve yenilenebilir özellikte olan yerüstü kaynakları, iyi işletilmediği ve korunamadığı takdirde kolayca tükenabilmektedir. Örneğin en önemli yerüstü kaynaklarından birisi olan toprak, akılcı bir şekilde kullanılmaması durumunda, erozyon etkisi altında, kolayca ve geriye kazanılmamak üzere kaybedilebilir. Verimli ve bitki yaşamına uygun üst toprakları akılcı ve planlı kullandığı sürece, sürdürülebilir özellik kazandırılarak, ormanlar, meralar ve tarım alanları vb şeklinde doğa ve insanlığın hizmetinde olacaktır.

İnsanoğlunun tarımla uğraşmaya başladığından beri toprak üzerinde olumlu ve olumsuz birtakım etkileri olmuştur ve günümüzde de olduğu gibi drenaj ve çorak ıslahı, sulama, gübreleme, tesviye, sürüm, teraslama ve benzeri aktivitelerde toprakların verimliliğini arttırıcı ve onu koruyucu uygulamalarla toprağı bazen iyileştirilmiş, bazen de başta erozyon olayı olmak üzere genelde yanlış arazi kullanımları sonucu toprakların olumsuz yönde etkilenmesine neden olmuştur (Günay, 1997).

Dünyada pek çok ülkede toprak kaybına karşı önlemlerin alınmasında bir çok yöntem kullanılmaktadır. Bunlar için ilk adım erozyon hızının belirlenmesidir. Erozyon hızı ölçülmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan izleyici radyonüklidlerin



kullanıldığı nükleer teknikler, genellikle  $^{137}\text{Cs}$  kullanımı giderek artmıştır. Ülkemizde erozyon büyük bir problem olmasına rağmen bu tür alternatif toprak kaybı ölçme metotları her hangi bir bölgemizde henüz kullanılmamıştır. Bu çalışma Ülkemizde nükleer tekniklerin erozyon hızı belirlenmesinde kullanılmasının ilk uygulamasıdır.

### ***Erozyonun Tanımı***

Toprak aşınımı (erozyon), toprağın aşınmasını önleyen bitki örtüsünün insanlar tarafından yok edilmesi sonucu koruyucu örtüden yoksun kalan toprağın su ve rüzgar etkisiyle aşınması ve taşınması olayıdır.

### ***Erozyonun Çeşitleri***

Doğada ayrımlı coğrafik konumlar üzerinde oluşan erozyon, *doğal-jeolojik erozyon ve hızlandırılmış erozyon* şeklinde iki ana grup altında tanımlanırlar.

Dinamik bir varlık olan topraklar, doğar, olgunlaşır ve yaşlanır. Doğal ortamlarda kayaların ve bitkilerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik etmenlerle aşınıp ayrışmaları sonucu yerinde oluşan topraklar, çeşitli erozyon faktörleri olan su ve rüzgar gibi etkilerle oluştukları yerlerden taşınır ve taşıma gücünün ortadan kalkması ile buldukları yerlerde çökürlür. İnsan etkisinin bulunmadığı ancak çevresel etkiler sonucu taşınan topraklar ile doğrudan jeolojik ana materyal üzerinde oluşan topraklar arasında doğal bir denge vardır. Sonuçta toprakların oluşum hızının taşınım hızına eşit olduğu veya fazla olduğu yerlerde jeolojik veya doğal erozyon kendiliğinden oluşmaktadır. Jeolojik erozyon, karasal alanların oluşumundan bu yana dalgaların, rüzgarların, sıcaklık değişimlerinin ve buzul kaymalarının etkisiyle kaya ve minerallerin parçalanmaları yanında bunlar üzerinde oluşan toprakların da beraberce

antiklinal ortamlardan senklinal ortamlara doğru taşınmaları olarak tanımlanırlar. Bu olay, erozif güçler olan su, rüzgar ve diğer etmenlere bağlı olarak gerçekleşir.

İnsanoğlunun geçmişten bugüne kadar toprağın üretkenliğinden yararlanarak kendi yaşamı için toprağı sürekli olarak ve tek taraflı kullanmıştır. Üreticilerin toprakları kullanma süreçlerinde topraklarda yaptıkları bilinçsiz yaptırımlarla topraklar çevresel etkilerle aşınır şekle dönüşmüş ve buldukları yerlerden başka yerlere doğru taşınarak toprak erozyonu veya hızlandırılmış erozyonu oluşturmuştur. Temelde toprak erozyonu kendisini oluşturan çevresel güçlere göre; su erozyonu, rüzgar erozyonu ve diğer erozyonlar şeklinde üç grupta incelenirler (Doğan ve Güçer, 1976).

Su erozyonu: Yağışlardan sonra arazide oluşan yüzeysel akış ve akarsu yataklarındaki akışların etkisi ile toprağın aşınması ve taşınması işlevidir. Yağış kavramı içerisinde bunun katı fazını tanımlayan kar ve buz şekilleri (özellikle buzullar) dolaylı da olsa bir erozyona neden olmakla birlikte, genellikle su erozyonundan, suyun sıvı fazını tanımlayan yağmur, akarsu ve dalgaların neden olduğu erozyon anlaşılmaktadır. Su kuvveti ile taşınım yeryüzünde en yaygın ve en yoğun bir şekilde görülen ve sonuçta büyük toprak kayıplarına neden olan bir erozyon şeklidir.

Su erozyonunun oluşmasında etkili olan faktörler veya doğrudan erozyona neden olan kuvvetler iki grup altında tanımlanır. Bunlar; erozyona uğrayan toprakların içeriğindeki kimi maddelerin çözünerek, agregatların dispers şekle dönüşümü yanında büyük parçaların sürüklenerek taşınmasına neden olan hareket halindeki erozif su kuvvetleri (yağmur damlaları, yüzeysel akış, dere akımı vb.) ve bu erozif

kuvvetlere karşı direnç gösteren ve değişik ölçütler ile erozyonu yavaşlatan toprak ve ana malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliği olan gözenek hacmi, geçirgenlik, bağlılık, bünye, tuzluluk ve alkalilik vb. faktörlerdir. Başka bir anlatımla toprak erozyonu; genel tanımı ile yağmur suyunun erozivitesi ile toprak erodibilesinin bir fonksiyonudur (Günay, 1997).

**Rüzgar erozyonu:** Toprakların rüzgar etki ve gücüyle aşınması ve bir yerden başka yerlere doğru taşınarak birikimi olarak tanımlanır. Genellikle kurak, yarıkurak ve çöl iklim koşullarında arazi yüzeyinin kuru ve bitki örtüsünden yoksun bulunduğu ortamlarda oluşur (Çevik, 1998). Diğer erozyon şekilleri içinde Tünel, Sivritepe, Korunmuş Sütun Erozyonu ve Kütle Hareketleri sayılabilir.

**Tünel erozyonu:** Üstte sıkışmış bir toprak tabakasının bulunması, bitki kökleri tarafından kaplanmış üst toprağın altında su ile doymun olduğunda kolay hareket edebilir katmanın bulunması, köstebek, solucan v.s. gibi hayvanların açtığı kanalların su akışıyla zamanla genişlemesi gibi nedenlerle oluşabilen bir erozyon şeklidir. Bu erozyonda toprak üstten değil, alttan galeriler halinde taşınır. Arazide yer yer tünellerin üstünün çökmesiyle delikler görülebilir.

**Sivri Tepe Erozyonu:** Bu erozyon şekli sivri tepeli kule olarak da adlandırılabilir. Oldukça sivri tepecik görünümündedir. Genellikle bağlantı zayıf volkan külleri veya sedimentlerin yayıldığı alanlarda görülür. Üzerinde koruyucu kaya parçasını kaybetmiş peri bacaları bu gruba girerler.

**Korunmuş Sütun Erozyonu:** Bu aşınım şeklinde, bir sivri tepe ve onun üzerinde bu tepeyi koruyan sert bir katman veya kaya parçası bulunur. Genellikle volkanik arazilerde küller arasında sert ve ince lav

katmanlarının bulunduğu arazilerde veya bağlantısı çok kuvvetli olmayan tortul kütlelerin iri kaya parçalarını da karışık olarak içerdđi yörelerde oluşurlar.

**Kütle Hareketleri:** Bu erozyon şeklinde etken yerçekimidir. Kütle hareketleri oluşum şekillerine göre göçmeler, akmalar, heyelanlar ve yamaç döküntüleri v.s. şeklinde sınıflandırılabilir. Diğer bir sınıflandırma şekli ise hızlı kütle hareketleri ve yavaş kütle hareketleri şeklinde yapılabilir. Tüm bu hareketlerin arazide kendine özgü görünümleri vardır. Tarım alanları göz önüne alındığında bu hareketler su ve rüzgar erozyonu alanlarına göre çok küçük alanları kapsarlar (Taysun, 1989).



## **2. TOPRAK EROZYONUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE TOPRAK EROZYONUNUN SINIFLANDIRILMASI**

Toprak erozyonuna etki eden faktörler beş grup altında toplanır. Bunlar iklim, topoğrafya, toprak, bitki örtüsü ve insan faktörleridir.

### **2.1. İklimin Etkisi**

Erozyonunun oluşumunda iklim en önemli rolü oynar. İklim aşındırıcı güç olan suyun kinetik enerjisinin kaynağıdır. Bu öyle bir kaynaktır ki; denizlere ve göllere ulaşan suyun buharlaşarak bulutlara ve daha sonra yağış olarak yüksek bir kinetik enerji ile yere düşmesinde çok önemli etkisi vardır. Karalara düşen yağışlar eğime paralel olarak akışa geçtiklerinde denizlere veya göllere ulaşincaya kadar aşındırmaya ve taşıma işlemine devam ederler. İklimin etkisini gösteren temel kuvvetler yağış, rüzgar ve sıcaklıktır (Taysun, 1989).

### **2.2. Topoğrafyanın Etkisi**

Topoğrafyanın toprak aşınımı üzerine olan etkisinde arazinin eğim dikliği, eğim uzunluğu, eğim şekli, mikrorölyef, havza büyüklüğü ve şekli, yöney konumu gibi faktörlerin doğrudan işlevselliği vardır. Eğim dikliğinin artışı, yüzey akış sularının arazi yüzeyinden daha hızlı akmasına ve aşınımın yoğunlaşmasına, eğim uzunluğunun artışı toprak kayıplarının azalmasına, eğim şeklinin dışbükey görünümü toprak kayıplarının artmasına neden olur. Arazinin mikrorölyefik yapısındaki geometrik şekiller aşınımları olumlu veya olumsuz etkiler. Benzer özelliklere sahip havzalardaki havza büyüklüğü arttıkça doğal olarak meydana gelecek yüzey akışı da artar (Taysun, 1989).

### 2.3. Toprak Özelliklerinin Etkisi

Toprak aşınımına toprakların fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal, yapısal vb. özellikleri doğrudan etkili olur.

Toprağın fiziksel özelliklerinden tane iriliği dağılımı erozyon üzerinde önemli derecede etkilidir. Toprak yüzeyinde bulunan taş parçaları ve malç örtüleri toprağı aşınımından korur. Toprakta iskelet yüzdesi ve özellikle de toprak yüzeyindeki taşlar yoğunlaştıkça aşınım olayı geriler. Temelde toprakların aşınabilirliği ile toprak bünyesi arasında doğrudan bir ilişki vardır. Kum dokulu topraklar aşınmaya karşı dayanıksız ise de, kum taneciklerinin çapları büyük olduğundan taşınmaları oldukça zordur. Kil dokulu topraklar iyi bir agregatlaşmaya sahiptirler ve daha sıkı bir yapıda bulunurlar. Bu nedenle killi toprakların aşınması daha zordur. Ancak kil kolloidleri buldukları yerden hareket ettiği anda taşınması çok kolaydır ve oldukça uzaklara kadar taşınabilirler. Tın dokulu topraklar ise toprak aşınım özelliklerine göre kil ve kum dokulu topraklar arasında yer alır.

Topraklarda iyi bir agregatlaşma toprak özelliklerini iyileştirerek bitkisel verimin artmasına yardımcı olduğu gibi, toprağın erozyona karşı olan direncinin de artmasına neden olur.

Toprakların önemli fiziksel özelliklerinden birisi olan su geçirgenliğinin artışı, topraklarda yağışın büyük bir bölümünün toprağa sızabilmesine izin vereceğinden meydana gelecek yüzey akış miktarı o ölçüde azalacaktır. Toprak özelliklerinden özgül ağırlık, volüm ağırlık ve porozite toprakların aşınımı üzerine doğrudan etkili olur ve bundan dolayı yüksek volüm ağırlığa sahip topraklar aşınımına karşı dayanıklıdır. Benzer şekilde özgül ağırlık artışları, ağır minerallerin içeriklerini yoğunlaştırırken, yüksek poroziteli topraklarda infiltrasyon

kapasitesini arttıracığından erozyona karşı dayanıklı bir konum yaratırlar.

Toprağın kimyasal özelliklerinden olan kireç içeriği kümeleşme olayında önemli bir etki içerir.  $Ca^{++}$  iyonu kümeleştirme sonucu agregatlaşmayı teşvik eder ve bu bağlamda kireç miktarları düşük olan topraklarda aşınım hızlanır. Ancak bu arada rüzgar aşınım etkisi altındaki arazilerde fazla kireçlilik tozlu bir yapı oluşturacağından bu durumdaki topraklar aşınımına karşı duyarlı bir konum alırlar.

Topraklarda katyon değişim kapasitesi organik ve inorganik kolloidler ile yakından ilgilidir ve bunlar topraklarda agregatlaşmayı teşvik ettiğinden toprak aşınımı azalır. Katyon değişim kapasitesi yüksek olan topraklarda başat değişebilir katyonlar  $Ca^{++}$  ve  $Mg^{++}$  iyonları ise bunlarda kümeleşmeyi yoğunlaştırırken, yüzey akışa geçen su içeriğini azaltırlar ve aşınımın etkisini de düşürürler.

Toprak organik maddesi, topraklarda agregatlaşmayı ve toprak stabilitesini yoğunlaştırır ve bu da yağmur damlalarının hızını keserek kinetik enerjinin etkisini ve sonuçta toprak erozyonunu azaltır (Taysun, 1989).

#### **2.4. Bitki Örtüsünün Etkisi**

Toprak yüzeyini örten bitki örtüsü çeşidi ve yoğunluğu aşınımına karşı en önemli koruyucudur. Yağmur damlalarının sahip olduğu kinetik enerji toprak yüzeyindeki bitki örtüsü veya artıkları tarafından ortadan kaldırılarak, damlaların toprak yüzeyine enerjisiz olarak düşmesi sağlanır ve sonuçta damlaların aşındırma etkisi ortadan kalkmış olur. Ancak çapa bitkilerinin toprağı aşınımından en az koruduğı bilindiğinden özellikle eğimli alanlarda çapa bitkisi tarımı yapılırken toprak ve su koruma

önlemlerine çok dikkat etmek ve hatasız bir şekilde uygulamak gerekir (Taysun, 1989).

## **2.5. İnsan Etkisi**

Tarımsal etkinliklerin başlaması ile gereksinim duyulan arazilerden doğal vejetasyonun ortadan kaldırılması, kullanma ve yakacak gereksinmesi ile orman tahribi, aşırı otlatma ve hatalı arazi kullanım nedeniyle çayır ve meraların ortadan kalkması sonucu topraklarda aşınım hızı yoğunlaşır (Taysun, 1989).

## **2.6. Toprak Erozyonunun Sınıflandırılması**

Toprak erozyonu toprakların taşınma özelliğine göre 4 ayrımlı sınıf altında tanımlanır. Temelde bu sınıflandırma arazide yapılmış ölçüm ve gözlemlere dayalı olarak yapılan bir ayırmadır ve doğal yapıdaki bir toprak kesitinin yüzeyden derinlere doğru su/yağmur etkisi ile aşınma ve taşınma derecesini, rüzgar erozyonunda ise toprakların rüzgar etkisi ile savrulma derecelerini tanımlar.

**Sınıf 1(Hafif erozyon):** Arazi genelinde yüzey toprağının yaklaşık %25'ine varan bir bölümü taşınmıştır.

**Sınıf 2 (Orta şiddetli erozyon):** Yüzey toprağının % 25-75'i taşınmıştır. Oyuntu erozyon şekilleri gözlenebilir.

**Sınıf 3 (Şiddetli erozyon):** Yüzey toprağının % 75'inin daha fazlası genelde ise yüzey altı toprağının bir bölümü veya hepsi tamamen taşınmıştır. Oyuntu erozyonu şekilleri gözlenir.

**Sınıf 4 (Çok şiddetli erozyon):** Orta derecede derin veya derin hendekler oluşuncaya kadar toprak tabakası tamamen taşınmıştır. Topraklara sadece hendekler arası sırtlar üzerinde rastlanılabılır (Altınbaş, 1996).



### 3. EROZYON HIZI TAYİNİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

#### 3.1. Ünlversal Toprak Kaybı Denklemi (Universal Soil Loss Equation)

Bir havza veya belirli bir alandan erozyon sonucu kaybedilen toprağın miktarı hesaplanırken çeşitli yöntemler kullanılır. Hesaplama yöntemine bağılı olarak arazi çalışmaları planlanır, parametreler ve faktörler hesaplanır. Erozyon yağışlar sonucunda oluşabilecek toprak kayıplarına karşı alınacak önlemlerin saptanmasında en yaygın olarak kullanılan toprak kaybı denklemi, Wischmeier'in Ünlversal Toprak Kaybı Denklemi'dir. Bu denklem şu şekilde formüle edilmiştir:

$$A=R.(K.L.S.C.P) \quad (3.1)$$

Burada;

A: Erozyon sonucu yıllık ortalama toprak kaybı ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ )

R: Yağmur erozyon indeksi (yani 30 dakikalık en şiddetli yağışın oluşturduğu toplam enerji)

K: Toprağın erozyona uğrayabilme faktörü

L: Yamaç uzunluğu faktörü

S: Eğim faktörü

C: Bitkisel ürün ve işletme (amenajman) faktörü

P: Toprak koruma tedbirleri faktörü (Günay, 1997).

**“R” faktörünün hesaplanması**

Yağışlar aşındırıcı etken olarak erozyon olayında en önemli rolü oynar. Yağışların aşındırma güçleri sahip oldukları kinetik enerji ile orantılı olarak artar.

Önce yağışın 1 cm'sinin toprağı aktardığı kinetik enerji hesaplanır.

(Birim kinetik enerji)  $E_b$  ( $\text{ton-m ha}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ) yağış yoğunluğu  $I$  ( $\text{cm h}^{-1}$ ) cinsinden

$$E_b = 21,3 + 89 \text{ Log } I \quad (3.2)$$

olarak verilmektedir.

Buradan toplam kinetik enerji  $E_t$  (ton-m ha<sup>-1</sup>) yağış yüksekliği  $h$ (cm)'a bağlı olarak şöyle bulunur.

$$E_t = E_b \cdot h \quad (3.3)$$

Maksimum 30 dakikalık yoğunluklar ( $I_{30}$ ) pluviograf kağıtlarından değerlendirilerek hesaplanır ve R faktörü şöyle bulunur.

$$R = \frac{E_t \cdot I_{30}}{100} \quad (3.4)$$

Ortalama yağış yoğunluğu:

$$I = \frac{h \cdot 60}{t} \quad (3.5)$$

formülüyle hesaplanır.

Burada;

I: Ortalama yağış yoğunluğu (cm h<sup>-1</sup>)

h: Yağış yüksekliği (cm)

t: Yağış süresi (dakika)

Maksimum 30 dk. yoğunluk için

$$I_{30} = \frac{h_{30} \cdot 60}{t} = \frac{h_{30} \cdot 60}{30} = h_{30} \cdot 2 \quad (3.6) \text{ bağıntısı elde edilir.}$$

$h_{30}$ : 30 dakikalık sürede yağan yağış yüksekliği (cm)

R faktörü (yağış erozyon indisi) değerlerinin hesaplanmasında 6 saatlik yağışsız süre ile birbirinden ayrılan yağışlar veya birbirinden 1,27 mm'den az yağışla ayrılan iki yağış ayrı ayrı olarak değerlendirilir. Miktarı 5 mm'den fazla olan yağışlar değerlendirmeye alınır, fakat 0,8 mm/h'ten küçük yağış yoğunlukları değerlendirilmez (Taysun, 1989).

### “K” faktörünün hesaplanması

Toprak faktörü (K) mutlaka deneme sonuçlarından faydalanılarak tespit edilmelidir. K faktörü üzerine toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tümü etkilidir. Fakat en fazla etkili olanlar bünye, yapı, organik madde, su geçirgenliği, iskelet miktarı, nem içerikleri, kolloid miktarı ve tipi olarak sayılabilir.

Deneme ile “K” faktörünün saptanabilmesi için standart 22.1 m uzunluğunda 3 m genişliğinde %9 eğimde çıplak ve eğime paralel sürülmüş parsellerde elde edilen toprak kaybı değerlerinden hesaplanır. Yağışlar fazla ve yıl içinde meydana gelen toprak kayıpları sayısı yeterli ise  $E_{t,130}$  değerleri ile parsellerden oluşan toprak kayıpları (ton/ha) arasındaki ilişki denklemindeki ( $Y=ax+b$ ) doğru'nun eğimi “K” faktörü olarak alınabilir. Eğer toprak kaybı meydana getiren yağışlar az ise

$$K = \frac{\text{Toprak kaybı(ton/ha)}}{R} \quad (3.7)$$

denklemleriyle bulunur.

K faktörlerine göre topraklar şöyle sınıflandırılır.

<u>K faktörleri</u>	<u>Erodibilite (Aşınabilirlik)</u>
0-0,05	Çok az aşınabilir
0,05-0,10	Az aşınabilir
0,10-0,20	Orta derecede aşınabilir
0,20-0,40	Kuvvetli derecede aşınabilir
0,40-0,60	Çok kuvvetli derecede aşınabilir (Taysun, 1989).

### Yamaç Uzunluğu “L” Faktörü

“L” yamaç uzunluğu faktörü şöyle hesaplanır:

$$L = \left( \frac{l}{22,1} \right)^{0,5} \quad (3.8)$$

**L: Yamaç uzunluğu faktörü**

**l: Yamaç uzunluğu (m)**

%9 eğimde ve 22.1 m uzunlukta  $L=1$ 'dir. Burada 0.5 olarak alınan üst değeri ortalama değerdir ve aslında 0.3-0.6 arasında değişmektedir.

L, %5'ten az çok uzun eğimlerde 0.3; %10'dan fazla eğimler için 0.6 alınır. Bu değer 0.5 olmadığı durumlarda nomogram kullanılırsa eşdeğer eğim uzunluğu alınmalıdır (Taysun, 1989).

**“S” eğim dikliği faktörünün hesaplanması**

$$S = \frac{0.43 + 0.30s + 0.043s^2}{6.613} \quad (3.9)$$

S: Eğim dikliği faktörü, s: % eğim'dir.

L ve S faktörleri birleştirilerek “LS” faktörü şeklinde tek formülle hesaplanabilir.

$$LS = \frac{(l)^{0.5}}{100} (1.36 + 0.97s + 0.138s^2) \quad (3.10)$$

olur.

S değeri %9 eğim için 1

S değeri < %9 eğim için <1

S değeri >%9 eğim için >1 (Taysun, 1989).

**“C” faktörünün hesaplanması**

Ürün ve amenajman faktörü (C) belli şartlar altında yetiştirilen belli ürünler ile örtülü tarlada meydana gelen toprak kayıplarının, devamlı nadas tarlada meydana gelen toprak kayıplarına oranıdır. Karşılaştırmalar benzer toprak, meyil ve yağış şartlarında yapılmaktadır.

Yetiştirilen bitkilerin kendilerine göre bir vejetasyon süreleri vardır ve toprak aşınımında bu sürenin farklı zamanlarında farklı şekilde

etkili olurlar. Bu nedenledir ki “C” faktörünün saptanmasında 5 periyod incelenmektedir. Bunlar şöyle sıralanabilir;

1-F periyodu: Nadas (Toprak işlemeden ekime kadar geçen süre)

2-1.periyod: Tohum yatağı (Ekimden 1 ay sonra kadar)

3-2.periyod: Çimlenme (Ekimden bitki gelişmesine kadar olan devre)

4-3.periyod: Gelişim devresi (2. periyodundan hasata kadar)

5-4.periyod: Anız (Hasattan ilk sürüme kadar).

“C” faktörünün hesaplanmasında şu sıra takip edilir:

Önce her periyodu için ayrı ayrı toprak kaybı oranı hesaplanır. Her periyodu için hesaplanan oranlar ile o periyodun hesaplanan EI değerleri çarpılır ve her periyodu için “C” değeri bulunur. Periyodlar için bulunan “C” değerleri toplanarak denklemden kullanılacak olan bitki için “C” faktörü hesaplanmış olur (Taysun, 1989).

#### **“P” faktörünün hesaplanması**

Toprak muhafaza işlemlerinin çeşitli bölge topraklarındaki koruyucu etkileri, bu işlemlerin uygulandığı parsellerdeki toprak kayıplarını ölçmek suretiyle tayin edilebilir. En çok üzerinde durulan koruma işlemleri, düzeç eğrilerine paralel ziraat, teraslama ve şerit üzerine ekimdir.

Erozyon denkleminde düzeç eğrilerine paralel ziraat ve şerit üzerine ekim için meyil uzunluğu faktörünün değerinin tayininde, tarlamanın sahip olduğu uzunluğu kullanılmaktadır. Fakat teraslama bu maksat için tarla meyil uzunluğu yerine iki teras arası mesafe dikkate alınmaktadır (Taysun, 1989).

### 3.2. Toprak Kayıplarının Hesaplanmasında Kullanılan Diğer Denklemler

1939 yılında Zingg aşağıdaki toprak kaybı denklemini geliştirmiştir.

$$T=C.S^m.L^n \quad (3.11)$$

Burada;

T: Toplam toprak kaybı (t ha<sup>-1</sup>)

C: Toprak özelliklerine bağlı katsayı

S:Eğim (%)

L: Eğim uzunluğu

m,n: sabitler olarak tanımlanmaktadır.

1945 yılında ise Ellison

$$E=K.V^{4.33}.d^{1.07}.I^{0.65} \quad (3.12) \text{ denklemini ortaya çıkarmıştır.}$$

Denklemdede;

V: Damla düşme hızı (f/s)

D: Damla çapı (mm)

I: Yağış şiddeti (inç/h) şeklindedir.

1947 yılında Browning aşağıdaki denklemi önermiştir.

$$T=2.5 (K.S.L.R.F.E.C.P) \quad (3.13)$$

T: Yıllık toprak kaybı (t dek<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>)

K: Toprak faktörü

S: Eğim derecesi

L:Eğim uzunluğu

R: Bitki rotasyonu

F: Verimlilik

E: Erozyona uğrama derecesi

C: Muhafaza önlemleri

P: Yağış faktörü

Yarı kurak ve kurak topraklarda ise rüzgar erzyonunun hesaplanmasında 1965 yılında Wood ve Siddway tarafından ortaya çıkarılan şu denklem kullanılmaktadır.

$$E = I \cdot K \cdot L \cdot C \cdot V \quad (3.14)$$

Denklemden;

E: Toprak kaybı

I: Düz toprak yüzeyi ve tepeliklerde erozyona uğrama kabiliyeti

K: Sirt pürüzlüğü faktörü

C: Yöresel iklim faktörü

L: Arazi uzunluğu

V: Vejetatif örtünün eşdeğer miktarı olarak tanımlanmaktadır (Taysun, 1989).

### 3.3. Nükleer Yöntemler

Yukarıda açıklanan toprak kaybı yöntemlerinde kullanılan doğal ya da yapay yağmurlama sistemi ile erozyon hızını bulmak için kullanılan erozyon parsellerinin hem maliyeti yüksek hem de bu yöntemlerin uygulanması zaman kaybına neden olmaktadır (Bernard et al., 2000). Oysa radyoaktif izleyiciler ile erozyon hızını tayin etme tekniği diğer toprak kaybı yöntemlerine göre ekonomik, hızlı ve daha hassas sonuç veren bir tekniktir.

Nükleer yöntemlerle erozyon hızı ve depozisyon hızı tayininde kullanılan teknikte erozyon tayini yapılacak arazi küçük parsellere bölünür. Örnekleme bölgesine yakın olan erozyondan korunmuş alanlar referans alanları olarak seçilir. Radyonüklid dağılımının örnekleme bölgesi için düzgün olduğu kabul edilerek erozyona ve deposizyona açık alanlar ile erozyondan korunmuş alanlardaki radyonüklid envanterleri

karşılaştırılır. Korunmuş alandaki radyonüklid envanterine göre, erozyona açık alandaki radyonüklid kaybı yüzde olarak hesaplanır. Radyonüklid kaybı ile toprak kaybı arasındaki ilişkilere dayanan matematiksel modellerle toprak kaybı hesaplanır.



## 4. EROZYON ÇALIŞMALARINDA NÜKLEER YÖNTEMLERİN KULLANILMASI

### 4.1. Erozyon Hızı Tayinlerinde Kullanılan Radyoaktif İzleyiciler

#### 4.1.1 $^{137}\text{Cs}$ 'nin Radyoaktif İzleyici Olarak Kullanımı

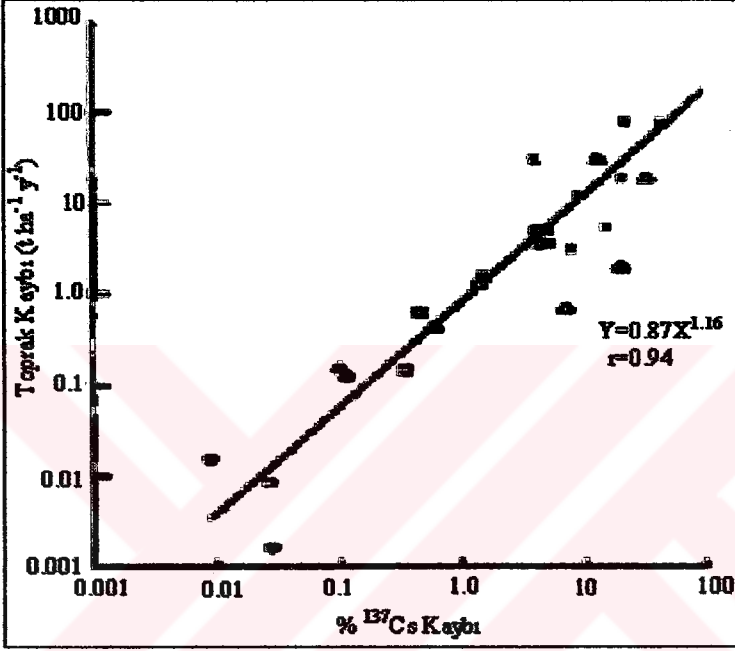
Atmosferde nükleer silah denemeleri 1945'li yıllarda başlamış ve 1970'li yıllara kadar devam etmiştir.  $^{137}\text{Cs}$ 'un toprak yüzeyine dağılımı en fazla 1958 ile 1964 yılları arasında ve en az 1971 ile 1978 yılları arasında olmuştur.  $^{137}\text{Cs}$ 'un toprak yüzeyine güçlü adsorbsiyonundan ve toprak tanecikleri ile birlikte hareketinden dolayı bir çok araştırmacı bu radyoaktif elementi erozyon çalışmalarında izleyici olarak kullanmıştır.

$^{137}\text{Cs}$  tekniği kullanılarak toprak kaybını belirlemek için yapılan çalışmalar 1970'li yıllarda başlamış ve bu çalışmaların ilk uygulamalarında  $^{137}\text{Cs}$  tekniği ile USLE tekniği karşılaştırmalarına geniş olarak yer verilmiştir. Rogowski ve Tamura 1970 yılında küçük test parsellerinde  $^{137}\text{Cs}$  tekniğini kullanarak toprak kaybı ile  $^{137}\text{Cs}$  kaybı arasında logaritmik bir ilişki bulmuşlardır. 1974'te, yapılan bir çalışmada  $^{137}\text{Cs}$ 'un yüzde kaybı ile USLE elde edilen toprak kaybı arasında güçlü bir ilişki olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.1) (Ritchie et al., 1990).

McHenry ve Ritchie 1977 yılında  $^{137}\text{Cs}$  tekniğine göre eğimli yamaçlarda erozyon ve depozisyon hızlarını belirleyerek  $^{137}\text{Cs}$  dağılımı ile eğim açısı ve yamaç uzunluğu arasındaki ilişkiyi saptamışlardır.

Bir başka çalışmada ise De Jong ve çalışma grubu 1986'da USLE ve  $^{137}\text{Cs}$  kaybı ile elde edilen toprak kaybı arasında pozitif bir korelasyon bulmuşlar ( $r=0.63$ ,  $N=7$ ), USLE metodunun yüksek erozyon hızlarında iyi sonuç verdiğini buna rağmen yerel çöküntülerdeki depozisyonu hesaba katmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca USLE denkleminin tepelik yamaçlarda tarımın neden olduğu toprak hareketlerini ve rüzgar

erozyonunu içermediği için düşük erozyon hızlarında gerçek değeri vermediğini belirtmişlerdir (Taşkın, 1993).



Şekil 4.1. Toprak kaybı ile relatif <sup>137</sup>Cs kaybı arasındaki ilişki.

<sup>137</sup>Cs tekniğinin erozyon hızı tayinlerinde kullanımıyla birlikte giderek bir çok model ortaya çıkmıştır. Zhang ve arkadaşları (1990) <sup>137</sup>Cs izleyici ile erozyon hızları tayinlerinde geliştirdikleri temel kütleli denge modelini (*Simplified Mass Balance Model*) kullanmışlardır. Daha sonra Walling ve arkadaşları (1997) bu modeli geliştirerek içinde çevresel faktörlere bağlı bir çok parametre olan gelişmiş kütleli denge modellerini (*Refined Mass Balance Models*) oluşturmuşlardır (Walling and He, 1999a,b)

Tüm dünyada, örneğin kuzey yarıkürede New York (USA), Milford Haven (UK) ve güney yarıkürede Adelaide/Brisbane

(Avustralya)'de  $^{137}\text{Cs}$  toprak hareketlerinin izlenmesinde başarı ile kullanılmıştır. Özellikle son yıllarda erozyon çalışmalarında  $^{137}\text{Cs}$ 'un kullanılması giderek artmıştır (Walling ve He, 1999a,b; Basher, 2000; Bernard et al., 2000; Ionita et al., 2000; Bujan et al., 2000; Nagle et al., 2000; Schuller et al., 2000; Theocharopoloulos et al., 2000; Collins et al., 2001; Porto et al., 2001; Theocharopoloulos et al., 2002).  $^{137}\text{Cs}$  tekniği ile erozyon hızı tayini bir çok ülkede geliştirilerek kullanılmasına rağmen erozyonun büyük problem olduğu Ülkemiz topraklarında henüz kullanılmamıştır.

#### 4.1.2. Erozyon Hızı Tayinlerinde Kullanılan Diğer Alternatif

##### Radyoaktif İzleyiciler ( $^{210}\text{Pb}$ ve $^7\text{Be}$ )

$^{137}\text{Cs}$ 'un erozyon hızı tayininde kullanılmasının en önemli avantajları geriye dönük erozyon ve depozisyonun uzaysal dağılımı hakkında bilgiler vermesi ve farklı çevrelerde geniş uygulama alanlarının olmasıdır. Ancak  $^{137}\text{Cs}$  ile yapılan erozyon hızı tayinlerinde iki önemli problem sözkonusudur. Bunlardan biri ekvitoral alanlarda ve güney yarıküredeki geniş alanlarda  $^{137}\text{Cs}$  envanterinin kuzey yarıkürede orta enlemlerde kaydedilen değerlerden %30 daha düşük olmasıdır. Bu alanlardaki düşük  $^{137}\text{Cs}$  envanteri ölçümde önemli problemlere neden olmaktadır, bu nedenle sayım sürelerinin uzun tutulması gereklidir. Örneğin günümüzde Kuzey Amerika ve Avrupa'daki  $^{137}\text{Cs}$  envanteri 2000'den 4000 Bq m<sup>-2</sup> arasında değişirken Avusturalya'da 420 Bq m<sup>-2</sup>, Yeni Zellanda'da 270 Bq m<sup>-2</sup> ve Zimbabve'de 252 Bq m<sup>-2</sup> olarak değişmektedir (Walling and He, 1999a). Nükleer silah denemeleri ile meydana gelen depozisyon 1950'li yılların sonlarından 1970'li yıllara kadar olduğu için  $^{137}\text{Cs}$  envanteri radyoaktif yarı ömrüne bağlı olarak

gittikçe azalmaktadır.  $^{137}\text{Cs}$ 'un yarıömrü 30 yıl olduğundan dolayı bu süre içerisinde bize erozyonla ilgili bilgiler vermektedir. Bu avantaj gibi gözükse de arazide kısa süreli değişimler hakkında bilgiler edinilememektedir. Bu süre içinde arazinin kullanım şeklinin değişmesi ve diğer çevresel değişiklikler söz konusu olabilir. Bu şekilde yıllık toprak kayıplarını değerlendirebilmek söz konusu olmayacaktır. Aynı zamanda erozyon hızının değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken fırtınalar ve kısa süreli toprak kullanım değişiklikleri gibi durumlar olabilir. Ayrıca  $^{137}\text{Cs}$  ile yapılan erozyon hızı tayinlerinde su, rüzgar erozyonu ve tarım alanlarındaki çift sürme etkilerini birbirinden ayırmak gereklidir. Bu nedenle  $^{137}\text{Cs}$  ile benzer davranışlara sahip olan ve sürekli atmosferik akısı bulunan ayrıca tüm bunların yanında yarı ömrü gün mertebesinde olan, böylece kısa süreli toprak hareketlerinin değerlendirilebileceği başka bir radyonüklide ihtiyaç vardır.  $^7\text{Be}$  bu amaçla kullanılabilir; yarı ömrü 53 gündür ve oluşumu kozmik ışınlarla dünya atmosferinin bombardımanı sonucundadır ve atmosferik yağışlarla dünya yüzeyinde depoze olur. Dolayısı ile  $^7\text{Be}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ 'dan iki açıdan farklıdır;  $^7\text{Be}$  doğal orijinli olmasına rağmen  $^{137}\text{Cs}$  atmosferik nükleer silah denemelerinin ürünüdür.  $^7\text{Be}$ 'un akısı sürekli, oysaki  $^{137}\text{Cs}$ 'un atmosferik akısı nükleer silah denemelerinin süresi ile sınırlandırılmıştır.  $^7\text{Be}$  da  $^{137}\text{Cs}$  gibi hızlı ve kuvvetlice pek çok alanda sediment ve toprak partikülleri tarafından adsorblanmaktadır (Walling et al., 1999).

Toprak hareketlerinin izlenmesinde  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^7\text{Be}$ 'un yanısıra  $^{210}\text{Pb}$ 'da özellikle son yıllarda kullanılan radyoizotoplardandır. Kurşun-210, yarıömrü 22.6yıl olan uranyum serisi (Radyum serisi) ürünlerindedir. Radyum-226 doğal olarak toprakta ve kayalarda bulunur, bozunumuyla  $^{210}\text{Pb}$  ortamda radyum ile denge içinde

bulunacaktır. Radyumun bozunum ürünlerinden  $^{222}\text{Rn}$ 'un küçük bir miktarının topraktan difüzyonu ile  $^{210}\text{Pb}$  atmosferde serbest kalmaktadır ve daha sonraki atmosferik yağışlarla tekrar toprak yüzeyine geri dönmektedir. Bu şekilde toprakta biriken  $^{210}\text{Pb}$  artık  $^{226}\text{Ra}$  ile dengede olmayacaktır. Topraktaki dengenin üzerindeki  $^{210}\text{Pb}$  miktarını hesaplamak mümkündür. Kurşun-210 için sürekli bir atmosferik akı sözkonusu olduğundan topraktaki  $^{210}\text{Pb}$  birikimi (birim alan başına aktivite)  $^{137}\text{Cs}$  birikimi ile karşılaştırıldığında daha fazladır.  $^{210}\text{Pb}$ , göl ve deniz sediment korlarında tarihleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmasına rağmen toprak erozyon hızı tahminlerinde potansiyel kullanılabilirliği ihmal edilmiştir. Atmosferik yağışlarla hızla toprak yüzeyinde biriken  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  gibi aynı davranışları gösterecektir.  $^{137}\text{Cs}$ 'dan en önemli farkı  $^{210}\text{Pb}$  akısının doğal orjinine bağlı olarak sürekli oluşudur. Dünyanın pek çok yerinde dengenin üzerindeki  $^{210}\text{Pb}$  konsantrasyonu yağmur suyu ve dağılmamış toprak korları kullanılarak tayin edilmiştir. Bu şekilde tayin edilen akı değerleri çok çeşitlidir; Turekian ve arkadaşları (1977), Robbins (1978) ve Appleby ve Oldfield (1992)  $23 \text{ Bqm}^{-2}\text{y}^{-1}$ 'den  $367 \text{ Bqm}^{-2}\text{y}^{-1}$  arasında değiştiğini bulmuşlardır.  $^{210}\text{Pb}$  ( $t_{1/2}=22.26$  yıl) ve  $^{137}\text{Cs}$ 'un ( $t_{1/2}=30.17$  yıl) yarılanma süreleri birbirlerine yakındır.  $^{210}\text{Pb}$ 'un global dağılımındaki değişmeler  $^{137}\text{Cs}$ 'daki değişmelere göre oldukça düşüktür.  $^{210}\text{Pb}$  fisyon ürünü değildir, bu nedenle nükleer silah denemeleri ve Chernobyl sonrası meydana gelen atmosferik yağışların sonucunda toprakta  $^{137}\text{Cs}$  deteksiyonunda karşılaşılan problemler  $^{210}\text{Pb}$  için söz konusu olmayacaktır.  $^{137}\text{Cs}$ 'un atmosferik yağışının az olduğu veya Chernobyl sonrası depozisyonun çok olduğu alanlarda alternatif izleyici olarak denge değerinin üzerindeki

$^{210}\text{Pb}$ 'un kullanılabilceğini son yıllarda yapılan çalışmalar göstermiştir (Walling et al., 1995; Walbrink and Murray, 1996).

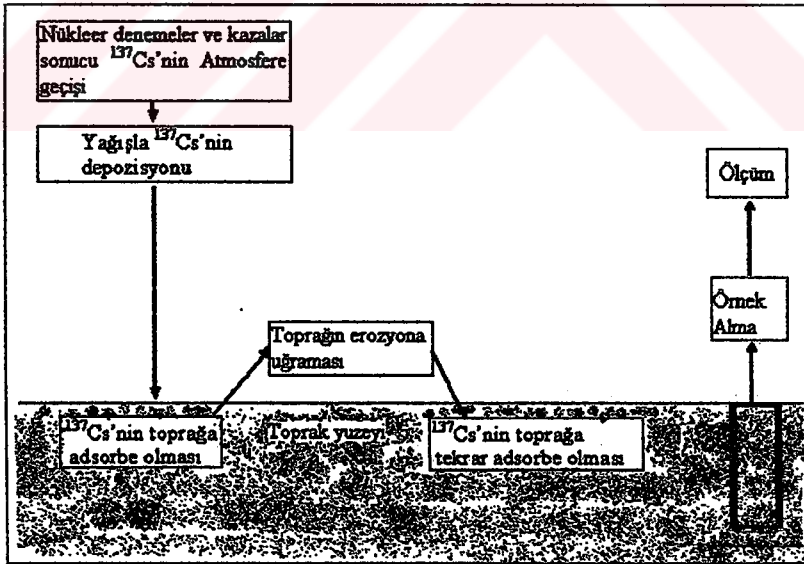
#### 4.2. $^{137}\text{Cs}$ 'un Erozyon Hızı Tayinlerinde Kullanılması

$^{137}\text{Cs}$  ( $\gamma=662$  keV) en önemli fisyon ürünlerindedir, yarı ömrü  $t_{1/2}=30.17$  yıldır. Yapay bir radyonüklid olan  $^{137}\text{Cs}$  atmosfere nükleer silah denemeleri ve reaktör kazaları sonucu yayılmıştır. Bu durum 1950'lilerin başından 1970'li yılların sonlarına kadar devam etmiştir. Böylece 1950 yılından itibaren kuzey ve güney yarıkürede  $^{137}\text{Cs}$  kontaminasyonu meydana gelmiştir. Birçok alanda atmosferik akıyla toprak yüzeyine ulaşarak yüzey toprak horizonları tarafından hızla adsorblanmıştır ve daha sonra toprak partiküllerinin hareketi ile tekrar dağılımı söz konusu olmuştur. Bu şekilde toprak hareketlerinin yarı ömrüne bağlı olarak 30 yıllık bir zaman aralığı içinde değerlendirilmesini mümkün kılmıştır.  $^{137}\text{Cs}$  kullanılarak yapılan erozyon hızı tayinlerinde  $^{137}\text{Cs}$ 'un topraktaki adsorbsiyonunun yüksek olması dolayısı ile havzadaki  $^{137}\text{Cs}$  kayıplarının toprak kayıpları ile orantılı olduğu kabul edilmektedir.  $^{137}\text{Cs}$ 'un yatay ve dikey yöndeki dağılımının incelenmesi toprak hareketleri ve yeniden dağılımı konusunda önemli bilgiler vermektedir.  $^{137}\text{Cs}$  ölçümlerinden giderek erozyon hızı ve sediment dağılım hızı tayininde kullanılan tekniğin temeli Şekil.4.2'de verilmektedir.  $^{137}\text{Cs}$  ile erozyon veya deposizyon hızı tayininde genellikle erozyona ya da deposizyona uğramış alanlar ile erozyondan korunmuş (referans) alanlardaki radyonüklidler karşılaştırılır. Referans noktası olarak adlandırılan korunmuş alandaki  $^{137}\text{Cs}$  envanteri, erozyona uğramış yerdeki  $^{137}\text{Cs}$  envanterinden daha fazla olurken deposizyon bölgesindekinden ise daha azdır. Bu konuda yapılan çalışmalar  $^{137}\text{Cs}$

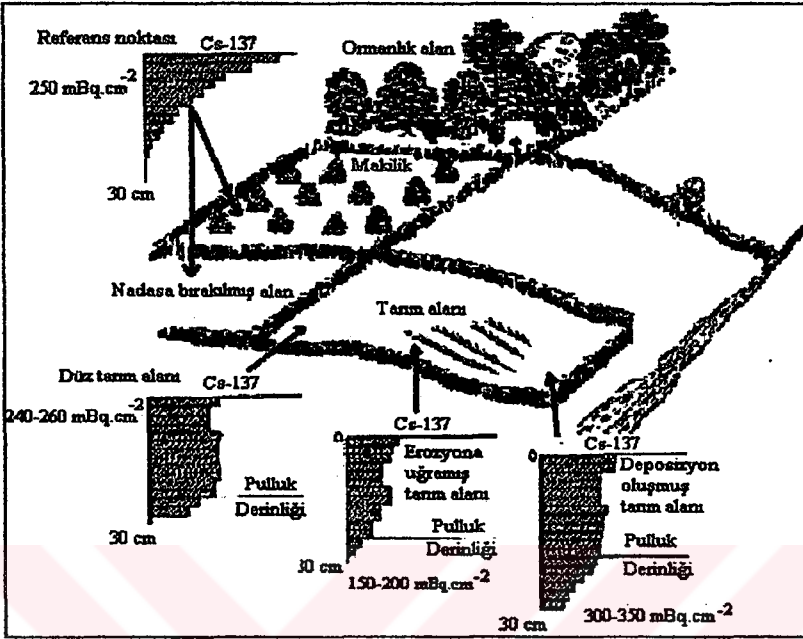
kaybı ile toprak kaybı arasında lineer bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu ilişkiden bir çok matematiksel ifade geliştirilmiş ve erozyon hızları belirlenmiştir.

$^{137}\text{Cs}$  farklı alanlarda farklı dağılımlar göstermektedir. Tarım yapılan toprak profilleri ile diğer bölgelerdeki profiller karşılaştırıldığında, tarım alanlarında  $^{137}\text{Cs}$ 'un dağılımının homojen veya homojene yakın olduğu görülmektedir. Referans bölgelerinde ise  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonu derinlikle azalır. Erozyona uğramış tarım alanlarındaki  $^{137}\text{Cs}$  birikimi referans bölgesine göre yaklaşık % 40 daha azdır. Tarım alanlarının depozisyon noktalarında ise  $^{137}\text{Cs}$  birikimi ve dolayısıyla toprak birikimi de söz konusudur.

Şekil 4.3  $^{137}\text{Cs}$ 'un farklı bölgelerde derinliğe bağlı olarak dağılımını göstermektedir (Boardman et al., 1996).



Şekil 4.2. Erozyon çalışmalarında kullanılan  $^{137}\text{Cs}$  tekniğinin temeli.



Şekil 4.3.  $^{137}\text{Cs}$ 'un farklı bölgelerdeki dikey dağılımı.

### Referans Alanların Seçimi

$^{137}\text{Cs}$ 'un kullanıldığı erozyon hızı tayinlerinde erozyon ve deposizyonun olduğu alanlara referans olacak korunmuş toprak içeren bir alana ihtiyaç vardır. Çoğu yarı-kurak topraklarda rüzgar aktivitesi meydana gelir ve toz deposizyonu muhtemelen bitkileşmiş alanlarda oluşur. Fakat bitkisiz alanlar ise rüzgar ve su erozyonuna maruz kalırlar. Dolayısıyla, bu şartlar altında  $^{137}\text{Cs}$  referans konsantrasyonunu belirlemek için korunmuş alanı doğru tahmin etmek zordur. Kararlı toprak koşullarında bile kontrol alanı için  $^{137}\text{Cs}$  envanteri değişken olabilir ve ağaçlar üzerinden akan düzensiz yağış topraktan  $^{137}\text{Cs}$  kaybına veya yüzeydeki organik madde içeriğinde  $^{137}\text{Cs}$ 'un tutulmasına sebep olabilir. (Chappell, 1999). Buna göre  $^{137}\text{Cs}$ 'un kullanıldığı erozyon hızı tayinlerinde referans alanların seçiminde dikkat edilmesi gereken noktaları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz;



- Referans alanı çalışma alanına 1 km'den daha uzakta olmamalıdır (Bujan et al., 2000).
- Referans envanterini tayin etmek için, çalışma alanına yakın, tüm yıl boyunca bitki ile kaplı, erozyon ve sedimentasyondan uzak düz bir alan seçilmelidir. (Schuller et al., 2000).
- Referans alanları tarım yapılmayan ve eğimi en az olan alanlardan seçilmelidir.
- Ormanlık alanlarda ağaç köklerinden en az 3 m uzakta olmalıdır (Nagle et al., 2000).

#### 4.3. $^{137}\text{Cs}$ Dağılımı ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişki

Nükleer silah denemeleri ve reaktör kazaları ile atmosfere bırakılan  $^{137}\text{Cs}$ , yağış ile birlikte yeryüzüne geri döndüğünde zemindeki toprak kolloidleri tarafından adsorbe olunur. Kil minerallerinin ayrımlı kil tipleri, kristalleşme dereceleri, yoğunluğu, iyon değişim özellikleri ve çevrenin kation içeriği gibi doğal özellikler topraklardaki  $^{137}\text{Cs}$  adsorpsiyonuna doğrudan etkili olur. Topraklardaki  $\text{K}^+$  ve  $\text{Na}^+$  gibi kation konsantrasyonlarının artışı toprak kolloidleri tarafından  $^{137}\text{Cs}$ 'un adsorpsiyonunu düşürür. Topraklarda Ca vb. iki değerlikli kationların varlığı, K vb. tek değerlikli kationlara nazaran mika ve vermikülit mineralleri tarafından  $^{137}\text{Cs}$  'un daha yoğun olarak adsorpsiyona uğramasına neden olur.

Kil mineralleri tipine ilaveten, toprağın organik madde ve kil içeriği  $^{137}\text{Cs}$  adsorpsiyonunu etkileyen ve bu bağlamda toprakların kation değişim kapasitesini (KDK) belirleyen bir etki faktörü olarak karşımıza çıkar. Sawhney (1967), vermikülit kil mineralinin nicel olarak yoğunlaştığını ve buna koşut olarak KDK'nın artışıyla,  $^{137}\text{Cs}$ 'un daha

fazla adsorbe olduğunu saptamıştır. Yüzey topraklarında  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonu organik madde niceliği ile doğru orantılı olarak değişir.

Richie ve McHenry 1978 yılında topraktaki  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonundaki değişimi, kil ve organik madde miktarı ile pozitif, kum içeriği ile ise negatif bir korelasyon gösterdiğini belirlemişlerdir. De John ve çalışma ekibi 1986 yılında A horizonu (organik madde birikim horizonu) kalınlığındaki ve organik madde içeriğindeki değişikliklerin,  $^{137}\text{Cs}$  aktivitesinde %65 kadar değişikliğe neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda organik madde bazı yönlerde kil minerallerine tutunan  $^{137}\text{Cs}$ 'un artışında rol oynadığı gibi, killerden de  $^{137}\text{Cs}$ 'un serbest kalışını artırabilir (Taşkın, 1993).

Tarım yapılmayan topraklarda  $^{137}\text{Cs}$ 'un kil minerallerine kuvvetli adsorbsiyonu yanında organik madde niceliğinden dolayı, çoğunun yüzey horizonlarda yoğunlaştığı belirlenirken, kimi araştırmalarda  $^{137}\text{Cs}$ 'un toprakların daha derinlere doğru su ile olan hareketini belirlemişlerdir. Lowrance ve arkadaşları 1988 yılında bozulmamış ve humusca zengin orman topraklarında  $^{137}\text{Cs}$  aktivitesini yüzeyde daha yüksek ölçmüşlerdir.  $^{137}\text{Cs}$ 'un kum dokulu topraklarda yavaş hareket ettiğini ve 20 cm'nin altına taşınmadığını açıklamışlardır. McHenry ve çalışma ekibi 1978'de,  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonunun tarım yapılmayan alanlarda profilin en üst 5 cm'sinde daha fazla olmasına rağmen, bunun tarım alanlarında pulluk tabakasına kadar dağılım gösterdiğini belirtmişlerdir (Taşkın, 1993).

$^{137}\text{Cs}$ 'un topraklarda adsorbe olması toprak tepkimesine dolayısıyla (pH) değerine bağlı olup, bu bağlamda pH'ın 2 den 4'e çıkması durumunda adsorbsiyon hızla artarken, pH=7'de maksimuma ulaşır, pH=8 ve yukarısında ise bu adsorbsiyon yeniden düşüşe geçer.  $^{137}\text{Cs}$ 'un toprak profili boyunca dikey dağılım hızı kil minerallerine

kuvvetli adsorbsiyonundan dolayı düşüktür. Bir çok araştırmacı  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonunun ilk 5-10 cm üstünde yoğunlaştığını ve toprak yüzeyinden aşağı doğru exponansiyel olarak azaldığını göstermişlerdir. Bazı yörelerdeki toprak profillerinde  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonu toprak yüzey horizonunun 8 cm üstündeki bölgelerde düşük, bu derinliğin altındaki alanlarda ise yüksek olarak gösterilmiştir. Bu durum  $^{137}\text{Cs}$ 'un toprağın 8 cm üzerindeki derinliklerde kuvvetli bir şekilde karışmadığını ve sediment dağılımının olmadığını gösterir. McCallan ve arkadaşları  $^{137}\text{Cs}$  profilindeki yüzey azalmalarının sezyum taşımayan materyallerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Chappell ve arkadaşları ise yoğun yağmurların  $^{137}\text{Cs}$  un kil mineralleri tarafından adsorbsiyonunu azalttığını göstermişlerdir (Chappell et al., 1999).

Toprak içerisindeki kireç niceliği, toprağın organik karbon içeriği ile doğrudan ilişkilidir. Toprak içerisinde yoğun kirecin bulunması veya kireçli ana özdekler üzerinde bitki örtüsünün yoğun gelişimi, kireçsiz ortamlara nazaran organik maddenin daha fazla birikimine ve sonuçta yüzey horizonunda Cs birikimine neden olur. Benzer şekilde toprakların oluştuğu sediment kökenli ve kireçli jeolojik ana özdeklerden kaynaklanan Ca iyonu, organik maddenin ayrışma ürünlerinden olan humik asitlerle birleşerek Ca-humatları oluştururlar ve bu durumda topraklarda dayanıklı ve sıkı agregatları artırarak erozyona karşı toprağın aşınma direncini yoğunlaştırırlar (Ritchie and Rasmussen, 2000).

#### 4.4. $^{137}\text{Cs}$ Dağılımı ile Topoğrafya Arasındaki İlişki

Topografik özellikler bir alanda  $^{137}\text{Cs}$ 'un dikey ve yatay dağılımını etkileyen önemli değişkenlerdir. McHenry ve çalışma grubu 1978'de topoğrafyadaki küçük değişikliklerin erozyon ve birikimde artışa

neden olduğunu gözlemişler ve tarım alanlarındaki  $^{137}\text{Cs}$  miktarlarının rakımdaki küçük değişikliklerle de farklılıklar gösterdiğine işaret etmişlerdir.

Kiss ve çalışma grubu en üst, orta, alçak yamaçlar ile tarım yapılan yamaçlarda  $^{137}\text{Cs}$  ölçümlerinden toprak dağılımını belirlemişler ve erozyon hızı ile yamaç uzunluğu arasında negatif bir korelasyon bulmuşlardır (Taşkın, 1993).

#### 4.5. $^{137}\text{Cs}$ Tekniği ile Toprak Erozyonunu ve Depozisyonunu Belirlemekte Kullanılan Matematiksel Modeller

Bu matematiksel modelleri tarım yapılan ve yapılmayan arazilerdeki uygulamalarına göre iki grupta incelemek gerekmektedir.

##### **Orantılı Model (*Proportional Model*)**

Tarım yapılan topraklarda  $^{137}\text{Cs}$  ölçümlerinden giderek toprak erozyon hızlarını elde etmek için kullanılan yaygın modellerden biri orantılı modeldir. Bu model,  $^{137}\text{Cs}$ 'un toprağın sürülmesi ile pulluk tabakası derinliğine kadar tamamen karıştığı ve toprak kaybının profile  $^{137}\text{Cs}$  envanterindeki azalma ile orantılı olduğu temeline dayandırılır ve aşağıdaki ifade ile verilir (Du et al., 1998; Nagle et al., 2000);

$$E_{net} = \frac{(XY) \cdot \left( \frac{F_s - F_c}{F_c} \right)}{N} \quad (4.1)$$

Burada;

$E_{net}$ : Net toprak erozyonu yada depozisyonu ( $\text{kg m}^{-2} \text{y}^{-1}$ )

X: Örnekleme yapılan toprağın volüm ağırlığı ( $\text{Mg m}^{-3}$ )

Y: Örneklenen toprak tabakasının derinliği (m)

$F_s$ : Örneğin Sezyum aktivitesi ( $Bq\ m^{-2}$ )

$F_C$ : Referans noktasının sezyum aktivitesi ( $Bq\ m^{-2}$ )

N: 1963 ile örnekleme zamanı arasında geçen süre (yıl) (Nagle et al., 2000).

Dominik Cumhuriyeti Nizao bölgesinde orantılı model kullanılarak 14 örnekleme bölgesinde yapılan bir çalışmada toprak kaybı  $6-61\ t\ ha^{-1}\ y^{-1}$  arasında iken ortalama erozyon hızı  $26\ t\ ha^{-1}\ y^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Aynı bölgede Hernandez, USLE denklemini kullanarak bazı tarım alanlarında erozyon hızını  $41-88\ t\ ha^{-1}\ y^{-1}$ ,  $8-61\ t\ ha^{-1}\ y^{-1}$  arasında değişen değerlerde bulmuştur.  $^{137}Cs$  ile elde edilen sonuçların USLE ile bulunan sonuçlardan daha düşük olduğu görülmüştür.

Avustralya'nın Sydney yakınlarında Merriwa havzasında yapılan başka bir çalışmada orantılı model kullanılarak erozyon hızı  $8-37\ t\ ha^{-1}\ y^{-1}$  olarak bulunmuştur (Boardman et al., 1996).

Çin'in Qinghai-Tibetan Yaylasında yapılan bir çalışmada rüzgar erozyonu sonucu meydana gelen toprak kayıpları yine orantılı model kullanılarak hesaplanmıştır. Bu bölgede rüzgar erozyonunun etkisiyle çevredeki ekolojik dengenin bozulması ve artan çölleşmeden dolayı erozyon hızının acil olarak belirlenmesine ve önlemlerin alınmasına gerek duyulmuştur.  $^{137}Cs$  envanterleri erozyon bölgelerinde  $54.02-702.39\ Bq\ m^{-2}$  ve referans alanlarında ise  $982.11-2376.04\ Bq\ m^{-2}$  arasında ölçülmüştür. Buna bağlı olarak  $^{137}Cs$  ölçümlerinden giderek elde edilen ve rüzgar erozyonundan kaynaklanan toprak kaybının ortalama değerinin  $47.59\ t\ ha^{-1}\ y^{-1}$  olduğu ve bölgede rüzgar erozyonunun en az etkili olduğu yerlerde toprak kaybının  $20.20\ t\ ha^{-1}\ y^{-1}$  ile  $22.69\ t\ ha^{-1}\ y^{-1}$  arasında değiştiği gözlenmiştir (Ping et al., 2000).

Rüzgar ve suyun neden olduğu yüzey erozyonu, Yeni Zelanda'daki Manawatu bölgesi tarım topraklarında yaygın olarak görülmektedir. Tarım alanlarında,  $^{137}\text{Cs}$  aktivitesi  $138\text{-}827\text{ Bq m}^{-2}$  arasında ve ortalama aktivite ise  $463\text{ Bq.m}^{-2}$  olarak tayin edilmiştir. Toprak erozyonu ortalama  $46\text{ t ha}^{-1}\text{ y}^{-1}$ , toprak deposizyonu ise ortalama  $49\text{ t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Basher, 2000).

Pasifiğin kuzey batısındaki Palouse bölgesi dünyada kuru tarımın yapıldığı en verimli bölgelerden biridir. Palouse nehri havzasındaki erozyonun %90'dan fazlası ekim alanlarındaki su akışından kaynaklanır. Su erozyonundan kaynaklanan ortalama toprak kaybının orantılı model kullanılarak  $31\text{ t ha}^{-1}\text{ y}^{-1}$  olduğu ve üst yamaçlarda ise  $225\text{-}450\text{ t ha}^{-1}\text{ y}^{-1}$  arasında değiştiği hesaplanmıştır (Montgomery et al., 1997).

#### **Profil Dağılım Modeli (*Profile Distribution Model*)**

Tarım yapılmayan alanların erozyon hızı tayininde kullanılan denklemlerden biri profil dağılım modelidir. Zhang ve arkadaşları tarafından kullanılan bu modelin temeli aşağıdaki esaslara dayanır (Porto et al., 2001).

Yağışla birlikte  $^{137}\text{Cs}$  yeryüzeyine üniform olarak dağılmaktadır. Tarım yapılmayan alanlarda  $^{137}\text{Cs}$ 'un derinlikle değişimi

$$A(x) = A(0)e^{-bx} \quad (4.2)$$

şeklinde üstel bir dağılım gösterir.

$A(x)$ : Verilen bir derinlikteki  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )

$A(0)$ : Yüzeydeki  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )

$b$ : sabit katsayı

$1/b$  katsayısı aynı zamanda relaksasyon kütle derinliği  $h_0$  parametresinin değerini verir (Porto et al., 2001).

Profil dağılım modelinde  $h_0$  parametresinin tayini önemlidir. Relaksasyon kütle derinliği yüzeydeki  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonunun  $1/e$  ye indiği derinliktir. Bu parametre referans noktasında  $^{137}\text{Cs}$ 'un dikey dağılım ölçümlerinden elde edilir.  $^{137}\text{Cs}$ 'un derinlikle olan dağılımı (4.2) nolu eşitlikte verilen exponansiyel bir fonksiyonla ifade edilir.

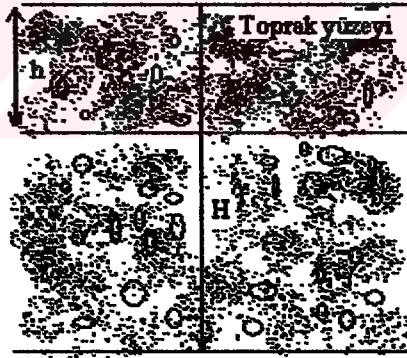
Referans noktasında  $^{137}\text{Cs}$  envanteri;

$$C_R = \int_0^H A dx \quad (4.3)$$

Şekil 4.4 dağılmamış topraklarda toprak tabakasına  $^{137}\text{Cs}$  birikimini göstermektedir.

H: Referans noktasındaki toprak derinliği (m)

h: Erozyon noktasında kaybolan toprak tabakası kalınlığı (m)



h: kayıp toprak (sezyum) tabakası

H: Korunmuş (referans noktasındaki) toprak (sezyum) tabakası

Şekil 4.4. H derinliğindeki toprak tabakasına (havuzuna)  $^{137}\text{Cs}$  birikim diyagramı

Erozyon noktasındaki  $^{137}\text{Cs}$ 'un referans noktasındaki  $^{137}\text{Cs}$ 'a oranı Y, Du ve arkadaşları (1998) tarafından şu şekilde verilmektedir.

$$Y = \frac{\int_0^H A dx - \int_h^H A dx}{\int_0^H A dx} = \frac{\int_0^h A dx}{C_R} \quad (4.4)$$

$$Y = \frac{\int_0^h A dx}{\int_0^H A dx} = \frac{\int_0^h A(0)e^{-bx} dx}{\int_0^H A(0)e^{-bx} dx} = \frac{\left[ -\frac{A(0)}{b} e^{-bx} \right]_0^h}{\left[ -\frac{A(0)}{b} e^{-bx} \right]_0^H} = \frac{-\frac{A(0)}{b} (e^{-bh} - 1)}{-\frac{A(0)}{b} (e^{-bH} - 1)}$$

$H$ 'nin çok büyük olması durumunda  $e^{-bH} \approx 0$ , relatif sezyum kaybı

$$Y = \frac{-\frac{A(0)}{b} (e^{-bh} - 1)}{\frac{A(0)}{b}}$$

$$Y = 1 - e^{-bh} \quad (4.5)$$

şeklini alır.

$$e^{-bh} = 1 - Y$$

$h$  toprak kaybı tabakası

$$h = -\frac{1}{b} \ln(1 - Y) \quad (4.6)$$

olarak elde edilir (Du et al., 1998).

Sezyumun başlangıcında itibaren geçen süre  $t-1963$  ise

Yıllık erozyon hızı

$$E_R = \frac{h}{t - 1963} \quad (4.7)$$

$$E_R = -\frac{10}{t - 1963} \frac{1}{b} \ln(1 - Y) \quad (4.8)$$

Relaksasyon kütle derinliği  $h_0$ ,  $1/b$  olarak tanımlanmıştır.



Relatif sezyum kaybı ise  $Y = \frac{X}{100}$  olduğuna göre

denklem (4.8) aşağıdaki gibi tekrar yazılır.

$$E_R = -\frac{10}{t-1963} h_0 \ln\left(1 - \frac{X}{100}\right) \quad (4.9)$$

Buna göre

$E_R$ : yıllık toprak kaybı ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ )

t: örnek toplanan yıl

X: referans değerine göre örnekleme noktasındaki  $^{137}\text{Cs}$ 'un yüzde kaybı

$$X = \left[ \frac{A_{ref} - A}{A_{ref}} \right] \quad (4.10) \text{ olarak verilmiştir.}$$

Burada;

$A_{ref}$ : Referans noktasındaki  $^{137}\text{Cs}$  envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )

A : Örnekleme noktasındaki toplam  $^{137}\text{Cs}$  envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )'dir.

Güney İtalya'nın Calabria bölgesindeki küçük bir havzada erozyon hızının ölçümünde profil dağılım modeli kullanılmıştır.  $^{137}\text{Cs}$  envanterlerinin erozyon bölgelerinde  $19\text{-}2602 \text{ Bq m}^{-2}$  arasında, referans alanlarında ortalama  $2609 \text{ Bq m}^{-2}$  olduğu gözlenmiştir. Profil dağılım modeli kullanılarak elde edilen erozyon hızları  $0.053\text{-}101.16 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  arasında değişmektedir (Porto et al., 2001).

Güney-batı Nijerya'daki Miamey'in 60 km doğusunda yaz mevsimi boyunca güney-batı rüzgarları ile kısa süreli fırtına ve yoğun yağış görülmektedir. Bu durum materyal ve kil kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle bölgede erozyon hızını tayin etmek için Zhang ve arkadaşları tarafından geliştirilerek kullanılan profil dağılım modeli ile örnekleme bölgelerinde  $^{137}\text{Cs}$  envanteri  $943\pm 68\text{-}4129\pm 558$  arasında bulunurken referans alanlarında ortalama  $2066\pm 125 \text{ Bq m}^{-2}$  olarak

bulunmuştur. Net erozyon hızı  $8.3 \pm 0.7 - 44.1 \pm 4.1 \text{ t ha}^{-1} \text{y}^{-1}$  arasında ve net depozisyon hızı ise  $3.5 \pm 0.2 - 5.9 \pm 0.9 \text{ t ha}^{-1} \text{y}^{-1}$  arasında bulunmuştur (Chappell, 1999).

### **Kütlesel Denge Modeli (*Mass Balance Model*)**

Tarım yapılan ve yapılmayan alanlarda kullanılabilen ve Walling ve Quine tarafından geliştirilen kütlesel denge modeli aşağıdaki şekildedir:

$$\frac{dA(t)}{dt} = I(t) - \left( \lambda + \frac{R}{d} \right) A(t) \quad (4.11)$$

Burada;

$A(t)$ : Birim zamanda birim alanda biriken  $^{137}\text{Cs}$  aktivitesi ( $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-2}$ )

$t$ :  $^{137}\text{Cs}$ 'un dağılımının başlangıcından itibaren geçen süre (yıl)

$R$ : erozyon hızı ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{y}^{-1}$ )

$d$ : ortalama pulluk derinliği ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )

$\lambda$ :  $^{137}\text{Cs}$ 'nin bozunma sabiti ( $\text{y}^{-1}$ )

$I(t)$ :  $\Delta t$  zaman aralığındaki  $^{137}\text{Cs}$  depozisyon akısı ( $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{y}^{-1}$ ) (Walling and He, 1999b).

Erozyon çalışmalarında kütlesel denge modeli kullanılarak (denklem 4.11) bölgeye ait bir çok parametreyi içine alacak şekilde geliştirilmiş kütlesel denge modeli (Refined Mass Balance Model) elde edilmiştir. Kullanılan ifade aşağıda verilmiştir.

$$\frac{dA(t)}{dt} = (1 - \Gamma)I(t) - \left( \lambda + P \frac{R}{d} \right) A(t) \quad (4.12)$$

Burada;

$\lambda$ :  $^{137}\text{Cs}$  bozunma sabiti

$\Gamma$ :  $\Gamma$ 'nın büyüklüğünü belirlemek için, yerel yağış rejimine,  $^{137}\text{Cs}$ 'un yüzey toprağındaki ilk dağılımına, toprağın sürülme zamanına ve bunu içeren erozyon sürecine gerek vardır.

$P$ : Tanecik boyutu düzeltme faktörüdür

$R$  erozyon hızı için denklem (25)'in çözümü;

$$R = \frac{I - \lambda A}{AH + \gamma d} \frac{dH}{P\Delta t} \quad (4.13)$$

şeklinde elde edilir.

Burada;

$H$ : releksasyon kütle derinliğı

$\gamma$ : Toprağı işleme zamanına ve yağış rejimine bağılı parametredir.

$^{137}\text{Cs}$ 'un depozisyon akısı  $I(t)$  atmosferik silah denemeleri sonucunda meydana gelen depozisyona bağılı olduğı için, model ile belirlenen erozyon hızı ile  $^{137}\text{Cs}$  envanteri arasındaki ilişki  $d$ ,  $H$ ,  $\gamma$  ve  $P$  parametrelerine bağılıdır (Walling and He, 1999b).

## 5. ÇALIŞMA ALANININ GENEL ÖZELLİKLERİ

Yatağan havzasının genel özellikleri kapsamında çalışma alanının fiziksel özelliklerinden coğrafik konumu, jeolojik yapısı, taksonomik toprak birimleri ve iklim özellikleri incelenmiştir.

### 5.1. Araştırma Yeri ve Coğrafik Konumu

Muğla ilinin yaklaşık 20 km kuzeybatısında yer alan çalışma alanı; Yatağan ilçesine bağlı Yeniköy, Şahinler, Kapıbağ Bozhüyük, Gökpınar, Bahçekaya, Madanlar, Bozarmut, Akgedik köylerinin çevrelediği arazilerini içermektedir. Bu alan Doğu-Kuzeybatı yönünde konumlanmış bir havza görünümünde olup  $37^{\circ} 15' 00''$  ve  $37^{\circ} 22' 00''$  Kuzey enlemleri ile  $28^{\circ} 05' 00''$  ve  $28^{\circ} 14' 00''$  Doğu boylamları arasında yer almaktadır ve kuzeyinde Yatağan ilçesi, Güneyinde ise Muğla ili bulunmaktadır. Havzanın Kuzeybatısında 718 m yükselti Yatağan tepe, Batısında 507 m yükselti Peynirli tepe, 493m yükselti Kırtaş tepe ve 732 m yükselti Kocadüz dağı tepe, Doğusunda 611 m yükselti Kuru ağacası tepe, 737 m yükselti Karadağ tepe ve 567 m yükselti ile Göktepe bulunmaktadır.

Araştırma alanının Batı bölümleri dik eğimli (%30+) dağlık bölgeler ile kuru dere veya yan derelerce taşınmış birikimlerden oluşmuş hafif eğimli etekler ya da düz arazileri içermektedir. Doğu bölümlerde ise orta ve dik eğimli (%15+) dağlık alanlar yer alır. Genelde havzada çevresindeki dağlık alanlardan taşınan alluvium-koluvium özdeklere oluşturulan kolluvial ve alluvial oluşumlar gözlenir. Özellikle batı yönündeki dağların oldukça dik eğimli oluşu erozyon hızını arttırmış ve sonuçta küçük ve orta büyüklükteki alluvial fanların oluşumuna neden olmuştur. Havzanın orta bölümünde yer alan geniş alluvial düzlük

çevredeki dağlık arazilerden taşınan özdeklerce oluşturulmuştur. Havzanın kuzeyi Taşyolu Boğazı ile Çine Havzasına, güneyde Muğla ovasının geniş alluvial düzlüğüne açılmaktadır ve en önemli boşaltım alanı ise Kuzeybatıda Yatağan tepenin eteğinden geçen Bencik deresi ile sağlanır. Araştırma alanının kuzeyi ve batısı dik eğim içeren kretase kalker ve şist özellikli kayalardan oluşan tepelerle sınırlanırken, Doğu yönü orta- dik eğim içeren marn özellikli kayalardan oluşmaktadır.

## 5.2. Jeoloji ve Petrografi

Araştırma alanı kuzeyinde Menderes masifinin çekirdeği olarak kabul edilen gnayslar yer alır. Gnaysları, şistler (Granat şist, biotit şist, kuvarşist vb.) ile mermerler örter. Bölgede jeolojik olarak, metamorfik bir taban üzerine (çekirdek gnaysların üzerine) muhtemelen bu zaman aralığından sonra detritik olarak şeyl, kumtaşı, arkoz ve kireçtaşı çökelimi oluşurken, bunun üzerine de karbonatlı tortul yoğunlaşmıştır. Çalışma alanını da içeren bu seri Paleozoyik ve Mesozoyik başlarında çökelmiş (Başarır, 1970) ve Jurada rejyonal metamorfizmaya uğramıştır. Metamorfik kütleler ileri zaman süreçlerinde diapirik olarak yükselirken, örtü tabakaları birbirlerinin üzerinden kayarak 50-60 dereceye varan eğimli bir görünüm almıştır.

Çalışma alanı muskovit kuvars şist, muskovit-kuvars fillit içeren mermerler ile genç totullardan oluşmuştur. Metamorfik birimler birbirleriyle uyumlu olup KD-GB doğrultulu ve GD'ya eğimlidirler. Genel yapıdaki pililenmeler göz önüne alındığında, çalışma alanındaki mermerlerde bulunan senklinal eksenlerinin KD-GB doğrultulu olduğu söylenebilir.

Arazide, en altta Albiyen-Santoniyen-Kampaniyen yaşlı Milas formasyonu gözlenirken, bu formasyon, birbirleri ile yanal ve düşey geçişler gösteren şist-fillit ve platform tipi mermerlerden meydana gelmiştir. Şist-fillitler içerisinde mermer mercikleri gözlenir. Platform tipi mermerler alttan üste doğru, zımpara mercikli beyaz mermerler, bitümlü dolomitik mermerler, rudistli gri mermerler ve fosilsiz gri mermer dağılımı gösterirler. Milas formasyonu'nda yoğun olarak rastlanılan kırıntılarının ve rudistlerin varlığı, yüzeysel denizel bir ortamda böyle bir çökmenin meydana geldiğini kanıtlar. Zımpara mercikleri, yer yer karasal ortama geçişi gösterir

Milas formasyonu'nun üzerine, geçişli bir dokanakla, Geç Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı olduğu düşünülen Kızılağaç Formasyonu gelir. Formasyon, kırmızı renkli pelajik mermerler, kalkışit, fillit ve metabazik kayalardan yapıldır. Formasyonun, litolojik içeriği, denizaltı volkanizmasının yer yer geliştiği derin denizsel bir ortamda çökeldiğini gösterir (Şekil 5.1).

Çalışma alanında tüm birimleri, açısız uyumsuzlukla, Orta Miyosen Sonu yaşlı Yatağan formasyonu örter. Formasyonda, alttan üste doğru, taban çakıl taşı, kömürlü çakıltaşı-çamurtaşı ve kireçtaşı ayırtlanmıştır. Formasyonun kömür içermesi karasal/gölsel bir ortamda çökeldiğini kanıtlar (Başarı, 1970).

YAŞ		BİRİM ADI		BİRİM SİMGESİ		LİTOLOJİ	
SENOZOYİK		TERTİYER		Myk		Kireçtaşı	
TERİYER		MİYOSEN		My		Çakıltısı- çamurtaşı ardalanması	
		Serravaliyen		Myc		Kömür düzeyi	
		YATAĞAN FORMASYONU		Myt		Taban çakıltısı	
		KIZILAGAÇ FORMASYONU		Kk		Fillitler, kalsitler, metabazik kayalar	
		ÜST KRATESE		Km		Yesil renkli mermer, Kırmızı renkli pellaçik mermerler	
KRATESE		Senomoniyen - İspanyol - İtalyan - Kambriyen - Maestrihtiyen		Kk		Gri mermerler	
ÜST KRATESE		MILAS FORMASYONU		Km		Rudistli gri mermerler	
ALT KRATESE		Albiyen.		Km		Bütümlü dolomitik mermerler	
		Senomoniyen		Km		Zımpara ve şist-fillit mercekli beyaz mermerler	
		MILAS FORMASYONU		Km		Mermer mercikleri	
		Albiyen.		Km		Sistler-Fillitler	

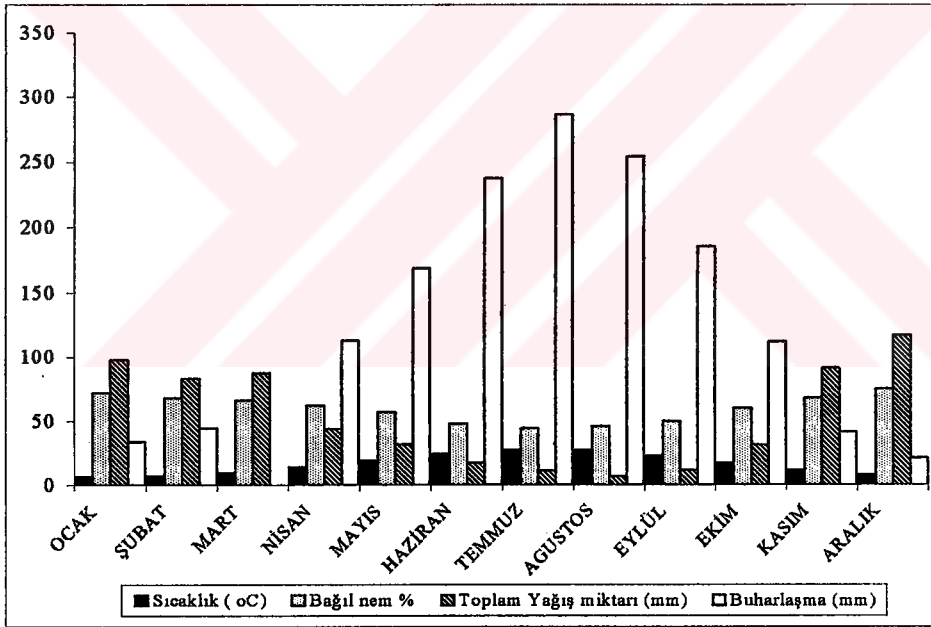
Şekil 5.1. Çalışma alanının stratigrafisi (Başarı'dan, 1970).

### 5.3. İklim

Çalışma alanı olan Yatağan ilçesi, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı Akdeniz iklim tipine girer. Yapılan son 20 yıllık gözlem verilerine göre, yörede en fazla yağış Aralık ayında 117.2 mm, en

düşük Ağustos ayında 6.8 mm saptanırken yıllık ortalama yağış toplamı 630.2 mm olarak belirlenmiştir. En yüksek sıcaklık ortalaması Temmuz ayında 27.4 °C, en düşük sıcaklık ortalaması Ocak ayında 6.6 °C, yıllık ortalama sıcaklık 16.2 °C olarak hesaplanmıştır. En yüksek buharlaşma ortalaması Temmuz ayında 286.5 mm, en düşük Mart ayında 0.0 mm, ortalama yıllık bağıl nem % 59, en yüksek Ocak ayında %75.0, en düşük ise Temmuz ayında % 44.0 olarak belirlenmiştir (Şekil 5.2).

Yatağan ilçesi meteoroloji istasyonundan (Enlem:37°27'K, Boylam:28°08'D, Rakım:365m) alınan sayısal iklim verileri Çizelge 5 1'de gösterilmiştir (Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, 2002).



Şekil 5.2. Muğla ili, Yatağan ilçesi çok yıllık yağış (mm), sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) aylık gözlem diyagramı.



Çizelge 5.1. Yatağan İlçesi Meteoroloji İstasyonunun 1980-2000 Yılları Arası Ortalama Aylık ve Yıllık Sonuçları

Meteorolojik Elemanlar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıl
Yerel Basınç (hPa)	973.8	972.7	971.2	970.4	970.4	968.9	966.4	967.5	970.6	973.5	974.2	974.1	971.1
Sıcaklık (°C)	6.6	7.1	9.6	14.0	18.9	24.1	27.4	26.9	22.6	17.1	11.5	8.1	16.2
Buhar Basıncı (hPa)	7.2	7.0	7.7	9.4	11.7	13.4	15.1	15.3	12.9	11.1	9.3	8.4	10.7
Bağıl Nem %	72.0	68.0	66.0	62.0	57.0	48.0	44.0	46.0	50.0	60.0	68.0	75.0	59.0
Toplam Yağış (mm)	97.9	83.3	87.5	43.8	31.7	17.0	10.9	6.8	11.8	31.0	91.3	117.2	630.2*
Rüzgar Hızı (m/s)	1.8	2.2	2.1	2.0	1.8	1.9	2.0	1.7	1.7	1.6	1.9	1.9	1.9
En Hızlı Esen Rüz. Yönü	NNW	ESE	ENE	SE	E	WSW	N	NE	WNW	SW	WSW	SE	ESE
En Hızlı Esen Rüz. Hz (m/s)	24.2	24.8	22.8	24.3	24.6	18.3	17.7	18.3	18.2	15.7	19.8	24.5	24.8
5 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	6.0	7.2	10.7	16.3	22.1	27.6	31.3	31.2	26.2	18.8	11.2	7.5	18.0
10cm Toprak Sıcaklığı (°C)	6.4	7.5	11.0	16.2	21.8	26.8	30.1	30.4	26.2	19.3	11.9	8.1	18.0
20cm Toprak Sıcaklığı (°C)	7.0	7.7	10.8	15.6	20.8	25.6	28.9	29.1	25.7	19.6	12.6	8.7	17.7
50cm Toprak Sıcaklığı (°C)	10.5	10.5	12.5	16.4	20.9	25.3	28.7	29.6	27.4	22.9	16.9	12.7	19.5
100cm Toprak Sıcaklığı (°C)	11.3	10.4	11.2	13.8	17.0	20.5	23.7	25.2	24.6	21.9	17.7	13.8	17.6
Buharlaşma (mm)	33.8	44.6	0.0	112.6	168.9	237.8	286.5	254.5	185.4	112.2	41.3	21.0	1498.6*

\*:Toplam Değerler

## 6. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırmada Muğla ili Yatağan ilęesi havzası içinde yapılan arazi çalışmaları ile ayrımlı fizyografik konum ve eğimdeki alanlardan pedonla açılarak rneklemeleler yapılmıştır. Alınan rneklelerde <sup>137</sup>Cs birikimlerinin derinliğe bağlı değişimleri incelenmiştir. Araştıma alanı toprakları fizyografyalarına, ana zdeklelerine ve pedogenetik özelliklerine göre taksonomik olarak sınıflandırılmıştır.

### 6.1 Materyal

Araştırma materyalini Yatağan havzasını çevreleyen Yatağan tepe, Peynirli tepe, Kırtış tepe, rnez tepe ve Kayışalan tepe alanlarının ayrımlı yükselti ve eğimlerinde dağılım gösteren topraklar oluşturmuştur.

Çalışmada ana materyal olarak kretase kalker ya da marn ana zdek üzerinde dik-orta dik eğimli topografik konumda oluşum gösteren Mollisoller, yan derelerin ve gravitasyonun etkisi ile taşınıp biriktirilen orta-kaba bünyeli alüvyal depozitler zerindeki Entisoller, eğimli topografya üzerinde şişt, kretase kalker ana zdekleleri üzerinde oluşum gösteren Alfisoller ile Entisol sırası toprakları kullanılmıştır.

Çalışma alanı çevreleyen erozyonun başat olarak gözlendiği 5 tepenin doruk, sırt, yamaç ve etek bölümleri ile düz, düze yakın alanlardan toplam 31 pedon açılmış ve ayrımlı tabaka ve horizonlardan 77 adet toprak ve ana zdek rneği alınmıştır.

Örnekleme sürecinde arazide doğrudan gözlenen ve saptanan renk, doku (bünye), yapışkanlık, plastiklik, yapı (stürüktür), organik madde ve bitki kök dağılımı, böcek aktivitesi izleri, konkresyonlar, gözenekler, kil pedleri, kireç konkresyonları, kayma yüzeyleri gibi toprağa ait özellikler ile örnekleme yeri, denizden yksekklik, arazi tipi, rölyef, arazi şekli, ana

özdek, erozyon, taşlılık, kayalık sınıfı, drenaj durumu, şimdiki arazi kullanım şekli, doğal bitki deseni ve yoğunluğu arazi kullanım yetenek sınıfı gibi doğal öğeler aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

### **Yatağan tepe pedon tanımlamaları**

Pedon no	: N1
Koordinat	: 37°21'55"N 28°08'03" E
Yeri	: Yatağan Tepenin Doruğu
Denizden yüksekliği	: 700 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik ( %20 )
Ana özdek	: Kretase Kalker
Erozyon sınıfı	: 4
Taşlılık sınıfı	: 3
Kayalık sınıfı	: 4
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Seyrek maki funda, Kermes meşesi ( <i>Quercus coccifera</i> )
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VII
Sıra	: Alfisol
Alt sıra	: Xeralf
Büyük grup	: Rhodoxeralf
Alt grup	: Lithic Rhodoxeralf
Haritalama birimi	: Erozyona açık alan

**Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları**

**A (0-4)** Kuru iken (10 YR 5/4) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 2/2) koyu kırmızımsı kahverengi; kumlu tın; ıslak iken az yapışkan az plastik, kuru iken hafif sert; orta,orta granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme; 0,5-1 cm arasında kalker parçaları ; yoğun ince saçak kökleri; kesin geçişli sınır.

**Bt (4-29)** Kuru iken (5 YR 5/4) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 3/3) koyu kırmızımsı kahverengi; tın; ıslak iken plastik, yapışkan, kuru iken sert; orta köşeli blok; HCl ile çok şiddetli köpürme; 5-10 cm arasında iri kalker parçaları; seyrek ince saçak bitki kökleri; kesin geçişli sınır.

**R (29+)** Kretase kalker bloklar

Pedon no	: N2
Koordinat	: 37°21'55"N 28°08'03" E
Yeri	: Yatağan Tepenin Doruğu
Denizden yüksekliği	: 690 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim (%20)
Ana özdek	: Kretase Kalker
Erozyon sınıfı	: 3
Taşlılık sınıfı	: 3
Kayalık sınıfı	: 3
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Quercus türleri, poterium spinosum

Arazi kullanım yetenek sınıfı : VII

Sıra : Alfisol

Alt sıra : Xeralf

Büyük grup : Rhodoxeralf

Alt grup : Typic Rhodoxeralf

Haritalama birimi : Erozyondan korunmuş alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

Ah (0-4) Kuru iken (10 YR 3/3) koyu kahverengi, ıslak iken (10 YR 2/2) koyu kahverengi; kumlu tın; ıslak iken plastik değil, yapışkan değil, kuru iken yumuşak; HCl ile şiddetli köpürme; yarı ayrıışmış veya ayrıışmamış yapraklar; yoğun organik madde birikimi; 0,5-2 cm çaplı seyrek kalker parçaları; kesin geçişli sınır.

Bt (4-9) Kuru iken (10 YR 4/3) kahverengi, ıslak iken (10 YR 2/2) koyu kahverengi; kumlu tın; ıslak iken az plastik, az yapışkan, kuru iken hafif sert; çok zayıf küçük granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme; 1-3 cm çaplı kalker parçaları; çok yoğun saçak kök; kesin geçişli sınır.

AC (9-18) Kuru iken (10 YR 5/3) kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/3) koyu kahverengi; tın; ıslak iken plastik, yapışkan, kuru iken sert; orta-orta zayıf granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 5-20 cm çaplı kalkerler; kesin geçişli sınır.

Pedon no : N3

Koordinat : 37°21'56",5 N 28°08'04" E

Yeri : Yatağan Tepe

Denizden yüksekliği : 675m

Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim ( %35 )
Ana özdek	: Kretase Kalker
Erozyon sınıfı	: 3
Taşlılık sınıfı	: 3
Kayalık sınıfı	: 3
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Seyrek maki funda
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VII
Sıra	: Alfisol
Alt sıra	: Xeralf
Büyük grup	: Rhodoxeralf
Alt grup	: Lithic Rhodoxeralf
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

**Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları**

- A (0-8) Kuru iken (.5 YR 3/4) koyu kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (.5 YR 2/2) koyu kırmızımsı kahverengi; tın; ıslak iken plastik, yapışkan, kuru iken sert; orta-orta granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 1-5 cm çaplı yoğun kalker parçaları; orta yoğun ince saçak kökler; kesin geçişli sınır.
- Bt (8-10) Kuru iken (5 YR 4/4) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 2/2) koyu kırmızımsı kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; zayıf-orta blok ; HCl ile şiddetli köpürme; 5-20 cm arasında yoğun

kalker parçaları; kesin geçişli sınır.

R (10+) Kretase kalker bloklar

Pedon no	: N4
Koordinat	: 37°21'55",5 N 28°08'04" E
Yeri	: Yatağan Tepe
Denizden yüksekliği	: 675 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim (%35)
Ana özdek	: Kretase kalker
Erozyon sınıfı	: 3
Taşlılık sınıfı	: 3
Kayalık sınıfı	: 3
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Yoğun maki funda
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VII
Sıra	: Alfisol
Alt sıra	: Xeralf
Büyük grup	: Rhodoxeralf
Alt grup	: Lithic Rhodoxeralf
Haritalama birimi	: Erozyona açık alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

A (0-6) Kuru iken (5 YR 4/2) koyu kırmızımsı gri, ıslak iken (10 YR 2/2) koyu kırmızımsı kahverengi; tın; ıslak iken az plastik,

az yapışkan, kuru iken hafif sert; orta–orta granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme;yoğun organik madde birikimi; kesin geçişli sınır.

Bt (6-10) Kuru iken (5 YR 4/4) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (10YR 3/4) koyu kırmızımsı kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; zayıf köşeli blok; HCl ile şiddetli köpürme; kesin geçişli sınır.

R (10 +) Kretase kalker bloklar

Pedon no	: N5
Koordinat	: 37°21'56" N 28°08'05" E
Yeri	: Yatağan Tepe
Denizden yüksekliği	: 650 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim ( %20 )
Ana özdek	: Kretase Kalker
Erozyon sınıfı	: 3
Taşlılık sınıfı	: 3
Kayalık sınıfı	: 3
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Orta yoğun gramineae ve Quercus türleri
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VII
Sıra	: Alfisol
Alt sıra	: Xeralf
Büyük grup	: Rhodoxeralf



Alt grup : Lithic Rhodoxeralf

Haritalama birimi : Erozyona açık alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

A (0-8) Kuru iken (7.5 YR 4/4) kahverengi, ıslak iken (7.5 YR 3/2) koyu kahverengi; kumlu tın; ıslak iken plastik, yapışkan, kuru iken sert; HCl ile çok fazla şiddetli köpürme; kesin geçişli sınır.

R (8+) Kretase kalker bloklar.

Pedon no :N 6

Koordinat : 37°21'57" N 28°08'06" E

Yeri : Yatağan Tepe

Denizden yüksekliği : 625 m

Arazi tipi : Dağlık

Rölyef : Yamaç

Arazi şekli : Doğrusal dik yada çok dik eğim (%25)

Ana özdek : Kretase Kalker

Erozyon sınıfı : 2

Taşlılık sınıfı : 3

Kayalık sınıfı : 3

Drenaj koşulu : İyi

Arazi kullanım şekli : Terk edilmiş arazi

Bitki örtüsü : Yoğun maki funda

Arazi kullanım yetenek sınıfı : VI

Sıra : Entisol

Alt sıra : Orthent

Büyük grup : Xerorthent

Alt grup : Lithic Xerorthent

Haritalama birimi : Erozyondan korunmuş alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

A (0-10) Kuru iken (5 YR 4/3) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 2/2) koyu kırmızımsı kahverengi; tın; ıslak iken plastik, yapışkan, kuru iken sert; HCl ile orta şiddetli köpürme; kesin geçişli sınır.

AC(10-20) Kuru iken (5 YR 3/3) koyu kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 2/2) koyu kırmızımsı kahverengi; tın; ıslak iken az plastik, az yapışkan, kuru iken hafif sert; HCl ile orta şiddetli köpürme; kesin geçişli sınır.

R (22+) Kretase kalker bloklar.

Pedon no : N7  
 Koordinat : 37°21'55" N 28°08'07" E  
 Yeri : Yatağan Tepe  
 Denizden yüksekliği : 600 m  
 Arazi tipi : Dağlık  
 Rölyef : Yamaç  
 Arazi şekli : Doğrusal dik eğim (% 20)  
 Ana özdek : Kretase Kalker  
 Erozyon sınıfı : 2  
 Taşlılık sınıfı : 3  
 Kayalık sınıfı : 2  
 Drenaj koşulu : İyi  
 Arazi kullanım şekli : Terk edilmiş arazi.  
 Bitki örtüsü : Yoğun maki funda  
 Arazi kullanım yetenek sınıfı : VII

Sıra	: Entisol
Alt sıra	: Orthent
Büyük grup	: Xerorthent
Alt grup	: Lithic Xerorthent
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

- A (0-15) Kuru iken (5 YR 3/4) koyu kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 2/2) koyu kırmızımsı kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile şiddetli köpürme; 0-15 cm arasında çok yoğun kalker parçaları; kesin geçişli sınır.
- AC (15-21) Kuru iken (5 YR 4/4) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 3/4) koyu kırmızımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme; 15-21 cm arasında çok yoğun kalker parçaları; kesin geçişli sınır.
- R (21+) Kretase kalker bloklar.

Pedon no	: N8
Koordinat	: 37°21'53" N 28°08'07" E
Yeri	: Yatağan Tepe
Denizden yüksekliği	: 600 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim (Maki- Funda sınırının sonu )
Ana özdek	: Kretase Kalker

Erozyon sınıfı	: 2
Taşlılık sınıfı	: 2
Kayalık sınıfı	: 2
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Yoğun maki funda sınırının sonu

Arazi kullanım yetenek sınıfı : VI

Sıra	: Entisol
Alt sıra	: Orthent
Büyük grup	: Xerorthent
Alt grup	: Typic Xerorthent
Haritalama birimi	: Erozyona açık alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

- A (0-8) Kuru iken (5 YR 4/3) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 3/3) koyu kırmızımsı kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile orta şiddetli köpürme; kesin geçişli sınıır.
- AC (8-24) Kuru iken (5 YR 3/3) koyu kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 2/2) koyu kırmızımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile çok fazla şiddetli köpürme; kesin geçişli sınıır.
- R (24+) Kretase kalker bloklar.

**Peynirli tepe pedon tanımlamaları**

Pedon no	: N9
Koordinat	: 37°18'35" N 28°06'18" E
Yeri	: Peynirli tepe
Denizden yüksekliği	: 410m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim (%27)
Ana özdek	: Fliş, Kretase Kalker
Erozyon sınıfı	: 3
Taşlılık sınıfı	: 3
Kayalık sınıfı	: 1
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Yoğun maki funda ve Quercus türleri
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VII
Sıra	: Entisol
Alt sıra	: Orthent
Büyük grup	: Xerorthent
Alt grup	: Typic Xerorthent
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

**Horizonlar ve derinlikleri (cm)****Pedon tanımlamaları**

A (0-13)	Kuru iken (10 YR 5/4) sarımsı kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/4) koyu sarımsı kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile orta şiddetli köpürme; 0.2-0.7 cm çaplarında orta yoğun
----------	---

çakıl; ince saçak kökler; kesin geçişli sınır.

AC (13-24) Kuru iken (10 YR 5/3) kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/3) koyu kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile orta şiddetli köpürme; 0.7-2.5 cm arasında yarı ayrılmış yoğun şist ve kalker kökenli çakıl parçaları; kök aktivitesi yok; kesin geçişli sınır.

C (24+) Parçalanmış ana özdek

Pedon no	: N10
Koordinat	: 37°18'35" N 28°06'18" E
Yeri	: Peynirli tepe
Denizden yüksekliği	: 410 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik ya da çok dik eğim (%27)
Ana özdek	: Fliş, Kretase Kalker
Erozyon sınıfı	: 3
Taşlılık sınıfı	: 3
Kayalık sınıfı	: 1
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Yoğun maki funda, Quercus, pinus türleri
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VII
Sıra	: Entisol
Alt sıra	: Orthent
Büyük grup	: Xerorthent

Alt grup : Lithic Xerorthent

Haritalama birimi : Erozyona açık alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

A (0-12) Kuru iken (7.5 YR 5/2) kahverengi, ıslak iken (7.5 YR 3/2) koyu kahverengi; tın; ıslak iken plastik, yapışkan, kuru iken sert; HCl ile çok şiddetli köpürme; yoğun ince saçak kökler; yoğun organik madde birikimi kesin geçişli sınır.

AC (12-18) Çok yoğun kalker şist parçaları.

C (18+) Şist ana özdek

Pedon no : N11

Koordinat : 37°18'36" N 28°06'19" E

Yeri : Peynirli tepe

Denizden yüksekliği : 390 m

Arazi tipi : Dağlık

Rölyef : Yamaç

Arazi şekli : Doğrusal dik yada çok dik eğim ( %20 )

Ana özdek : Fliş, Kretase Kalker

Erozyon sınıfı : 3

Taşlılık sınıfı : 2

Kayalık sınıfı : 1

Drenaj koşulu : İyi

Arazi kullanım şekli : Terk edilmiş arazi

Bitki örtüsü : Yoğun maki funda

Arazi kullanım yetenek sınıfı : VII

Sıra : Entisol

Alt sıra	: Orthent
Büyük grup	: Xerorthent
Alt grup	: Lithic Xerorthent
Haritalama birimi	: Erozyona açık alan

<u>Horizonlar ve derinlikleri (cm)</u>	<u>Pedon tanımlamaları</u>
--	----------------------------

A (0-8)	Kuru iken (10 YR 5/2)grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/2) koyu grimsi kahverengi; kumlu tın; ıslak iken az plastik, az yapışkan,
.C (8-12)	Kuru iken hafif sert; HCl ile çok şiddetli köpürme; 0.5-1 cm çaplarında; orta yoğun ,yoğunluklu kalker kökenli taş parçacıkları; kesin geçişli sınır.
C (12+)	Çok yoğun kalker ve şist parçaları Şist ana özdek

Pedon no	: N12
Koordinat	: 37°18'35"N 28°06'21" E
Yeri	: Peynirli tepe
Denizden yüksekliği	: 380 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik (%5)
Ana özdek	: Fliş, Kretase Kalker
Erozyon sınıfı	: 3
Taşlılık sınıfı	: 2
Kayalık sınıfı	: 1
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi



Bitki örtüsü : Yoğun maki funda

Arazi kullanım yetenek sınıfı : VII

Sıra : Entisol

Alt sıra : Orthent

Büyük grup : Xerorthent

Alt grup : Typic Xerorthent

Haritalama birimi : Erozyondan korunmuş alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

- A (0-12) Kuru iken (10 YR 5/3) kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/3) koyu kahverengi; kumlu tın; ıslak iken plastik değil, yapışkan değil, kuru iken yumuşak; HCl ile çok şiddetli; 0.2-0.5 cm çaplarında küçük taş parçacıkları; çok zayıf küçük granüller; yoğun ince saçak kökler; çok seyrek böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.
- C1(12-20) Kuru iken (10 YR 5/3) kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/3) koyu kahverengi; kumlu tın; ıslak iken az plastik, az yapışkan, kuru iken hafif sert; HCl ile çok şiddetli köpürme; 0.5-0.9 cm çaplarında orta yoğun yarı köşeli blok çakıl parçaları; kök aktivitesi yok; kesin geçişli sınır.
- C2(20-25) Kuru iken (5 YR 4/4) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 3/4) koyu kırmızımsı kahverengi; kumlu tın; ıslak iken az plastik, az yapışkan, kuru iken hafif sert; HCl ile çok şiddetli köpürme; parçalanmış blok şeklinde; 1-3 cm boylarında ana özdek parçaları.
- C3 (32+) Kretase kalker

**Kırtaş tepe pedon tanımlamaları**

Pedon no	: N13
Koordinat	: 37°17'32" N 28°08'54" E
Yeri	: Kırtaş tepe (Alt)
Denizden yüksekliği	: 375 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik (%4)
Ana özdek	: Kretase Kalker
Erozyon sınıfı	: 3
Taşlılık sınıfı	: 2
Kayalık sınıfı	: 3
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Yoğun maki funda
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VII
Sıra	: Alfisol
Alt sıra	: Xeralf
Büyük grup	: Rhodoxeralf
Alt grup	: Typic Rhodoxeralf
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

**Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları**

A (0-10) Kuru iken (5 YR 4/4) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 3/4) koyu kırmızımsı kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli küçük granüler; HCl ile şiddetli köpürme; kesin geçişli sınır.

Bt (10-21) Kuru iken (10 YR 5/3) kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/3) koyu kahverengi; kumlu tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile çok şiddetli köpürme; kesin geçişli sınır.

C (21-32) Kuru iken (5 YR 4/6) sarımsı kırmızı, ıslak iken (5 YR 3/4) koyu kırmızımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken çok sert; HCl ile çok şiddetli köpürme; kesin geçişli sınır.

R (32+) Kretase kalker bloklar.

Pedon no	: N14
Koordinat	: 37°17'31" N 28°08'54 " E
Yeri	: Kırtaş tepe (Orta)
Denizden yüksekliği	: 385 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim (%10)
Ana özdek	: Kretase Kalker
Erozyon sınıfı	: 3
Taşlılık sınıfı	: 2
Kayalık sınıfı	: 3
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Yoğun maki funda
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VII
Sıra	: Alfisol

Alt sıra	: Xeralf
Büyük grup	: Rhodoxeralf
Alt grup	: Lithic Rhodoxeralf
Haritalama birimi	: Erozyona açık alan

<u>Horizonlar ve derinlikleri (cm)</u>	<u>Pedon tanımlamaları</u>
--	----------------------------

- Ah (0-6) Kuru iken (5 YR 4/4) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 3/4) koyu kırmızımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile az şiddetli köpürme; toprak yüzeyinde 3-15 cm çaplarında çok yoğun kalker parçaları yoğun ince saçak kökler; zayıf küçük granüler stürüktür; çok seyrek böcek aktivitesi izleri; yarı ayrılmış organik madde artıkları; kesin geçişli sınır.
- R (6+) Kretase kalker bloklar.

Pedon no	: N15
Koordinat	: 37°17'30" N 28°08'53" E
Yeri	: Kırtaş tepe
Denizden yüksekliği	: 395 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim (%20)
Ana özdek	: Kretase Kalker
Erozyon sınıfı	: 2
Taşlılık sınıfı	: 1
Kayalık sınıfı	: 2
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Yoğun maki funda

Bitki örtüsü : Terk edilmiş arazi

Arazi kullanım yetenek sınıfı : VII

Sıra : Alfisol

Alt sıra : Xeralf

Büyük grup : Rhodoxeralf

Alt grup : Lithic Rhodoxeralf

Haritalama birimi : Erozyona açık alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

A (0-6) Kuru iken (5 YR 4/4) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (5 YR 3/4) koyu kırmızımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli küçük granüler; HCl ile az şiddetli köpürme; kesin geçişli sınır.

R (6+) Kretase kalker bloklar.

Pedon no : N16

Koordinat : 37°17'31"2 N 28°08'53"7 E

Yeri : Kırtaş tepe

Denizden yüksekliği : 390 m

Arazi tipi : Dağlık

Rölyef : Yamaç

Arazi şekli : Doğrusal dik yada çok dik eğim (%20)

Ana özdek : Kretase Kalker

Erozyon sınıfı : 2

Taşlılık sınıfı : 1

Kayalık sınıfı : 1

Drenaj koşulu : İyi

Arazi kullanım şekli : Terk edilmiş arazi

Bitki örtüsü	: Yoğun maki funda
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VI
Sıra	: Alfisol
Alt sıra	: Xeralf
Büyük grup	: Rhodoxeralf
Alt grup	: Typic Rhodoxeralf
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

**Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları**

- A (0-10) Kuru iken (5 YR 5/6) sarımsı kırmızı, ıslak iken (5 YR 3/4) koyu kırmızımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile az şiddetli köpürme; yoğun ince saçak kökler; çok yoğun organik madde; yarı ayrılmış bitki kök artıkları; orta küçük granüler stürüktür; orta yoğun böcek aktivitesi izleri; kalker ana özdek; kesin geçişli sınır.
- Bt (10-22) Kuru iken (5 YR 4/4) kırmızımsı kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/3) koyu kırmızımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile az şiddetli köpürme; orta orta granüler stürüktür; çok seyrek saçak kök aktivitesi; seyrek böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.
- R (22+) Kretase kalker bloklar.

**Ürnez tepe pedon tanımlamaları**

Pedon no	: N17
Koordinat	: 37°18'47" N 28°09'44" E
Yeri	: Ürnez tepe
Denizden yüksekliği	: 408m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim (% 24)
Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 2
Taşlılık sınıfı	: 1
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Yoğun maki funda
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VI
Sıra	: Mollisol
Alt sıra	: Rendoll
Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Typic Rendoll
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

**Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları**

A (0-15)	Kuru iken (10 YR 6/2) açık kahverengimsi gri, ıslak iken (10 YR 4/4) koyu sarımsı kahverengi; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile çok şiddetli köpürme; 0.5-1 cm kireç taşları; çok
----------	---

yoğun ince saçak kökler; kuvvetli granüler stürüktür yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

AC1(15-25) Kuru iken (10 YR 5/3) kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/3) koyu kahverengi; kumlu tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile çok şiddetli köpürme; 3-7 cm miozen kireç taşları; orta yoğun ince saçak kök; >1 cm küçük kireç modülleri; kesin geçişli sınır.

AC2(25-39) Kuru iken (10 YR 7/3) çok soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 5/6) sarımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile çok şiddetli köpürme 1-3 cm miozen kalker parçaları; çok yoğun kireç modülleri; seyrek ince saçak kök; böcek aktivitesi yok; kesin geçişli sınır.

C (39+) Kuru iken (7.5 YR 6/4) açık kahverengi, ıslak iken (7.5 YR 5/4) kahverengi; kil; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile çok şiddetli köpürme; hiç kireç taşı yok; kök aktivitesi yok; orta orta blok stürüktür; seyrek böcek aktivitesi var.

Pedon no	: N18
Koordinat	: 37°18'46" N 28°09'44" E
Yeri	: Ürnez tepesi
Denizden yüksekliği	: 408m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim (%24)



Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 2
Taşlılık sınıfı	: 1
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Kuru tarım
Bitki örtüsü	: Triticum ssp.
Arazi kullanım yetenek sınıfı : IV	
Sıra	: Mollisol
Alt sıra	: Rendoll
Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Typic Rendoll
Haritalama birimi	: Erozyona açık alan

<u>Horizonlar ve derinlikleri (cm)</u>	<u>Pedon tanımlamaları</u>
--	----------------------------

- |            |   |
|------------|---|
| A (0-11)   | Kuru iken (10 YR 6/2) açık kahverengimsi gri, ıslak iken (10 YR 4/4) koyu sarımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme; 1-5 cm miosen kalker parçaları; orta yoğun ince saçak kökleri; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır. |
| AC (11-24) | Kuru iken (10 YR 6/2) açık kahverengimsi gri, ıslak iken (10 YR 5/3) kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme; 1-3 cm miosen kalker parçaları; orta yoğun ince saçak kökleri; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.              |

C (24+) Kuru iken (10 YR 6/4) açık sarımsı kahverengi, ıslak iken (10 YR 5/4) sarımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme; <1 cm miosen kalker parçaları; Çok seyrek ince saçak kök aktivitesi; zayıf blok stürüktür; kesin geçişli sınır.

Pedon no	: N19
Koordinat	: 37°18'45" N 28°09'43" E
Yeri	: Ürnez tepe
Denizden yüksekliği	: 390m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim (%10)
Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 2
Taşlılık sınıfı	: 1
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Yoğun maki funda
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VI
Sıra	: Mollisol
Alt sıra	: Rendoll
Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Typic Rendoll
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm)Pedon tanımlamaları

- Ap (0-13)** Kuru iken (10 YR 5/4) sarımsı kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/4) koyu sarımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; zayıf küçük granüler; HCl ile orta şiddetli köpürme; 1-3 cm çaplı seyrek miosen kalker parçaları; yoğun ince saçak kökleri; seyrek böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.
- AC (13-23)** Kuru iken (10 YR 6/3) soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 5/3) kahverengi; kil; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; zayıf granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 1-2 cm yoğun miosen kalker parçaları; çok yoğun ince saçak kökleri; seyrek böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.
- C (23-50)** Kuru iken (10 YR 6/2) açık kahverengimsi gri, ıslak iken (10 YR 4/4) koyu sarımsı kahverengi; kil; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; zayıf granüler; HCl ile şiddetli köpürme; zayıf blok stürüktür; 1-5 cm çaplı miosen kalker parçaları; çok seyrek ince saçak kökleri; böcek aktivitesi yok; kesin geçişli sınır.

Pedon no	: N20
Koordinat	: 37°18'46" N 28°09'43" E
Yeri	: Ürnez tepe
Denizden yüksekliği	: 398m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik yada çok dik eğim (%13)

Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 2
Taşlılık sınıfı	: 1
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Kuru tarım
Bitki örtüsü	: Triticum ssp.

Arazi kullanım yetenek sınıfı : IV

Sıra	: Mollisol
Alt sıra	: Rendoll
Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Typic Rendoll
Haritalama birimi	: Erozyona açık alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

A (0-7) Kuru iken (10 YR 6/4) açık sarımsı kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/4) koyu sarımsı kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; HCl ile şiddetli köpürme; 1-7 cm çaplı miosen kalker parçaları; yoğun ince saçak kökleri; zayıf blok kırılınca iri granüler stürüktür; böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

AC (7-15) Kuru iken (10 YR 6/3) soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/4) koyu sarımsı kahverengi; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; zayıf blok kırılınca granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 1-3 cm çaplı miosen kalker parçaları; çok yoğun ince saçak bitki kökleri; kesin geçişli sınır.

C (15-39) Kuru iken (10 YR 7/4) çok soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 5/6) sarımsı kahverengi; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; zayıf blok kırılınca granüler; HCl ile şiddetli köpürme; zayıf blok stürüktür; altera olmuş kum-mil taşı; çok zayıf ince saçak kökler; böcek aktivitesi yok; demir mangan lekeleri; kesin geçişli sınır.

Pedon no	: N21
Koordinat	: 37°18'43" N 28°09'43" E
Yeri	: Ürnez tepesi
Denizden yüksekliği	: 380m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik eğim (%10)
Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 1
Taşlılık sınıfı	: 1
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Terk edilmiş arazi
Bitki örtüsü	: Yoğun maki funda
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: IV
Sıra	: Mollisol
Alt sıra	: Rendoll
Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Typic Rendoll

Haritalama birimi : Erozyondan korunmuş alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

- A (0-13) Kuru iken (10 YR 6/3) soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 5/3) kahverengi; kumlu tın; ıslak iken az plastik, az yapışkan, kuru iken hafif sert; kuvvetli iri granüler; HCl ile orta şiddetli köpürme; seyrek >1 cm miosen kalker parçaları; çok yoğun saçak kökleri; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.
- AC (13-31) Kuru iken (10 YR 7/3) çok soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 5/3) kahverengi; kumlu tın; ıslak iken plastik, yapışkan, kuru iken sert; zayıf, orta granüler; HCl ile orta şiddetli köpürme; çok seyrek >1 cm miosen kalker parçaları; çok yoğun saçak kökleri; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.
- C1 (31-39) Kuru iken (10 YR 6/4) açık sarımsı kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/4) koyu sarımsı kahverengi; kumlu tın; ıslak iken plastik, yapışkan, kuru iken sert; zayıf, orta granüler; HCl ile orta şiddetli köpürme; zayıf orta blok stürüktür; orta yoğun ince saçak kökleri, seyrek kazık kökleri; orta yoğun 1-2 cm çapında miosen kalker parçaları; seyrek böcek aktivitesi; kesin geçişli sınır.
- C2 (59-75) Kuru iken (10 YR 7/3) çok soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 5/4) sarımsı kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; zayıf, orta granüler; HCl ile orta şiddetli köpürme; zayıf orta blok stürüktür; orta yoğun kazık kökleri; çok seyrek böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

Pedon no	: N22
Koordinat	: 37°18'46"N 28°09'43" E
Yeri	: Ürnez tepesi
Denizden yüksekliği	: 378 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal dik eğim (%10)
Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 1
Taşlılık sınıfı	: 1
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Kuru tarım
Bitki örtüsü	: Triticum ssp.
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: IV
Sıra	: Mollisol
Alt sıra	: Rendoll
Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Typic Rendoll
Haritalama birimi	: Erozyona açık alan

**Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları**

Ap (0-12) Kuru iken (10 YR 6/3) soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/3) kahverengi; kumlu tın; ıslak iken plastik, yapışkan, kuru iken sert; iri kuvvetli granüler; HCl ile orta şiddetli köpürme; 1-5 cm orta yoğun miosen kalker parçaları; çok yoğun ince saçak kökleri; seyrek böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli

sınır.

AC(12-34) Kuru iken (10 YR 6/3) soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/3) kahverengi; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; zayıf, orta blok stürüktür kırılınca orta orta granüler stürüktür; HCl ile şiddetli köpürme; seyrek 1-7 cm çaplı miosen kalker parçaları; yoğun ince saçak kökler; orta yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

C1 (33-53) Kuru iken (10 YR 6/4) açık sarımsı kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/4) koyu sarımsı kahverengi; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; zayıf, orta blok stürüktür kırılınca orta orta granüler stürüktür; HCl ile şiddetli köpürme; Çok seyrek 1-4 cm miosen kalker parçaları; zayıf orta blokvari stürüktür; seyrek saçak kök; orta seyrek böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

C2 (53+) Kuru iken (10 YR 6/4) açık sarımsı kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/4) koyu sarımsı kahverengi; kumlu kil; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; zayıf, orta blok stürüktür kırılınca orta orta granüler stürüktür; HCl ile şiddetli köpürme; >1 cm miosen kalker parçaları altere kireçli kumtaşı görünümünde; çok seyrek ince saçak kök; böcek aktivitesi yok; kesin geçişli sınır.



**Kayışalan tepe pedon tanımlamaları**

Pedon no	: N23
Koordinat	: 37°20'03" N 28°10'12" E
Yeri	: Kayışalan tepe
Denizden yüksekliği	: 460m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Sırt
Arazi şekli	: Doğrusal dik eğim (%13)
Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 4
Taşlılık sınıfı	: 4
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Kuru tarım
Bitki örtüsü	: Buğday
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VI
Sıra	: Mollisol
Alt sıra	: Rendoll
Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Typic Rendoll
Haritalama birimi	: Erozyona açık alan

**Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları**

AC(0-18) Kuru iken (10 YR 7/3) çok soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 5/3) kahverengi; kumlu tın; ıslak iken plastik, yapışkan, kuru iken sert; kuvvetli küçük granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme ; 2-4 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun yarı

köşeli kalker parçaları; çok yoğun kökler; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

C (18+) Kuru iken (10 YR 7/1) açık gri, ıslak iken (10 YR 5/1) gri; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme; 7-13 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; orta yoğun orta büyüklükte kil pedleri; yoğun bitki kökleri; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

Pedon no	: N24
Koordinat	: 37°20'02"N 28°10'12"E
Yeri	: Kayışalan tepe
Denizden yüksekliği	: 460 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal hafif eğim (%13)
Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 2
Taşlılık sınıfı	: 3
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Orman
Bitki örtüsü	: Pinus ssp., Quercus ssp
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VI
Seri	: Yatağan
Sıra	: Mollisol

Alt sıra	: Rendoll
Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Typic Rendoll
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

**Horizonlar ve derinlikleri (cm)** **Pedon tanımlamaları**

A (0-7) Kuru iken (10 YR 6/2) açık kahverengimsi gri, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi; kumlu killi tın; ıslak iken az plastik, az yapışkan, kuru iken hafif sert; kuvvetli küçük granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme; 2-4 cm arasında ayrılmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; çok yoğun kökler; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

AC (7-24) Kuru iken (10 YR 8/1) beyaz, ıslak iken (10 YR 6/1) açık gri; kumlu tın; ıslak iken az plastik, az yapışkan, kuru iken hafif sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme; 7-13 cm arasında ayrılmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; orta yoğun orta büyüklükte kil pedleri; yoğun bitki kökleri; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

C (24+) Kuru iken (10 YR 7/1) açık gri, ıslak iken (10 YR 5/1) gri; kumlu tın; ıslak iken plastik, yapışkan, kuru iken sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme

Pedon no	: N25
Koordinat	: 37°20'03"N 28°10'11"E
Yeri	: Kayışalan tepe
Denizden yüksekliği	: 450m

Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal hafif eğim (%10)
Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 3
Taşlılık sınıfı	: 4
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: İşlenmiş Tarım arazisi
Bitki örtüsü	: Tütün
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: IV
Seri	: Yatağan
Sıra	: Mollisol
Alt sıra	: Rendoll
Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Tppic Rendoll
Haritalama birimi	: Erozyona açık alan

Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları

A (0-8) Kuru iken (10 YR 7/2) açık gri, ıslak iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli küçük granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 2-4 cm arasında ayrılmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; çok yoğun kökler; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

AC (8-20) Kuru iken (10 YR 7/1) açık gri; ıslak iken (10 YR 5/1) gri; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son

derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme; 7-13 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; orta yoğun orta büyüklükte kil pedleri; yoğun bitki kökleri; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

C (20+) Kuru iken (10 YR 7/1) açık gri; ıslak iken (10 YR 5/1) gri; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile çok şiddetli köpürme;

Pedon no	: N26
Koordinat	: 37°20'02" N 28°10'11" E
Yeri	: Kayışalan tepe
Denizden yüksekliği	:450m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal hafif eğim (%10)
Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 1
Taşlılık sınıfı	: 2
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Orman
Bitki örtüsü	: Quercus, Pinus ssp.
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VI
Sıra	: Mollisol
Alt sıra	: Rendoll

Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Typic Rendoll
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

<u>Horizonlar ve derinlikleri (cm)</u>	<u>Pedon tanımlamaları</u>
--	----------------------------

- A11 (0-11) Kuru iken (10 YR 6/1) gri, ıslak iken (10 YR 4/1) koyu gri; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli küçük granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 2-4 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; çok yoğun kökler; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.
- A12 (11-20) Kuru iken (10 YR 6/2) açık kahverengimsi gri, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu kahverengimsi gri; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile orta şiddetli köpürme; 7-13 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; orta yoğun orta büyüklükte kil pedleri; yoğun bitki kökleri; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.
- AC (20-34) Kuru iken (10 YR 6/1) gri, ıslak iken (10 YR 4/1) koyu gri; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile orta şiddetli köpürme; kesin geçişli sınır.
- C (34+) Kuru iken (10 YR 8/1) beyaz , ıslak iken (10 YR 6/1) açık gri; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile köpürme.

Pedon no	: N27
Koordinat	: 37°20'03"N 28°10'11"E
Yeri	: Kayışalan tepe
Denizden yüksekliği	: 440 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal hafif eğim (%10)
Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 1
Taşlılık sınıfı	: 2
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Orman
Bitki örtüsü	: Pinus ssp, Quercus ssp
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VI
Seri	: Yatağan
Sıra	: Mollisol
Alt sıra	: Rendoll
Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Typic Rendoll
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

<u>Horizonlar ve derinlikleri (cm)</u>	<u>Pedon tanımlamaları</u>
--	----------------------------

A11 (0-9)	Kuru iken (10 YR 4/1) koyu gri, ıslak iken (10 YR 2/1) siyah; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli küçük granüler; HCl ile orta şiddetli köpürme; 2-4 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun
-----------	--

yarı köşeli kalker parçaları; çok yoğun kökler; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

A12 (9-21) Kuru iken (10 YR 5/1) gri, ıslak iken (10 YR 3/1) çok koyu gri; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ileşidimli köpürme; 7-13 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; orta yoğun orta büyüklükte kil pedleri; yoğun bitki kökleri; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

AC (21+) Kuru iken (10 YR 6/1) gri, ıslak iken (10 YR 4/1) koyu gri; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ileşidimli köpürme; kesin geçişli sınır.

Pedon no	: N28
Koordinat	: 37°20'03" N 28°10'11"E
Yeri	: Kayışalan tepe
Denizden yüksekliği	: 440 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal hafifi eğim (%10)
Ana özdek	: Marn
Erozyon sınıfı	: 1
Taşlılık sınıfı	: 3
Kayalık sınıfı	: -



Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Orman
Bitki örtüsü	: Olive ssp.
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: VI
Seri	: Yatağan
Sıra	: Mollisol
Alt sıra	: Rendoll
Büyük grup	: Rendoll
Alt grup	: Typic Rendoll
Haritalama birimi	: Erozyona açık alan

<u>Horizonlar ve derinlikleri (cm)</u>	<u>Pedon tanımlamaları</u>
--	----------------------------

- A (0-23) Kuru iken (10 YR 4/1) koyu gri, ıslak iken (10 YR 2/1) siyah; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli küçük granüler; HCl ile orta şiddetli köpürme; 2-4 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; çok yoğun kökler; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.
- AC (23+) Kuru iken (10 YR 6/2) açık kahverengimsi gri, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile az şiddetli köpürme; 7-13 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; orta yoğun orta büyüklükte kil pedleri; yoğun bitki kökleri; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

Pedon no	: N29
Koordinat	: 37°20'02" N 28°10'10" E
Yeri	: Kayışalan tepe
Denizden yüksekliği	: 430 m
Arazi tipi	: Dağlık
Rölyef	: Yamaç
Arazi şekli	: Doğrusal eğim (%5)
Ana özdek	: Alluvium
Erozyon sınıfı	: 1
Taşlılık sınıfı	: 2
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: İyi
Arazi kullanım şekli	: Kuru Tarım
Bitki örtüsü	: Nadas
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: III
Seri	: Yatağan
Sıra	: Entisol
Alt sıra	: Orthent
Büyük grup	: Xerorthent
Alt grup	: Typic Xerorthent
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

<u>Horizonlar ve derinlikleri (cm)</u>	<u>Pedon tanımlamaları</u>
--	----------------------------

A (0-21) Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/2) çok koyu grimsi kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli küçük granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 2-4 cm arasında

ayrışmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; çok yoğun kökler; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

C1 (21-36) Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/2) çok koyu grimsi kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 7-13 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; orta yoğun orta büyüklükte kil pedleri; yoğun bitki kökleri; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

C2 (36+) Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/2) çok koyu grimsi kahverengi; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile şiddetli köpürme;

**Bencik deresi (Yeniköy) pedon tanımlaması**

Pedon no	: N30
Koordinat	: 37°21'45" N 28°6'10" E
Yeri	: Bencik deresi (Yeniköy)
Denizden yüksekliği	: 335 m
Arazi tipi	: Vadi
Rölyef	: Taşkın Düzlüğü
Arazi şekli	: Düz düze yakın eğim (%1)
Ana özdek	: Alluvium
Erozyon sınıfı	: -
Taşlılık sınıfı	: -
Kayalık sınıfı	: -
Drenaj koşulu	: Fena
Arazi kullanım şekli	: Kuru Tarım
Bitki örtüsü	: Nadas
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: III
Sıra	: Entisol
Alt sıra	: Fluvent
Büyük grup	: Xerofluvent
Alt grup	: Typic Xerofluvent
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

**Horizonlar ve derinlikleri (cm) Pedon tanımlamaları**

A (0-16) Kuru iken (10 YR 6/3) soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/3) kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli küçük granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 2-4 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun

yarı köşeli kalker parçaları; çok yoğun kökler; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

**C1(16-31)** Kuru iken (10 YR 5/3) kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/3) koyu kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 7-13 cm arasında ayrışmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; orta yoğun orta büyüklükte kil pedleri; yoğun bitki kökleri; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.

**C2 (31+)** Kuru iken (10 YR 6/4) açık sarımsı kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/4) koyu sarımsı kahverengi; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile şiddetli köpürme;

<b>Pedon no</b>	: 31
<b>Koordinat</b>	: 37°21'45" N 28°6'10" E
<b>Yeri</b>	: Bencik deresi (Yeniköy)
<b>Denizden yüksekliği</b>	: 335 m
<b>Arazi tipi</b>	: Vadi
<b>Rölyef</b>	: Taşkın Düzlüğü
<b>Arazi şekli</b>	: Düz, düze yakın eğim (%1)
<b>Ana özdek</b>	: Alluvium
<b>Erozyon sınıfı</b>	: -
<b>Taşlılık sınıfı</b>	: -
<b>Kayalık sınıfı</b>	: -
<b>Drenaj koşulu</b>	: Fena
<b>Arazi kullanım şekli</b>	: Kuru Tarım

Bitki örtüsü	: Nadas
Arazi kullanım yetenek sınıfı	: II
Sıra	: Entisol
Alt sıra	: Fluvnt
Büyük grup	: Xerofluvent
Alt grup	: Typic Xerofluvent
Haritalama birimi	: Erozyondan korunmuş alan

<u>Horizonlar ve derinlikleri (cm)</u>	<u>Pedon tanımlamaları</u>
--	----------------------------

- A (0-14) Kuru iken (10 YR 5/3) kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/3) koyu kahverengi; tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli küçük granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 2-4 cm arasında ayrılmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; çok yoğun kökler; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.
- C1 (14-32) Kuru iken (10 YR 5/3) kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/3) koyu kahverengi; killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile şiddetli köpürme; 7-13 cm arasında ayrılmamış; orta yoğun yarı köşeli kalker parçaları; orta yoğun orta büyüklükte kil pedleri; yoğun bitki kökleri; yoğun orta gözenekler; yoğun böcek aktivitesi izleri; kesin geçişli sınır.
- C2 (32-37) Kuru iken (10 YR 6/3) soluk kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/3) kahverengi; kumlu killi tın; ıslak iken çok plastik, çok yapışkan, kuru iken son derece sert; kuvvetli, orta granüler; HCl ile şiddetli köpürme.

## 6.2. Yöntem

### 6.2.1. Arazi Çalışmaları ve Kullanılan Örnekleme Teknikleri

#### Toprak analizleri için örnekleme tekniği

Araştırma materyalini Muğla iline bağlı Yatağan Havzası toprakları oluşturmaktadır. Araştırma alanındaki ayrımlı her bir fizyografik arazi birimleri içeriğinde arazilerin ayrımlı doruk, sırt ve yamaçlardaki ön etüt çalışmaları yapıldı ve 1/25 000 ölçekli topografik harita üzerinde ayrımlı pedon yerleri saptandı. Açılan pedonlarda gözlenen ayrımlı tabaka veya horizonlardan toprak yüzeyinden jeolojik ana özdeğe kadar olan derinliklerden 1.5-2 kg toprak örneği alındı ve plastik torbalara konularak etiketlendi.

Örnekleme sürecinde doku, yapı, renk, kıvam, çatlaklar, kayma yüzeyi varlığı, taşlılık kayalık, bitki kök dağılımı, böcek aktivitesi vb. toprak özellikleri yanında, eğim, arazi şekli, bitki örtüsü ve yoğunluğu, denizden yükseklik, erozyon vb. çevresel özellikler belirlendi.

Toprak ve arazi sınıflandırma sürecinde toprak ve çevreye ait doğal drenaj, doğal aşınım yoğunluğu, stürüktür (yapı), ayrımlı horizon ve tabakalar, taşlılık ve kayalık sınıfları, gözenekler ve topraktaki özel oluşumlar Altınbaş (1996), Soil Survey Manual (U.S.D.A.,1981) ilkelerine göre sınıflandırıldı.

Laboratuvara getirilen toprak örnekleri laboratuvar ortamında kurutulup 2 mm'lik eleklerden geçirildi ve analize hazır hale getirildiler

Toprakta renk tayini; Laboratuvar ortamında ıslak ve kuru konuma getirilen örnekler üzerinde Munsell Renk Kartları kullanılarak belirlendi (Munsell Color Company Inc., 1954).

Toprak dokusu (tekstür) tayini, toprakların %kum, %mil ve %kil nicelikleri Bouyoucos (1962) tarafından verilen hidrometre yöntemi kullanılarak saptandı ve bu % verilerden Black'ın (1965) geliştirdiği doku analiz üçgenine uyarlanarak toprak dokusu belirlendi.

İskelet tayini, 2 mm'lik eleğin üstünde kalan iskelet kısmı Jackson (1956) tarafından verilen ıslak eleme yöntemiyle ayrılarak topraktaki toplam yüzde olarak belirlendi.

Dipersiyon Yüzdesi, Topraktaki bağlayıcı maddelerin kalgonla parçalanarak toplam mil ve kil niceliklerinin saptanması ile hesaplandı (Black, 1965)

Süspansiyon Yüzdesi, Topraktaki bağlayıcı maddeler parçalanmadan toplam mil ve kil niceliğinin saptanması ile hesaplandı (Black, 1965)

Volüm ağırlık, arazi çalışmalarında hacmi belli çelik silindirlerle alınan yapısı bozulmamış örneklerin nemli ve 105°C'de kurutulmuş haldeki tartımlarının oranlamasıyla yüzde olarak belirlendi.

Özgül ağırlık, piknometre şişeleri ile Nikolskii (1963) tarafından kullanılan yöntemle hesaplandı.

Toplam porozite, volüm ağırlığının özgül ağırlığa olan oranından hesaplanarak ölçüldü.

Boşluk oranı, toplam porozite üzerinden hesaplanarak saptandı.

Tarla kapasitesi, Tarla kapasitesindeki % su 1/3 atmosfer (4.83 PSİ) basınç altında, basınçlı tabak cihazı, solma noktasındaki % su 15 atmosfer (220 PSİ) basınç altında basınçlı tabak cihazı kullanılarak belirlendi (U.S.Salinity Lab.Staff, 1954)

Yararlı su, tarla kapasitesindeki % su ile solma noktasındaki % su farkından saptandı



Toprak tepkimesi (pH) tayini, Saf su ile doygun şekle getirilen örneklerde cam elektrotlu Beckman pH metresi kullanılarak belirlendi.

Kireç tayini, Scheibler kalsimetresi kullanılarak  $\text{CaCO}_3$  içeriği (%) olarak Schlichting ve Blume (1966) tarafından kullanılan yöntemle hesaplandı.

Suda çözünebilir toplam tuz tayini (%), saf su ile doygun şekle getirilen toprak örnekleri Beckman geçirgenlik köprüsü aleti ile geçirgenlikleri ohm olarak bulunurken, direnç verileriyle doygun toprak ısı (Fahrenhayt) ve doygunluk (%)'a göre hazırlanmış çizelge kullanılarak saptandı (Soil Survey Staff, 1954).

Organik madde tayini, Black (1965) tarafından kullanılan yaş yakma yöntemiyle % olarak bulundu.

Kasyon değişim sıgası tayini, pH'sı 8.2'ye tamponlanmış 1 N sodyum asetatla doyurulan toprak örnekleri 1N ve pH'sı 7 olan amonyum asetat ile ekstrakte edilerek  $\text{Na}^+$  katyonu alevli spektrofotometrede okundu ve standartlarla karşılaştırılarak Jackson (1967)'in kullandığı yöntem ile hesaplandı.

Değişebilir kasyonlar tayini, pH'sı 7'ye tamponlanmış amonyum asetat ile ekstrakte edilen  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  katyonları alevli spektrofotometrede,  $\text{Mg}^{++}$  katyonu ise atomik absorpsiyon spektrofotometresinde Jackson (1967) ve Black (1965)'in kullandıkları yöntemle saptandı.

Toprakların taksonomik olarak sınıflandırılmasında, arazi ve toprağa ait özellikler dikkate alınmıştır Pedon tanımlamaları ile toprağın ölçülebilen fiziksel, kimyasal ve mineral bileşim vb. özellikleri

belirtilmiştir. Pedonların açıldığı alanlarda araziye ait fizyografik birimler ve kimi özellikleri saptanmıştır.

Arazi etüt ve toprak örnekleme çalışmaları 4-5-11-12-13/12/2000, 28.03/11.04/2001 ve 02.03.2002 tarihlerinde erozyon etkisi altında olan 5 örnekleme bölgesi ile nadasa bırakılmış alanlardan yapılmıştır (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1. Arazi ve Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi için Yapılan Örnekleme

Çalışma Bölgesi	Örnekleme Tarihi	Örnekleme Noktası Sayısı (Pedon sayısı)	Alınan Örnek Sayısı
Yatağan Tepe*	4-5-11/12/2000	8	16
Peynirli Tepe*	12/12/2000	4	7
Kırtaş Tepe*	13/12/2000	4	7
Ürnez Tepe**	28/03/2001	6	21
Kayışalan Tepe**	11/04/2001	7	20
Bencik Deresi***	02.03.2002	2	6
<b>Toplam</b>		<b>31</b>	<b>77</b>

\*: Tarım yapılmayan alan, \*\*: Tarım alanı, \*\*\*: Nadas alanı

### Nükleer Ölçümler İçin Kullanılan Örnekleme Tekniği

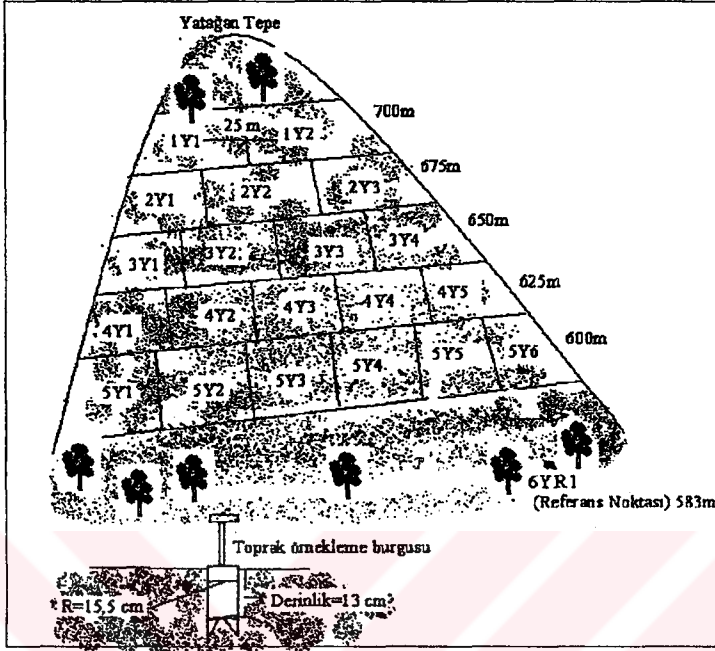
Yatağan havzasında erozyon tayinleri için örnekleme sistemi pedon derinliğine göre geliştirilerek toplam 76 örnekleme noktasından 171 adet toprak örneği alınmıştır. Bu şekilde erozyona açık ve korunmuş (referans noktaları) alanlardan alınan örnek dağılımı Çizelge 6.2'de verilmiştir.

Çizelge 6.2. Yatağan Havzası Toprak Örnekleri Sayısı

Örnekleme Bölgesi	Örnekleme Tarihi	Örnek noktası sayısı	A	B	C	D	Toplam
Yatağan Tepe	13.02.2002	22	20	3	2	10	35
Peynirli Tepe	14.02.2002	11	9	5	2	12	28
Kırtaş Tepe	14.02.2002	11	9	5	2	12	28
Ürmez Tepe	15.02.2002	16	14	8	2	16	40
Kayışalan Tepe	15.02.2002	16	14	8	2	16	40
<b>Toplam</b>		<b>76</b>	<b>66</b>	<b>29</b>	<b>10</b>	<b>56</b>	<b>171</b>

A: Erozyon noktalarından alınan örnek sayısı B: Erozyon noktalarından derinliğe göre alınan örnek sayısı  
C: Referans noktalarından alınan örnek sayısı D: Referans noktalarından derinliğe göre alınan örnek sayısı

İlk arazi çalışmalarından sonra erozyon noktalarına referans olabilecek alanlar belirlenmiştir. Erozyon bölgelerinde parsel çizgileri sistemi uygulanarak her bölge küçük alanlara ayrılmıştır (Şekil 6.1). Bu alanlara ait toprak yapısına göre tepeler için ayrı, tarım alanları için ayrı bir kor alma burgusu yapılmıştır. Dik yamaçlı tepelerde pedon derinliği kayaç tabakası yüzeye daha yakın olduğundan kısadır. Bu nedenle bu alanların erozyon noktaları ile referans noktalarında büyük çaplı kor alma burgusu, tarım alanlarında ise pedon derinliği uzun olduğu için küçük çaplı kor alma burgusu kullanılmıştır (Çizelge 6.3). Erozyona uğramış yerler ile referans noktaları arasında karşılaştırma yapmak için her bölgede kendi içinde toprak burgusunun pedon derinliği sabit tutulmuştur.



Şekil 6.1. Yatağan tepe toprak örnekleme diyagramı.

Çizelge 6.3. Erozyon Alanlarının Kor Alma Burgusu Derinlikleri ve Parsel Çizgileri Alanları

Örnekleme Bölgesi	Burgu Çapı (cm)	Örnekleme Derinliği (cm)	Parsel Çizgileri Alanı (m <sup>2</sup> )	Örnekleme Noktası	Toplam Alan (m <sup>2</sup> )
Yatağan Tepe	15.5	13	25x64	20	32000
Peynirli Tepe	15.5	15	10x40	9	3600
Kırtaş Tepe	15.5	15	10x35	9	3150
Ünez Tepe	8.5	30	10x24	14	3360
Kayışalan Tepe	8.5	30	10x28	14	3920
<b>Toplam</b>				<b>66</b>	<b>46030</b>

Ayrıca erozyon ve referans alanlarında  $^{137}\text{Cs}$ 'un dikey olarak dağılımını incelemek için büyük kor alma burgusu ile her 5 cm derinlikten toprak örneği alınmıştır (Çizelge 6.4).

Çizelge 6.4. Erozyon ve Referans Noktalarında Pedon Derinliğine Göre Alınan Toprak Örnekleri Sayısı

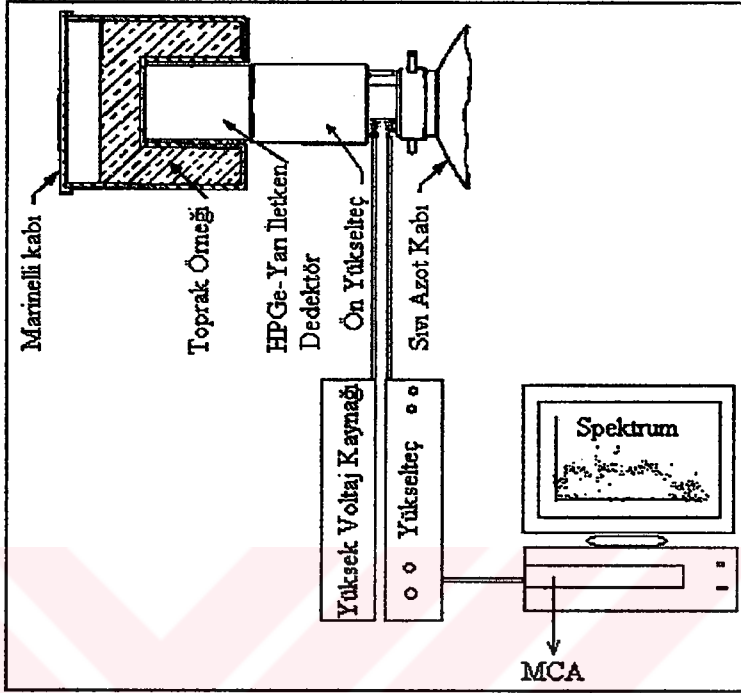
Örnekleme Bölgesi	Erozyon Noktası Pedon Derinliği (cm)	Pedon Sayısı	Örnek Sayısı	Referans Noktası Pedon Derinliği(cm)	Pedon Sayısı	Örnek Sayısı
Yatağan Tepe	15	1	3	25	2	10
Peynirli Tepe	25	1	5	30	2	12
Kırtaş Tepe	25	1	5	30	2	12
Ürnez Tepe	40	1	8	40	2	16
Kayışalan Tepe	40	1	8	40	2	16
<b>Toplam</b>		<b>5</b>	<b>29</b>		<b>10</b>	<b>56</b>

### 6.2.2. Toprak Örneklerinin Gama Spektroskopik Analizler için Hazırlanması

Toplanan toprak örneklerinin yaş ve kuru ağırlıkları belirlemek için önce oda sıcaklığında kurutulan örnekler daha sonra etüvde  $105^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta 6 saat kurutulmuştur. Kurutulan toprak örnekleri gama spektroskopik analizler için  $600\ \mu\text{m}$  (30 mesh) elekten geçirilerek 1200 mL hacimli Marinelli Beaker kaplarına 1500 g gelecek şekilde yerleştirilmiştir.

### 6.2.3. Toprak Örneklerinde $^{137}\text{Cs}$ Tayinlerinde Kullanılan Gama Spektrometre Sistemi

Toprak örneklerinin  $^{137}\text{Cs}$  aktivitelerinin belirlenmesinde kullanılan sayım sistemi Şekil 6.2'de verilmektedir. Kullanılan dedektör Tennelec model 184  $\text{cm}^3$ 'lük p-tipi coaxial HPGe (122 keV'de FWHM: 850 eV, 1.33 MeV'de FWHM: 1.85 keV, relatif verim %25 ve pik/compton=57/1'dir) kristalidir. Germanyum kristali 59.4 mm, uzunluğu 67.7 mm, dedektör-pencere uzaklığı 5 mm'dir ve pencere alüminyum olup 1 mm kalınlığındadır (Dedektör 54x34x29  $\text{cm}^3$  oda içinde ve etrafı 11 cm kalınlıkta kurşun zırh ile kaplıdır). Bu sistemde Tennelec model Tc. 224 Lineer Amplifikatör ve Ortec model 659 yüksek voltaj kaynağı kullanılmıştır. Çalışmada dedektör verimi tayininde kullanılan standart (*Amersham, Certificate no. 317776-3 of sealed sources*) Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nden sağlanmıştır. Toplam verim 0.012 olarak bulunmuştur. Sayımlardaki hatalar %5 ve 10 arasında değişmektedir. Kullanılan sistem için dedekte edilebilir minimum aktivite 20000 saniye sayım süresi ve 1500 g örnek ağırlığı için 0.27 Bq olarak bulunmuştur.

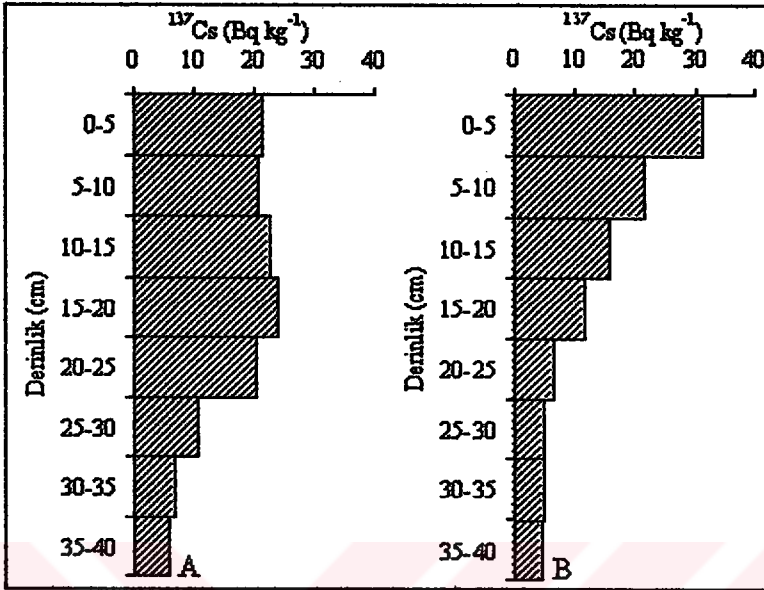


Şekil 6.2. Çalışmada kullanılan sayım sistemi diyagramı.

#### 6.2.4. Çalışmada Nükleer Teknikle Erozyon Hızı Tayinlerinde Kullanılan Matematiksel Modeller

##### Tarım Alanlarında Kullanılan Model

Çalışmada tarım alanlarında (Ürmez ve Kayışalan Tepe) yukarıda anlatılan modellerden orantılı model kullanılmıştır. Bu modelin uygulanması oldukça basittir ve bu modelde  $^{137}\text{Cs}$  dağılımının toprağa üniform olarak dağıldığı, toprak kaybı ile  $^{137}\text{Cs}$  kaybı arasında doğrusal bir ilişki olduğu kabul edilmektedir (Taşkın, 1993). Erozyona açık tarım yapılan alanlarda toprak pulluk tabakasına kadar karıştığı  $^{137}\text{Cs}$ 'un pulluk tabakasına kadar derinliğe bağlı dağılımı değişmemektedir. Şekil 6.3 erozyona açık tarım alanından ve referans alanından, pedon derinliğine göre alınan toprak örneklerindeki  $^{137}\text{Cs}$  dağılımını göstermektedir.



Şekil 6.3. Üncez Tepe erozyon (A) ve referans (B) noktalarının derinliğe bağlı  $^{137}\text{Cs}$  dağılımı.

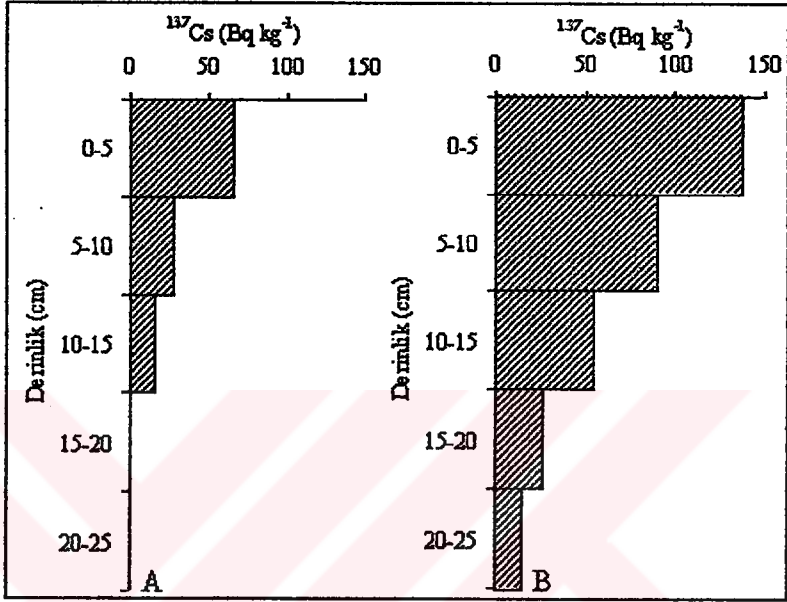
Orantılı modelde net toprak erozyonu ya da deposiyonunu hesaplamak için bölüm 4.5'te verilen denklem (4.1) kullanılmıştır. Denklemde pulluk tabakası (Y) 0.25m,  $^{137}\text{Cs}$  dağılımının başlangıcı ve örnekleme zamanı arasındaki fark (N) 39 yıl olarak alınmıştır. Denklemdeki X değeri için her bir toprak örneğinde volüm ağırlık belirlenmiştir.

### Tarım Yapılmayan Alanlarda Kullanılan Model

Çalışmada tarım yapılmayan alanlarda (Yatağan, Peynirli ve Kırtaş Tepe) yukarıda açıklanan profil dağılım modeli (denklem 4.9) kullanılarak erozyon hızı tayin edilmiştir. Bu modelin uygulanması için  $^{137}\text{Cs}$ 'un dikey dağılımının erozyon ve referans noktalarında eksponansiyel bir fonksiyon göstermesi gerekir. Çalışmamızda tarım



yapılmayan bölgelerde  $^{137}\text{Cs}$ 'un derinliğe bağlı değişimi bu modelin kullanılabilirliğini göstermektedir. Şekil 6.4 Yatağan Tepe'de erozyon ve referans noktalarında  $^{137}\text{Cs}$ 'un derinliğe bağlı değişimini göstermektedir.



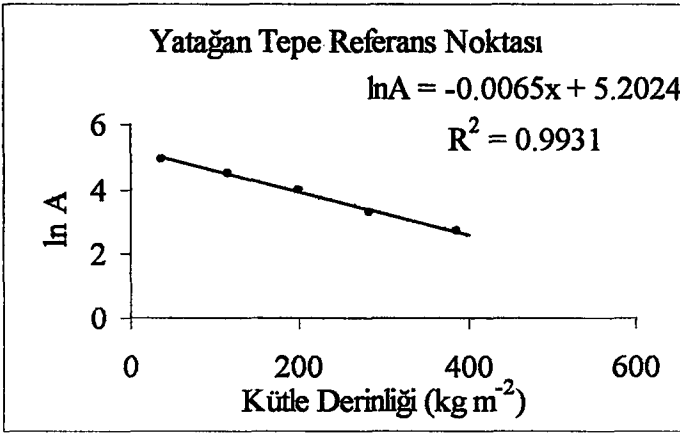
Şekil 6.4. Yatağan Tepe erozyon (A) ve referans (B) noktalarının derinliğe bağlı  $^{137}\text{Cs}$  dağılımı.

Profil dağılım modelinde önemli bir parametre olan releksasyon kütle derinliği ( $h_0$ ), ln A ile kütle derinliği arasında grafiğin eğiminden hesaplanmıştır.

Şekil 6.5. Yatağan Tepe referans noktası için çizilen örnek grafiği göstermektedir. Bu nokta için  $h_0$ ;

$$h_0 = \frac{1}{0.0065} = 153.85(\text{kgm}^{-2}) \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Tarım yapılmayan tüm alanlarda  $h_0$  değerleri yukardaki şekilde hesaplanarak Çizelge 6.5'de verilmiştir.



Şekil 6.5. Yatağan Tepe referans noktasının <sup>137</sup>Cs konsantrasyonlarının kütle derinliğine göre dağılım grafiği.

Çizelge 6.5. Tarım Yapılmayan Alanların Referans Noktalarından Hesaplanan  $h_0$  Releksasyon Kütle Derinlikleri

Çalışma Alanı	Geçerli Referans Noktası	$h_0$ (kg m <sup>-2</sup> )	$h_{ort}$ (kg m <sup>-2</sup> )
Yatağan Tepe	6YR1	153.85	153.85
Peynirli Tepe	4PR1	217.39	201.29
	4PR2	185.19	
Kırtaş Tepe	4KR1	181.81	215.91
	4KR2	250.00	

### 6.2.5. Sayısal Altlık Harita ve Üç Boyutlu Arazi Modeli

#### Oluşturulması

Araştırma yöresine ait 1/25 000 ölçekli topografik haritalar A0 ebatlı tarayıcı yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Daha sonra, bir coğrafik bilgi sistemi yazılımı olan Geomedia 5.0 Pro. GIS yardımıyla ve ekran sayısallaştırma yöntemiyle yol, yerleşim alanı, akarsu, eşyükselti eğrileri (10m) gibi temel öğeler, katman mantığına göre sayısallaştırılmıştır.

Üç boyutlu arazi modeli, Intergraph SiteWorks yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Bu işlem için , eşyüksekti eğrilerinin x,y,z koordinat bilgileri girilmiş ve üçgenleme, grid oluşturma, yüzey yaratma gibi aşamalar gerçekleştirilmiştir. Veri analizi yöntemi ile araziye ait eğim ve yükseklik bilgileri üretilerek her tepe için haritalar oluşturulmuştur. Topraklardaki analiz bulguları, yükseklik bilgilerine bağlı olarak haritalar üzerinde gösterilmiştir (Uğur vd., 2003).



## 7. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

### 7.1. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri

Yatağan havzası toprakları kalker, marn, kolluvium ve alluvium ana özdekler üzerinde oluşmuşlardır. Bu topraklardaki kireç içeriği genelde toprak pedonu boyunca artarak dağılım göstermektedir. Araştırma alanındaki jeolojik oluşumların fiziksel aşınmaları yoğun, kimyasal başkalaşimleri ise yavaştır. Sertliği düşük ve bu bağlamda yumuşak özellikli kalsiyum ve magnezyum karbonat içeren kalsit ve dolomit minerallerinin yoğunluğu yanında, yıllık yağışın mevsimlere göre düzensiz dağılımı ve özellikle de ilkbahar ve kış mevsimindeki ani ve şiddetli yağışlar yanında arazi eğiminin fazla oluşu bu yörelerde doğal ve hızlandırılmış toprak aşınımını yoğunlaştırmaktadır.

Çalışma alanı topraklarını oluşturan jeolojik ana özdekler temelde kireç içeriğince zengin olduğundan buralardaki kimyasal ayrışma orta seviyededir. Benzer şekilde kalsiyum ve magnezyum iyonlarının yoğunluğu ayrışma ürünleri ile tepkimeye girerek toprağın pH değerini 7'nin yukarısında veya başka bir anlatımla ortam tepkimesini nötr, hafif veya orta alkali seviyesinde tutar ve buda kimyasal ayrışmayı yavaşlatır. Toprakların doğal su içeriği veya tarla rutubet kapasitesi doygunluk sınırlarının üzerine çıktığında, böyle topraklar akıcı (viskoz) bir konum alır ve sonuçta arazi eğimine bağımlı olarak eğim bitim noktalarına doğru hareket ederek taşınır.

Havzada ayrımlı jeolojik özellikli birçok ana özdeğin bulunması erozyon hızı ve derecesini de etkilemektedir. Tortul kökenli ana özdekler aşınmaya karşı daha dirençsiz olmalarından dolayı, ana özdek tipi ve eğim artışına bağımlı olarak erozyon hızı da değişmektedir. Bu bağlamda

örnekleme alanı toprakları, eğimin fazlalığı, bitki örtüsünün yok veya seyrek olması nedeniyle tam bir gelişmiş pedon yapısına sahip değildirler ve sonuçta bu toprakların epipedonu olan A horizonu veya yüzey tabakasının büyük bir bölümü aşınmış durumdadır. Yüzey erozyonundan dolayı toprak derinliğine doğru yeterli bir yıkanma ve birikim söz konusu olamadığından gelişmiş bir pedon yapısında bulunması gerekli olan B horizonu çok zayıf veya oluşmamıştır.

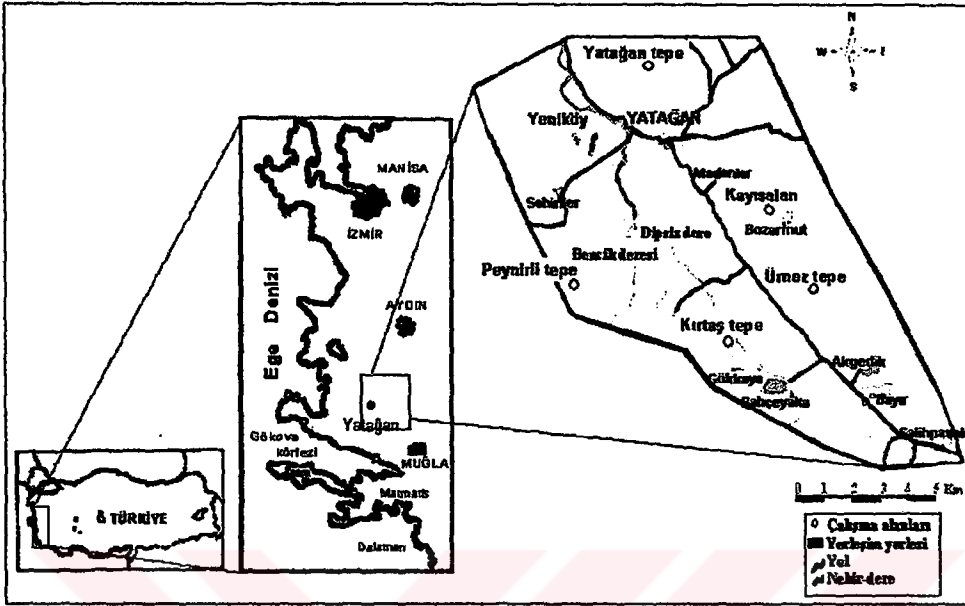
## **7.2. Örnekleme Bölgelerindeki Fizyografik Yapılanmalar , Toprak Taksonomik Özellikleri ve <sup>137</sup>Cs İçerikleri**

Araştırma alanına ait topografik haritalar kullanılarak arazide erozyondan korunmuş ve erozyona açık alanlar saptanmıştır. Bu çalışmalar aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Arazi etüt çalışmalarında, erozyona açık olan ve tarım yapılmayan alanlardan 3, tarım yapılan alanlarda 2, nadas alanından 1 olmak üzere toplam 6 örnekleme alanı belirlenmiştir (Şekil 7.1).

Araştırma alanını çevreleyen ve sınır oluşturan dağlık araziler üzerinde, buldukları fizyografik konum, eğim derecesi, ana özdek, bitki örtüsü türü, dağılımı ve yoğunluğu vb kimi özelliklere bağlı olarak ayrımlı derinlik ve taksonomik birimlerde topraklar oluşmuştur.

Dağlık arazilerin; doruk, tepüstü düzlükleri ve yamaçlara kadar devam eden hafif eğimli bölümlerini içeren uzantıları sırt; sırt'tan başlayan ve düzlüklere kadar devam eden dik ya da doğrusal çok dik eğimli bölümleri ise yamaç olarak tanımlanmıştır. Dağlık arazilerin yamaçlarında dik ya da çok dik eğimli araziler gözlenirken, bu araziler, ana özdeklerine ve jeolojik oluşum süreçlerine bağlı olarak Orthent (kolluvial) ve Fluvent (alluvial) toprak oluşumlarına geçiş gösterirler.



Şekil 7.1. Yatağan havzası toprak örnekleme alanları.

Eğimli arazilerde, topografyaya bağlı olarak oluşum gösteren yan dere ya da kuru dereler ile eğimli yatağa sahip doğal drenaj kanalları, yağışlı dönemlerde beraberlerinde taşıdıkları ayrımlı tane iriliğindeki inorganik ve organik özdekleri, sağ ve sol sahillerine bırakarak, dar bir şerit şeklinde uzanan küçük vadileri oluşturmuşlardır. Dağlık arazi tipinde, sırt ve yamaç arazilerin birlikte gözlenmeleri yanında, ayrımlı eğim gruplarını birlikte içermeleriyle oluşan sırt+yamaç kompleksleri saptanmıştır.

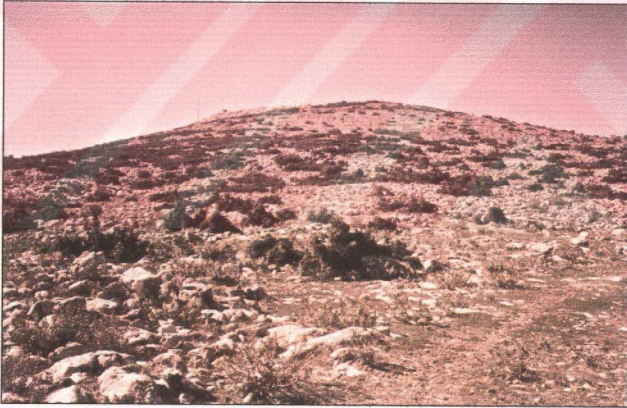
Dağlık arazi tipinde dik ya da çok dik eğimler (%20-50) ve bu bağlamda doğal aşınım yoğunluğu, toprak oluşumunu sınırlayan temel öğelerden birisidir. Tepe üstü düzlüğü veya dış bükey şekle sahip sırt araziler ile doğrusal dik ya da çok dik eğim içeren yamaç arazilerde bitki örtüsünün yoğunluk derecesine bağlı olarak ayrımlı toprak derinlikleri saptanmıştır.

Çalışma alanın kuzeyini çevreleyen Yatağan tepe üzerinde sırt ve yamaç araziler benzer eğim derecesinde olmalarına karşın, bitki örtüsünün yoğun olduğu bölümlerde “lithic” kantağa sahip, 10 cm’den daha derin Ochric epipedon içeren Alfisol sırasının Lithic Rhodoxeralf’leri oluşurken, bitki örtüsünün daha seyrek olduğu bölümlerde ise 10 cm’den daha az derinliklerde, zayıf A horizonlu Entisol sırasının Lithic Xerorthent’lerinin oluştuğu belirlendi. Çok dik iç bükey eğimin belirlendiği ve mevsimsel su erozyonu altında kalan küçük vadi rölyef yapısına sahip alanlarda ise Entisollerin (Typic Xerorthent) oluştuğu saptandı.

Kretase kalker ana özdekleri üzerinde oluşum gösteren Yatağan tepe üzerindeki topraklar, kil birikim horizonu içerirler ve pedon boyunca seyreltik HCI ile tepkime vermezler veya çok zayıf bir tepkime gösterirler. Toprakların pedonlarında ayrımlı büyüklükte ve 2-15 cm çaplı ayrışmamış kalker parçalarına rastlanılır. Toprak yapısı kuvvetli, küçük, granülerdir. Doğal bitki örtüsü Akdeniz iklim tipine özgü orman veya yoğun maki-fundalıklardır. Bu yoğunluktaki bitkiler toprakları erozyondan önemli derecede korumaktadır (Şekil 7.2).

Yatağan tepe toprak analiz sonuçlarından toprağın mekanik özelliği olan iskelet %’si 3.72-56.65 gibi iki uç arasında dağılım göstermekte, kum içeriği % 34.88-64.88, mil % 28.16-42.16, kil % 4.96-32. sınırlarında değişmekte ve bu özelliklerine göre topraklar tın—kumlu tın-killi tın arasında bir doku özelliği göstermektedir. Nem % 3.44-12.26, özgül ağırlık 2.51-2.76 g cm<sup>-3</sup>, volüm ağırlık 0.74-1.44 gr cm<sup>-3</sup>, toplam porozite % 43.52-73.18, tarla rutubet kapasitesi % 18.48-45.25, solma noktası % 4.24-24.14, yararlı su %5.82-29.42, dispersiyon %37.04-63.44, süspansiyon %2.72-19.44 sınırlarında değişmektedir. Toprağın kimyasal

özelliklerinde olan ve aktif hidrojen iyonunu gösteren toprak tepkimesi (pH) 7.32-7.77 sınırlarında değişmekte ve bu özelliklere göre araştırma toprakları nötr ve hafif alkali özellikleri göstermektedir. Suda çözünebilir toplam tuz içeriğince % < 0.030-0.049 sınırlarında dağılım gösterirken bu özelliklere göre bu tip topraklar sınıf 0 yani tuzsuz topraklar olarak tanımlanırlar. Kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) içeriğince %7.87-54.14, organik madde %1.57-2.31, değişebilir katyonlar toplamı 14.72-26.56 me /100g, katyon değişim sigası 14.72-26.56 me/100g sınırları arasında dağılım göstermektedir. Bu topraklarda  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonlarının toprak horizonlarına dağılımı 12.46-133.23 Bq  $\text{kg}^{-1}$  arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 7.1, Çizelge 7.2).



Şekil 7.2. Kretase kalker ana özdekleri üzerinde oluşum gösteren Yatağan tepenin genel görünümü.



Çizelge 7.1. Yatağan Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Typic Rhodoxeralf (N2), Lithic Rhodoxeralf (N1, N3, N4, N5, N6, N7) ve Typic Xerorthent (N8) Büyük Toprak Grubu Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları

Pedon No	Derinlik (cm)	İskelet (%)	Kum (%)	Mil (%)	Kil (%)	Bünye	Nem (%)	Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )
N1A	0-4	19.56	52.88	34.16	12.96	Kumlu Tın	6.99	2.62
N1 Bt	4-29	30.67	39.88	39.16	20.96	Tın		2.60
N1 R	29+					Kretase kalker ana kaya		
N2 Ah	0-4	20.60	42.88	30.16	26.96	Kumlu Tın	10.75	2.76
N2 Bt	4-9	28.34	36.88	32.16	30.96	Kumlu Tın		2.59
N2 AC	9-18	32.87	38.88	38.16	22.96	Tın		2.54
N3 A	0-8	11.60	44.88	36.16	18.96	Tın	8.48	2.55
N3 Bt	8-10	26.48	44.88	42.16	12.96	Tın		2.52
N3 R	10+					Kretase kalker ana kaya		
N4 Ah	0-6	23.96	54.88	28.16	16.96	Tın	7.77	2.57
N4 Bt	6-10	56.65	44.88	34.16	20.96	Tın		2.59
N4 R	10+					Kretase kalker ana kaya		
N5 A	0-8	28.86	36.88	38.16	24.96	Kumlu Tın	3.44	2.70
N5 R	8+					Kretase kalker ana kaya		
N6 Ah	0-10	3.72	64.88	30.16	4.96	Tın	12.27	2.61
N6 AC	10-20	17.50	48.88	34.16	16.96	Tın	12.26	2.59
N6 R	22+					Kretase kalker ana kaya		
N7 A	0-15	21.60	64.88	30.16	4.96	Tın	8.72	2.66
N7 AC	15-21	48.22	34.88	32.16	32.96	Killi Tın		2.51
N7 R	21+					Kretase kalker ana kaya		
N8 A	0-8	5.80	50.88	36.16	12.96	Tın	6.59	2.55
N8 AC	8-24	13.76	34.88	32.88	32.24	Killi Tın		2.53
N8 R	24+					Kretase kalker ana kaya		

Çizelge 7.1.'in devamı

Pedon No	Derinlik (cm)	Volum Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	Toplam Porozite (%)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Yararlı Su (%)	Dispersiyon (%)	Sifspansiyon (%)
N1A	0-4	1.07	59.16	24.90	18.66	6.24	45.04	11.44
N1 Bt	4-29			26.56	19.65	6.91	52.04	13.44
N1 R	29+				Kretase kalker ana kaya			
N2 Ah	0-4	0.74	73.18	45.25	16.00	29.25	37.04	11.44
N2 Bt	4-9			35.71	24.14	11.57	43.04	11.44
N2 AC	9-18			35.25	25.16	10.09	47.04	9.44
N3 A	0-8	0.91	64.31	29.93	18.85	11.08	49.04	15.44
N3 Bt	8-10			28.48	16.56	11.92	55.04	19.44
N3 R	10+				Kretase kalker ana kaya			
N4 Ah	0-6	0.90	64.98	30.5	10.92	19.58	43.04	7.44
N4 Bt	6-10			27.33	16.52	10.81	49.04	15.44
N4 R	10+				Kretase kalker ana kaya			
N5 A	0-8	1.04	59.11	18.48	12.66	5.82	37.04	9.44
N5 R	8+				Kretase kalker ana kaya			
N6 Ah	0-10	0.99	62.06	33.66	4.24	29.42	47.04	12.72
N6 AC	10-20	0.84	63.70	31.64	22.63	9.01	59.44	10.72
N6 R	22+				Kretase kalker ana kaya			
N7 A	0-15	1.30	51.12	26.80	20.72	6.08	55.44	2.72
N7 AC	15-21			25.98	18.56	7.42	63.44	2.72
N7 R	21+				Kretase kalker ana kaya			
N8 A	0-8	1.44	43.52	30.37	19.56	10.81	57.44	10.72
N8 AC	8-24			28.40	18.91	9.49	67.44	6.72
N8 R	24+				Kretase kalker ana kaya			

Çizelge 7.2. Yatağan Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Typic Rhodoxeralf (N2), Lithic Rhodoxeralf (N1, N3, N4, N5, N6, N7) ve Typic Xerorthent (N8) Büyük Toprak Grubu Örneklerinin Kimyasal Analiz ve  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları Sonuçları

Pedon No	Derinlik (cm)	pH	Suda Çözünmüş Toplam Tuz (%)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Değişebilir Katyonlar Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup> Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup> (me/100g)	Katyon Toplamı (me/100g)	KDK (me/100g)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )	
N1A	0-4	7.57	0.049	27.35	1.91	0.21	0.74	14.00	14.72	21.47
N1Bt	4-29	7.75	0.030	28.59	1.77	0.17	0.61	17.78	18.56	15.12
N1R	29+					Kretase kalker ana kaya				
N2Ah	0-4	7.32	0.038	13.26	2.31	0.17	1.35	25.00	26.56	133.23
N2Bt	4-9	7.54	0.038	16.99	2.00	0.26	1.20	23.18	24.64	64.19
N2AC	9-18	7.49	0.048	11.60	1.71	0.21	1.46	23.93	25.60	26.88
N3A	0-8	7.53	0.048	12.02	2.12	0.21	1.87	17.12	19.20	113.18
N3Bt	8-10	7.65	0.048	12.87	1.26	0.26	1.25	19.29	20.80	22.63
N3R	10+					Kretase kalker ana kaya				
N4Ah	0-6	7.53	0.049	15.75	2.16	0.21	1.69	19.54	21.44	55.34
N4Bt	6-10	7.54	<0.030	13.67	1.73	0.17	0.87	16.66	17.92	28.20
N4R+	10+					Kretase kalker ana kaya				
N5A	0-8	7.77	<0.030	38.62	2.21	0.13	0.74	13.85	22.72	75.69
N5R	8+					Kretase kalker ana kaya				
N6Ah	0-10	7.63	<0.030	7.21	2.06	0.39	1.71	20.20	22.08	80.85
N6AC	10-20	7.74	<0.030	7.21	1.57	0.21	1.51	19.72	21.44	25.36
N6R	22+					Kretase kalker ana kaya				
N7A	0-15	7.68	0.043	10.36	2.02	0.21	0.84	20.85	22.08	101.68
N7AC	15-21	7.74	0.040	15.91	1.73	0.21	0.87	21.32	22.40	31.20
N7R	21+					Kretase kalker ana kaya				
N8A	0-8	7.52	0.042	7.87	2.21	0.19	1.61	20.92	15.00	42.29
N8AC	8-24	7.66	0.037	54.14	1.83	0.39	1.28	20.91	22.40	17.92
N8R	24+					Kretase kalker ana kaya				

topraklar olarak tanımlanırlar. Kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) içeriğince % 4.31-29.67, organik madde % 1.61-2.31, değişebilir katyonlar toplamı 9.28-17.92 me/100g, katyon değişim sigası 9.28-17.92 me/100g sınırları arasındadırlar.  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonlarının 54.96-180.12 Bq  $\text{kg}^{-1}$  arasında değiştii belirlenmiştir (Çizelge7.3, Çizelge 7.4).



Şekil 7.3. Peñirli tepenin genel görünümü.

Havzanın kuzeybatısında uzanan Peynirli tepenin sırt bölümü % 50'ye yakın eğim gösterirken, yoğun olarak maki-funda ve çam ağaçları ile örtülüdür ve sonuçta çok dik eğime sahip olmasına rağmen, erozyondan çok fazla etkilenmemiştir. Erozyona uğramış alanlar ise, tarımsal amaçla açılmış alanlardır. Buradaki doğal bitki örtüsü tahrip edilmiş, yerine zeytin fidanları dikilmiştir. Eğimin fazlalığına koşut olarak, toprak yüzeyinde aşınımı önleyecek herhangi bir yeşil örtünün bulunmamasından dolayı erozyon başat düzeydedir. Peynirli tepe, sırt+yamaç kompleksi olarak isimlendirilen karışık eğim birliklerine sahip, fliş-kalker ana özdekleri üzerinde oluşan yüzeysel-orta derin, dik ya da çok dik eğimli toprakları içerir. Bu topraklar, toprak derinliği yüzeysel olan alanlarda Lithic Xerorthent, orta toprak derinliğine sahip olan alanlar ise Typic Xerorthent olarak tanımlanırlar (Şekil 7.3).

Peynirli tepe toprak analiz sonuçlarından toprağın mekanik özelliği olan iskelet % 39.54-64.52 sınırları arasında dağılım göstermekte, kum içeriği % 40.88-58.88, mil % 30.88-36.88, kil % 8.24-24.24. sınırlarında değişmekte ve bu verilere göre topraklar tın—kumlu tın arasında bir doku özelliği göstermektedir. Nem % 5.92-6.75, özgül ağırlık  $g\ cm^{-3}$  2.60-2.70, volüm ağırlık  $0.95-1.53\ g\ cm^{-3}$ , toplam porozite % 43.33-63.46, tarla rutubet kapasitesi % 18.23-30.02, solma noktası % 5.90-12.83, yararlı su % 11.27-17.19, dispersiyon % 35.44-61.44, süspansiyon % 6.72-12.72 sınırlarında değişmektedir. Toprağın kimyasal özelliklerinden olan ve aktif hidrojen iyonunu yoğunluğunu gösteren toprak tepkimesi (pH) 7.69-7.87 sınırlarında değişmekte ve bu özelliklere göre araştırma toprakları hafif alkali özelliği göstermektedir. Suda çözünebilir toplam tuz içeriğince % < 0.030-0.041 sınırlarında dağılım gösterirken bu özelliklere göre bu tip topraklar sınıf 0 yani tuzsuz

Çizelge 7.3. Peynirli Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Lithic Xerorthent (N10, N11) ve Typic Xerorthent (N9, N12) Büyük Toprak Grubu Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları

Pedon No	Derinlik (cm)	İskelet (%)	Kum (%)	Mil (%)	Kil (%)	Bünye	Nem (%)	Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )
N9 A	0-13	58.52	50.88	30.88	18.24	Tın	6.75	2.60
N9 AC	13-24	64.52	42.88	32.88	24.24	Tın		2.60
N9 C	24+					Kretase kalker ana kaya		
N10 A	0-12	49.00	58.88	32.88	8.24	Tın	6.67	2.67
N10 AC	12-18					Çok yoğun kalker ve şist parçaları		
N10 C	18+					Çok yoğun kalker ve şist parçaları		
N11 A	0-8	62.07	58.88	30.88	10.24	Kumlu Tın		2.68
N11 AC	8-12					Çok yoğun kalker ve şist parçaları		
N11 C	12+					Çok yoğun kalker ve şist parçaları		
N12 A	0-12	39.54	40.88	36.88	22.24	Kumlu Tın	5.92	2.70
N12 C1	12-20	55.70	56.88	30.88	12.24	Kumlu Tın		2.62
N12 C2	20-32	49.06	56.88	30.88	12.24	Kumlu Tın		2.60
N12 C3	32+					Çok yoğun kalker ve şist parçaları		

Çizelge 7.3.'ün devamı

Pedon No	Derinlik (cm)	Volum Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	Toplam Porozite (%)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Yararlı Su (%)	Dispersiyon (%)	Süspansiyon (%)
N9 A	0-13	0.95	63.46	30.02	12.83	17.19	61.44	12.72
N9 AC	13-24			27.69	12.20	15.49	59.44	12.72
N9 C	24+			Kretase kalker ana kaya				
N10 A	0-12	1.14	57.30	26.28	11.27	15.01	47.44	10.72
N10 AC	12-18			Çok yoğun kalker ve şist parçaları				
N10 C	18+			Çok yoğun kalker ve şist parçaları				
N11 A	0-8	1.50	41.19	28.08	11.04	17.04	35.44	6.72
N11 AC	8-12			Çok yoğun kalker ve şist parçaları				
N11 C	12+			Çok yoğun kalker ve şist parçaları				
N12 A	0-12	1.53	43.33	18.23	06.96	11.27	35.44	7.12
N12 C1	12-20			20.10	06.35	13.75	38.72	9.28
N12 C2	20-32			18.56	05.90	12.66	38.72	11.28
N12 C3	32+			Çok yoğun kalker ve şist parçaları				

Çizelge 7.4. Peynirli Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Lithic Xerorthent (N10, N11) ve Typic Xerorthent (N9, N12) Büyük Toprak Grubu Örneklerinin Kimyasal Analiz ve  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları Sonuçları

Pedon No	Derinlik (cm)	pH	Suda Çöz Toplam Tuz (%)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Değişebilir Katyonlar $\text{Na}^+$ $\text{K}^+$ $\text{Ca}^{++}$ $\text{Mg}^{++}$ (me/100g)	Katyon Toplamı (me/100g)	KDK (me/100g)	$^{137}\text{Cs}$ ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )
N9 A	0-13	7.69	0.041	4.31	2.15	0.10 0.64 17.11	14.72	14.72	162.28
N9 AC	13-24	7.77	0.038	5.39	1.61	0.15 0.51 16.30	16.96	16.96	35.99
N9 C	24+					Çok yoğun kalker ve şist parçaları			
N10 A	0-12	7.80	<0.030	23.62	1.67	0.17 0.53 14.06	10.24	10.24	76.93
N10 AC	12-18					Çok yoğun kalker ve şist parçaları			
N10 C	18+					Çok yoğun kalker ve şist parçaları			
N11 A	0-8	7.76	<0.030	20.22	1.97	0.13 0.43 9.71	10.24	10.24	91.58
N11 AC	8-12					Çok yoğun kalker ve şist parçaları			
N11 C	12+					Çok yoğun kalker ve şist parçaları			
N12A	0-12	7.79	<0.030	29.67	2.31	0.1 0.35 9.79	17.92	17.92	180.12
N12 C1	12-20	7.87	<0.030	24.45	1.86	0.10 0.15 9.03	09.28	9.28	101.29
N12 C2	20-32	7.86	<0.030	26.02	1.71	0.09 0.15 14.80	15.04	15.04	54.96
N12 C3	32+					Çok yoğun kalker ve şist parçaları			



Çalışma alanının batısındaki Kırtaş tepenin sırt ve yamaç arazileri benzer eğim derecesinde olmalarına karşın, bitki örtüsünün yoğun olduğu bölümlerde lithic kontağa sahip olmayan, 10 cm'den daha derin Ochric epipedon içeren Alfisoller (Typic Rhodoxeralf) oluşurken, bitki örtüsünün daha seyrek olduğu bölümlerde ise lithic kontağa sahip, 10 cm'den daha az derinliklerde, zayıf A horizonlu Alfisollerin (Lithic Rhodoxeralf) oluştuğu belirlendi. Kretase kalker ana özdekleri üzerinde oluşan Peynirli tepe üzerindeki topraklar, kil birikim horizonu içerirler ve pedon boyunca seyreltik HCI ile tepkime göstermezler veya çok zayıf bir tepkime verirler. Toprak pedonlarında ayrımlı büyüklükte ve 3-8 cm çaplı ayrışmamış kalker-marn parçalarına rastlanılır. Toprak yapısı kuvvetli, küçük, granülerdir. Tepenin sırt bölümleri Akdeniz iklim tipine özgü olan orman yada yoğun maki-funda doğal bitki örtüsü ile örtülüdür. Bu bitkisel yoğunluk toprakları önemli derecede erozyondan korumaktadır. Ancak tepenin erozyona aşırı uğramış yamaç ve etek bölümlerinde bitki örtüsü oldukça zayıftır. Kretase kalker kaya blokları yer yer toprak yüzeyinde mostra verirler (Şekil 7.4).

Kırtaş tepe toprak analiz sonuçlarından toprağın mekanik özelliği olan iskelet % 1.71-30.83 sınırlarında dağılım gösterirken, kum içeriği % 26.88-34.88, mil % 34.16-38.88, kil % 26.24-38.96. arasındadır ve bu özelliklerine göre topraklar tın-killi tın doku özellikleri göstermektedir. Nem % 4.99-9.94, özgül ağırlık 2.51-2.62 g/cm<sup>3</sup>, volüm ağırlık 0.89-1.49 g/cm<sup>3</sup>, toplam porozite % 40.87-66.03, tarla rutubet kapasitesi % 7.67-62.56, solma noktası % 12.54-17.18, yararlı su % 6.87-46.78, dispersiyon % 60.72-68.72, süspansiyon % 3.28-13.28 sınırlarında değişmektedir. Toprağın aktif hidrojen iyonunu gösteren toprak tepkimesi (pH) 6.56-7.91 sınırlarında değişmekte ve bu özelliklere göre bu topraklar hafif asit,

nötr, hafif alkali, özellikleri göstermektedir. Suda çözünebilir toplam tuz içeriği % 0.032-0.052 sınırlarında dağılım gösterirken bu özelliklere göre bu topraklar sınıf 0 yani tuzsuz topraklar olarak tanımlanırlar. Kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) içeriğince % 1.57-8.29, organik madde % 1.85-2.17, değişebilir kanyonlar toplamı 14.40-19.84 me/100g, kanyon değişim sigası 14.40-19.84 me /100g sınırları arasında dağılım göstermektedir.  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonlarının ise 9.46-70.06 Bq  $\text{kg}^{-1}$  arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 7.5, Çizelge 7.6).



Şekil 7.4. Kırtaş tepenin genel görünümü.

Çizelge 7.5. Kırtaş Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Typic Rhodoxeralf (N13, N16) ve Lithic Xerorthent (N14, N15) Topraklarının Fiziksel Analiz Sonuçları

Pedon No	Derinlik (cm)	İskelet (%)	Kum (%)	Mil (%)	Kil (%)	Bünye	Nem (%)	Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )
N13 A	0-10	5.64	30.88	34.88	34.24	Tın	4.99	2.53
N13 Bt	10-22	6.46	30.88	36.88	32.24	Killi Tın		2.57
N13 C	22-32	1.71	28.88	36.88	34.24	Killi Tın		2.59
N13 R	32+					Kretase kalker ana kaya		
N14 Ah	0-6	30.83	34.88	38.88	26.24	Killi Tın	7.47	2.62
N14 R	6+					Kretase kalker ana kaya		
N15 A	0-6	11.64	32.88	38.88	28.24	Killi Tın	7.02	2.59
N15 R	6+					Kretase kalker ana kaya		
N16 A	0-10	7.49	30.88	36.16	32.96	Killi Tın	9.94	2.52
N16 AC	10-22	12.41	26.88	34.16	38.96	Killi Tın		2.51
N16 R	22+					Kretase kalker ana kaya		

Çizelge 7.5'in devamı

Peçon No	Derinlik (cm)	Volum Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	Toplam Porozite (%)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Yararlı Su (%)	Dispersiyon (%)	Süspansiyon (%)
N13 A	0-10	1.00	60.47	22.03	12.82	9.21	60.72	13.28
N13 Bt	10-22			24.02	13.02	11.00	62.72	9.28
N13 C	22-32			24.60	12.54	11.04	62.72	7.28
N13 R	32+			Kretase kalker ana kaya				
N14 Ah	0-6	0.89	66.03	24.05	17.18	6.87	64.72	5.28
N14 R	6+			Kretase kalker ana kaya				
N15 A	0-6	1.54	45.62	7.67	27.77	10.10	64.72	7.28
N15 R	6+			Kretase kalker ana kaya				
N16 A	0-10	1.49	40.87	62.56	15.78	46.78	66.72	5.28
N16 AC	10-22			28.01	16.76	11.25	68.72	3.28
N16 R	22+			Kretase kalker ana kaya				

Çizelge 7.6. Kırtaş Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Typic Rhodoxeralf (N13, N16) ve Lithic Xerorthent (N14, N15) Toprak Grubunun Kimyasal Analiz ve  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları Sonuçları

Pedon No	Derinlik (cm)	pH	Suda Çöz Toplam Tuz (%)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Değişebilir Katyonlar $\text{Na}^+$ $\text{K}^+$ $\text{Ca}^{++}$ $\text{Mg}^{++}$ (me/100g)	Katyon Toplamı (me/100g)	KDK (me/100g)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq $\text{kg}^{-1}$ )
N13 A	0-10	6.56	0.038	8.29	2.15	0.17 1.00 13.23	14.40	14.40	70.06
N13 Bt	10-22	7.15	0.040	4.97	1.96	0.21 0.56 13.95	14.72	14.72	12.46
N13 C	22-32	7.12	0.032	7.04	1.85	0.19 0.71 14.14	15.04	15.04	9.46
N13 R	32+					Kretase kalker ana kaya			
N14 Ah	0-6	7.91	0.043	3.32	1.97	0.21 0.76 18.23	19.20	19.20	25.86
N14 R	6+					Kretase kalker ana kaya			
N15 A	0-6	7.14	0.042	1.57	2.03	0.21 0.48 18.51	19.20	19.20	45.37
N15 R	6+					Kretase kalker ana kaya			
N16 A	0-10	7.70	0.047	1.66	2.17	0.19 0.56 18.77	19.52	19.52	54.5
N16 Bt	10-22	7.70	0.052	1.74	2.00	0.17 0.46 19.21	19.84	19.84	17.63
N16 R	22+					Kretase kalker ana kaya			

Ürnez tepe ve Kayışalan mevki, marn-marnlı kalker ana özdekleri içerirler. Bu ana özdek üzerindeki topraklar seyreltik HCl ile kuvvetli köpürürlerken, A/C pedon yapısı gösterirler. Organik madde niceliği toprak yüzeyinden toprak derinliğine doğru azalarak devam eder. Pedon boyunca artan  $\text{CaCO}_3$  niceliğine sahiptirler. Dağlık arazi tipi yamaç rölyefi içerirken, eğimleri % 10-20 arası değişir. Tepenin sırt rölyefli, eğimi fazla olan bölümü yoğun maki funda örtüsü ile kaplı iken yamaç ve etek bölümleri tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Ürnez tepe ve kayış alanı mevki toprakları Typic Rendoll olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 7.5, Şekil 7.6).

Ürnez tepe toprak analiz sonuçlarından toprağın mekanik özelliği olan iskelet % 1.85-26.84 arasında dağılım gösterirken, kum içeriği % 25.44-63.68, mil % 18.00-36.00, kil % 14.24-52.56. sınırlarında değişmekte ve bu özelliklerine göre topraklar kil-killi tın-kumlu killi tın arasında bir doku özelliğindedirler. Nem % 2.38-5.50, özgül ağırlık 2.39-2.60, volüm ağırlık 1.02-1.29  $\text{g/cm}^3$ , toplam porozite % 35.39-59.20, tarla rutubet kapasitesi % 20.68-30.14, solma noktası % 15.56-26.00, yararlı su % 0.45-12.54, dispersiyon % 37.92-67.92, süspansiyon % 10.48-24.48 sınırlarında değişmektedir. Toprağın kimyasal özelliklerinde olan ve aktif hidrojen iyonunu gösteren toprak tepkimesi (pH) 7.59-7.86 sınırlarında değişmekte ve bu özelliklere göre araştırma toprakları, hafif alkali, özellikleri göstermektedir. Suda çözünebilir toplam tuz içeriğince % 0.039-0.086 sınırlarında dağılım gösterirken bu özelliklere göre bu tip topraklar sınıf 0 yani tuzsuz topraklar olarak tanımlanırlar. Kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) içeriğince % 6.00-21.00, organik madde % 1.30-2.47, değişebilir katyonlar toplamı 12.80-19.52 me/100g, katyon değişim sigası 12.80-19.52 me/100g sınırları arasında dağılım göstermektedir.

Toprak horizonlarına göre  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonları dağılımının 2.89-35.90 Bq kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 7.7, Çizelge 7.8).



şekil 7.5. Ürnez tepenin genel görünüğü.

Çizelge 7.7. Ürmez Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Typic Rendoll (N17, N18, N19, N20, N21, N22) Toprak Grubu Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları

Pedon No	Derinlik (cm)	İskelet (%)	Kum (%)	Mil (%)	Kil (%)	Bünye	Nem (%)	Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )
N17 A	0-15	12.32	33.44	34.00	32.56	Killi Tın	2.38	2.61
N17AC1	15-25	25.17	37.44	28.00	34.56	Killi Tın		2.54
N17AC2	25-39	26.02	27.44	36.00	36.56	Killi Tın		2.46
N17 C	39+	1.85	25.44	22.00	52.56	Kil		2.13
N18 A	0-11	26.84	33.44	30.00	36.56	Killi Tın	3.98	2.46
N18 AC	11-24	18.39	33.44	30.00	36.56	Killi tın		2.59
N18 C	24+	18.71	41.44	28.00	30.56	Killi tın		2.60
N19 Ap	0-13	7.68	29.44	18.00	52.56	Kil	5.5	2.50
N19 AC	13-23	6.65	33.44	24.00	42.56	Kil		2.55
N19 C	23-50	5.50	37.44	30.00	32.45	Killi tın		2.56
N20 A	0-7	22.33	49.68	24.08	26.24	Kumlu-Killi Tın	3.3	2.45
N20 AC	7-15	23.33	49.68	26.08	24.24	Kumlu-Killi tın		2.54
N20 C	15-39	3.79	47.68	30.08	22.24	Tın		2.56
N21 A	0-13	7.50	63.68	22.08	14.24	Kumlu tın	2.38	2.39
N21 AC	13-31	11.88	61.68	20.08	18.24	Kumlu Tın		2.44
N21 C1	31-59	8.77	63.68	18.08	18.24	Kumlu tın		2.50
N21 C2	59-75	7.87	39.68	30.08	30.24	Killi tın		2.55
N22 Ap	0-12	8.37	61.68	20.08	18.24	Kumlu tın	3.47	2.45
N22 AC	12-34	6.56	51.28	26.56	22.16	Kumlu Killi tın		2.46
N22 C1	34-53	6.06	51.28	22.56	26.16	Kumlu Killi Tın		2.55
N22 C2	53-65	14.13	47.28	20.56	32.16	Kumlu Kil		2.56



Çizelge 7.7'nin devamı

Pedon No	Derinlik (cm)	Volum Ağırlık ( $g/cm^3$ )	Toplam Porozite (%)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Yararlı Su (%)	Dispersiyon (%)	Süspansiyon (%)
N17 A	0-15	1.05	35.39	29.68	24.75	4.93	59.92	12.48
N17AC1	15-25			28.92	22.13	6.79	59.92	10.48
N17AC2	25-39			21.32	19.05	2.27	67.92	12.48
N17 C	39+			23.98	26.00	3.98	49.92	20.48
N18 A	0-11	1.10	55.28	25.86	25.41	0.45	55.92	16.48
N18 AC	11-24			30.14	20.99	9.15	59.92	14.48
N18 C	24+			23.33	19.66	3.67	59.92	12.48
N19 Ap	0-13	1.02	59.20	25.90	24.09	1.81	51.92	16.48
N19 AC	13-23			27.64	24.84	2.80	63.92	12.48
N19 C	23-50			27.97	24.45	3.52	67.92	14.48
N20 A	0-7	1.29	47.34	26.14	20.51	5.63	51.92	16.48
N20 AC	7-15			24.47	21.63	2.84	53.92	12.48
N20 C	15-39			26.79	18.92	7.87	59.92	16.48
N21 A	0-13	1.06	55.64	20.68	16.05	4.63	37.92	14.48
N21 AC	13-31			21.86	16.35	5.51	44.48	14.48
N21 C1	31-59			21.36	15.56	5.80	42.48	14.48
N21 C2	59-75			26.88	21.60	5.28	60.48	10.48
N22 Ap	0-12	1.28	47.75	22.08	12.92	9.16	42.48	18.48
N22 AC	12-34			25.02	18.02	7.00	46.48	20.48
N22 C1	34-53			24.55	16.09	8.46	50.48	24.48
N22 C2	53-65			29.33	16.79	12.54	54.48	14.48

Çizelge 7.8. Ürnez Tepe Üzerinde Oluşum Gösteren Tipic Rendoll (N17, N18, N19, N20, N21, N22) Toprak

Grubunun Kimyasal Analiz ve <sup>137</sup>Cs Konsantrasyonları Sonuçları

Pedon No	Derinlik (cm)	pH	Suda Çöz Tuz (%)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Değişebilir Katyonlar Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup> Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup> (me/100g)	Katyon Toplamı (me/100g)	KDK (me/100g)	<sup>137</sup> Cs (Bq kg <sup>-1</sup> )	
N17 A	0-15	7.59	0.064	18.40	2.38	0.26	1.23	17.07	18.56	35.90
N17 AC1	15-25	7.68	0.059	18.56	2.11	0.30	0.69	14.69	15.68	8.90
N17 AC2	25-39	7.77	0.049	18.84	1.83	0.19	0.38	14.79	15.36	3.50
N17 C	39+	7.76	0.07	7.80	1.30	0.17	0.33	15.18	15.68	2.89
N18 A	0-11	7.64	0.063	21.00	2.33	0.19	1.00	15.50	16.69	22.49
N18 AC	11-24	7.73	0.055	19.72	1.85	0.23	0.69	14.48	14.40	13.80
N18 C	24+	7.64	0.077	18.96	1.51	0.17	0.56	14.95	15.68	9.63
N19 Ap	0-13	7.68	0.075	7.04	2.46	0.21	1.46	14.65	16.32	35.61
N19 AC	13-23	7.73	0.070	8.96	1.82	0.21	1.48	15.27	16.69	12.11
N19 C	23-50	7.70	0.086	7.60	1.66	0.23	1.28	15.45	16.69	5.51
N20 A	0-7	7.64	0.058	9.76	2.47	0.17	1.25	13.62	15.04	17.77
N20 AC	7-15	7.72	0.047	10.32	1.98	0.19	0.79	15.32	16.32	16.69
N20 C	15-39	7.74	0.070	6.00	1.61	0.21	1.10	14.69	16.00	11.27
N21 A	0-13	7.73	0.04	6.08	2.13	0.19	1.51	11.42	13.12	21.13
N21 AC	13-31	7.75	0.039	7.60	2.06	0.17	1.17	11.46	12.80	22.21
N21 C1	31-59	7.75	0.039	6.72	1.81	0.17	0.69	11.94	12.80	11.89
N21 C2	59-75	7.85	0.059	6.00	1.66	0.28	0.84	13.92	15.04	4.11
N22 Ap	0-12	7.76	0.045	6.08	2.16	0.21	1.10	13.09	14.40	18.84
N22 AC	12-34	7.72	0.046	8.08	1.93	0.22	0.84	13.33	15.36	16.16
N22 C1	34-53	7.72	0.048	10.96	1.81	0.26	0.76	12.42	13.44	7.86
N22 C2	53-65	7.86	0.053	13.76	1.61	0.34	0.79	18.39	19.52	4.39

Kayışalan tepe ve bencik deresi (Şekil 7.7) toprak analiz sonuçlarından toprağın mekanik özelliği olan iskelet %1.55-35.92 arasında dağılım göstermekte, kum içeriği %31.60-77.28, mil %8.56-51.64, kil %14.16-36.32 sınırlarında değişmekte ve bu özelliklerine göre topraklar killi tın-kumlu killi tın arasında bir doku özelliği göstermektedir. Nem %7.00-19.34, özgül ağırlık 2.36-2.68 g/cm<sup>3</sup>, volüm ağırlık 0.84-1.76 g/cm<sup>3</sup>, toplam porozite %31.78-%65.02, tarla rutubet kapasitesi %21.35-45.86, solma noktası %17.86-35.05, yararlı su %1.94-20.02, dispersiyon %30.48-73.08, süspansiyon %8.48-30.72 sınırlarında değişmektedir. Toprağın kimyasal özelliklerinde olan ve aktif hidrojen iyonunu gösteren toprak tepkimesi (pH) 7.54-7.93 sınırlarında değişmekte ve bu özelliklere göre araştırma toprakları hafif alkali- orta alkali özellikleri göstermektedir. Suda çözünebilir toplam tuz içeriğince %0.010-0.120 sınırlarında dağılım gösterirken bu özelliklere göre bu tip topraklar sınıf 0 yani tuzsuz topraklar olarak tanımlanırlar. Kireç (CaCO<sub>3</sub>) içeriğince %2.13-23.69, organik madde %1.21-2.35, değişebilir katyonlar toplamı 10.56-29.76 me/100g, katyon değişim sigası 10.56-29.76 me/100g sınırları arasında dağılım göstermektedir. <sup>137</sup>Cs konsantrasyonlarının 4.36-32.85 Bq kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği hesaplanmıştır (Çizelge 7.9, Çizelge 7.10).



**Şekil 7.6. Tarım arazisi olarak kullanılan Kayışalan tepenin genel görünümü**



**Şekil 7.7. Bencik tepe (arkada) ve önündeki Bencik deresi**

Çizelge 7.9. Kayışalan Tepe ve Bencik Deresi Çevresinde Oluşan Typic Rendoll ( N23, N24, N25, N26, N27, N28), Typic Xerorthent (N29) Typic Xerofluvent (N30, N31) Büyük Toprak Gruplarının Fiziksel Analiz Sonuçları

Pedon No	Derinlik (cm)	İskelet (%)	Kum (%)	Mil (%)	Kil (%)	Bünye	Nem (%)	Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )
N23 A	0-18	16.70	63.28	20.56	16.16	Kumlu Tın	14.28	2.61
N23 C	18+	4.17	49.28	20.56	30.16	Kumlu Killi tın	10.03	2.66
N24 A	0-7	19.30	47.28	26.56	26.16	Kumlu killi tın	16.22	2.36
N24 AC	7-24	35.92	77.28	8.56	14.16	Kumlu Tın	19.34	2.45
N24 C	24+	6.43	71.28	12.16	16.16	Kumlu Tın	11.79	2.43
N25 A	0-8	11.45	45.28	32.56	22.16	Tın	14.59	2.56
N25 AC	8-20	11.10	41.28	30.56	28.16	Killi Tın	10.21	2.62
N25 C	20+	7.91	37.28	28.56	34.16	Killi tın	10.83	2.65
N26 A11	0-11	25.51	46.4	31.28	22.32	Kumlu killi Tın	8.17	2.49
N26 A12	11-20	6.70	38.4	27.28	34.32	Killi Tın	11.02	2.56
N26 AC	20-34	1.55	56.4	11.28	32.32	Kumlu Killi Tın	11.39	2.45
N26 C	34+	18.12	48.4	31.28	20.32	Tın	13.38	2.61
N27 A11	0-9	8.95	44.4	29.28	26.32	Tın	15.24	2.55
N27 A12	9-21	26.28	50.4	27.28	22.32	Kumlu Killi tın	12.40	2.59
N27 AC	21+	22.49	46.4	25.28	28.32	Kumlu Killi tın	15.53	2.61
N28 A	0-23	11.73	40.4	23.28	36.32	Killi tın	16.66	2.44
N28 AC	23+	4.93	34.4	29.28	36.32	Killi Tın	13.38	2.49
N29 Ap	0-21	14.98	67.28	18.56	14.16	Tın	14.02	2.56
N29 C1	21-36	10.92	40.4	29.28	30.32	Killi Tın	7.00	2.58
N29 C2	36+	9.94	46.4	19.28	34.32	Kumlu Killi Tın	9.77	2.63
N30 A	0-16	22.15	35.6	47.64	16.76	Tın	17.13	2.58
N30 C1	16-31	18.25	37.6	43.64	18.76	Tın	19.26	2.61
N30 C2	31+	19.75	35.6	47.64	16.76	Tın	15.12	2.69
N31 Ap	0-14	14.56	39.6	47.64	12.76	Tın	15.23	2.63
N31 C1	14-32	12.33	39.6	45.64	14.76	Tın	14.54	2.66
N31 C2	32-37	19.29	31.6	51.64	16.76	Milli tın	9.56	2.68

Çizelge 7.9'un devamı

Pedon No	Derinlik (cm)	Volüm Ağırlık ( $g/cm^3$ )	Toplam Porozite (%)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Yararlı Su (%)	Disp. (%)	Süsp. (%)
N23 A	0-18	1.56	40.22	39.96	19.94	20.02	38.48	18.48
N23 C	18+	1.52	42.85	37.38	17.99	19.39	52.48	14.48
N24 A	0-7	0.84	64.40	35.21	26.59	7.98	32.48	12.48
N24 AC	7-24	1.01	58.77	30.54	27.23	3.31	30.48	8.48
N24 C	24+	0.85	65.02	32.57	28.24	4.33	36.48	10.48
N25 A	0-8	1.37	46.48	33.40	25.44	7.96	54.48	28.48
N25 AC	8-20	1.32	49.61	32.39	24.40	7.99	58.48	20.48
N25 C	20+	1.35	49.05	38.57	24.06	14.51	65.92	21.92
N26 A11	0-11	1.09	56.22	45.86	28.82	17.04	57.92	9.92
N26 A12	11-20	1.31	48.82	33.81	28.42	5.39	63.92	13.92
N26 AC	20-34	1.35	44.89	21.35	19.41	1.94	67.92	13.92
N26 C	34+	1.34	48.65	40.44	35.05	5.39	55.92	19.92
N27 A11	0-9	1.20	52.94	31.81	25.30	6.51	47.92	9.92
N27 A12	9-21	1.17	54.82	33.29	20.21	13.08	55.92	9.92
N27 AC	21+	1.11	57.47	43.07	33.94	9.13	61.92	9.92
N28 A	0-23	1.18	51.63	27.72	25.21	2.51	57.92	13.92
N28 AC	23+	1.34	46.18	29.94	23.02	6.92	57.92	13.92
N29 Ap	0-21	1.33	48.04	28.42	20.80	7.62	55.92	17.92
N29 C1	21-36	1.58	38.75	37.28	29.40	7.88	59.92	19.92
N29 C2	36+	1.58	39.92	38.56	27.69	10.87	51.92	13.92
N30 A	0-16	1.76	31.78	28.23	19.20	9.03	65.08	30.72
N30 C1	16-31	1.65	36.78	30.64	21.15	9.49	65.08	24.72
N30 C2	31+	1.75	34.94	27.89	22.96	4.93	63.08	26.72
N31 Ap	0-14	1.59	40.15	25.65	17.86	7.79	63.08	28.72
N31 C1	14-32	1.58	40.60	26.98	18.63	8.35	61.08	28.72
N31 C2	32-37	1.54	42.53	27.13	19.12	8.01	73.08	24.72

Çizelge 7.10. Kayışalan Tepe ve Bencik Deresi Çevresinde Oluşan Typic Rendoll (N23, N24, N25, N26, N27, N28), Typic Xerorthent (N29) Typic Xerofluent (N30, N31) Büyük Toprak Gruplarının Kimyasal Analiz ve <sup>137</sup>Cs Konsantrasyonları Sonuçları

Pedon No	Derinlik (cm)	pH	Suda Çözülme Toplam Tuz (%)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Değişebilir Katyonlar Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup> Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup> (me/100g)	Katyon Toplamı (me/100g)	KDK (me/100g)	<sup>137</sup> Cs (Bq kg <sup>-1</sup> )	
N23 A	0-18	7.64	0.035	18.72	2.03	0.21	0.79	15.00	16.00	15.65
N23 C	18+	7.88	0.030	20.42	1.85	0.19	0.53	15.92	16.64	5.24
N24 A	0-7	7.84	0.036	21.73	2.21	0.19	1.35	17.02	21.76	30.31
N24 AC	7-24	7.93	0.030<	23.69	1.95	0.17	1.10	09.29	10.56	8.09
N24 C	24+	7.91	0.030	22.05	1.34	0.21	1.10	10.21	11.52	4.36
N25 A	0-8	7.70	0.070	14.18	2.04	0.26	1.61	17.97	19.84	19.15
N25 AC	8-20	7.89	0.049	15.49	2.11	0.23	1.02	15.44	16.69	15.29
N25 C	20+	7.92	0.047	19.10	1.41	0.21	0.89	18.42	19.52	7.52
N26 A11	0-11	7.65	0.120	14.26	2.18	0.26	1.94	19.56	21.12	23.41
N26 A12	11-20	7.72	0.108	4.75	2.13	0.28	1.35	24.04	25.60	7.72
N26 AC	20-34	7.73	0.105	2.13	1.46	0.30	1.23	23.11	24.64	6.15
N26 C	34+	7.80	0.052	17.22	1.21	0.26	0.69	19.21	20.16	6.08
N27 A11	0-9	7.81	0.068	7.13	2.26	0.34	3.33	25.89	29.76	32.85
N27 A12	9-21	7.79	0.057	13.85	1.74	0.23	2.61	18.60	21.44	9.04
N27 AC	21+	7.77	0.053	15.90	1.43	0.36	2.41	18.67	21.44	5.54
N28 A	0-23	7.79	0.072	7.05	1.98	0.28	2.61	21.75	24.64	11.34
N28 AC	23+	7.68	0.010	3.52	1.51	0.21	2.17	25.78	28.16	9.24
N29 Ap	0-21	7.69	0.081	8.85	2.11	0.26	1.38	19.48	18.56	21.20
N29 C1	21-36	7.81	0.067	9.84	1.95	0.23	1.28	20.25	21.76	14.76
N29 C2	36+	7.82	0.068	8.69	1.43	0.21	1.28	18.99	20.48	13.39
N30 A	0-16	7.57	0.045	15.28	2.15	0.41	1.85	15.23	17.49	13.67
N30 C1	16-31	7.54	0.043	14.79	2.01	0.35	1.63	17.16	19.14	14.03
N30 C2	31+	7.86	0.049	14.59	1.85	0.86	1.26	13.58	15.70	10.89
N31 Ap	0-14	7.85	0.054	16.04	2.35	0.44	1.75	11.86	14.05	15.45
N31 C1	14-32	7.85	0.059	15.92	2.15	0.53	1.96	12.53	15.02	12.85
N31 C2	32-37	7.92	0.067	16.00	1.95	0.37	1.63	16.98	18.98	8.63

### 7.3. Toprak Özellikleri ile $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonları Arasındaki Korelasyon Analizleri

Çalışma alanının ayrımlı bölgelerinden alınan toprak örneklerinin laboratuvar analiz bulguları ile  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonunun toprak pedonu boyunca dağılımları incelenmiştir. Toprak horizonlarına bağlı olarak toprak özellikleri ve  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonları arasındaki korelasyon katsayıları ( $R^2$ ) belirlenerek ikili ilişkiler ortaya konulmuştur (Çizelge 7.11).

Toprağın ayrımlı horizonlarındaki  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonları ile bazı toprak özelliklerinin pozitif yönde ilişki gösterdikleri saptanırken, bazı özelliklerde ise bu ilişki negatif bulunmuştur (Çizelge 7.11).

Nükleer silah denemeleri ve reaktör kazaları sonucunda atmosfere dağılan  $^{137}\text{Cs}$ , yağış ile birlikte yeryüzüne düştüğünde katyon özelliği gösteren bu radyonüklid ( $\text{Cs}^+$ ) toprakta negatif elektrik yükü taşıyan kil kolloidleri ve humus (organik madde) tarafından tutulurlar. Bu nedenle topraktaki kil ve organik madde niceliğinin artışına bağlı olarak  $^{137}\text{Cs}$ 'un tutulması da artmaktadır. Yatağan, Kırtaş ve Peynirli tepede üst horizonttan alınan toprak örneklerinde bu pozitif ilişki belirlenmiştir. Ancak Ürnez ve Kayışalanı tepe topraklarının alt horizonlarında bu ilişki negatif olarak saptanmıştır. Yüksek  $\text{CaCO}_3$  içeriğine sahip olan alt toprak horizonlarında  $\text{Ca}^{++}$  katyonunun başatlığından dolayı  $^{137}\text{Cs}$  adsorpsiyonu düşüktür.  $\text{Ca}^{++}$  katyonu, kil minerallerinin  $^{137}\text{Cs}$ 'un toprakta tutulumunu engellemektedir. Çizelge 7.11'de görüldüğü gibi Ürnez tepenin alt horizonunda da kireç niceliğinin fazlalığından dolayı negatif ilişki belirlenmiştir. Bu sonuçlar, kil ve  $\text{Ca}^{++}$ 'un  $^{137}\text{Cs}$ 'un tutulumu arasındaki negatif ilişkiyi de doğrulamaktadır.



Çalışmanın gerçekleştirildiği, ayrımlı ana özdeğe sahip 5 tepenin ayrımlı horizonları incelendiğinde kil niceliğindeki artışa bağlı olarak  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonunun arttığı saptanmıştır. Kretase kalker ana özdekleri üzerinde oluşum gösteren Yatağan Tepe, Peynirli Tepe, Kırtaş Tepelerde oluşan toprakların kil artışına bağlı olarak  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonunun da arttığı saptanmıştır.

Ancak marn ana özdekler üzerinde oluşum gösteren ve  $\text{CaCO}_3$  içeriğince zengin Ürnez ve Kayışalan tepe topraklarının üst horizonlarında bu ilişki pozitif düzeyde saptanırken, alt horizonlarında kil niceliğinin yüksek olmasına rağmen bu ilişki negatif düzeyde saptanmıştır. Ürnez ve Kayışalanı tepe topraklarının alt horizonlarında  $\text{Ca}^{++}$  katyonu niceliğinin yumuşak, parçalanabilir marn ana özdeğindeki fazlalığı kil minerallerinin yoğunluğuna rağmen,  $^{137}\text{Cs}$ 'un tutulumunu azalttığı istatistiki olarak belirlenmiştir (Çizelge 7.11). Bu ilişki, toprakta  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Ca}^{++}$  iyonu niceliğinin artışı kil mineralleri tarafından  $^{137}\text{Cs}$ 'un tutunumunu azaltması, mika mineralleri ve vermikulit kil mineralleri  $\text{Ca}^{++}$  ve benzer çift değerlikli katyonların varlığı,  $\text{K}^+$  ve benzeri tek değerlikli katyonlardan daha fazla  $^{137}\text{Cs}$  tutmasından kaynaklanmaktadır.

$^{137}\text{Cs}$  toprak tarafından tutunumunu kil içeriğinden başka organik maddenin varlığı da sağlamaktadır. Organik madde yüksek tamponlama gücü ve katyon değişim kapasitesine sahip olduğundan  $^{137}\text{Cs}$  tutunumunu pozitif yönde etkiler. Bu nedenle Ürnez ve Kayışalanı tepelerinin referans noktalarının yoğun organik madde içeren üst horizonlarında katyon değişim kapasiteleri ve  $^{137}\text{Cs}$  arasında pozitif bir ilişki gözlenirken, organik madde niceliğinin düşük olduğu alt horizonlarında negatif bir ilişki saptanmıştır.

Ayrımlı horizonlardaki  $^{137}\text{Cs}$  dağılımı tüm örnekleme alanlarındaki pedonlarda kil ve organik madde miktarı ile pozitif, kum içeriği ile negatif bir korelasyon göstermiştir. Ayrımlı örnekleme noktaları ve bunların ayrımlı fizyografik pozisyonları incelendiğinde toprağın en üst horizonu olan A horizonlarındaki organik karbon içeriklerindeki değişikliklerin  $^{137}\text{Cs}$  aktivitesindeki artış ve azalışlara koşut olduğu saptanmıştır. Topraktaki kum ve mil tanecik boyutuna sahip ögelerin herhangi bir katyon tutma özelliğine sahip olmamasından dolayı kum ve mil niceliklerinin pedon boyunca dağılımlarında negatif bir ilişki saptanmıştır.

Araştırma alanında toprak tepkimeleri 6-8 arasında değişim göstermektedir. Küçük kabul edilebilecek bu değişim  $^{137}\text{Cs}$ 'un tutulması açısından incelendiğinde örneklerin %40'ında önemli ölçüde bir ilişki saptanmıştır. Diğer örneklerde ise düzensiz bir şekilde ve negatif-pozitif yönlerde önemsiz ilişkiler belirlenmiştir. Bu nedenle araştırma yöresinde  $^{137}\text{Cs}$  tutunumunda toprak tepkimesinden çok, organik maddenin ayrışma derecesi ve kil içeriğinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır..

Çizelge 7.11. Toprak Özellikleri ve <sup>137</sup>Cs Arasındaki Korelasyon Katsayıları (R<sup>2</sup>)

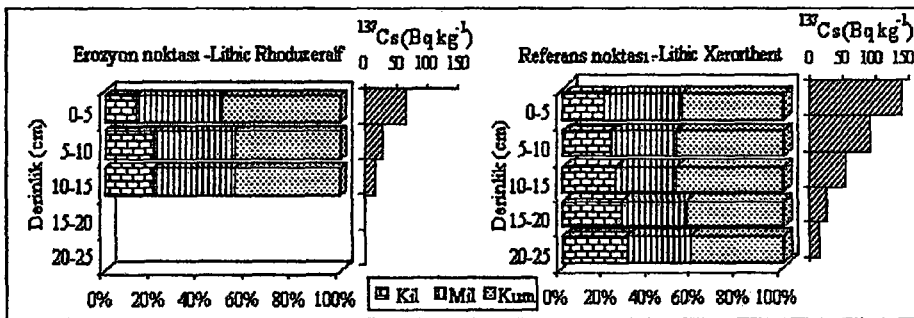
Bölge	Toprak Horizonu	Kum	Mil	Kil	Özgül Ağır.	pH	Kireç	Org. Mad.	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup>	KDK
Yatağan Tepe (E)	A	-0.53	+0.035	+0.82	+0.25	+0.47	+0.15	+0.95	-0.85	-0.004	-0.002	+0.81
Yatağan Tepe (E)	AC	-0.05	-0.009	+0.40	+0.27	-0.68	-0.76	+0.71	-0.57	-0.08	-0.65	+0.99
Yatağan Tepe (R)	A	-0.75	+0.033	+0.84	+0.84	-0.73	+0.96	+0.88	-0.80	-0.014	+0.23	+0.93
Yatağan Tepe (R)	AC	-0.65	-0.62	+0.98	-0.10	+0.42	+0.27	+0.74	-0.41	+0.22	+0.14	+0.10
Peynirli Tepe (E,R)	A	-0.87	+0.24	+0.99	-0.03	-0.14	-0.018	+0.87	-0.83	-0.011	+0.01	+0.94
Kırtaş Tepe (E,R)	A	-0.88	-0.80	+0.90	-0.78	-0.64	+0.34	+0.78	-0.81	+0.15	-0.50	+0.75
Ürnez Tepe (E)	A	-0.46	+0.46	+0.46	+0.47	-0.09	+0.81	+0.87	+0.047	-0.83	+0.83	+0.78
Ürnez Tepe (E)	AC	+0.99	-0.99	-0.90	-0.58	-0.97	-0.88	+0.95	-0.88	+0.76	+0.01	+0.88
Ürnez Tepe (R)	A	-0.98	+0.08	+0.71	+0.76	-0.61	+0.33	+0.93	+0.54	-0.42	+0.83	+0.84
Ürnez Tepe (R)	AC	+0.11	-0.70	-0.02	-0.14	+0.89	-0.97	-0.46	-0.87	+0.89	-0.10	-0.04
Kayışalan Tepe (E)	A	+0.07	+0.48	-0.53	+0.53	-0.41	+0.43	+0.91	+0.01	-0.36	-0.37	-0.36
Kayışalan Tepe (E)	AC	-0.19	+0.75	-0.12	-0.012	-0.55	-0.03	+0.29	+0.99	+0.03	-0.03	-0.02
Kayışalan Tepe (R)	A	-0.53	+0.24	+0.78	-0.10	+0.79	+0.02	+0.88	+0.05	+0.39	+0.22	+0.71
Kayışalan Tepe (R)	AC	+0.99	-0.62	-0.81	-0.47	+0.83	+0.37	+0.93	-0.99	-0.56	-0.73	-0.81

E: Erozyona açık alan R: Erozyondan korunmuş alan

$^{137}\text{Cs}$  elementinin toprağın, kil ve organik maddenin değişen düzeylerine bağlı olarak yüzey horizonunda tutulduğu ancak toprak profili derinliğine bağlı olarak azaldığı gözlenmektedir. Derinlikle  $^{137}\text{Cs}$  arasında belirlenen bu negatif korelasyon toprak profil içeriğindeki kil miktarı ile ilişkili olmadığı saptanmıştır. Profil derinliği boyunca kil artışına rağmen  $^{137}\text{Cs}$  miktarında bağımsız olarak bir azalma görülmüştür (Çizelge 7.12, Çizelge 7.13, Çizelge 7.14, Şekil 7.8, Şekil 7.9, Şekil 7.10).

Çizelge 7.12. Yatağan Tepe Erozyon ve Referans Noktalarında  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonlarının Derinliğe Bağlı Dağılımı

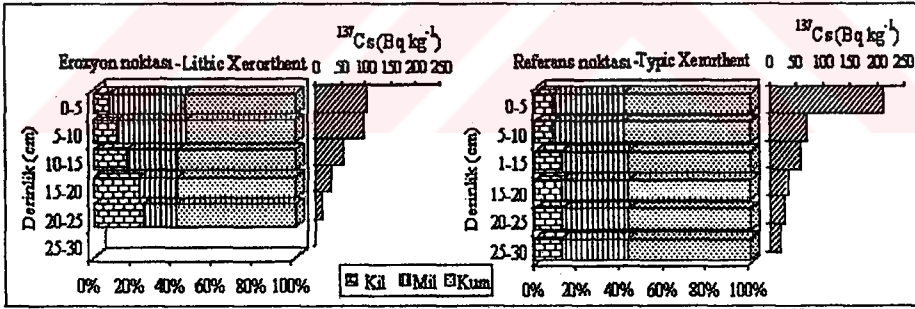
	Derinlik (cm)	$^{137}\text{Cs}$ ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )
Erozyon	0-5	65.60
Noktası	5-10	27.34
3Y4E	10-15	15.14
Referans	0-5	137.14
Noktası	5-10	89.66
6YR1	10-15	54.86
	15-20	26.06
	20-25	15.14



Şekil 7.8. Yatağan tepe erozyon (3Y4E) ve referans (6YR1) noktalarında  $^{137}\text{Cs}$ 'un toprağın fiziksel özellikleri ile olan dikey dağılımı.

Çizelge 7.13. Peynirli Tepe Erozyon ve Referans Noktalarında  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonlarının Derinliğe Bağlı Dağılımı

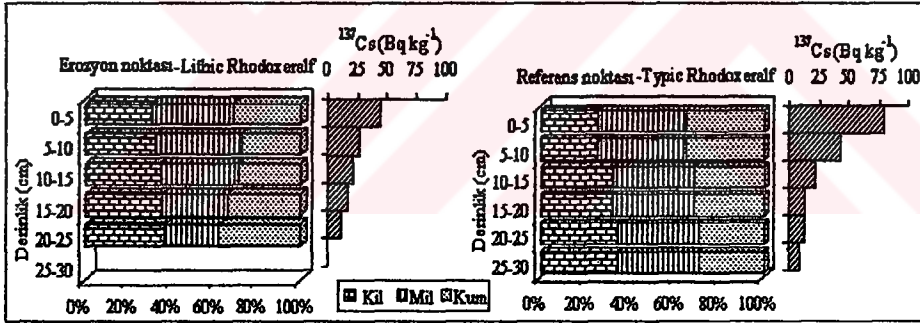
	Derinlik (cm)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )
Erozyon Noktası	0-5	102.48
	5-10	97.42
	10-15	52.43
	15-20	31.05
	20-25	13.53
Referans Noktası	0-5	209.25
	5-10	67.47
	10-15	55.08
	15-20	32.57
	20-25	26.18
4PR1	25-30	19.56
	0-5	234.49
	5-10	89.33
	10-15	60.81
	15-20	45.77
4PR2	20-25	30.44
	25-30	22.41



Şekil 7.9. Peynirli tepe erozyon (2P2E) ve referans (4PR1) noktalarında  $^{137}\text{Cs}$ 'un toprağın fiziksel özellikleri ile olan dikey dağılımı.

Çizelge 7.14. Kırtaş Tepe Erozyon ve Referans Noktalarında  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonlarının Derinliğe Bağlı Dağılımı

	Derinlik (cm)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )
Erozyon Noktası	0-5	44.74
	5-10	27.06
	10-15	21.63
	15-20	17.07
	20-25	11.41
Referans Noktası	0-5	79.09
	5-10	44.09
	10-15	21.40
	15-20	12.75
	20-25	12.56
Referans Noktası	0-5	88.62
	5-10	53.71
	10-15	34.57
	15-20	21.04
	25-30	17.90



Şekil 7.10. Kırtaş tepe erozyon (2K2E) ve referans (4KR1) noktalarında  $^{137}\text{Cs}$ 'un

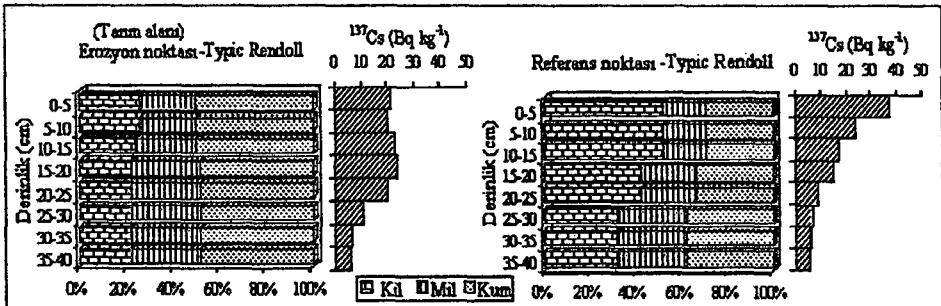
toprağın fiziksel özellikleri ile olan dikey dağılımı.

Yatağan, Peynirli ve Kırtaş tepede toprak işlemeli herhangi bir tarımsal işlev gözlenmezken, Ürnez ve Kayışalan tepede toprak işlemeli tarım yapılmaktadır. Tarım yapılmayan alanlarda genelde yüzey toprak tabakasında birikim gösteren  $^{137}\text{Cs}$  toprak işlemeli tarım yapılan alanlarda toprağın pulluk vb toprak işleme ekipmanları ile altüst edilerek işlenmesi sonucu toprağın pedogenetiksel dizilim özelliklerinin bozulmasıyla tüm toprak profiline derinlik boyunca homojen olarak

dağılmıştır (Çizelge 7.15, Çizelge 7.16, Şekil 7.11, Şekil 7.12) (Uğur et al., 2002a).

Çizelge 7.15. Ürnez Tepe Erozyon ve Referans Noktalarında  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonlarının Derinliğe Bağlı Dağılımı

	Derinlik (cm)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )
Erozyon Noktası 3Ü2E	0-5	21.30
	5-10	20.56
	10-15	22.43
	15-20	23.78
	20-25	20.34
	25-30	10.76
	30-35	6.64
	35-40	5.95
Referans Noktası 5ÜR1	0-5	31.01
	5-10	21.73
	10-15	15.85
	15-20	11.51
	20-25	6.52
	25-30	4.88
	30-35	4.76
	35-40	4.56
Referans Noktası 5ÜR2	0-5	37.19
	5-10	23.55
	10-15	16.95
	15-20	14.87
	20-25	8.71
	25-30	6.23
	30-35	5.78
	35-40	5.37

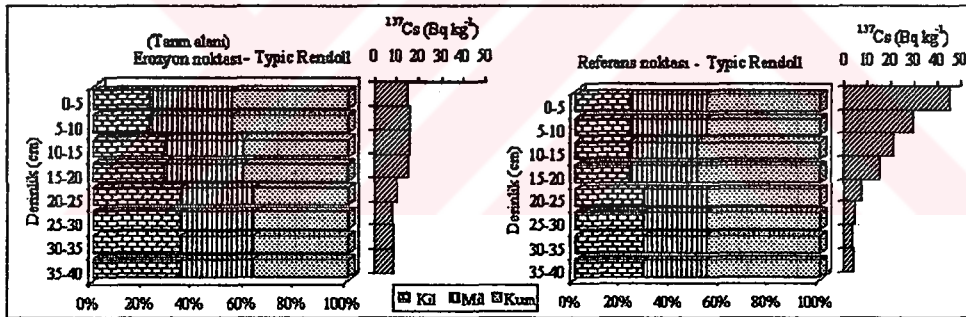


Şekil 7.11. Ürnez tepe erozyon (tarım alanı)(3Ü2E) ve referans (5ÜR1) noktalarında

$^{137}\text{Cs}$ 'un toprağın fiziksel özellikleri ile olan dikey dağılımı.

Çizelge 7.16. Kayışalan Tepe Erozyon ve Referans Noktalarında  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonlarının Derinliğe Bağlı Dağılımı

	Derinlik (cm)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )
Erozyon Noktası 2KA3E	0-5	14.39
	5-10	15.40
	10-15	15.70
	15-20	15.08
	20-25	10.35
	25-30	7.90
	30-35	8.59
Referans Noktası 5KAR1	0-5	45.03
	5-10	29.04
	10-15	21.20
	15-20	14.94
	20-25	6.94
	25-30	4.93
	30-35	3.74
	35-40	3.95



Şekil 7.12. Kayışalan tepe erozyon (tarım alanı) (2KA3E) ve referans (5KAR1)

noktalarında  $^{137}\text{Cs}$ 'un toprağın fiziksel özellikleri ile olan dikey dağılımı.



## 7.4. Araştırma Alanında Toprak Kaybının Saptanması

### 7.4.1. Ünlversal Toprak Kaybı Denklemlne G6re Toprak Kaybı

#### Sonuçları

Bu b6lgede yapılan başka bir çalışmada arazideki her bir tepe için toprak kaybının belirlenmesinde 6niversal toprak kaybı denkleml (denkleml 3.1) kullanılmıştır (Taysun, 1989). Su erozyonuna etki eden yağış (R), toprak (K), eğim uzunluğu (L), eğim derecesi (S), bitki amenajmanı (C) ve toprak muhafaza 6nlemleri (P) fakt6rleri ile toprak kaybı  $t\ ha^{-1}\ y^{-1}$  olarak saptanmış ve bu çalışmada bulunan sonuçlar izelge 7.17 verilmiştir (Uğur vd., 2003).

Çizelge 7.17. Yatağan Havzasında USLE Y6ntemine G6re Hesaplanan Toprak Kaybı Sonuçları

B6lge	Toprak Kaybı ( $t\ ha^{-1}\ y^{-1}$ )
Yatağan Tepe	28.56
Peynirli Tepe	15.80
Kırtas Tepe	28.49
6rnez Tepe	45.59
Kayışalan Tepe	73.66

## 7.4.2. Nükleer Teknikler Kullanılarak Tayin Edilen Toprak Kaybı Sonuçları

### 7.4.2.1. Toprak Örneklerindeki $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonları ve Örnekleme Noktalarının Topoğrafik Özellikleri

Parsel çizgi sistemi oluşturulmuş olan beş bölgenin erozyon ve referans noktalarından toplanan toprak örneklerindeki  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonları ve bu noktadaki topoğrafik özellikleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Çizelge 7.18, Çizelge 7.19, Çizelge 7.20, Çizelge 7.21, Çizelge 7.22).

#### Çizelge 7.18. Yatağan Tepe Toprak Örneklerindeki $^{137}\text{Cs}$

#### Konsantrasyonları ve Örnekleme Noktalarının Topoğrafik Özellikleri

Örnek No	Yükseklik (m)	Koordinat		Eğim (%)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )
1Y1	700	37°21'55" N	28°08'03" E	20	19.06
1Y2	700	37°21'56" N	28°08'03" E	20	26.98
2Y1	675	37°21'54", 5N	28°08'04" E	35	36.84
2Y2	675	37°21'55", 5 N	28°08'04" E	35	33.69
2Y3	675	37°21'56", 5 N	28°08'04" E	35	38.15
3Y1	650	37°21'54", 5 N	28°08'05" E	25	52.67
3Y2	650	37°21'55" N	28°08'05" E	25	55.89
3Y3	650	37°21'56" N	28°08'05" E	25	60.07
3Y4	650	37°21'57" N	28°08'05" E	25	57.84
4Y1	625	37°21'53", 5 N	28°08'06" E	25	66.72
4Y2	625	37°21'54", 5 N	28°08'06" E	25	70.41
4Y3	625	37°21'55", 5 N	28°08'06" E	25	73.54
4Y4	625	37°21'56", 5 N	28°08'06" E	25	71.35
4Y5	625	37°21'57", 5 N	28°08'06" E	25	95.96
5Y1	600	37°21'53" N	28°08'07" E	20	99.03
5Y2	600	37°21'54" N	28°08'07" E	20	104.71
5Y3	600	37°21'55" N	28°08'07" E	20	129.55
5Y4	600	37°21'56" N	28°08'07" E	20	129.81
5Y5	600	37°21'57" N	28°08'07" E	20	124.75
5Y6	600	37°21'58" N	28°08'07" E	20	98.12
6YR1	583	37°21'53" N	28°08'07", 5 E	6	155.87

Y:Erozyon Noktaları, YR:Referans Noktaları

Çizelge 7.19. Peynirli Tepe Toprak Örneklerindeki  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları ve Örnekleme Noktalarının Topoğrafik Özellikleri

Örnek No	Yükseklik (m)	Koordinat		Eğim (%)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )
1P1	407	37°18'35" N	28°06'18" E	27	76.41
1P2	407	37°18'36" N	28°06'19" E	27	88.82
2P1	397	37°18'35",6N	28°06'18"7 E	13	108.13
2P2	397	37°18'35",6 N	28°06'19"3 E	13	93.13
2P3	397	37°18'35" N	28°06'18"9 E	13	86.93
3P1	387	37°18'34" N	28°06'18" E	10	110.69
3P2	387	37°18'35"2 N	28°06'18"5 E	10	102.19
3P3	387	37°18'35",2 N	28°06'18"1 E	10	125.09
3P4	387	37°18'36" N	28°06'19" E	10	136.28
4PR1	382	37°18'35",4 N	28°06'21"8 E	5	176.45
4PR2	382	37°18'35",4 N	28°06'21"8 E	5	166.64

P:Erozyon Noktaları, PR:Referans Noktaları

Çizelge 7.20. Kırtaş Tepe Toprak Örneklerindeki  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları ve Örnekleme Noktalarının Topoğrafik Özellikleri

Örnek No	Yükseklik (m)	Koordinat		Eğim (%)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )
1K1	396	37°17'30"8 N	28°08'53"7 E	16	18.84
1K2	396	37°17'31"2 N	28°08'53"7 E	16	23.47
2K1	386	37°17'30"6N	28°08'54"1 E	10	37.92
2K2	386	37°17'31" N	28°08'54"1 E	10	44.87
2K3	386	37°17'31" N	28°08'54"1 E	10	48.20
3K1	376	37°17'30" N	28°08'54"5 E	13	53.83
3K2	376	37°17'30"8 N	28°08'54"5 E	13	57.51
3K3	376	37°17'31",2 N	28°08'54"5 E	13	61.27
3K4	376	37°17'31"6 N	28°08'54"5 E	13	49.95
4KR1	374	37°17'32",6 N	28°08'54"6 E	4	75.21
4KR2	374	37°18'33" N	28°08'54"6 E	4	79.16

K:Erozyon Noktaları, KR:Referans Noktaları

Çizelge 7.21. Ürnez Tepe Toprak Örneklerindeki  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları ve Örnekleme Noktalarının Topoğrafik Özellikleri

Örnek No	Yükseklik (m)	Koordinat		Eğim (%)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )
1Ü1	408	37°18'47"1 N	28°09'44"3 E	24	10.59
1Ü2	408	37°18'46"7 N	28°09'44"3 E	24	4.65
1Ü3	408	37°18'46"3N	28°09'44"3 E	24	6.15
1Ü4	408	37°18'45"9 N	28°09'44"3 E	24	8.71
1Ü5	408	37°18'45"5 N	28°09'44"3 E	24	9.16
2Ü1	398	37°18'46"9 N	28°09'43"9 E	13	15.34
2Ü2	398	37°18'46"5 N	28°09'43"9 E	13	15.59
2Ü3	398	37°18'46"1 N	28°09'43"9 E	13	14.20
2Ü4	398	37°18'45"9 N	28°09'43"9 E	13	11.62
3Ü1	388	37°18'46"7 N	28°09'43"5 E	10	24.02
3Ü2	388	37°18'46"3 N	28°09'43"5 E	10	22.28
3Ü3	388	37°18'45"9 N	28°09'43"5 E	10	18.52
4Ü1	378	37°18'46"5 N	28°09'43"1 E	8	18.31
4Ü2	378	37°18'46"1 N	28°09'43"1 E	8	16.14
5ÜR1	382	37°18'43" N	28°09'43"3 E	5	25.80
5ÜR2	382	37°18'42"6 N	28°09'43"3 E	5	27.27

Ü:Erozyon Noktaları, ÜR: Referans Noktaları

Çizelge 7.22. Kayışalan Tepe Toprak Örneklerindeki  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları ve Örnekleme Noktalarının Topoğrafik Özellikleri

Örnek No	Yükseklik (m)	Koordinat		Eğim (%)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )
1KA1	460	37°20'03"8 N	28°10'12" E	13	8.92
1KA2	460	37°20'03"4 N	28°10'12" E	13	8.37
1KA3	460	37°20'03"3N	28°10'12" E	13	10.81
1KA4	460	37°20'02"6 N	28°10'12" E	13	10.76
1KA5	460	37°20'02"5 N	28°10'12" E	13	8.94
2KA1	450	37°20'03"6 N	28°10'11"6 E	13	14.12
2KA2	450	37°20'03"2 N	28°10'11"6 E	13	10.77
2KA3	450	37°20'02"8 N	28°10'11"6 E	13	13.31
2KA4	450	37°20'02"4 N	28°10'11"6 E	13	14.34
3KA1	440	37°20'03"4 N	28°10'11"2 E	10	11.51
3KA2	440	37°20'03" N	28°10'11"2 E	10	13.52
3KA3	440	37°20'03" N	28°10'11"2 E	10	13.33
4KA1	430	37°20'03"2 N	28°10'10"8 E	5	19.49
4KA2	430	37°20'02"8 N	28°10'10"8 E	5	19.79
5KAR1	450	37°20'01"9 N	28°10'11"6 E	5	41.73

KA:Erozyon Noktaları, KAR:Referans Noktaları

#### 7.4.2.2. <sup>137</sup>Cs Kullanılarak Tayin Edilen Toprak Kaybı Sonuçları

Yatağan Tepe'de <sup>137</sup>Cs envanterinin 4823.10-33495.00 Bq m<sup>-2</sup> arasında değiştiği, ortalama <sup>137</sup>Cs envanterinin 16581.73 Bq m<sup>-2</sup> olduğu hesaplanmıştır. Toprak kayıplarının ise 3.46-79.91 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama toprak kaybının 36.37 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> olduğu saptanmıştır. Yatağan Tepe'de örnekleme noktalarındaki <sup>137</sup>Cs konsantrasyonları, envanteri ve toprak kaybı sonuçları Çizelge 7.23 ve Şekil 7.13'de görülmektedir.

Peynirli Tepe'de ise <sup>137</sup>Cs envanterinin 18879.00-39767.50 Bqm<sup>-2</sup> arasında değiştiği, ortalama <sup>137</sup>Cs envanterinin 28160.07 Bq m<sup>-2</sup> olduğu hesaplanmıştır. Toprak kayıplarının ise 1.16-40.24 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama toprak kaybının 15.15 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> olduğu hesaplanmıştır. Peynirli Tepe'de örnekleme noktalarındaki <sup>137</sup>Cs konsantrasyonları, envanteri ve toprak kaybı sonuçları Çizelge7.24 ve Şekil 7.14'de görülmektedir.

Kırtaş Tepe'de <sup>137</sup>Cs envanterinin 4334.00-15292.90 Bq m<sup>-2</sup> arasında değiştiği ve ortalama <sup>137</sup>Cs envanterinin 10957.69 Bq m<sup>-2</sup> olduğu hesaplanmıştır. Toprak kayıplarının ise 4.80-74.60 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> arasında değiştiği, ortalama toprak kaybının 27.16 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> olduğu tayin edilmiştir. Kırtaş Tepe'de örnekleme noktalarındaki <sup>137</sup>Cs konsantrasyonları, envanteri ve toprak kaybı sonuçları Çizelge 7.25 ve Şekil 7.15'de görülmektedir

Ürnez Tepe'de <sup>137</sup>Cs envanterinin 1960.80-11706.10 Bq m<sup>-2</sup> arasında değiştiği ve ortalama <sup>137</sup>Cs envanterinin 6659.76 Bq m<sup>-2</sup> olduğu hesaplanmıştır. Toprak kayıplarının ise 6.51-79.14 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama toprak kaybının 47.44 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> olduğu tayin edilmiştir. Ürnez Tepe'de örnekleme noktalarındaki <sup>137</sup>Cs

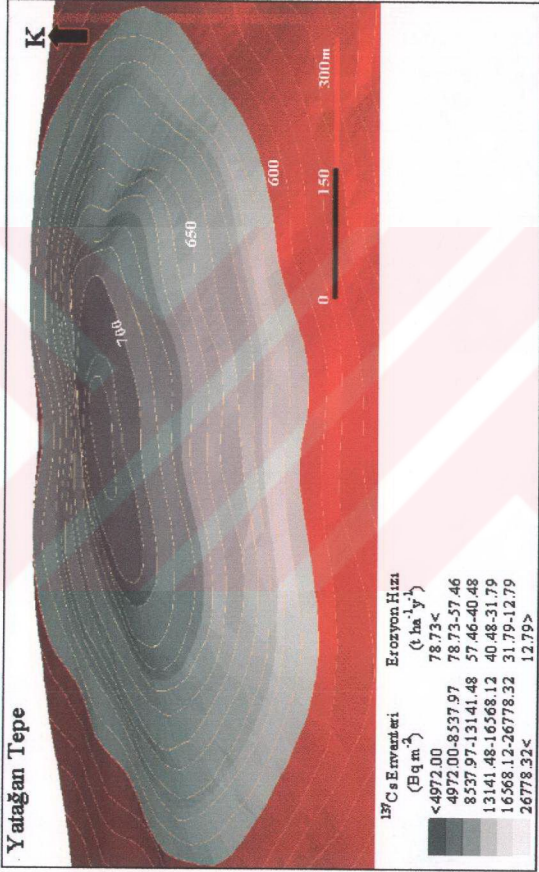
konsantrasyonları, envanteri ve toprak kaybı sonuçları Çizelge 7.26 ve Şekil 7.16'da görülmektedir.

Kayışalan Tepe'de  $^{137}\text{Cs}$  envanterinin 3452.50-8008.80 Bq m<sup>-2</sup> arasında değiştiği ve ortalama  $^{137}\text{Cs}$  envanterinin 5208.71 Bq m<sup>-2</sup> olduğu hesaplanmıştır. Toprak kayıplarının ise 52.05-73.69 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama toprak kaybının 65.01 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Kayışalan Tepe'de örnekleme noktalarındaki  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonları, envanteri ve toprak kaybı sonuçları Çizelge 7.27 ve Şekil 7.17'de görülmektedir.



Çizelge 7.23. Yatağan Tepesi'nde Örnekleme Noktalarındaki  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları, Envanterleri ve Toprak Kaybı Sonuçları

Yükseklik (m)	Toprak Örneği No	$^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )	$^{137}\text{Cs}$ Envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )	$^{137}\text{Cs}$ Kaybı (%)	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Kaybı (%)	Toprak Kaybı ( $\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )	Ortalama Toprak Kaybı ( $\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )
700	1Y1	19.06	23.02	4823.10	4972.1	86.81	86.40	79.91	78.73
	1Y2	26.98		5121.10		85.99		77.55	
675	2Y1	36.84	36.23	9077.00	8537.97	75.18	76.65	54.97	57.46
	2Y2	33.69		7801.60		78.66		60.94	
	2Y3	38.15		8735.30		76.11		56.48	
650	3Y1	52.67	56.62	11501.90	13141.48	68.54	64.06	45.62	40.48
	3Y2	55.89		13819.60		62.20		38.38	
	3Y3	60.07		13668.20		62.62		38.82	
	3Y4	57.84		13576.20		62.87		39.08	
625	4Y1	66.72	75.60	15401.50	16568.12	57.88	54.69	34.11	31.79
	4Y2	70.41		14295.20		60.90		37.05	
	4Y3	73.54		16022.20		56.18		32.55	
	4Y4	71.35		14685.80		59.84		35.98	
	4Y5	95.96		22435.90		38.64		19.27	
600	5Y1	99.03	114.33	20338.90	26778.32	44.37	26.76	23.14	12.79
	5Y2	104.71		25186.00		31.12		14.71	
	5Y3	129.55		29934.20		18.13		7.89	
	5Y4	129.81		27658.20		24.36		11.01	
	5Y5	124.75		33495.70		8.39		3.46	
	5Y6	98.12		24056.90		34.21		16.52	
583	Ortalama	72.26		16581.73		54.65		36.37	
	6YR1(Ref)	155.87		36564.30					

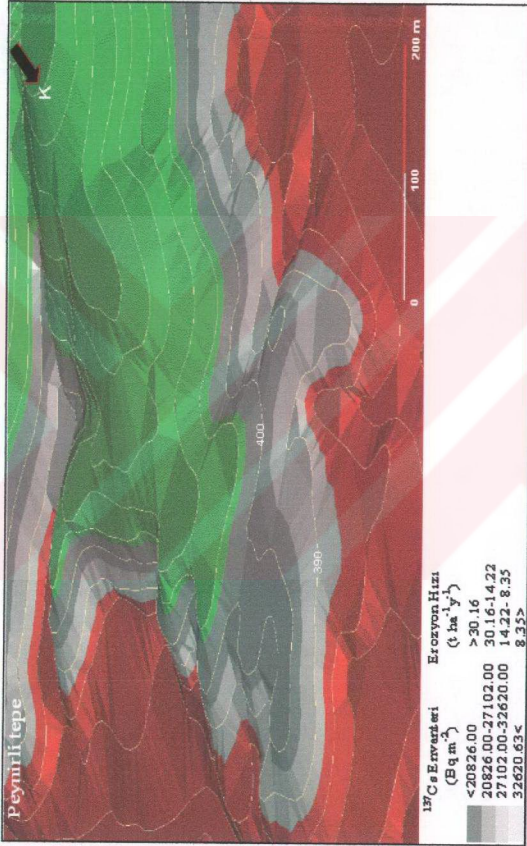


Şekil 7.13. Yatağan Tepe  $^{137}\text{Cs}$  envanterleri ve erozyon hızları.



Çizelge 7.24. Peynirli Tepe'de Örnekleme Noktalarındaki  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları, Envanterleri ve Toprak Kaybı Sonuçları

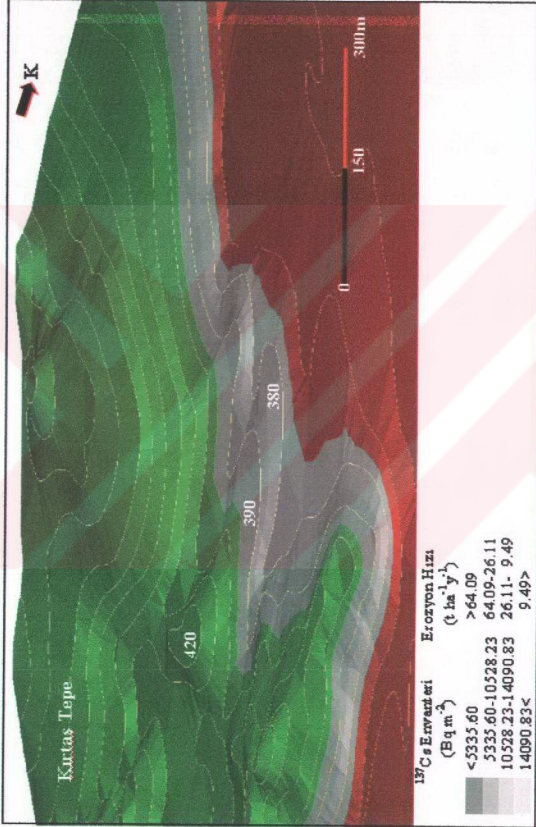
Yükseklik (m)	Toprak Örneği No	$^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )	$^{137}\text{Cs}$ Envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )	$^{137}\text{Cs}$ Kaybı (%)	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Kaybı (%)	Toprak Kaybı ( $\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )	Ortalama Toprak Kaybı ( $\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )
407	1P1	76.41	82.62	18870.00	20826.05	54.15	49.40	40.24	30.16
	1P2	88.82		22782.10		44.64		20.08	
397	2P1	108.13	96.06	28466.00	27102.00	30.83	34.14	12.52	14.22
	2P2	93.13		27328.70		33.59		13.90	
	2P3	86.93		25511.30		38.01		16.24	
	3P1	110.69		26204.30		36.32		15.33	
387	3P2	102.19	118.56	28941.40	32620.63	29.67	20.73	11.95	8.35
	3P3	125.09		35569.30		13.57		4.95	
	3P4	136.28		39767.50		3.36		1.16	
	<b>Ortalama</b>	<b>103.07</b>		<b>28160.07</b>		<b>31.57</b>		<b>15.15</b>	
382	4PR1(Ref)	176.45	171.55	43762.80	41152.50				
	4PR2(Ref)	166.64		38542.20					



Şekil 7.14. Peynirli Tepe  $^{137}\text{Cs}$  envanterleri ve erozyon hızları.

Çizelge 7.25. Kırtaş Tepe'de Örnekleme Noktalarındaki  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları, Envanterleri ve Toprak Kaybı Sonuçları

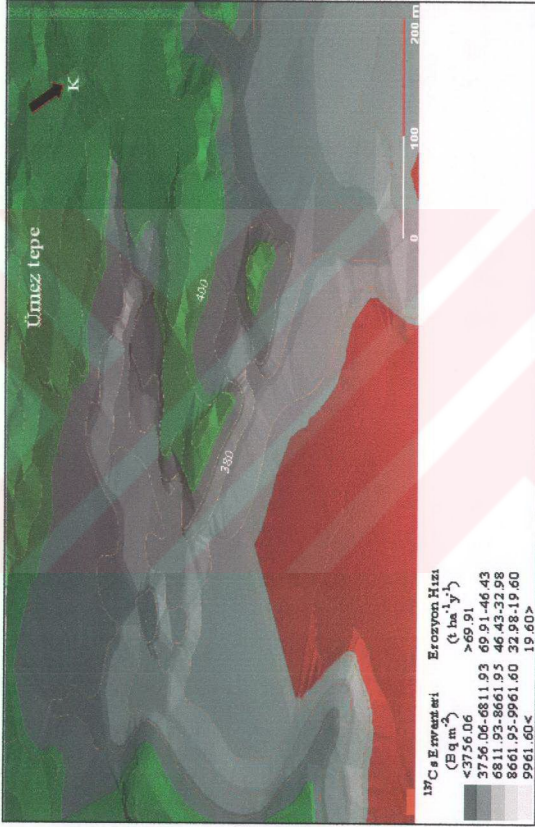
Yükseklik (m)	Toprak Örneği No	$^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )	$^{137}\text{Cs}$ Envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )	$^{137}\text{Cs}$ Kaybı (%)	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Kaybı (%)	Toprak Kaybı ( $\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )	Ortalama Toprak Kaybı ( $\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )
396	1K1	18.84	21.16	4334.00	5335.60	74.01	68.00	74.60	64.09
	1K2	23.47		6337.20		62.00		53.57	
386	2K1	37.92	43.66	8370.90	10528.23	49.81	36.87	38.16	26.11
	2K2	44.87		11361.20		31.88		21.25	
	2K3	48.20		11852.60		28.93		18.91	
376	3K1	53.83	55.64	14371.70	14090.83	13.83	15.51	8.24	9.49
	3K2	57.51		15292.90		8.30		4.80	
	3K3	61.27		14265.80		14.46		8.65	
	3K4	49.95		12432.90		25.45		16.26	
	<b>Ortalama</b>	<b>43.98</b>		<b>10957.69</b>		<b>34.30</b>		<b>27.16</b>	
374	4KR1(Ref.)	75.21	77.19	15967.30	16677.55				
	4KR2(Ref.)	79.16		17387.80					



Şekil 7.15. Kurtaş Tepe <sup>137</sup>Cs envanterleri ve erozyon hızları.

Çizelge 7.26. Ürnez Tepe'de Örnekleme Noktalarındaki  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları, Envanterleri ve Toprak Kaybı Sonuçları

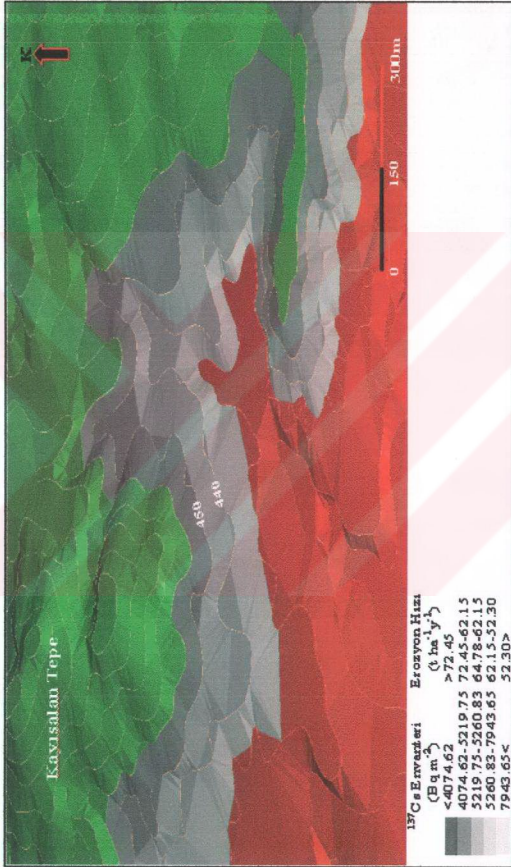
Yükseklik (m)	Toprak Örneği No	$^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )	$^{137}\text{Cs}$ Envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )	$^{137}\text{Cs}$ Kaybı (%)	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Kaybı (%)	Toprak Kaybı ( $\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )	Ortalama Toprak Kaybı ( $\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )
408	1Ü1	10.59	7.85	5528.00	3756.06	55.73	69.92	62.16	69.91
	1Ü2	4.65		1960.80		84.30		75.95	
	1Ü3	6.15		2996.90		76.00		79.14	
	1Ü4	8.71		3927.90		68.54		66.05	
	1Ü5	9.16		4366.70		65.03		66.24	
398	2Ü1	15.34	14.19	7387.20	6811.93	40.84	45.45	42.03	46.43
	2Ü2	15.59		7640.20		38.81		40.65	
	2Ü3	14.20		6790.30		45.62		46.61	
	2Ü4	11.62		5430.00		56.51		56.43	
	3Ü1	24.02		11706.10		6.25		6.51	
388	3Ü2	22.28	21.61	9554.20	9961.60	23.49	20.22	21.52	19.60
	3Ü3	18.52		8624.50		30.93		30.78	
	4Ü1	18.31		9123.70		26.93		28.68	
378	4Ü2	16.14	17.23	8200.20	8661.95	34.33	30.63	37.27	32.98
	<b>Ortalama</b>	<b>13.95</b>		<b>6659.76</b>		<b>46.67</b>		<b>47.44</b>	
382	SÜR1(Ref)	25.8	26.54	13601.00	12486.95				
	SÜR2(Ref)	27.27		11372.90					



Şekil 7.16. Ümeztepe  $^{137}\text{Cs}$  envanterleri ve erozyon hızları.

Çizelge 7.27. Kayışalan Tepe'de Örnekleme Noktalarındaki  $^{137}\text{Cs}$  Konsantrasyonları, Envanterleri ve Toprak Kaybı Sonuçları

Yükseklik (m)	Toprak Örneği No	$^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Konsantrasyonu ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )	$^{137}\text{Cs}$ Envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Envanteri ( $\text{Bq m}^{-2}$ )	$^{137}\text{Cs}$ Kaybı (%)	Ortalama $^{137}\text{Cs}$ Kaybı (%)	Toprak Kaybı ( $\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )	Ortalama Toprak Kaybı ( $\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )
460	1KA1	8.92	9.56	3760.40	4074.62	81.31	79.75	73.25	72.45
	1KA2	8.37		3452.50		82.84		73.02	
	1KA3	10.81		4543.10		77.42		69.52	
	1KA4	10.76		4816.10		76.06		72.75	
	1KA5	8.94		3801.00		81.11		73.69	
450	2KA1	14.12	13.14	6136.40	5219.75	69.50	74.06	64.54	62.15
	2KA2	10.77		3769.40		81.27		60.77	
	2KA3	13.31		5235.40		73.98		62.18	
	2KA4	14.34		5737.80		71.48		61.12	
440	3KA1	11.51	12.79	4623.90	5260.83	77.02	73.85	66.11	64.78
	3KA2	13.52		5834.20		71.00		65.47	
	3KA3	13.33		5324.40		73.54		62.76	
430	4KA1	19.49	19.64	7878.50	7943.65	60.84	60.52	52.55	52.30
	4KA2	19.79		8008.80		60.20		52.05	
450	<b>Ortalama</b>	<b>12.71</b>		<b>5208.71</b>		<b>74.11</b>		<b>65.01</b>	
	5KAR1(Ref)	41.73		20121.30		74.11		65.01	



Şekil 7.17. Kayışalan Tepe  $^{137}\text{Cs}$  envanterleri ve erozyon hızları.



Kritidis ve arkadaşları tarafından benzer iklim, coğrafi konum ve toprak özelliklerine (Typic Xerorthent) sahip olan Yunanistan'da  $^{137}\text{Cs}$  referans envanterinin yaklaşık olarak  $6 \text{ kBq m}^{-2}$  olduğu, ortalama değerlerin  $1.3$  ve  $30 \text{ kBq m}^{-2}$  arasında değiştiği verilmiştir. Theocharopoulos ve arkadaşları ise  $^{137}\text{Cs}$ 'un referans envanterini toprak erozyonu çalışmalarında  $14424.3 \text{ Bq m}^{-2}$  olarak hesaplamışlar, toprak kayıplarının ise  $5.37\text{--}102.56 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  arasında değiştiğini bulmuşlardır (Theocharopoulos et al., 2000).

Çalışmada Yatağan Havzasındaki beş farklı tepenin referans alanlarında  $^{137}\text{Cs}$  envanterlerinin  $11372.90\text{--}43762.80 \text{ Bq m}^{-2}$  arasında gözlenirken erozyon hızının  $15.15\text{--}73.64 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  arasında değiştiği hesaplanmıştır.

#### **7.4.2.3. Topoğrafik Özellikler ile $^{137}\text{Cs}$ Kaybı ve Toprak Kayıpları Arasındaki Korelasyon Grafikleri**

Parsel çizgileri yöntemine göre örnekleme yapılan her bir alanın topoğrafik özellikleri belirlenmiş ve bu noktalarındaki  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonu ile toprak kayıpları arasında istatistiki değerlendirilmeler yapılarak bunlar arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Çizelge 7.28).

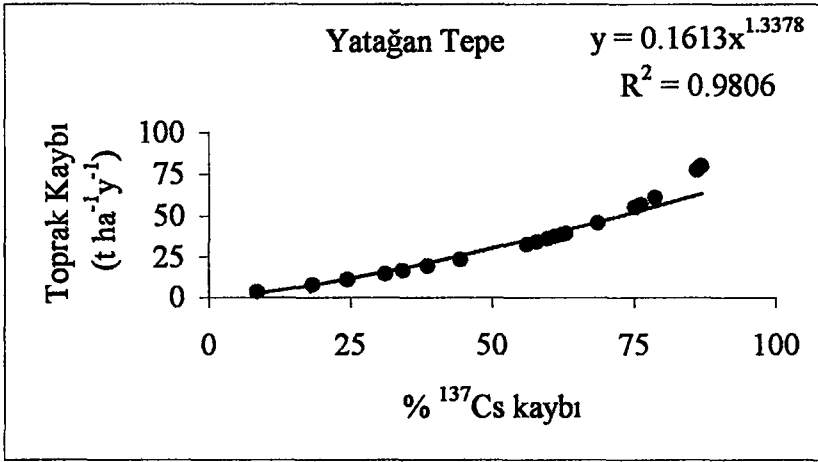
Çizelge 7.28.  $^{137}\text{Cs}$  ve Toprak Kaybı Sonuçları ile Topoğrafik Sonuçlar Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Örnekleme Alanı		Yükseklik (m)	Eğim (%)
Yatağan	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )	-0.88	-0.47
Tepe	Toprak Kaybı (t ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	+0.93	+0.20
Peynirli	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )	-0.69	-0.58
Tepe	Toprak Kaybı (t ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	+0.61	+0.65
Kırtaş	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )	-0.84	-0.62
Tepe	Toprak Kaybı (t ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	+0.84	+0.27
Ürnez	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )	-0.70	-0.80
Tepe	Toprak Kaybı (t ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	+0.68	+0.77
Kayışalan	$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )	-0.12	-0.33
Tepe	Toprak Kaybı (t ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	+0.76	+0.58

Yatağan, Peynirli, Kırtaş ve Ürnez tepede  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonlarının arazi yüksekliği arttıkça azaldığı buna bağlı olarak da toprak kaybının yüksek yerlerde daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum tepenin yüksek yerlerinde bitki örtüsünün seyrek olmasından kaynaklanmaktadır. Yatağan, Peynirli, Kırtaş ve Kayışalan tepede  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonları ile eğim arasında önemli bir korelasyon gözlenmezken Ürnez tepede eğim arttıkça  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonunun azaldığı bulunmuştur ( $R^2=-0.80$ ). Yatağan, Peynirli, Kırtaş ve Kayışalan tepelerinde toprak kaybı ile eğim arasında önemsiz bir korelasyon olmasına rağmen Ürnez tepede eğim arttıkça toprak kaybının arttığı gözlenmiştir ( $R^2=+0.77$ ).

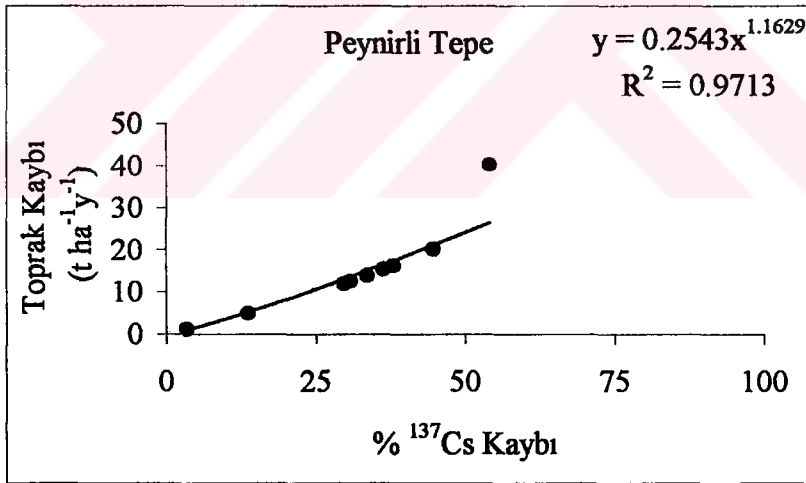
#### 7.4.2.4. Relatif $^{137}\text{Cs}$ Kaybı ile Toprak Kayıpları Arasındaki Korelasyon Grafikleri

Yatağan tepe toprak kayıpları ile relatif  $^{137}\text{Cs}$  kaybı arasındaki korelasyon katsayısının +0.98 olduğu hesaplandı (Şekil 7.18).



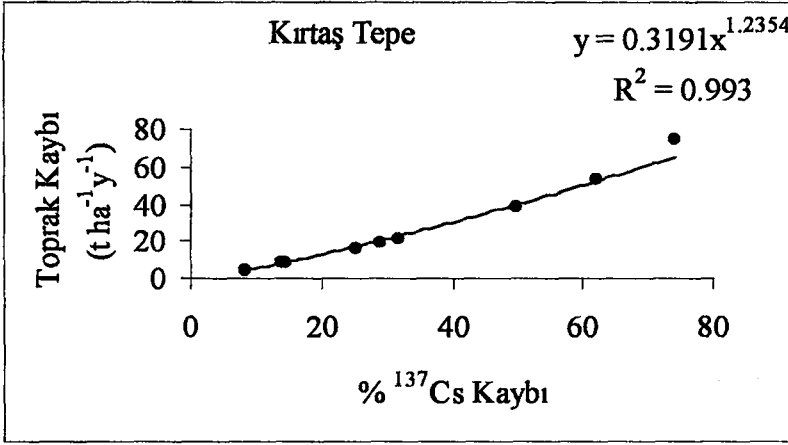
Şekil 7.18. Yatağan tepe toprak kayıpları ile relatif <sup>137</sup>Cs kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.

Peynirli tepe toprak kayıpları ile relatif <sup>137</sup>Cs kaybı arasındaki korelasyon katsayısının +0.97 olduğu hesaplandı (Şekil 7.19).



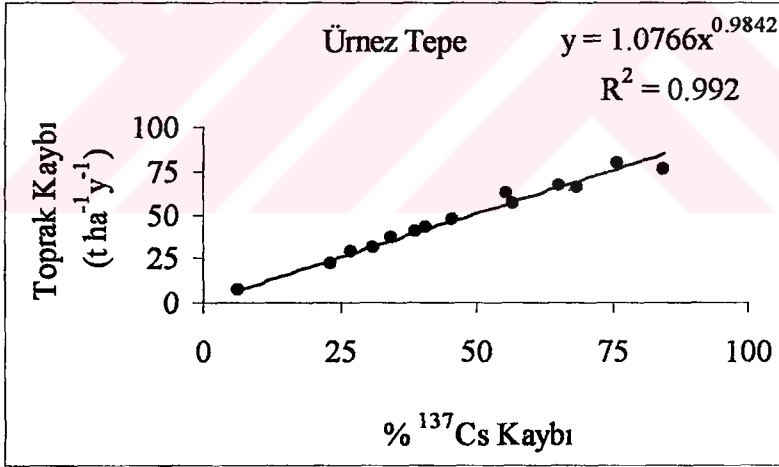
Şekil 7.19. Peynirli tepe toprak kayıpları ile relatif <sup>137</sup>Cs kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.

Kırtaş tepe toprak kayıpları ile relatif <sup>137</sup>Cs kaybı arasındaki korelasyon katsayısının +0.99 olduğu bulundu (Şekil 7.20).



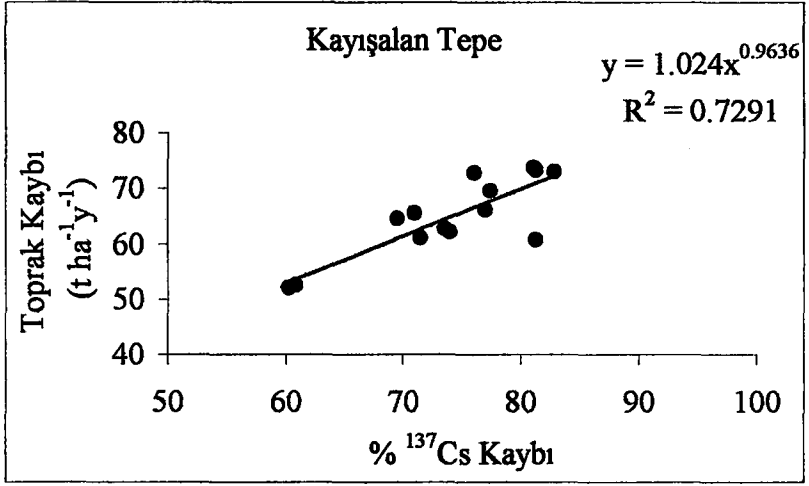
Şekil 7.20. Kırtaş tepe toprak kayıpları ile relatif <sup>137</sup>Cs kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.

Ürnez tepe toprak kayıpları ile relatif <sup>137</sup>Cs kaybı arasındaki korelasyon katsayısının +0.99 olduğu hesaplandı (Şekil 7.21).



Şekil 7.21. Ürnez tepe toprak kayıpları ile relatif <sup>137</sup>Cs kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.

Kayışalan tepe toprak kayıpları ile relatif <sup>137</sup>Cs kaybı arasındaki korelasyon katsayısının +0.73 olduğu hesaplandı (Şekil 7.22).

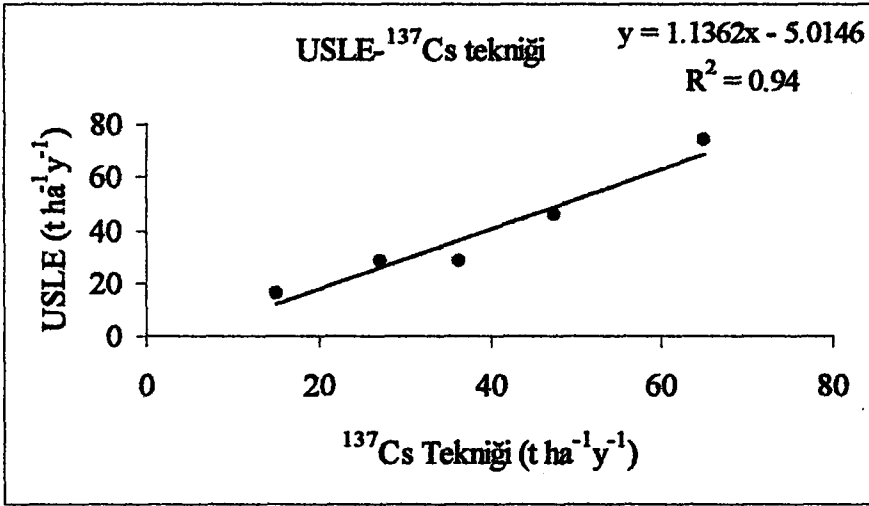


Şekil 7.22. Kayışalan tepe toprak kayıpları ile relatif <sup>137</sup>Cs kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.

Değişik topoğrafik konumda, toprak tiplerinde ve arazi yükseltilerinde bulunan toprakların gerek USLE ve gerekse <sup>137</sup>Cs teknikleri kullanılarak toprak kayıpları belirlenmiş ve sonuçların uyumlu olduğu gözlenmiştir (Çizelge 7.29, Şekil 7.23).

Çizelge 7.29. Ünlversal Toprak Kaybı Denklemi (USLE) ve <sup>137</sup>Cs Tekniği ile Elde Edilen Toprak Kayıpları

Örnekleme alanı	USLE (t ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	<sup>137</sup> Cs tekniği (t ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )
Yatağan Tepe	28.56	36.37
Peynirli Tepe	15.80	15.15
Kırtaş Tepe	28.49	27.16
Ürnez Tepe	45.59	47.44
Kayışalan Tepe	73.64	65.01



Şekil 7.23. Üniversal Toprak Kaybı Denklemi (USLE) ile <sup>137</sup>Cs tekniği ile elde edilen toprak kayıpları arasındaki korelasyon grafiği.

## 8. TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de ilk defa uygulanan ve diğer ülkelerde oldukça sık kullanılan  $^{137}\text{Cs}$  tekniği ile Muğla iline bağlı Yatağan havzası topraklarında toprak kaybının saptanmasıdır. Beş farklı örnekleme bölgesinde tarım yapılan ve yapılmayan alanlardaki toprak hareketlerini belirleme çalışmalarına ilaveten havza toprakları, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre ve taksonomik olarak gruplandırıldıktan sonra toprak özellikleri ile  $^{137}\text{Cs}$  arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Yapılan toprak ve  $^{137}\text{Cs}$  analizleri sonucunda organik madde ve kil minerallerince zengin toprakların  $^{137}\text{Cs}$  tutunumunda etkili olduğu gözlenmiştir (Bkz. Çizelge 7.11).

Havza etrafından 3 tanesi tarım yapmaya uygun olmayan 5 farklı tepede erozyona açık alanlardan kor alma burgusu ile toplanan toprak örneklerinin  $^{137}\text{Cs}$  envanterlerinin 1960.80-39767.50 Bq m<sup>-2</sup> ve erozyon hızının ise 15.15-65.01 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> arasında değiştiği hesaplanmıştır. Tarım yapılmaya uygun olmayan alanlarda erozyon hızı tayinlerinde profil dağılım modeli kullanılmıştır. Bu modelin uygulanması için  $^{137}\text{Cs}$  dağılımının toprak derinliği boyunca exponansiyel olarak azalması gerekir (Bkz Şekil 6.4). Tarım yapılmayan erozyona açık alanlardan elde edilen toprak kayıplarının (15.15-36.37 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>) tarım yapılan alanlara (47.44-65.01 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>) göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Yatağan tepe, Kırtaş tepe ve Peynirli tepe bölgelerindeki çalışma alanlarının bir kısmının seyrek maki funda ve Kermes meşesi (*Quercus coccifera*) ile kaplı olması erozyonun şiddetini azaltmıştır. Özellikle Peynirli tepenin yoğun miktarda kermes meşesi ve seyrek zeytin ağaçları ile kaplı olması bu bölgede erozyonun şiddetini (15.15 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>) oldukça düşürmüştür. Yatağan ve Kırtaş tepede çalışma alanlarının çıplak araziye ve zayıf bitki

örtüsüne sahip olması erozyon hızında artışa neden olmuştur (27.16-36.37 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>).

Tarım yapılan alanlardaki erozyon hızı tayinlerinde orantılı model kullanılmıştır. Bu modelin tarım alanlarına uygulanabilmesi için <sup>137</sup>Cs dağılımının pulluk tabakasına kadar homojen bir şekilde olması gerekir (Bkz Şekil 6.3). Genellikle buğday ve arpa gibi tahıl ürünleri yetiştirilen Ürnez tepe ve Kayışalan tepe bölgelerinde toprak kaybının artmasının (47.44-65.01 t ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>) bu alanların bitki örtüsünden yoksun çıplak araziye sahip olması ve tarımın yamaç boyunca aşağı doğru yapılmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bu sonuçlara göre bu alanlarda verimli toprakların kaybedilmesi ve taşlı alanların oluşması kaçınılmaz bir gerçektir. Bu tür tarım alanlarında tarımın yamaca dik yapılması ve arazinin seyrek ağaçlandırılması alınacak önlemlerin başında gelmektedir.

<sup>137</sup>Cs tekniği ile bulunan toprak kaybı sonuçlarını değerlendirmek amacı ile aynı bölgede yapılan başka bir çalışmada USLE (Üniversal Toprak Kaybı Denklemi) kullanılarak toprak kayıpları hesaplanmış (Uğur vd., 2003) ve her iki yöntem ile elde edilen veriler arasında pozitif bir korelasyon saptanmıştır (R<sup>2</sup>=+0.94) (Bkz. Çizelge 7.29, Şekil 7.23). İki farklı yöntem ile bulunan sonuçlar arasındaki verilerin birbirini desteklemesi bölgede su erozyonunun etkin olduğunu göstermektedir. Çünkü USLE ile bulunan toprak kaybı sonuçları sadece su erozyonu sonucunu vermektedir. Yapılan bir çalışmada USLE yöntemine göre elde edilen toprak kaybı sonuçlarının rüzgar erozyonunu hesaba katmadığı için <sup>137</sup>Cs tekniğine göre bulunan toprak kaybı sonuçlarından düşük olduğu belirtilmiştir (Taşkın, 1993). Ayrıca USLE yöntemi ile deposizyon alanlarındaki toprak birikimi belirlenemezken <sup>137</sup>Cs tekniği



kullanılarak toprak birikimini belirlemek mümkündür. USLE denklemi ile bir bölgenin toprak kaybının belirlenmesi için bölgede yapılan beton bloklar ile çevrili küçük deneme parsellerin maliyeti yüksektir. Bu deneme parselleri bölgenin doğal yapısını yansıtmamaktadır. Oysa  $^{137}\text{Cs}$  tekniğinde bu tür deneme parsellerine ihtiyaç yoktur. Bölgenin doğal yapısı bozulmadan erozyon ya da depozisyon alanları parsel çizgilerine bölünür. Her bir parsel çizgisi alanından yapılan örnekleme ve  $^{137}\text{Cs}$  analizi sonucunda  $^{137}\text{Cs}$  tekniğinin kullanıldığı modellerden erozyon hızı ya da depozisyon hızı hesaplanır.

$^{137}\text{Cs}$  tekniğinin uygulanmasında hassasiyet gerektiren pek çok nokta vardır. Örnekleme işlemleri yapılmadan önce bölgede erozyon, depozisyon ve referans alanları belirlenmelidir.  $^{137}\text{Cs}$  tekniğinin erozyona açık bir bölgeye uygulanmasında özellikle referans alanlarının seçimi önemlidir. Referans alanlarının erozyondan korunmuş ancak erozyona açık alanlara yakın olması gerekir. Arazi çalışmaları bu çalışmada olduğu gibi Akdeniz iklimi görülen bölgelerde yapıyor ise, örnekleme işlemlerinin genellikle yağmur mevsiminin sona erdiği ve toprağın nemli olduğu Nisan ayının son günlerinde yapılması daha uygundur. Yaz mevsimi boyunca, kuru ve sert toprak tabakasından kor şeklinde yapılan örneklemenin zorluğu yanında toprak korunun bozulma ihtimalini de göz önüne almak gerekir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda tarımın erozyona etkisi de incelenebilir. Bunun için aynı coğrafik koşullara sahip ve birbirine çok yakın tarım yapılan ve yapılmayan alanlar seçilmelidir. Bu iki farklı bölge arasındaki karşılaştırmadan toprağın işlenmesi ile kaybedilen toprak miktarı bulunabilir. Ayrıca araştırmaya kullanılan erozyon hızı hesaplama modelleri bölgelerin iklim, yeşil doku çeşitliliği, jeolojik yapı, arazinin topografik görünümü veya peyzajı, toprak

taksonomik birimleri, toprak işleme özellikleri vb. parametreleri de içerecek şekilde geliştirilerek devam edilmesinde yarar görülmektedir. Dünyada uygulamasına yeni başlanan  $^{210}\text{Pb}$  tekniğinin kullanılmasının mümkün olacağı alanlarda da erozyon hızı tayinleri  $^{137}\text{Cs}$  ile birlikte karşılaştırmalı olarak yapılabilecektir. Ancak araştırma alanındaki termik santralden dolayı bu mümkün olmamıştır. Ayrıca bu bölgede yapılan başka bir çalışmada biyoindikatör olarak seçilen bitkilerde ölçülen  $^{210}\text{Pb}$  konsantrasyonunun referans bölgelerine göre yüksek oluşu, toprak profillerinden tayin edilen  $^{210}\text{Pb}$ 'un atmosferik akısının yüksek oluşu ve toprak profillerindeki  $^{210}\text{Pb}$  değişiminin düzgün olmaması, akının sabit kalmadığını göstermektedir (Uğur et al., 2003). Bu nedenle  $^{210}\text{Pb}$ 'un erozyon hızı tayininde izleyici olarak kullanıldığı alternatif bir metod bu bölge için uygun bulunmamıştır. Havzada çok şiddetli fırtına ve rüzgar erozyonu etkisinin çok az olmasından dolayı erozyonun süreli etkisinin izlenmesinde kullanılan  $^7\text{Be}$  radionüklidi de bu bölge için uygun değildir.

Bölgede yamaç tarımı yapılan farklı eğimlerdeki diğer alanları ve birikim havzalarını da içine alacak şekilde çalışma alanı genişletilerek araştırmanın devam etmesi uygun olacaktır. Erozyon ve birikim hızları belirlenerek havzanın genel bir erozyon haritası oluşturulacaktır.

**KAYNAKLAR DİZİNİ**

**Altınbaş, Ü.**, 1996, Toprak Etüt ve Haritalama. (Ders Kitabı) E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:521, Bornova-İzmir.

**Appleby, P.G. and Oldfield, F.**, 1992, Application of  $^{210}\text{Pb}$  to Sedimentation Studies. In: M.Ivanovich & R.S.Harmon (eds.), Uranium Series Disequilibrium, OUP, 731-778p.

**Basher, L.R.**, 2000, Surface Erosion Assessment Using  $^{137}\text{Cs}$ : Examples from New Zealand, Acta Geologica Hispanica, Vol. 35, No. 3-4, 219-228p.

**Başarır, E.**, 1970, Bafa Gölü Doğusunda Kalan Menderes Masifi Güney Kanadının Jeolojisi ve Petrografisi, Ege Üniversitesi Bilimsel Yayınlar No:102, İzmir.

**Bernard, C. and Laverdiere, M.R.**, 2000, Using  $^{137}\text{Cs}$  as a Tool for the Assessment and the Management of Erosion/Sedimentation Risks in View of the Restoration of the Rainbow Smelt (*Osmerus mordax*) Fish Population in the Boyer River Basin (Quebec, Canada), Acta Geologica Hispanica, Vol. 35, No 3-4, 321-327p.

**Black, C.A.**, 1965, Methods of Soil Analysis, Part 2. American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin U.S.A.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Boardman, J., Foster, I.D.L. and Dearing, J.A., 1996, Soil Erosion on Agricultural Land, British Geomorphological Research Group Symposia Series, New York, 35-56p.**
- Bouyoucos, G.J., 1962, Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis.**
- Bujan, A., Santanatoglia, O.J., Chagas, C., Massobrio, M., Castiglioni, M., Yanez, M.S., Ciallella, H. and Fernandez, J., 2000, Preliminary Study on the Use of the  $^{137}\text{Cs}$  Method for Soil Erosion Investigation in the Pampas Region of Argentina, Acta Geologica Hispanica, Vol.35, 271-277p.**
- Chappell, A., 1999, The Limitations of Using  $^{137}\text{Cs}$  for Estimating Soil Redistribution in Semi-arid Environments Geomorphology 29, 135-152p.**
- Collins, A.L., Walling, H.M., Sichingabula, H.M. and Leeks, G.J.L., 2001, Using  $^{137}\text{Cs}$  Measurements to Quantify Soil Erosion and Redistribution Rates for Areas under Different Land Use in the Upper Kaleya River Basin, Southern Zambia Geoderma 104, 299-323p.**

**KAYNAKLAR (devam)**

**Çevik, B.**, 1998, Türkiye’de Rüzgar Erozyonu ve Çölleşme Sorunu Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları, No:16. 68p.

**Doğan, O. ve Güçer, C.**, 1976, Su Erozyonunun Nedenleri-Oluşumu ve Üniversal Denklem ile Toprak Kayıplarının Saptanması, Köy İşleri Bakanlığı, Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No:41, Ankara 25p.

**Du, M., Yang, H., Chang, Q., Minami, K. and Hatta, T.**, 1998, Caesium-137 fallout depth distribution in different soil profiles and significance for estimating soil erosion rate, Science of soils, 3:3.

**Günay, T.**, 1997, Orman, Ormansızlaşma, Toprak, Erozyon., Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları No:1, İstanbul, 71p.

**Herpin, U., Berlekamp, J., Wolterbeek, B., Grodzinska, K., Siewers, U., Lieth, H., Weckert, V.**, 1996, The Distribution of Heavy Metals in a Transect of the Three States the Netherlands, Germany and Poland, Determined with the Aid of Moss Monitoring, The Science of The Total Environment, Vol. 187, Issue 3, 185-198p.

**KAYNAKLAR (devam)**

**Ionita, I, Margineanu, R.M. and Hurjui, C., 2000, Assessment of the Reservoir Sedimentation Rates from <sup>137</sup>Cs Measurements in the Moldavian Plateau, Acta Geologica Hispanica, Vol.35 No:3-4, 357-367p.**

**Jackson, M.L., 1958, Soil Chemical Analysis-Advanced Course. Department of Soils, University of Wisconsin. Madison 6, Wisconsin, USA.**

**Jackson, M.L., 1967, Soil Chemical Analysis. Prentice Hall. Inc., Englewood Cliff, New Jersey.**

**Kelley, W.P., 1951, Alkali Soils, Their Formation, Properties and Reclamation, Reinhold Publishing Corporation, New York, USA.**

**Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, 2002, Muğla Yatağan İlçesi Meteoroloji İstasyonuna Ait Çok Yıllık Rasat Raporları, Yatağan- Muğla.**

**Montgomery, J.A., Busacca, A.J., Frazier, B.E. and McCool, D.K., 1997, Evaluating Soil Movement Using Cesium-137 and the Revised Universal Soil Loss Equation Soil Sci. Soc. Am. J. 61:571p.**

**KAYNAKLAR (devam)**

**Munsell Color Company, Inc, 1954, Munsell Soil Color Charts. Baltimore, USA.**

**Nagle, G.N., 2000, Lassoie J.P., Fahey T.J. and McIntyre S.C., The Use of Caesium-137 to Estimate Agricultural Erosion on Steep Slopes in a Tropical Watershed, Hydrological Processes, Vol.14, 957-969p.**

**Nikolskii, N., 1963, Practical Soil Science. Israel Program For Scientific Translations Ltd. Jerusalem.**

**Ping Y., Guangrong, D., Yiyun, Z. X. and Yiyun, Z., 2000, Preliminary Results of the Study on Wind Erosion in the Qinghai-Tibetan Plateau Using  $^{137}\text{Cs}$  Technique, Chinese Science Bulletin, Vol.45 No.11.**

**Porto, P., Walling, D.E. and Ferro, V., 2001, Validating the Use of Caesium-137 Measurements to Estimate Soil Erosion Rates in a Small Drainage Basin in Calabria, Southern Italy Journal of Hydrology, 248, 93-108p.**

**KAYNAKLAR (devam)**

**Ritchie, J.C. and McHenry, J.R., 1990, Application of Radioactive Fallout Cesium-137 for Measuring Soil Erosion and Sediment Accumulation Rates and Patterns: A Review, Journal of Environment Vol.19, 215-233p.**

**Ritchie, J.C. and Rasmussen, P.E., 2000, Application of Cesium-137 to Erosion Rates for Understanding Soil Carbon Loss on Long-Term Experiments at Pendleton, Oregon, Land Degradation and Development, 11:75-81p.**

**Robbins, J. A., 1978, Geochemical and Geophysical Applications of Radioactive Lead. in J. O. Nriagu, Biochemistry of Lead in the Environment Amsterdam: Elsevier Scientific Publishers, 285-393p.**

**Schlichting, E. and Blume, H.P., 1996, Bodenkundliches Praktikum. Verlag, Paul Parey.Hamburg und Berlin.**

**Schuller, P., Sepulveda, A., Trumper, R.E. and Castillo, A., 2000, Application of <sup>137</sup>Cs Technique to Quantify Soil Redistribution Rates in Paleohumults from Central-South Chile, Acta Geologia Hispanica, Vol. 35, No.3-4, 285-290p.**



**KAYNAKLAR (devam)**

**Soil Survey Staff, 1951, Soil Survey Manual. U.S. Department Agriculture Handbook.No:18. U.S. Government Print. Office, Washington.**

**Uğur, A., Saç, M.M, Yener, G., Kurucu, Y., Bolca, M., and Altınbaş, Ü., 2002a, Vertical Distribution of the Natural and Artificial Radionuclides in Different Soil Profiles to Investigate Soil Erosion, NAMLS-7, 7 th International Conference on Nuclear Analytical Methods in the Life Sciences, Book of Abstracts, Turkey-Antalya 140p.**

**Uğur, A., Özden, B., Saç, M.M, Yener, G., Altınbaş, Ü., Kurucu, Y. and Bolca, M., (2002b), Lichens and Mosses for Correlation Between Trace Elements and  $^{210}\text{Po}$ ( $^{210}\text{Pb}$ ) in the Areas Near Coal-Fired Power Plant at Yatağan, Turkey, NAMLS-7, 7 th International Conference on Nuclear Analytical Methods in the Life Sciences, Book of Abstracts, Turkey-Antalya 171p.**

**Uğur, A., Özden, B., Saç, M.M, Yener, G., 2003, Biomonitoring of  $^{210}\text{Po}$  and  $^{210}\text{Pb}$  Using Lichens and Mosses Around a Uraniferous Coal-Fired Power Plant in Western Turkey, Atmospheric Environment, 37, pp 2237-2245.**

**KAYNAKLAR (devam)**

**Uğur, A., Yener, G., Saç, M. M., Altınbaş, U., Kurucu, Y., Bolca, M., 2003, Ayrımlı Yamaç Yüzeyleri ve % Eğimlerden Oluşmuş Yatağan Havzası Tarım Topraklarında Radyoaktif Kurşun ve Sezyum Profilleri Kullanılarak Toprak Hareketlerinin Belirlenmesi, TÜBİTAK Projesi, Proje No: YDABÇAG-100Y060, 104-106s, Ankara.**

**U.S. Salinity Lab. Staff, 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils Government Print. Office, Washington.**

**USDA and SCS (Soil Survey Staff), 1981, Soil Survey Manuel, Issue 1, Washington. DC. U.S.A.430p.**

**Taşkın, Ö., 1993, Assessment of Erosion Rates and Patterns from Spatial Variability of Cesium-137, A Dissertation Prenseted to the Faculty of The Graduate College at the University of Nebraska in Partial Fulfillment of Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. Lincoln, Nebraska.**

**Taysun, A., 1989, Toprak ve Su Korunumu, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Teksir No: 92-III, 17-33p.**

**KAYNAKLAR (devam)**

**Theocharopoloulos, S.P., Florou, H., Kritidis, P, Belis, D., Tsouloucha, F., Christou, M., Kouloumbis, P. and Nikolaou, T., 2000, Use of Isotopic Technique in Soil Erosion Studies in Central Greece, Acta Geologica Hispanica, Vol.35, No.3-4, 301-310p.**

**Theocharopoloulos S.P., Florou H., Walling D.E., Kalantzakos H., Christou M., Tountas P., Nikolaou T., 2002, Soil Erosion and Deposition Rates in Cultivated Catchment Area in Central Greece, Estimated Using the <sup>137</sup>Cs Technique, Soil and Tillage Research 1758 1-10p.**

**Türekian, K.K, Nozaki, Y and Benninger, L.K., Geochemistry of Atmospheric Radon and Radon Products. Annu. Rev. Earth Planet. Sci; 5:227p.**

**Tyler, A.N., Carter, S., Davidson, D.A., Long, D.J. and Tipping, R., 2001, The Extent and Significance of Bioturbation on <sup>137</sup>Cs Distributions in Upland Soils, Catena 43, 81-99.**

**Wallbrink P.J. and Murray A.S., 1996, Determining Soil Loss Using the Inventory Ratio of Excess Lead-210 to Cesium-137, Soil Sci. Soc. Am. J. 60:1201-1208p.**

**KAYNAKLAR (devam)**

**Walling D.E., He Q. and Quine T.A., 1995, Use of Caesium-137 and Lead-210 as Tracers in Soil Erosion Investigations, Tacer Technologies for Hydrological Systems (Proceedings of a Boulder symposium), IAHS Publ. No.229.**

**Walling, D.E., He, Q. and Blake, W., 1999, Use of  $^7\text{Be}$  and  $^{137}\text{Cs}$  Measurements to Document Short- and Medium-Term Rates of Water-Induced Soil Erosion on Agricultural Land, Water Resources Research Vol. 35, No.12.**

**Walling, D.E. and He, Q., 1999a, Using Fallout Lead-210 Measurements to Estimate Soil Erosion on Cultivated Land, Soil Science of America Journal, Vol. 63, 1404-1412.**

**Walling, D.E. and He, Q., 1999b, Improved Models for Estimating Soil Erosion Rates from Cesium-137 Measurements, Journal of Environment Quality, Vol.28, pp. 611-622.**

**KAYNAKLAR (devam)**

**Walling D.E., He Q. and Quine T.A., 1995, Use of Caesium-137 and Lead-210 as Tracers in Soil Erosion Investigations, Tacer Technologies for Hydrological Systems (Proceedings of a Boulder symposium), IAHS Publ. No.229.**

**Walling, D.E., He, Q. and Blake, W., 1999, Use of  $^7\text{Be}$  and  $^{137}\text{Cs}$  Measurements to Document Short- and Medium-Term Rates of Water-Induced Soil Erosion on Agricultural Land, Water Resources Research Vol. 35, No.12.**

**Walling, D.E. and He, Q., 1999a, Using Fallout Lead-210 Measurements to Estimate Soil Erosion on Cultivated Land, Soil Science of America Journal, Vol. 63, 1404-1412.**

**Walling, D.E. and He, Q., 1999b, Improved Models for Estimating Soil Erosion Rates from Cesium-137 Measurements, Journal of Environment Quality, Vol.28, pp. 611-622.**

## **ÖZGEÇMİŞ**

**Adı Soyadı: Müslim Murat SAÇ**

**Ünvanı : Araştırma Görevlisi**

**Doğum tarihi: 24.02.1968**

**Doğum yeri: Karşıyaka-Örnekköy**

**Medeni Hali: Evli**

### **Eğitim Durumu:**

**İlkokul: 1975-1980 Örnekköy İlköğretim Okulu**

**Ortaokul: 1980-1982 Karşıyaka Havva Öziş Bakan Lisesi**

**Lise : 1982-1985 Karşıyaka Havva Öziş Bakan Lisesi**

**Üniversite: 1987-1991 Ege Üniveritesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü**

**Yüksek Lisans: 1991-1994 Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Bölüm : Nükleer Bilimler**

**Doktora: 1997- 2003 Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Bölüm : Nükleer Bilimler**

**Uzmanlık dalı: Nükleer Fizik, Çevresel Radyoaktivite**

### **Çalıştığı Kurumlar:**

**1994-1995: Bilim İlaç Sanayii**

**1995-1998: Milli Eğitim Bakanlığı Fizik Öğretmenliği**

**1998- Devam : Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsünde  
Araştırma Görevliliği**

**Bildiriler:**

**Uğur A., Saç M.M, Yener G., Kurucu Y., Bolca M. and Altınbaş Ü.,** 2002, Vertical Distribution of the Natural and Artificial Radionuclides in Different Soil Profiles to Investigate Soil Erosion, NAMLS-7, 7 th International Conference on Nuclear Analytical Methods in the Life Sciences, Book of Abstracts, Antalya-Turkey, pp. 140.

**Uluslararası dergilerdeki yayınlar:**

**Uğur A., Saç M.M, Yener G., Kurucu Y., Bolca M., and Altınbaş Ü.,** Vertical Distribution of the Natural and Artificial Radionuclides in Different Soil Profiles to Investigate Soil Erosion, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. vol.259'da yayınlanmak üzere kabul edildi.