

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Osman POLAT

TURAN EMEKSİZ KUMULU FISTIKÇAMI (*Pinus pinea* L.)  
PLANTASYONLARININ TOPRAK ÖZELLİKLERİNDEKİ  
DEĞİŞİMLERİN İRDELENMESİ

ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TURAN EMEKSİZ KUMULU FISTIĞÇAMI (*Pinus pinea* L.)  
PLANTASYONLARININ TOPRAK ÖZELLİKLERİNDEKİ  
DEĞİŞİMLERİN İRDELENMESİ**

Osman POLAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI

Bu Tez ....../...../2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliğiyle Kabul Edilmiştir.

İmza.....  
Prof. Dr. Selim KAPUR  
DANIŞMAN

İmza.....  
Prof. Dr. Zülküf KAYA  
ÜYE

İmza.....  
Yrd. Doç. Dr. Erhan AKÇA  
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Arkeometri Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.  
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL  
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.  
Proje No:ZF2009YL21

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZ

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### TURAN EMEKSİZ KUMULU FISTIKÇAMI (*Pinus pinea* L.) PLANTASYONLARININ TOPRAK ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN İRDELENMESİ

Osman POLAT

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Selim KAPUR  
Yıl: 2010, Sayfa: 101  
Jüri: Prof. Dr. Selim KAPUR  
Prof Dr. Zülküf KAYA  
Yrd. Doç. Dr. Erhan AKÇA

Bu çalışmanın amacı, Tarsus - Turan Emeksiz kıyı kumulunun stabilizasyonu için farklı dönemlerde tesis edilen Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) ağaçlandırmalarının "başlangıç toprak oluşumu" üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Bu amaçla fıstık çamı meşcereleri altında ölü örtü ve toprak özellikleri araştırılmıştır. Kumulların pH, EC, CaCO<sub>3</sub>, kation değişim kapasitesi, organik madde, humin maddeleri, toplam N, yararlı P, yararlı mikro elementler (Fe, Mn, Zn ve Cu) ve mikorizal potansiyel içerikleri incelenmiştir. Kumulda agregatlaşmanın daha iyi incelenebilmesi için horizonlardan alınan agregat örnekleri tarama elektron mikroskobu altında incelenmiş, Elementel-Mikroprob/SEM analizleri yapılmıştır.

Fıstık çamı plantasyonları altında saptanan yaprak, çürüntü ve humustan oluşan ölü örtü ağırlık miktarları üstten aşağıya doğru artarken yanabilen organik madde oranları azalmaktadır. En yüksek ölü örtü miktarları en eski dikim sahasında (1961) bulunmuştur. Tüm fıstıkçamı plantasyonları altında, yüzey horizonunda (Ah) organik madde, mikroelement (Cu, Mn ve Zn) ve yararlı P, toplam N içerikleri yüksek bulunmuştur. Bu değerler en eski dikim sahası olan 1961 plantasyonunda en yüksek düzeyde bulunmuşlardır. Humin maddelerinin 1981 yılı fıstık çamı plantasyonunda en yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. Yaygın bitkisel materyallerin yerinde (in-situ) humifikasyona uğradıkları ve mineral yüzeylerini saran ve onları birbirine bağlayan mantar hiflerinin yaygın olduğu belirlenmiştir. Rüzgâr erozyonunu durdurmak amacıyla ağaçlandırılan kumulun bugünkü toprak özellikleri ve özellikle organik madde ve humin maddelerinin yüksek düzeylerde saptanması Turan Emeksiz kıyı kumul plantasyonu altında "başlangıç toprak oluşumu"nun başladığına işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak Gelişimi, Kumul Plantasyonu, Organik Madde, Toprak Özellikleri

## ABSTRACT

### MSc THESIS

|   |
|---|
| <p style="text-align: center;"><b>THE DETERMINATION OF THE CHANGES IN SOIL PROPERTIES OF<br/>THE STONE PINE (<i>Pinus pinea</i> L.) PLANTATIONS IN THE<br/>TURAN EMEKSİZ SAND DUNE AREA</b></p> |
|---|

**Osman POLAT**

**DEPARTMENT OF ARCHAEOOMETRY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor: Prof. Dr. Selim KAPUR  
Year: 2010, Pages: 101  
Jury: Prof. Dr. Selim KAPUR  
Prof Dr. Zülküf KAYA  
Asst. Prof. Dr. Erhan AKÇA

The aim of this study is to determine the effect of stone pine (*Pinus pinea* L.) residues on the "initial soil formation" of the sand dunes covered with plantations of different periods. For this purpose were researched litter and soil properties under the stone pine canopy. Thus, analyses on pH, EC, CaCO<sub>3</sub>, cation exchange capacity, organic matter, humin compounds, available P fractions, total N, available micronutrients (Fe, Mn, Zn and Cu), and mycorrhizae potential were undertaken on soils of each plot. Undisturbed soil aggregate samples were also collected from all plantation plots for SEM/microprobe studies.

While, the weight of organic litter formed by dead leaves, decomposed material and humus, determined under the stone pine canopy is increasing with depth, the oxidisable organic matter amounts are decreasing. The maximum organic litter amount was determined in the oldest plantation (1961) zone. Surface horizons (Ah) of all plot sites were determined to contain higher organic matter, available micronutrients and available P, total N, than the subsurface horizons with the highest values in the 1961 plot. Humin compounds contents were highest in the 1981 plantation plot soils. Undisturbed soil aggregate samples revealed the in-situ humification of plant residues together with the development of fungal hyphae (mycelia) binding mineral surfaces. Thus, the increase of the organic matter and humin substances reveal the "initial development of the soils" on the sand dunes covered with stone pine plantations for mitigation wind erosion .

**Key Words:** Soil Development, Sand Dune Plantations, Organic Matter, Soil Properties

## **TEŞEKKÜR**

Öncelikle, bana bilimsel ve sosyal alanda rehberlik eden, düşünsel değerlerini benimsediğim, değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, yakın ilgi ve desteğini gördüğüm hocam Prof. Dr. Selim KAPUR'a sonsuz teşekkürler ederim. Ayrıca jürimde yer alan ve yine bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım hocalarım Prof. Dr. Zülküf KAYA'ya ve Yrd. Doç. Dr. Erhan AKÇA'ya, yine arazi çalışmamızda değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Prof. Dr. M. Doğan KANTARCI'ya, şükranlarımı sunarım.

Çalışmanın yürütülmesinde her türlü desteği sağlayan, çalıştığım kurum olan Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdür V. Dr. Ersin YILMAZ'a, Toprak ve Ekoloji Başmühendisi Dr. Sedat TÜFEKÇİ'ye ve Orman Yüksek Mühendisi Ali TOPAL'a, arazi çalışmalarında düşüncesine başvurduğum ve özverili desteklerini aldığım Emekli Tarsus AGM Mühendisi Memduh NEŞELİLER'e; arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Müdürlüğümüzdeki tüm mesai arkadaşlarıma emeklerinden dolayı teşekkürlerimi bir borç sayarım.

Çalışmam boyunca arazi, laboratuvar ve yazım aşamasında hep yanımda olan mesai arkadaşım ve eşim Orman Yüksek Mühendisi Sevda POLAT'a gösterdiği sabırlı desteği, yardımı ve anlayışından dolayı içtenlikle teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

|  |     |
|--|-----|
| ÖZ.....  | I   |
| ABSTRACT.....  | II  |
| TEŞEKKÜR.....  | III |
| İÇİNDEKİLER.....   | IV  |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....   | VI  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....   | VII |
| 1.GİRİŞ.....   | 1   |
| 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....   | 4   |
| 2.1. Kıyı Kumulları İle İlgili Çalışmalar.....                       | 4   |
| 2.2. Vejetasyonun Toprak Özelliklerine Etkileri.....                 | 8   |
| 2.2.1. Kumul Vejetasyonunun Toprak Özelliklerine Etkileri.....       | 10  |
| 2.3.Toprakta Organik Madde.....                                      | 11  |
| 2.3.1. Organik Maddenin Topraktaki İşlevleri.....                    | 14  |
| 2.3.2. Organik Maddenin Pedojenik İşlemlerdeki Rolü.....             | 17  |
| 2.4. Humin Maddeleri.....  | 18  |
| 3. MATERYAL ve METOD.....  | 20  |
| 3.1. Materyal.....   | 20  |
| 3.1.1. Çalışma Alanının Coğrafik Durumu.....                         | 20  |
| 3.1.2. Araştırma Alanının Jeolojik Yapısı ve Jeomorfolojik evrimi..  | 21  |
| 3.1.3. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri.....                    | 25  |
| 3.1.4. Araştırma Alanının Hidrolojik Özellikleri.....                | 27  |
| 3.1.5. Araştırma Alanının Vejetasyon Örtüsü.....                     | 27  |
| 3.1.6. Araştırma Alanının İklim Özellikleri.....                     | 31  |
| 3.2. Metod.....  | 36  |
| 3.2.1.Örnek Alanların Seçimi.....                                    | 36  |
| 3.2.2. Ölü Örtü Örneklerinin Alınması .....                          | 36  |
| 3.2.3. Toprak Profillerinin Tanımlanması ve Örneklerinin Alınması.   | 36  |
| 3.2.4.Toprak ve Ölü Örtü Örneklerinin Laboratuvarda İncelenmesi..... | 37  |
| 3.2.4.1.Toprak ve Ölü Örtü Örneklerinin Hazırlanması.....            | 37  |

|   |     |
|---|-----|
| 3.2.4.2. Ölü Örtü Örneklerinde Yapılan Analizler.....   | 37  |
| 3.2.4.3. Toprak Örneklerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal<br>Analizler.....                           | 38  |
| 3.2.5. Meşçerede Boy-Çap (1,30m) Ölçümlerinin Yapılması.....  | 40  |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....   | 41  |
| 4.1. Profil Tanımlamaları ve Makromorfolojik Özellikler.....  | 41  |
| 4.1.1. 1961 Yılı Fıstık Çamı Plantasyonu Toprak Profili.....  | 41  |
| 4.1.2. 1974 Yılı Fıstık Çamı Plantasyonu Toprak Profili.....  | 43  |
| 4.1.3. 1981 Yılı Fıstık Çamı Plantasyonu Toprak Profili.....  | 45  |
| 4.2. Seçilen Profillerin Ölü Örtü ve Topraklarının Kimi Kimyasal ve<br>Fiziksel Analiz Sonuçları..... | 47  |
| 4.2.1. Ölü Örtü Sonuçları.....  | 47  |
| 4.2.2. Toprakların Kimyasal Analiz Sonuçları.....   | 52  |
| 4.2.3. Toprakların Organik Madde İçeriği.....   | 56  |
| 4.2.4. Toprakların Azot, Fosfor ve Potasyum İçerikleri.....   | 61  |
| 4.2.5. Toprakların Mikro Element İçerikleri.....  | 63  |
| 4.2.6. Toprakların Humin Maddeleri İçeriği.....   | 69  |
| 4.2.7. Toprakların Fiziksel Analiz Sonuçları.....   | 71  |
| 4.2.8. Mikoriza Sporları ve Hifleri.....  | 73  |
| 4.2.9. Fıstık Çamı Meşçerelerinde Çap – Boy Gelişimi.....   | 80  |
| 4.2.9.1. 21 Nolu Parselde Meşçere Çap – Boy Gelişimi.....   | 80  |
| 4.2.9.2. 62 Nolu Parselde Meşçere Çap – Boy Gelişimi.....   | 81  |
| 4.2.9.3. 43 Nolu Parselde Meşçere Çap – Boy Gelişimi.....   | 82  |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....  | 86  |
| KAYNAKLAR.....  | 91  |
| ÖZGEÇMİŞ.....   | 101 |

## **ÇİZELGELER DİZİNİ**

## **SAYFA**

|  |    |
|--|----|
| Çizelge 2.1. Toprak Profiline Organik Madde Miktarının Değişimi.....                           | 12 |
| Çizelge 3.1. Parsellerde Taban Suyuna Ait Veriler.....   | 27 |
| Çizelge 3.2. Tarsus 1950-2008 Yılları Arası Ortalama İklim Verileri.....                       | 33 |
| Çizelge 4.1. Çalışılan Profillerin Ölü Örtü Sonuçları.....                                     | 48 |
| Çizelge 4.2. Toprakların Kimyasal Analiz Sonuçları.....  | 52 |
| Çizelge 4.3. Toprakların Organik Madde İçeriği.....  | 57 |
| Çizelge 4.4. Toprakların N, C, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O Değerleri..... | 62 |
| Çizelge 4.5. Toprakların Mikro Element İçeriği.....  | 64 |
| Çizelge 4.6. Toprakların Humin Maddeleri İçeriği.....  | 70 |
| Çizelge 4.7. Toprakların Fiziksel Analiz Sonuçları.....  | 72 |
| Çizelge 4.8. Mikoriza Spor Sayım Sonuçları.....  | 74 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Şekil 2.1.  | Tarsus – Dipsiz kesiti.....  | 13 |
| Şekil 3.1.  | Turan Emeksiz Kıyı Kumulu ve Ağaçlandırma Sahası.....  | 20 |
| Şekil 3.2.  | Turan Emeksiz Kumulu Enine Kesiti.....   | 21 |
| Şekil 3.3.  | Tarsus ovasının paleocoğrafya haritası.....  | 24 |
| Şekil.3.4.  | Fıstık çamı ( <i>Pinus pinea</i> L.).....  | 31 |
| Şekil 3.5.  | 1950 – 2008 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık ve yağış değerlerine göre Tarsus İklim Diyagramı..... | 34 |
| Şekil 3.6.  | 1998–2008 Yılları Arasında Ölçülen Değerlere Göre Tarsus İklim Diyagramı ( ortalama sıcaklık).....           | 35 |
| Şekil 3.7.  | 1998–2008 Yılları Arasında Ölçülen Değerlere Göre Tarsus İklim Diyagramı ( Aylık Ortalama Yağış).....        | 35 |
| Şekil 4.1.  | 1961 yılında dikilen 21 nolu parselde ait toprak profili.....  | 43 |
| Şekil 4.2.  | 1974 yılında fıstık çamı dikilen 62 nolu parselde ait toprak profili.....                                    | 45 |
| Şekil 4.3.  | 1981 yılında fıstık çamı dikilen 43 nolu parselde ait toprak profili.....                                    | 47 |
| Şekil 4.4.  | Ölü örtü (A: Yaprak tabakası, B: Çürüntü tabakası C: Humus tabakası).....                                    | 48 |
| Şekil 4.5.  | Ölü örtü tabakalarında yanabilen organik madde düzeyleri (%).....  | 49 |
| Şekil 4.6.  | 21 nolu parselde ölü örtü.....   | 51 |
| Şekil 4.7.  | 1961 Yılı (21 nolu Par.)Dikimlerinde Organik Madde Düzeyi.....   | 58 |
| Şekil 4.8.  | 1974 Yılı (62 nolu Par.)Dikimlerinde Organik Madde Düzeyi.....   | 58 |
| Şekil 4.9.  | 1981 Yılı (43 nolu Par.)Dikimlerinde Organik Madde Düzeyi.....   | 58 |
| Şekil 4.10. | 1961 Yılı (21 nolu Parselde)Dikimlerinde Zn Düzeyi.....  | 64 |
| Şekil 4.11. | 1974 Yılı (62 nolu Parselde)Dikimlerinde Zn Düzeyi.....  | 65 |
| Şekil 4.12. | 1981 Yılı (43 nolu Parselde)Dikimlerinde Zn Düzeyi.....  | 65 |
| Şekil 4.13. | 1961 Yılı (21 nolu Parselde)Dikimlerinde Fe Düzeyi.....  | 66 |
| Şekil 4.14. | 1974 Yılı (62 nolu Parselde)Dikimlerinde Fe Düzeyi.....  | 66 |
| Şekil 4.15. | 1981 Yılı (43 nolu Parselde)Dikimlerinde Fe Düzeyi.....  | 66 |

|   |    |
|---|----|
| Şekil 4.16. 1961 Yılı (21 nolu Parselde)Dikimlerinde Cu Düzeyi.....   | 67 |
| Şekil 4.17. 1974 Yılı (62 nolu Parselde)Dikimlerinde Cu Düzeyi.....   | 67 |
| Şekil 4.18. 1981 Yılı (43 nolu Parselde)Dikimlerinde Cu Düzeyi.....   | 67 |
| Şekil 4.19. 1961 Yılı (21 nolu Parselde)Dikimlerinde Mn Düzeyi.....   | 68 |
| Şekil 4.20. 1974 Yılı (62 nolu Parselde)Dikimlerinde Mn Düzeyi.....   | 68 |
| Şekil 4.21. 1981 Yılı (43 nolu Parselde)Dikimlerinde Mn Düzeyi.....   | 69 |
| Şekil 4.22. Toprakta saptanan mikoriza sporları (400 X).....  | 73 |
| Şekil 4.23. 1981 Yılı dikimlerinde Mikoriza hifleri, iletim boşlukları ve agregatlaşan silt ve kum boyutu parçacıkları (Tarama Elektron Mikroskopu görüntüsü).....  | 75 |
| Şekil 4.24. 1981 Yılı dikimlerinde Mikoriza hifleri, iletim boşlukları ve agregatlaşan silt ve kum boyutu parçacıkları Yüksek Büyütmede (Tarama Elektron Mikroskopu görüntüsü).....   | 75 |
| Şekil 4.25. 1974 Dikimlerinde ayrıışmış ve yalnızca lignin lifleri kalmış, bir kök parçacığı çevresindeki mikoriza hiflerinin çeşitli boyuttaki silt ve kum boyutu parçacığının agregatlaştırması (Tarama Elektron Mikroskopu görüntüsü)..... | 76 |
| Şekil 4.26. 1974 Dikimlerinde ayrıışmış ve yalnızca lignin lifleri kalmış, bir kök parçacığı çevresindeki mikoriza hiflerinin çeşitli boyuttaki silt ve kum boyutu parçacığının agregatlaştırması (Tarama Elektron Mikroskopu görüntüsü)..... | 77 |
| Şekil 4.27. 1974 Dikimlerinde ayrıışmış ve yalnızca lignin lifleri kalmış, bir kök parçacığı çevresindeki mikoriza hiflerinin çeşitli boyuttaki silt ve kum boyutu parçacığının agregatlaştırması (Tarama Elektron Mikroskopu görüntüsü)..... | 77 |
| Şekil 4.28. 1974 Dikimlerinde ayrıışmış ve yalnızca lignin lifleri kalmış, bir kök parçacığı çevresindeki mikoriza hiflerinin çeşitli boyuttaki silt ve kum boyutu parçacığının agregatlaştırması (Tarama Elektron Mikroskopu görüntüsü)..... | 78 |
| Şekil 4.29. 1974 Dikimlerinde mikoriza hiflerinin olası P ve N iletim kanalları (Tarama Elektron Mikroskopu görüntüsü).....   | 78 |

|  |    |
|--|----|
| Şekil 4.30. 1974 Mikoriza spor topluluğu ve kum boyutu parçacıklarının oluşturduğu agregatların(Tarama Elektron Mikroskopi) görüntüsü..... | 79 |
| Şekil 4.31. 21 nolu parselde çap-boy gelişimi.....   | 80 |
| Şekil 4.32. 62 nolu parselde çap-boy gelişimi.....   | 81 |
| Şekil 4.33. 62 nolu parselde fıstık çamlarının gelişimi.....   | 82 |
| Şekil 4.34. 43 nolu parselde fıstık çamlarının gelişimi.....   | 83 |
| Şekil 4.35. 43 nolu parselde çap-boy gelişimi.....   | 83 |
| Şekil 4.36. Meşçerelerde yaş – boy ilişkisi.....   | 84 |

## 1.GİRİŞ

İnsanlar, tarih boyunca gereksinimlerini karşılamak amacıyla doğayla bütünleşerek yaşamışlar ve nimetlerinden azami şekilde yararlanmaya çalışmışlardır. İlk zamanlarda beslenme ve barınma gibi temel ihtiyaçlarını karşıladıkları ormanlardan; zamanla değişen ihtiyaçlarını gidermek amacıyla, günümüze kadar değişik şekillerde faydalanmayı sürdürmüşlerdir.

Uygurlık tarihinde insanın tarımı öğrenmesi, buğday, arpa ve benzeri ürünleri yetiştirip değerlendirmeye ve aynı zamanda bazı yaban hayvanlarını evcilleştirmeye başlaması, arkeolojik bulgulara göre, günümüzden 10.000 yıl gerilere dayanmaktadır. Yurdumuzun Akdeniz Bölgesinin de yeryüzünde ilk tarım ve hayvancılık uygulamalarının başladığı yerler arasında olduğu bilinmektedir (Görcelioğlu, 1976).

Tarihte doğal kaynaklarını akıllıca ve ustalıkla kullandıkları sürece refah içinde yaşayan uygarlıklar, doğal kaynakların bozunumu ile tarih sahnesinden silinmişlerdir. Örneğin; Aşağı Mezopotamya'da zamanın Sümer, Akad ve Babil uygarlıklarının, bugünden de pek geri kalmayacak şekilde, ileri tarımsal ve sulama sistemlerini kurdukları, uygun silolama olanakları sağladıkları, bataklık kurutma çalışmaları yaptıkları ve bunların sonucunda yüksek yaşam düzeylerine ulaştıkları bilinmektedir. Ancak yaşanan bu refah, sonuçta nüfus patlamalarına, artan nüfusta hem alt hem de üst havzalarda doğa bozunumlarına yol açmış ve sel – taşkın felaketleri bu uygarlıkların sonunu getirmiştir. (Günay, 1997).

Tarsus; tarihte çok önemli yeri olan ve çeşitli uygarlıklara ev sahipliği yapmış bir yerleşim merkezidir. Tarsus ve çevresinin topografyasının oluşmasında ise Seyhan ile Berdan (Tarsus) akarsularının yatak değişimleri ve bunların birbirleriyle olan ilişkileri etken olmuştur. Tarsus'un güney-güneybatısında gözlenen bataklık alanlar, bu kesimlerin çok önceleri deniz, daha sonraları lagün olduğu ve bu lagünlerin de sonradan kısmen plaj kumları, alüvyon ve kumullarca doldurulduğunu göstermektedir (Gürbüz, 2003).

Tarihsel yayınlarda Berdan ırmağının (Eski adıyla Kidnos) kentin içinden geçtiği ve güneyde bulunan bir lagün gölüne (Rhegma) aktığı belirtilmektedir.

Zaman zaman taşarak şehri sular altında bırakan Kidnos Çayını bent ve kanallarla zararlı olmaktan kurtarmak mümkün olmadığından, 527–565 yıllarında Bizans imparatoru Jüstinyen tarafından ırmağın bugünkü yatağı, kanal açılarak değiştirilmiştir. Bu değişiklikten bir süre sonra önceleri liman vazifesi gören Rhegma Gölü bataklık halini alarak bölgedeki sıtma hastalığının kaynağı olmuştur. 1939’da başlayan okaliptüs ağaçlandırmaları ile kurutulan Karabucak Bataklığı ise Rhegma Gölünün son kalıntısı olmuştur (Anonymous, 1990). Tarsus’un güneyinde denize kadar olan kesimin ırmakların yatak değişimleri ve kıyı hareketleri sonucunda doldurulduğu, tarihsel kayıtlar, jeolojik ve topoğrafik verilerce desteklenmektedir.

Ağaçlandırma eyleminin gerçekleştirilmesinden önceki süreçte, Berdan ırmağının bugünkü yatağının denize ulaştığı yerden batıya doğru gelişen kumullar rüzgar erozyonu etkisiyle güneyden kuzeye doğru taşınmakta ve kumullardan itibaren başlayan verimli tarım alanlarını örterek tarımı yapılamaz duruma getirmekteydiler. Bu bağlamda, alanda rüzgar erozyonunu önlemek amacıyla hareketli kumulların stabil hale getirilmesine yönelik çalışmalar 1960’lı yıllarda başlamıştır. “Turan Emeksiz Kumulu” adı verilen bu alanda kumul stabilizasyonu amaçlı yapılan ilk ağaçlandırmalarda Okaliptüs, Kıbrıs akasyası, Kızılçam, Sahil çamı vb. türler dikilmiştir. Stabil hale gelen bu kumullarda çok iyi gelişim gösteremeyen bu öncü türler sahadan uzaklaştırılarak daha iyi gelişim gösteren Fıstık çamı ile başarılı ağaçlandırmalar yapılmıştır.

Ülkemizde toplam 29.000 ha. genişliğinde kıyı kumulu bulunmaktadır. Bunların büyük bir kısmı Orman Bakanlığı’na yürütülen yoğun çalışmalar sonucu başarılı bir şekilde ağaçlandırılmıştır.

Ülkemizde yapılan kumul stabilizasyon çalışmaları ile kumullarda görülen rüzgar erozyonu ve zararlarını önleme, hareketli kumulları stabil hale getirebilme amaçlı çeşitli bitki türleriyle ağaçlandırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan biri de, bu tez çalışmasının yürütüleceği Mersin ili Tarsus ilçesi Orta Kumluk mevkiinde (Turan Emeksiz Ormanı) 1960 yılında başlayan ağaçlandırma çalışmalarıdır.

Bu araştırmanın amacı, Turan Emeksiz Ormanı sınırları içinde kalan Orta Kumluk (Turan Emeksiz Ormanı) alanındaki fıstık çamı plantasyonlarının toprak özelliklerini ve bunların zaman içindeki değişimlerini ortaya koymaktır. Bu nedenle

benzer güçlerin etkisiyle oluşan (akarsu ve deniz aktivitesi ve yağışın kışın düştüğü, yazın kurak geçtiği Akdeniz ikliminin neden olduğu rüzgar aktivitesi) ve yaklaşık tüm alan boyunca tekdüze özellik gösteren bir ana materyale sahip olan, farklı yıllarda dikimleri yapılan Fıstık Çamı plantasyonlarının toprak oluşumuna olası etkileri araştırılmıştır. Böylelikle kumul ekosisteminin, günümüze değin sürdürülen yönetiminin, sağladığı kazanımlar ve kayıplar ortaya konularak, söz konusu ekosistemlerdeki besin döngüsü ve besin kullanım etkinliğinin geliştirilmesi konusunda yeni bilgilere ulaşılabilecektir.

## 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Kıyı Kumulları İle İlgili Çalışmalar

Oakes (1958), Türkiye’de 89.800 ha alanda; kıyılara bitişik kumlu, dar şeritlerle kıyıya yakın veya bitişik akarsu deltalarının alüviyal konilerinin bir kısmını, kum eksibelerini ve bunlarla karışık bataklık arazileri içeren “plaj, kum-sahil eksibesi ve bataklık kompleks toprakları”nın bulunduğunu bildirmiştir. Oakes (1958) eksibelerin kum birikintilerinden veya ufak tepeciklerden ibaret olup daha ziyade kum büyüklüğündeki parçacıkların rüzgârlar tarafından sürüklenip yığılmasıyla meydana geldiklerini ve toprak oluşumu göstermediklerini belirtmiştir. Bazılarının üzerinde hiç vejetasyon olmadığını ve hareket halinde olduğunu, bazılarının ise ağaççık ve çayırarla kaplanmış ve stabil bir duruma geçtiğini, vejetasyonla örtülü olan yerlerde 5–10 cm’lik kısımda toprak renginde hafif bir koyu renk oluşumu saptandığını belirtmektedir. Acatay (1959), ise kumulları, içerisinde humus, kil gibi bağlayıcı maddeleri az olan, taneleri çok küçük ve kuru halde iken üzerinde koruyucu bir örtü bulunmadığında rüzgar ile harekete geçerek bir yerden diğer bir yere taşınan kumlar olarak tanımlamaktadır.

Saatçioğlu (1958), Tarsus – Karabucak alanındaki bataklığın kurutulması amacıyla okaliptüs ile ağaçlandırma çalışmaları ve okaliptüsün ekolojisine ve biyolojisine ilişkin sorunlar konusunda incelemeler yapmıştır.

Atay (1964, 1972, 1981), kumul hareketlerinin nedenleri konusunda genel bilgileri ve dünya üzerinde değişik ülkelerde yapılmış kumul ağaçlandırmalarının miktarı, niteliği ve tarihçesini ortaya koymuştur. Ayrıca, ülkemizde varolan kıyı kumullarının alanı, uzunluğu ve özellikleri hakkında bilgi verdikten sonra seçilen kimi alanlarda yapılan ağaçlandırma denemelerinin sonuçlarını değerlendirmiştir. Kumulların stabilizasyonu ve ağaçlandırma teknikleri, stabilizasyon amaçlı kullanılan otsu ve odunsu bitki türleri hakkında genel bilgiler vermiş, kumula özgü ağaçlandırma teknikleri ve ağaçlandırma ilkelerine değinmiştir. Türkiye kıyı kumullarında yapılan başarılı ağaçlandırma çalışmalarından örnekler sunmuş ve Turan Emeksiz Kumul Ormanının varolan durumunu incelemiştir.

Dinç ve ark (1978), Doğu Akdeniz kıyı şeridinde Hatay, Adana ve İçel il sınırları içerisinde kalan toplam 15.813 ha. alanı kaplayan kumulların oluşumları, bazı fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerini araştırmışlardır. Sonuç olarak kumulların buldukları alanların yüzey şekillerinden, baskın rüzgârların yönlerinden ve fiziksel kimyasal özelliklerinden yararlanılarak birbirinden belirgin olarak ayrılabilen üç tip kumul oluşumu saptamışlardır ve bunları,

1) Düz ve alçak kıyı parçalarının denize uzandığı "alçak kıyı" kumul oluşumları;

2) Akarsuların getirdiği materyallerin dalgaların etkisiyle akarsu ağzını kapatması ve akarsuların kıyıya paralel olarak yatak değiştirdikleri "akarsu ağzı" kumulları ve

3) Tipik lagün oluşumu sonunda ortaya çıkan "Lagün kordonları" olarak ayırmışlardır. Araştırmacılar, aynı çalışmada kıyı kumullarını jeomorfolojik açıdan aktif ve stabil kumullar olmak üzere iki grupta incelemişler ve her iki tip kumulun toprak genesisi ve kum büyüklük dağılımı yönünden belirgin farklılıklar gösterdiklerini ortaya koymuşlardır. Bunun yanında kıyı kumullarının özellikle düşük nem içeriğinde oldukları ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerinde güney kökenli baskın rüzgârların etkisiyle denizden karalara doğru hareket ettiklerini belirtmişlerdir

Aşk (1977), üzerinde bir bitki örtüsü bulunmayan kumulların rüzgar etkisiyle yılda 10–40 m ilerleyebildiklerini ve bu kum hareketlerinin çevresinde bulunan tarım arazileri, orman alanları, yollar ve yerleşim alanları için tehlikeli olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, kumul zararlarından korunmak ve bu arazileri verimli hale getirmek için önce kumul hareketini durdurmak ve kumulu bitki örtüsü ile kaplamak gerektiğini bildirmiştir. Uyar ve ark. (1982), Marmara, Batı ve Orta Karadeniz Bölgesi sahil çamı ağaçlandırma alanlarında genetik, yetişme ortamı, silvikültürel, patolojik, entomolojik ve ekonomi-hâsılat yönünden incelemeler yapmış, sahil çamının iklim ve toprak istekleri ile kumul ağaçlandırmaları açısından uygunluğu konusunda destekleyici değerlendirmeler sunmuşlardır.

Dinç ve ark.(1989), kıyı kumullarını Pleyistosen'de başlayan kıyı oluşum devrelerinden hemen sonra dalga hareketleri, rüzgârlar ve transpirasyon olayları

sonucu oluşmuş ve farklı kum katmanlarını içeren birikintiler olarak tanımlamıştır. Kıyı kumullarını sahip oldukları morfolojik özelliklerinden yararlanarak iki farklı gruba ayırmışlardır. Bunlardan birincisi aktif kum bölgeleri, diğeri ise özellikle çalı tipi bitkilerin gelişebildiği ve zayıf ta olsa toprak oluşumu gözlenebilen kısmen stabil kum tepeleridir. Ayrıca araştırmacılar kıyı kumullarının saf kuvars kumu olmayıp bünyelerinde ayrışabilen ve toprak oluşturabilen farklı mineralleri de bulduklarını saptamışlardır.

Yeşilkaya ve Neyişçi (1992), Batı Akdeniz Bölgesinde, Sorgun, Kadriye-Belek, Mavikent, Sülüklü, Ovagelmiş ve Kumluova alanlarında 1970 yılında fıstık çamı, okaliptüs ve akasya kullanılarak yapılan kumul ağaçlandırmaları sonucunda toprağın pH, azot, potasyum, fosfor, karbonat ve organik madde bakımından nasıl etkilendiği ile ilgili araştırmalar yapmışlardır. Uslu ve Bal (1993), Göksu deltasının floristik incelemesini yaparak sahip olduğu potansiyeli ortaya koymuş, bu alanda geçmişte ve günümüzdeki yanlış kıyı kullanımlarına dikkat çekilerek alınması gereken önlemleri vurgulamışlardır. Ayrıca kıyı kumul yönetimi anlayışı içerisinde, bu alanda, ekosisteme özgü türler ile kumul ağaçlandırmasına alternatif stabilizasyon yöntemi önerilmiştir. Uslu (1993b), Seyhan deltası kıyı kumul flora ve vejetasyonu hakkında bilgi vermiş, Seyhan deltasında bugüne kadar yapılan iki adet kıyı kumul ağaçlandırmasına değinmiş ve bu alan üzerindeki antropojen etkileri anlatmış ve bölgenin önemli kimi özelliklerini sıralayarak vurgulamıştır.

Berberoğlu, (1994); Berberoğlu ve ark., (2002), Doğu Akdeniz bölgesinde yapılan kumul ağaçlandırma çalışmalarının, kumula özgü doğal vejetasyonundaki tür çeşitliliği üzerine zayıflatıcı etkilerini ortaya koymaya çalışmış ve bu konuda dünyanın çeşitli bölgelerinde yapılmış örnek çalışmalar konusunda bilgi vermiştir. Araştırmacı, Çukurova kıyı alanında, Seyhan deltası, Akyatan gölü kuzeyi ve Ceyhan deltasının sahip olduğu yüksek biyoçeşitlilik nedeniyle korunmaya değer alanlar olduğunu bildirmiştir. Ayrıca Berbeoğlu (1994) uzun dönemli yönetim planları kapsamında yapılması önerilen veri envanteri çalışmalarında peyzaj birimlerinin sınıflandırılması için bitki topluluklarının incelenmesi ve indikatör olarak kullanılmasını önermiştir. Aynı ekip, uzun dönemli izleme çalışmaları kapsamında bitki topluluklarının süksesiyonu ve toprak özelliklerinin değişiminin

düzenli örneklemelemlerle yapılmasının ekosistemde oluşacak değışimlerin saptanmasında yararlı olacağını bildirmiştir.

İstanbul Durusu gölünün kuzeyindeki kumul alanının üzerinden seçilen yaklaşık 15.000 m<sup>2</sup> alanda 15 er parselli 5 bloktan oluşan deneme deseninde, stabilizasyon tipi, kullanılan fidan tipi ve bonitet faktörlerini esas alan çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar sonucunda, başka bir deyişle, ağaçlandırmanın başarısında, bu ana faktörlerin önem derecesinin fidan tipi, stabilizasyon tekniğı ve bonitet şeklinde sıralanabileceğı ortaya konulmuştur (Saraçoğlu ve Bozkuş, 1996).

Kapur ve Ark (1999), Akdeniz kıyı kumullarının saptanması, tanıtılması ve ideal kullanımın planlanması amacıyla yaptıkları çalışmada; tür çeşitliliğinin yüksek olduğu kıyı kumulları ve yakın çevresinde bulunan alanların yoğun tarımsal alan kullanım baskısı altında olduğunu bildirmektedir. Örneğın Seyhan deltasındaki kumul alanlarının %46'sı son 76 yıl içinde tarım alanlarına dönüştürülmüştür.

Kumullar oluşumlarına göre kıyı kumulları ve kara kumulları olarak ikiye ayrılır. Kıyı kumulları yapısı gereğı oldukça değışken ve hareketli oluşumlardır ve su ile kara ekosistemleri arasında geçişi sağlayan çok duyarlı ve dinamik yapılardır. Ülkemizin % 0,6'sı kumullarla kaplı olup en fazla kumul 21611 hektar ile Akdeniz bölgesinde bulunmaktadır (Uslu, 1993a). Tarsus Turan Emeksiz Kumulu Berdan Çayı'nın denize döküldüğü kesimde kıyı boyunca 12 km uzunluğunda bir şerit halinde uzanan hareketli bir kumuldur. Bu kumul, geçmişte kuzeyinde bulunan verimli tarım arazilerini istila ederek tarımsal üretimi kısıtlamıştır. Bu alan, öncelikle kum hareketini durdurmak ve ayrıca yöresel odun hammaddesi gereksinimini de bir ölçüde karşılamak amacı ile "Turan Emeksiz Ormanı" adı altında 1962–1965 yılları arasında yapılan çalışmalarla ağaçlandırılmıştır.

Yapılan ağaçlandırma çalışmalarının kumulda toprak gelişimine ve toprak özelliklerine olan etkilerini ortaya koymayı amaçlayan bu çalışmada, toprak – vejetasyon etkileşimi ve atmosferdeki CO<sub>2</sub> düzeyinin düşürülmesinde etkili olan topraktaki organik madde ve C birikimi konuları vurgulanacağından bu konularda yapılan çalışmalar hakkında da ayrıntılı bilgi verilecektir.

## 2.2. Vejetasyonun Toprak Özelliklerine Etkileri

Crocker (1967), bitki örtüsünün toprak özellikleri üzerindeki etkisini, toprağın organik karbon, total azot, pH ve hacim ağırlığı üzerinde gösterdiğini bildirmektedir. Toprak oluşumunda organik karbon giderek artarken, bitki örtüsünün çeşidi, profilin üst bölümünden bazik elementlerin derinlere yikanması veya yüzey altı katmanlarında birikmesine yol açarak sonuçta pH'nın değişmesine neden olur. Yine adı geçen araştırmacı oluşumun ilk aşamalarında total azot birikimi hızlı olduğu halde, zamanla total N miktarının kayıplar nedeniyle azaldığını da ifade etmiştir. Bitki örtüsünün toprak oluşum ve gelişimindeki etkisi genel olarak orman ve otlak alanlarındaki toprakların farklılaşmasına neden olmuştur. Başka bir deyişle, ormanın yetişmesine uygun topraklar ile otlakların bulunduğu topraklar birbirinden farklı özelliklere sahiptir. Ancak aynı iklim etkisi altında aynı anakayadan oluşmuş toprakların orman toplumu ile otlak toplumu altındaki özellikleri arasında önemli farklar bulunmaktadır.

Bitkilerin toprak gelişimini etkilemeleri birkaç yönde olur. Bu etkilemeler bitki örtüsünün mikro-klimayı değiştirmesi ve artıklarıyla toprağı zenginleştirmesi biçiminde gerçekleşir. Farklı bitki örtülerinin toprak gelişimine etkileri farklı biçim ve boyutlarda olur. Bunun başlıca nedeni, bitki örtülerinin yaşam biçimlerinde, köklenme derinliğinde ve fizyolojik davranışlarında büyük farkların olmasındandır. Derin köklüler, sığ köklülerden toprak gelişimine daha çok katkıda bulunurlar. Derin köklüler ana materyalin alt tabakalarda ayrışmasını sağlarlar. Bitkiler toprağın oluşumuna en büyük etkiyi artıkları ile yaparlar. Kökler toprağın içinde, meşcereler ise, sonbahardaki yaprak dökümü ile, toprağın üstünde organik madde birikimini gerçekleştirmiş olurlar. Kökler çürüyüp ayrıştıktan sonra toprakta suyun ve havanın dolaşımı için çok önemli olan bir kanal sistemi oluştururlar. Bu kanalların sayısı, boyutu ve çapları vejetasyonun türüne bağlıdır (Irmak,1972) .

Brown (1992), karışık tür plantasyonlarındaki besin elementleri ilişkilerinin toprak üstü döküntü ayrışmasına, toprak ve rizosferde değişik mikrobiyel populasyonlar ve aktivitelerine, değişen fauna ve mikro çevresel koşullara (toprak sıcaklığı ve nem seviyeleri) bağlı olarak değişebileceğini ileri sürmüştür. Binkley ve

ark. (1992), en yüksek biyokütleli gübrelenmiş monokültür Okaliptüs ve Albizia alanlarına oranla 34/66 Okaliptüs/Albizia karışık plantasyonlarında elde edildiğini ileri sürmüşlerdir. Karışık türlerin üretkenliğindeki bu artışın, karbon ve azot döngüsünden ve ışık kullanım etkinliğinden, daha fazla yararlanma olanağına sahip olmasına bağlanmaktadır.

Bitkiler doğrudan doğruya veya dolaylı olarak toprak oluşumuna etkiye bulurlar. Bitkiler bir yandan kökleriyle solumun altındaki ana kayayı fiziksel ufalanmaya ve kimyasal ayrışmaya uğrattırken, toprağa organik madde sağlarlar ve gereksinim duydukları suyu topraktan alarak profilden sızan suyun miktarını azaltırlar (Dinç ve ark 1995).

Rovira ve Vallejo (1997), toprak profilindeki sıcaklık ve nem rejiminin derinlikle değiştiğini bu nedenle Akdeniz iklim koşulları altında, en üstte bulunan horizonların su azlığı ve ıslanma-kuruma periyotlarından alt horizonlara göre daha fazla etkilenebileceklerini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, toprak profilindeki pedoiklimsel değişimleri incelemek amacıyla üç farklı bitki materyali (*Eucalyptus globulus*, *Quercus ilex* ve *Pinus halepensis*) kullanılmıştır. Bunun yanında tüm bitki türlerinde ilk 5 cm derinlikte C ve N mineralizasyonunun az olduğu ve bunun da, yüzey toprağının kurak süreçlerde daha fazla kuruması sonucu oluştuğu belirtilmiştir. Ayrıca mineralize C ve N miktarlarının toprak yüzeyinde beklenenden düşük olması, Akdeniz iklim koşulları altında alt horizonlarda pedoiklimin mikrobiyel aktivite için daha uygun olacağı sonucunu doğurmuştur.

Khanna (1997), Okaliptüs ve Akasyaların tropik ve yarı tropik bölgelerde hızlı gelişimlerinden dolayı tercih edilen plantasyon türleri olduklarını belirtmişlerdir. Günümüzde tüm endüstriyel mono kültür plantasyonlarının gelişimi ve bölge üzerindeki etkilerinin devamlılığı konusunda sorunların artması nedeniyle bu tip plantasyon yönteminde yeni sistemlerin etkinliğinin araştırılması amacıyla monokültürlere alternatif olarak, temel bileşeni N-fikse eden ağaçlar olan karışık orman denemeleri kurulmuştur. Söz konusu çalışmalarda *Eucalyptus globulus* ve *Acacia mearnsii* beş farklı karışım oranında dikilmiştir. Tür ilişkilerinin bitki gelişimi ve bitki dokularındaki N ve P konsantrasyonları ve toprak N mineralizasyonu üzerindeki etkileri değerlendirilerek 50 Okaliptüs - 50 Akasya

uygulamasının bitki gelişimi açısından en iyi düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Doğal ve klimaks (doruk) bitki toplumu karakterinde olan ormanlarda ağaç ve çalı türlerinin değişimi toprak özellikleri üzerinde önemli etkiler yapmaktadır. Özellikle gölge ağaçlarından ve gölgeye dayanabilen çalılardan kurulmuş olan orman toplulukları (kayın-ormangülü, ladin-ormangülü veya karayemiş veya ayı üzümü, ağaç fundası ve çalı fundası vb. gibi) asit humus oluşumuna, üst toprağın hızla asitleşmesine ve toprağın yıkanmasına sebep olmaktadır. Özellikle Karaçam+çalı fundası ve meşe+orman gülü toplumu altında  $A_h$  ve yıkanma ( $A_e$ ) horizonlarında çok şiddetli asit reaksiyonlar (pH 3,5 ve 3,8) ölçülmüştür (Kantarcı,2000).

Vejetasyon örtüsü toprak yüzeyi üzerinde koruyucu bir manto oluşturur. Bitkiler yağmur damlalarının çarpma etkisini hafifletirler ve yağışların bir kısmını yapraklarında depolarlar (=intersepsiyon). Bu suretle katı toprak parçacıklarının su ile yıkanması ve rüzgârla savrulması (erozyon) ile agregat parçalanması ve toprakların çamurlaşip sıkışması azaltılır veya önlenir ( Schachtschabel ve ark., 2001).

### 2.2.1. Kumul Vejetasyonunun Toprak Özelliklerine Etkileri

Öztürk (1991), Reşadiye (Datça) Yarımadasının Gebekum Kumulu alanında kızılçam ormanı kalıntısı altında kireç ile çimentolaşmış Pliyosen konglomeralarından oluşmuş topraklarla birlikte rüzgar tortullarının kimi toprak özelliklerini incelemiş ve sonuç olarak, kızılçam altındaki akarsu tortulunun topraklaştığını, bitki örtüsünün tahrip edildiği kesimlerde kumul hareketleri görüldüğünü ve eski ve yeni kumul alanı üzerindeki bitki topluluklarının farklılık gösterdiğini saptamıştır.

Batı Anadolu'da Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.)'nın gelişmesini etkileyen faktörlerin incelendiği çalışmada (Kılıcı ve ark, 2000), doğal ve plantasyon sahalarında fıstıkçamlarının gelişmelerini olumlu etkileyen veya sınırlayan yetiştirme ortamı etmenleri ortaya konulmuştur. Ağaçların etkili kök derinliğinde nem açığının bulunmamasının nedeninin, toprakların gevşek, geçirgen ve derin olmasına bağlanmış ve bunun fıstıkçamı gelişimini etkileyen en önemli ekolojik özellik olduğu saptanmıştır.

Adana Akyatan kumul plantasyonlarının toprak oluşumuna olası etkilerinin

araştırdığı çalışmada Yaktı ve ark. (2004), fıstık çamı ve doğal vejetasyona bağlı olarak inceledikleri topraktaki – kumul alanındaki değişimlerin- toprak oluşum olaylarının (proseslerinin) 30 yıl gibi kısa bir zaman diliminde bile toprak oluşum sürecine etkili olabileceğini saptamışlardır.

### 2.3.Toprakta Organik Madde

Organik madde toprağın birçok fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirebilen derin bir etki geliştirir. Organik madde olmadan dünyanın yüzey tabakasını toprak diye tanımlamak bile güçtür. Toprağın organik madde içeriği en değerli kaynaktır ve miktarı kolaylıkla azalabilir. Organik madde miktarı çoğu toprak profilinde yüzeyde yüksek iken genellikle derinlikle birlikte azalır. Ancak kimi Humus Podsollerinde, organik madde düzeyinin derinlikle azalmasına karşın, Bh horizonunda bir artma görülmektedir. Böylece çoğu orman toprağında gözlenen organik maddenin derinlik ile ilişkisi bu tip topraklarda farklı bir dağılım gösterebilir. Organik madde içeriği kimi turbalıklarda % 85 ve daha da fazla olabildiği gibi kültür topraklarında % 15'i nadiren aşar ve bazı sıcak iklim koşullarında % 1'in altına düşebilir. Organik madde nemli ve serin iklim topraklarında yüksek, sıcak ve kurak iklim topraklarında ise daha az bulunmaktadır. Bununla birlikte bir alanın yüksekliği arttıkça, özellikle yüzey tabakasındaki organik madde miktarı artmaktadır. Bunun nedeni, yükseklerde iklimin serin olması nedeniyle mikroorganizma faaliyetlerinin azalmasıdır. Daha alt rakımlara doğru inildikçe, yağışlı olan sonbaharın hem süresi uzar hem de sıcaklığı artar; buna bağlı organizma faaliyeti canlı ve sürekli olur, sonuç olarak topraktaki organik madde tüketilerek azalmış olur. Belirtilen durumlar normal drenajlı, başka bir deyişle, iyi havalandırılan topraklarda geçerlidir (Irmak, 1947; Irmak ve ark., 1962, Irmak ve Gülçur, 1964).

Organik madde topraktan toprağa göre değişebildiği gibi aynı toprak profilinde bile miktarca değiştiği saptanmıştır. Örneğin, orman topraklarında organik maddenin profil içinde değişmesi Çizelge 2.1.deki gibi bir dağılım izler [Irmak (1972)'ye atfen Kantarcı,(2000)].

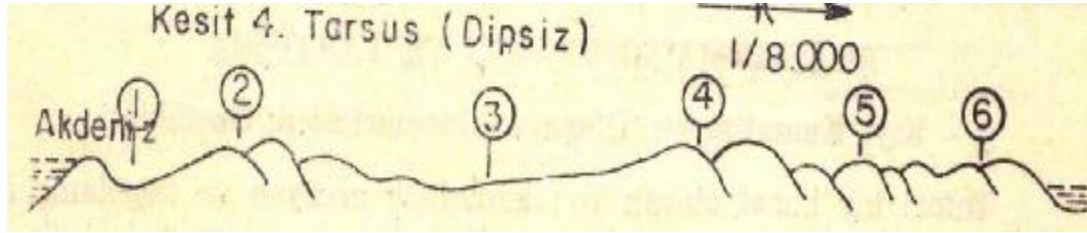
Çizelge 2.1. Toprak profilinde organik madde miktarının değişimi (Kantarıcı,2000)

| Profil Yeri  | Derinlik<br>cm. | Organik Madde<br>Miktarı,% |
|--|-----------------|----------------------------|
| Aladağ-Göknar Ormanı<br>Anakaya: Andezit<br>Yükselti :1400 mt.       | 0-7 cm.         | 10,7                       |
|  | 7-15 cm.        | 5,4                        |
|  | 15-30 cm.       | 2,3                        |
|  | 30-60 cm.       | 0,8                        |
| İnegöl-Kayın Ormanı<br>Anakaya: Granit<br>Yükselti :1400 mt          | 0-8             | 7,3                        |
|  | 8-20            | 3,6                        |
|  | 20-30           | 2,6                        |
|  | 30-40           | 1,3                        |
| Bahçeköy-Meşe Ormanı<br>Anakaya:Pliosen Balçığı<br>Yükselti: 120 mt. | 0-15 cm.        | 3,0                        |
|  | 30-40 cm.       | 0,3                        |

Dinç ve ark. (1978), tarafından Doğu Akdeniz Kıyı Kumulları ile ilgili yapılan çalışmada; Araştırma bölgesinden alınan kesitlerdeki kumullar genellikle yüksek oranda kireçli bulunmaktadır. Bunun doğal sonucu pH değerleri 7,5 ve daha fazladır. Kireç yüzdesi 13,1-71,6 arasında değişiklik göstermekte ve çalışma yapılan kesitler içerisinde en düşük kireç yüzdesi Tarsus-Dipsiz kumullarında görülmektedir. % (13,1–23,5-20,6-17,5-14,9-19,7) Kalsit minerali yanı sıra deniz hayvanları kabuklarının dağılımı da kumullarda kireç oranını etkilemektedir. Nitekim Berdan nehrinin getirdiği materyallerden oluşan Tarsus-Dipsiz kumullarının denize komşu aktif kum düzlüklerinde pek az deniz hayvanları kabuklarını içerdiklerinden fazla kireçli değildir.

Aktif kum bölgesi ile kısmen stabil halde bulunan kum bölgesi arasında toprak genesisi açısından en önemli farkın toprak horizonlarının oluşu ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Nitekim aktif kum bölgesinde kumların sürekli yer değiştirmesi sonucu toprak horizonları gelişmemekte ve profilde sadece farklı kum katmanları yer almaktadır. Kısmen stabil halde bulunan kumullarda ise vejetasyonun birlikte etkileri sonucu zayıf derecede belirgin olsa da bir A horizonu gelişmiş bulunmaktadır.

Tarsus-Dipsiz’de Dinç ve arkadaşları tarafından aşağıdaki kesitte (Şekil 2.1.) numaralı alanlarda yapılan organik madde analizinde sırasıyla % (0,134-0,208-0,618-0,268-0,817-0,201) organik madde tespit edilmiştir.



Şekil 2.1.Tarsus – Dipsiz kesiti (Dinç ve ark, 1978)

Toprağın organik maddesi, toprakta yetişen bitkiler ile toprak içinde yaşayan canlıların artıklarından oluşur. Ormanda toprağın organik maddesinin önemli bir kısmı, ağaçların yaprakları, meyve ve tohumları, bunlara ait kozalaklar vb. organlar, kabuklar, dallardır. Organik madde artıkları toprağın yüzeyinde bir ölü örtü halinde serilmiş durumdadırlar. Bu ölü örtünün ayrışması, ayrışma ürünleri veya humus halinde toprağa karışması toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde olduğu kadar bitkilerin büyümesi üzerinde de önemli etkiler yapar. Tarım alanlarında toprağın organik maddesi genellikle tarım bitkilerinin artıklarıdır. Otlaklarda ise otların artıkları ve otlak hayvanlarının dışkıları toprağın organik maddesinin önemli kısmını oluşturur (Kantarıcı, 1987 ).

Arrouays ve Pelissier (1994), organik maddenin genellikle toprağa, yüzeyde katılarak sonradan toprak profili boyunca dağıldığını belirtmektedirler. Organik madde yıkanma, fauna aktivitesi, kök büyümesi gibi farklı mekanizmalar yanında, toprak işleme gibi insan aktivitelerine dayalı mekanizmalar ile daha derin horizonlara taşınmaktadır. Organik madde genellikle orman topraklarının üst toprak profilinde daha yoğun olmasına karşın, alt horizonlarda biriken miktarlar daha uzun ömürlü (dayanıklı, kararlı) olmaktadır. Son zamanlarda yapılan ve gelişmiş aygıt analizlerine dayanan araştırmalar, bunların geçmişte olduğundan daha düşük hesaplandıklarını göstermektedir.

Toprağın organik maddesinde iki ana madde grubu ayırt edilebilir. Bunlardan birincisi, kısmen dokusu korunmuş bitki artığı parçalarından oluşan gruptur, ikinci

grup ise orijinal dokusunun bütün izlerini kaybetmiş, koyu renkli, amorf maddelerden ibarettir ki humus terimi çoğunlukla bu grup için kullanılır. Humus organik maddenin ayrışmasıyla un haline gelen koyu renkli organik maddedir. Humuslaşma sonucu organik maddenin içinde bulunan mineral maddeler açığa çıkar. Bu maddeler bitkilerin beslenmesinde önemli rol oynar. Sıcaklık ve yağış koşullarına bağlı olarak topraklarda çeşitli humus tipleri oluşur. Örneğin, sıcak ve yağışlı bölgelerde humuslaşma çok kısa sürede meydana gelerek organik madde toprağa hemen karışır. Soğuk iklim bölgelerinde mikroorganizma aktivitesi düşük olduğundan toprak yüzeyinde organik madde birikimi artar ve sonuçta keçeleşen humus tabakasının toprağa karışması güçleşir. Ilıman kuşakta ise çürüntülü mull tipinde humus formu oluşur ( Atalay, 2004).

Orijinal bitki artıklarının parçalanma ve ayrışma derecesine göre fibric, hemic ve sapric olmak üzere üçü esas olan toplam altı organik toprak materyal türü ayırt edilmiştir. Fibric (fibra, fiber) toprak materyallerinde organik toprak materyalinin hepsi çok az ayrılmıştır, fiberler iyi korunmuştur ve botanik orijinleri kolaylıkla ayırt edilebilir. Hemic (hemi, yarı ayrışma derecesini belirtmek üzere) toprak materyalleri fibric ile ileri derecede ayrılmış sapric toprak materyali arasında ayrışma derecesini içeren organik toprak materyalleridir. Fiberler fiziksel ve biyokimyasal değişmeye uğramıştır. Sapric (Saprus, çürümüş) toprak materyalleri ileri derecede ayrılmış toprak materyalleridir. Çok az miktarda fiber içerirler, renkleri çok koyu gri veya siyahtır (Soil taxonomy, 2003; Dinç ve ark, 1995).

### **2.3.1. Organik Maddenin Topraktaki İşlevleri**

Organik madde, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerindeki etkisiyle bitki gelişimine katkıda bulunmaktadır. Bitki gelişimi için gerekli tüm besin elementlerinin kaynağı olarak bitki gelişimini ve etkin bir şekilde mikroflora ve fauna aktivitelerini etkilemektedir. Bunun sonucunda da, toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel kalitesini arttırarak, toprağın havalanmasına, nem tutma özelliklerinin artmasına ve iyi bir strüktürün oluşumuna neden olmaktadır.

Kaya (1988) özellikle kireçli topraklarda gerek yapay gübreleme yoluyla

uygulanan besin elementlerinin, gerekse bitkilerin toprakta bulunan mikroelementlerle beslenmesi üzerinde organik maddenin önemli etkiye sahip olduğunu belirtmiştir.

Organik madde mikro ve makro fauna organizmaları için enerji kaynağıdır. Topraktaki birçok mantar, aktinomiset, bakteri humus ile bağlantılıdır. Toprak solucanları ve diğer faunal organizmalar güçlü bir şekilde toprağa dönen bitki artığı miktarı tarafından etkilenir. Toprak faunasının oynadığı rol tam olarak belirlenmemesine karşın bunun çok yönlü ve değişken olduğu bilinmektedir. Örneğin toprak solucanları toprak strüktürü oluşturmada etkindirler, onlar sadece toprağı gevşetmezler aynı zamanda havalanma ve drenajı sağlamaya hizmet eden yoğun kanallar oluştururlar. Organik madde aynı zamanda toprağın potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi değişebilir besin katyonlarını ve Zn gibi mikrobeyin elementlerini tutma kapasitesini artırır. Ayrıca mineralizasyonla bitkilerin alabileceğı inorganik nitrat, fosfat ve sülfat olarak salıverilen organik azot, fosfor ve kükürt bileşikleri depolarıdır. Organik madde bitki besin maddelerinin topraktaki formları ve hareketleri üzerinde etkilidir. Organik madde özellikle toprakta bulunan Fe, Mn, Zn ve Cu gibi mikroelementlerle şelatlar oluşturarak bunların çözünürlüğünü artırır ve bu yolla bitkilerin mikroelement gereksinimi karşılanmış olur (Yaktı ve ark., 2004)

Organik maddenin topraktaki fonksiyonlarını ifade ederken ayrışmamış organik madde ile humusun rollerini ayrı değerlendirmek daha doğru olur. Ayrışmamış organik madde genellikle ince tekstürlü toprakların gözeneklerini oluşturarak geçirgenliklerini fazlalaştırır. Ayrışmamış organik maddenin bu etkisi toprakta belirli bir süreçte devam eder ve iklim koşullarına bağılı olarak ayrışır ve ayrışma süreci sonrasında da yararlı etkilerini farklı biçimlerde sürdürür. İri parçacıkların yaygın olduğu topraklarda, ayrışmamış organik madde, killi topraklarda gösterdiği (özellikle geçirgenlik konusunda) önemli etkisini göstermez. Benzer biçimde humus ta fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönlerden kumlu topraklarda, killi topraklara göre farklı etkiler yapar. Kumlu toprakların su tutma kapasiteleri düşüktür ve besin maddeleri bakımından yoksuldurlar. Killi topraklarda ise, su geçirgenliği düşüktür ya da ekstrem koşullarda (suya doygunluk koşullarında) hiç yoktur. Humin maddeleri her iki EKSTREM TEKSTÜRLÜ toprakta da olumlu

bir etki yapar. Humus, kumlu topraklarda parçacıkların birbirleriyle birleşerek/yapışarak agregatlara/kırıntılara dönüşmelerine neden olur. Humus mineral maddeye göre yaklaşık 3 kat daha fazla suyu tuttuğu için kumlu toprakların tarla kapasitesini-suyu tutma gücünü artırır. Böylece, bu konuda genel bir yaklaşım yapılacak olunursa, bir dekarlık kumlu topraklı bir araziye 25 ton organik madde eklendiğinde, toprağa yaklaşık 12,5 milimetrelik yağmuru tutacak bir kapasite kazandırılmış olur [Daubenmire (1947)'ye atfen Irmak (1972)].

Organik madde kumlu topraklarda bitkiye yararlı su miktarını artırabilir. Humus toprağın erozyona dayanım yeteneğini geliştirir ve toprağın daha çok su tutmasını sağlayarak toprak granülasyonunu hızlandırır. Böylece suyun toprağa girişini ve perkolasyonunu sağlayan geniş gözenekleri korur (Yaktı ve ark., 2004).

Organik madde özellikle tozlu ve killi toprakların ince tanelerini yapıştırıp kırıntılığını sağlayarak toprağın gözeneklerinin daha iri olmasını sağlar. Toprağın su tutma kapasitesini artırır. Toprağın havalanmasını olumlu yönde etkiler. Toprağın su tutma kapasitesini artırması olayı özellikle kumlu topraklar için önemlidir (Kantarıcı,2000).

Humusun toprakta iyi bir strüktür meydana getirebilmesi için düzeyinin %7'den fazla olması gerekir (Irmak, 1972). Daha düşük düzeyde humus içeren topraklar genellikle strüktürlerini oluşturmada güçlük çekerler ve oluşturabildikleri strüktürleri de çabuk kaybederler . Humusun, katyon değişim kapasitesi yüksektir ve kumlu topraklarda az bulunan kilin (kil boyutu parçacıklar ve içerdikleri kil mineralleri-smektit gibi) yerini tutarak katyon değişim kapasitesini yükseltir ve toprağa besin elementlerini tutma gücünü verir. Humus, yavaş ta olsa, oksitlenir/ayrışır ve içerdiği N, P, S, Ca, Mg, K gibi çok değerli besin maddeleri mineralize olur ve bitkiler tarafından alınabilir. Bu süreçte, CO<sub>2</sub> de oluşabildiğinden, doğadaki CO<sub>2</sub> döngüsü de sürdürülmüş olur. Humus maddelerinin bir başka kimyasal işlevi de topraktaki pH dalgalanmalarına karşı koruyarak bitkilerin zarar görmesini önlemesidir (Irmak,1972).

### 2.3.2. Organik Maddenin Pedojenik İşlemlerdeki Rolü

Organik maddenin ayrışması, ayrışmayı sağlayan canlıların yaşadığı ve kimyasal reaksiyonların geliştiği ortamdaki koşullara bağlı olarak iki şekilde gerçekleşir. Bunlardan biri oksidatif ayrışma, diğeri ise humuslaşmadır. Toprak canlılarının yaşaması için optimum yaşama koşulları olan sıcaklık, hava, nem, besin maddeleri ve ortamın reaksiyonu (pH), aynı zamanda organik maddenin ayrışması için de gerekli faktörler olarak etkili olurlar. Bu faktörlerin optimumda bulunması durumunda organik maddeler oksitlenerek mineralize olurlar. Organik maddelerin oksitlenmesi sonucunda karbon CO<sub>2</sub> 'ye, hidrojen H<sub>2</sub>O'ya, azot NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup>'e, kükürt SO<sub>3</sub><sup>-2</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>'e ve fosfor PO<sub>4</sub>'e dönüşür. Organik maddedeki mineral kısım ise kül halinde oksitlere veya serbest iyonlara dönüşür. Oksidatif ayrışma, organik maddelerin tam olarak fakat ağır ağır yanması olayıdır. Bu olayın gerçekleşmesi sürecinde önemli miktarda ısı da açığa çıkar. Organik maddelerin ayrışması için gerekli koşullardan birisinin optimumdan uzaklaşması halinde oksidatif ayrışma engellenir. Bu kez organik maddelerin çürüyüp kokuşması ve giderek humuslaşması ve daha sonra da yavaş yavaş mineralize olması söz konusudur. Böylece, birbirini izleyen evreler biçiminde ilerleyen organik madde ayrışması olayı humuslaşma olarak tanımlanır. Yıl içinde sıcak ve kuru, nemli ve soğuk mevsimlerin bulunuşu (özellikle ılıman bölgelerde) organik maddelerin ayrışmasının humuslaşma yolu ile gerçekleşmesine neden olur. Başka bir deyişle, ayrışma koşullarının optimumda bulunduğu devrelerde humus mineralize olur. Ancak ortamın mevsimlere bağlı olarak kuru veya aşırı yağışlı ve/veya soğuk oluşu mineralizasyonu engeller (Kantarıcı, 2000).

Toprak oluşumu çeşitli toprak oluşturma faktörlerinin ana materyal üzerindeki etkilerinin zamana bağlı değişiminin bir sonucu olarak göz önünde tutulabilir. Birincil ova çökelleri ya da eski tortul kayalar üzerinde gelişen topraklar dışında, ana materyal genellikle organik maddeden yoksundur ve farklı miktarlarda kum, silt, kil ve karbonatlardan oluşmaktadır, kimi durumlarda alüminyum oksitler, jips ve çözünebilir tuzlarda bulunabilmektedir. Yüksek sıcaklıklar ve yeterli nem, mineral değişimlerini hızlandırır, ancak bu etkiler canlı organizmalar ve ürettikleri maddelerle arttırılır. Biyosfer ve oluşturduğu organik maddeler doğrudan ya da

dolaylı olarak aşağıdaki toprak/biyosfer işlevlerinden sorumludur (Yaktı, 2003)

1. Mikroorganizmalar tarafından organik maddenin ayrıştırılması, su ile karbonik asit oluşturma eğilimi gösteren en etkin ayrıştırma maddelerinden birisi olan CO<sub>2</sub>'nin oluşmasına neden olur.

2. Biyosferde oluşan suda-çözünebilir organik maddelerin çoğu metal iyonlarını mobilize etme ve kompleksleştirme kapasitesine sahiptirler.

3. Belli elementlerin bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından alınması, bu elementlerin toprak çözeltisine salınmasını sağlayan reaksiyonlara güç kazandırır.

4. Birçok organizma oldukça yavaş bir hızda ilerleyen oksidasyon ve redüksiyon işlemlerinin katalize edilmesinde önemli rol oynarlar.

#### 2.4. Humin Maddeleri

Topraktaki ölü organik maddeler temelde iki kısımdan oluşurlar, bunlar humin maddeleri ve humin olmayan maddelerdir. Humin olmayan maddeler ölü bitkisel ve hayvansal organizma artıkları ile bunların ayrışma ürünlerini kapsar. Humin maddeleri ise yeniden oluşan çoğu esmer renkli ve dayanıklı polimer maddelerini içine alır. Humik asit, fulvik asit ve huminler alt gruplarını oluşturur (Ünal ve Başkaya 1981).

Hümifikasyon, humus oluşumuna neden olan fiziko-kimyasal ve biyokimyasal olaylar zincirine verilen addır. Hümifikasyon, aerobik olan süreçler topluluğudur. Başka bir deyişle, humifikasyonu, organik maddenin parçalanması ile ortaya çıkan az veya çok çözünür organik bileşiklerin sentezle koloidal formda hümik bileşikler oluşturması şeklinde de tanımlayabiliriz. Humifikasyon ile oluşan ve suda çözünmeyen kompleks yapıda bileşiklerin başlıcaları hümik ve fulvik asitlerdir (Sağlam ve ark.,1993).

Humin maddeleri, çoğunlukla koyu renkli, parçacık büyüklükleri düşük olan yüksek moleküllü organik bileşiklerdir. Toprakta kısmen ayrı parçacıklar şeklinde, kısmen de ölü örtü maddeleri ve minerallerle daha büyük agregatlar oluşturmak üzere birbirlerine yapışmışlardır (Schachtschabel ve ark., 2001).

Humik asit kimyasal ayrışma ve toprak oluşumunda önemlidir. Humik kolloidleri; karbon, oksijen, hidrojen, azot, kükürt ve fosfordan ibarettir. Ayrıca bunlar, polisakkarit, protein ve diğer organik maddeleri de içerir. Humik kolloidleri killerle bileşikler veya

pozitif olarak yüklendiğinde demir veya alüminyumhidroksitler oluştururlar (Atalay,2004). Humik asitler toprağın fiziksel yapısını düzenlerler. Kumlu toprakların tanecikleri sıkı bir yapıya sahip olmadıkları için, bu topraklarda bitki besin maddelerinin tutunması çok güçtür ve suyla birlikte topraktan çabuk yıkanmaktadırlar. Bu materyaller topraktaki bitki besin maddelerini tutarak yıkanmasını önler ve bitkinin bundan daha kolay yararlanmasını ve topraklarda suyun tutulmasını sağlar. Irmak (1972)'ın bildirdiğine göre, humus kum topraklarında az bulunan kilin yerini tutarak baz mübadele kapasitesini yükseltir ve onlara besin maddelerini tutma gücünü verir

Klasik terminolojide humik asit (HA), alkali ile ekstrake olup, asit koşullarda çöken maddeler olarak tanımlanır. Fulvik asit (FA) ise alkalide çözülüp, çözeltilde kalan maddelerdir. Yapılan çeşitli araştırmalarda diğer besin maddeleri ile birlikte humik maddelerin uygulanmasının bitkilerin biyokütlesi üzerinde olumlu etki yaptığı saptanmıştır. Humik asitin bitki gelişimini doğrudan veya dolaylı olarak etkilediği; doğrudan etkinin bitkinin bünyesinde besin dağılımını değiştirebilecek olan humik madde bileşenlerinin bitki tarafından alınması şeklinde olabileceği; dolaylı etkinin ise sentetik iyon değiştiricilerinin yaptığı şekilde bitki besin maddelerinin sağlanması ve düzenlenmesi şeklinde olabileceği ileri sürülmüştür. Humik maddelerin kök gelişimini, sürgün gelişimine göre arttırdıkları, makro besin elementlerinin alınmasında etkili oldukları, metal katyonları ile kompleks oluşturdukları, bazılarının alımını arttırıcı, bazılarının da alımını azaltıcı etkide buldukları, yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Humik maddelerin besin şeklinde ya da toprak çözeltilisinde bulunması elementlerin yararlılığının artmasına katkıda bulunmaktadır. Humik maddelerin demirle kompleks oluşturarak (şelatlama) klorozu önlediği Fe, Cu, Zn alımını arttırıcı etkide bulunduğu bilinmektedir (Bozkurt, 2005).

### 3. MATERYAL ve METOD

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışma Alanının Coğrafi Durumu

Araştırma alanı Mersin ili Tarsus ilçesi güneyinde, Berdan ırmağının denize döküldüğü yerin batısında, Akdeniz kenarında,  $34^{\circ} 55' 00''$  –  $34^{\circ} 50' 30''$  doğu boylamları,  $36^{\circ} 43' 00''$  –  $36^{\circ} 47' 30''$  kuzey enlemleri arasında kalan bir kıyı kumuludur. Güneydoğudan kuzeybatıya doğru yaklaşık dikdörtgen şeklinde uzanan 12,5 km boyunda ortalama 1,5 km enindeki bu kıyı kumul alanı Tarsus'a 25 km uzaklıktadır. Kumul batıda DSİ'ye ait boşaltma kanalı, doğuda Berdan ırmağı, Kuzeyde Kulak köyü ve tarım arazileri, güneyde ise Akdeniz ile sınırlanmıştır.



Şekil 3. 1. Turan Emeksiz Kıyı Kumulu ve Ağaçlandırma Sahası

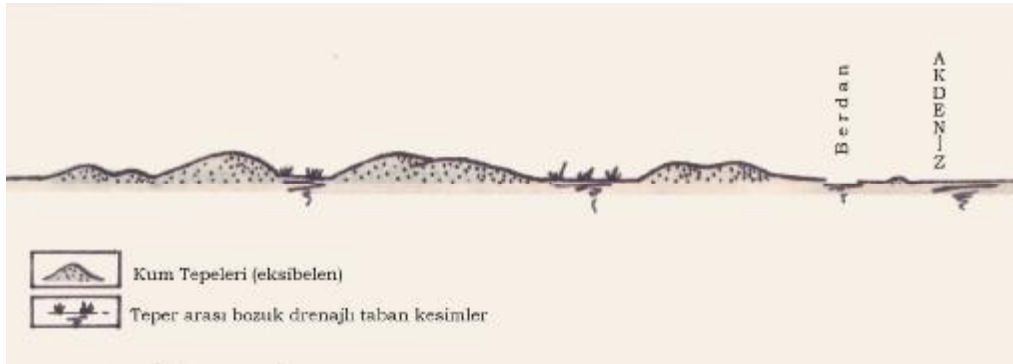
1960 yılında başlayan ağaçlandırma çalışmaları ile “Turan Emeksiz Okaliptus Ormanı” kurulan bu kumulda ilerleyen yıllarda tür değişikliğine gidilerek okalipütüslerin yerine fıstıkçamları dikilmiştir. Turan Emeksiz Ormanı, 400x400 metre boyutlarında 102 adet bölmeden oluşan bir kıyı kumul ağaçlandırma sahasıdır (Şekil 3.1.).

Sahanın genel alanı 1.707,1 hektardır. Bu miktardan 1.693,4 hektarı çevredeki köylülere mera olarak tahsis edilmişken, bu vasıfta olmaması ve altıncı sınıf bir arazi olmasından dolayı, tarıma uygun bulunmaması gerekçesi ile üzerindeki mera tahsisi kaldırılmış ve ağaçlandırılmak üzere Orman Genel Müdürlüğü'ne tahsis edilerek hazine arazisi durumuna dönüştürülmüştür. 13,7 hektarı ise alanın bütünlüğünü bozması ve çalışmaları güçleştirmesi nedeniyle kişilerden istimlâk ve satın alınmış tarlalardır (Anonymous, 1968).

### 3.1.2. Araştırma Alanının Jeolojik Yapısı ve Jeomorfolojik Evrimi

Tarsus ırmağının çevresi; kıyı kumulları, eksibeler ve bataklıklardan oluşmuş karmaşık topraklardır (Anonymous, 1961).

Turan Emeksiz kumulunun 1982 yılına ait enine kesiti şekil 3.2.'de gösterilmektedir.



Kıyı kumulları Akdeniz'e komşu kıyı şeridi boyunca ve farklı birkaç taşınma-depolama olayları sonucu Pleyistosen'de başlayan kıyı oluşum devrelerinden hemen sonra dalga hareketleri ve rüzgarların etkisi sonucunda oluşmuş ve farklı kum katmanlarını içeren birikintilerdir. Kıyı kumulları morfolojik özellikleri nedeniyle iki farklı gruba ayrılabilirler. Bunlardan birincisi aktif kum bölgeleri, diğeri ise özellikle çalı tipi bitkilerin gelişebildiği ve zayıfda olsa toprak oluşumu gözlenebilen kısmen stabil kum tepeleridir. Kıyı kumulları, yalnızca kuvars mineralinden oluşmayıp

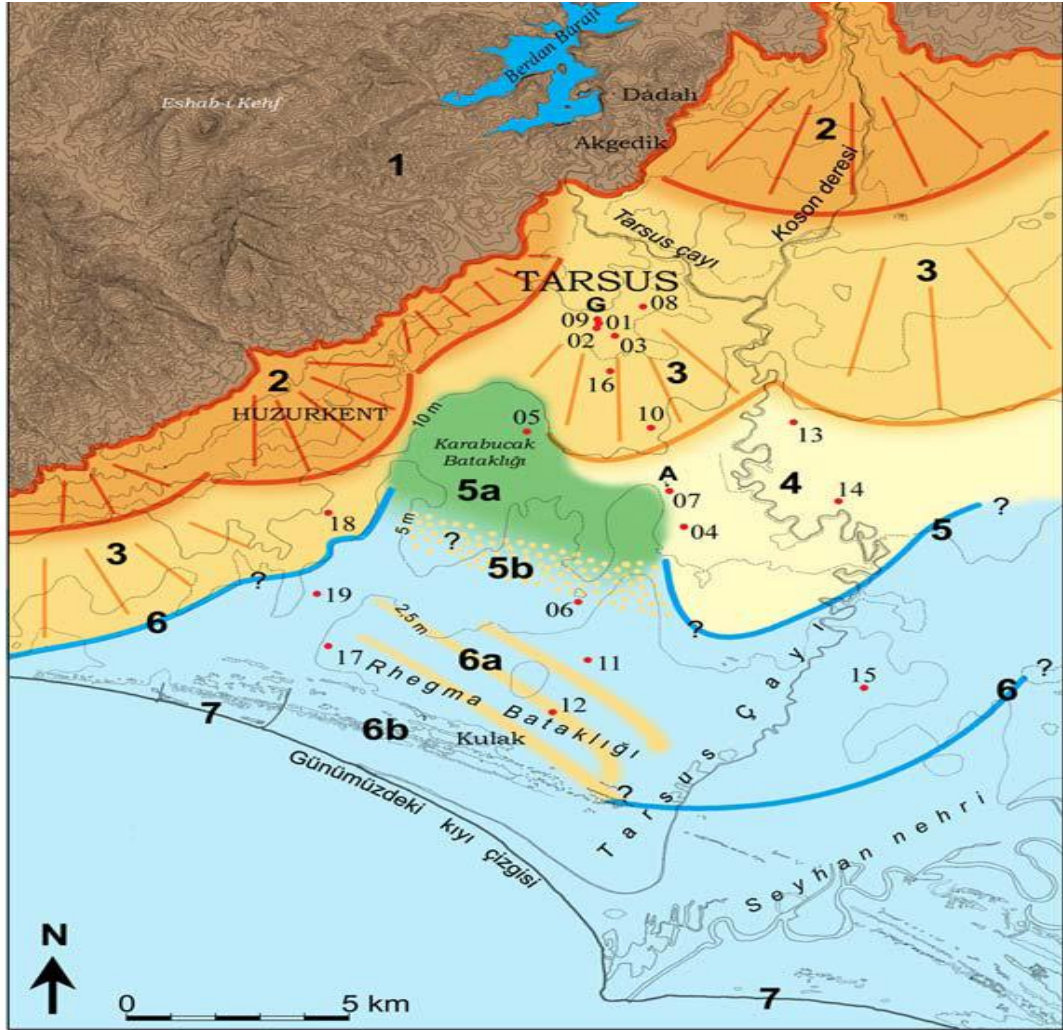
bileşimlerinde ayrışabilen ve toprak oluşturan farklı mineralleri de bulundurmaktadırlar (Dinç ve ark, 1989).

Seyhan ve Ceyhan ırmakları, dağlar arası platolardan doğmakta, Akdeniz ile İskenderun Körfezine geniş deltalar oluşturarak ulaşmaktadır. Bu nedenle, en uzun ve aktif yatay kıyı çizgisi Doğu Akdeniz'de görülmektedir. Kıyı kumulları erozyon ve depolama süreçlerinin bir sonucudur. Bunlar iklim, bölgesel tektonik olaylar, denize dökülen ırmaklar, dalgaların ortalama yükseklikleri ve denizin gel-git aktivitesine bağlı olarak nitelik kazanmaktadırlar. Diğer bir belirlemeyle önce karaların iç kesimlerinden akarsularla taşınan materyallerle, dalgaların yüzlek derin tabanından kopardıkları materyalleri kıyı şeridinde dalgalar aracılığıyla düzenli bir biçimde sıralaması gerekmektedir. Akdeniz bölgesinin doğu kesimine Seyhan, Ceyhan, Berdan ve Göksu ırmakları ile diğer küçük derecikler Toros dağlarından, hatta İç Anadolu kesiminden sürekli materyal taşımaktadırlar. Irmakların oluşturduğu deltalar yanında körfezler ve sert kayaların denize uzantılarının oluşturduğu burunlar, Doğu Akdeniz kıyılarını karakterize etmektedir. Bu nedenle birbirinden farklı oluşum özellikleri gösteren kıyı kumulları bu bölgede yoğun olarak bulunmaktadır (Dinç ve ark., 1978).

İzbrak (1955) ve Putnam'ın (1971) bildirdiğine göre akarsular denizlere ulaştıklarında hızları azalarak deniz sularının üzerine yayılmakta ve deniz yüzeyinin altında, akarsuyun akış yönüne ters bir akıntı meydana gelmektedir. İşte bu iki ters akıntının bulunduğu yerde akarsu tarafından getirilen materyaller dibe çökmekte ve akarsu ağzında yer yer kum, çakıl setleri belirmeye başlamaktadır. Zamanla akarsuyun ağzında oluşan kum setleri baskın rüzgarlarla karalara doğru hareket etmektedirler. Setler özellikle fazla akıntı olmayan akarsuların ağızlarını o derece kaplarlar ki zamanla sular setleri yarıp geçememekte ve akarsular bu setin arkasından kendilerine yeni bir denize dökülmüş ağız buluncaya kadar binlerce metre kıyıya paralel bir şekilde yollarını uzatmaktadırlar. Bu tür oluşum gösteren kıyı kumullarına mükemmel bir örnek de Berdan nehrinin denize döküldüğü kesimde saptanmıştır. Berdan nehrinin ağzında oluşan kum seti, nehrin denizden 750-800 m. kadar uzaklaşmasına neden olmuştur. Bunun sonucu nehir kendisine yeni bir akış yolu

çizmek üzere batıya bükülmüş ve denize paralel bir yol izleyerek eski ağzından 5-6 km. batıdan denize dökülmeye başlamıştır (Dinç ve ark., 1978 ).

Öner ve ark. (2005) tarafından Tarsus ovasının jeomorfolojik gelişiminin incelendiği çalışmada;(Şekil 3.3) Tarsus deltasının son gelişim döneminde kıyı gerisindeki ova yüzeyi, özellikle Tarsus çayı yatağına yakın kesimlerde yeni taşkınlarla yayılan siltli-ince kumlu alüvyonlarla dolarak yükseldiği bildirilmektedirler. Buna karşılık, daha az sediman ulaşan batıdaki Karabucak ve güneyindeki geniş Rhegma (Aynaz) bataklığı, görel olarak hep çukurda kalmış ve bataklık niteliğini korumuştur. Bu bölümün dolması kuzeyden gelen derelerin alüvyonlarından çok Tarsus çayı ağzından batıya doğru gelişen kum sırtlarından rüzgarlarla kuzeye savrulan kumlarla olmuştur. Hoccoğlu'nun (2004) bildirdiğine göre, burada kıyı boyunca batıya sürüklenen kumlar, önce dalgalarla kıyı zonuna yığılmakta, özellikle yaz aylarında hakim olan güney sektörlü rüzgarlarla içerilere doğru savrulmaktadır. Bu kumlar kıyı gerisinde geniş kumul alanları oluşturmuştur. Kumulların, daha içerideki bataklıklar kurutulmuş kazanılan tarım alanlarına doğru genişlemesini önlemek için yakın geçmişte üzerleri ağaçlandırılarak kum hareketi önlenmeye çalışılmıştır. Delta gelişiminin son aşamasında kıyı çizgisi giderek denize doğru ilerlediği için deniz derinliği, dalgaların gücü gibi denizel etkiler artmakta, delta gelişimi giderek yavaşlamaktadır. Güncel delta çıkıntısının da kıyıdaki kum hareketi üzerinde eskiye göre farklı etkilerin doğmasına neden olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin artık kıyıda yeni kum setleri, lagünler ve bataklıklar oluşmamaktadır. Bunun yanında, içerilerde akarsular üzerinde yapılan büyük barajlar (Tarsus çayı üzerindeki Berdan barajı gibi) akarsuların kıyıya ulaştırdığı su ve alüvyon miktarını azaltmakta ve düzenlemektedir. Böylece delta düzlüğünün gelişmesinde en önemli rolü oynayan taşkınların etkisi çok azalmış bulunmaktadır. Bu nedenlerle Tarsus ovası ve kıyı zonunda, jeomorfolojik gelişimin çok yavaşlayarak süreceği yeni bir döneme girildiği söylenebilir (Öner ve ark., 2005).



Şekil 3.3. Tarsus ovasının paleocoğrafya haritası.1) Engelibeli dağlık alan. 2 ve 3) Eski (Holosen öncesi) birikinti konileri. 4) Tarsus çayının Erken Holosen delta-taşkın ovası. 5) Orta Holosen kıyı çizgisi (Holosen transgresyonunun ulaştığı maksimum kıyı çizgisi). 5a) Orta Holosen kıyı bataklığı ya da kısmen lagün ortamı. 5b) Orta Holosen kıyı girintileri önünde kıyı kordonu ve kıyı okları boyunca uzanan geçiş formasyonları. 6) Tarsus çayının Orta-Geç Holosen delta kıyısı ve; 6a) kıyı kordonu ve kıyı kumulları (kısmen güncel öncesi (subresant) kumullar). 6b) güncel öncesi (subresant) kıyı kordonu ve kıyı kumulları.7) Günümüz kıyı çizgisi. G: Gözlükule höyüğü. A: Aliefendioğlu höyüğü. Kırmızı noktalar sondaj yerlerini göstermektedir. İzohipsler 10 m aralıklarla (yalnızca ova alanında 5 ve 2,5 metre) çizilmiştir. (Öner ve ark, 2005)

Yurdumuzun en geniş ve verimli ovası olan Çukurova, doğu-batı yönünde 100 km. uzunluğunda, kuzey-güney yönünde 70 km. genişliğindedir. Ceyhan ve Seyhan nehirleri zaman zaman ayrı ve birbirine kavuşarak alüvyonlarını burada biriktirmiştir. Uzun bir zaman sürecinde meydana gelen delta üzerinde eski akarsu

yatakları görülür (Atalay, 2002). Alüvyal birikimlerin büyük ölçülere eriştiği alanlarda, özellikle deltalarda kıyının görünümü, tortulama vetiresine (süreç) bağlıdır. Bu tür kıyılarda genellikle kıyı setleri ve ön kıyı setleri görülür ve bu nedenle alüvyal kıyılar setli kıyı türüne yakınlık gösterir (Güney, 2004).

### 3.1.3. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri

Oakes (1958), yaptığı çalışmada Turan Emeksiz Mıntıkasını toprak sınıfı olarak; sahil kumları, sahil eksibeleri ve bataklıktan oluşan kompleks topraklar, üst toprağı kumdan kile, soluk kahverengiden koyu griye kadar değişen, alt toprağın üst toprakla aynı, ana madde olarak kum, kil, bazen çakıl, genellikle kireçli, toprak derinliği derin, drenajın kum ve eksibelerde hızlı olduğu, kum ve eksibelerde rüzgar erozyonunun hakim olduğu, veriminin çok düşük, vejetasyon olarak da üzerinde ot ve çalimsı türlerin yer aldığını belirtmiştir.

Araştırma alanında geçmiş yıllarda yapılan toprak analizlerinden Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsünün 21.03.1958 tarih ve 28 numaralı raporuna göre, çalışılan alanda toprak ince kumlu olup, % doyunluk değerine göre bu topraklar tınlı bir bünye göstermektedir. Toprakların pH değerleri 8,00–8,80 arasında değişmekte ve orta derecede alkalilik göstermektedir. Kireç düzeyi yüksek olup, tuz içeriğı yönünden güneydoğudaki bazı yerler dışında bir bozunum söz konusu değildir. Toprakların fosfor ve potasyum düzeyleri çok düşüktür (Anonymous,1961).

Araştırma Müdürlüğü'nce hazırlanan raporda da, toprağın genellikle 0,3–2 metre arasında değişen yükseklikte bulunan ve kuzeydoğu kenarında ortalama 5m rakımlı eksibe tepelerini içeren sahanın toprağı kireçli olup, pH değerlerinin 8.00–8.80 arasında olduğu bildirilmektedir. Aynı rapora göre sahada fosfor ve potasyum düşük düzeydedir. Toprak doyunluk değerleri % 31–36 arasındadır ve genellikle 3m derinliğe kadar kumlu, 3–7 metreye kadar çakıllı bir tekstüre sahiptir. Alanın Güney sınırının yarısına yakın bir kısmını ve doğu sınırını oluşturan Berdan nehri ile kuzeyindeki Aynaz bataklığı etkisiyle taban suyu seviyesi 1,20 metre olup en kurak aylarda 1,70 metreye kadar inmektedir. Analiz sonuçlarına göre, alanın taban suyu bütün ürünler için kullanılabilir nitelikte ikinci sınıf sulama suyudur. Toprak nemine vejetasyon

mevsiminin en kurak devresinde ortalama 60 cm derinlikte rastlanabilmektedir (Anonymous, 1968).

Toprak tüm sahada kumlu olup, silisçe zengin ve dağılgandır. Taşsız toprağın mutlak ve fizyolojik derinliği 120 cm den fazladır (Anonymous, 1989).

Türkiye de ilk kez Ord. Prof. Dr. Asaf Irmak tarafından incelenen Akyatan kumullarının ana materyali kumlu materyaldir. Özellikle alanın orta bölgesinde kum oranı %70'e kadar çıkmaktadır. Bu kumlar çalı formasyonu altında yüzeye humusla bağlanır ve köklerin oluşturduğu yapı ile bir arada tutulur. Humuslu yerlerde kum toprağı gözenekli bir yapı oluşturur (Atay, 1972).

Dinç ve ark. (1990), kumullarda ağır minerallerden başat olarak ayrılmış opak, epidot ve enstatit minerallerini saptamışlardır. Hafif mineraller içerisinde ise ayrılmış, ince kristalli romboedrik kalsit, feldispatlar ve biotit yer almaktadır. Opak minerallerin kıyı kumullarında yüksek düzeylerde saptanmasını, bazalt kayaçlarının Doğu Akdeniz bölgesinde yaygın olarak bulunmalarına bağlamışlardır.

Dinç ve ark.,(1978)'nin Turan Emeksiz Kumulunda Güney-Kuzey kesitinde 6 noktada almış oldukları toprak örneklerinde yapmış oldukları analizlerde; Epidot, Foraminifer, Garnet, Hipersten, Opak, Sfen, Rutil, Zirkon, Hornblend, Enstatit, Klorit gibi ayrılmış ağır minerallerle, Biotit, Feldispat, Kalsit ve Kuvars gibi hafif mineralleri tespit etmişlerdir.

Toprak oluşumunda etken olan iklim, canlı organizmalar, ana materyaller ve topografya gibi etmenlerin aynı ya da benzer olduğu bölgelerde oluşan topraklar birbirine benzerlik göstermektedir. Çalışma alanındaki kıyı kumullarının başlangıç aşamasında oluşum koşullarının benzer olması nedeniyle bu kumullar üzerinde oluşan topraklar da birbirine benzerlik göstermektedir. Fakat üzerindeki örtüye bağlı olarak toprak oluşum hızı ve yapısı farklılaşmaktadır. Kıyı kumulları farklı erozyon ve sedimantasyon olayları sonucu oluşmuşlardır. Genellikle gevşek ve teksel materyallerden ibaret olan kıyı kumullarının denize yakın olanları oldukça hareketlidir ve gerek denizin dalga hareketlerinden ve gerekse denizden esen rüzgârlardan önemli ölçüde etkilenmektedirler. Buna karşılık iç kesimlerde yer alan kumullar kısmen vejetasyonla örtülü, daha yaşlı ve stabildirler. Bu stabil kıyı kumulları üzerinde zayıfta olsa bir toprak oluşumu gözlenmiştir (Dinç ve ark, 1989).

### 3.1.4. Araştırma Alanının Hidrolojik Özellikleri

Çok duyarlı hidrolojik özellikleri bulunan kumullar kara tarafındaki tatlı su ile deniz tarafındaki tuzlu su arasında dengeyi sağlayan önemli yapılardır. Özellikle yeraltı sularını filtre ederek içme suyu ve sulama suyu sağlanmasında önemli rol oynamaktadırlar. Kumul alanlarında, kum tepeleri arasındaki düşük kodlu "ambar" olarak adlandırılan taban suyunun yüzeye yakın olduğu alanlar dışında, su yüzeylerine, kumulun geçirgen olması ve suyu tutamaması nedeniyle rastlanmamaktadır. Yalnızca ambarlarda kış aylarında su birikmesi görülmektedir.

Ağaçlandırma öncesi Turan Emeksiz kumulunda yapılan çalışmalar sonucunda taban suyu düzeyinin en kurak aylarda 120–170 cm arasında olduğu saptanmıştır. Mayıs ayında yağışların başlamış olmasına karşın düşük olan taban suyu düzeyi yaz aylarında daha da düşük olabilmektedir.

Çizelge 3.1.de 24, 43 ve 62 no'lu parsellere ait 1983 ve 1985 yılı ortalama taban suyu ölçüm sonuçları ile taban suyu pH'sı ve taban suyu tuzluğu verilmiştir. Çalışma alanlarımızdan olan 21 no'lu parsele ait eski veriler bulunmadığından bitişiğinde aynı özelliklere sahip 24 no'lu parselin değerleri verilmiştir. (Anonymous,1985).

Çizelge 3.1. Parsellerde taban suyuna ait veriler

| Parsel no | Derinlik (cm) |        | pH   |      | Tuz sınıfı |            |
|-----------|---------------|--------|------|------|------------|------------|
|           | 1983          | 1985   | 1983 | 1985 | 1983       | 1985       |
| 24        | 132,6         | 124,08 | 7,3  | 8,4  | Orta tuzlu | Orta tuzlu |
| 43        | 93,5          | 85,25  | 8,1  | 9,2  | Ç.Yük.Tuz  | Ç.Yük.Tuz  |
| 62        | 100           | 94,5   | 7,9  | 8,7  | Ç.Yük.Tuz  | Ç.Yük.Tuz  |

### 3.1.5. Araştırma Alanının Vejetasyon Örtüsü

Araştırma alanı olan Turan Emeksiz Ormanı bir kumul ağaçlandırma sahası olup, güncel durumuna bakıldığında bu alan üzerinde;

- Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.)

- Sahilçamı (*Pinus pinaster* L.)
- Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) ve
- Kızılçam (*Pinus brutia* L.) yer almaktadır.

Kıyıdaki plaj ve kumul şeridinde toprak ve edafik etmenlere bağlı olarak psamofil ya da psamofitler (Kum bitkileri) bulunmaktadır. Kıyı kenarında tuzluluğun olmadığı nemli kumullarda psamofitik özellikte olan *Vitex agnus-castus*, *Nerium oleander*, *Tamarix smyrnensis*, *Populus euphratica*, *Holoschoenus vulgaris*, *Phragmites australis*, *Inula viscosa*, *Juncus acutus*, ve *Ononis natrix* subsp. *hispanica* görülmektedir (Uslu, 1977).

Uslu (1993b), Göksu Deltası Kıyı Kumullar vejetasyonunu belirleme çalışmaları sırasında kumullar içerisinde oluşan farklı ekolojik ortamları dikkate almış ve bu farklı ortamları karakterize eden türleri aşağıdaki gibi belirtmiştir.

Plaj Zonu (Strandline): *Salsola kali*, *Xanthium strumarium* subsp, *Cavanillesi*, *Cakile maritima* subsp. *aegyptiaca*, *Euphorbia peplis*, vb.

Ön kumul zonu (foredune): *Pancreatium maritimum otanthus maritimus*, *Cyperus capitatus*, *Euphorbia paralias*, *Elymus farctus* subsp *farctus* var *farctus*, *Medicago marina*, *Eryngium maritimum* vb.

Kumul Çayırılık otu zonu (dune grassland): *Bromus tectorum*, *Cynodon dactylon*, *Lagurus ovatus*, *Paronychia argentea* var. *argentea*, *Asphodelus microcarpus*, vb.

Taban suyunun yakın olduğu zon (düne slack): *Trachomitum venetum* subsp. *Sarmatiense*, *Inula viscosa*, *Schoenus nigricans*, *Scirpoides holoschoenus*, *Phragmites australis*, vb.

Eski Kumul Tepeleri Zonu: *Pistacia lentiscus*, *Nerium oleander*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Rhamnus oleoides* subsp. *graecus*, *Sarcopoterium spinosum*, *osyris alba*, *Verbascum sinuatum*, *vitex agnus-castus*, vb.

Tuzlu taban suyunun yüzeye yaklaştığı veya deniz suyunun etkilediği kumul alanlar: *Halocnemum strobilaceum*, *Saliconia europaea*, *Cressa cretica*, *juncus maritimus*, vb.

Tuzcul alanlar yakını: *Arthrocnemum fruticosum*, *Juncus acutus*, *Limonium virgatum*, v.b.

Turan Emeksiz Ormanı coğrafik olarak Seyhan deltası sınırları içerisinde yer almaktadır. Seyhan deltasında 162 bitki türü ve 14 bitki birliği bulunmuştur (Uslu, T ve Bal Y., 1993). Bu birliklerden *Cresso creticae-Hordeetum marinae* endemiktir. Seyhan deltasının flora ve vejetasyonunun yanı sıra diğer önemli tarafı da deniz kaplumbağaları için başlıca yuva yapma alanı olmasıdır.

1960 tarihli Mersin Ağaçlandırma Grup Müdürlüğüne hazırlanan ‘‘Tarsus-Turan Emeksiz sahasında Yapılan Okaliptüs Ağaçlandırma Çalışmaları’’ kapsamında sahada Mersin çalısı, Hayıt, Ilgın, Zakkum, Erika, Saz, Topuk, Karaçalı, Böğürtlen, Yabani Karpuz, ayırık ve münferit olarak da Dut ve Okaliptüs gibi bitki çeşitleri saptanmıştır.(Anonymous, 1961)

Turan Emeksiz Ormanı, 400x400 metre boyutlarında 102 adet bölmeden oluşan bir kıyı kumulu ağaçlandırma sahasıdır. Alanın ağaçlandırılmasında ilk olarak okaliptüs ağırlıklı olmak üzere, fıstıkçamı, kızılçam, sahilçamı, kıbrıs akasyası ve selvi gibi türler kullanılmıştır. Fakat serinin taban suyu seviyesinin düşük ve toprağın çok fazla tuzlu olması nedeniyle okaliptüslerde beklenen artım sağlanamamış ve söz konusu alanların 696 hektarlık kısmında tür değişikliğine gidilmiştir.

Bu tür değişikliği uygulamaları ile bozuk nitelikteki okaliptüs parselleri 1971 yılında boşaltılmış ve yerine sahil çamı ile fıstık çamı dikilmiştir. Sonuç olarak araştırma alanının aktüel durumu mevcut ağaç türlerine göre şöyledir; *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., *Pinus brutia* L., *Pinus pinaster* L., *Pinus pinea* L.

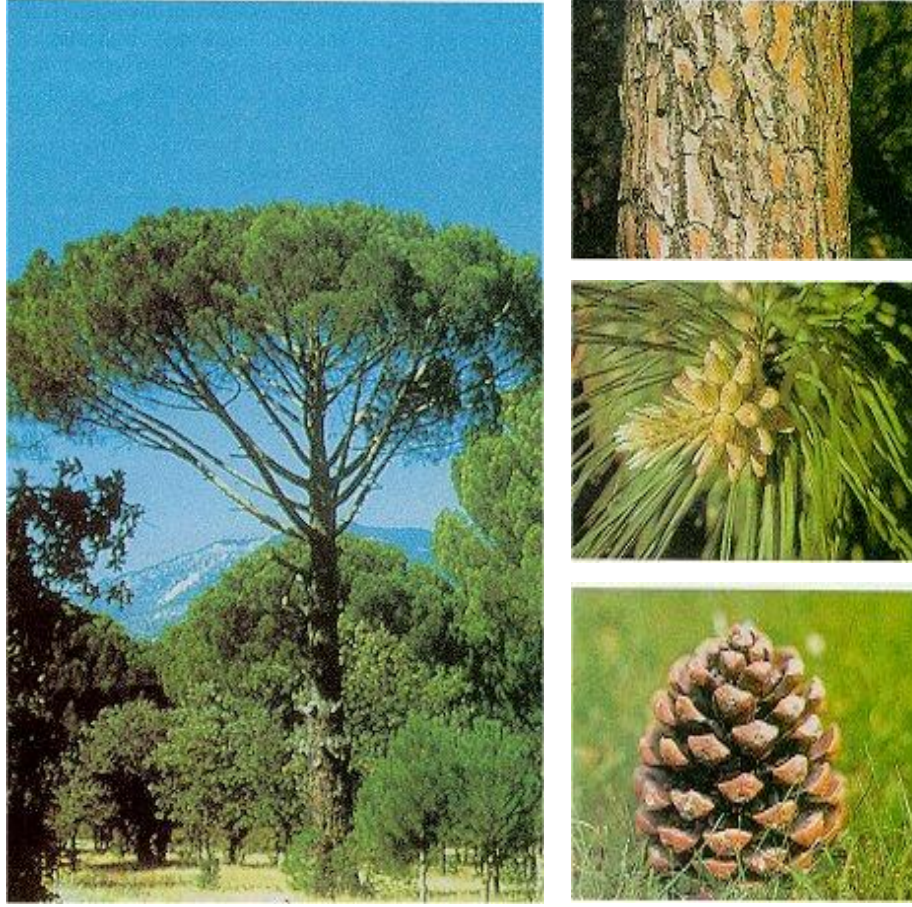
Bu çalışmada fıstık çamı dikimi yapılan farklı parsellerin toprak özellikleri incelenecektir. Tipik bir Akdeniz ağacı olan fıstık çamı Pinaceae (çamgiller) familyasındandır. Özellikle Batı ve Güney Anadolu'da ormanlar oluşturur. Ülkemizde 46.490 hektar saf fıstık çamı ormanı bulunmaktadır. Olgun bireyleri 15-20 m boyundadır. Gençlikte yuvarlak, yaşlılıkta şemsiye gibi tepesiyle diğer çamlardan ilk bakışta ayırt edilebilir. Tohumları oldukça büyüktür. Halk arasında "çam fıstığı" diye adlandırılan tohumları Batı Anadolu, Doğu Akdeniz yöresindeki köylüler için önemli bir gelir kaynağıdır. Gövde düzgün, derin çatlaklı, kırmızımsı gri renkte kalın kabuğu vardır. Genç sürgünler incedir. Bunlar önceleri koyu yeşil, sonraları sarımtırak kahverengindedir. Reçinesiz tomurcuklar sivri, yumurta biçimindedir. Tomurcuk pullarının uçları geriye doğru kıvrılmıştır (Şekil 3.4.).

Fıstık çamının kök sistemi genellikle güçlüdür. Elverişli topraklarda daha ilk yaşlardan başlayarak derine giden kazık kök yapar.

Yetiştirme yeri bakımından tizlik gerektirmeyen, fakir, kumlu, kireçli veya killi topraklarda, kurak iklimlerde yetişir. Güneşli yerleri sever. Soğuk ve sert iklimlerde gelişemez. Işık isteği fazladır. Rüzgâra dayanıklıdır. Kumulların durdurulmasında ve ağaçlandırılmasında kullanılır. Tuzlu topraklarda ve sahil kenarlarında rahatlıkla yetişebilmektedir. Buna karşın, durgun taban suyundan kaçınır. Tarsus Turan Emeksiz (kumul) arboretumunda kızılçam, fıstıkçamı ve sahilçamının 11'nci ve 22'nci yıllardaki hacim artımları karşılaştırılmış ve buna göre 11'nci yılda 1. sırayı sahilçamı, 2. sırayı fıstıkçamı, 3. sırayı kızılçam almışken, 22.'nci yılda yapılan ölçümler sonucunda sıralama değişmiş ve 1. sıraya fıstıkçamı yerleşmiştir (Avcıoğlu, 1993).

Fıstık çamı en geniş coğrafi yayılışını Anadolu'da yapar. Özellikle Batı Anadolu'da, Bergama yakınında, Kozak'ta, Aydın, Muğla dolaylarında geniş ormanlar oluşturur. Ayrıca Antalya yakınında Manavgat sahillerinde, Marmara çevresinde, Gemlik Körfezi kıyılarında, Maraş yakınındaki Önsan köyünde, Trabzon Kalenema Deresinde, Çoruh Vadisinde Neşviye köyünde lokal olarak bulunur. Bu sonuncuların insan eliyle yetiştirildikleri olasılığı çok fazladır. Dünyada ise Ege, Akdeniz sahilleri, Portekiz, İspanya, İtalya ve Girit'te yayılış gösterir. Batı Anadolu'da Antik Çağa ait birçok eser ve lahitlerde Akdeniz'in değerli türleri arasında fıstık çamının kozalağının motiflerine sık sık rastlanır (Yaltırık,1993).

Ülkemizde yaklaşık 66.000 ha fıstıkçamı ormanı bulunmakta olup tamamına yakını devlet ormanıdır. Bu sahaların çoğu yapılan ağaçlandırma çalışmaları ile elde edilmiş genç orman alanlarıdır. Bunun yanında İzmir Kozak yöresinde yaklaşık 5.000 ha özel mülkiyette bulunan fıstıkçamı sahası bulunmaktadır.



Şekil 3.4. Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.)

### 3.1.6. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Çalışma alanında görülen Akdeniz iklimi, fotoperiodizmi günlük ve mevsimlik olan, yağışları soğuk ya da ılıman olan mevsimlere toplanmış, yaz mevsimi kurak olan ve bu yaz kuraklığı maksimum bir yaz sıcaklığı ile uyuşan tropikal dışı bir iklim olarak tanımlanmıştır (Akman, 1990). Thornthwaite (1948)' e göre ise kurak, az nemli, 3. derecede mesotermal, su fazlası çok ve kışın olan denizsel iklim tipine girdiğini belirtmiştir (Topraksu, 1974). Benzer tanımı yapan Erinç ise bölgedeki iklimin; çok yüksek yaz sıcaklığı, çok şiddetli buharlaşma ve düşük bulutluluk şeklinde olduğunu belirtmiştir. Akdeniz Bölgesi 36°-38° enlemleri arasında bulunmasının yanı sıra Akdeniz'in de etkisiyle kendine özgü sıcaklık ve nem özelliklerine sahiptir. Türkiye'nin yıllık güneşlenme süresi ölçmelerine dayanılarak

yapılmış olan haritada ülkemizde en uzun süre güneşlenmenin (2800–3000saat/yıl) Akdeniz Bölgesi'nde olduğu anlaşılmaktadır (Kantarıcı, 1991).

Bölgenin Kuzey'de Toros Dağları ile çevrili olması nedeniyle normalden daha fazla sıcaklığa sahiptir. Bölgede hakim rüzgarlar genellikle kuzey ve güney yönünde oluşmaktadır. Mevsimlere göre yazın karalar termal alçak basınç, denizler ise termal yüksek basınç alanı, kışın ise karalar dinamik yüksek basınç, denizler ise termal alçak basınç oluşturdukları için, rüzgarlar aykırı iki yönde esmektedir (Dinç ve Ark. 1989).

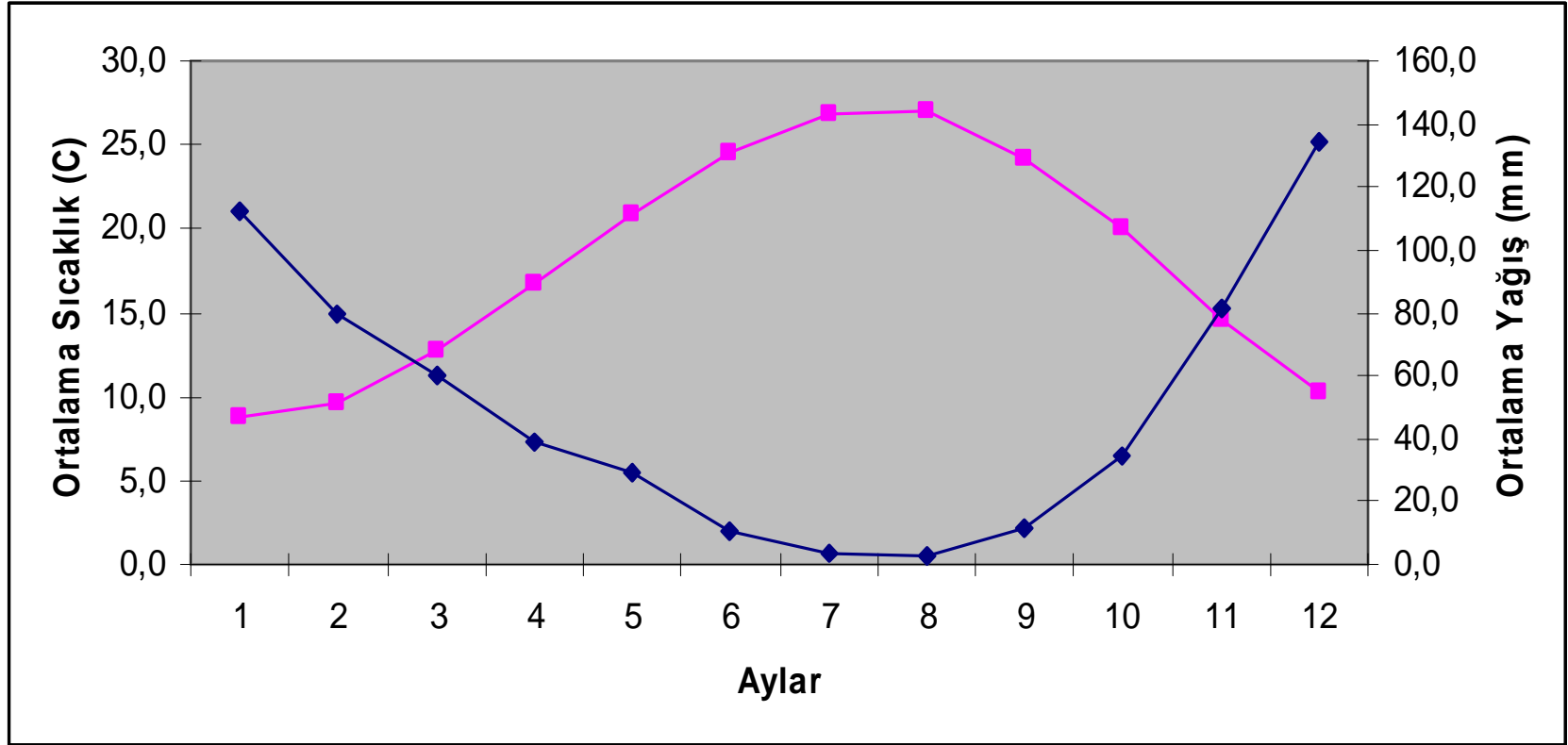
Vejetasyon açısından bu iklimin en çok göze çarpan özelliği, az çok belirgin fakat sürekli olan bir kurak dönemin bulunması ve bu dönemde yüksek sıcaklıkla beraber görülen çok az miktardaki yaz yağışıdır. Bu kurak dönem, doğal Akdeniz vejetasyonu ve aynı zamanda tarım ürünleri açısından son derece önemli ekolojik bir etmendir. Araştırma alanı Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Bölge P. Meyer'in iklim zonları sınıflandırmasına göre "Lavretum" da olup yazları kurak ve sıcak kışları ılık ve yağışlıdır. Yağışlar genellikle yağmur şeklindedir. Normal vejetasyon mevsimi mart ortalarında başlar, eylül sonlarına kadar devam eder (Atmaca, 2004).

Turan Emeksiz Ormanı için düzenlenen Ön Etüt Raporunda (Anonymous, 1968) uzun yıllar ortalamaları üzerinden bildirilen iklim verileri şu şekildedir: Yıllık ortalama yağış 667 mm, yıllık ortalama sıcaklık 18.6 C° olup, yağışların %56'sı kışın, %19'u ilkbaharda, %2'si yazın ve %23'ü sonbaharda gerçekleşmektedir. Yağışlı günlerin sayısı 55'dir. Oransal nem ortalaması % 69'dur.

Köy Hizmetleri Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü meteoroloji istasyonunun uzun yıllar (1950-2008) verilerine göre elde edilen iklim değerleri Çizelge 3.2.de verilmiştir. Şekil 3.5 de de sıcaklık – yağışa göre oluşturulan iklim diyagramı verilmiştir. Çok kurak geçen yaz döneminde Tarsus'ta Ağustos ayında ortalama 2,3 mm yağış düşmektedir. Yıl içerisinde en yüksek yağış miktarı ise 134,1 mm ile aralık ayında olmuştur.

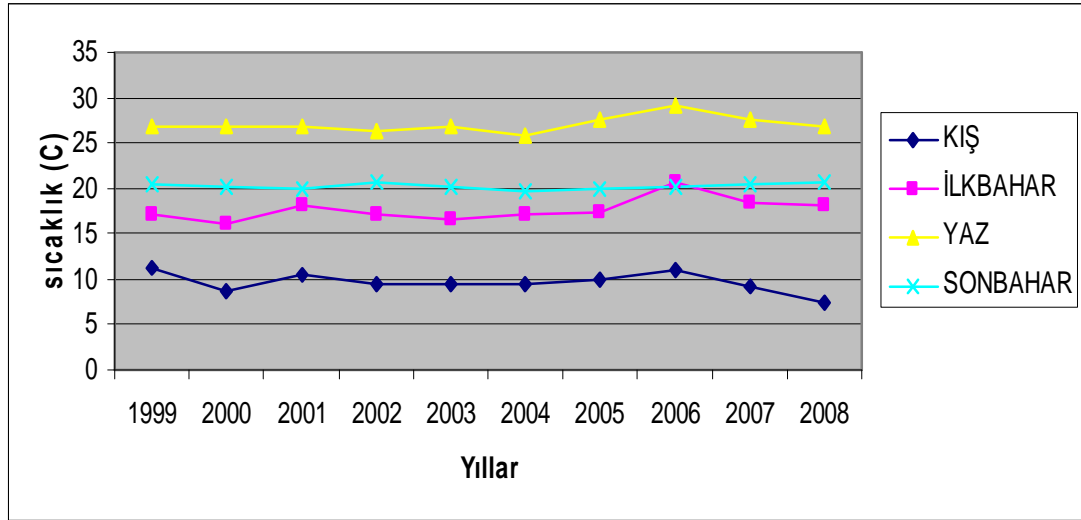
Çizelge 3.2.Tarsus 1950–2008 Yılları Arası Ortalama İklim Verileri

| Meteorolojik Elemanlar   |        | Rasat Süresi Yıl       | AYLAR |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        | Yıllık |
|--------------------------|--------|------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|                          |        |                        | X     | XI   | XII   | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    |        |        |
| SICAKLIK °C              | Hava   | Ortalama               | 58    | 20,1 | 14,6  | 10,2  | 8,8   | 9,7   | 12,8  | 16,7  | 20,8  | 24,5  | 26,8  | 27,0  | 24,3   | 18,0   |
|                          |        | Max. Ekstrem           | 58    | 37,5 | 33,5  | 26,0  | 28,4  | 25,0  | 30,8  | 36,8  | 40,3  | 40,1  | 40,0  | 43,0  | 41,0   | 43,0   |
|                          |        | Min. Ekstrem           | 58    | 2,0  | -2,7  | -5,0  | -8,5  | -5,7  | -5,4  | 0,8   | 4,0   | 12,0  | 14,0  | 13,7  | 8,0    | -8,5   |
|                          |        | Toprak Üstü Min. Ekst. | 58    | -0,5 | -6,0  | -7,8  | -10,0 | -10,8 | -10,0 | -4,5  | 0,3   | 8,3   | 11,5  | 9,8   | 4,4    | -10,8  |
|                          | Toprak | 5 cm'de Ortalama       | 58    | 22,0 | 15,0  | 10,1  | 8,6   | 10,1  | 13,9  | 19,1  | 24,1  | 28,9  | 32,1  | 32,1  | 28,2   | 20,4   |
|                          |        | 10 cm'de Ortalama      | 58    | 22,2 | 15,3  | 10,6  | 8,9   | 10,2  | 14,0  | 18,8  | 23,6  | 27,9  | 31,0  | 31,2  | 28,0   | 20,1   |
|                          |        | 20 cm'de Ortalama      | 58    | 22,3 | 16,0  | 11,2  | 9,4   | 10,3  | 13,6  | 18,1  | 22,6  | 26,7  | 29,8  | 30,2  | 27,4   | 19,8   |
| Yağış (mm)               |        | 58                     | 34,7  | 81,0 | 134,1 | 112,6 | 79,4  | 60,2  | 38,9  | 29,4  | 10,9  | 3,4   | 2,3   | 11,2  | 597,9  |        |
| Yağışlı Gün Sayısı (gün) |        | 58                     | 4,9   | 6,9  | 10,4  | 10,5  | 9,7   | 8,5   | 7,2   | 5,7   | 1,8   | 0,8   | 1,6   | 1,8   | 69,8   |        |
| Buharlaşma (mm)          |        | 58                     | 119,4 | 69,9 | 42,3  | 45,6  | 56,1  | 89,0  | 119,1 | 167,3 | 198,9 | 215,2 | 198,6 | 163,5 | 1484,9 |        |
| Ortalama Nisbi Nem (%)   |        | 58                     | 64,2  | 65,0 | 72,2  | 70,9  | 71,5  | 72,0  | 71,9  | 71,0  | 71,7  | 75,6  | 75,7  | 69,1  | 70,9   |        |

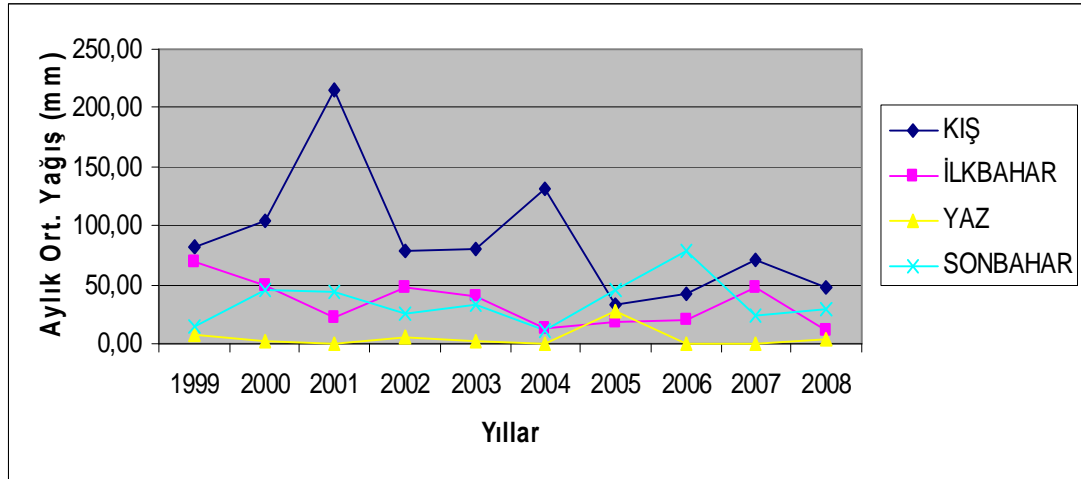


Şekil 3.5. 1950 – 2008 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık ve yağış değerlerine göre Tarsus İklim Diyagramı

1999–2008 yılları arasında, son on yıllık aylık ortalama sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ) ve aylık ortalama yağış (mm) verilerinin yıllara göre değişimi şekil 3.6’da ve şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil.3.6. 1998–2008 Yılları Arasında Ölçülen Değerlere Göre Tarsus İklim Diyagramı ( ortalama sıcaklık)



Şekil 3.7. 1998–2008 Yılları Arasında Ölçülen Değerlere Göre Tarsus İklim Diyagramı ( Aylık Ortalama Yağış)

## 3.2. Metod

### 3.2.1.Örnek Alanların Seçimi

Ağaçlandırılmış alandaki toprak profilleri Karabucak Orman İşletme Şefliği (Turan Emeksiz Serisi) amenajman planı, Turan Emeksiz Ormanı Kuruluş dosyası ve Tür Değişikliği Projesinden faydalanılarak seçilmiştir. Seçilen profil noktalarından birincisi; tür değişikliğine konu edilmeyen ve kumulun 1961 yılında fıstık çamı ile ağaçlandırıldığı ilk parsel olan 21 nolu parsel, ikincisi Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü'nün bilimsel araştırmaları için ayrılmış ve 1974 yılında fıstık çamı dikilen 62 nolu parsel ve üçüncüsü ise 1961 yılında okaliptüs ile ağaçlandırılan ve ardından 1981 yılında tür değişikliği yapılan ilk parsel olan 43 nolu parseldir.

### 3.2.2.Ölü Örtü Örneklerinin Alınması

Açılan her toprak profilinin üst tarafında 1/4m<sup>2</sup> lik alanın içinde Ah horizonu üzerinde kalan tüm ölü örtü tabakası alınmıştır. Her örnek alandan yaprak çürüntü ve humus tabakaları ayrı ayrı alınarak, ölü örtü örnekleri çift naylon torba içine konularak etiketlenmiştir (Kantarıcı, 2005).

### 3.2.3.Toprak Profillerinin Tanımlanması ve Örneklerinin Alınması

Profillerin morfolojik incelenmesinde; % 10'luk HC1, Munsell renk skalası (Oyama ve Takehara, 1967) ve profil tanımlama kartları kullanılmıştır. Toprakların morfolojik tanımlamaları için açılan her profil, Soil Survey Staff (1999) 'a göre incelenmiştir. Üç farklı fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) plantasyonu altında açılan her bir profildeki horizonlar Soil Survey Staff (1999) 'a göre tanımlanmıştır. Toprak taxonomisinde bir toprağı sınıflandırmak için öncelikle hangi ordoya girdiğinin belirlenmesi gerekir. Bu amaçla ilk olarak toprağın sahip olduğu tanımlayıcı horizonlar ve diğer ayırıcı karakteristikler nem ve sıcaklık rejimleriyle birlikte, profil

tanımlamasındaki morfolojik özelliklerden, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak saptanmıştır. Araştırma alanı Entisol ordosuna dahildir. Entisol'ler morfolojilerini etkileyecek kadar bozuk drenaj koşullarının varlığına ve oluştuğu ana materyalin niteliğine göre alt ordolara ayrılmıştır. Bunlardan kumlu tekstürlü olanlar "Psamment" alt ordosuna girmektedir (Dinç ve ark, 1995).

### 3.2.4.Toprak ve Ölü Örtü Örneklerinin Laboratuvarda İncelenmesi

#### 3.2.4.1.Toprak ve Ölü Örtü Örneklerinin Hazırlanması

Araziden alınan toprak ve ölü örtü örnekleri laboratuvara getirilerek hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuş ve gerekli kimyasal ve fiziksel analizlerin yapılması amacıyla topraklar 2 mm'lik elekten geçirilmiştir.

Hava kurusu haldeki ölü örtü örnekleri ise yaprak+çürüntü ve humus tabakaları ayrı ayrı tartılmış ve bu tabakaların 1/4 m<sup>2</sup> alandaki ağırlıkları saptanmıştır (Kantarcı, 2005). Ölçülü alandan alınan örneklerde tartı işlemleri yapıldıktan sonra ölü örtü örnekleri öğütülerek analizlere hazır hale getirilmişlerdir.

#### 3.2.4.2.Ölü Örtü Örneklerinde Yapılan Analizler

**Fırın kurusu ağırlık:** Ölü örtü örnekleri fırında 65 °C sıcaklıkta kurutularak fırın kurusu ağırlıkları bulunmuştur (Kantarcı, 2005).

**Kül miktarı:** Ölü örtü örnekleri kademeli olarak 650 °C 'lık maksimum sıcaklıkta yakılmıştır. Kalan kül miktarı tartılarak bulunmuştur (Kantarcı, 2005).

**Organik madde miktarı:** Ölü örtü örneklerine ait organik madde miktarları, örneklerin 650 °C sıcaklıkta yakılmasındaki kayıp olarak fırın kurusu ağırlık ile kül miktarı arasındaki farkın alınmasıyla bulunmuştur (Kantarcı, 2005).

### 3.2.4.3.Toprak Örneklerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler

**Renk:** Hava kuru haldeki toprağın rengi Munsell renk ıskalası ile saptanmıştır (Oyama ve Takehara, 1967).

**Fırın kuru ağırlık:** Toprak örnekleri fırında 105 °C sıcaklıkta kurutularak fırın kuru ağırlıkları bulunmuştur (Irmak,1954).

**%Nem miktarı:** Toprak örneklerinin % nem miktarları, yaş toprak ağırlığı ile 105 °C sıcaklıkta kurutulmuş toprak ağırlığı arasındaki farkın kuru toprak ağırlığına oranı ile bulunmuştur ( Gülçur,1974).

**Tekstür:** Hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1951) ve tekstür üçgeni yardımıyla (Soil Survey, 1993) belirlenmiştir.

**Toprak reaksiyonu (pH):** Satürasyon çamurunda pH metre ile (Jackson, 1958) belirlenmiştir.

**Elektriksel iletkenlik (EC):** Saturasyon çamurları hazırlanarak, süzülen saturasyon çözeltisinde Conductivity bridge (tuz ölçer) aletinde okuma yapılmıştır ( U.S. Salinity Lab. Staff, 1954 ).

**Kireç analizi (CaCO<sub>3</sub>):** Scheibler kalsimetresi ile (Allison ve Moodie, 1965) saptanmış ve değerler % CaCO<sub>3</sub> olarak verilmiştir.

**Katyon Değişim Kapasitesi (K.D.K.) ve Değişebilir Katyonlar (D.K.):** Toprak kolloidlerinin pH'sı 8.2'ye ayarlı 1N sodyum asetat çözeltisi ile doyurulmuş, sonra toprak tarafından tutulan Na iyonlarının 1N amonyum asetat çözeltisi ile geri alınmış ve flame fotometrede Na içeriği, standart kurve yardımıyla yapılarak, saptanmıştır (Rhoades, 1986). Değişebilir katyonlar için amonyum asetat yöntemi uygulanmıştır (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954). Değişebilir Na ve K flame fotometrede belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesinden Na ve K çıkarılarak Ca + Mg miktarları bulunmuştur.

**Organik madde analizi:** Yaş yakma (organik karbon)ve kuru yakma ( Bu yöntemde her iki karbon çeşidi (organik ve inorganik karbon) saptandığı için inorganik karbon miktarı toplam karbon miktarından düşürülmüştür) yöntemleriyle saptanmıştır.

a. Organik karbon: Walkley-Black Islak yakma yönteminin Jackson tarafından modifikasyonu ile belirlenmiştir (Jackson, 1967).

b. Organik ve inorganik karbon (Corg) : Yanma kaybı metodu ile organik karbonun belirlenmesidir. Eskişehir Orman, Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü'ne gönderilen toprak örneklerinin organik karbon içerikleri Carbon ölçüm cihazı ile saptanmıştır.

**Total Azot (N):** Mikro Kjeldhal yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner, 1965).

**Yararışlı fosfor ( $P_2O_5$ ):** Olsen yöntemiyle (Olsen ve ark. 1954) belirlenmiştir.

**Yararlı mikro elementler( Fe, Mn, Zn ve Cu):** DTPA-TEA çözeltisiyle ekstrakte edilerek konsantrasyonları atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazı ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norwell, 1978).

**Humin maddeleri:** Humin maddeleri içeriği 0.1 N NaOH ekstraksiyon yöntemiyle yapılmıştır. Her bir örnek için; toplam humin maddeleri, humin asit değerleri ve fulvik asit miktarları saptanmıştır (Scheffer ve Ulrick,1960).

**Mikorizal potansiyelin belirlenmesi:** Toprakta bulunan mikoriza sporlarının izolasyonunda Gerdemann ve Nicolson (1963) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Mikoriza sporlarının sayımı ile mikorizal potansiyel tespit edilmiştir.

**Mineralojik analiz:** Numuneler çift taraflı bant yardımıyla numune tutucuya yerleştirilmiştir. Daha sonra numuneler Polaron SC 7620 mini Sputter Coater yardımıyla 45 s kaplanmıştır (cihaz saniyede yaklaşık 3 Angstrom kaplama yapmaktadır). Kaplanan numuneler LEO 440 Taramalı Elektron mikroskopuyla incelenmiştir.

Horizonlardaki demir ve mangan minerallerinin düzeylerini saptamak amacıyla 50-150 ve 150-250 mikron boyutlarındaki ince ve çok ince kum boyutu mineraller ıslak eleme yöntemiyle ayrılarak, Kanada Balzamu ile preparatları hazırlanmış ve polarize mikroskopta demir ve mangan oksitli minerallerin sayımı yapılmıştır (FitzPatrick, 1993).

**3.2.5. Meşçerede Boy-Çap (1,30m) Ölçümlerinin Yapılması**

Deneme alanlarında 20x20 m'lik alanda boy ve çap (1,30m) ölçümü yapılmıştır. Çap ölçümü 2 yönden yapılarak ortalaması alınmıştır. Boy ölçümü BLUME-LEISS kullanılarak yapılmıştır (Kantarcı, 2005).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Profil Tanımlamaları ve Makromorfolojik Özellikler

Araştırma alanındaki tüm profiller Entisol ordosuna dahildir. Entisoller; pedojenik horizon gelişimi belirtilerini çok az gösteren veya hiç göstermeyen topraklardır. Büyük bir çoğunluğu sadece ochric horizonu içerir. Çoğunlukla tanımlayıcı horizonları bulunmaz. Önemli bir kısmında çok genç olduklarından, horizonların oluşumu için yeterli zaman geçmemiştir. Entisol'ler morfolojilerine etkileyecek kadar bozuk drenaj koşullarının varlığına ve oluştuğu ana materyalin niteliğine göre alt ordolara ayrılmıştır. Bunlardan kumlu tekstürlü olanlar "Psamment" alt ordosuna girmektedir. Psammentler rüzgârlar tarafından veya jeolojik zamanlarda çeşitli etmenler tarafından depolanmış, pekişmemiş kum çökelleri üzerinde oluşmuş Entisollerdir. Psammentlerin büyük gruplarından biri olan Xeropsamment'ler xeric nem rejiminde bulunanlardır. Typic xeropsamment'ler Xeropsamment'lerin bir alt grubudur (Dinç ve ark, 1995). Araştırma alanı topraklarımız "Typic Xeropsamment sınıfına dahildir.

#### 4.1.1. 1961 Yılı Fıstık Çamı Plantasyonu Toprak Profili

Turan Emeksiz kumulunda ilk fıstık çamı dikimi yapılan saha 21 nolu parseldir. Bu parseldeki profil, 36° 47" 09.19' kuzey enlemi ve 34° 52" 10.72' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Denizden yüksekliği 5 m'dir. Bu alanda yaygın olarak 1961 yılında dikilen fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) bulunmaktadır. Turan Emeksiz plantasyonundaki en yaşlı fıstık çamı ağaçlarının bulunduğu bu alan araştırılmak üzere seçilmiştir. Alandaki yaygın olarak saptanan profilin tanımlanması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.1.).

Yer: Turan Emeksiz-Ortakumluk

Yükseklik: 5 m

Fizyografya: Eksibe Eteği

Eğim: % 2-6  
 Vejetasyon: Fıstık çamı  
 Drenaj: İyi  
 Yüzey Taşlılığı: Yok  
 Ana Materyal: Kıyı kumulu  
 Arazi Kullanımı: Ağaçlandırma  
 Ayırt Edici Horizonlar: Ochric  
 Sınıflama: Typic Xeropsamment

| <b><u>Horizon</u></b> | <b><u>Derinlik (cm)</u></b> | <b><u>Morfolojik özellikler</u></b>   |
|-----------------------|-----------------------------|---|
| <b>OL</b>             | 0-3                         | Yaprak tabakası: Son yıla ait yapraklar parçalanmamış veya çok az parçalanmış organik atıklar, taşsız, yaygın dalgalı sınır   |
| <b>OF</b>             | 3-5                         | Çürüntü Tabakası: Kısmen parçalanmış ve birbirine yapışmamış organik artıklar (yaprak ve kabuklar), taşsız, belirgin dalgalı horizon sınırı.  |
| <b>OH</b>             | 5-8                         | Humus tabakası: Koloidal boyuttaki şekilsiz organik maddelerden oluşmuştur. Yüksek faunal aktivite (karınca), kesin, düz sınır.   |
| <b>Ah</b>             | 8-17                        | Kuru iken 2,5Y 5/2, kumlu, teksel yapı, çok kireçli, profil boyunca yoğun saçak kökler, taşsız, fiberler arasında oluşmuş agregatlar, yüksek faunal (karınca) aktivite, geçişli, dalgalı sınır      |
| <b>Bw</b>             | 17-31                       | Kuru iken 2,5Y 5/2, kumlu, teksel strüktür, çok kireçli, profil boyunca yoğun kazık kökler, taşsız, fiberler arasında oluşmuş agregatlar, yüksek faunal (karınca) aktivite, geçişli, dalgalı sınır. |
| <b>BC</b>             | 31-56                       | Kuru iken 2,5Y 6/2, kumlu, teksel strüktür, çok kireçli, profil boyunca yoğun kazık kökler, taşsız, geçişli, dalgalı sınır  |
| <b>C</b>              | 56+                         | Kuru iken 2,5Y 6/1, kumlu, teksel strüktür, çok kireçli, taşsız, geçişli, dalgalı sınır   |



Şekil 4.1. 1961 yılında dikilen 21 nolu parsele ait toprak profili

#### 4.1.2. 1974 Yılı Fıstık amı Plantasyonu Toprak Profili

Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma M¼d¼rl¼đ¼'n¼n bilimsel araştırmaları için ayrılmış ve 1974 yılında fıstık çamı dikilen olan 62 nolu parselde açılan profil 36° 47" 14.72' kuzey enlemi ve 34° 50" 43.18' doğu boylamında yer almaktadır. Denizden y¼ksekliđi 2 m'dir. ÇalıŐmamıza konu bu alanda 1974 yılında dikilen Fıstık amı (*Pinus pinea* L.) bulunmaktadır. Alandaki yaygın olarak saptanan profilin tanımlanması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.2.).

Yer: Turan Emeksiz-Ortakumluk

Y¼kseklik: 2m

Fizyografya: Tesviye edilmiş d¼zl¼k

Eğim: % 0-2

Vejetasyon: Fıstık amı

Drenaj: İyi

Y¼zey Taşlılığı: Yok

Ana Materyal: Kıyı kumulu

Arazi Kullanımı: Ağaçlandırma

Ayırt Edici Horizonlar: Ochric

Sınıflama: Typic Xeropsamment

| <b><u>Horizon</u></b> | <b><u>Derinlik (cm)</u></b> | <b><u>Morfolojik özellikler</u></b>  |
|-----------------------|-----------------------------|--|
| <b>OL</b>             | 0-3                         | Yaprak tabakası: Son yıla ait yapraklar (ibreler), parçalanmamış veya çok az parçalanmış organik atıklar, taşsız, yaygın dalgalı sınır   |
| <b>OF</b>             | 3-5                         | Çürüntü Tabakası: Organik atıklar kısmen parçalanmış, birbirine yapışmamıştır, fakat menşei bellidir (yaprak, kabuk vb.), taşsız, belirgin dalgalı sınır   |
| <b>OH</b>             | 5-8                         | Humus tabakası: Koloidal boyuttaki şekilsiz organik maddelerden oluşmuştur. Yüksek faunal aktivite (karınca), belirgin, dalgalı sınır  |
| <b>Ah</b>             | 8-15                        | Kuru iken 2,5Y 5/2, kumlu, tekseleli strüktür, çok kireçli, profil boyunca yoğun saçak kökleri, taşsız, fiberler arasında oluşmuş agregatlar, yüksek faunal (karınca) aktivite, geçişli, dalgalı sınır |
| <b>Bw</b>             | 15-23                       | Kuru iken 2,5Y 4/2, kumlu, tekseleli strüktür, çok kireçli, profil boyunca yoğun kazık kökleri, taşsız, geçişli, dalgalı sınır.  |
| <b>BC</b>             | 23-40                       | Kuru iken 2,5Y 5/2, kumlu, tekseleli strüktür, çok kireçli, profil boyunca yoğun kazık kökleri, taşsız, geçişli, dalgalı sınır   |
| <b>C</b>              | 40+                         | Kuru iken 2,5Y 5/2, kumlu, tekseleli strüktür, çok kireçli, taşsız, geçişli, dalgalı sınır   |



Şekil 4.2. 1974 yılında fıstık çamı dikilen 62 nolu parsele ait toprak profili

#### 4.1.3. 1981 Yılı Fıstık Çamı Plantasyonu Toprak Profili

Turan Emeksiz Ormanında tür değişikliği yapılan ilk saha olan 43 nolu parselde bulunan profil  $36^{\circ} 47'' 12.73'$  Kuzey ve  $34^{\circ} 51'' 49.14'$  doğu boylamlarında yer almaktadır. Denizden yüksekliği 4m dir. Bu alanda yaygın olarak 1981 yılında dikilen Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) ve parselin alt kısmında ise Sahil çamı (*Pinus pinaster* L.) bulunmaktadır. Alandaki yaygın olarak saptanan profilin tanımlanması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.3.).

Yer: Turan Emeksiz - Ortakumluk

Yükseklik: 4 m

Fizyografya: Tesviye edilmiş düzlük

Eğim: % 0-2

Vejetasyon: Fıstık Çamı

Drenaj: İyi

Yüzey Taşlılığı: Yok

Ana Materyal: Kumul Tepesi

Arazi Kullanımı: Ağaçlandırma  
Ayırt Edici Horizonlar: Ochric  
Sınıflama: Typic Xeropsamments

| <b><u>Horizon</u></b> | <b><u>Derinlik (cm)</u></b> | <b><u>Morfolojik özellikler</u></b>  |
|-----------------------|-----------------------------|--|
| <b>OL</b>             | 0-3                         | Yaprak tabakası: Son yıla ait yapraklar (ibreler), parçalanmamış veya çok az parçalanmış organik atıklar   |
| <b>OF</b>             | 3-5                         | Çürüntü Tabakası: Organik atıklar kısmen parçalanmış, birbirine yapışmamıştır, fakat menşei bellidir (yaprak, kabuk vb.)   |
| <b>OH</b>             | 5-7                         | Humus tabakası: Koloidal boyuttaki şekilsiz organik maddelerden oluşmuştur. Yüksek faunal aktivite (karınca), kesin, düz sınır.  |
| <b>Ah</b>             | 7-16                        | Kuru iken 2,5Y 3/2, kumlu, tekseleli yapıdır, çok kireçli, profil boyunca yoğun saçak kökleri, taşsız, kök ve organik madde etkisi ile oluşmuş hafif yapı gelişimi, belirgin, dalgalı sınır. |
| <b>Bw</b>             | 16-22                       | Kuru iken 2,5Y 5/3, kumlu, tekseleli yapıdır, çok kireçli, profil boyunca az yoğun kazık kökleri, taşsız, kök etkisi ile hafif yapı gelişimi, geçişli, dalgalı sınır.                        |
| <b>BC</b>             | 22-40                       | Kuru iken 2,5Y 6/3, kumlu, tekseleli yapıdır, çok kireçli, profil boyunca seyrek kazık kökleri, taşsız, kök etkisi ile renk değişimi, geçişli, dalgalı sınır                                 |
| <b>C</b>              | 40+                         | Kuru iken 2,5Y 6/2, kumlu, tekseleli yapıdır, çok kireçli, taşsız, kök gelişimi belirgin biçimde kesilmiş durumda, kesin düz sınır   |



Şekil 4.3. 1981 yılında fıstık çamı dikilen 43 nolu parsele ait toprak profili

## 4.2. Seçilen Profillerin Ölü Örtü ve Topraklarının Kimi Kimyasal ve Fiziksel Analiz Sonuçları

### 4.2.1. Ölü Örtü Sonuçları

Ölü örtü ormanda yaşayan canlıların her türlü organik artıklarından oluşmaktadır. Ağaçların dökülen yaprakları ölü örtünün en önemli bölümüdür. Bu nedenle ölü örtü yaprak, çürüntü ve humus tabakalarına ayırt edilerek incelenmektedir (Kantarcı, 2005). Yaprak tabakası, son 1-2 yıla ait yapraklar (ibreler), parçalanmamış veya çok az parçalanmış organik atıklar olarak tanımlanmaktadır. Çürüntü tabakasında organik atıklar kısmen parçalanmış, birbirine yapışmamıştır, fakat kökeni bellidir (yaprak, kabuk vb.). Humus tabakası ise koloidal boyuttaki şekilsiz (doğal formunu kaybetmiş) organik maddelerden oluşmuştur (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Ölü örtü (A: Yaprak tabakası, B: Çürüntü tabakası C: Humus tabakası)

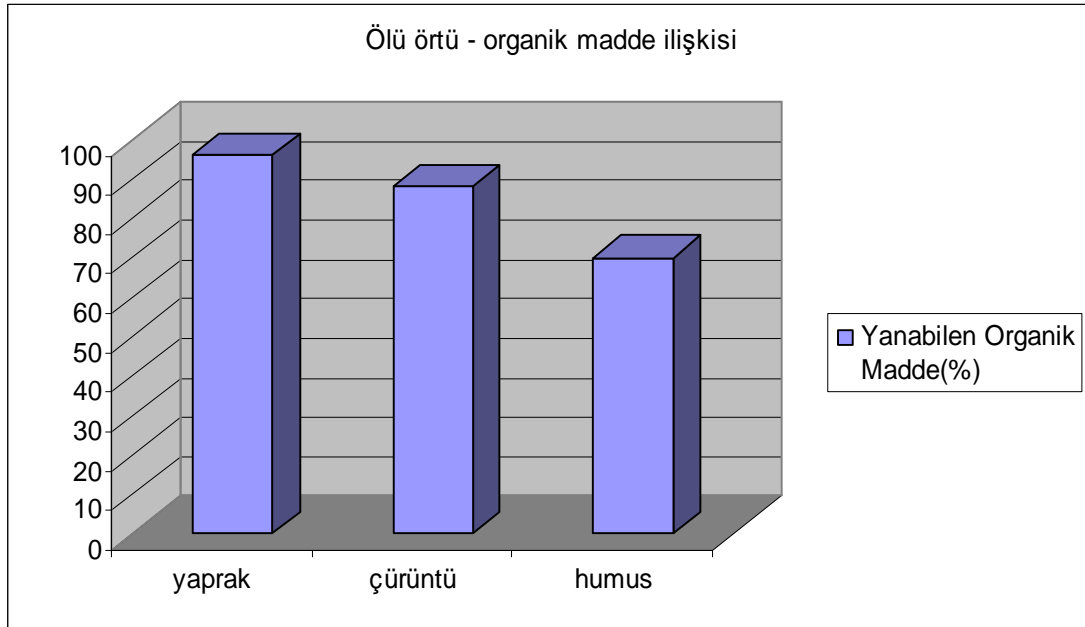
Her profil noktasının üzerinde 50x50 cm boyutlarındaki alanda ölü örtü tabakalarının derinliği cm olarak saptanmış, ve her tabaka ayrı ayrı örneklenerek hava kuru ve fırın kuru ağırlıkları, kül ve organik madde miktarı saptanmıştır(Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Çalışılan Profillerin Ölü Örtü Sonuçları

| Parsel No | Dikim Yılı | Ölü Örtü Türü | Kalınlık (cm) | Hava kuru ağırlık (g/0,25 m <sup>2</sup> ) | Nem (%) | Kuru madde (%) | Kül (%) | Yanabilen Organik Madde (%) | Karbon (%) |
|-----------|------------|---------------|---------------|--|---------|----------------|---------|-----------------------------|------------|
| 21        | 1961       | Yaprak        | 3             | 339,8                                      | 11,09   | 88,91          | 4,148   | 95,852                      | 55,59      |
|           |            | Çürüntü       | 2             | 403,6                                      | 18,38   | 81,62          | 14,304  | 85,696                      | 49,70      |
|           |            | Humus         | 3             | 2324,5                                     | 18,61   | 81,39          | 24,956  | 75,044                      | 43,52      |
| 62        | 1974       | Yaprak        | 3             | 326,4                                      | 8,93    | 91,07          | 4,221   | 95,779                      | 55,55      |
|           |            | Çürüntü       | 2             | 207,6                                      | 10,66   | 89,34          | 11,826  | 88,174                      | 51,14      |
|           |            | Humus         | 3             | 2175,0                                     | 14,73   | 85,27          | 32,566  | 67,434                      | 39,11      |
| 43        | 1981       | Yaprak        | 3             | 340,2                                      | 11,11   | 88,89          | 3,646   | 96,354                      | 55,88      |
|           |            | Çürüntü       | 2             | 439,3                                      | 15,60   | 84,40          | 11,980  | 88,020                      | 51,05      |
|           |            | Humus         | 2             | 1055,2                                     | 10,70   | 89,30          | 32,040  | 67,960                      | 39,41      |

Her üç profil noktasında da ölü örtünün üç tabakasının da varlığı ve ölü örtünün mineral toprak üzerinde ve ondan kesin bir şekilde ayrılmış (karışmamış) olarak yer aldığı tespit edilmiştir. Bu bulgulara göre humus tipi “ham humus”tur.

Çizelge 4.1. de görüldüğü gibi son 1-2 yıla ait ibre, yapraklardan oluşan yaprak tabakasının ağırlık miktarları 1961, 1974 ve 1981 yılı dikimlerine ait profil noktalarında sırasıyla; 339,8, 326,4 ve 340,2g/0,25 m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Bu değerler birbirine oldukça yakındır. Yanabilen organik madde (%) miktarları sırasıyla, 95,85, 95,78 ve 96,35 olarak yine birbirine yakın bulunmuştur. Karbon (%) miktarları; 55,59, 55,55, 55,88 olarak yaklaşık aynı değerdedir. Ölü örtü kapsamındaki yüksek düzeyde organik madde ve karbon düzeyleri, çürüntü ve humus katmanlarına göre, yaprak tabakasında saptanmıştır.



Şekil 4.5. Ölü örtü tabakalarında yanabilen organik madde düzeyleri (%)

Çürüntü tabakası ağırlık miktarları 1961, 1974 ve 1981 yılı dikimlerine ait profil noktalarında sırasıyla; 403,6, 207,6 ve 439,3g/0,25m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Yanabilen organik madde (%) miktarları sırasıyla, 85,69, 88,17 ve 88,02 olarak birbirine yakın düzeydedir. Karbon (%) miktarları ise, 49,70, 51,14, 51,05 olarak birbirine yakın değerdedir. Bu değerlerle çürüntü tabakası ölü örtü içerisinde fazla organik madde oranına sahip ikinci tabakadır.

Humus tabakası en yüksek düzeyde ağırlığa sahiptir ve 1961, 1974 ve 1981 yılı dikimlerine ait profil noktalarında bu ağırlıklar sırasıyla; 2324,5, 2175,0 ve 1055,2 g/0,25 m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Yanabilen organik madde (%) miktarları

sırasıyla, 75,04, 67,43 ve 67,96 olarak bulunmuştur. Karbon (%) miktarları; 43,52, 39,11 ve 39,41 olarak birbirine yakın değerlerdedir (Çizelge 4.1.).

Gelibolu'da fıstık çamı ağaçlandırma alanlarında yapılan benzer bir çalışmada kuru çürüntülü mull tipindeki tüm ölü örtü tek bir katman olarak alınmış ve yanabilen organik madde % 91 – 96 arasında bulunmuştur (Karakan, 1996). Diğer bir çalışmada fıstık çamı ormanlarında ölü örtünün % 3,3 – 16,9 oranında kül ve % 83,1- 96,7 oranında organik madde içerdiği tespit edilmiştir (Kambak, 1996).

Bu çalışmada, 1961 yılında fıstıkçamı ile ağaçlandırılan 21 nolu parsel, ölü örtü düzeyinin en yüksek olduğu parsel olarak saptanmıştır. Bunu ikinci sırada 1974 yılında kurulan 62 nolu parsel, üçüncü sırada da 1981 yılında kurulan 43 nolu parsel izlemektedir (Çizelge 4.1.). Ölü örtü miktarları ile ağaçların yaşı arasında doğrusal bir ilişki vardır. Ölü örtü tabakasının miktarı ve kalınlığının, ağaçların türü, yaşı ve plantasyonun kapalılık durumuna bağlı olarak değişim gösterdiği Arol (1959), Irmak ve Çepel (1968) tarafından da belirtilmiştir.

Tüm ölü örtü tabakalarında kuru madde oranları % 81,62 – 91,07 arasında olup birbirine yakın değerlere sahiptir (Çizelge 4.1.). Ölü örtü tabakasında üstten aşağıya doğru ağırlık miktarları artmaktadır. Yanabilen organik madde oranları ise azalmaktadır.

Humus tabakası ölü örtü içerisinde en düşük düzeyde organik madde içeriğine sahip tabakadır (Çizelge 4.1.). Bunun nedeni, Irmak'ın (1972) belirttiği gibi, humus tabakasında kimyasal ve biyolojik ayrışma olayların çok hızlı oluşmalarına bağlıdır. Başka bir deyişle, humus maddesinin, mineral toprakla karışması ve kil minerallerine bağlanması olayları bu tabakada hızla meydana gelmektedir (Irmak, 1972). Bu nedenle, organik madde miktarının bu tabakada en düşük düzeyde olması buna bağlanabilir.

Ormandaki organik maddelerin ve özellikle ölü örtünün bileşiminde selüloz ile lignin önemli yer tutarlar. Bunlardan başka hemiselüloz, proteinler, tanen, kütin, suberin, yağlar ile mumlar ve diğer organik bileşikler ve kül (mineral maddeler) organik maddelerin bileşiminde bulunur. Ölü örtüdeki mineral madde miktarının ölü örtünün ayrışma evreleri olan yaprak, çürüntü ve humus tabakalarındaki bulunuşu önemli farklar gösterir (Kantarıcı, 2000).

Atay (1972) Akdeniz ikliminde yazın sıcaklığın 35-38 °C iken kumul ısısının 51.6-52.7°C' ye çıktığını ve oluşan atmosferik değişimlerin 25 cm' ye kadar hissedildiğini belirtmiştir. Akdeniz iklim koşulları altında yaz kuraklığının uzun sürmesi ve bu dönemlerde buna bağlı mikroorganizma aktivitesinin azalması, bunun yanında yağışların düştüğü kış aylarında mikroorganizma faaliyetinin artması ve yağışa bağlı olarak kısa aralıklarla sürmesi, organik maddenin toprak yüzeyinde ana materyale karışmadan belirgin bir katman halinde birikmesine neden olmaktadır. Bu katmanın oluşumunda iklimsel koşullar ve ana materyal yanında fıstık çamı ağaçlarının oluşturduğu örtü de önemli bir role sahiptir. Fıstık çamı ağaçlarından dökülen iğne yapraklar, dal ve gövde kabukları ile dal ve bitki parçaları toprak yüzeyine katıldığında oluşan örtünün yüksek miktarlarda lignin içermesi, C/N ve C/P oranının yüksek olması ve mikroorganizma gelişimini engelleyen reçine gibi maddelerin varlığı mineralizasyon işleminin oluşumunu yavaşlatmaktadır. Nitekim araştırma alanımızdaki ölü örtüye ait bulgular çok yavaş ve zor ayrılan bir organik madde katmanının varlığını göstermektedir.



Şekil 4.6. 21 no'lu parselde ölü örtü

#### 4.2.2. Toprakların Kimyasal Analiz Sonuçları

Turan Emeksiz kıyı kumulunda farklı dönemlerde dikilen fıstık çamı ağaçlandırma sahalarında incelenen profillerin kimi kimyasal analiz sonuçları çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Toprakların Kimyasal Analiz Sonuçları

| Parsel no | Dikim yılı | Horizon | Derinlik (cm) | pH   | EC (mmhos/cm) | Kireç (%) | K.D.K. (me/100g) | D.K. (me/100g) |      |       |
|-----------|------------|---------|---------------|------|---------------|-----------|------------------|----------------|------|-------|
|           |            |         |               |      |               |           |                  | K              | Na   | Ca+Mg |
| 21        | 1961       | Ah      | 8-17          | 7,85 | 0,50          | 20,69     | 18,59            | 0,54           | 2,61 | 15,44 |
|           |            | Bw      | 17-31         | 7,96 | 0,39          | 22,85     | 10,64            | 0,22           | 0,60 | 9,82  |
|           |            | BC      | 31-56         | 8,07 | 0,36          | 23,26     | 8,44             | 0,13           | 0,42 | 7,89  |
|           |            | C       | 56+           | 8,09 | 0,34          | 23,99     | 9,04             | 0,16           | 0,49 | 8,40  |
| 62        | 1974       | Ah      | 8-15          | 7,86 | 0,77          | 22,72     | 9,64             | 0,44           | 0,53 | 8,67  |
|           |            | Bw      | 15-23         | 7,91 | 0,58          | 20,83     | 9,29             | 0,35           | 0,51 | 8,43  |
|           |            | BC      | 23-40         | 8,13 | 0,32          | 23,67     | 8,84             | 0,34           | 0,74 | 7,77  |
|           |            | C       | 40+           | 8,19 | 0,54          | 23,80     | 9,39             | 0,39           | 2,32 | 6,68  |
| 43        | 1981       | Ah      | 7-16          | 8,02 | 0,55          | 22,72     | 8,34             | 0,37           | 0,47 | 7,51  |
|           |            | Bw      | 16-22         | 7,99 | 0,41          | 23,13     | 8,59             | 0,35           | 0,75 | 7,49  |
|           |            | BC      | 22-40         | 8,02 | 0,27          | 25,02     | 7,24             | 0,24           | 0,44 | 6,56  |
|           |            | C       | 40+           | 8,06 | 0,26          | 25,69     | 7,54             | 0,15           | 0,73 | 6,66  |

1961 yılında kurulan plantasyonda pH, EC, % kireç ve K.D.K. üst horizonta (Ah) sırasıyla 7,85, 0,50, 20,69, ve 18,59 düzeyinde bulunmuştur. Bu değerler sırasıyla Bw horizonunda, 7,96, 0,39, 22,85 ve 10,64, BC horizonunda, 8,07, 0,36, 23,26 ve 8,44, C horizonunda ise 8,09, 0,34, 23,99 ve 9,04'tür. Kireç (%) ve pH değerleri üst horizontan alt horizonlara doğru yükselmiş, EC değerleri düşmüş, K.D.K. ise üst horizontan alt horizonlara doğru azalmış, buna karşın, yalnızca C horizonunda BC horizonundan biraz daha yüksek düzeyde çıkmıştır.

1974 yılında kurulan plantasyonda pH, EC, % kireç ve K.D.K. üst horizonta (Ah) sırasıyla 7,86, 0,77, 22,72, ve 9,64 bulunmuştur. Bu değerler sırasıyla Bw horizonunda; 7,91, 0,58, 20,83 ve 9,29, BC horizonunda; 8,13, 0,32, 23,67 ve 8,84, C

horizonunda ise 8,19, 0,54, 23,80 ve 9,39'dur. pH ve % kireç değerleri üst horizontan alt horizona doğru artmış, EC ve K.D.K. değerleri üst horizontan alt horizonlara doğru azalmış, sadece C horizonunda BC horizontan biraz daha yüksek çıkmıştır.

1981 yılında kurulan plantasyonda pH, EC, % kireç ve K.D.K. üst horizonta (Ah) sırasıyla 8,02, 0,55, 22,72, ve 8,34 düzeyinde bulunmuştur. Bu değerler sırasıyla Bw horizontunda; 7,99, 0,41, 23,13 ve 8,59, BC horizontunda; 8,02, 0,27, 25,02 ve 7,24 C horizontunda ise 8,06, 0,26, 25,69 ve 7,54'dür. Üst horizontan alt horizona doğru pH değeri artmış, ancak Bw horizontunda Ah horizontundan daha düşük bulunmuştur. Kireç (%) değerleri üst horizontan alt horizona doğru artmış, EC ve K.D.K. değerleri üst horizontan alt horizonlara doğru azalmış, sadece C horizonunda BC horizontan biraz daha yüksek çıkmıştır.

Toprakların pH'sı 7.85–8,19 arasında olup “orta alkali”dir. Topraktaki birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik olay toprak reaksiyonu tarafından etkilenir. Toprak oluşumu ve gelişimi, ekolojik bakımdan besin maddeleri ekonomisi üzerinde etkilidir, başka bir deyişle, toprak reaksiyonu da bu konuda önemli rollere sahiptir. Her üç profilde de bulguların profil boyunca değişimleri birbirleri ile uyumludur/benzerdir, buna karşın düzeyleri farklıdır. Bu bağlamda, Ah horizonlarında pH en düşük düzeyde olup, derinliğin artmasıyla pH yükselmektedir.

Plantasyonlardaki ağaçların toprak yüzeyinde organik materyalleri biriktirmeleri ve oluşan ölü örtü tabakasının ayrışması, mineralizasyonu ve humifikasyonu sırasında ekosistem için gerekli besin elementlerinin sağlanması yanında inorganik ve organik asitler de toprağa katılmaktadır. Oluşan bu gibi asitlerin toprak pH'sında değişimlere neden oldukları belirtilmiştir. Ölü örtü tabakasının parçalanması ve organik maddenin ayrışması sırasında oluşan birçok inorganik ( $H_2CO_3$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$  ve  $H_3PO_4$ ) ve organik asit (sitrik, oksalik, fulvik ve humin asitler) yüzey toprağında oluşan pH değişimlerinden sorumlu olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda hafif asit ve alkali ortamlarda organik madde katılımının toprak pH'sı üzerinde tamponlama etkisi gösterebileceği vurgulanmıştır. pH'nın yüksek olduğu alanlara uzun dönemli organik madde uygulamalarının pH'yı düşürebileceği belirtilmiştir (Stevenson, 1982). Nitekim çalışılan profiller içerisinde en eski

plantasyon olan 1961 yılında kurulan plantasyonun pH değerleri diğerlerine göre daha düşük bulunmuştur.

Toprakların EC (mmhos/cm) değerleri 0,26-0,77 arasında olup “tuzsuz” sınıfındadır. Çalışılan bütün plantasyon alanlarında EC değerlerinin düşük olması bu alanların kaba tekstürlü olmalarına ve % 80 kadar kum içermesine bağlanabilir. Kaba tekstürlü alanlarda infiltrasyon ve yıkanmanın yüksek olması tuzluluğu oluşturan bileşiklerin toprak profilinden uzaklaştırılmasına neden olmaktadır.

Çalışılan topraklarda CaCO<sub>3</sub> düzeyi % 20,69 – 25,69 arasında olup “çok kireçli” sınıfına girmektedir. Horizonlarda % kireç düzeyi üst horizontan alt horizona doğru artış göstermektedir. Organik maddenin ayrışması sırasında oluşan inorganik ve organik asitler toprak tekstürü ve yağışın uygun olması durumunda bazik katyonların toprak profili yüzeyinden aşağıya taşınmasını sağlayabilmektedir. Bununla birlikte CaCO<sub>3</sub>’lu minerallerin kalsiyumları da organik asitlerin etkisiyle kısmen çözünerek, diğer kaynaklardan profile gelmiş Ca ile birlikte alt horizonlara yıkanabildiği söylenebilir. Bu da profilin üst horizonlarındaki CaCO<sub>3</sub> düzeyinin düşmesine neden olabilmektedir. Çalışılan tüm plantasyon alanlarında CaCO<sub>3</sub> yüzeyde alt horizona göre düşük bulunmuştur.

Katyon değişim kapasitesi 7,24 – 18,59 me/100 g arasındadır. Atalay (2002) Çukurova’nın kıyı kesimlerinde kumulların yaygın olduğu bu alanlarda katyon değişim kapasitesinin düşük olduğunu belirtmiştir. Çepel (1983) ’in bildirdiğine göre toprakların tekstürlerine göre katyon değişim kapasiteleri Schlichting ve Blume’ nin (1966) sınıflandırmasına göre aşağıdaki gibidir:

| <u>Toprak (tekstürüne göre)</u> | <u>K.D.K. (me/100g toprak)</u> |      |
|---------------------------------|--------------------------------|------|
| Kum ve tınlı kum                | 2-10                           | Az   |
| Kumlu tın ve tın                | 11-19                          | Orta |

Toprağın içerdiği organik madde miktarına bağlı olarak K.D.K. da meydana gelen artış ortalama aşağıda verilen düzeylerde olmaktadır.

| <u>Organik Madde düzeyi</u> | <u>K.D.K. da artış(me/100g toprak)</u> |
|-----------------------------|--|
| Düşük (%1-2)                | 3                                      |
| Orta (%2-5)                 | 6                                      |

Çalışılan profillerin toprak tekstür sınıfları tınlı kum ve kumlu tındır (Çizelge 4.7.). Organik madde içerikleri de % 3,15 - 5,08 arasında değişim göstermektedir. Bu durumda bulunan K.D.K. sonuçları yukarıdaki tanımlamalarla uyumludur. 21 nolu parselin Ah ve Bw horizonlarında K.D.K. “orta”, diğer tüm profillerde “düşük” düzeydedir. En yüksek K.D.K. ve organik madde 21 nolu parselin Ah horizonunda saptanmıştır. Organik madde genelde toprakların K.D.K.’ sının % 25 ile % 35’ni oluşturmaktadır. Bu değerler çayır, mera ve orman topraklarının yüzey horizonlarında % 50’ye ulaşmaktadır. Organik maddenin K.D.K.’ sı 150-220 me/100 g arasında değişim göstermektedir (Ünal ve Başkaya, 1981). Organik maddenin ayrışması ve humifikasyonu sonucunda oluşan koloidal amorf humin maddelerinin K.D.K’ lerinin 300-1400 me/100 g arasında değiştiği belirtilmiştir (Stevenson, 1982).

Değişebilir katyonların miktarları yönünden; en az  $K^+$  (0,13 – 0,54 me/100g toprak), ardından  $Na^+$  (0,44 – 2,61 me/100g toprak) en fazla ise  $Ca^{++}+Mg^{++}$  (6,56 – 15,44 me/100g toprak) saptanmıştır.

Toprakta potasyumun değiştirilebilir durumda tutulması kil miktarına önemle bağlıdır. Kil miktarı az olan ve kumlu tın, tınlı kum bünyeye sahip olan bu sahada potasyumun düşük çıkması beklenen bir sonuçtur. Toprakta sodyum, değiştirilebilir katyon durumunda veya sodyumun suda çözülebilir tuzları halinde bulunur. Ayrışma sonucunda serbest kalan sodyum katyonları yağış suları ile yıkanıp giderler (Kantarcı, 2000). Kumlu bünyeye sahip profillerde Na katyonları yıkanma ile profillerden uzaklaşmıştır.

Toprakta tüm kalsiyum ile değiştirilebilir kalsiyum düzeyleri ana kayanın mineralojik bileşimine önemli oranda bağlıdır. Kalsiyum, kalsiyumlu minerallerin hidratlanması ve hidrolizi ile toprak suyuna geçer. Ağaç köklerinin toprağın derinliklerinden aldıkları kalsiyum iyonları yaprak dökümü ile tekrar toprak yüzeyine ulaşır ve ölü örtünün ayrışması ile toprağa dönerler. Bitki içindeki kalsiyum kökten doğrudan yapraklara ulaşmakta ve bitkinin diğer organlarına dağılmayıp yaprakta toplanmaktadır. Bu nedenle yapraklar kalsiyumca zengindir. Ekosistemde kalsiyum

dolaşımında ormanın yaprak dökümü çok önemli bir rol oynamaktadır (Kantarcı, 2000). Araştırma alanımızdaki toprakların kireç düzeylerinin çok yüksek olması, kalsiyumlu minerallerin yaygınlığı yanında (Dinç ve ark., 1978) yaprak içeriğindeki kalsiyumdan kaynaklanan kalsiyumca zenginleşmiş olduğunu göstermektedir. Bu nedenle çalışılan topraklardaki değişebilir katyonlar içerisinde Ca+Mg miktarı sodyum ve potasyuma göre daha yüksektir.

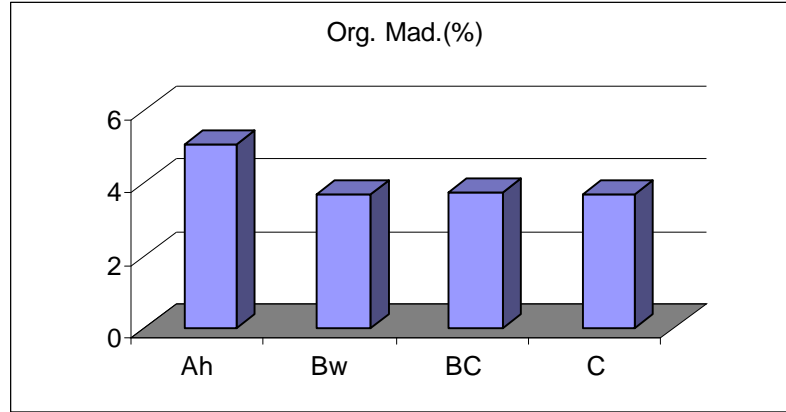
#### 4.2.3. Toprakların Organik Madde İçeriği

1961, 1974 ve 1981 yıllarına ait fıstık çamı plantasyonlarının toprak profillerinde organik madde iki farklı metotla (Walkley-Black yaş yakma ve LECO C/S elementer analiz aygıtı kullanılarak kuru yakma) yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Her iki metotla elde edilen sonuçlar aynı profiller için birbirine paralel değerler vermiştir. Ancak C/S elementer analiz aygıtı kullanılarak kuru yakma yanma kaybı ile elde edilen değerler tüm toprak profilleri için yaş yakma metodu ile elde edilen değerlerden daha yüksektir. Söz konusu aygıt, topraktaki organik karbonla birlikte inorganik karbonu da ölçmektedir. Çalışma alanımızdaki toprakların inorganik karbon kaynağı olan kireç düzeyi % 20,69-25,69 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.2.). Bu yüksek inorganik CaCO<sub>3</sub> düzeyi söz konusu aygıtla saptanan yüksek karbon düzeyini açıklamaktadır (CaCO<sub>3</sub> içinde % 12 oranında C bulunmaktadır). Bu bağlamda, Walkley-Black yöntemiyle belirlenen organik karbon ve organik madde miktarları, aygıt kullanılarak yapılan karbon ölçümlerinden, düşük çıkmıştır. Aygıt ölçümleri ile saptanan karbon miktarından CaCO<sub>3</sub> içindeki C düşüldüğünde yaş yakma ile elde edilen değerlere yakın sonuçlara ulaşılmaktadır. Böylece, ateşte kayıp yöntemine bağlı olan özel aygıtla (Carbon ölçüm cihazı) yapılan analizin düşük düzeyde kireç içerikli topraklarda daha başarılı olacağı vurgulanabilir. Bu nedenle, bu çalışmada, yaş yakma yöntemi ile elde edilen organik madde sonuçları da değerlendirmeye alınmıştır.

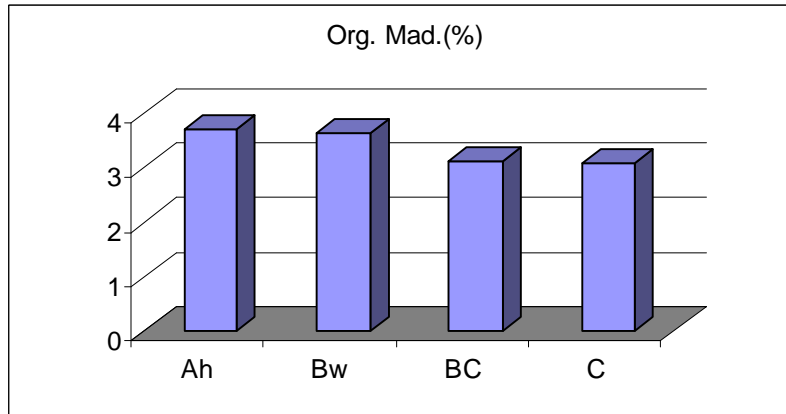
Çizelge 4.3. Toprakların Organik Madde İçeriği

| Parsel No | Dikim Yılı | Horizon | Derinlik (cm) | YAŞ YAKMA (WB) |        | YANMA KAYBI |        |
|-----------|------------|---------|---------------|----------------|--------|-------------|--------|
|           |            |         |               | % C            | % O.M. | % C         | % O.M. |
| 21        | 1961       | Ah      | 0-10          | 2,950          | 5,085  | 4,994       | 8,609  |
|           |            | Bw      | 10-24         | 2,133          | 3,678  | 4,276       | 7,372  |
|           |            | BC      | 24-49         | 2,181          | 3,761  | 3,913       | 6,747  |
|           |            | C       | 49+           | 2,133          | 3,678  | 4,220       | 7,276  |
| 62        | 1974       | Ah      | 0-6           | 2,149          | 3,705  | 4,297       | 7,408  |
|           |            | Bw      | 6-14          | 2,117          | 3,650  | 4,250       | 7,328  |
|           |            | BC      | 14-31         | 1,813          | 3,126  | 4,244       | 7,317  |
|           |            | C       | 31+           | 1,797          | 3,099  | 3,779       | 6,515  |
| 43        | 1981       | Ah      | 0-9           | 2,837          | 4,892  | 4,744       | 8,178  |
|           |            | Bw      | 9-15          | 1,829          | 3,155  | 4,626       | 7,975  |
|           |            | BC      | 15-33         | 2,165          | 3,733  | 4,508       | 7,772  |
|           |            | C       | 33+           | 2,117          | 3,650  | 4,078       | 7,030  |

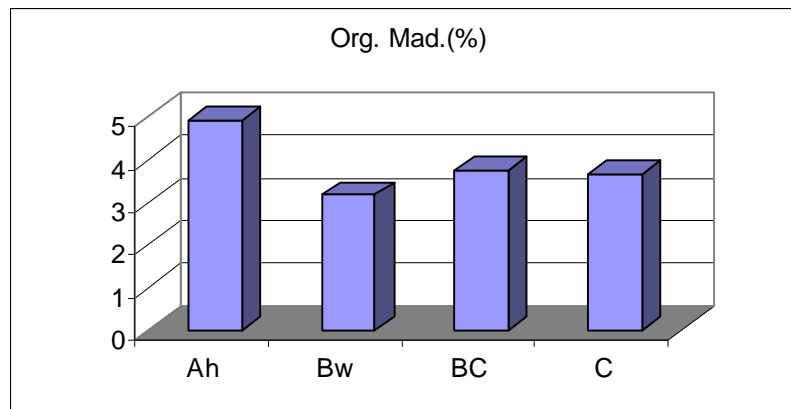
En yüksek organik madde düzeyleri, en üst horizon olan Ah horizonunda saptanmıştır. Ah horizonları içerisinde % organik madde ve C düzeyleri sırasıyla, en eski dikim (1961) olan 21 nolu parselde en yüksek (% 5,08 ve % 2,9) olup, bunu sırasıyla 1981 yılında dikilen 43 nolu parsel (% 4,89 ve % 2,83) ve 1974 yılında dikilen 62 nolu parsel (% 3,70 ve % 2,15) izlemektedir. 1981 yılında fıstıkçanı dikilen parsel, tür değişikliği yapılan bir parseldir. Öncesinde okaliptüsle kaplı olan bu sahada organik madde düzeylerinin 1974 yılı dikim sahasından daha yüksek çıkmasının nedeni, söz konusu önceki dikimlerdir.



Şekil 4.7. 1961 Yılı (21 nolu parselde) Dikimlerinde Organik Madde Düzeyi



Şekil 4.8. 1974 Yılı (62 nolu parselde) Dikimlerinde Organik Madde Düzeyi



Şekil 4.9. 1981 Yılı (43 nolu parselde) Dikimlerinde Organik Madde Düzeyi

Kantarcı (2000) 'nın bildirdiğine göre toprakların organik madde içeriğine göre sınıflandırılmasında, % C düzeyi 1,1-2,0 ve % organik madde 2,1-4,0 arası olan topraklar “humuslu”, % C düzeyi 2,0-5,5 ve % organik maddesi 4,1-10,0 arasında olan topraklar ise “çok humuslu” sınıfa girmektedir. Buna göre çalışılan toprakların humuslu olduğunu söyleyebiliriz.

Kumullarda yapılan benzer çalışmalarda organik madde değerleri bu bulgularla uyumludur. Karataş (2004) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu Akdeniz kıyı kumullarında en yüksek organik madde % 2.5 ile stabil kumullarda saptanmıştır. Akyatan kumulunda yapılan benzer bir çalışmada da organik madde oranları Ah yüzey horizonunda % 1,31-7,0 arasında bulunmuştur (Yaktı, 2003). Batı Anadolu'da Fıstıkçamı plantasyonlarının' nın (*Pinus pinea* L.) gelişmesini inceleyen Kılıcı ve ark. (2000) üst horizonlarda organik madde oranlarını % 0,605-7,053 arasında bulmuşlardır. Yine Dinç ve ark., (1978)'nin Doğu Akdeniz Kıyı Kumulları ile ilgili yaptıkları çalışmada organik madde oranı %0,134-0,817 arasında bulunmuştur.

Yapılan araştırmalara göre ülkemizde Karadeniz toprakları % 4.22, Doğu Anadolu toprakları % 2.46, Akdeniz toprakları % 2.11, Güneydoğu Anadolu toprakları % 1.73, Trakya ve Marmara toprakları % 1.62, Orta Anadolu % 1.58, Ege bölgesi toprakları % 1.37 oranında organik madde içermektedirler (Ünal, 1981). Stevenson (1965) toprakların organik madde içeriklerinin tipik Preri çayır toprağında % 5 ile % 6, kumlu bir toprağın % 1 den az ve bozuk drenajlı bir toprağın yaklaşık % 10 organik madde içeriklerine sahip olduklarını belirtmiştir. Çalışılan tüm profil alanlarının yüzey horizonlarında elde ettiğimiz organik madde değerleri, % 5,08 , % 4,89 ve % 3,70 düzeyinde olup, önceki çalışmalarda kumlu topraklar için saptanan değerlerden yüksektir. Orman alanlarında organik madde toprağa genellikle yüzeyden katılmaktadır. Toprak organik maddesi kaynakları, yüzeye katılan bitki artıkları ve bunlardan oluşan süzükler ve kök salgılarıdır. Çalıştığımız alanda fıstık çamı plantasyonları altında toprağa sürekli organik madde katılımı sürmektedir. Plantasyon topraklarında genellikle toprağın üst bölümü (Ah horizonu) organik madde bakımından zengindir. Organik madde toprağın derinliklerine inildikçe azalır. Bu anlamda, topraktaki organik madde miktarları ile ormanın tür bileşimi arasında

önemli ilişkiler bulunabilmiştir. Öte yandan toprak çeşidi de organik madde üzerinde önemli etkiler yapabilmektedir.

Akdeniz iklim koşulları altında yazların kurak geçmesi ve yağışların büyük bölümünün kış aylarında düşmesi mikrobiyel aktivitenin etkisinin kısa sürelerde etkili olmasına ve bu etkinin su ve sıcaklık rejiminin değişmesi nedeniyle azalmasına neden olmaktadır. Yaz aylarında sıcaklığın uygun ancak nem rejiminin uygun olmaması yaz mevsimi boyunca mikrobiyel aktivitenin etkisini en aza indirebilmektedir. Kış aylarında yağışların kısa aralıklarla tekrarlanması (yüzey horizonlarının ıslanma ve kuruma periyotlarının kısa aralıklarla gerçekleşmesi) ve toprak profili tekstürünün kumlu olması, mikrobiyel aktivitenin azalmasına ve organik maddenin parçalanma ürünlerinin stabilizasyonuna neden olabilmektedir. Çalıştığımız profillerin tekstürel özellikleri ve elde bulunan iklim karakteristikleri (nem ve sıcaklık) toprak yüzeyine katılan organik artıkların ayrışma ürünlerinin biyo-degradasyona uğramasını engellenmekte ve toprakta birikmesine ve sonuç olarak C stabilizasyonuna neden olabilmektedir. Ayrıca ağaçlar toprak yüzeyini ağaç tacı, ölü örtü tabakası ve kök nüfuzu yoluyla korumaktadır. Bu yolla yüzey akış ve erozyon kayıpları azaltılır, sıcaklık ve nem dalgalanmaları kırılır ve bir çok durumda toprağın fiziksel özellikleri korunur ve geliştirilir (Lal, 1989).

Roviro ve Vallejo (1997) Akdeniz iklimi altında alt toprak horizonların üst toprak horizonlarına göre mikrobiyel aktivite için daha uygun olduğunu ve alt horizonlarındaki oksijen azlığının parçalanma ve mineralizasyonu engellemeyeceğini ileri sürmüştür. Sonuç olarak toprak yüzey horizonlarındaki yüksek C ve N mineralizasyon değerlerini bu horizonlara katılan organik maddenin miktarı ve kalitesine bağlamıştır.

Elde ettiğimiz sonuçlarla, Akdeniz iklimi altında mikrobiyel aktiviteden çok, toprak yüzeyine katılan organik materyal miktarı ve kalitesinin; parçalanma, toprak içine alınma, yeni maddelerin sentezlenmesi ve stabilizasyonlarının belirlenmesinde etkili olacağı sonucuna varılmıştır. Çalıştığımız alanda organik materyallerin killer yada buna benzer geniş yüzey alanlı bileşiklere bağlanma yoluyla korunmasını sağlayacak parçacıkların az olması, organik maddenin, degradasyondan korunmasında, başka mekanizmaların etkin olduğuna işaret etmektedir.

Profillerimizdeki kumlu tekstüre karşın, organik materyallerin ayrışma ürünlerinin birikmesi, oluşan organik bileşiklerin birbirleriyle, silt ve kum boyutu parçacıkların yüzeyinde, çözünmüş/ayrışmış ve çözünme/ayrışma sonucunda oluşmuş, çözünme boşluklarında (dissolution cavities) birleşerek/bağlanarak ortamda tutulduklarını göstermektedir.

Çalıştığımız alanda organik madde birikimi diğer tüm faktörler sabit tutulduğundan dolayı bitki örtüsü ve yaşıyla doğrudan ilişkilidir. En yüksek organik madde 1961 yılında fıstık çamı ile kurulan 21 nolu parselin topraklarında saptanmıştır. Bunun nedeni ortalama ağaç yaşı, oluşturdukları biyomas miktarı ve kalitesine bağlanabilir. 1974 yılında fıstık çamı ile kurulan 62 nolu parselde organik madde ve buna bağlı C miktarının 1961 yılına göre daha düşük olması; bu ağaçların yaşları nedeniyle daha düşük organik madde biriktirmelerine bağlanabilir. 1981 yılında fıstık çamı ile ağaçlandırılan 43 nolu parsel, öncesinde 1962-1965 yılları arasında okaliptüsün dikildiği bir parseldir. Zaman olarak 21 nolu parsel ile aynı sürece sahip 43 nolu parselde organik madde oranları Ah ve Bw horizonlarında 21 nolu parselden daha düşüktür. BC ve C horizonlarındaki organik madde miktarları ise hemen hemen aynıdır. Bu sonuç, doğrudan fıstık çamı ile kurulan parselin oluşturduğu biyomas ve ölü örtünün, okaliptüs ile kurulan ve ardından fıstık çamına dönüştürülen parselde ki biyomas ve ölü örtüden daha fazla olması ile açıklanabilir. BC ve C horizonlarında hemen hemen aynı oranda organik maddenin olması ise bu plantasyonlarda organik madde ve buna bağlı C içeriğinin bir denge düzeyine erişmiş olması ile açıklanabilir.

#### 4.2.4. Toprakların Azot, Fosfor ve Potasyum İçerikleri

Araştırma alanında toprakların en yüksek % N değerleri Ah horizonlarında % 0,04-0,11 olarak tespit edilmiştir. Diğer horizonlarda ise 0,02-0,05 arasında değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.4.). Bu sonuçlar Akyatan kumulunda yapılan çalışmada (Yaktı, 2003) ve Belek fıstık çamı ağaçlandırma sahalarında yapılan çalışmada (Yeşilkaya ve Neyişçi 1992) elde edilen değerlerle uyumludur.

Doğu Akdeniz kıyı kumullarında yapılan diğer bir çalışmada ise en yüksek azot oranları % 0,023 ile stabil kumullarda saptanmıştır (Karataş, 2004). Araştırmanın yürütüldüğü Turan Emeksiz kumulu stabil bir kumul olup bulunan azot değerleri daha yüksektir ve yüzeyden derine gidildikçe azot miktarı düşmektedir. Azotun en büyük kısmı humusa bağlı olduğundan, toprakların yüzey horizonlarında en yüksek düzeyindedir ve profilin alt horizonlarına doğru azalmaktadır. Çalışılan topraklarda, ayrıca, N değerleri de organik madde oranları ile paralellik göstermektedir. Orman topraklarında azot içeriğinin, yüzey horizonlarında en yüksek düzeyine eriştiği önceden bir çok çalışmada belirtilmiştir. Bu bağlamda, çalışılan topraklarda da, Ah horizonunda N düzeyleri genellikle % 0,3-0,6 arasında değişmektedir. 25-30 cm den daha derinde yer alan horizonlarda ise bu düzey % 0,1'den aşağı düşebilmektedir (Irmak, 1972). Araştırma alanında elde edilen % N değerleri orman topraklarında elde edilen % N değerlerinden daha düşüktür. Nitekim azot değerlerinin düşük olması C/N oranının yüksek değerlere sahip olmasına yol açmıştır. Araştırma sahasında C/N oranları 19,5 ile 91,4 arasında değişim göstermektedir. C/N oranının yüksek olması, sıcak ve kurak iklim etkisi altında bulunan bu bölgede ayrışmanın uzun süre duraksaması ve yaprak örtüsünün güç ayrışan fıstıkçanı ibrelerinden oluşması ile açıklanabilir.

Çizelge 4.4. Toprakların N, C, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O Değerleri

| Parsel No | Dikim yılı | Horizon | Derinlik (cm) | N (%) | C (%) | C/N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da) | K <sub>2</sub> O (kg/da) |
|-----------|------------|---------|---------------|-------|-------|------|---------------------------------------|--------------------------|
| 21        | 1961       | Ah      | 7-17          | 0,09  | 2,950 | 32,7 | 1,74                                  | 31,62                    |
|           |            | Bw      | 17-31         | 0,09  | 2,133 | 23,7 | 1,87                                  | 19,24                    |
|           |            | BC      | 31-56         | 0,05  | 2,181 | 43,6 | 0,78                                  | 18,57                    |
|           |            | C       | 56+           | 0,04  | 2,133 | 53,3 | 1,19                                  | 13,21                    |
| 62        | 1974       | Ah      | 9-15          | 0,11  | 2,149 | 19,5 | 1,41                                  | 30,30                    |
|           |            | Bw      | 15-23         | 0,04  | 2,117 | 52,9 | 1,42                                  | 28,93                    |
|           |            | BC      | 23-40         | 0,05  | 1,813 | 36,3 | 1,33                                  | 26,19                    |
|           |            | C       | 40+           | 0,05  | 1,797 | 35,9 | 1,51                                  | 25,36                    |
| 43        | 1981       | Ah      | 7-16          | 0,04  | 2,837 | 70,9 | 1,19                                  | 18,62                    |
|           |            | Bw      | 16-22         | 0,02  | 1,829 | 91,4 | 0,96                                  | 14,05                    |
|           |            | BC      | 22-40         | 0,05  | 2,165 | 43,3 | 1,19                                  | 13,75                    |
|           |            | C       | 40+           | 0,05  | 2,117 | 42,3 | 1,09                                  | 7,46                     |

Plantasyon topraklarının horizonlarında yarayışlı fosfor değerleri 0,78-1,87 kg/da arasında değişim göstermiştir, bununla birlikte yüzey ve alt horizonların P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içerikleri birbirine yakın düzeylerde saptanmışlardır (Çizelge 4.4.). Yarayışlı fosfor miktarları üç profilin tüm horizonlarında “düşük” olarak bulunmuştur. P değerleri Ah ve Bw horizonlarında birbirine yakın ve 1981 yılı dikimi dışında diğer profillerde Bw horizonunda Ah horizonundan yüksek çıkmıştır. BC horizonlarında düşen fosfor miktarları C horizonlarında tekrar artmıştır. Fosfor genel olarak yüzey topraklarında yüksek düzeydedir. Irmak’ın da önceden belirttiği gibi, orta horizonlarda daha düşük olup, derinlikle fazlalaşmaktadır (Irmak, 1972). Çalışma alanının 7.85-8,09 (hafif alkali) olan pH değerlerinde, kalsiyum fosfatların suda çözünürlüklerinin pH 7-8 civarında azalması nedeniyle, topraktaki toplam fosfor yüksek düzeyde olsa bile bitkiler tarafından alınabilir fosfor düşük olabilmektedir (Kantarcı, 2000). Çalışma alanında, topraktaki yarayışlı P miktarlarının, üzerindeki fıstık çamlarının yaşı ile doğrusal ilişki içerisinde olduğu saptanmıştır. En yüksek değerler 1961 yılında dikilen 21 nolu parselde, ikinci sıradaki değerler 1974 yılında dikilen parselde, en düşük değerler ise 1981 yılında dikilen parselde bulunmuştur.

Horizonların yararlanılabilir K<sub>2</sub>O (kg/da) değerleri tüm profillerin Ah horizonunda en yüksek, alt horizonlara doğru azalan düzeydedir. Ah horizonlarında en yüksek değerler sırasıyla 1961, 1974 ve 1981 yılı dikimlerinde 31,62, 30,3 ve 18,62 kg/da olarak bulunmuştur. Bw, BC ve C horizonlarının K içerikleri, Ah horizonunu azalan düzeylerde izlemektedirler. En düşük değer 1981 dikimi olan parselin C horizonunda 7,46 kg/da olarak saptanmıştır (Çizelge 4.4.). Bu değerler orman toprakları için “orta (22,4-46,8 kg/da) ve düşük (< 22,4kg/da)” olarak değerlendirilmektedir (Anonymous, 1994). Bu bulgular, plantasyondaki ağaçların yaşı ile topraktaki K arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir.

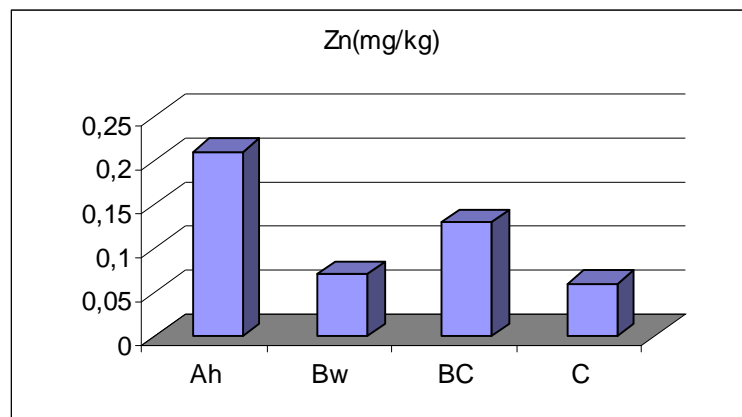
#### 4.2.5. Toprakların Mikro Element İçerikleri

Topraklarda yapılan mikro element analizleri sonucunda çinko; 0,06-0,21mg/kg arasında ve “düşük” düzeyde bulunmuştur (Çizelge 4.5.). Tüm profillerde en yüksek değerler Ah horizonunda saptanmıştır. Alt horizonlarda tespit edilen

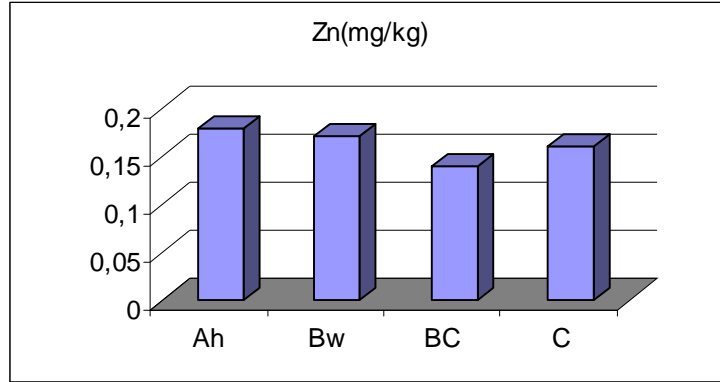
değerler birbirine yakındır. En yüksek miktar olan 0,21 mg/kg Zn değerine 1961 yılı dikimi olan en eski dikim sahasında bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Toprakların mikro element içeriği

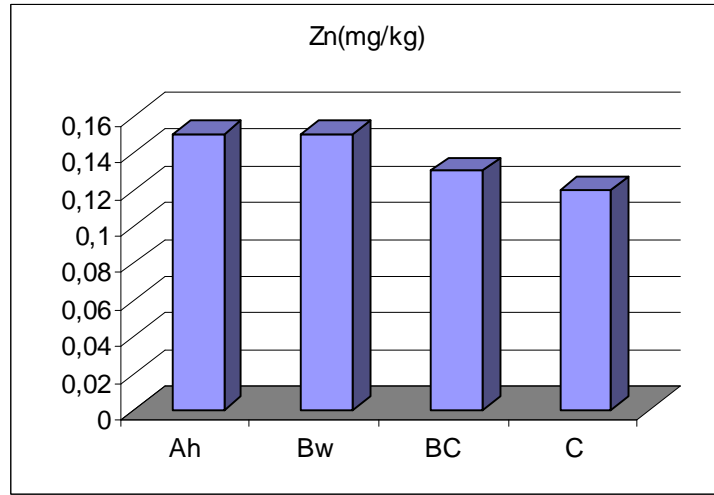
| Parsel No | Dikim yılı | Horizon | Derinlik (cm) | Zn (mg/kg) | Fe (mg/kg) | Cu (mg/kg) | Mn (mg/kg) |
|-----------|------------|---------|---------------|------------|------------|------------|------------|
| 21        | 1961       | Ah      | 7-17          | 0,21       | 0,58       | 0,09       | 10,06      |
|           |            | Bw      | 17-31         | 0,07       | 9,17       | 0,08       | 2,77       |
|           |            | BC      | 31-56         | 0,13       | 10,25      | 0,05       | 3,02       |
|           |            | C       | 56+           | 0,06       | 0,08       | 0,08       | 2,17       |
| 62        | 1974       | Ah      | 9-15          | 0,18       | 0,55       | 0,11       | 3,45       |
|           |            | Bw      | 15-23         | 0,17       | 0,06       | 0,06       | 2,31       |
|           |            | BC      | 23-40         | 0,14       | 0,08       | 0,17       | 2,91       |
|           |            | C       | 40+           | 0,16       | 0,07       | 0,13       | 2,49       |
| 43        | 1981       | Ah      | 7-16          | 0,15       | 0,04       | 0,25       | 3,48       |
|           |            | Bw      | 16-22         | 0,15       | 0,03       | 0,16       | 2,21       |
|           |            | BC      | 22-40         | 0,13       | 0,04       | 0,22       | 1,88       |
|           |            | C       | 40+           | 0,12       | 0,04       | 0,32       | 0,94       |



Şekil 4.10. 1961 Yılı (21 nolu parselde) Dikimlerinde Zn Düzeyi



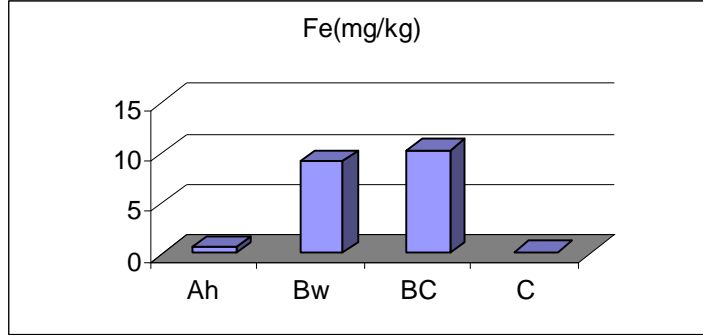
Şekil 4.11. 1974 Yılı (62 nolu parselde)Dikimlerinde Zn Düzeyi



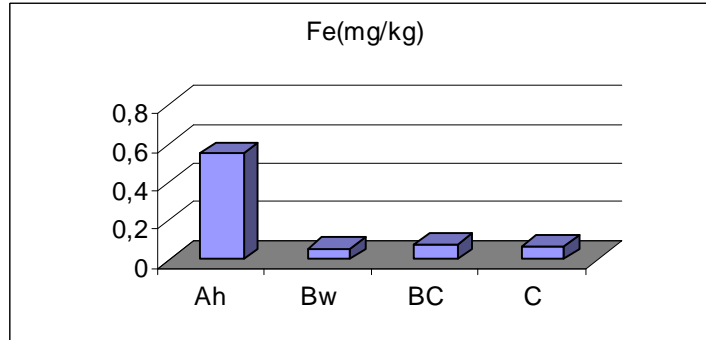
Şekil 4.12. 1981 Yılı (43 nolu parselde)Dikimlerinde Zn Düzeyi

Demir, iki horizon dışında, tüm horizonlarda 0,03 – 0,58 mg/kg arasında “düşük” bulunmuştur (Çizelge 4.5.). En eski dikim sahası olan 1961 yılı dikim sahasında Fe miktarı Ah, Bw, BC, C horizonlarında sırasıyla 0,58, 9,17, 10,25, 0,08 mg/kg değerlerinde bulunmuştur. Ah ve C horizonlarında düşük miktarda Fe varlığına karşın, Bw ve BC horizonlarında “yüksek” miktarda Fe saptanmıştır. Diğer profillerde yüzey horizonu en yüksek miktara sahipken alt horizonlarda Fe değerleri birbirine yakındır. Bw ve BC horizonlarında yüksek düzeyde saptanan demir elementinin bir bölümünün, büyük olasılıkla, çevre tarım arazilerinde kullanılan gübre preparatlarından gelebileceği gibi, bir bölümünün de mikroskop preparatlarında saptanan Fe-oksitli minerallerin (toplam mineral içeriğinin % 10-15

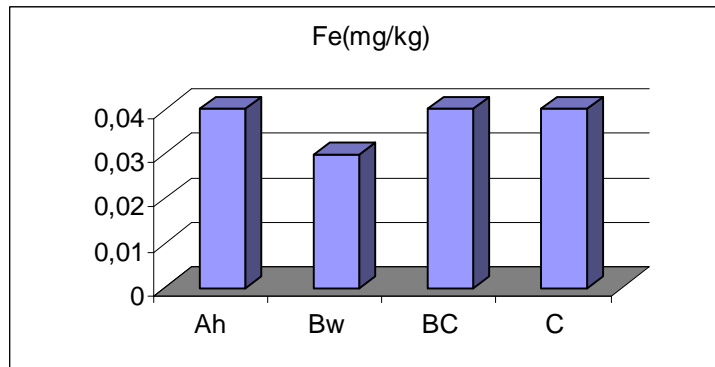
kadarı) kış aylarında yükselen taban suyunun etkisiyle toprağa çözünerek/ayrışarak katılmış olabileceği düşünülebilir. Bu çalışmayla saptanmış olan bu sorunun, ileride oluşturulacak, ayrıntılı toprak ve su örneklerinin analizlerinin yapılmasını öngören bir araştırmanın -sorunun boyutunun anlaşılabilmesi için- tüm tarım ve Karabucak bölgelerinde yürütülmeleri gerekmektedir.



Şekil 4.13. 1961 Yılı (21 nolu parselde) Dikimlerinde Fe Düzeyi

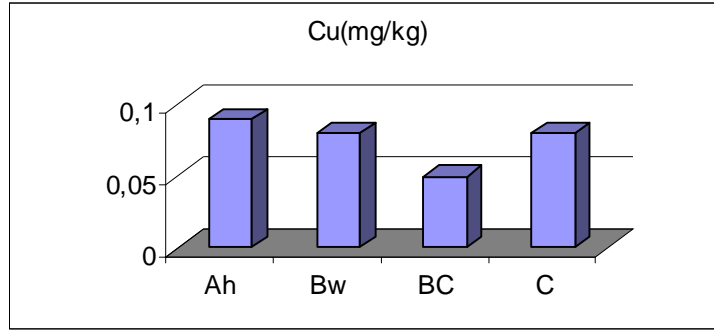


Şekil 4.14. 1974 Yılı (62 nolu parselde) Dikimlerinde Fe Düzeyi

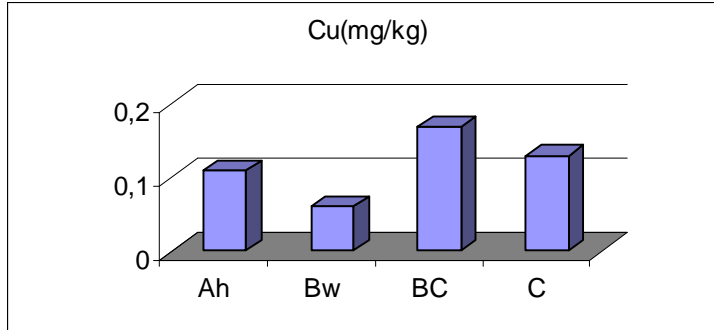


Şekil 4.15. 1981 Yılı (43 nolu parselde) Dikimlerinde Fe Düzeyi

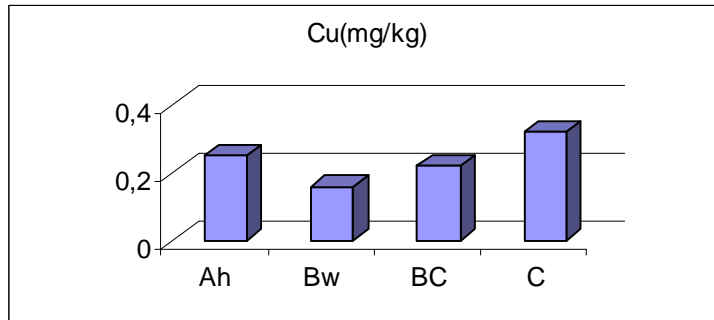
Bakır, tüm horizonlarda 0,05-0,32 arasında olup (Çizelge 4.5.), en yüksek Cu değeri (0,32 mg/kg) 1981 yılında dikilen sahanın C horizonunda saptanmıştır. Aynı profilin Ah ve BC horizonlarında tespit edilen Cu miktarları da “yeterli” düzeydedir. Ancak bu horizonun Bw horizonu ve diğer iki profilin tüm horizonlarında Cu değerleri “düşük” düzeydedir. Yüksek düzeydeki bakır elementinin kökeninin, büyük olasılıkla çevrede tarım alanlarında kullanılan bakırlı gübre preparatlarıdır.



Şekil 4.16. 1961 Yılı (21 nolu parselde) Dikimlerinde Cu Düzeyi

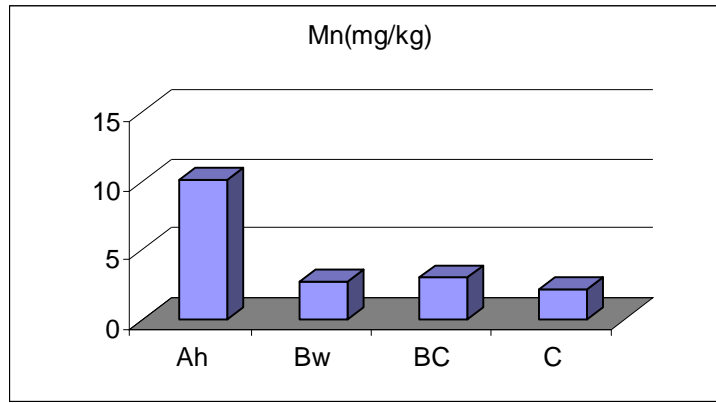


Şekil 4.17. 1974 Yılı (62 nolu parselde) Dikimlerinde Cu Düzeyi

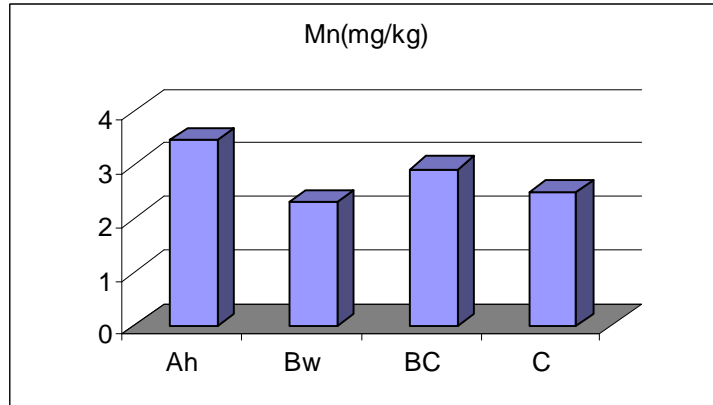


Şekil 4.18. 1981 Yılı (43 nolu parselde) Dikimlerinde Cu Düzeyi

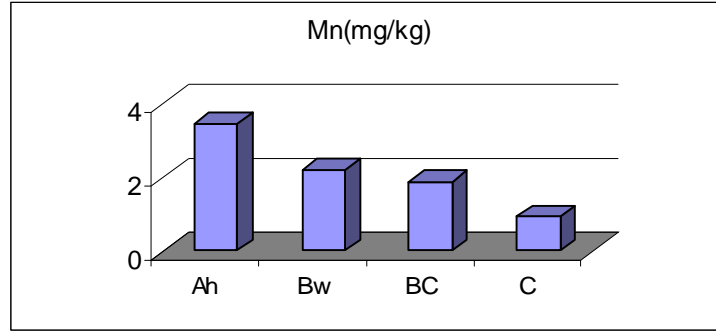
Mangan, tüm horizonlarda 0,94-10,06 mg/kg değerleri arasında ve “yüksek” miktarda bulunmuştur (Çizelge 4.5.). Tüm profillerdeki yüzey horizonu olan Ah horizonları en yüksek Mn değerlerine sahiptir. Diğer horizonlarda da değerler birbirlerine yakındır. Manganın 21, 62 ve 43 numaralı parsellerde Ah horizonunda yüksek düzeyde saptanmasının nedeni; büyük olasılıkla polarize mikroskop preparatlarında saptanan ikincil mangan minerallerinin oluşumu sürecinde (Fe-oksitli minerallerin üzerinde çökelen mangan oksitler, toplam demir oksitli minerallerin %25-50'sinin yüzeyini kaplamaktadırlar) yükselen taban suyunun etkisiyle yavaş olarak çözünen ve toprak çözeltisine geçen mangandan kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.19. 1961 Yılı (21 nolu parselde)Dikimlerinde Mn Düzeyi



Şekil 4.20. 1974 Yılı (62 nolu parselde)Dikimlerinde Mn Düzeyi



Şekil 4.21. 1981 Yılı (43 nolu parselde)Dikimlerinde Mn Düzeyi

Bu bulgular Akyatan kumulunda benzer bir çalışma yapan Yaktı'nın (2003) bulguları ile uyumludur.

Tüm profiller içerisinde en yüksek Zn, ve Mn değerleri Ah horizonlarında tespit edilmiştir. Fe ve Cu için en yüksek değerler ise BC ve C horizonlarında bulunmuştur. Cu hariç diğer tüm mikro elementlerin en yüksek miktarları en eski dikim sahası olan 1961 yılında dikilen sahada bulunmuştur.

Organik madde sonuçlarında da organik madde oranları en yüksek Ah horizonunda saptanmıştır, alt horizonlarda ise belirgin bir azalış değil, birbirine çok yakın değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.3.). Aynı durum mikro elementler içinde geçerlidir. Bakır dışında, diğer mikro elementler yüzey horizonunda en yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Diğer horizonlarda ise belirgin bir azalış değil, birbirlerine yakın değerler elde edilmiştir. Organik madde ve Zn, Fe ve Mn arasında doğrusal bir ilişki belirlenmiştir.

#### 4.2.6. Toprakların Humin Maddeleri İçeriği

Çalışma alanında seçilen profillerden ekstrakte edilen humin maddelerinin humin ve fulvik asit fraksiyonu içerikleri, ağırlık esasına göre hesaplanmıştır. Humin maddelerinin çalışıldığı örneklerde organik madde yanma kaybıyla belirlenmiştir.

1961 yılında kurulan ve en yaşlı fıstık çamı ağaçları örtüsü altındaki toprak profili yüzey horizonunda %organik madde, toplam humin maddeleri, humin asit ve fulvik asit fraksiyonu içerikleri sırasıyla 5,08, 2,96, 0,056 ve 2,904'dır .

1974 yılında kurulan fıstık çamı plantasyonunun yer aldığı toprak profilinde organik madde, toplam humin maddeleri, humin asitler ve fulvik asit fraksiyonu içerikleri yüzey horizonunda sırasıyla 3,70, 2,68, 0,064 ve 2,616 değerlerindedir.

1981 yılı fıstık çamı plantasyonunda %organik madde, toplam humin maddeleri, humin asitleri ve fulvik asit fraksiyonu içerikleri üst toprak horizonunda sırasıyla 4,89, 3,0, 0,037 ve 2,963 değerlerindedir. Fulvik asit fraksiyonu içerikleri her üç toprak örneğinde de humin asite göre daha yüksektir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Toprakların Humin Maddeleri İçeriği

| Parsel No | Horizon | HM<br>(HA+FA)<br>(g/100g.<br>toprak) | HA<br>(g/100g<br>toprak ) | FA<br>(g/100g<br>toprak) | Organik<br>Madde<br>(%) | HM/OM<br>(%) | HA/HM<br>(%) | FA/HM<br>(%) |
|-----------|---------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| 21        | Ah      | 2,96                                 | 0,056                     | 2,904                    | 5,085                   | 58,2         | 1,90         | 98,10        |
| 62        | Ah      | 2,68                                 | 0,064                     | 2,616                    | 3,705                   | 72,3         | 2,40         | 97,60        |
| 43        | Ah      | 3,00                                 | 0,037                     | 2,963                    | 4,892                   | 61,3         | 1,23         | 98,77        |

HM.:Humin Maddeleri HA.:Humik Asit FA.: Fulvik Asit

Çalışma alanı içerisinde farklı yıllarda dikilen fıstık çamı plantasyonları altındaki toprak profillerinde humin maddeleri içeriği (humin asit+fulvik asit fraksiyonu) 2,68 g/100g toprak ile 3,00 g/100g toprak değerleri arasında değişmektedir. Çalışılan topraklarda, humin maddeleri toprak organik maddesinin en az %58,2 ile en fazla %72,3'ünü oluşturmaktadır. Schnitzer (1989) humin maddelerinin organik maddenin %70-80' ni oluşturduğunu belirtmiştir. Ussiri ve Johnson (2003), ekstrakte edilebilir humin maddelerinin organik maddenin yaklaşık %50'sini oluşturduğunu belirlemişlerdir. Pempkowiak ve ark. (1998), Baltık denizindeki çökellerde humin maddelerinin toplam organik maddenin % 20-70'ni kapsadığını saptamışlardır.

Çalıştığımız alanda fıstık çamı plantasyonları altında, tüm toprak profillerinde, fulvik asit fraksiyonunun humin asitlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6.). Bunun nedeninin, fıstık çamı altında toprak yüzeyinde biriken organik materyallerin bozunumuyla (mikrobiyel aktivite sonucunda

ayrışması-dekompozisyonu) oluşan polisakarit gibi karbonhidratların, oluşan fulvik asitlere bağlanma yoluyla, ortamda stabilize edildiği, başka bir deyişle fulvik asit fraksiyonunda korunduğu ve buna karşılık ta fulvik asit fraksiyonunun da korunmuş olabileceği vurgulanabilir. Sonuçta, bu toprak oluşum olayının/işlevinin, fulvik asit fraksiyonunun humin maddeleri içerisindeki oranının artmasına neden olduğu vurgulanabilir (Çizelge 4.6.). Stevenson (1982) orman topraklarının (Alfisol, Spodosol ve Ultisol) humusunun yüksek fulvik asit içerikleri ile karakterize edildiğini, ancak çayır ve turba (Peat) toprakları (Mollisol-Histosol) humusunun yüksek düzeylerde humin asit içerdiklerini belirtmiştir.

Humik asitlerin kumlu topraklardaki etkileri son derece önemlidir. Nitekim, kumlu toprakların kum boyutu parçacıkları bir yapı (agregatlaşma) oluşturamadıkları ve bu topraklarda bitki besin maddelerinin tutunmasının güç olması nedeniyle, topraktan infiltre olan suyla birlikte kolayca yıkanmaktadırlar. Humik asitleri içeren humin maddeleri molekülleri, topraktaki bitki besin maddelerini tutarak yıkanmasını önler ve bitkinin bundan daha kolay yararlanmasını ve topraklarda suyun tutulmasını sağlar.

#### 4.2.7. Toprakların Fiziksel Analiz Sonuçları

Profillerden alınan toprakların tekstürü hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1951) ve tekstür üçgeni yardımıyla (Soil Survey 1993) belirlenmiştir. Çalışılan topraklar “tınlı kum ve kumlu tın” tekstürlüdürler ve kum oranları % 74-80 arasında, silt oranları % 5,44-13,44 arasında, kil oranları da % 8,56-14,56 arasında değişmektedir (Çizelge 4.7.). Akyatan kumulunda yapılan benzer bir çalışmada (Yaktı, 2003) kum oranı biraz daha yüksek (%97,48-%98,8), silt oranı ise daha düşük (%1,19-%2,51) bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Toprakların Fiziksel Analiz Sonuçları

| Parsel No | Dikim Yılı | Horizon | Nem (%) | Hacim ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> ) | TEKSTÜR ANALİZİ |          |         |                 |
|-----------|------------|---------|---------|-------------------------------------|-----------------|----------|---------|-----------------|
|           |            |         |         |                                     | Kum (%)         | Silt (%) | Kil (%) | Toprak Tekstürü |
| 21        | 1961       | Ah      | 1,57    | 1,10                                | 80              | 11,44    | 8,56    | Tınlı Kum       |
|           |            | Bw      | 0,83    | 1,24                                | 80              | 5,44     | 14,56   | Kumlu Tın       |
|           |            | BC      | 0,90    | 1,10                                | 80              | 11,44    | 8,56    | Tınlı Kum       |
|           |            | C       | 0,76    | 1,29                                | 80              | 11,44    | 8,56    | Tınlı Kum       |
| 62        | 1974       | Ah      | 1,16    | 1,13                                | 78              | 13,44    | 8,56    | Tınlı Kum       |
|           |            | Bw      | 0,84    | 1,15                                | 74              | 13,44    | 12,56   | Kumlu Tın       |
|           |            | BC      | 0,63    | 1,27                                | 80              | 9,44     | 10,56   | Tınlı Kum       |
|           |            | C       | 0,73    | 1,10                                | 80              | 11,44    | 8,56    | Tınlı Kum       |
| 43        | 1981       | Ah      | 1,07    | 1,23                                | 80              | 7,44     | 12,56   | Kumlu Tın       |
|           |            | Bw      | 0,75    | 1,31                                | 78              | 9,44     | 12,56   | Kumlu Tın       |
|           |            | BC      | 0,61    | 1,41                                | 80              | 5,44     | 14,56   | Kumlu Tın       |
|           |            | C       | 0,83    | 1,36                                | 80              | 9,44     | 10,56   | Tınlı Kum       |

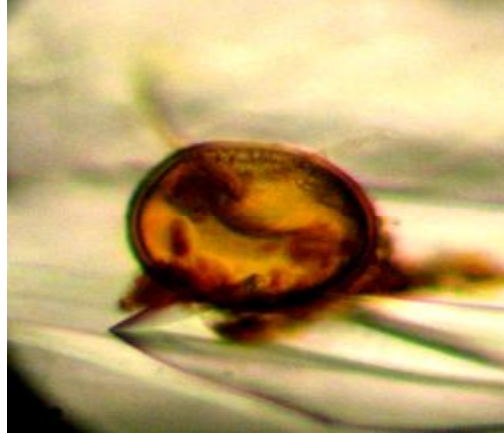
Toprak çeşidi veya yalnızca parçacık boyutu dağılımı (tekstürü) bir toprağın verimliliğinin saptanması için iyi bir temel bilgi olarak kabul edilmektedir. Köklenmeye uygunluk, kök bölgesinde ısı, su, oksijen ve besin maddelerinin sağlanması gibi, verimliliğe etki eden bir çok faktör ileri derecede bünyeye bağlıdır. Kumlu topraklarda, iri gözeneklerin çok oluşu, her türlü ıslaklık durumunda kolayca işlenebilirlik ve iyi bir havalanma sağlar, ancak yarayışlı su kapasitesinin düzeyini düşürür. İyi bir su geçirgenliği nemli iklimlerde su birikimini önler, buna karşın, besin maddelerinin yıkanmasını artırır. Kumlu toprakların, besin maddelerini bağlama yetenekleri ve rezervleri düşüktür. Özellikle bu durum ve düşük su tutma kapasitesi, kumlu toprakların verimliliğini düşüren başlıca nedenlerdir. Isı kapasitesinin az olması ilkbaharda ısınmayı kolaylaştırır, bu da toprak ıslak ise, mikrobiyel aktivitenin yoğunlaşmasına neden olur ve bu durum organik madde ayrışmasını artırır. Araştırma alanımızdaki en yüksek organik madde düzeyleri Ah horizonunda saptanmıştır. Yüzey horizonundan derine gidildikçe, C horizonu da dahil olmak üzere organik madde oranlarında belirgin bir azalış görülmemiştir ve Bw, BC ve C horizonlarında birbirine yakın değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.3.). Bu durum toprak bünyesinin “kumlu tın ve tınlı kum” olması ile açıklanabilir.

Toprakların hacim ağırlığı 1.1 ile 1.4 g/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Bu oranlar kumlu topraklar için bildirilen 1.3-1.8 g/cm<sup>3</sup> hacim ağırlığı (Atalay, 2006)

değerlerinden daha düşüktür. Bu durum horizonlarda kil oranlarının % 8,56-14,56 düzeylerinde bulunması ve organik madde oranlarının da % 3,09-5,08 değerlerinde olması ile açıklanabilir. Toprakların nem oranları % 0,61-1,57 arasındadır. Her üç profilinde yüzey horizonlarının (Ah) nem oranları alt horizonlara göre yüksektir.

#### 4.2.8. Mikoriza Sporları ve Hifleri

Çalışılan topraktaki sporların izolasyonu için üç profilin de tüm horizonlarından (Ah, Bw, BC ve C) alınan toprak örneklerinde toprak ve bitki kökleri birbirinden ayrıldıktan sonra, kökler yıkanma işlemlerinden geçirilip STEREOSKOPIK mikroskop altında gözlenmiş ve sporlar görüntülenmişlerdir (Şekil 4.22.) .



Şekil 4.22. Toprakta saptanan mikoriza sporları (40X)

Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar, bitki besin maddelerinin, bitki köklerinin yanı sıra, mikoriza olarak adlandırılan, mikroskop ile tanımlanabilen ve çok miktarda hif üreten, mantar türleri tarafından da alındığını göstermektedir (Marschner, 1995; Ortaş, 1996 ve 1997). Mikoriza, bitki taksonomisinde, toprak kökenli mantarlarla yüksek bitkilerin kökleri arasında karşılıklı yararlanmaya dayanan bir ilişki olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca mikoriza bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı bir yaşam biçimi olarak da açıklanmaktadır. Bir

çeşit simbiyotik olan bu ilişkide bitki mikorizal mantara karbonhidrat, mikorizal mantar ise bitkiye besin elementi ve su sağlamaktadır (Tinker, 1980).

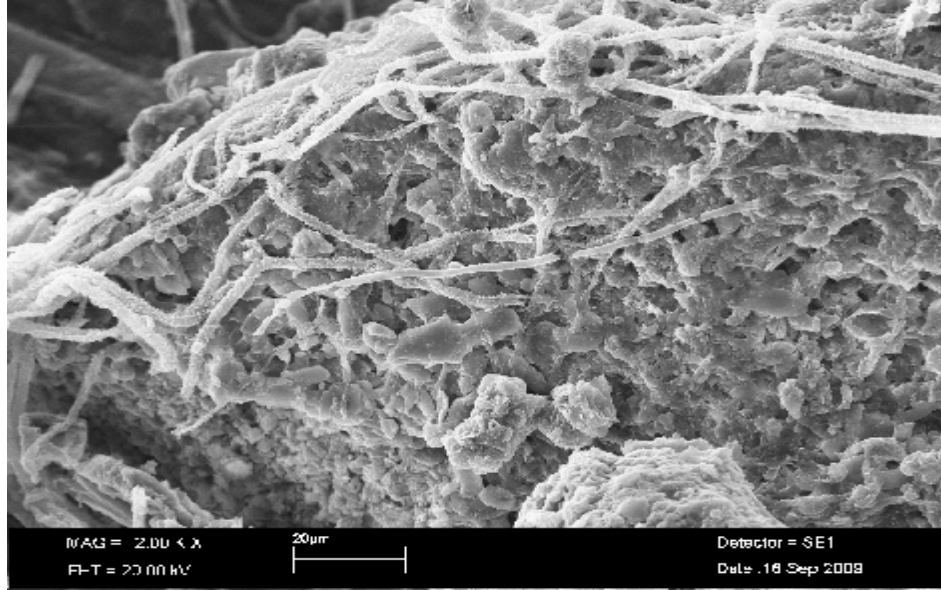
Mikoriza mantarları çok fazla hif üreterek, bitki kök yüzey alanını artırmakta ve kökten çok uzak bölgelerdeki besin elementlerini bu hifler aracılığı ile alarak bitkinin üst organlarına taşımaktadır (Ortaş, 1997). Mikoriza ile enfekte olmamış bitkiler kök bölgesinin 1 cm uzağındaki fosfordan yararlanabildiği halde, mikoriza ile enfekte olmuş bitki kökleri, mantarın hifleri aracılığı ile kökten 11 cm uzaktaki fosforu alabilmektedir (Li ve ark., 1991). Marschner (1995), mikoriza ile enfekte olmuş bitkinin aldığı fosforun % 70-80, çinkonun % 50 kadarını hifleri sayesinde aldığını belirlemiştir. Mikorizanın fosfor alımı yanında azot alımında da etkili olduğu [Ames ve ark.,(1983)'na atfen Tüfekçi, (2007)] tarafından belirlenmiştir.

Mikoriza, toprakta var olan sporları aracılığıyla ekosistemdeki bitkilerin yaklaşık %95' inin köklerine enfekte olmaktadır (bulaşmaktadır). Mikoriza gelişmesi ve spor oluşturması organik maddenin yüksek olduğu tropik ormanlarda organik maddenin varlığı ile doğrudan ilgili olduğu halde, tarla topraklarında artan organik madde ile spor oluşumu arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır (Johnson ve Micheline, 1974).

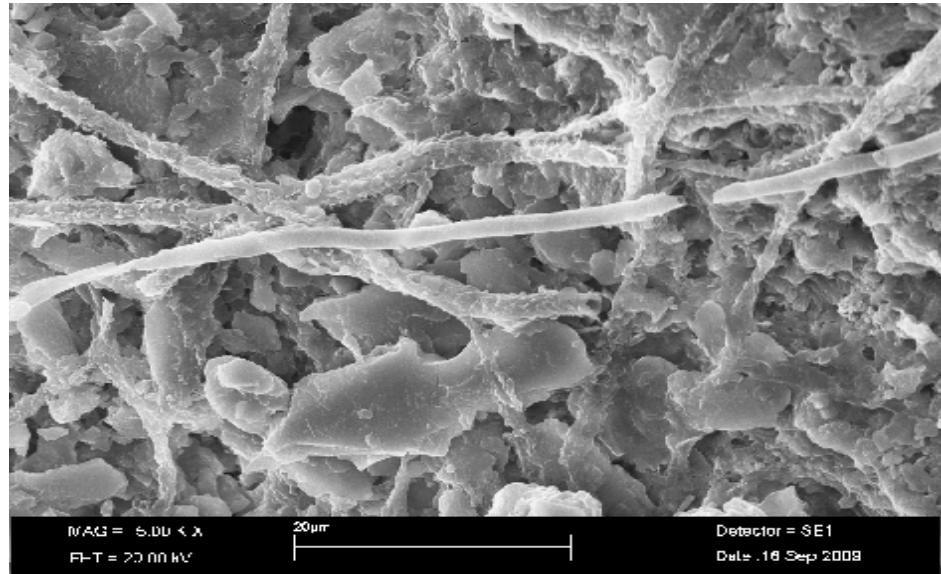
Çizelge 4.8. Mikoriza Spor Sayım Sonuçları

| Parsel No | Dikim Yılı | Horizon | Spor sayısı<br>(adet/100g toprak) |
|-----------|------------|---------|-----------------------------------|
| 21        | 1961       | Ah      | 65                                |
|           |            | Bw      | 30                                |
|           |            | BC      | 25                                |
|           |            | C       | 20                                |
| 62        | 1974       | Ah      | 80                                |
|           |            | Bw      | 75                                |
|           |            | BC      | 60                                |
|           |            | C       | 25                                |
| 43        | 1981       | Ah      | 60                                |
|           |            | Bw      | 50                                |
|           |            | BC      | 25                                |
|           |            | C       | 20                                |

Araştırma sahamızda otsu vejetasyona ait 20–80 adet/100g mikoriza sporu saptanmıştır (Çizelge 4.8.). Saptanan mikoriza endomikoriza olarak adlandırılan arbüsküler mikorizadır. Bu grup mikorizanın en yaygın şeklidir. Enfeksiyona uğramış hücreler arbüskül olarak bilinen, kompleks dallanmış bir hif sistemi içerirler (Şekil 4.23.- Şekil 4.24.).

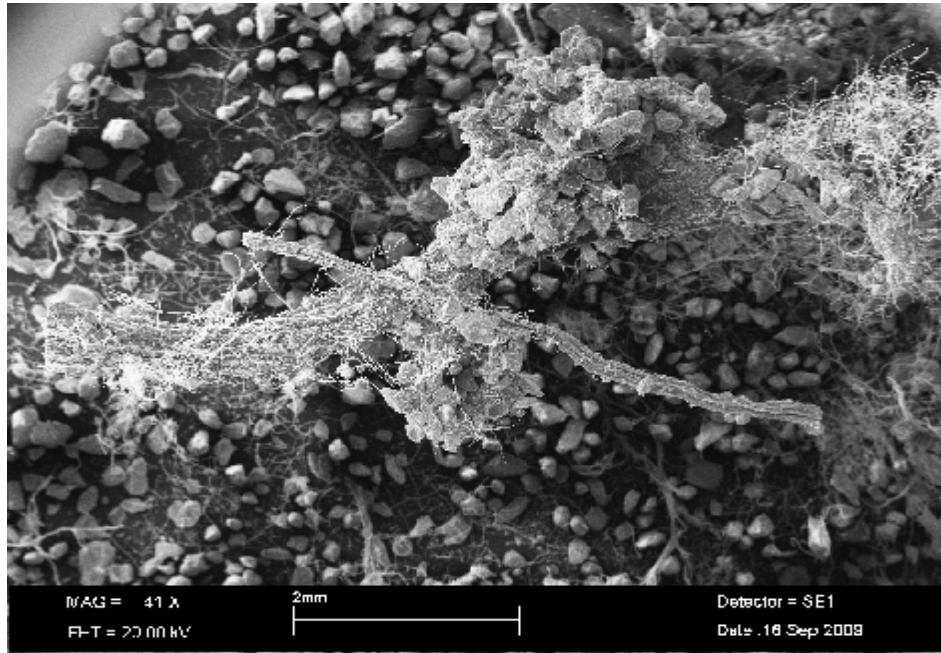


Şekil 4.23. 1981 yılı dikimlerinde mikoriza hifleri, iletim boşlukları ve agregatlaşan silt ve kum boyutu parçacıkları (Tarama Elektron Mikroskopi görüntüsü)

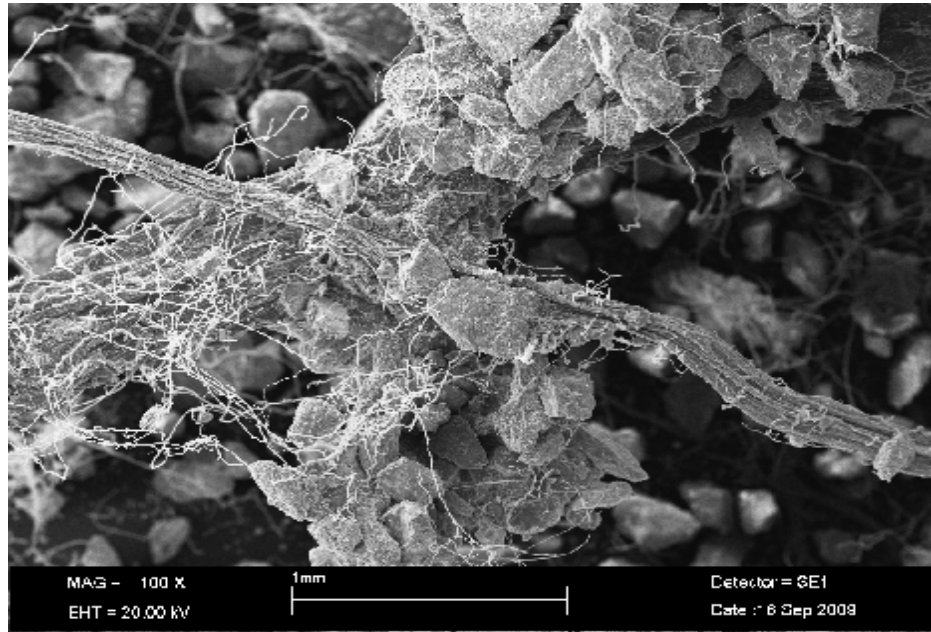


Şekil 4.24. 1981 yılı dikimlerinde mikoriza hifleri, iletim boşlukları ve agregatlaşan silt ve kum boyutu parçacıkları Yüksek Büyütme (Tarama Elektron Mikroskopi görüntüsü)

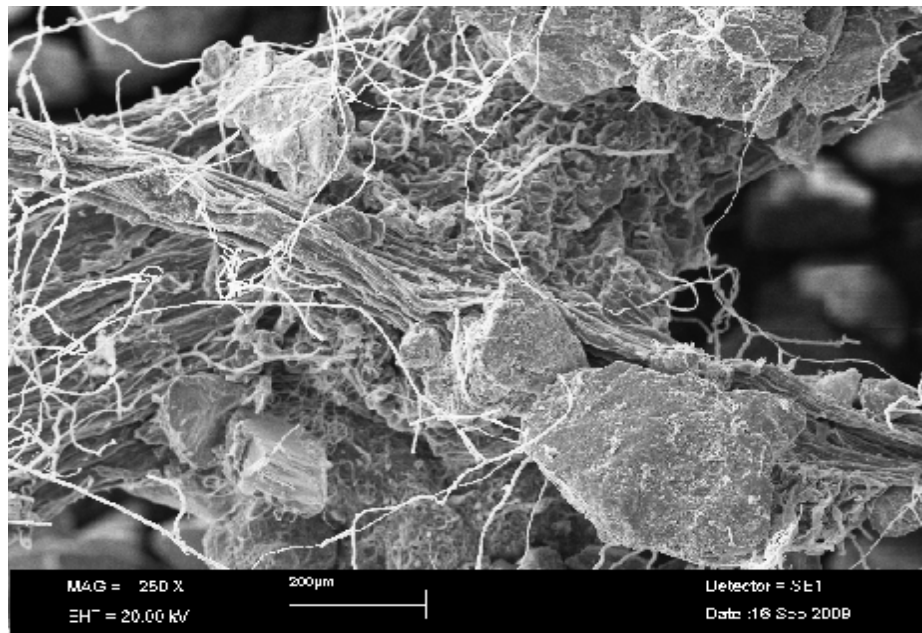
Söz konusu hifler, çalışma alanındaki kumlu topraklarda kum ve silt boyutu parçacıkların, salgıladıkları organik kökenli bileşiklerle büyük olasılıkla bir araya gelip agregatlaşmalarını sağlamaktadırlar. Şekil 4.25.da ayrılmış, ve yalnızca lignin lifleri kalmış, bir kök parçacığı çevresindeki mikoriza hiflerinin çeşitli boyuttaki silt ve kum boyutu parçacığını agregatlaştırması (parçacıkları birleştirmesi) ve oval faunal peletlerin ve/veya yumurtaların bu ortamdaki dağılımları görülmektedir. Şekil 4.29.'te ise, aynı görüntünün en yüksek düzeydeki büyütmesinde, mikoriza hiflerinin olası P ve N iletim kanalları görülmektedir. Diğer organlar vesiküller olup, bunlar önemli düzeyde yağ içerirler.



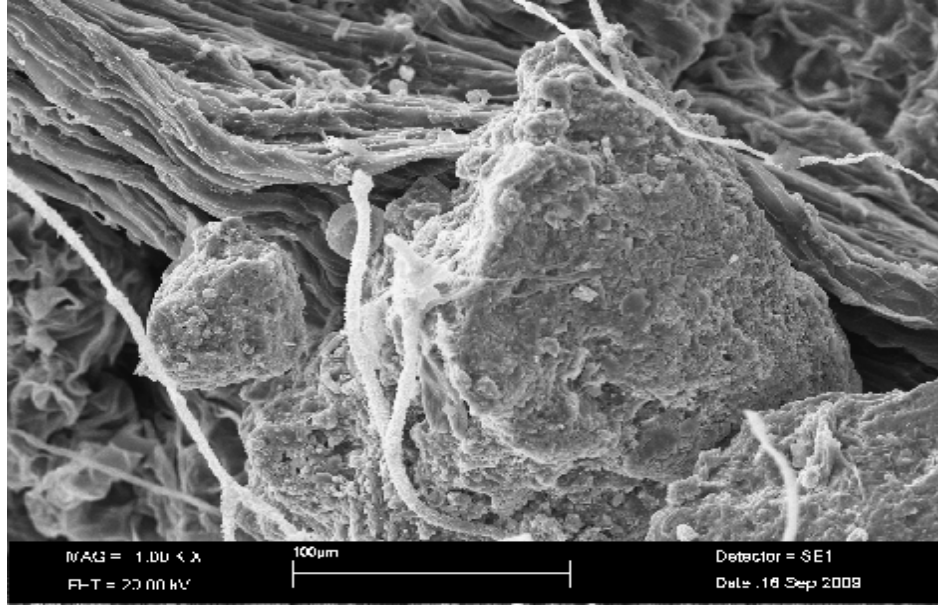
Şekil 4.25. 1974 dikimlerinde ayrılmış ve yalnızca lignin lifleri kalmış, bir kök parçacığı çevresindeki mikoriza hiflerinin çeşitli boyuttaki silt ve kum boyutu parçacığının agregatlaştırması (Tarama Elektron Mikroskopu görüntüsü)



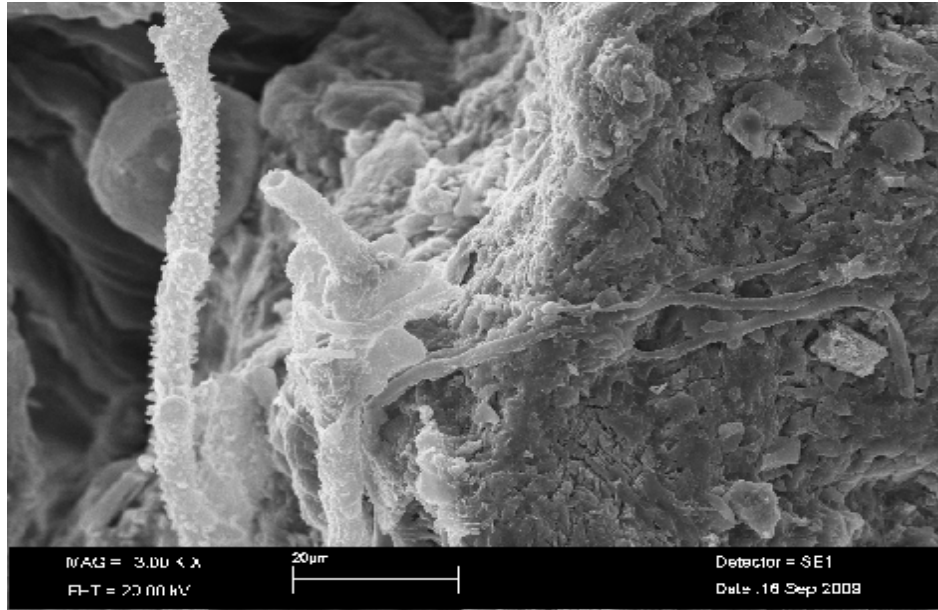
Şekil 4.26. 1974 dikimlerinde ayrılmış ve yalnızca lignin lifleri kalmış, bir kök parçacığı çevresindeki mikoriza hiflerinin çeşitli boyuttaki silt ve kum boyutu parçacığının agregatlaşması (Tarama Elektron Mikroskopi görüntüsü)



Şekil 4.27. 1974 dikimlerinde ayrılmış ve yalnızca lignin lifleri kalmış, bir kök parçacığı çevresindeki mikoriza hiflerinin çeşitli boyuttaki silt ve kum boyutu parçacığının agregatlaşması (Tarama Elektron Mikroskopi görüntüsü)



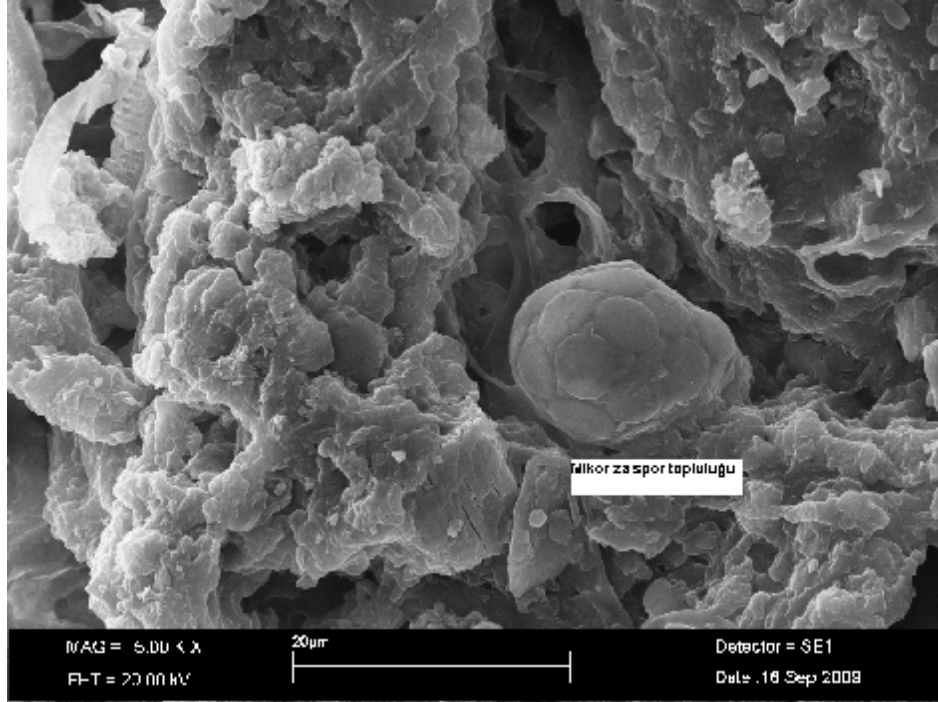
Şekil 4.28. 1974 dikimlerinde ayrılmış ve yalnızca lignin lifleri kalmış, bir kök parçacığı çevresindeki mikoriza hiflerinin çeşitli boyuttaki silt ve kum boyutu parçacığının agregatlaşması (Tarama Elektron Mikroskopi görüntüsü)



Şekil 4.29. 1974 dikimlerinde mikoriza hiflerinin olası P ve N iletim kanalları (Tarama Elektron Mikroskopi görüntüsü)

Çalışılan topraklarda, en fazla mikoriza sporu yüzey horizonlarında (Ah) 60-80 adet/100g toprakta sayılmıştır (Çizelge 4.8.). En düşük spor sayısı 20-25 adet/100g toprak olarak C horizonlarında saptanmıştır. Mikoriza spor sayıları yüzey

horizonundan derine gidildikçe azalmaktadır. Şekil 4.30.'de gözlenen spor topluluğu (kümesi) çevresindeki farklı kum boyutu parçacıkların agregatlaşması, büyük olasılıkla mikoriza aktiviteleri sonucunda salgılanan organik bileşiklerce gerçekleşmiştir.



Şekil 4.30. 1974 mikoriza spor topluluğu ve kum boyutu parçacıklarının oluşturduğu agregatların görüntüsü. (Tarama Elektron Mikroskopi).

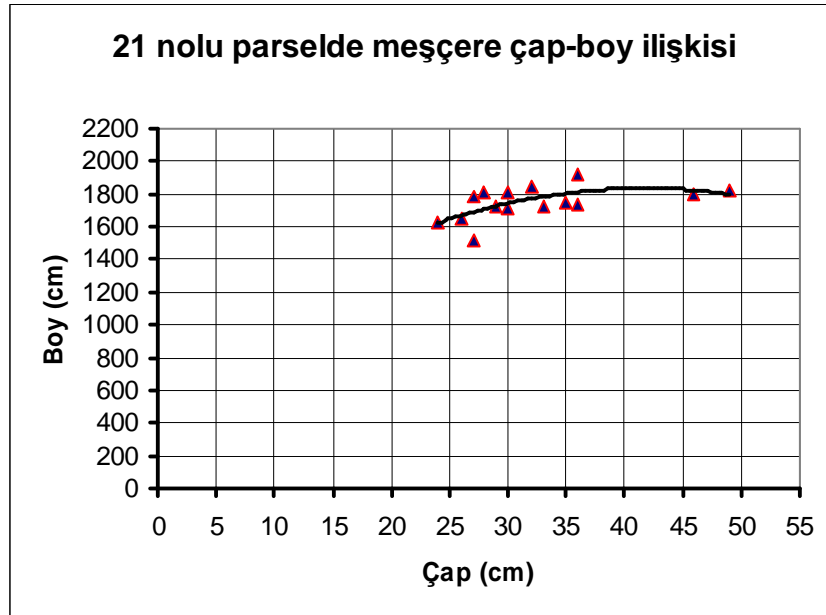
Spor sayısının düşük olmasının nedeni toprakların orta-düşük düzeyde alkali reaksiyonlu olmaları ve VA mikorizasının verimli ve mull tipi humuslu ve hafif asidik toprakları tercih etmesidir. Ayrıca, kumlu topraklarda yıkanmanın fazla olması ve Akdeniz iklimi etkisindeki sahamızda uzun süren yaz kuraklığı sonucunda toprak neminin çok düşük olması da spor sayısının düşük olmasını etkileyen diğer faktörlerdir.

#### 4.2.9. Fıstık Çamı Meşcerelerinde Çap – Boy Gelişimi

Araştırmaya konu 21, 43 ve 62 no'lu parsellerde toprak profillerinin açıldığı noktalar ortada kalacak şekilde 20x20 m. deneme alanları çevrilerek bu 400 m<sup>2</sup>. alan içerisinde kalan vejetasyon tespit edilmiş ve fıstık çamı ağaçlarının göğüs yüzeyi çapı (1.30 cm) ve boyları ölçülmüştür. Ayrıca artım burgusu ile yaşları da hesaplanmıştır.

##### 4.2.9.1. 21 Nolu Parselde Meşcere Çap – Boy Gelişimi

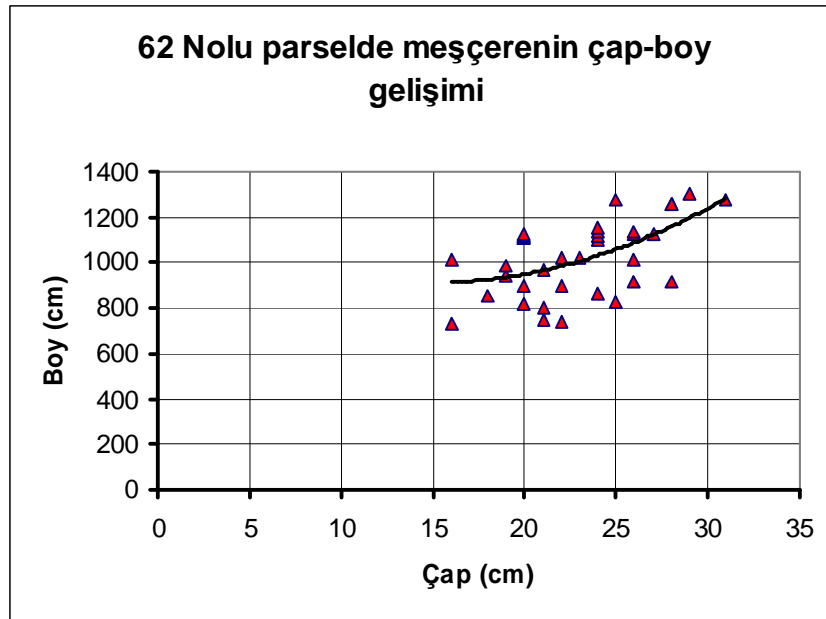
1961 yılında ilk dikimler 2x2 m. aralık x mesafede yapılmıştır. Ardından yapılan aralama kesimleri ile 4x4m aralık x mesafe (62 adet/da) oluşturulmuştur. 47 yaşında olan fıstık çamlarının boyları 15,1 – 19,2 m. arasında, çapları 24 – 49 cm. arasındadır. Yol kenarında bulunan ağaçlar güneş ışığından daha fazla yararlanabildiği için çap gelişimleri daha fazla olmuştur. Ayrıca 21 no'lu parselde 2 adet sarmaşık,30 adet murt çalısı tespit edilmiştir.



Şekil 4.31. 21 nolu parselde çap-boy gelişimi

#### 4.2.9.2. 62 Nolu Parselde Meşcere Çap – Boy Gelişimi

1974 yılında dikimler 3 x 3 m. aralık x mesafede (111 adet/da) yapılmıştır. 62 no'lu parsel bir araştırma parseli olduğu için müdahale görmemiştir. 34 yaşında olan fıstık çamlarının boyları 7,3 – 13,0 m. arasında, çapları 16 – 31 cm. arasındadır. Fıstık çamı ışık ağacıdır. Bu nedenle sık dikimlerde iyi bir gelişim gösteremez (Şekil 4.33.). Bu parselden alınan çap ve boy sonuçlarına göre fıstık çamının buradaki gelişimi oldukça zayıftır. Buradaki çap ve boy gelişimleri arasında doğrusal bir ilişki vardır. Ayrıca 62 no'lu parselde 12 adet murt çalısı , 5 adet yabancı sarımsak tespit edilmiştir.



Şekil 4.32. 62 nolu parselde çap-boy gelişimi



Şekil 4.33. 62 nolu parselde fıstık çamlarının gelişimi

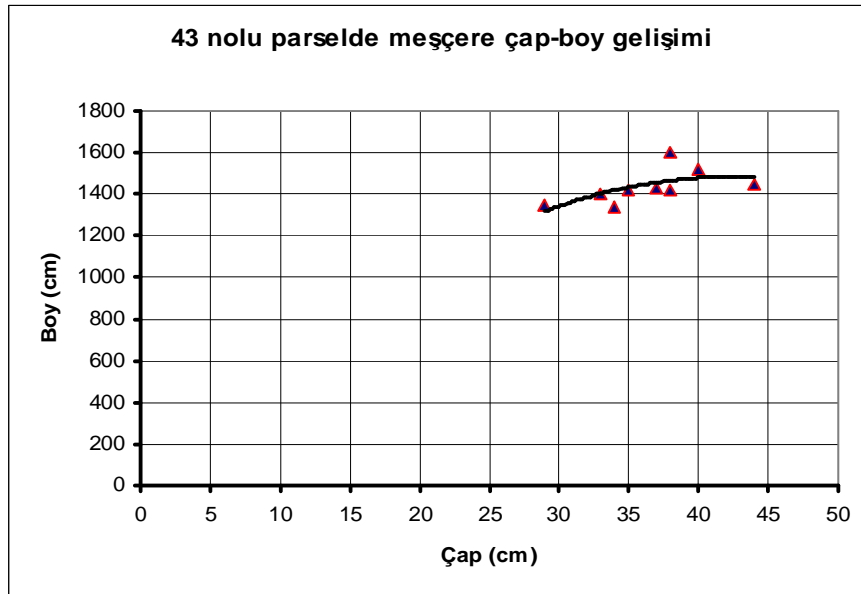
#### 4.2.9.3. 43 Nolu Parselde Meşcere Çap – Boy Gelişimi

1981 yılında dikimler 5 x 5 m. aralık x mesafede (40 adet/da) yapılmıştır. Ardından yapılan aralama kesimleri ile 10 x 10 m. aralık x mesafe (10 adet/da) oluşmuştur. 27 yaşında olan fıstık çamlarının boyları 13,4 – 16,0 m. arasında, çapları 29 – 44 cm. arasındadır. Fıstık çamı için Orman Genel Müdürlüğü'nce öngörülen ideal aralık x mesafe 10 x 10 m.'dir. İdeal aralık x mesafeye kavuşturulan fıstık çamları iyi bir gelişim göstermiştir (Şekil 4.34.). 34 yaşındaki 62 no'lu parseldeki meşcereden daha genç olan bu parseldeki meşcerenin gelişimi 62 no'lu parselden çok daha iyidir. Ayrıca 43 no'lu parselde 5 adet murt çalısı tespit edilmiştir.

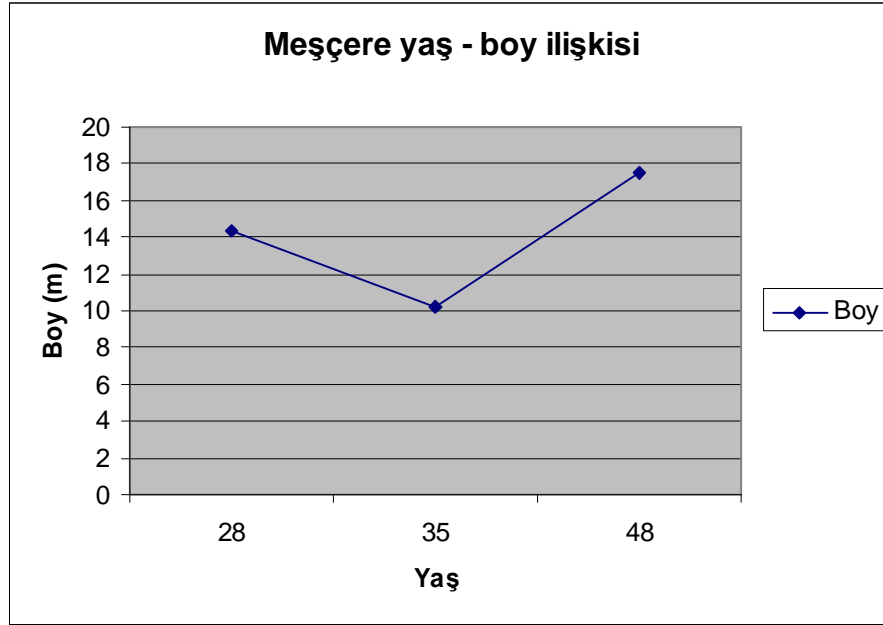
Bu durum bir ışık ağacı olan fıstık çamının gelişiminde aralık x mesafenin diğer bir ifade ile dekadaki ağaç sayısının etkisi, zaman (yaş) faktöründen daha etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.34. 43 nolu parselde fıstık çamlarının gelişimi



Şekil 4.35. 43 nolu parselde çap-boy gelişimi



Şekil 4.36. Meşcerelerde yaş – boy ilişkisi

1961 yılı dikimlerinde ortalama çap 32 cm ortalama boy 17,4 m 1974 yılı dikimlerinde ortalama çap 23 cm ortalama boy 10,2 m, 1981 yılı dikimlerinde ise ortalama çap 36 cm ortalama boy 14,3 m olarak ölçülmüştür. Ortalama çap değerlerine bakıldığı zaman 1981 yılı dikimlerinin 36 cm çap ortalaması ile en iyi gelişimi gösterdiği görülmektedir. Bu parselde amaç fıstık verimini artırmak olduğundan 5x5 m olan aralık mesafe aralama kesimi yapılarak 10x10 m çıkarılmıştır. Aralık mesafenin artırılmasıyla ağaçların daha çok alandan faydalanma, tepe tacında genişlenme, dallanma ve dolayısıyla çap artımı ve fıstık veriminde artma sağlanmıştır. Eler (1986), Antalya Bölgesinde fıstıkçamı ağaçlandırma alanlarında fıstık ve odun verimini incelemiş, şiddetli aralama yapılan parsellerde çap artımı ve fıstık veriminin en yüksek olduğunu, fakat birim alanda ağaç sayısı azaldığından hacmin düştüğünü bildirmiştir.

1974 yılı dikimlerinde aralık mesafe 3x3 mdir. Araştırma parseli olması münasebetiyle hiç müdahale görmemiş bu parselde ortalama çap ve boy değerleri diğer parsellere nazaran oldukça düşüktür. Ayrıca bu parselin denize en yakın parsel olmasından dolayı denizden içeriye (kuzeye) doğru çap ve boylarda artış olduğu tespit edilmiştir. Kalıpsız'ın (1982) bildirdiğine göre; Eşit yaşlı saf meşcerelerde

ağaçlar yaklaşık aynı yaŐta olmasına karşın, boyları ve kalınlıkları bakımından önemli farklılıklar göstermektedirler. Bu farklılaŐma: bireyin genetik yeteneği, 3-5 yıllık yaş farkı, ortamın adım başına deđiŐebilmesi gibi rasgele nedenlerle oluŐmakta ve yaşam savaŐı ile keskinleŐmektedir.

Parseller içerisinde ortalama boyda 1961 yılı dikimleri 17,4 m ile ilk sırada yer almaktadır. Bu parselde aralık mesafe baŐlangıçta 2x2 m iken aralama neticesinde 4x4 m ye çıkarılmıştır.

EŞit yaşlı saf meşcerelerde ağaçlar arasındaki boy farkı, oransal olarak göğüs çapına kıyasla daha azdır. Zira ağaç boyu, komŐuluk iliŐkilerinden fazla etkilenmemektedir. YarıŐta yenik düŐmemek ve ışık alabilmek için, gücünü boylanmaya vermektedir. Bu itibarla ormancılıkta meşcere boyu, evre ve toprak özelliklerinin bir göstergesi sayılmaktadır.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Toprak, çeşitli oluşum faktörlerinin ana materyal üzerindeki etkilerinin zamana bağlı değişimleriyle oluşur. Toprak oluşumunda, diğer tüm toprak oluşturma faktörleri (iklim, ana materyal, topoğrafya) değişmediğinde, yalnızca vejetasyonun farklılaşmasıyla toprak karakter kazanmaya başlar. Bu çalışmada da, vejetasyon (Fıstık çamı) dikim süreçlerinin değişimiyle toprak oluşumunun farklılaşması, Tarsus – Turan Emeksiz kıyı kumul alanında farklı zamanlarda dikilen fıstık çamı plantasyonlarında irdelenmiştir.

Bu amaçla; 1961, 1974 ve 1981 yıllarında tesis edilen fıstık çamı plantasyonların da açılan toprak profillerinde, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ve ölü örtü özellikleri incelenmiştir.

1- Araştırma bulgularına göre fıstıkçamı plantasyonları altında saptanan humus tipi “ham humus”tur. Tüm ölü örtü tabakalarında kuru madde oranları % 81,66 - 89,69 arasında olup birbirine yakın değerlere sahiptir. Yaprak, çürüntü ve humus tabakalarında yüzeyden aşağıya doğru ölü örtü ağırlık miktarları artmakta, yanabilen organik madde oranları ise azalmaktadır. En yüksek ölü örtü miktarları hava kuruşu ağırlık olarak en eski dikim sahasında (1961); yaprak tabakasında 339,8gr/0,25m<sup>2</sup>, çürüntü tabakasında 403,6gr/0,25m<sup>2</sup>, humus tabakasında 2324,5gr/0,25m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Yanabilen organik madde miktarları ise yaprak tabakasında %95,85, çürüntü tabakasında %88,17, humus tabakasında %75,04 olarak saptanmıştır.

2- Toprakların pH'sı 7,85 – 8,19 arasında olup “orta alkali”dir. Her üç profilde de bulguların profil boyunca değişimleri birbirleri ile uyumludur/benzerdir, buna karşın düzeyleri farklıdır. Bu bağlamda, Ah horizonlarında pH en düşük düzeyde olup, toprak derinliğinin artmasıyla pH yükselmektedir.

3- Toprakların EC (mmhos/cm) değerleri 0,26-0,77 arasında olup “tuzsuz” sınıfındadır. Çalışılan bütün plantasyon alanlarında EC değerlerinin düşük olması bu alanların kaba tekstürlü olmalarına ve % 80 kadar kum içermesine bağlanabilir. Kaba tekstürlü alanlarda infiltrasyon ve yıkanmanın yüksek olması tuzluluğu oluşturan bileşiklerin toprak profilinden uzaklaştırılmasına neden olmaktadır.

4- Çalışılan topraklarda  $\text{CaCO}_3$  düzeyi % 20,69 – 25,69 arasında olup “çok kireçli” sınıfına girmektedir. Horizonlarda % kireç düzeyi üst horizonlardan alt horizonlara doğru artış göstermektedir. Organik maddenin ayrışması sırasında oluşan inorganik ve organik asitler toprak tekstürü ve yağışın uygun olması durumunda bazik katyonların toprak profili yüzeyinden alt horizonlara taşınmasını sağlayabilmektedir. Bununla birlikte,  $\text{CaCO}_3$ 'lu minerallerin kalsiyumları da organik asitlerin etkisiyle kısmen çözünerek, diğer kaynaklardan profile gelmiş Ca (aerosoller) ile birlikte alt horizonlara yıkanabildiği söylenebilir. Bu da profilin üst horizonlarındaki  $\text{CaCO}_3$  düzeyinin düşmesine neden olabilmektedir.

5- Çalışılan toprakların katyon değişim kapasitesi 7,24 – 18,59 me/100 g arasında, “düşük ve orta” düzeyde bulunmuştur. 1981 yılı plantasyonu topraklarının K.D.K.' sı dışındaki diğer plantasyon topraklarının K.D.K.' sı yüzey horizonlarında alt horizonlara göre daha yüksek düzeylerde saptanmıştır. Fıstık çamı plantasyonları yüzey horizonlarında K.D.K.'nin alt horizonlara göre daha yüksek olması organik maddenin yüzey toprağında yüksek düzeyde olmasıyla ilişkilidir. Fıstık çamı plantasyonlarının toprak profillerinde organik maddenin yüksek düzeylerde olmasına karşın, K.D.K.'nin düşük değerler göstermesi ortamda kil minerallerinin çok düşük düzeylerde bulunmasına bağlanabilir.

6- Değişebilir katyonların miktarları yönünden; en az  $\text{K}^+$  (0,13 – 0,54 me/100g toprak), ardından  $\text{Na}^+$  (0,44 – 2,61 me/100g toprak) en yüksek ise  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  (6,56 – 15,44 me/100g toprak) saptanmıştır.

7- Çalıştığımız alanda organik madde birikimi, diğer tüm faktörler sabit tutulduğundan, bitki örtüsü ve yaşıyla doğrudan ilişkilidir. Tüm profillerde en yüksek organik madde düzeyleri, en üst horizon olan Ah horizonunda saptanmıştır. Bu bağlamda, en yüksek organik madde düzeyi, 1961 yılı dikim sahasında Ah horizonunda % 5,08 organik madde ve % 2,9 organik C olarak saptanmıştır.

8- Araştırma alanında toprakların en yüksek % N değerleri Ah horizonlarında % 0,04-0,11 olarak saptanmıştır. Diğer horizonlarda ise 0,02-0,05 arasında değerler elde edilmiştir. Yarıyıllı fosfor değerleri 0,78-1,87 kg/da arasında değişim göstermiştir, bununla birlikte yüzey ve alt horizonların  $\text{P}_2\text{O}_5$  içerikleri birbirine yakın

düzeylerde saptanmışlardır. Horizonların yararlanılabilir  $K_2O$  (kg/da) değerleri tüm profillerin Ah horizonunda en yüksek, alt horizonlara doğru azalan düzeydedir.

9- Topraklarda yapılan mikro element analizleri sonucunda çinko 0,06- 0,21 mg/kg arasında ve “düşük” düzeyde bulunmuştur. Bakır, tüm horizonlarda 0,05-0,32 mg/kg arasında olup “düşük ve yeterli” düzeyde tespit edilmiştir. Mangan, tüm horizonlarda 0,94-10,06 mg/kg değerleri arasında ve “yüksek” miktarda bulunmuştur. Demir, iki horizon dışında, tüm horizonlarda 0,03 – 0,58 mg/kg arasında “düşük” bulunmuştur. 1961 yılı dikim sahasında Fe miktarı Ah, Bw, BC, C horizonlarında sırasıyla 0,58, 9,17, 10,25, 0,08 mg/kg değerlerinde bulunmuştur. Ah ve C horizonlarında düşük miktarda Fe varlığına karşın, Bw ve BC horizonlarında “yüksek” miktarda Fe saptanmıştır. Diğer profillerde yüzey horizonu en yüksek miktara sahipken alt horizonlarda Fe değerleri birbirine yakındır. Bw ve BC horizonlarında yüksek düzeyde saptanan demir elementinin bir bölümünün, büyük olasılıkla, çevre tarım arazilerinde kullanılan gübre preparatlarından gelebileceği gibi, bir bölümünün de mikroskop preparatlarında saptanan Fe-oksitli minerallerin (toplam mineral içeriğinin % 10-15 kadarı) kış aylarında yükselen taban suyunun etkisiyle toprağa çözünerek/ayırışarak katılmış olabileceği düşünülebilir. Bu çalışmayla saptanmış olan bu sorunun, ileride oluşturulacak, ayrıntılı toprak ve su kalite analizlerinin yapılmasını öngören bir araştırmanın -sorunun boyutunun anlaşılabilmesi için- tüm tarım ve Karabucak bölgelerinde yürütülmeleri gerekmektedir.

10- Stabil organik maddeler olarak adlandırılan humin maddelerinin Ah horizonlarındaki içeriği (humin asit+fulvik asit fraksiyonu) 2.96 g/100g toprak ile 3.00 g/100g toprak değerleri arasında değişmektedir. Çalıştığımız alanda Fıstık çamı plantasyonları altında, tüm toprak profillerinde, fulvik asit fraksiyonunun humin asitlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeninin, fıstık çamı altında toprak yüzeyinde biriken organik materyallerin bozunumuyla (mikrobiyel aktivite sonucunda ayrışması-dekompozisyonu) oluşan polisakkarit gibi karbonhidratların, oluşan fulvik asitlere bağlanma yoluyla, ortamda stabilize edildiği, başka bir deyişle fulvik asit fraksiyonunda korunduğu ve buna karşılık da fulvik asit fraksiyonunun da korunmuş olabileceği söylenebilir. Sonuçta, bu toprak oluşum olayının/işlevinin,

fulvik asit fraksiyonunun humin maddeleri içerisindeki oranının artmasına neden olduğu vurgulanabilir.

11- Çalışılan topraklar “tınlı kum ve kumlu tın” tekstürlüdürler ve Kum oranları % 74-80 arasında, silt oranları % 5,44-13,44 arasında, kil oranları da % 8,56-14,56 arasında değişmektedir. Toprakların hacim ağırlığı 1.1 ile 1.4 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Hacim ağırlığının düşük olması; kil oranlarının % 8,56-14,56 düzeylerinde bulunması ve organik madde oranlarının da % 3,09-5,08 değerlerinde olması ile açıklanabilir.

12- Araştırma sahamızda otsu vejetasyona ait 20–80 adet/100g mikoriza sporu saptanmıştır. Çalışılan topraklarda, en fazla mikoriza sporu yüzey horizonlarında (Ah) 60-80 adet/100gr toprakta sayılmıştır. Saptanan mikoriza endomikoriza olarak adlandırılan arbusküler mikorizadır. Söz konusu hifler, çalışma alanındaki kumlu topraklarda kum ve silt boyutu parçacıkların, salgıladıkları organik kökenli bileşiklerle büyük olasılıkla bir araya gelip agregatlaşmalarını sağlamaktadırlar. Mikoriza hifleri, iletim boşlukları ve agregatlaşan silt ve kum boyutu parçacıkları, yüksek büyütmede, tarama elektron mikroskobu görüntüleri (SEM) ile saptanmıştır.

13- Fıstık çamı meşçerelerinde; 1961 yılı dikimlerinde ortalama çap: 32cm ortalama boy: 17,4 m, 1974 yılı dikimlerinde ortalama çap: 23 cm ortalama boy 10,2 m, 1981 yılı dikimlerinde ise ortalama çap 36 cm ortalama boy: 14,3 m olarak ölçülmüştür. Bu durum bir ışık ağacı olan fıstık çamının çap - boy gelişiminde aralık x mesafenin diğer bir ifade ile dekadaki ağaç sayısının etkisinin, zaman (yaş) faktöründen daha etkili olduğunu göstermektedir.

14- Sonuç Olarak; Turan Emeksiz kumulunda, 1961, 1974 ve 1981 yıllarında tesis edilen fıstık çamı plantasyonlarının vejetasyon yaşı ile toprağın organik madde, humin maddeleri, makro ve mikro elementleri içerikleri, yararlı P ve toplam N, K.D.K. değerleri açısından doğrusal ilişki saptanmıştır.

Rüzgar erozyonunu durdurmak amacıyla ağaçlandırılan kumulun bugünkü toprak özellikleri ve özellikle organik madde ve humin maddelerinin yüksek düzeylerde saptanması toprak oluşumunun başladığını göstermektedir. Ayrıca, bu tez çalışmasında saptanan, kumulların organik karbon biriktirme potansiyellerinin

yüksekliği de, değişen dünya iklimine karşı kumul alanlarının bir bölümünün karbon yutağı olarak kullanılabileceklerini ve öngörülen iklim değişikliğini yavaşlatabilecekleri gibi durdurabileceklerini de ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, dünyada kumul araziler yönetimi, bir karbon yönetim sistemi biçimi olarak değer kazanmaktadır.

## KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, (1961). Tarsus Turan Emeksiz Sahasında Yapılan Okaliptüs Ağaçlandırma Çalışmaları, Ağaçlandırma Grup Müdürlüğü Raporu, Mersin.
- ANONYMOUS, (1968). Turan Emeksiz Ormanı için Ön Etüt Raporu, Mersin.
- ANONYMOUS, (1969). Tarsus Okaliptüs Araştırma İstasyonu Güresin Okaliptüs Ormanı, Turan Emeksiz Ağaçlandırma Çalışmaları, Rapor, Mersin.
- ANONYMOUS, (1982), Mersin OBM, Tarsus-Tarsus serisi Turan Emeksiz Kumul Ağaçlandırma Sahası Hakkında Rapor, Mersin
- ANONYMOUS, (1985). Tarsus Turan Emeksiz Kumul Tespit Çalışmalarında Tür Değişikliği, Rapor, Mersin.
- ANONYMOUS, (1989). Tarsus Serisi-Turan Emeksiz Ormanı (Tür Değişikliği) Orman İçi Ağaçlandırma Uygulama Projesi, OBM, OİM, Mersin.
- ANONYMOUS, (1990). Türkiye’de Okaliptüs Yetiştiriciliğinin 50. Yılı, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Ens.Dergisi, İzmit.
- ANONYMOUS, (1994). Orman Toprak laboratuvarlarının Kuruluş Esasları ve Laboratuvar Teknikleri Seminer Notları, Orman Toprak Lab. Müd.,Eskişehir.
- ACATAY, A., (1959). Orman Korunması, İ.Ü. Orman Fak. Yay., No:62 İstanbul.
- AKMAN, Y., (1990). İklim ve Biyoiklim, Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri. Palme Yayınları. Mühendislik Serisi: 103. Ankara 3195.
- ALLISON, L.E. and MOODIE, C.D., (1965). Carbonate. In: C.A. Black et al (ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy., Am. Soc. Of Agron., Inc.,Madison, Wisconsin, U.S.A. 9: 1379-1400.
- AROL,N.,(1959).Bolu Civarında Bazı Gökmar, Kayın Çam Saf ve Karışık Meşcerelerinde Ölü Örtü Miktarı ile Besin Maddesi Mutevası Üzerine Araştırmalar.T.C. Ziraat Vekaleti, Orman Umum Müdürlüğü Yay., Neşriyat Sıra No:301, Seri No:3 ,Yenilik Basımevi, İstanbul.
- ARROUAYS, D., and PELISSIER, P.H., (1994). Modeling Carbon Storage Profiles in temperate Forest Humic Loamy Soils of France. Soil Science, 157: 185-192.
- AŞK, K., (1977). Erozyonla Savaş El Kitabı, Gürsoy Matbaacılık, Ankara.

- ATALAY, İ., (2002). Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri, Orman Bakanlığı Yayınları, No:163, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir.
- ATALAY, İ., (2004). Doğa Bilimleri Sözlüğü, 1.Baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir.
- ATALAY, İ., (2006).Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası, 3.Baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir.
- ATAY, İ., (1964). Türkiye Sahil Kumullarının Tespiti ve Ağaçlandırılması Üzerine Araştırmalar. T.C.Tarım Bakanlığı Orman Gn. Md. Yayını Sıra No:385,Seri No:39 İstanbul.
- ATAY, İ., (1972). Kumullarının Tespiti ve Ağaçlandırılması Tekniği. İ.Ü.Orman Fakültesi. 1749/187. İstanbul.
- ATAY, İ., (1981), Türkiye Sahil kumullarında Başarılı Tespit ve ağaçlandırma çalışmalarından Resimli Örnekler. İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi Cilt No:31, Sayı No:1, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
- ATMACA, F., (2004). Kumul Ağaçlandırma Çalışmalarında Kullanılan Ağaç Türleri ve Tepe Kapalılıklarının Kumul Vejetasyonu Üzerindeki Etkilerinin Saptanması. Ç.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- AVCIOĞLU, E., (1993). Uluslar arası Kızılçam Sempozyumu Bildirileri, S.549,Orman Bakanlığı,Ankara
- BERBEROĞLU, S., (1994). Türkiye'nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Yapılan Kumul Ağaçlandırma Çalışmalarının Kumul Ekosistemine Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Kod No:784 Adana
- BERBEROĞLU, S., YILMAZ, K.T., ÖZKAN C., (2002). Mapping and Monitoring of Coastal Wetlands Çukurova Delta in the Eastern Mediterranean Region, Referans, MS Ref BIOG713J3 AUTDI1774121
- BINKLEY, D., DUNKIN, K.A., DeBELL, D., and RYAN, M.G.,(1992). Production and Nutrient Cycling in Mixed Plantations of Eucalyptus and Albizia in Havvahi. For. Sci., 38: 393-408.
- BOUYOUCOS, G.J. (1951). A Recalibration of The Hydrometer For Making Mecanical Analysis of Soil. Agro . J. No: 43; 434-438.

- BOZKURT, M., (2005). Ayrışma Dereceleri Farklı Peatlerin Humik Asit Kapsamlarının İki Ayrı Yöntemle Karşılaştırılma. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- BREMNER, J.M., (1965). Inorganik form of nitrogen in C.A. Black Et All. Methods of Soil Analysis Part 2. Agronomy 9:1179-1237 Am.Soc. of Argon., Inc, Madison, Wiscosin, USA.
- BROWN, A.H.F., (1992). Functionin of Mixed-Species Stands at Gisburn, N.W. England. in: M.G.R. Cannels D.C. Malcolm and P.A. Robertson (Editors), The Ecology of Mixed-Species Stands of Trees. Balckwell Sci. Publ, London, pp. 125-150.
- CROCKER, R.L., (1967). The Plant Factor in Soil Formation. p. 179-180. in J.V.Drew (ed) Selected Papers in Soil Formation and Classification. SSSA Spec. Publ. 1.SSSA Madison, WI.
- ÇEPEL, N., (1983). Orman Ekolojisi. İ.Ü.Yayın No:3140, O.F.Yayın No:337, İstanbul.
- DİNÇ, U., YEŞİL SOY, M.Ş., KAPUR, S., BERKMAN, A., ÖZBEK, H.,(1978). Doğu Akdeniz Kıyı Şeridindeki Kumulların Oluşları ve Bazı Fiziksel, Kimyasal, Mineralojik Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı, Yıl. 9, Sayı: 2. Dilek Matbaası. Adana.
- DİNÇ, U., SARI, M., ŞENOL, S., KAPUR, S., SAYIN, M., DERİCİ, R., ÇAVUŞGİL, V., GÖK, M., AYDIN, M., EKİNCİ, H., AĞCA, N., (1989). Çukurova Bölgesi Top., Ç.Ü.Ziraat Fak. Yardımcı Ders Kitabı, No:25, Adana.
- DİNÇ, U., SARI, M., ŞENOL, S., SAYIN, M., DERİCİ, M.R., ÇAVUŞGİL, U., GÖK, M., AYDIN, M., EKİNCİ, H., AĞCA, N., SCHLICHTING, E., (1990). Çukurova Bölgesi Top. Ç.Ü. Zir. Fak. Yard. Ders Kitabı No: 26. Adana.
- DİNÇ, U., KAPUR, S., ÖZBEK, H., ŞENOL, S., (1995). Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı NO:130.
- ELER, Ü., (1986). Antalya Bölgesi Fıstıkçamı (P.Pinea L.) Ağaçlandırma

alanlarında Fıstık ve Odun Verimi. Orm. Araş. Ens. Yay. Teknik Raporlar Serisi No:31.

FITZPATRICK, E. A., (1983). Soils: Their Formation, Classification and Distribution. Longman, London.

GERDEMANN, J.W. And NICOLSON, T.H., (1963). Spors Of Mycorrhizal Endogeny Species Extracted From Soil By Wet Siewing And Decanting, Trans. Brit. Mycol. Soc., 46, 235-244.

GÖRCELİOĞLU, E., (1976). Türkiye’de Akdeniz Bölgesinin Özellikle Batı Kesiminde İnsanla Doğal Çevre Arasındaki İlişkilerin Tarihsel Gelişimi ve Günümüzdeki Durumu. İ.Ü. Or. Fak. Dergisi, Seri A, Cilt 26, Sayı 2, İstanbul.

GÜLÇUR, F., ( 1974). Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları., İ.Ü.Yayın No: 1970, Orman Fakültesi Yayın No:201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

GÜNAY, T., (1997). Orman ormansızlaşma Toprak Erozyon, TEMA Vakfı Yayınları No:1,İstanbul.

GÜNEY, E., (2004). Jeomorfoloji, Tekağaç Eylül Yayınları, Ankara.

GÜRBÜZ, K., (2003). Berdan Nehri’nin Kuvaterner’deki Evrimi ve Tarsus’un Tarihesine Jeolojik Bir Yaklaşım, Kuvaterner Çalıştay IV,İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü,İstanbul.

IRMAK, A., (1947). Kuzey Anadolu'da Abant Gölü Kenarında Turbalık Teşekkülü. Ankara. Y.Z.E. Dergisi Cilt. 8 Sayı. 2 (16).

IRMAK, A., (1954). Arazide ve Laboratuarda Toprağın Araştırılması Metotları. İ.Ü.Yayın No:27, Halk Matbaası, İSTANBUL.

IRMAK, A., SEVİM, M., GÜLÇUR, F., (1962). Bolu-Aladağ Orman Sahasında Pedolojik Araştırmalar. Orman Fakültesi Dergisi. Seri A. Cilt XII, s.l 1.13.

IRMAK, A., GULCUR, F., (1964). Uludağ Granit Anataşı Üzerinde Gelişmiş Olan Bazı Toprak Profillerinde Etüdlr. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt XIV, Sayı 2, 1–14.

IRMAK, A., ve ÇEPEL, N., (1968).Belgrad Ormanında Seçilen Birer Kayın, Meşe ve Karaçam Meşceresinde Yıllık Yaprak Dökümü Miktarı ve Bu

Yolla Toprağa Verilen Besin Maddelerinin Bu yolla Toprağa Verilen Besin Maddelerinin Tesbiti Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A Cilt XVIII, Sayı: 2.

- IRMAK, A., (1972). Toprak İlimi. İ.Ü.Yayın No:1268, O.F.Yayın No:121, Taş Matbaası, İstanbul.
- İZBIRAK, R.,(1955). Sistematik Jeomorfoloji 1. Harita Genel Müdürlüğü İlimi ve Teknik Eserler Serisi No: 6 Ankara, 223. S.
- JACKSON, M. L., (1958). Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A., p: 1-498.
- JACKSON, M. L., (1967). Soil Chemical Analysis, Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. USA.
- JOHNSON, J.R., and MICHELINI, S., (1974). Effect of mycorrhizae on container grown Acacia. Proc. Of the Florida State Hort. 87:520-522.
- HOCAOĞLU, B., (2004). Tarsus ve Çevresinin Fiziki Coğrafyası. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- KALIPSIZ,A., (1982). Orman Hâsılat Bilgisi, İstanbul Üni. Orman Fakültesi Yayınları İ.Ü. Yayın No:3052,O.F. Yayın No:328, İstanbul.
- KAMBAK, A., (1996). Elmalı Barajı Havzasında Fıstık Çamı (*Pinus pinea* L.) Ormanlarının Toprak Özellikleri, İ.Ü.Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- KANTARCI, M. D., (1987) . Toprak İlimi. İ.Ü.Yayın No:3444, O.F.Yayın No:387, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul
- KANTARCI, M. D., (1991). Akdeniz Bölgesi'nin Yetiştirme Ortamı Bölgesel Sınıflandırması. T.C.Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Sıra No:668, Seri No:64 OGM Basımevi ANKARA.
- KANTARCI, M. D., (2000). Toprak İlimi. İ.Ü.Yayın No:4261, O.F.Yayın No:462, İstanbul.
- KANTARCI, M.D., (2005). Orman Ekosistemleri Bilgisi, Türkiye'nin Yetiştirme Ortamı Bölgesel Sınıflandırması ve Bu Birimlerdeki Orman Varlığı İle Devamlılığının Önemi, İ.Ü.Yayın No: 4558, O.F.Yayın No: 484, İstanbul.

- KAPUR, S., ESWASAN H., AKÇA E., DİNÇ O., KAYA Z., ULUSOY R., BAL Y., YILMAZ T., ÇELİK İ., ÖZCAN H., (1999). Agroecological Management of Degrading Coastal Dunes: A Major Land Resource Area in Southern Anatolia The Fourth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, Antalya.
- KARAKAN, B., (1996). Gelibolu Yarımadasında fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) ağaçlandırma alanlarında toprak özellikleri ve boylanmaya etkisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- KARATAŞ, Ç., (2004). Doğu Akdeniz Kıyı Kumul Ekosistemindeki Bitki Süksesyonu İle Mikoriza Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Çalışma, Ç.Ü. Fen Bil. Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- KAYA, Z., (1988). Toprak Biokimyası. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Ders Notları. No: 88-1.
- KEYS TO SOIL TAXONOMY, (2003). By Soil Survey Staff, United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, Ninth Edition.
- KHANNA, P.K., (1997). Comparison of growth and nutrition of young monocultures and mixed stands of Eucalyptus globulus and Acacia Mearnsii. Forest Ecology and Management, 94: 195-113.
- KILCI, M., SAYMAN, M., AKBİN, G., (2000). Batı Anadolu'da Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nın Gelişmesini Etkileyen Faktörler, Orman Bakanlığı Yayın no: 115, İzmir Orman Toprak Laboratuvar Yayın no:09, İzmir.
- LAL, R., (1989). Agroforestry Systems and Soil Surface Management of Tropical Alfisol.V. Effect on Soil Physical and Mechanical Properties. Agroforestry Systems, 8: 197-215.
- LI, X. L., MARSCHNER, H., And GEORGE, E., (1991). Phosphorus depletion and pH decrease at the root-soil and hyphae-soil interfaces of VA mycorrhizal white clover fertilized with ammonium. New Phytologist 119, 397-404
- LINDSAY, W.L., and NORWELL, W.A., (1978). Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 42:

421-528.

- MARSCHNER, H., (1995). Mineral Nutrition of Plants, 2nd ed., Academic Press, London, UK.
- OAKES, H., (1958). Türkiye Toprakları, Türk Yüksek Ziraat Mühendisleri Birliği Neşriyatı, Sayı:18, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
- OLSEN, S.R., COLE, V., WATANABE, F.S and DEAN, L.A., (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils By Extraction With Sodium Bicarbonate, USDA.
- ORTAŞ, İ., (1996). The Influence of Use of Different Rates of Inoculum on Root Infection Plant Growth and Phosphorus Uptake, Communication Soil Science and Plant Analyses, 27/18-20, 2935-2946.
- ORTAŞ, İ., (1997). Kök Bölgesi Ekosistemi (Rizosfer Biyolojisi), Ders Notları, Adana
- OYAMA, M. And TAKEHARA, H., (1967). Revised Standart Soil Color Charts, Japan.
- ÖNER, E., HOCAOĞLU, B., UNCU, L., (2005). Tarsus Ovasının Jeomorfolojik Gelişimi ve Gözlükule Höyüğü, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 2-5 Haziran 2005, İstanbul
- ÖZTÜRK, Y., (1991). Datça Yarımadasında Kabakum Kumulunda Toprakların ve Kumulun Özellikleri Üzerinde İncelemeler, T.C. İ.Ü. Fen Bil. Enst., Orm. Müh. Anabilim Dalı Toprak İlmi ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- PEMPKOWIAK, J., SZYPRYT, M.P., and KOZUCH, J., (1998). Rates of Diagenetic Changes of Humic Substances in Baltic Surface Sediments. Environment International. Vol 24 No: 5/6, pp. 589-594.
- PUTNAM, W.C, (1971). Geology. Oxford University Press. London. 524 S.
- RHOADES, J.D. (1986). Cation exchange capacity. chemical and microbiological properties methods of soil analysis Part 2. Pp: 149-157 Agronomy 9:1179-1237 Am.Soc.of Agron., Inc. Madison, Wisconsin USA.
- ROVIRA, P., and VALLEJO, V.R., (1997). Organic Carbon and Nitrogen Mineralization Under Mediterranean Climatic Conditions: The Effects of

- Incubation Depth. *Soil Biol. Biochem.*, Vol. 29, N. 9110 pp. 1509–1520.
- SAATÇIOĞLU, F., (1958). Tarsus Karabucak Mıntıkasında Okalıptus Tesis Çalışmalarının 20 Yıllık Neticeleri Üzerine Silvikültürel Araştırmalar. İ.Ü.Yayın No:782, O.F.Yayın No:59, Kurtulmuş Matbaası, İSTANBUL.
- SAĞLAM, T., M., CANGİR, C., BAHTİYAR, M., TOK, H., H., (1993). Toprak Bilimi, Trakya Üni., Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. Tekirdağ.
- SARAÇOĞLU, Ö., ve BOZKUŞ, F., (1996). Terkos Kumulunun Fıstık ve Sahilçamlarıyla Yapılan Ağaçlandırmasında Kumul Tespit Yöntemlerinin Başarısı, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri: A, Cilt:46, Sayı:2, İstanbul, 59–65.
- SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, P., H., BRÜMMER, G., HARTGE, H., K., SCHWERTMANN, U., (2001). (Çeviri), Toprak Bilimi, Ç.Ü.Ziraat Fak. Genel Yayın No:73, Ders Kitapları Yayın No:A-16 (Çevirenler: ÖZBEK,H., KAYA,Z., GÖK,M.,KAPTAN,H.).
- SCHEFFER, F. and ULRICH, B., (1960). *Humus and Humusdüngung*, Ferdinand Enke, Stuttgart.
- SCHLICHTING, E., BLUME, E., (1966). *Bodenkundliches Practikum*, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- SCHNITZER, M., (1989). Biding of Humic Substances by Soil Mineral Colloids. In P.M. Huang and M. Schnitzer (eds.) *Interactions of Soil Minerals with Natural Organics and Microbes*. SSSA Special Publication No. 17, Madison, Wisconsin: Soil Science Soc. Am. Inc., pp. 77–101.
- SOİL SURVEY STAFF, (1993). *Soil survey manual*. USDA. Handbook No: 18. Washington DC.
- SOİL SURVEY STAFF, (1999). *Soil taxonomy. A basic of soil classification for making and Interpreting soil survey*. USDA Handbook No: 436, Washington D.C.
- STEVENSON, F. A., (1965). Origin and Distribution of Nitrogen in Soil. in: W.V. Bartholomew and F.E. Clark, Eds. *Soil Nitrogen* American Society of Agronomy. Madison, Winconsinpp. 1–42.
- STEVENSON, F. J., (1982). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. Wiley-Interscience, New York.

- TINKER, P. B., (1980). Role of rhizosphere microorganisms in phosphorus uptake by plants. "In The Role Of Phosphorus in Agriculture" (Eds. Khasaweneh, F.E.et.al.) ASA-CSSA-SSSA, Madison, USA.
- THORNTWAITE, C.W., (1948). An Approach Toward a Rational Classification of Dimate. Geograph- Rev. 38: 55–94.
- TOPRAKSU, (1974). Seyhan Havzası Topraklan Havza No: 18 Raporlar Serisi 70, Toprak-Su Gn. Md. Yayınları No: 286. Ankara.
- TÜFEKÇİ, S., (2007). Doğal Populasyonlardaki Toros Sediri (Cedrus Libani A.Rich.) Mikorizasının İzole Edilmesi ve Çoğaltılıp Fidan Üretiminde Kullanılması, Ç.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- U.S. SALINITY LAB. STAFF., (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Agric. Handbook no: 60, USDA.
- USLU, T., (1977). Plant Ecological and Sociological Research on The Dune and Manquis Vegetation Between Mersin and Silifke Commun. Fac. Sci. Univ. 21C2 Supply, 1: 60 pp. Ankara.
- USLU, T., (1993a). Türkiye'de Kıyı Kumul Ağaçlandırma Politikası: Çevre Açısından Durum, 14. Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Özetleri, Ankara
- USLU, T., (1993b). Göksu Deltasında Kıyı Kumul Yönetimi, Uluslararası Göksu Deltası Çevresel Kalkınma Semineri Bildiri Metinleri. D.H.K.D. Silifke.
- USLU, T., BAL, Y., (1993). Coastal Dune Management of Seyhan Delta, Proceeding of the First International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST, Antalya.
- USSIRI, D. A. N., and JOHNSON, C. E., (2003). Characterization of Organic Matter in Anorthern Hardwood Forest Soil By C13 NMR Spectroscopy and Chemical Methods. Geoderma, 111 (1-2): 123-149.
- UYAR ve ark., (1982). Marmara, Batı ve Orta Karadeniz Bölgesi Sahilçanı Ağaçlandırma Alanlarında Yapılan İnceleme ve Değerlendirmeler, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit.
- ÜNAL, H., (1981). Toprak Kimyası Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ankara, 270s.

- ÜNAL, H. ve H. BAŞKAYA (1981). Toprak Kimyası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No. 759. Ankara.
- YAKTI, S., (2003). Akyatan Kumul Plantasyonunun Toprak Oluşumuna Olası Etkilerinin Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bil. Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- YAKTI, S., ZDRULI, P., AKÇA, E., PEKEL, M., YILMAZ, S., DÜZENLİ, A., SERDEM, M., KAPUR, B. AND KAPUR, S.,(2004). (Editors: Pandi Zdruli and Giuliana Trisorio Liuzzi), MEDCOASTLAND PROJECT, Workshop proceedings, Marrakech, Morocco, 12–16 February 2004, Sayfa:227–233.
- YALTIRIK, F., (1993). Dendroloji Ders Kitabı I, Gymnospermae, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3443/386, İstanbul, 320 S.
- YEŞİLKAYA, Y., NEYİŞÇİ, T., (1992). Batı Akdeniz Bölgesindeki Kumul Ağaçlandırmalarının Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No:222, Ankara.

## ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Diyarbakır iline bağlı Çüngüş ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Çüngüş'te tamamladı.1994 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümünden mezun oldu.1996–1998 yılları arasında OGM Mersin Orman Bölge Müdürlüğü Tarsus Orman İşletme Müdürlüğünde yevmiyeli mühendis,1998–2000 yılları arasında OGM Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Erzurum Orman İşletme Müdürlüğü'nde İspir Orman İşletme Şefliği,2000–2002 yılları arasında Sivas Divriği AGM Mühendisliği,2002–2003 AGM Doğu Akdeniz Bakanlık Bölge Müdürlüğü Adana AGM Mühendisliği,2004–2006 Adana İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Saimbeyli AGM Mühendisi olarak görev yaptı.2006 yılından bu yana Tarsus Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü'nde Orman Ekolojisi ve Toprak Araştırmaları Başmühendisliğinde görevini sürdürmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.