

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Oktay OKUR

**KARAPINAR (KONYA) TARİHSEL ÇÖLLEŞME ALANI TOPRAKLARININ
UZUN SÜREÇTE BADEM-AKASYA ALTINDAKİ KALİTE DEĞİŞİMLERİ**

ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI

Adana, 2010

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARAPINAR (KONYA) TARİHSEL ÇÖLLEŞME ALANI TOPRAKLARININ
UZUN SÜREÇTE BADEM-AKASYA ALTINDAKİ KALİTE DEĞİŞİMLERİ**

Oktay OKUR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI

Bu tezTarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu İle
Kabul Edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Alhan SARIYEV

DANIŞMAN

İmza

Prof. Dr. Selim KAPUR

ÜYE

İmza

Yrd.Doç. Dr. Erhan AKÇA

ÜYE

Bu tez Enstitümüz Arkeometri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL

Enstitü Müdürü

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

**KARAPINAR (KONYA) TARİHSEL ÇÖLLEŞME ALANI TOPRAKLARININ
UZUN SÜREÇTE BADEM-AKASYA ALTINDAKİ KALİTE DEĞİŞİMLERİ**

Oktay OKUR

**ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**

Danışman : Prof.Dr. Alhan SARIYEV
Yıl : 2010, Sayfa:106

Jüri : Prof.Dr. Alhan SARIYEV
Prof.Dr. Selim KAPUR
Yrd. Doç.Dr. Erhan AKÇA

Bu çalışmanın amacı kuraklık ve rüzgar erozyonu etkisinde kalan Karapınar rüzgar erozyonu koruma sahasında geleneksel badem ile koruma sonrasında dikimi yapılan akasya bitkilerinin toprak agregat yapısı ve oluşumuna etkisini saptamaktır. Çalışma sonrasında, badem-akasya birlikteliğinin arazi koruma çalışmalarına etkisi nicel olarak ortaya konulmuştur.

Proje kapsamında yapılan fiziksel, kimyasal, mineralojik ile mikromorfolojik analizler badem ve akasya birlikteliğinin toprakların özellikle fosfor ve organik madde içeriğini tarım yapılan topraklara oranla çok yüksek düzeyde arttırdığını ortaya koymuştur. Sonuçta; İç Anadolu insan peyzajında (anthroscape) özellikle erozyon çalışmalarında badem-akasya dikiminin toprak kalitesi üzerine olumlu etki yaptığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karapınar, agregat, kalite

ABSTRACT
MSc THESIS

**CHANGES OF SOIL QUALITY OF HISTORIC KARAPINAR (KONYA)
DESERIFICATION SOILS UNDER LONG-TERM ALMOND AND
ACACIA**

Oktay OKUR

DEPARTMENT OF ARCHAEOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor: Prof.Dr. Alhan SARIYEV
Year : 2010, Page: 106

Jury : Prof.Dr. Alhan SARIYEV
Prof.Dr. Selim KAPUR
Asst.Prof.Dr. Erhan AKÇA

The aim of the research was to determine the effects on the soil aggregate structure and its formed of planting acacia plant after protection with classic almond in Karapınar wind erosion protection area that had a bearing upon drought and wind erosion. In the result of the study was quantitatively determined effect on land protection studies of almond-acacia association.

The research was presented that almond and acacia association increased especially phosphor and organic matter contents of soils compared to cultivated soils. In conclusion, it was determined that almond-acacia plantation performed positive effect on the soil quality in Center Anatolia anthroscape and specially erosion studies.

Keywords: Karapınar, aggregate, quality

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması sırasında bana sabırla yol gösteren ve her türlü konuda yardımcı olan danışmanım Prof. Dr. Alhan SARIYEV'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans çalışmamın tüm aşamasında bilgi ve deneyimini esirgemeyen ve her konuda yardımcı olan Prof.Dr. Selim KAPUR ve Yrd. Doç Dr. Erhan AKÇA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Enstitü Müdürüm Dr. Çetin PALTA'ya tez çalışmamda yardımcı olan mesai arkadaşlarım Mustafa OKUR, Necati Şimşekli, Dr. Aynur ÖZBAHÇE, Talip ATÇEKEN, Dr. Ali Fuat TARI ve Bingöl üniversitesi hocalarından Yrd. Doç Dr. Ufuk KARADAVUT'a tüm içtenliğimle teşekkürlerimi sunarım. Tez yazımına yardım eden sekreterler Ayşe İNER ve Ayşegül AVCI'ya, Laboratuar çalışmalarına katılan Ercan ARIOĞLU'na ve tüm enstitü personeline teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bizi Adanada 2 yıl süresince misafir eden Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürü Zeyni AKTAŞ ve personeline teşekkür ederim.

Manevi desteğini esirgemeyen kızlarım Şimal ve Şevvale, bu süreci benimle yaşayan eşime sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
1.GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Karbon Stoku Nedir?	15
2.1.1. Karbon-Stokunun ile Çölleşme ve İklim Değişimini	
Azaltma İlgisi.....	16
2.1.2. Topraktaki Organik Karbonu Yönetimi.....	18
2.1.3. Toprakta Karbon Tutulması.....	18
2.2. Konu üzerinde uluslararası düzeyde yapılmış çalışmalar.....	21
2.3. Türkiye de Daha Önce Yapılmış Çalışmalar.....	25
2.3.1. Türkiye’de Rüzgar Erozyonu Problemi ve Önemi.....	25
2.3.2. Rüzgar Erozyonunun Tanımı, Özellikleri ve	
Meydana Geliş Sebepleri.....	26
2.3.3. Karapınar’da Rüzgar Erozyonu.....	27
2.3.4. Problemlili Sahalar Üzerinde Yapılan Çalışmalar.....	29
2.3.4.1. Kum Eksibeleri (Kumul Barkanları) Sahası.....	29
2.3.4.2. Fiziki Önlemler (kamış perde tesisi).....	29
2.3.4.3. Kültürel Tedbirler.....	30
2.3.4.3.(1). Otlandırma.....	30
2.3.4.3.(2). Ağaçlandırma.....	30
2.3.4.3.(3). Hareketli Kumul (Barkanlar) Sahası	30
2.3.4.3(4). Erozyona Duyarlı Düz Topraklar Sahası.....	31
2.3.4.3.(5). Ketir Tepesi Sahası.....	31

3. MATERYAL ve METOD.....	34
3.1. Materyal.....	34
3.1.1. Çalışma Alanının Konumu.....	34
3.1.2. İklim Özellikleri.....	35
3.1.3. Bölgenin Toprak Özellikleri.....	38
3.1.4. Jeolojik Özellikleri.....	39
3.1.5. Yapısal Jeoloji	40
3.1.6. Tarımsal Yapı ve Üretim.....	41
3.1.7. Arazi Kullanımı.....	41
3.1.8. Bitkilerin tür özellikleri.....	42
3.1.8.1. Badem Yetiştiriciliği.....	42
3.1.8.2. Akasya Yetiştiriciliği.....	44
3.2. Metod.....	46
3.2.1. Araziden Gözlem Alınması.....	46
3.2.1.1. Profil Yerlerinin Tespiti ve örnekleme.....	46
3.2.1.2. Örnekleme Metodu Üzerine Tartışmalar.....	47
3.2.1.3. Açılan Profiller Üzerinde Bilimsel Tartışmalar.....	48
3.2.1.4. Profilden Bozulmamış Toprak Örneği Alımı.....	49
3.2.2. Fiziksel, Kimyasal, Mineralojik ve Mikro Morfolojik.....	50
Analiz Yöntemler.....	50
3.2.2.1. Yapılan Analiz çalışmaları.....	51
3.2.2.2. Toprakların Bazı fiziksel Özelliklerinin Hacim	
ağırlığı değerinden Saptanması ve Modellenmesi.....	52
3.2.2.3. Çölleşmeye Karşı Duyarlı Çevrelerin	
Saptanması ÇDİ).....	54
3.2.2.4. Toprak Kalite İndeksi.....	54
3.2.2.5. İklim Kalite İndeksi (İKİ).....	56
3.2.2.6. Bitki Kalite İndeksi.....	57
3.2.2.7. Arazi Kullanım Kalite Özellikleri (AKİ).....	58

3.2.3 Toprakların Sertleştirilip Parlatılmış Blokların	
Hazırlanması.....	60
3.2.3.1. Örneğinin Suyunu Çıkarma.....	61
3.2.3.2. Örneği Sertleştirme.....	61
3.2.3.3. Sertleştirilmiş Toprak Bloklarının incelenmesi	62
3.2.4. Tarama Elektron Mikroskobisi.....	63
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	64
4.1. Çalışma Alanındaki Profil Toprağının Morfolojik Tanımı.....	64
4.1.1. Profil Tanımlaması.....	66
4.2. Badem-Akasya Örtüsü Altındaki Profil Toprağının Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri.....	69
4.3. Toprakların Bazı fiziksel Özelliklerinin Hacim Ağırlığı Değerinden Saptanması ve Modellenmesi.....	73
4.4. Badem Akasya Taç Altındaki Ölü Örtü Düzeyi.....	75
4.4.1. Çevre Duyarlılık İndeksi (ÇDİ).....	77
4.4.2 Toprak Kalitesi İndeksi (TKİ).....	77
4.4.3 İklim Kalite İndeksi (İKİ).....	77
4.4.4 Bitki Örtüsü İndeksi (BKİ).....	78
4.4.5 Arazi Yönetim Kalite İndisi (AKİ)/İnsanlar Tarafından Yaratılan Baskı.....	78
4.4.6 Kalitelerin Birleşimi.....	79
4.5. Parlatılmış Bloklardaki Görüntü Özellikleri.....	80
4.6. Badem-Akasya Örtüsü Altındaki Toprak Profiline Mikromorfolojik (TEM) Özellikleri.....	81
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR.....	92
ÖZGEÇMİŞ.....	106

ÇİZELGELER DİZİNİ**SAYFA**

Çizelge 2.1.	Rüzgar Erozyonunun İllere Göre Dağılımı.....	26
Çizelge 2.2.	Rüzgar Erozyonun Türkiye Konya İlindeki Dağılımı.....	26
Çizelge 3.1.	Karapınar Rüzgar Erozyon Sahası Çok Yıllık Ortalama Yağışlarının Aylık, Mevsimlik ve Yıllık Dağılımı.....	36
Çizelge 3.2.	Karapınar Rüzgar Erozyon Sahasının Uzun Yıllar Yağış Değerleri.....	37
Çizelge 3.3.	Araştırma Yerinin Uzun Yıllara (1983-2006) Ait İklim Değerleri.....	38
Çizelge 3.4.	Araştırma Alanındaki Yaygın Olan ve Tarım Yapılan İnceptisol Sınıfı Toprakların Genel Analiz Sonuçları.....	39
Çizelge 3.5.	Toprak Kalite Değerleri.....	55
Çizelge 3.6.	İklim Kalite İndeksi Elemanları.....	56
Çizelge 3.7.	Bitki Örtüsü Kalitesi Değerleri.....	57
Çizelge 3.8.	Bitki örtüsü kalitesi (kuraklık dayanımı).....	58
Çizelge 3.9.	Arazi Yönetim Kalitesini Saptamada Kullanılan Etmenler .	59
Çizelge 3.10.	ÇDİ Türleri Ve Sayısal Aralık Değerleri.....	60
Çizelge 3.11	İnce Kesit Hazırlamada İşlem Akış Diyagramı.....	63
Çizelge 4.1.	Profil Tanımlama Bilgileri.....	67
Çizelge 4.2.	Çalışma Profillerindeki Kimi Toprak Özelliklerinin Analizleri.....	71
Çizelge 4.3.	Örnek profilin Tarla Kapasitesi, Solma Noktası ve Alınabilir Su İçeriği ile ortalama kil, silt ve kum tektürlü toprakların değerleri.....	73
Çizelge 4.4.	Deneme Alanı Topraklarının Hacim Ağırlığı,TK ve SN Değerleri.....	73
Çizelge 4.5.	Matematiksel Modellerle Hesaplanan Bazı Toprak Fiziksel Parametreleri.....	75

Çizelge 4.6.	Yağışlı (1000mm/Yıl) Koşullarda Çeşitli Ağaç Türlerinin Ölü Örtü Üretim Düzeyleri.....	76
Çizelge 4.7.	Çalışmada Saptanan Badem – Akasya Ölü Örtü Düzeyleri İle Erozyon Kontrol Sahasında Diğer Bitki Örtüsü Altındaki Ölü Örtü Düzeyleri.....	76
Çizelge 4.8.	Meke Serisi Toprakların Toprak Kalite İndeks değerleri.....	77
Çizelge 4.9.	Karapınar Erozyon Koruma İstasyonu Bitki Örtüsü.....	78
Çizelge 4.10.	Karapınar Erozyon Koruma İstasyonu Arazi Yönetim Kalite İndeksi.....	79
Çizelge 4.11.	Karapınar Erozyon Kontrol İstasyonundaki ÇDİ değerleri	79

ŞEKİLLER DİZİNİ**SAYFA**

Şekil 2.1.	Türkiye Erozyon Haritası.....	5
Şekil 2.2.	Karapınar Erozyon Kontrol Sahasında 1960'lı yıllara ait rüzgar perdeleri.....	6
Şekil 2.3.	Yalancı akasya bitkisi.....	9
Şekil 2.4.	Badem ağacı.....	14
Şekil 2.5.	Karbon döngüsü.....	16
Şekil 2.6.	Toprakta organik madde birikimi.....	17
Şekil 2.7.	Küresel Karbon Döngüsü.....	19
Şekil 2.8.	Değişik Bitkisel Ekosistemlerde Biriken Karbonun Depolanma Süresi.....	21
Şekil 2.9.	Karbonun Orman ve Orman Ürünlerinde Depolanma Süreci...	25
Şekil 3.1.	Karapınar'da Yer Alan Toprak Serileri.....	34
Şekil 3.2.	Karapınar Erozyon Koruma Sahası.....	35
Şekil 3.3.	Karapınar Arazi Kullanımı (dekar).....	41
Şekil 3.4.	P.amygdalus kök yapısı.....	43
Şekil 3.5.	P.amygdalus meyve ve çiçek.....	44
Şekil 3.6.	Robinia pseudoacacia meyve ve çiçek yapısı.....	45
Şekil 3.7.	.Profil yerlerinin tespiti.....	47
Şekil 3.8.	Profil tanımlama eğitimi.....	48
Şekil 3.9.	Profil tanımlama.....	49
Şekil 3.10.	Profilden Bozulmamış Toprak Örneği Alımı.....	49
Şekil 3.11.	Profilden Alınan Bozulmuş ve Bozulmamış Toprak Örnekleri.....	50
Şekil 3.12.	Bozulmamış Toprak Örneklerinin Suyunun Çıkarılması.....	61
Şekil 3.13.	Toprak Örneklerinin Sertleştirilmesi.....	62
Şekil 4.1.	Meke Profili.....	65
Şekil 4.2.	Karapınar Erozyon İstasyonundaki Ağaçlandırılmış Kumulların Genel Görünümü.....	65
Şekil 4.3.	Örnekleme Yapılan Profildeki Bitki Örtüsü.....	66

Şekil 4.4.	Meke serisinde fiberli organik materyal birikimi.....	68
Şekil 4.5.	Meke Toprak Serisinde Yer Yer Oluşan ve Organik Madde Birikim Horizonun Altında Yer Alan Agregatlar.....	68
Şekil4.6.	Dünyadaki kimi topraklar ile Meke Serisinin organik madde içerikleri.....	70
Şekil 4.7.	Çalışma profilinin tekstürel dağılımı.....	70
Şekil 4.8	Örnek profilin mikro besin elementleri içeriği.....	72
Şekil 4.9.	Karapınar’da yaz sonu kuru ve yoğun bitki örtüsü.....	78
Şekil 4.10.	Akasya-Badem Yüzey Horizonlarının Parlatılmış Blok Kesitleri.....	80
Şekil4.11.	AkasyaYüzey Alt Örtüsü Altında Kum ve Silt parçacıklarının Oluşturduğu Öncü Agregatların (TEM) Görüntüsü.....	82
Şekil4.12.	Akasya Yüzey Alt Örtüsü Altında Kum Ve Silt Parçacıklarının Oluşturduğu Öncü Agregatların (TEM) Görüntüsü	82
Şekil 4.13.	AkasyaYüzey Alt Örtüsü Altında Kum ve Silt Parçacıklarının Oluşturduğu Öncü Agregatların (TEM) Görüntüsü.....	82
Şekil4.14.	Akasya Yüzey Alt Örtüsü Altında Kum ve Silt Parçacıklarının Oluşturduğu Öncü Agregatların (TEM) Görüntüsü.....	83
Şekil4.15.	Akasya Yüzey Alt Örtüsü Altında Kum ve Silt Parçacıklarının Oluşturduğu Öncü Agregatların (TEM) Görüntüsü.....	83
Şekil4.16.	Akasya Yüzey Alt Örtüsü Altında Kum ve Silt Parçacıklarının Oluşturduğu Öncü Agregatların (TEM) Görüntüsü.....	83
Şekil4.17.	Akasya Yüzey Alt Örtüsü Altında Kum ve Silt Parçacıklarının Oluşturduğu Öncü Agregatların (TEM) Görüntüsü.....	84

Şekil4.18. Akasya Yüzey Alt Örtüsü Altında Kum ve Silt Parçacıklarının Oluşturduğu Öncü Agregatların (TEM) Görüntüsü.....	84
Şekil4.19. Akasya Yüzey Alt Örtüsü Altında Kum ve Silt Parçacıklarının Oluşturduğu Öncü Agregatların (TEM) Görüntüsü.....	84
Şekil4.20. Akasya Yüzey Alt Örtüsü Altında Kum ve Silt Parçacıklarının Oluşturduğu Öncü Agregatların (TEM) Görüntüsü.....	85
Şekil 4.21. Kök Parçacık Kalıntısının Öncü Agregatlara Tutunması ve Mikoriza Sporlarının Korunması.....	85
Şekil 4.22. Kök Parçacık Kalıntısının Öncü Agregatlara Tutunması ve Mikoriza Sporlarının Korunması.....	85
Şekil 4.23. Kök Parçacık Kalıntısının Öncü Agregatlara Tutunması ve Mikoriza Sporlarının Korunması.....	86
Şekil 4.24. Kök Parçacık Kalıntısının Öncü Agregatlara Tutunması ve Mikoriza Sporlarının Korunması.....	86
Şekil 4.25. Bademde Oluşan Öncü Agregatlar.....	86
Şekil 4.26. Bademde Oluşan Öncü Agregatlar.....	87
Şekil 4.27. Badem Altı Yüzey Horizonunda Faunal Aktivite.....	87
Şekil 4.28. Badem Altı Yüzey Horizonunda Faunal Aktivite.....	87
Şekil 4.29. Badem Altı Yüzey Horizonunda Faunal Aktivite.....	88

1.GİRİŞ

Dünya, üzerinde yaşayan canlılara mükemmel bir yapı olan toprak ile yaşam ortamı sunmaktadır. Toprak, oluşum biçimiyle, farklı çeşitte ve büyüklükte minerallerden ve organik maddeden oluşmaktadır. Bu oluşumda yer alan materyallerin miktarları, oranları ve çeşitleri toprak kalitesini ortaya koymaktadır. Topraklar oluşum süreci boyunca bulunduğu coğrafyadaki ana kaya ve iklim özelliklerine göre olgunlaşarak canlılara gelişme ortamı sağlayan canlı bir sistem olarak varlığını sürdürmüştür. Toprak yapısı bakımından oluşum süreci boyunca geçirdiği her evrenin etkisini üzerinde taşımaktadır. Ancak son yıllarda hızlanarak artan ve toprak koruma çalışmalarını kat kat üzerinde olan toprak bozunumu nedeniyle topraklarımızı daha hızlı bir şekilde kaybetmeye başladığımız görülmektedir.

Günümüzde, yanlış arazi kullanımı en büyük sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Yanlış arazi kullanımı ile topraklara bağlanmış organik karbon atmosfere katılmakta ve böylece günümüzün en büyük sorunlarından birisi olan iklim değişimine etki eden sera gazlarının (CO₂) artışına katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle, CO₂'nin canlı bir vejetasyon yoluyla organik karbon biçiminde topraklarda tutulması önemlidir. Bu konuda yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Ancak üzerinde durulması ve iyi anlaşılması gereken toprak ve bitki etkileşiminin tam anlamıyla ortaya konulması ve yeterince anlaşılması önemlidir. Toprak organik maddesinin azalması toprağın su tutma kapasitesini, besin maddesi miktarını, mikroorganizma etkinliklerini, aşınım dayanımını ve toprağın agregatlaşmasını azaltmaktadır. Karbonunun, hem toprak üstünde hem de altında depolanma eğilimi hem arazinin hem de atmosferin özellikleriyle ilgilidir. Toprağın üst kısmında karbonun birikimi, toprağı bitkinin kaplama/örtme düzeyiyle ilgilidir, Toprağı kaplayan söz konusu bitki örtüsünün azalması toprak erozyonuna neden olur ve aynı zamanda toprak verimliliğinin düşmesine neden olur.

Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi (BMÇMS-UNCCD) EK 4 ülkeleri, Kuzey Akdeniz Havzasındaki ülkelerin kurak alanlarında sürdürülebilir tarıma olanak sağlamaları ve küresel iklim değişimini azaltmaya yaptığı katkılardan dolayı topraktaki karbon birikimini bir gösterge olarak kabul

ederek, toprak altı ve üstü karbon yutaklarının çalışılmasını ve topraklardaki karbon düzeyinin arttırılmasını önermektedir. Başka bir deyişle, iklim değişikliğinin önlenmesinde karbon yutaklarının artırımı küresel ölçekte önemli bir faktördür. Kuzey Akdeniz'in kurak alanlarında, karasal karbon yutağının. uzun süreçli bir izleme programıyla çalışılması önerilir. Yer yüzeyinin üst bölümlerinde, karbonun birikmesi bitkinin toprakta tutunumunu arttırarak toprağı erozyondan korur. Ayrıca, bitki fotosentezle atmosferdeki karbonu tutmakta ve toprak yüzeyinin alt kısımlarında da karbonu özellikle kök bölgesinde depolamaktadır. Toprağın alt horizonlarında karbon stokunun artması, toprağı iyileştirici etki yapar ve biyolojik verimliliğini sürdürür. Aynı pozitif karbon stoku atmosferik karbondioksit yoğunluğunun azalmasını da etki eder. Böylece sürdürülebilir kurak alan yönetimi sayesinde iklim değişiminin de azalmasını sağlar. Toprakta azalan karbon stoku toprak yüzeyinde yer alan vejetasyonun kaybına ve küresel atmosferik-CO₂ yoğunluğunun artmasıyla da iklim değişikliğine neden olur.

Türkiye olarak Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi kapsamında yürütülen çölleşme ile mücadele ulusal eylem programında toprakların organik madde içerikleri ve bunun arttırılma olanakları ile ilgili çalışmalar yoğun bir biçimde devam etmektedir. Yarı kurak iklim kuşağının yaygın olduğu ülkemizde, toprakların organik madde kaybı; anızın yakılması, aşırı toprak işleme ve yanlış arazi kullanım uygulamaları nedeniyle oluşmaktadır. Anızlı tarım tekniğine uyumlu ve bilinçli / dengeli gübreleme, yeşil gübreleme ve uygun ekim nöbeti uygulamaları ile toprakların organik madde içerikleri arttırılmalıdır. Çeşitli güncel ve geleneksel koruma yönetimleriyle topraktaki organik madde birikimlerinin arttırılması, toprakların kimyasal verimliliklerinin ve kalitelerinin artmasını sağlamasının yanında, toprağın fiziksel koşullarını iyileştirecek ve biyolojik zenginliğini de arttıracaktır.

Yaklaşık 40 yıldır koruma altında olan Karapınar'daki (Konya) çalışmalar buna verilebilecek en çarpıcı örnektir. Karapınar'da 1960'lı yıllarda yok olan vejetasyon, kumulların hareketleri durdurulduktan sonra doğal olarak ve/veya insanların olumlu etkileri ile gelişmiş ve toprak oluşumunun yeniden sağlanması konusunda büyük katkılar sağlamıştır. Karapınar gibi sorunlu bölgelerde toprak

sağlığının belirlenmesinde, fiziksel ve kimyasal toprak analizleri ve yüksek yapılı organizmalara (canlılara) ait biyoçeşitlilik analizleri yeterli olmamaktadır. Buna karşılık, mikroorganizmalar toprak sağlığının sayısal olarak ifade edilmesinde duyarlı bir gösterge olarak kullanılabilir. Mikroorganizmalar, değişikliklere çok çabuk bir şekilde tepki gösterirler ve çevre koşullarına hızlı bir şekilde uyum sağlarlar. Bu canlıların uyum yetenekleri, toprak sağlığının değerlendirilmesinde, çeşitli mikrobiyolojik analizlerin kullanılmasıyla, kullanılmaktadır.

Karapınar gibi agregat stabilitesi ve KDK'sı göreceli olarak düşük topraklardan oluşan alanlarda, toprağın bu özelliklerinin artırılması, arazi/toprak kalitesinin de artırılması yönünden oldukça önemlidir. Rüzgar erozyonunun ülkemizde en fazla görüldüğü bu alanda toprak yapısının iyileştirilmesi bu sorunu önleyecektir. Bu çalışmada kuraklık ve rüzgâr erozyonu tehdidine en çok maruz kalan Karapınar (Konya) rüzgar erozyonu koruma sahasında koruma sonrası badem ve akasya ağacı dikimi yapılan hareketli kumullardaki dikim sonrası kalite değişimi saptanmıştır. Bu amaçla Karapınar Erozyon Kontrol İstasyonu alanından alınan toprak örneklerinde fiziksel, kimyasal ve mikromorfolojik analizler yapılmış ve kimi toprak/arazi kalite modelleri kullanılarak toprak kalite gelişimi analitik verilerle ortaya konulmuş ve konu ile çalışacak araştırmacılara kaynak bir veri dizini oluşturulmuştur.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünyadaki hızlı nüfus artışı, sanayileşme, kentleşme ile birlikte günümüzün en önemli sorunlarından birisi de doğal kaynaklar üzerindeki baskılar ve tehditlerdir. Doğal kaynakların aşırı derecede ve yanlış kullanılmasının önüne geçmek, bilimsel esaslara dayalı olarak kullanımı ve yönetimini sağlamak ve etkin bir koruma gerçekleştirmek üzere ulusal ve uluslararası çabalarla birçok ülkede doğal kaynakların “korunan alan” yapısına kavuşturulması için girişimlerde bulunmaktadır (Kuvan, 1991).

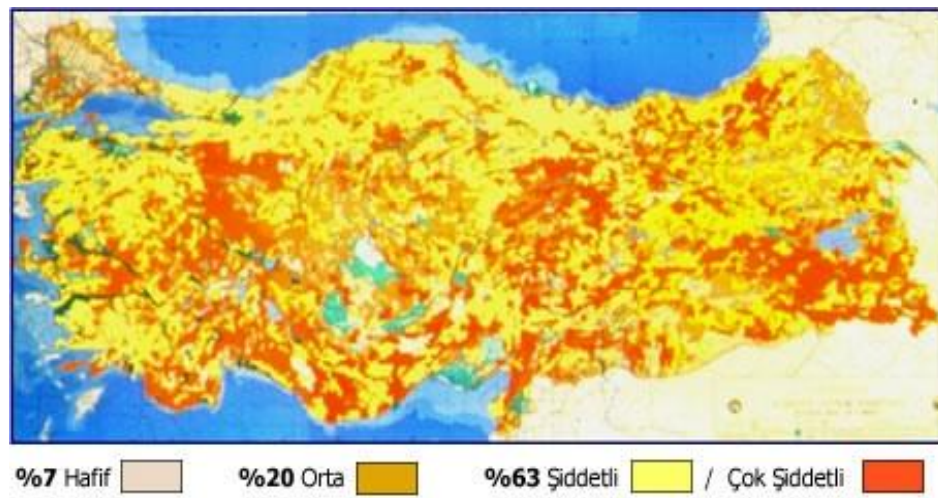
IUCN korunan alanları; “biyolojik çeşitliliğin, doğal ve kültürel kaynakların sürekliliğini ve korunmasını sağlamak amacıyla kurulan, yasalarla ve diğer etkili araçlarla yönetilen kara ve deniz parçalarıdır” şeklinde tanımlamaktadır (Anonim,1994).

Korunan alanlar; arazi kullanım planlamasının, tehlike altındaki türlerin koruma altına alınmasının, havza korumasının, rekreasyon olanaklarının sağlanmasının ve turizm geliri yaratılmasının önemli bir parçası olarak görülebilir. Korunan alan sistemi içine giren her alanda, çeşitli biçim ve düzeylerde önceden saptanmış amaçlar doğrultusunda yönetim etkinliklerine rastlanır. Yönetim sadece korunan alan içindeki doğal ekosistemlerle değil, buradaki bozunmanın temel nedeni olan insanlarla da ilgilidir. Böylece korunan alan içinde ve yakınındaki insan etkinliklerinin yönetimi kritik bir faktör haline gelmiştir. Bugün korunan alan yönetiminde, ekolojik ve bilimsel değerler yanında, ekonomik politik ve sosyal düşünceler ile estetik ve rekreasyonel yararlanmalarda dikkate alınmaktadır (Kuvan, 1997). Doğal ekosistemin korunması gereğinin yaşamsal öneminden hareketle, özellikle tehlike altında olan tür ve genetik çeşitliliğin korunması düşüncesiyle farklı tipte koruma alanları oluşturulmaya başlanmıştır (Güney, 1994).

Dünya doğal miras alanıdır. Bu yapılanmanın temelleri 1984 yılında atılan ve 1992 yılında toplanan IV. Milli Parklar ve Koruma Alanları Kongresi’nde. zaman içinde değişen gereksinimler nedeniyle gözden geçirilerek, koruma alan kategorileri ve temel yönetim amaçları yeniden belirlenmiştir (Demirel, 2005).

Türkiye’de rüzgâr erozyonu probleminin yaygın olduğu alanlar genellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yer alır (Şekil 2.1). Orta Anadolu yağış yönünden

rüzgar erozyonuna oldukça uygundur. Yağışın yıl içinde dağılışı genellikle çok düzensiz, yıl içinde düşen miktarı ise oldukça azdır. Yörede, bitki örtüsü toprak yüzeyini ne kadar fazla kapatırsa erozyonda o miktarda az olmaktadır. Rüzgâr erozyonunun neden olacağı bozunum, yüzeydeki bitki örtüsü miktarı ile ters orantılıdır (Abalı ve ark, 1986). Bu nedenle, bu tip bölgelerde yüzeydeki bitki örtüsü miktarı oldukça önemli olup, korunması ve iyileştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 2.1. Türkiye Erozyon Haritası

Dünyanın insanoğluna yaşam ortamı sunan üst katmanı olan toprak, farklı çeşit ve büyüklükte minerallerden ve organik maddeden oluşmuştur. Bu içeriklerin miktarları, oranları ve türleri toprak kalitesini ortaya koymaktadır (Kapur ve Akça, 2002). Toprakta, bitki besin elementleri deposu ve kaynağı olan mikrobiyal biyokütle ekosistemde meydana gelen değişimlere oldukça duyarlıdır. (Kara ve Bolat, 2008). Topraklar, oluşum süreci boyunca bulunduğu coğrafyadaki, ana kaya ve iklim özelliklerine göre olgunlaşarak, bitkilere gelişme ortamı sağlayan canlı sistemlerdir. Toprak oluşum süreci boyunca geçirdiği her evrenin etkisini üzerinde taşımaktadır. Buna karşın yanlış arazi kullanımları toprakların hızla bozunarak üretim ve yaşamı destekleme kalitesini azaltarak çölleşmeye kadar ulaşan sonuçlara yol açmaktadır (UÇMEP, 2005).

Yanlış arazi kullanımı ile topraklara bağlanmış organik karbon atmosfere katılarak günümüzün en büyük sorunu olan iklim değişimine etki eden sera gazlarının (CO₂) artışına yol açmaktadır (Lal, 2003, 2004). Bu bağlamda, daha öncede belirtildiği gibi, CO₂'nin topraklarda organik karbon biçimde tutulması büyük önem taşımaktadır (IPCC, 2000).

Çölleşme ve arazi bozunumu çalışmalarında karbonun organik ve inorganik biçimde topraklarda tutulması büyük önem taşımaktadır (Kapur ve ark, 1998). Ancak bunların oluşabilmesi için toprak ve bitki etkileşimin ayrıntılı olarak ortaya konulması gerekmektedir (Sarıyev ve ark, 2007). 1960'lerden bu yana yaklaşık 40 yıldır koruma altında olan Karapınar'daki (Konya) rüzgar erozyonu kontrol ve koruma sahasındaki çalışmalar buna verilebilecek en çarpıcı örnektir (Çevik, 1998; Akça, 2001). (Şekil 2.2). Karapınar'da 1960'lı yıllarda yok olan vejetasyon kumullar durdurulduktan sonra doğal olarak ve insanların yardımıyla yerine gelerek toprak gelişimine etki yapmıştır (Akça ve ark, 2008).



Şekil 2.2. Karapınar Erozyon Kontrol Sahasında 1960'lı Yıllara Ait Rüzgar Perdeleri

Göl ve ark. (2004), Çankırı-Eldivan yöresinde farklı arazi kullanım türleri (tarım, orman, mera) ve bakının toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkisini

araştırmışlardır. Araştırmacılar, bu etkiyi belirlemek üzere Çankırı-Eldivan yöresinde doğal orman, dikim ormanı (plantasyon), mera ve tarım arazisi olarak değerlendirilen ve iki farklı bakıda açılan 21 adet toprak profilinden alınan 79 adet toprak örneği üzerinde kimi fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Elde edilen bulgular, hidrolik iletkenliğin arazi kullanımına göre, tarla kapasitesinin ise bakıya göre önemli düzeyde değiştiğini ortaya koymuştur.

Karagül (1996), Trabzon-Söğütödere Havzası'nda farklı arazi kullanım şekillerinin toprakların kimi özelliklerini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Bu amaçla toprak örnekleri, araştırma sahasındaki üç farklı arazi kullanım şekline göre (orman, mera, işlemeli tarım) alınmıştır. Yapılan analizlerde, en düşük dispersiyon oranı orman topraklarında saptanırken, bunu mera toprakları izlemiş ve en yüksek dispersiyon oranı tarım topraklarında saptanmıştır. Bu sonuca göre, orman alanlarının mera ve tarım alanına dönüştürülmesinin erozyon eğilimini artırdığı sonucuna varılmıştır.

1974-1978 yılları arasında Karapınar rüzgâr erozyonu proje alanında uygun nadas zamanı ve derinliğini saptamak amacıyla yürütülen araştırmada nadas işleme aleti olarak soklu pulluk, ikileme aleti olarak ise kazayağı + tırmık kullanılmıştır. Araştırmada mart, nisan mayıs ve haziran aylarının 15-20 sinde ilk toprak işlemesi yapılan dört, 10-15-20 cm derinliklerde işlenen üç alt konudan oluşmuştur. Araştırma sonuçlarında uygun nadas zamanı mart ayının ikinci yarısı, uygun nadas derinliği 15-20 cm dir. Toprağın yüzeysel işlenmesi yabancı ot kontrolünü güçleştirmektedir. Nadasın su tutma etkisi uygun nadas zamanı olan mart ayının ikinci yarısı için %24 tür (Topçu, 1979).

Rüzgâr erozyonu eşitliğinin Orta Anadolu koşullarında uyarlığını, rüzgâr aşınımını önleyici şerit genişliğini ve toprak kayıpları ile toprak özellikleri arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla 3 yıl süren bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada; toprak kaybını engellemede en önemli faktörlerin, önem sırasına göre 0,84 mm'den büyük kuru agregat yüzdesi, iklim faktörü, şerit genişliği ve bitki örtüsü miktarı olduğu belirtilmiştir. Toprakta 0,42 mm'den küçük agregat ve kum yüzdesi arttıkça, mekanik dayanım azaldıkça toprak kaybı ve buğday verimi azalmaktadır (Topçu ve Abalı, 1979)

Bitkilerin toprak gelişimini etkilemeleri, 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, sık 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)

Bitkiler doğrudan veya dolaylı olarak toprak oluşumuna etkide bulunurlar. Bitkiler bir yandan kökleriyle solunum altındaki ana kayayı fiziksel ufalanmaya ve kimyasal ayrışmaya uğrattırırken, toprağı organik madde sağlarlar ve gereksinim duydukları suyu topraktan alarak profilden sızan suyun miktarını azaltırlar (Dinç ve ark, 1995).

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

Khanna (1997), okaliptüs ve akasyaların tropik ve yarı tropik bölgelerde hızlı gelişimlerinden dolayı tercih edilen plantasyon türleri olduklarını belirtmiştir. 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 mono kültürlere 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.

Yalancı akasyanın her yıl toprağa 75kg azot/yıl ilave ettiği tahmin edilmektedir. (Boring ve Swank, 1984). Toprakta azotu artırmasından başka topraktaki mevcut fosfor (P) düzeyini de artırır. (Gillespie ve Pope, 1990) ve toprak üst katmanının doygunluk düzeyini artırır. (Garman ve Merkle, 1938; Smith, 1942).

Yeşilkaya ve Neyişçi (1992), Batı Akdeniz Bölgesi'nde, Sorgun, Kadriye-Belek, Mavikent, Sülüklü, Ovagelmış 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.

Golovchanski ve Kokhanyt (1984) yalancı akasyanın bir baklagil bitkisi olduğunu ve bu özelliğine bağlı olarak, bütün baklagil bitkilerinde olduğu gibi köklerindeki nodüllerde azot fikse eden bakteriler havadaki azotu su ile alınabilir hale getirerek toprağı azotça zenginleştirir ve birlikte bulunduğu bitkilerin de büyümelerini hızlandırdıklarını belirtmişlerdir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yalancı Akasya Bitkisi

Atay (1985), akasya ağaçlarının yetiştirme çevresi toleransının oldukça geniş olduğunu belirtmiştir. Yalancı akasyanın hızlı büyümesi ve yüksek ürün vermesi

isteniyorsa yeterli besleyici madde ve suya sahip, havalanması iyi topraklara gereksinmesi vardır. Bu tür kuraklığa ve marjinal toprak koşullarına tahammül gösterebilir. Fakat bu koşullarda sadece toprak korunması ve yeşil örtü amaçlı kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Sarıbaş (1995), köklendirme çalışmasında, gövde çeliklerinde Hendekte aralık ayında % 88, İzmit'te % 82, Lüleburgaz' da % 84, Mart ayında Hendekte % 42, İzmit'te % 45, Lüleburgaz'da % 44, kök çeliklerinde ise aralık ayında Hendek'te % 98, İzmit'te % 94, Lüleburgaz'da % 96, Mart ayında Hendek'te % 50, İzmit'te % 52, Lüleburgaz'da % 45 başarı tespit edilmiştir. Tohum parsellerinde çimlenme yüzdesi % 100 olarak bulunmuştur. Araştırmacı köklendirme çalışmasının başarısını toprak yapısının belirlediğini vurgulamıştır.

Buğtas (1998), yalancı akasya, iklim istekleri yönünden, Macaristan'ın orman-step iklim koşulları ve Quercus cerris-Quercus sessiliflora yetişme zonunda olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle yüksek tepelik zonlarda ve don çukurları için önermemektedir. Yalancı Akasya, iyi gelişmiş, yoğun ve oldukça fazla dallanmış bir kök yapısına sahiptir. Bu nedenle topraktaki besin maddeleri ve sudan çok iyi yararlanır. Çok fazla neme sahip olmayan iyi havalanmış toprakları tercih eder. Periyodik olarak sulanan, drenajı iyi topraklarda (taban suyu 150 cm) bu tür iyi gelişme yapar. Bu tür alanlarda toprak gelişimini teşvik ettiğini belirtmiştir. Macaristan topraklarının genetik tipi, fiziksel yapısı ve köklenme derinliği yalancı akasyanın büyümesini sınırlandırdığını ancak yalancı akasyanın bu yapıyı zaman içerisinde düzenlediğini belirtmiştir.

Yalancı akasya bir baklagil bitkisidir ve özel kök bakterilerini topraktan azot almak için kullanır. Böylece hem toprağı zenginleştirir hem de gübreleme yapmaksızın zayıf topraklarda da yetiştiriciliğe olanak sağlar. Akasyanın ağacının iyi gelişen kökleri ayrıca erozyonu kontrol etmekte de etkindir. Ayrıca, vejetasyonun yeniden canlanması, toprak ve suyun korunması ve toprağın özelliklerinin iyileştirilmesinde de oldukça önemlidir (Guo, 2005).

Ussiri ve ark. (2006). Yalancı akasyanın toprak yapısını iyileştirdiğini, toprak kalitesini, kök canlı kütlesini ve toprak organik C içeriğini artırdığını rapor etmişlerdir.

Keskin (2009), tarafından Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanan çalışmada Ağaçlı-İstanbul maden sahalarında fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) ve salkım ağacı (*Robinia pseudoacacia* L.) ağaçlandırmalarında bazı ölü örtü ve toprak özellikleri incelemiştir. 1988 yılında yapılan ağaçlandırmalardan sonra geline son noktada ağaç türlerine fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) ve salkım ağacı (*Robinia pseudoacacia* L.) göre elde edilen toprak ve ölü örtü özellikleri değerlendirilmiş ve bu iki türe ait sonuçlar karşılaştırmıştır. Ağaçlandırmada kullanılan salkım ağacı (*Robinia pseudoacacia* L.) köklerinde bulunan ve havanın serbest azotunu bağlayan *Rhizobium* bakterileri sebebi ile ham materyalde önemli miktarda azot birikimi sağlandığı azot değerlerindeki artışla tespit etmiştir. Toplam azot miktarlarındaki fark istatistiksel önemde olmamakla beraber, birim alanda daha az salkım ağacı ile daha fazla toplam azotun materyal üzerinde birikmesi açısından önemli olduğunu saptamıştır.

Bilindiği üzere, salkım ağacı köklerinde azot bağlayıcı yumru bakterileri vardır (Kantarci, 2000). Bu bakteriler ile ortak yaşam sayesinde salkım ağacı yaprakları ve buna bağlı olarak salkım ağacı ölü örtüsü azotça zengindir. Bu konuda (Karatepe, 2005), Isparta-Gölcük yöresinde salkım ağacı meşcerelerinde ortalama toplam azot oranını % 1.955 olarak bulmuştur. (Karatepe, 2005)'in çalışmasında ölü örtüde yaprak tabakasının olmayışı ise salkım ağacı ölü örtüsünün hızlı ayrışmasına bağlanmıştır. Salkım ağacı ölü örtüsünün fıstık çamına nazaran daha yüksek azot oranına ve daha düşük organik madde oranına sahip olması ölü örtüsünün daha hızlı ayrışmasının nedeni olmaktadır. (Karatepe, 2005), bu konuda salkım ağacı ve karaçamın ölü örtü ayrışma oranlarını kıyaslamıştır. Salkım ağacı ölü örtüsünün karaçam ölü örtüsüne göre daha kolay ayrışması üzerinde ölü örtü bileşimlerinin farklılığı etkili olabildiğini belirlemiştir. Bununla birlikte, salkım ağacının kışın yaprak dökmesi ile ölü örtünün daha fazla ılık alması, yazın ise karaçama nazaran daha koyu bir gölge oluşturması sonucu, ölü örtünün kurak geçen yaz döneminde nemini muhafaza edebilmesi de ağırlıklı olarak hızlı ölü örtü ayrışması üzerinde etkin olabileceği görüşüne yer vermektedir. Salkım ağacı meşceresi altındaki bu lokal koşullar muhtemelen biyolojik aktiviteyi yükseltmekte ve dolayısıyla ölü örtünün ayrışması hızlanmaktadır. Salkım ağacı ölü örtüsünün ölü örtüsünün daha

hızlı ayrışmasının nedeni, fıstık çamına nazaran daha yüksek azot oranına ve daha düşük organik madde oranına sahip olmasından kaynaklanabilir. Bununla birlikte, salkım ağacının kışın yaprak dökmesi ile ölü örtünün daha fazla ışık alması, yazın ise karaçama nazaran daha koyu bir gölge oluşturması sonucu, ölü örtünün kurak geçen yaz döneminde nemini muhafaza edebilmesi de ağırlıklı olarak hızlı ölü örtü ayrışması üzerinde etkin olabileceği görüşüne yer vermektedir. Salkım ağacı meşceresi altındaki bu lokal koşullar muhtemelen biyolojik aktiviteyi yükseltmekte ve dolayısıyla ölü örtünün ayrışması hızlanmaktadır (Karatepe, 2005).

Salkım ağacı ise kök ve kütük sürgünleri verebildiği için kesildiğinde çok sayıda sürgün ile araziye kaplamaktadır. Ayrıca yangına karşı da hassas değildir (yansa da kök sürgünleri verir). Bu sebeple açık maden ocağı artık materyallerinin stabilizasyonunda salkım ağacı ve benzeri ağaç türlerinin (kokar ağaç, söğüt, kızılağaç, dağ kavağı, karakavak) kullanılması, yapılan biyomekanik güçlendirmenin devamlılığını sağlayabileceği gibi ham materyalin topraklaşmasını hızlandırır ve biyolojik çeşitliliğin gelişmesine de yardımcı olur. Salkım ağacı köklerinde azot bağlayan yumru-bakterilerin varlığı ile azotça daha zengin ölü örtüye sahiptir. Azotça zengin bu ölü örtünün hızlı ayrışma özelliği de salkım ağacı altında materyalin organik madde ve azotça zenginleşmesine neden olmaktadır. Diğer bir anlatımla, salkım ağacı ile yapılan ağaçlandırma çalışmaları aynı zamanda yetiştirme ortamını fıstık çamına nazaran daha hızlı ıslah etmektedir. Fıstık çamı alanında da salkım ağacı kadar olmamakla birlikte, benzer özellikler görülmektedir. Salkım ağacının bu ve benzeri alanlarda kullanılması, kök ve sürgün özellikleri nedeniyle sahaların sabitleştirilmesinde diğer ağaç türlerine nazaran daha faydalıdır (Tokgöz, 2009).

Kantarcı (2005), Çatalca Yarımadası'nın kuzeyinde Karadeniz yalı arazisi boyunca yer alan Ağaçlı yöresinde açık kömür (linyit) ocağı işletmelerinden arta kalan ham (topraklaşmamış) materyallerin ıslahı ve ağaçlandırılması amacıyla 1988 - 1989 yıllarında yürüttüğü çalışmada, ağaçlandırmada kullanılan salkım ağacı (*Robinia Pseudoacacia*) köklerinde bulunan ve havanın serbest azotunu bağlayan Rhizobium bakterileri sebebi ile ham materyalde önemli bir azot birikimi sağlandığı bildirilmiştir.

Aynı çalışmada elde edilen bulgulardan bazıları şu şekilde verilmiştir; materyalin topraklaşmasında ve azot birikiminin sağlanmasında salkım ağacı ve iğde çok önemli türlerdir. Bunların kökleri derine ulaştığı gibi bu köklerdeki serbest azotu bağlayan bakterilerin ve mantarların varlığı ham materyalde derinlemesine bir azot zenginleşmesini sağlamaktadır. Ham materyaldeki organik karbon (C_{0rg}) miktarının sahil çamı, fıstık çamı ve salkım ağacı altında birbirine yakın değerlerde bulunduğu anlaşılmaktadır (Tuzlu materyalde daha az miktarda). Buna karşılık salkım ağacı altındaki ham materyalde tüm azot (N₁) miktarları aynı yılda dikilmiş olan sahil çamı ve fıstık çamı altındaki materyallerinden daha fazla olup daha derine ulaşmıştır. Salkım ağacı dikim alanında görülen bu tüm azot (N₁) fazlalığı, ağacın köklerindeki Rhizobium bakterilerine bağlıdır (Kantarıcı, 2000).

Leigh ve ark. (2006). Poliklorinat bifenil (polychlorinat biphenil-PCB) bulaştırılmış bir alanda doğal olarak kolonize olmuş farklı tür ağaçlarda, PCB'lerin bakteri bozunumuna etkilerini araştırmışlardır. Bu araştırmada; kök bölgesinde veya rizosferde aerobik mikroorganizmaların PCB bozunumu potansiyel artıran bitkileri saptamak amaçlanmıştır. Bunun için 8-500 mg/kg oranında PCB konsantrasyonunda gelişen 25 farklı bitki türünde deneme yürütülmüştür. Bu ağaçlar Avustralya çamı (*Pinus nigra*), dışbudak (*Fraxinus excelsior*), huş ağacı (*Betula pendula*), söğüt (*Salix caprea*) ve yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) dır. PCB konsantrasyonları ağaçların 20-40 cm derinliğindeki toprak altına verilmiştir. Farklı ağaç türlerinin alanlarından alınan toprak örneklerinde PH, N-P-K, Ca-Mg ve okside edilebilir C içerikleri analiz edilmiştir. Sonuçta; 20-40 cm derinlikte haziran ve ağustos aylarında heterotrof ve PCB bozunumu sağlayan bakterilerin sayısında ağaç türleri arasında önemli bir değişim elde edilmemiştir. Aynı derinlikte heterotrofik topluluğun ortalama yüzdesi mayısta huş ağacında %0.02 ve haziran ayında da akasya ağaçların da %1,4 olmuştur. Ayrıca, PCB bozunumu yapan mikroorganizmaların bitkilerin rizosferlerinde ve kasım ayında daha yüksek düzeyde oldukları saptanmıştır. Örneklerde PCB bozunumu yapan bakterilerin büyük çoğunluğunun gram pozitif olduğu tespit edilmiştir. Bu bakteriler kök bölgesinde %93 ve rizosferde ise %100 oranında bulunmuştur.

Holtz ve ark. (2004), Badem ağaçlarını (Şekil 2. 4) budamanın toprak besin element içeriğine, toprak agregasyonuna ve badem kök bölgesi (bitkilerin köklerini doğrudan çevreleyerek saran ve birçok fiziksel, kimyasal, biyolojik özellik taşıyan toprak katmanı/horizonu) üzerine etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Deneme, badem ağaçları, badem artıkları ile toprak karıştırılarak bir kap içine yerleştirilerek kurulmuştur. Kontrol uygulamasında ise ağaçlar badem artıkları olmadan dikilmiştir. Bir yıl sonra artıklarda gelişen ağaçlarda fosfor (P) artarken azot (N), çinko (Zn) ve mangan (Mn) içeriğinin azaldığı saptanmıştır. İki yıl sonra ise aynı bitkilerde P-K önemli derecede artarken N düzeyi azalmıştır. Badem artıklı alandaki toprak analizlerinde ise 1 yıl sonra kalsiyum (Ca), Mg, Zn, bakır (Cu), P ve potasyum (K) artmış, benzer biçimde C, amonyum (NH_4) azotu, katyon değişim kapasitesi (KDK), elektriksel iletkenlik (EC) ve organik madde de (OM) artış göstermiş, buna karşın toprak pH'sı ve nitrat (NO_3) azotu düzeyi azalmıştır. İki yıl sonra ise aynı alanda bor (B) ve sodyum (Na) artarken Mn ve demir (Fe) seviyelerinde azalış saptanmıştır. Toprak agregasyonu ise, artıklı alanda daha yüksek düzeyde olmuştur.



Şekil 2.4. Badem ağacı

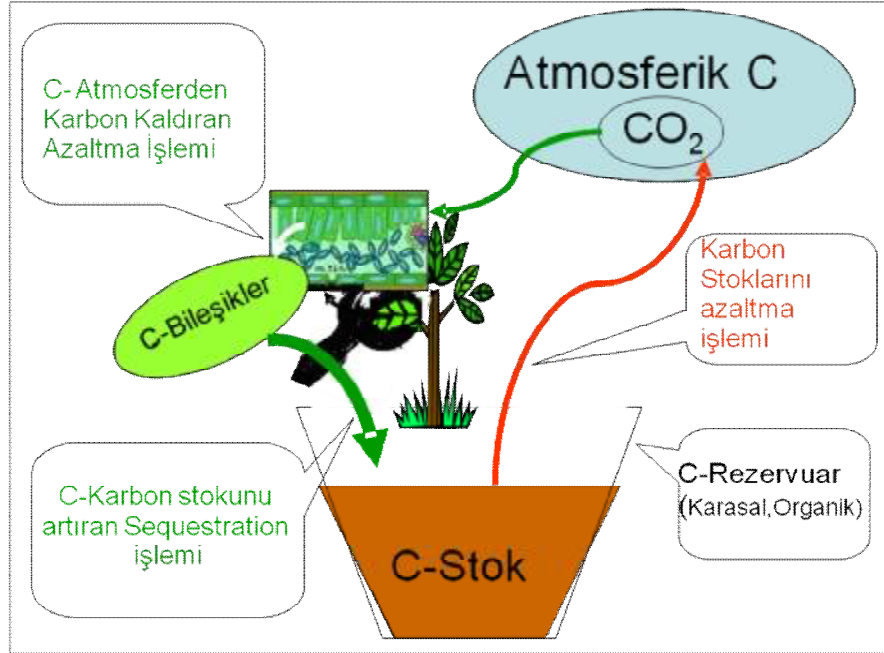
Arazi kullanımındaki değişimler toprak kalitesi ve sürdürülebilir bir ekosistem üzerine başlıca bir etkide bulunabilir. Ancak, toprak kalitesi üzerine bu değişimlerin etkisi özellikle koyunlar tarafından aşırı derecede otlatılan heterojen zayıf gelişmiş meralarda iyi anlaşılamamıştır. Bu amaçla İran'da bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada, kısa vadede sürekli aşırı derecede otlatılan meralardan badem ağaçlarına kadar arazilerde toprağın kalitesini değiştiren etmenleri belirlemek amaçlanmıştır. Toprak kalite etmenleri 4 farklı arazide değerlendirmiştir. Bu araziler koyunlar tarafından sürekli otlatılan meralar (M), 45 yıllık badem ağaçları ile kaplı meralar (BM), 5 yıllık yonca ile kaplı bademlikler (BY-5) ve 2 yıllık yonca ile kaplı bademlikler (BY-2) şeklinde oluşturulmuştur. Her bir araziden 30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde hacim ağırlığı, toplam azot, toplam organik C, ıslak agregat stabilitesi, C minerilizasyonu, mikrobiyal canlı kütle C ve fosfataz aktivitesi analizleri yapılmıştır. Sonuçta toplam organik C ve N BY-5 ve BY-2 de diğerlerinden daha fazla olmuştur. Toprak agregat stabilitesi ve toprak gözenekliliği de otlatılan meralarda ve bitki ile kaplı meralarda diğerlerinden önemli derecede daha fazla çıkmıştır (Fayez, 2007).

Ertuğ (2007), Muğla yöresinde 55 farklı badem çeşitinin yetiştirildiğini ve bu ağaçların bölge ekolojisine önemli katkılar yaptıklarını ifade etmiştir. Ayrıca badem ağaçlarının toprağa çok iyi uyum sağlamaları, toprağı zenginleştirmeleri nedeniyle bulundukları topraklara kısa sürede uyum sağladıklarını bildirmiştir.

2.1.Karbon Stoku Nedir?

Karbon stoku, organik ve inorganik, özel zamanlarda karbonu bir depo içinde tutan saf bir karbon (tüm organik bileşiklerle birleşmiş karbon elementi) miktarıdır (Lal, 2005). Karbon içeriğinde depo/yutak kelimesi, küresel iklim sisteminin bir bileşeni anlamındadır. Yine bu bağlamda iklim sistemi karşılıklı iki ana etkileşimden oluşan karbondan oluşmuştur. Bunlar; atmosferik ve karasal karbondur (Şekil 2.5). Atmosferdeki tüm karbon, CO₂ gazları formundadır. Diğer iki bileşendeki karbonun çoğu çökelmiş ve çözünmüş organik bileşikler formundadır. Karbon stoku iklim sisteminin bileşenidir ve toprakta tutulan karbon, karbon rezervi olarak, çoğunluğu atmosferik karbondan oluşan ek bir karbondur (Lal, 2005).

Atmosferden CO₂ kaldıran işlem, evrensel fotosentez olayıdır. Rezervden karbon kaldırımı dekompozisyon (bozunma/çürüme) olayını etkiler (Özbek ve ark, 1993). Biyoçeşitliliğin başlıca diğer bileşenleri, özellikle bakteriler, rezervden sağladıkları karbon bileşimini atmosfere salınmış CO₂ gazına çevirirler.



Şekil 2.5. Karbon döngüsü

2.1.1. Karbon-Stokunun, Çölleşme ve İklim Değişikliğini Azaltmayla İlgisi

Karbonun hem toprak üstünde hem de altında depolanma eğilimi arazi ve atmosferle ilgilidir. Toprağın yüzeyinde karbonun birikimi (Şekil 2.6.) bitkinin kaplama derecesi ile ilgilidir. Toprağı kaplayan bitkinin azalması toprak erozyonuna neden olur ve toprağın verimliliğini düşürür.

Canlı bitki bölgesinde karbon stokunun azalması atmosferi iki farklı şekilde etkiler. Birincisi, bitki biokütlesinde tutulan karbon azalmış olur ve doğrudan vejetasyon kaybına neden olan sera gazlarına katılır. Buda atmosferde küresel ısınmayı artırır. Sera gazlarındaki artış ta atmosfere olan ikinci etkiyi artırarak atmosferik karbon tutumundan sorumlu bitkilere zarar verir. Sonuçta, atmosferde sürekli CO₂ birikmeye başlar ve bu da küresel ısınmaya neden olur. Toprağın alt

bölümlerindeki karbon stoku (Alt Toprak Karbon Stoku-AKS) toprağın durumunu gösterir. Karbonun başlıca bir kısmını oluşturan toprak organik maddesi büyük bir oranda katyonlar ve bitki gelişimi için son derece önemli iz elementleri, besin elementlerini tutar. Toprak PH'sındaki dalgalanmalar bitkiler tarafından varolan minerallerin alınımı önler. Kurak alanlarda toprağın su tutma kapasitesi üzerine VE atmosferik CO₂' nin düzeyinin düşürülmesinde AKS'nin önemli bir rolü vardır. . Bu bağlamda, toprak yüzeyi karbon içeriğinin ve AKS' nin azalması sadece çölleşme ve iklim değişimi trendine değil aynı zamanda bozunum ve çölleşmenin karşılıklı olarak artmasına da neden olur. Diğer taraftan, karbon stokunun artması arazi degradasyonunun, özellikle agregat stabilitesini arttırdığından, etkisini düşürmekte ve arazinin kimyasal ve fiziksel verimliliğini arttırmaktadır.. Karbon stokunun artması sağlıklı bir toprak üstü ve altı biyoçeşitliliğin, başka bir deyişle biyolojik verimlilik ve toprak kalitesinin artmasını da sağlayabilir (Magome ve Fabricius, 2004).



Şekil 2.6. Toprakta organik madde birimi

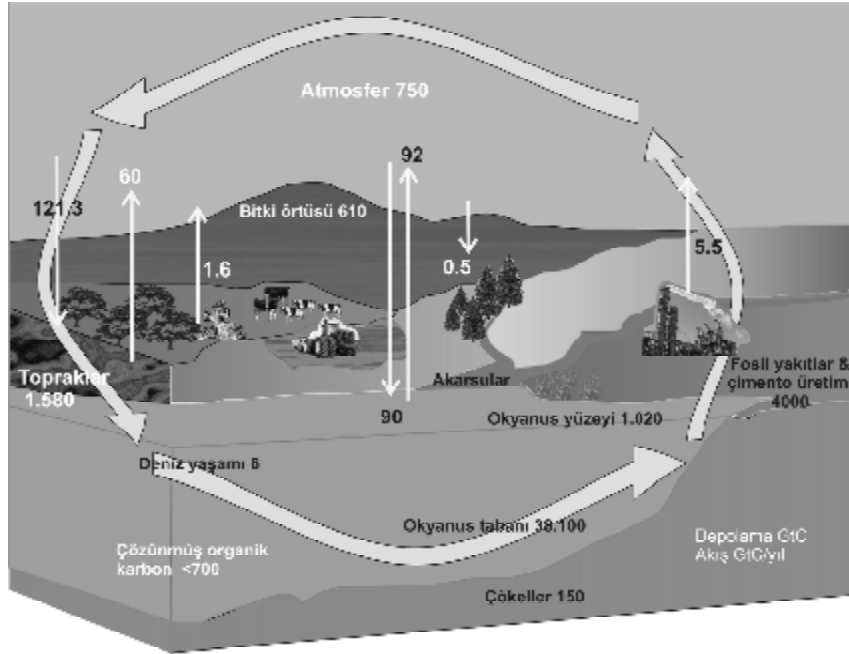
2.1.2.Topraktaki Organik Karbonu Yönetimi

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde toprağın tarımsal üretkenliğinin azalması tarım, mera, orman vb alanların amacı dışında kullanılarak kısmen insan etkili toprak kalitesi kaybına neden olmaktadır (UÇEP, 2005). Toprak kalitesi ve tarımsal verimlilik arasındaki pozitif ilişki aynı şekilde toprak organik karbonu ve toprak kalitesi arasında da bulunmaktadır. Dolayısıyla devam eden bozunma süreci toprak kalitesini azaltmaktadır. Bozulan ekosistem ve tarımsal topraktaki organik karbon da çözünerek CO₂ ve CH₄ formunda atmosfere salınmakta ve iklim değişikliği nedenleri arasında yer almaktadır(IPCC, 2007).

Toprakta organik karbonun (TOK) tutulması, her yönüyle kazanç sağlayan bir süreçtir. TOK' un verimliliğini kaybetmiş toprakların iyileştirilmesinden, kaynağı belli olmayan kirliliğin azaltılarak yüzey ve yeraltı sularının temizlenmesi gibi yan yararlarla ekosistem kalitesinin yükseltilmesine ve fosil yakıt salınımını azaltarak atmosferdeki CO₂ miktarının azaltılmasına kadar birçok yönü (IPCC, 2007). Bu bağlamda, yapılan bilimsel saptamalar; toprak işleme yöntemleri, bitkilendirme, tarımsal ormancılık (ağaç tarımı) gibi uygulamalar ile hektar başına 1,3 tona kadar organik karbonun toprakta tutulmasının sağlanabildiğini göstermiştir (Vagen ve ark, 2005).

2.1.3.Toprakta Karbon Tutulması

Dünya toprakları içerdikleri 1550 petagram organik (1 Petagram=1 Milyar ton) ve 750 petagram inorganik karbonla yerküredeki 5 karbon havuzu içinde (okyanuslar ve jeolojik-kayaç-havuzun) ardından üçüncü sırayı alır (Şekil 2.7) (Lal 2003). Topraktaki karbon havuzu büyük ve değişken bir stok olduğundan, karbon bağlama potansiyeli alan kullanımı ve yönetimine bağlı değişimlerinin belirlenmesi önemli bir strateji olarak karşımıza çıkmaktadır. Topraktaki yaşam (biota) için birincil enerji kaynağı ve besin olan 'toprak karbon havuzu' topraktaki biyolojik aktivitenin devamlılığını da sağlar (Akça ve ark. 2008; Lal, 2008).

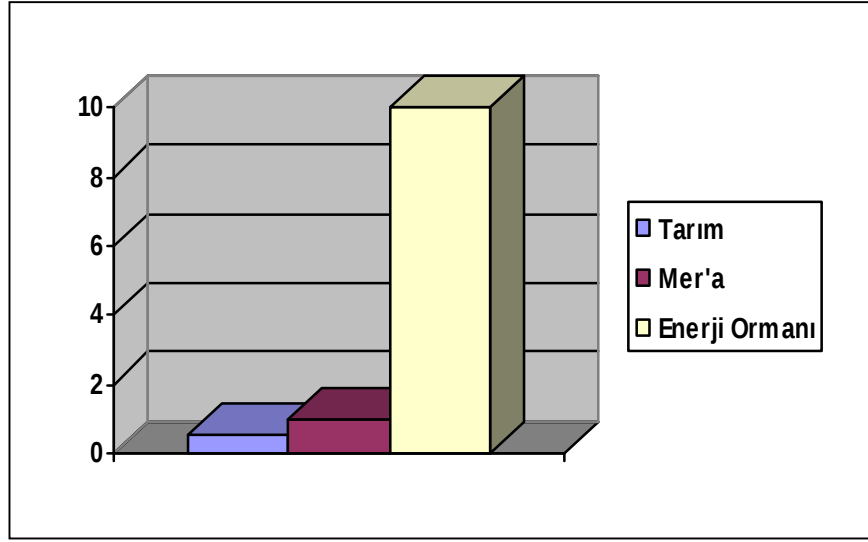


Şekil 2.7. Küresel Karbon Döngüsü (Asan, 2006)

Son on yılda, Avrupa Topluluğu çerçeve programları ve LULUCF-Çevre ve Orman Bakanlığı çalışmaları kapsamında, ülkemizde ve dünyada, biyo-kütle, toprak üstü ölü örtü ve toprak karbonu çalışmalarıyla ilgili veri tabanının oluşturulmasına dayalı, “Karbon izleme ve değerlendirme” alanında yapılan çalışmalarla, önemli düzeyde bir deneyim elde edilmiştir (Asan, 2006). Bu deneyimin, Ek 4 ülkelerinin gerçekleştirmek ve yürütmek istedikleri söz konusu, karbon proje önerilerine, lojistik yapısına entegre edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, EK 4 ülkelerinin, hazırlık aşamasında olan “K Akdeniz Kurak Alanlarının Karbon Stoklarının İzlenmesi” konulu projelerini, bilimsel, teknik ve lojistik olarak ülke ve bölgesel düzeyde yürütebilmek için bir konsorsiyum oluşturmaları gerekmektedir. Söz konusu konsorsiyum, karbon izleme projesini ülkesel ve bölgesel düzeyde yürütmesi gerekmektedir. Proje başlığında kurak alanlar ifadesinin kullanılma nedeni, bölge ülkelerinin çoğunluğunun kurak Akdeniz iklim kuşağında olmalarından ve BMÇMS’nin Bilim ve Teknoloji Komitesinin Kurak Bölge Bilim Geliştirme Kurulu adı altında özellikle kurak/yarı kurak bölgelerde araştırma ve arazi-su yönetimi çalışmaları yürüten Enstitülerce desteklenmesindendir (UNCCD, 2009).

Çölleşme ve arazi bozunumu gıda, ekonomi, çevre ve sosyal güvenliği tehdit eden önemli bir sorundur. Bu sorun özellikle kurak ve yarı kurak bölgeler gibi su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde yaygın olarak ortaya çıkmaktadır. (Kapur ve ark. 1999; Kapur ve Akça, 2001). Artan nüfus, yüksek hayat standardı elde etme istekleri nedeniyle kaynakların aşırı doğal kaynak kullanımı arazi bozunumu ve çölleşmeye ivme kazandırarak sorundan küresel düzeyde çok geniş alanların etkilenmesine yol açmıştır ve (FAO, 1995) verilerine göre yalnızca Sahra çölünden yılda güneye doğru 45km'lik bir genişleme olmaktadır. Bu nedenle toprakların daha üst düzeyde arazilerin bozunmasından ve çölleşmeden korunmak büyük önem taşımaktadır (UÇMEP, 2005).

Ormanlar bağladıkları karbonu uygun ortam koşullarında yüzlerce yıl bünyesinde tutma özellikleriyle diğer ekosistemlerden üstündür. Şöyle ki, tarım alanlarında bağlanan karbon fotosentezi yapan bitkinin türüne göre üretim döneminin sonunda ya doğrudan çürüyerek, ya da insan ve hayvanlar tarafından tüketilerek, çok kısa bir zaman (3 aylık, 1 yıllık; ortalama 6 aylık süreçlerde) sonra tekrar doğaya dönmektedir. Aynı süreler mera ekosistemleri için de geçerlidir. Nitekim kuru ot halinde saklansa dahi mera bitkileri tarafından bağlanan karbon en fazla bir yıl içinde CO₂ halinde tekrar atmosfere dönmektedir. Ormanlarda bağlanan karbonun CO₂ halinde doğaya dönmesi ise, termik santrallere yakıt sağlayan enerji ormanlarında bile en az 10 yıldır. Bu süreler odun ürününün kullanım yerine ve üretim süresine bağlı olarak 3–4 yüzyıla kadar uzayabilmektedir (Şekil 2.8) (Zengin, 2005).



Şekil 2.8. Farklı Bitkisel Ekosistemlerde Biriken Karbonun Depolanma Süresi

2.2. Konu üzerinde uluslararası düzeyde yapılmış çalışmalar

Arjantin'in pompa bölgesinde otlatmanın artmasından dolayı yarı kurak meraların bozulması çevre bilimciler arasında endişenin doğmasına neden olmuştur. Pek çoğu konu üzerinde çalışmasına rağmen, bu çevrelerde toprak özellikleri üzerine ait çok az bilgi bulunmaktadır. İşte bu amaçla yürütülen bu çalışma; mera amacıyla kullanılan arazilerde alınan toprak örneklerinde Toprak kalitesi (TK) üzerine biyolojik, fiziksel ve kimyasal parametreleri test etmek için kurulmuştur. Bu amaçla toplam organik C (Karbon) (TOC), katı organik C (KOC), toplam azot (N) ve fosfor (P) içeriği, kuru agregat hacim dağılımı, sıvı dayanıklı agregatlar ve maksimum hacim ağırlığı belirlenmiştir. Farklı topoğrafik ve doğal vejetasyon yerlerdeki (kumlu, kumlu-kil ve killi) topraklarda örneklemek 18 cm kadar 6 cm derinliğinden alınmıştır. Standard biyokütle belirlenmiş ve N-P-Ca ve Mg içerikleri analiz edilmiş, 0-6 cm derinliğinden alınan topraklarda kil+silt içeriği ve toplam toprak organik C (SOC) arasında önemli bir pozitif ilişki bulunmuştur. Üst toprak SOC' u standart biyokütle ile ilişkilidir ve KOC ise SOC ile güçlü bir korelasyon göstermiştir. En yüksek SOC ve KOC kumlu-kil topraklarda bulunurken, en yüksek TOC/KOC oranı killi topraklarda bulunmuştur. Tekstürel farklılıklardan dolayı agregat hacim dağılımı 1-8 mm arasında bulunmuştur (Quiroga ve D. Esterich, 2005).

Nougeira ve ark. (2006), Güney Brezilya'da birbirine bitişik doğal orman, tarım ve otlaktan ormana dönüştürülen arazilerde yaptıkları çalışmada mikrobiyolojik olarak toprak kalitesinin karbon ve azot dengesi ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Arazi kullanımı ve sürdürülebilirliği açısından orman açma ve toprak yönetimi gibi dış faktörlerinde biyolojik göstergeler üzerinde etkili olduğunu belirleyerek, farklı arazi kullanım sistemlerinin toprağın mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerini etkileyebileceğini belirlemişlerdir.

Evrendilek ve ark. (2004), Türkiye'de Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bir alanda, birbirine bitişik otlaktan tarım arazisine dönüştürülen bir tarım arazisi, orman ve otlak arazilerindeki toprakların on iki yıllık bir süreçteki organik karbon içeriği ve diğer fiziksel özelliklerindeki değişimleri incelemişlerdir. On iki yıllık bir süreçte otlaktan tarım arazisine dönüştürülen arazide hacim ağırlığının % 10,5, toprak erodibilitesinin ise % 46,2 arttığını, toprak organik maddesinin % 48,8, organik karbon içeriğinin % 43, yarıyıllı su kapasitesinin % 30,5 ve toplam porozitenin % 9,1 azaldığını yapılan analizlerle ortaya koymuşlardır.

Neufeldt ve ark. (2002). Brezilya'da farklı toprak tekstürü ve arazi kullanımının toprak organik maddesi üzerine etkisini killi ve tınlı tekstüre sahip olan bitişik parsellerdeki mera, orman ve tarım arazilerinde incelemişlerdir. Toprak organik maddesinin killi topraklarda daha yüksek olduğunu, tarım arazisi ve çam ormanında toprak organik maddesinin azaldığını, mera ve okaliptüs ormanında ise miktar ve kalitesinin arttığını bildirmişlerdir.

Chan (2001), Avustralya'nın Güney Wales Bölgesi'nde, 5 agronomik deneme alanında toprak parçacıklarına bağlı organik karbonun içerisindeki toplam organik karbon oranını araştırmıştır. Bu deneme yerlerinin büyük bir kısmı mera arazisi olup, bunu konservatif amenajman uygulamalarının bulunduğu arazi ve geleneksel amenajman uygulamalarının bulunduğu arazi izlemiştir. Yapılan çalışmada, toprak parçacıklarına bağlı organik karbonun toplam organik karbonun % 42-74'ünü oluşturduğu belirlenmiş, bu miktarın uzun süre mera olarak kullanılmış topraklarda daha fazla olduğu, meradan tarıma dönüştürülen arazilerde ise hızla azalma eğiliminde olduğunu gözlemiştir.

Riezebos ve Loerts (1998), Güney Brezilya'da bir orman arazisinin tarım arazisine dönüştürülmesinden sonra arazide uygulanan geleneksel ve mekanik toprak işleme yöntemlerinin toprak özelliklerinde meydana getirdiği değişimleri incelemişlerdir. Orman arazisinin tarım arazisine dönüştürülmesinden sonra organik madde içeriğinin azaldığını ve mekanik toprak işlemenin geleneksel toprak işlemeye göre organik madde içeriğinde daha fazla azalmaya neden olduğunu saptamışlardır.

Saviozzi ve ark. (2001), İtalya'da birbirine bitişik konumda bulunan geleneksel toprak işleme uygulamalarıyla 45 yıl boyunca sürekli tahıl yetiştirilen arazi, kavaklık ve doğal mera arazisindeki toprak kalitesini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçları, uzun süre tahıl üretiminin yapıldığı arazide organik karbon içeriğinin mera arazisine göre %70, kavaklığa göre %60, toplam azotun ise sırasıyla % 15 ve % 26 daha az olduğunu göstermişlerdir. Buna göre uzun süre tahıl yetiştirilen arazideki toprak kalitesinde, diğerlerine göre, belirgin bir düşmenin saptandığını bildirmişlerdir.

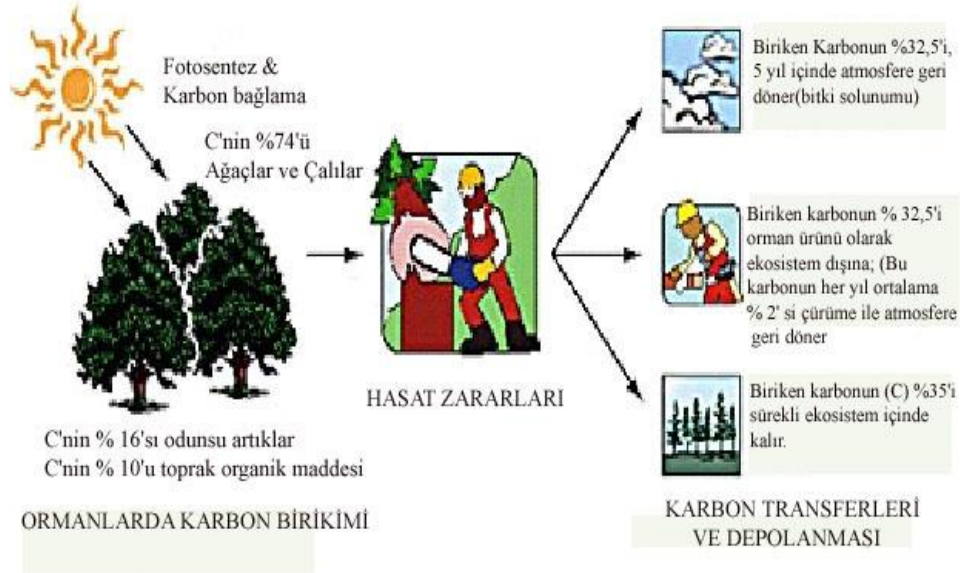
Grerup ve ark. (2006), Güney İsveç'te farklı kullanımlar öncesi benzer özelliklere sahip olan uzun süre toprak işleme yapılan bir arazi ile meşe ormanında toprağın kimyasal özelliklerindeki değişimleri incelemişlerdir. Yapılan analizlere göre toprak işleme yapılan alanlarda toprakta azot, karbon ve asitliğin azaldığını, fosforun ise arttığını saptamışlardır. Ayrıca yapılan bu çalışmada nitrat yıkanma riskinin asidik orman örtüsü altındaki topraklarda dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

Dunjo ve ark. (2003), Kuzey İspanya'da farklı süreçlerde yapılan toprak amenajmanlarının arazilerin terk edilme ve farklı bitki örtüsü altındaki durumlarına göre toprağın fizikokimyasal özellikleri ve erozyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmayı belli bir hat boyunca toprak işleme yapılan araziler, (yeni kurulmuş bağ ve zeytin ağaçlarının bulunduğu araziler), yeni terk edilmiş araziler (5 yıllık sık ve seyrek bodur ağaçların bulunduğu araziler), orta vadede terk edilmiş araziler (25 yıllık seyrek meşe ve sık zeytin ağaçlarının bulunduğu araziler), ve önceden terk edilmiş araziler (50 yıllık sık meşe ve çam ağaçlarının bulunduğu araziler) olmak üzere dört farklı kullanım altındaki arazilerde yürütmüşlerdir. Yapılan analizler sonucunda, toprak işleme yapılmış veya yeni terk edilmiş arazilerde, toprağın

fizikokimyasal özelliklerinin (toprak organik maddesi, azot ve su tutma kapasitesi) düşük değerde olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca toprak işleme yapılan bağ arazisinde katyon değişim kapasitesi ve PH değerinin düşük olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte önceden terk edilmiş arazilerde, uygun bitki örtüsü, zamanla toprağa kazandırdığı organik maddelerin birikmesi suretiyle toprağın strüktürünü elverişli bir duruma getirerek toprakların su tutma kapasitesini yükselttiğini saptamışlardır. Organik madde agregat oluşumuna önemli katkıda bulunduğu organik maddenin artışı, toprakların su ve rüzgar erozyonuna uğramalarını engellemektedir (Jones, 1991). Organik maddenin strüktür stabiliteğini (agregat dayanıklılığını) arttırıcı özelliği başka araştırmacılar tarafından da vurgulanan bir gerçektir (Guerra, 1994; Avcıoğlu ve Erekul, 1996).

Ekosistemler belirli bir zaman ve mekân ölçeğinde biyolojik, kimyasal ve fiziksel (biyojeokimyasal) süreçlerin karşılıklı etkileşiminden oluşan açık sistemlerdir. Ekosistemler en iyi biyojeokimyasal döngülerin incelenmesi suretiyle anlaşılabilir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan araştırma sonuçlarına göre, orman ekosistemleri içindeki karbonun % 74'ü toprak üstünde, % 26'sı toprak altında bulunmaktadır. Toprak üstündeki bölümünün % 35' i sürekli olarak ekosistem içinde tutulurken, % 32,5' i normal çürüme ve ayrışma ile atmosfere dönmekte, kalan % 32,5 ise odundan üretilen orman ürünleri içinde bulunmaktadır (Şekil 2.9). Orman ürünleri içinde stoklanan karbonun her yıl % 2 oranında azaldığı tahmin edilmektedir (Wayburn ve ark, 2000).



Şekil 2.9. Karbonun Orman ve Orman Ürünlerinde Depolanma Süreci (Wayburn ve ark, 2000).

2.3. Türkiye’de Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

2.3.1. Türkiye’de Rüzgar Erozyonu Problemi ve Önemi

Ülkemizde rüzgar erozyonunun yaygın olduğu alanlar genellikle kurak ve yarı kurak olan Orta Anadolu’nun güney yarısı (Özellikle Konya, Niğde, Kayseri) ile doğuda Kars İli sınırları içindedir.

Türkiye’de kara kumulu olarak 465913 hektar alanda hafiften çok şiddetliye kadar rüzgar erozyonu problemi vardır. Bu alanın yaklaşık % 70’i (322474 hektarı) ise Konya İl sınırları içinde yer almaktadır. Bu alanın 103000 ha’ı da Konya’nın Karapınar İlçesi’nde bulunmakta olup, bu alan ülke düzeyindeki rüzgar erozyon alanının % 22,1’ini oluşturmaktadır (Çizelge 2.1) (Abalı, 1986).

Aşağıdaki çizelgeler ülkemizde illere göre alan olarak ve ülke düzeyinde rüzgar şiddetine göre rüzgar erozyonu durumunu vermektedir (Çizelge 2.2) (Abalı, 1986).

Çizelge 2.1. Rüzgar Erozyonunun İllere Göre Dağılımı

İLLER	RÜZGAR EROZYON ALANI (ha)	% NİSPETİ
Konya	322.474	69.22
Niğde	122.741	26.34
Kayseri	12.894	2.77
Kars	2.910	0.62
İçel	2.552	0.55
Sakarya	2.342	0.50
TOPLAM	465.913	100.00

Çizelge 2.2. Rüzgar Erozyonun Türkiye Konya İlindeki Dağılımı

Erozyon Şiddeti	Türkiye' de Rüzgar Erozyon Alanları(Ha)	Konya İlindeki Rüzgar Erozyon Alanları (Ha)
Hafif	165664	124521
Orta	231041	138794
Şiddetli	64385	56678
Çok Şiddetli	4823	2481

Çizelgeden de görüldüğü gibi ülke düzeyinde en geniş rüzgar erozyon alanı Konya İli sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu alanların çoğunluğu da orta ve çok şiddetli rüzgar erozyonunun etkisi altındadır.

2.3.2. Rüzgar Erozyonunun Tanımı, Özellikleri ve Meydana Geliş Sebepleri

Toprakların rüzgar etkisi ile bulunduğu yerden aşındırılarak taşınması ve başka yerde birikmesi olayına “Rüzgar Erozyonu” denir. Tanımından de anlaşılacağı gibi rüzgar erozyonu üç bölümden meydana gelir.

- 1.Aşınma
- 2.Taşınma
- 3.Birikme

Görüldüğü gibi rüzgar erozyonunda iki yönlü zarar söz konusudur. Bir yanda aşınma ile toprakların bitkiler için en faydalı olan üst kısmı aşınarak taşınmakta, diğer yandan bu topraklar başka bir yerde birikerek tepecikler oluşturmak suretiyle buraların da elden çıkmasına sebep olmuştur.

Rüzgar erozyonunun bu bölgede ortaya çıkışında da etkili olmuş başlıca faktörler:

- A. Bölgenin eski bir göl yatağı oluşu sebebiyle alluvial birikmeden oluşan bir toprak yapısına sahip olması,
- B. Yıllık yağışın 275 mm gibi az ve dağılımının düzensiz olması
- C. Şiddetli esen rüzgarlar.
- D. Meraların erken, aşırı ve plansız otlatılması, bir kısım otların yakacak olarak toplanıp yakılması.
- E. Tarımsal işlemlerin hatalı uygulanması
- F. Yanlış alet-ekipman seçimi olmuştur.

Rüzgar erozyonu ile toprağın taşınmasında üç tip hareket söz konusu olmuştur..

- 1.Sıçrama; Zerrelerin ilk 1 metrelik kısımda meydana getirdiği ve yüzeye 6-12° lik açı ile düştüğü hareket tipidir. Zerreler 0.1-0.5 mm çapındadır.
- 2.Havada asılı hareket: Zerrelerin 1 metrelik kısımdan daha yukarıda ki hareketlerini ihtiva eder. Zerreler 0.05-0.1 mm çapındadır.
3. Yüzeyde sürüklenme: 0.5-2 mm çap arasındaki zerrelerin yüzeyde sürüklenerek yaptığı harekettir.

2.3.3.Karapınar'da Rüzgar Erozyonu

Karapınar İlçesi, 1960'larda göç tehlikesi ile karşı karşıya kalmıştır. İlçenin Güney-Güneybatısında 4000 ha alanı kaplayan kara kumulu bu olayın ana nedeni olmuştur. Erozyonla birlikte topraklar verim gücünü kaybetmiş, kumul tepeleri yükselmiş, kalkan toz bulutu ile birlikte Konya-Adana arasındaki karayolunda

arabaların aynı anda üst üste yığıldığı, boyalarının tamamen veya kısmen kum taneleri ile kazındığı görülmüştür. Bu süreçte ayrıca, çocuklar kum fırtınalarından okula gidememiş, makineler çalışamamış, halkın kulak-burun-boğaz yollarında hastalık oranı artmıştır.

Burada rüzgar erozyonunun etkili olmasına neden olan başlıca faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz. (KHGM, 1986).

1. Bu yörenin eski bir göl yatağı olması, dolayısıyla gölün, plansız artan sebze ve bahçe sulamalarında yanlış ve aşırı su kullanımı nedeniyle, kuruyarak tabandaki kumulların yüzeye çıkması. Açığa çıkan kumulların içeriklerinde sıkça deniz/sığ göl faunası kabuklarının bulunması bu görüşü güçlendirmektedir).
2. İklim yönünden yörenin son derece sıcak ve kurak olması (yıllık yağış miktarı 260-280 mm, yıllık ortalama sıcaklık 11-12 C° çevresindedir).
3. Hayvancılık yönünden yörenin son derece zengin olması (genelde mera hayvancılığı yaygın olup koyun beslenmektedir. Koyun merada dipten otlama yaptığı ve meranın taşıma kapasitesinin (carrying capacity) üzerinde otlatma yapıldığından mera bozunumu çok fazladır).
4. Meralarda hayvanların sevmediği, fakat toprağı tutucu özelliğı çok olan bazı bitkiler (geven, tapir, sığırkuyruğı v.b.) halk tarafından sökülerek yakacak olarak kullanılması (meraların bozunumuna neden olmaktadır).
5. Nadas-tahıl tarımının yapıldığı yörede toprak işleme aleti olarak toprağı tam devirerek işleyen sokulu-diskli pulluklar ve toprağı parçalayan diskharrow gibi aletler kullanılması ile erozyonun artmasına neden olunması. Bu koşullarda, kulağı küçültölmüş pulluk ve kazayağı ile birlikte tırmık kullanılması önerilmektedir.
6. İlçe arazilerinin etkili rüzgar kuşağı üzerinde bulunması. Ülkemizde genelde rüzgar erozyonu görülen iller bu kuşak üzerinde bulunmaktadır. Söz konusu kuşaklar Sakarya-Eskişehir - Konya

(Karapınar) - Kayseri (Yeşilhisar) - Sivas (Ulaş) - Erzurum - Kars (Aralık) düzleminde oluşmaktadırlar.

Mülga Toprak su Genel Müdürlüğünce ilk çalışmalar 1962 yılında başlatılmıştır. 13100 hektarlık sahanın hidrolojik, jeolojik, toprak ve topoğrafik etütleri yapılmıştır. Burada ilk aşamada ilçeyi kurtarma amacı güdülmüştür. Çalışmaya başlanılan bu sahanın tel çit ile çevrilmesi işlemi gerçekleştirilmiş daha sonra saha problemlerine göre 4 bölgeye ayrılmıştır. Bu saha üzerinde problemin derecesine göre ıslah çalışmalarına başlanmıştır.

2.3.4.Problemlili Sahalar Üzerinde Yapılan Çalışmalar

2.3.4.1.Kum Eksibeleri (Kumul Barkanları) Sahası

İlçenin güney batısında Karapınar'dan 7 km uzaklıkta olan bu saha 4000 ha genişlikte ve eskiden birinci derecede erozyon etkisi görülmüş arazidir. Burada tamamen çöl görünümünde olan, üzerinde hiçbir bitki örtüsü kalmayan 41 m yüksekliğinde 50 m eninde, 240 m uzunluğunda yarımaya (hilal) şeklinde kumul tepeleri oluşmuştur. Bu tepelerin meyli, rüzgar esiş yönünde % 5-17, diğer yönlerde ise % 20-48 dir. Bu sahadaki eksibelerin menşeyini teşkil eden kumullar en hafif bir rüzgarla hareket edebilecek özelliktedir. Esen şiddetli rüzgarlar ile hareket eden kumullar 1500 ha'lık bazalt kayaları ile kaplı Ketir tepesini de eşerek ilçeyi tehdit etmeye başlamıştır. Bundan dolayı birinci aşamada buranın kontrol altına alınarak ilçenin istikbalinin kurtarılması hedeflenmiştir. Bu saha üzerinde yapılan ıslah çalışması birbirinin devamı olarak iki kademedede gerçekleştirilmiştir. (KHGM, 1986).

2.3.4.2.Fiziki Önlemler (kamuş perdeler)

Bitki örtüsünden yoksun, rüzgar etkisi ile hareket edecek özellikteki kumul tepeleri üzerine önce rüzgarın hızını kırıcı, hareketi önleyici kamuş perdeler tesis edilmiştir. Bu perdelerin özelliği hakim rüzgar esme yönüne dik olarak tesis edilmeleri, 1.5-2.0 m yüksekliğinde ve iki pirde arası mesafesi, perde yüksekliğinin 8-10 misli olmalarıdır. Kamuş perdeler ülkemiz şartlarına göre en ucuz ve ekonomik olduğu için tercih edilmiştir. Kamuş perdeler alt ve üst ucundan 40 cm kalacak

şekilde iki sıralı tel ile örülmüştür. Araziye tespit yapılırken her iki metrede bir olacak şekilde rüzgar etkisi ile perdelerin yıkılmasını önlemek için bu perdeler tahta kazıklar ile sabitleştirilmiştir

2.3.4.3.Kültürel Tedbirler

2.3.4.3.(1). Otlandırma

Kamış perdeler oluşturulup rüzgarın hızı kısmen kesildikten ve kum hareketi durdurulduktan sonra birinci aşamada perdeler arası otlandırılmaya başlanmıştır. Burada amaç toprak yüzeyini iyice kapatmak ve kum hareketini iyice durdurmaktır. Otlandırmada yöre meralarından toplanan çok değişik yabancı ot tohumları kullanılmakla beraber kültür bitkisi tohumları olarak kurağa ve sıcağa dayanıklı olan Çavdar (*scale cereale*) ve Otlak ayrığı (*Agropyron elongatum*) bitkileri yaygın olarak kullanılmışlardır. (KHGM, 1986).

2.3.4.3.(2). Ağaçlandırma

Kamış perdeler arası otlandırıldıktan sonra toprak hareketini tamamen durdurucu ve uzun süre kalıcı tedbir olan ağaçlandırma çalışmalarına geçilmiştir. Gerek saha içerisinde kurulan fidanlıklardan gerekse diğer yerlerden temin edilen fidanlar bu perdeler arasına dikilerek yetiştirilmiştir.

Ağaç çeşidi olarak yöreye has kuraklığa dayanıklı iğde (*Eleagnus sp.L*),Yalancı akasya (*Robinia pseudeaccacia*), dişbudak (*Fraxinus sp.L*), karaağaç (*Ulmus sp.L*), akçaağaç (*Acer sp.L*) ağaçları seçilmiştir. (KHGM, 1986).

2.3.4.3.(3). Hareketli Kumul (Barkanlar) Sahası

Çok önceleri bu sahanın iyi kaliteli bir mera olduğu söylenmektedir. Aşırı otlatma, yakacak olarak bazı otların sökülmesi, meraların sökülerek tarla arazisi durumuna getirilmesi arazinin yeteneğine göre kullanılmaması ve yanlış alet ekipman kullanımı sonucu bu arazilerin erozyon ile bozunuma uğramalarına neden olmuştur. Bu alan üzerinde yer yer hayvanlarca yenmeyen bazı bitkiler

bulunmaktadır. Bu bitkilerin etrafında kumullar birikerek 0.3-1.2 m yüksekliğinde 0.25-2.00 m genişliğinde tepecikler oluşmaktadır. Bu tepeciklerin meyli rüzgar geliş yönünde % 30-60, rüzgar gidiş yönünde ise % 5-19 dur. Bu bitkiler kurağa dayanıklı yöreye özgü bitkiler olup, tapir (*Marrubium parviflorum*), geven (*Astragalus micracophalus*), yandak (*Alhagi camalorum*) ve püren (*Artemisia sp.*) dir.

Bu durumdaki sahalar arazi tel çit ile çevrilip hayvan ve insan müdahalesi kaldırılınca mevcut bitkiler kendi kendisini tohumlamayla, diğer bitkilerin ise birçoğu yeniden aşıl原因arak çoğaltılmış ve bugün toprak yüzü gözünmeyecek derecede bitki örtüsü ile kaplanmıştır. Dolayısıyla meraların otlatılmamasının etkisi büyük olmuş ve doğal flora yeniden oluşmuştur. (KHGM, 1986).

2.3.4.3.(4). Erozyona Duyarlı Düz Topraklar Sahası

Bu sahalar üzerinde hiçbir bitki örtüsü bulunmayan, vaktiyle kuru tarım yapılmış, erozyon nedeniyle terk edilmiş tarım arazileridir. Bu arazilerin 1400 hektarı sahada erozyon önleme çalışmaları yapıp başarı kazanılınca (vaktiyle yöre halkı tarafından terk edilen) bu yerlere yeniden gelip yerleşen ve hala kontrol altında ziraat yapan şahıs arazileridir. Bugüne kadar kontrol altında tarım yapılmakta olan bu sahalar 2005 yılında uygulanan yeni Çevre Güvenlik Projesi kapsamında sorumluluk alanı dışına çıkarılmış ve ilçe Milli Emlak Müdürlüğü kanalıyla Karapınar tarım arazisi varlığına kazandırılmıştır. Kalan arazilerin 1000 hektarında hakim rüzgara dik 40-60 m genişliğinde şeritvari ekim metodu uygulanarak tarım yapılmaktadır. Orta Anadolu şartlarında uygulanan Nadas-tahıl tarımı sistemi uygulanmaktadır. Yaklaşık 200 hektarında da yöreye has bağ –bahçeler kurulmuş olup demonstrasyon mahiyetinde meyvecilik yapılmaktadır. Ayrıca Genel Müdürlüğün ülke düzeyindeki erozyon önleme çalışmalarında kullanılmak üzere fidanlıklar ve çayır mera tohum üretim tesisleri mevcuttur (KHGM, 1986).

2.3.4.3.(5). Ketir Tepesi Sahası

İlçenin hemen güneybatısından başlayıp kumul tepelerinin bulunduğu yerlere kadar uzanan sahadır. Üzerleri bazalt kayaları ile kaplıdır. Çok eskiden bir tepenin

tamamen ağaçlarla kaplı olduğu söylenmektedir. Bugün ise üzerlerinde hiçbir ağaç kalmamıştır. Ancak erozyon çalışmaları yapıp, kum hareketi durdurulunca yeni karaçalı, yabani badem ve böğürtlen gibi ağaçların gelişmeye başladığı görülmektedir. Ayrıca çalışmalar esnasında tepe eteğine çekirdekten yetiştirilmek üzere 700.000 adet badem dikilmiştir, şu anda da bu tepeye çam-sedir dikilmektedir (KHGM, 1986).

Okur ve Demiryürek (2007) 2000–2005 yılları arasında rüzgar erozyonu ve toprak kayıpları bakımından oldukça duyarlı olan Konya, Karapınar rüzgar erozyon sahası topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine rüzgar erozyonunun etkilerini belirlemek için yürütülen bir araştırmada toprakların bozunum parametrelerinin bir göstergesi olan mekanik dayanım, stabilite indeksi ve kuru agregat yüzdeleri değerleri problemin tipi ve derecesine göre değişik alanlarda incelemişler ve 0–2,5 cm toprak derinliğinde mekanik stabilite değerleri mera alanlarında %23.33, ormanlık alanda %35.71, işlenen alanda %43.24 ve tamamen bozunmuş ve çölleşmiş olarak tanımlanabilecek alanda ise %16.67 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada her türlü kontrol önlemlerinin alındığı mera alanlarında taşınan sediment miktarı $1.355 \text{ kg/m}^2/\text{yıl}$. şeritvari kontrol sistemleri şeklinde tarımsal etkinliklerin uygulandığı işlenen alanlarda taşınan sediment miktarı $1.873 \text{ kg/m}^2/\text{yıl}$ olurken, hiçbir kontrol önlemlerinin alınmadığı, toprakların tamamen bozunduğu çıplak alandan taşınan sediment miktarı mera alanından 1549 kat, işlenen alandan 1121 kat gibi inanılmaz boyutlarda olarak $2099.714 \text{ kg/m}^2/\text{yıl}$ olarak gerçekleşmiştir. Bu dramatik değerler bölgenin potansiyel rüzgâr erozyonu bakımından ne kadar hassas ve önemli bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. (Akça ve ark, 2008).

Rüzgar erozyonu eşitliğinin orta Anadolu koşullarında uyarlılığını, rüzgar aşınımını önleyici şerit genişliğini ve toprak kayıpları ile toprak özellikleri arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla 1974-1977 yılları arasında yürütülen bir çalışmada (Topçu, 1979), toprak kaybını engellemede en önemli faktörler, önem sırasına göre 0,84 mm den büyük kuru agregat yüzdesi, iklim faktörü, şerit genişliği ve bitki örtüsü miktarıdır. Toprakta 0,42 mm den küçük agregat ve kum yüzdesi arttıkça,

mekanik dayanım azaldıkça toprak kaybı ve buğday verimi azalmaktadır (Topçu, 1979)

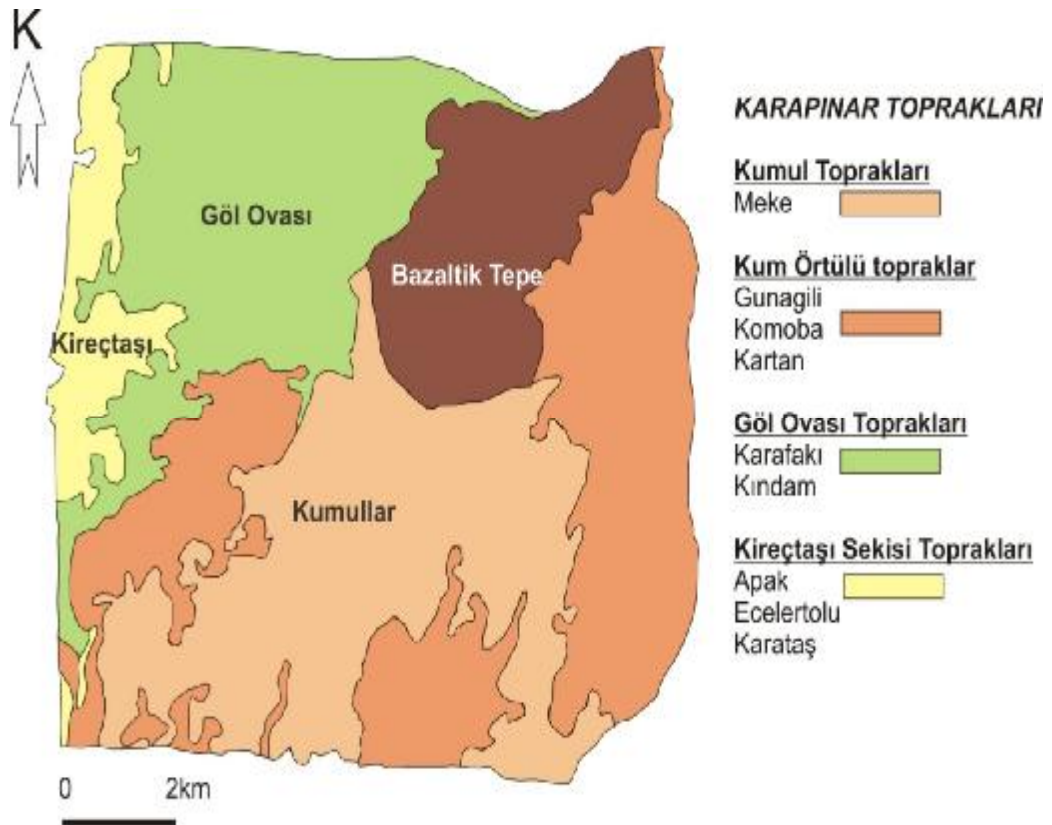
1974-1978 yılları arasında Karapınar rüzgar erozyonu proje alanında uygun nadas zamanı ve derinliğini saptamak amacıyla yürütülen araştırmada nadas işleme aleti olarak sokulu pulluk, ikileme aleti olarak ise kazayağı + tırmık kullanılmıştır. Araştırmada Mart, Nisan Mayıs ve Haziran aylarının 15-20 sinde ilk toprak işlemesi yapılan dört, 10-15-20 cm derinliklerde işlenen üç alt konudan oluşmuştur. Araştırma sonuçlarında uygun nadas zamanı mart ayının ikinci yarısı, uygun nadas derinliği 15-20 cm dir. Toprağın yüzeysel işlenmesi yabancı ot kontrolünü güçleştirmektedir. Nadasın su tutma etkisi uygun nadas zamanı olan mart ayının ikinci yarısı için % 24 tür. (Topçu ve Abalı, 1981)

3. MATERYAL ve METOD

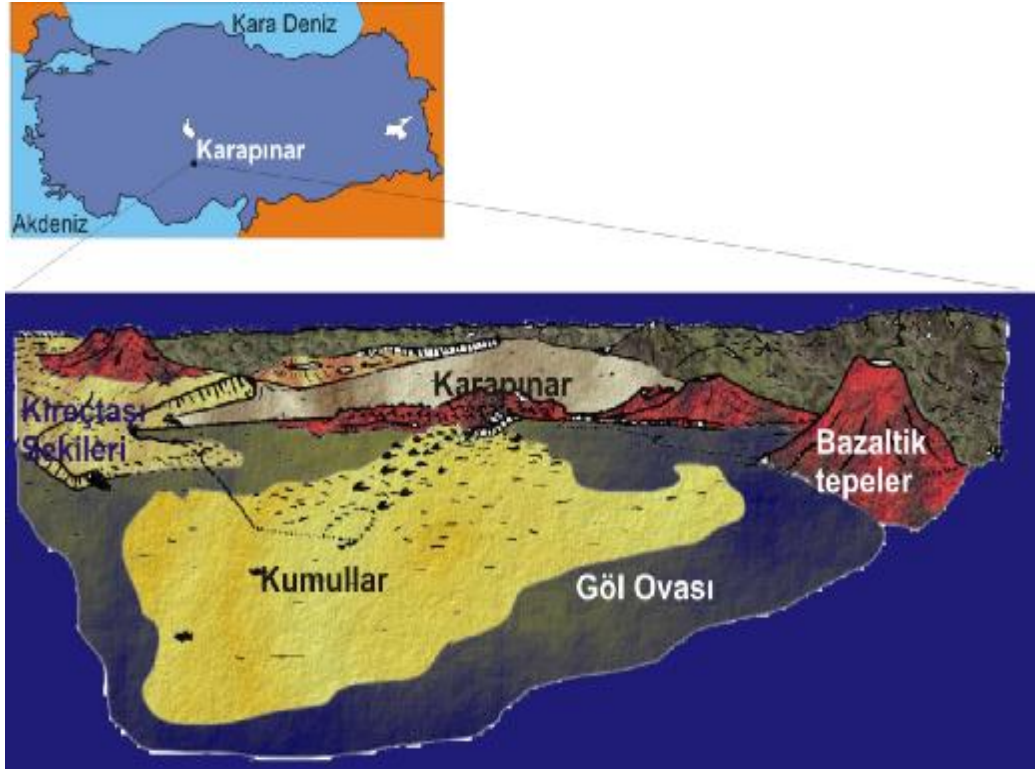
3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanının Konumu

Çalışma koruma sonrası badem ve akasya dikimi yapılan ve günümüzde Meke serisi (Typic Xeropsamment, Soil Survey Staff, 2006, Cambic Arenosol , WRB, 2006) olarak tanımlanan toprakların geliştiği kumullar üzerinde yapılmıştır (Şekil 3.1). Söz konusu kumullar Konya'ya bağlı Karapınar ilçesinde 1960'lı yıllardan günümüze koruma altında olan Toprak ve Su Kaynakları Karapınar Araştırma İstasyondaki yer almaktadır (Groneman, 1964; Akça, 2001). (Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Karapınar'da yer alan toprak serileri (Akça, 2001).



Şekil 3.2. Karapınar Erozyon Koruma Sahası

Türkiye’de kara kumulu olarak 465.913 hektar alanda hafiften çok şiddetliye kadar rüzgar erozyonu problemi vardır. Bu alanın yaklaşık % 70’i (322.474 hektarı) ise Konya il sınırları içinde yer almaktadır. Bu alanın 103.000 hektarı da Konya’nın Karapınar ilçesinde bulunmakta olup, bu alan ülke düzeyindeki rüzgar erozyon alanının % 22,1’ini oluşturmaktadır.

3.1.2. İklim Özellikleri

Bölgenin iklimi yarı-kurak karasal olarak tanımlanır ve yazları kurak ve sıcak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Kar yağışının büyük bir kısmı Ocak ve Şubat aylarında düşer. Ortalama yağış 275 mm.dir ve bunun % 40’ı kış aylarında düşmektedir. Temmuz ayından Eylül ayına kadar olan yağış, ortalama 15 mm.dir. Proje sahasında Isı farkının fazla oluşu ayrışmanın fazla olmasına, topraktaki organik madde miktarının azalmasına ve sonuçta toprakların parçalanarak ufalanmasına, buharlaşma ile toprak neminin azalmasına, toprak yüzeyini koruyacak bitkilerin iyi

gelişememesine sebep olmaktadır. Isı farkı nedeniyle vejetasyonda oluşan bu azalmalar toprağa olan organik madde döngüsünün azalması sebebiyle degradasyon, çölleşme ve sonuçta rüzgar erozyonunu artırıcı yönden teşvik edici rol oynamaktadır.

Yağışların yıl içerisinde dağılışı ve miktarı, toprak nemi, bitki verimliliği ve toprak organik madde miktarı açısından önemi büyüktür. Yağışı fazla ve dağılımın düzgün olduğu yerlerde toprak yüzeyi her zaman vejetasyonla kaplı, toprak daima nemli ve toprak organik madde döngüsü de her zaman iyi olmaktadır. Ancak İç Anadolu bölgesinde özellikle tarım yapılan bu sahalarda yağışın düzensiz ve yetersiz olması sebebiyle organik madde döngüsünün azalması ve bu alanların sürekli sömürülmesi sebebi ile degradasyon süreci hızlanmış sonuçta çölleşmenin bir sonucu olan rüzgar erozyonu etkin hale gelmiştir. (Çizelge 3.1). Karapınar rüzgar erozyon sahasının uzun yıllar yağış değerleri verilmiştir. (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.1. Karapınar rüzgar erozyon sahası çok yıllık ortalama yağışlarının aylık, mevsimlik ve yıllık dağılımı (1983-2006).

Yağış	Mevsimler												Toplam
	İlkbahar			Yaz			Sonbahar			Kış			
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	
Aylık ort mm	28.5	39.6	38.9	25.5	4.6	2,7	7,5	22,6	27,5	39,5	29,9	27,6	294,3
Mevsimlik Dağılım %	36.4			11.1			19.6			33.0			

Çizelge 3.2. Karapınar rüzgar erozyon sahasının uzun yıllar yağış değerleri.

Yıllar	A Y L A R												Toplam
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1964	14.0	42.6	57.1	3.1	84.1	33.3			4.5		36.6	47.2	322.5
1965	21.9	39.4	27.2	20.0	17.6	8.0				13.2	27.2	68.1	242.6
1966	61.1	26.7	31.8	29.1	57.5	2.6	2.7	1.6	6.9		32.5	59.1	311.6
1967	16.8	15.5	34.9	28.0	59.4	2.0			15.0	27.2	42.3	16.5	257.6
1968	31.1	33.1	24.6	9.0	41.3	22.4		0.6	22.4	3.9	58.2	62.6	309.2
1969	41.2	31.2	35.6	35.4	69.9	10.6	1.1	2.3	8.9	7.0	32.2	57.3	332.7
1970	28.6	21.7	46.6	2.1	17.3	17.2	1.0	1.3	5.2	22.6	21.9	38.8	224.3
1971	38.0	17.0	27.1	56.7	27.8	15.7		1.2		16.3	22.1	30.8	252.7
1972	15.6	52.8	15.0	36.2	33.6	50.1	5.5	0.3	10.4	37.2	11.5	4.1	272.3
1973	9.2	25.8	27.7	77.4	35.8	39.1	0.4			1.7	6.8	17.1	241.0
1974	13.2	30.2	32.9	23.0	21.9	24.3		1.0	8.5	30.5	8.5	59.0	253.0
1975	13.6	37.0	19.6	79.0	81.7	42.8	2.7	0.5		19.2	31.0	53.1	380.2
1976	45.2	34.4	34.3	57.3	46.6	14.8	0.3	10.5	12.6	62.9	23.0	34.4	376.3
1977	50.6	32.5	13.7	109.2	22.5	23.3	15.6		17.4	35.2	0.6	43.7	364.3
1978	42.2	24.0	44.3	38.1	7.3	29.8			10.8	75.1		21.9	293.5
1979	28.9	15.3	15.8	52.2	15.3	45.9	0.5		3.9	22.9	33.8	20.8	255.3
1980	24.4	34.2	33.0	57.4	66.1	10.0			8.7	34.4	28.3	10.4	306.9
1981	92.6	63.5	13.9	7.4	13.8	40.1	3.4		2.0	6.1	18.1	62.0	322.9
1982	35.9	13.0	40.4	28.5	26.6	43.5	4.5	0.2	4.0	13.8	7.0	26.8	244.2
1983	15.3	21.3	30.5	31.9	25.4	22.8			1.2	15.4	28.5	27.0	219.3
1984	27.3	13.3	13.0	92.5	11.0	6.0	2.0	8.4		0.4	15.6	44.6	234.1
1985	17.7	44.5	25.3	86.1	53.1	6.0		5.8		70.8	73.1	30.6	413.0
1986	20.2	21.5	10.4	28.0	62.8	22.8			24.4	1.3	31.3	27.8	250.5
1987	29.3	28.4	55.3	13.2	11.7	15.8	3.4			37.5	38.3	56.7	289.6
1988	8.3	11.6	55.4	61.4	103.5	45.7	1.3		0.1	63.6	33.1	18.6	402.6
1989	32.3	1.0	9.1	33.3	17.7	3.2			8.6	39.3	61.1	21.6	227.2
1990	23.7	15.6	3.5	10.5	61.3	5.8		0.3	11.4	7.0	35.1	42.4	216.6
1991	59.1	33.3	16.3	44.6	32.9	3.3	0.6		4.8	6.3	38.1	39.7	279.0
1992	13.7	35.6	24.5	15.1	61.2	37.8	18.9	1.3		3.9	28.5	60.6	301.1
1993	22.0	3.9	18.5	22.2	74.5	26.7				10.1	27.4	22.7	228.0
1994	55.2	16.5	40.1	46.7	2.4	0.7	5.0	15.1	0.4	20.4	34.2	38.7	275.4
1995	26.4	7.9	35.0	51.6	14.6	57.9	49.1	0.2	3.1	31.9	24.2	17.5	319.4
1996	21.4	34.3	69.4	27.6	10.9	15.1	20.9	10.8	1.8	23.6		87.2	323.0
1997	44.6	32.4	11.8	15.1	28.4	40.3		25.4	38.0	23.6	5.1	56.3	321.0
1998	24.7	15.2	31.3	36.0	21.2	48.6			0.4	37.2	12.4	35.1	262.1
1999	19.9	19.7	17.0	28.7	14.3	45.3	2.4	4.2	6.7	3.0	2.3	10.8	174.3
2000	52.9	32.7	22.4	12.1	54.0	72.1			4.2	18.4	4.0	35.4	308.2
2001	0.6	17.6	25.4	28.9	98.5			4.7	8.7	22.8	76.8	53.2	337.2
2002	28.3	12.8	7.5	47.9	14.1	23.3	26.5	4.5	27.8	8.1	24.9	53.3	279.0
2003	6.8	79.3	35.8	38.3	17.9	33.9			7.1	18.4	15.7	44.4	297.6
2004	20.1	14.4	4.6	59.1	12.1	5.4	7.2			0.2	38.2	10.3	171.6
2005	32.4	18.8	13.3	23.9	18.9	48.7		0.2	20.3	14.9	59.0	16.8	267.2
Ort	29.9	27.6	28.5	39.6	38.9	25.5	4.6	2.7	7.5	22.6	27.5	39.5	294.3

Karapınar rüzgar erozyon sahasının uzun yıllar ortalaması 294.3 mm dir, Düşen yağışların çoğu ilkbahar (% 36.4) ve kış yağışları (% 33.0) olup, düşen yağışın % 70'e yakını bu iki mevsimde düşmektedir. Yazları çok kurak geçmekte olup düşen yağışın ancak % 11'lik kısmı bu mevsimde olmaktadır. Temmuz, Ağustos, Eylül aylarındaki yağışların toplamı 14.8 mm' dir (Çizelge 3.3)

Çizelge 3.3. Araştırma yerinin uzun yıllara (1983-2006) ait iklim değerleri (DMİ,2007).

İklim Elemanları	A Y L A R											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ort. Sıc.°C	-1.8	-0.8	4.2	11.1	14.8	18.7	22.4	22.1	17.2	11.0	5.9	0.4
Maks. Sıc.°C	19.6	20.5	25.5	31.4	36.0	36.8	41.2	38.4	36.2	33.2	25.3	18.4
Min. Sıc.°C	-21.4	-26.8	-22.8	-8.0	-2.3	3.1	5.0	4.5	-3.3	-6.4	-15.0	-21.2
Yağış mm	29,9	27,6	28,5	39,6	38,9	25,5	4,6	2,7	7,5	22,6	27,5	39,5
% Nem	78	75	69	62	62	53	48	47	51	63	75	79

Araştırma sahasının rüzgar erozyonu koruma sahası oluşu nedeniyle sahada ki rüzgar durumunda dikkate alınmıştır. Ancak burada rüzgarın erozif karakterde olması yanında toprağın degradasyon derecesi de önemli olmaktadır. Yani toprak organik madde içeriği artırılarak toprak yapısında (agregasyonunda) meydana getirilebilecek bir iyileşme rüzgarın erozif özelliğini kıracağıda unutulmamalıdır. Kısaca rüzgarın erozif gücü toprak özelliğine göre değişmektedir. Toprak ne kadar organik maddece zengin ve bunu sonucu agregasyon ne kadar iyi ise, rüzgar hangi hızda eserse essin erozif özelliği azalacaktır.

3.1.3. Bölgenin Toprak Özellikleri

Karapınar'da topraklar eski göl depozitleri üzerinde oluşmuş genellikle alüviyal kökenlidir. Topraklar çoğunlukla Toprak Sınıflamasına göre (Soil Survey Staff, 2006). İnceptisol ve Entisol, Dünya Kaynak Veritabanına göre (WRB, 2006). Calcisol, Cambisol, Arenosol ve Leptosol sınıflarına girmektedir. Toprakların rengi pulluk katında Munsel Renk Skalasına göre açık gri (2.5Y 6/3) ve açık kahvemsi (10Y 6/3), aşağılarda soluk sarı ve beyazdır. Toprak bünyesi genellikle üst toprakta

hafif (tınlı kum), aşağılarda ağır (kil) dir. Topraklar genellikle kireç ve potasyumca zengin, organik madde ve fosforca fakirdir. Araştırma yeri toprak özellikleri (Çizelge 3.4) de verilmiştir.

Çizelge 3.4.Araştırma alanındaki yaygın olan ve tarım yapılan İnceptisol sınıfı toprakların genel analiz sonuçları

Derinlik cm	% kum	% silt	% kil	Bünye sınıfı	Tarla kapasitesi mm	Hacim ağırlığı. g/cm ³	PH	EC25°C	% kireç	% org. madde
0-15	68,1	15,1	16,6	SL	23,3	1,1	8,1	0,62	44,7	1,9
15-30	57,2	22,7	20,1	SCL	32,9	1,09	8,1	0,45	48,6	1,6
30-60	31	28	43	C	79,6	1,01	8,2	0,45	53,5	1,5
60-90	16	24,4	59,6	C	88,6	1,06	8,3	0,85	54,6	1,3
90-120	12,5	42,3	45,2	SİC	85,7	1,18	8	1,1	53,3	1,2

Türkiye’de kara kumulu olarak 465.913 hektar alanda hafiften çok şiddetliye kadar rüzgar erozyonu problemi vardır. Bu alanın yaklaşık % 70’i (322.474 hektarı) ise Konya il sınırları içinde yer almaktadır. Bu alanın 103.000 hektarı da Konya’nın Karapınar ilçesinde bulunmakta olup, bu alan ülke düzeyindeki rüzgar erozyon alanının % 22,1’ini oluşturmaktadır.

3.1.4. Jeolojik Özellikleri

İnceleme alanında en alt birimi Miyosen-Pliyosen, yaşlı Cihanbeyli formasyonu oluşturmaktadır. Oldukça geniş alanda gözlenen birim beyaz, açık gri renkli kireçtaşları, marn, killi kireçtaşları ve tuf karışımından oluşmaktadır.

Kireçtaşları yatay tabakalı, erime boşlukludur. Formasyonun kalınlığı 1000 m dir. Bu birim Karacadağ Volkanitleri tarafından kesilmektedir Volkanitler Karapınar'ın kuzeybatısında Üzecek Dağında (1293 m), elips seklinde bir volkan konisi olarak mostra vermektedir. Bazalt akıntılarından ve etrafındaki tuf çökellerinden oluşan elips seklindeki koni, koyu siyah renkli kompakt görünümündedir. Bu koninin Acıgöl ve Meke Gölü kraterlerinin volkanik etkinliğin son safhasında oluşan patlama krateri olduğu ve lavlarının bazalt, trakibazalt ve andezit bileşimli olduğu belirlenmiştir (Bas ve Ayhan, 1985). Pliyokuvarterner yaşıdır. Tabanda Cihanbeyli formasyonunu kesen Karacadağ volkaniti üstten açılı uyumsuzlukla Kuvarterner yaşı alüvyon tarafından örtülmektedir. Alüvyon inceleme alanının batısında ve güneyinde gözlenmekte olup çakıl, kum, kil ve silt depolarından oluşmuştur.

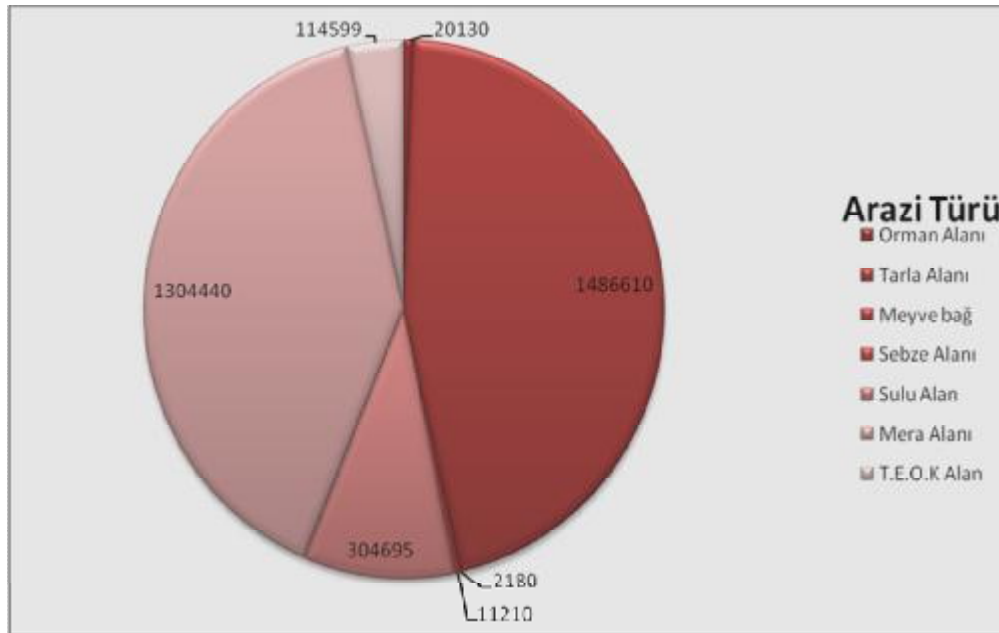
3.1.5. Yapısal Jeoloji

İnceleme alanının ana tektonik yapısını KD-GB gidişli Karapınar fayı oluşturur. İnceleme alanını boydan boya kateden Karapınar fayı eğim atımlı normal bir faydır. Fay doğusundaki kesimi; çökerken batısı yükselmiştir. Karapınar fayının batısında ise, bu faya paralel gidişli diğer bir eğim atımlı normal fay bulunur. Karapınar fayı inceleme alanında KB-GO gidişli bir host yapısı oluşturur. Bu faylar Kuvarterner yaşı alüvyonları kesmekte ve yöredeki obrukların büyük bir bölümü Karapınar fayının batısında yer almaktadır (Göçmez, 2001).

Bazı deneme sonuçları İç Anadolu'da Karapınar civarında kum yataklarının varlığını ortaya çıkarmıştır. (Kuzucuoğlu ve ark, 1998). Kumul sistemleri, Üst Pleyistosen ve Holosen zamanında değişikliği uğramış Konya Eski göl'ünün (paleolake) seviyesi ile ilgilidir. Karapınar güneyindeki ana kumul sistemi eski gölün çekilmesi sonucu kıyısında oluşan kıyasal rüzgarların sonucudur. Bu günümüzden önce 21000-17000 yaşındaki sedimentleri kapsamaktadır. Holosen zamanında oluşan iklim değişiklikleri kumların iç kısımlara doğru hareket etmesine neden olmuştur.

3.1.6. Tarımsal Yapı ve Üretim

Rüzgâr erozyonu bakımından ülkemizin en hassas noktasında yer alan Karapınar yöresinde 2008 yılı itibariyle toplam 2.939.169 dekarlık toplam alanın kültür alanları sırasıyla 1.082.210 alan tarla, 404.400 dekar alan nadas, 11210 dekar ha alan sebze, 2180 dekar alan meyve, bağ'dır. Çayır mera sahası 1.304.440 dekar, ormanlık saha 20.130 dekar, ürün getirmeyen alan ise 114.599 dekardır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Karapınar Arazi Kullanımı (dekar) (Karapınar İlçe Tarım Md. 2008)

3.1.7. Arazi Kullanımı

Örneklerin alındığı alan 1960'lı yıllarda başlayan erozyon çalışmalarında rüzgar perdeleriyle kumulların durdurulmasından sonra badem ve akasya ekiminin yapıldığı bölgedir. Badem ve akasya ağaçları ilk yıllarda sulanmış sonraki yıllarda kök sistemi gelişince sulama gereksinimi duyulmamıştır (Akça, 2001).

3.1.8. Bitkilerin Tür Özellikleri

3.1.8.1. Badem Yetiştiriciliği

Badem, *Rosaceae* familyasının *Prunus* cinsine bağlı *P.amygdalus* alt cinsi içerisinde yer almaktadır. *P.amygdalus* alt cinsine dahil 40'a yakın badem türü bilinmektedir (Kester ve Gradziel, 1996; Soylu,2003). *P.amygdalus*. *Batsch*. Daha çok meyvesi için önem kazanmış ve orta Asya'nın dağlık bölgelerinde (İran, Hindistan ve Pakistan) doğal yayılım göstermiştir. Antik çağlardan günümüze kadar buralardan Akdeniz bölgesine yayılmıştır (Rugini ve Monastra, 2003). Kültür bademi ülkemizin hemen hemen her bölgesine doğal olarak yayılmış durumdadır. (Dokuzoğuz,1968; Dokuzoğuz ve Gülcan, 1973).

Badem, kayısı ve şeftali gibi bazı meyve türleri binlerce yıl önce Türkiye'ye getirilmiştir. Yıllarca sadece tohumla üretilmesinden dolayı, çok geniş bir çeşitliliğe sahiptir. Bununla birlikte diğer ülkelerden yurdumuza Teksas, Nonpareil gibi badem çeşitleri getirilmiş ve üretimi yapılmıştır. Badem yetiştiriciliği ülkemizde Ege Bölgesinde yoğunlaşmış olup, bunu Akdeniz, İç Anadolu ve Marmara Bölgeleri izlemektedir. Diğer istekleri ve özellikleri şöyledir (Özkarakaş, 2009).

İklim İsteği: Badem için, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı Akdeniz iklimi idealdir. Bununla beraber, odun kısmının kış soğuklarına dayanıklı olması nedeniyle, kış soğuklarının fazlaca olduğu yerlerde de yetişebilmektedir. Ağacının odun kısmı -20°C, -30°C'ye kadar soğuğa dayanabilir.

Çiçek tomurcuklarının kışa dayanıklılığı şeftali çiçek tomurcuklarından daha azdır. Ülkemizde kış soğuklarının fazla olduğu yerlerde ekonomik olarak badem yetiştiriciliği yapılamaz. Kış dinlenme ihtiyacı diğer meyve ağaçlarına göre daha kısadır. +5°C' nin altında 90–400 saatlik bir soğuklama yeterlidir. İlkbaharda don olayları bakımından en kritik dönem çiçek ve körpe çağı dönemidir. Çiçeklenme zamanında -4°C, -5°C'ye dayanabilen çiçekler, körpe çağı döneminde -1°C, -0,5°C'lerde zarar görürler. Don dayanım bakımından çeşitler arasında büyük farklar görülmektedir.

Toprak İsteği: Toprak istekleri bakımından seçiciliği fazla olmayan bir meyve türüdür. Hafif, derin, süzek ve alüviyal topraklarda iyi ürün verir. Bu gibi topraklarda kökler 3-5 m derine gider.

Ağaç Özellikleri: 6-8 m boylanır. Bazı durumlarda ağaçların yüksekliği 12 m'ye kadar boylanabilir. Yıllık dallar üzerindeki tüm tomurcuklar aynı mevsimde büyür ve ikinci dallar meydana gelmesi halinde ağaç yayvan olur. Badem ağaçları ortalama olarak 50 yıl kadar yaşarlar. 100 yaşına kadar yaşayan ağaçlara da rastlamak olasıdır.

Kök Yapısı: Kazık kök tipindedir. Saçak kök az olduğundan fidanlar yer değiştirme sırasında çok kayıplar verirler (Şekil 3. 4).



Şekil 3.4. *P.amygdalus* kök yapısı

Yaprak Özellikleri: Çeşitlere göre iri, orta iri ve küçüktür. Renk açık ve koyu yeşil arasında değişir. Yaprığın kenarları dişlidir.

Tomurcuk Yapısı: Çiçek tomurcukları, farklı yaştaki dallarla bunlar üzerindeki 2-13 cm uzunluğundaki buket denilen kısa meyve dalcıklarında bulunur(Şekil 3.5).



Şekil 3.5. *P. amygdalus* meyve ve çiçek

3.1.8.2. Akasya Yetiştiriciliği

Yaklaşık 20 civarında tür ile temsil edilen Robinia cinsi Kuzey Amerika ve Meksika'da 35–43 derece enlemleri arasında doğal yayılış yapar. Dikey yayılışı 1100 m. ye kadar çıkar. Robinia cinsinin ağaç formunda bulunan sadece 4 türünün (Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L), *Robinia lucurians*, *Robinia viscosa* (kısa salkımlı fazla boylanmaz) ve *Robinia ambigua*) ormancılık açısından önemi vardır. Türkiye'de *R. pseudoacacia*, *R. viscosa* (çalı formunda) ve *R. hispida* (dalları tüylü salkımları canlı pembe ve 1–3 m boyunda ağaççık) yayılışı vardır.

Botanik özelliği: 25 m boylanan, kışın yaprağını döken, gri-esmer, derin çatlaklı kabuğu olan orta boylu bir ağaçtır. Sürünücü stolonlar oluşturan kalın, sağlam kök sistemi vardır. Ayrıca köklerinde çeşitli bakteriler simbiosis (ortak yaşam) halinde olup bulunduğu toprağı azotça zenginleştirir. Sürgünleri dikenli, yaprakları tek tüysü, yaprakçıkları 7-19 adet, açık yeşil ve mavimsi renkte olup eliptik yapılı, alt ve üst yüzleri tüsüzdür. Çiçekler 16-20 cm uzunluğunda, yaprakların koltuklarında oluşan ve sarkan zengin salkım halinde kurullardır. Çanak yaprak üçgen şeklinde, dişli taç yaprak ise 15-20 mm çapında beyaz renktedir. Meyve yassı, derimsi bir bakla halinde olup tohumları siyahtır. Bitki, tarlalarda, yol

kenarlarında, dere ve ırmak boylarında nemli ve kuru yerlerde yetişir (Anşin, 1994). (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. *Robinia pseudoacacia* meyve ve çiçek yapısı

Ülkemizde 1952 yılında toplanan Ağaçlandırma Teknik Kongresi'nden sonraki yıllarda başlayan geniş çaplı ağaçlandırma çalışmalarında, üretime dönük ormanlar tesis etmenin yanı sıra, özellikle erozyona maruz arazilerde toprak kaybının önlenmesi ve toprak ıslahı başlıca hedefler olarak benimsenmiştir (Çatal ve ark, 2005). Ülkemizde özellikle Orman Bakanlığı ve Ağaçlandırma ve Erozyonu Kontrol Genel Müdürlüğünün kurulmasıyla ivme kazanan ağaçlandırma çalışmalarında en fazla kullanılan yapraklı ağaç türünün Yalancı Akasya olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz. Erozyon önleme ve rüzgâr perdesi amaçlı olarak kullanımı açısından oldukça önemlidir.

3.2. Metod

3.2.1. Araziden Gözlem Alınması

Koruma sahasında tarımsal faaliyet yürütülmemiş badem ve akasyanın yoğun olarak dikildiği bölgeler çalışma sahası olarak incelemeye alınmış. Eski göl tabanlarını örten Meke toprak serisinde akasya ile bademin beraber dikildiği bölgelerde dikilmeyen bölgelere göre gelişimin boy ve gövde kalınlıklarının gözle görülebilir şekilde farklı olduğu tespit edilerek tez çalışmasının iki bitkinin kök sistemlerini, etki alanı kapsayacak horizonun morfolojik özellikleri ve toprak kalitesine tespit etmek amacıyla arazi çalışmalarına başlanmıştır.

3.2.1.1. Profil Yerlerinin Tespiti ve örnekleme

Arazilerin kullanım şekilleri, üzerindeki bitki örtüsü bize, kabaca eğim, drenaj koşulu, tuzluluk alkalilik, toprak bünyesi, derinlik, mineral içerikleri, toprak nem içeriği, jeolojik yapı vs. hakkında bilgi verebilir. Bu nedenle Profil yerlerinin seçiminde çok hassas davranılmış ve 1960'lı yıllardan günümüze koruma altında olan, üzerinde hiçbir tarımsal faaliyet yürütülmemiş Rüzgâr Erozyonu Koruma ve Kontrol İstasyondaki eski göl tabanlarını örten Meke toprak serisinde yürütülmüştür. Bu toprak serisi üzerinde bölgede yaygın olarak bulunan yabani akasya ve badem sıraları arasından iki ağaç türünün yoğun olduğu yetişme ortamından, profil ağaçların kök sistemlerini ve etki alanlarını kapsayacak şekilde seçilmesine özen gösterilmiştir. (Şekil 3.7)



Şekil 3.7. Profil yerlerinin tespiti

3.2.1.2. Örneklem Metodu Üzerine Tartışmalar

Proje sahasındaki Meke serisi olarak tanımlanan kumullar üzerinde dikilmiş olan yalancı akasya ve badem ağaçlarının morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla açılan profil çukurları ve bu profil çukurlarında yapılan profil tanımlanması için arazide ayrıntılı tartışmalar yapılmıştır. Gerek tanımlama işlemleri, gerekse örneklem arazide özel olarak açılmış profil çukurlarında ayırt edilen horizonlar bazında yapılmıştır. Her horizonun morfolojik özellikleri ve toprak kalitesine agregat oluşumuna etkilerinin doğru olarak ortaya konulabilmesi amacıyla laboratuvarda belirlenecek fiziksel, kimyasal ve mikromorfolojik özellikler için bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Yaklaşık olarak toprak yüzeyine paralel, toprak oluşum işlemlerinin meydana getirdiği özellikleri içeren, üstündeki ve altındaki katmanlardan bir veya birkaç karakteristiği yönünden farklı her horizon bu aşamada belirlenmiştir. (Şekil 3.8)



Şekil 3.8. Profil tanımlama eğitimi

3.2.1.3. Açılan Profiller Üzerinde Bilimsel Tartışmalar

Arazide yapılan profil tanımlaması sırasında her horizonun ayırt edilmesi ve tanımlaması renk, Tekstür, strüktür, kıvam, özel görünüm, iskelet maddeleri, gözeneklilik ve horizon sınırları saptanırken, aynı bölgede tez yürüten Mustafa OKUR ve şahsım arasında bilimsel olarak oldukça sıcak ve Danışman hocalarımızın bu konudaki bilgi ve tecrübesinden istifade etmemizi sağlayan tartışma dolu bir profil tanımlama eğitimi yaşanmıştır. 10.07.2008 tarihinde Eski göl tabanlarını örten Meke toprak serisinde 365441350 D, 41664678 K koordinatlarında açılmasına karar verilen profil belediyeden tarafımıza tahsis edilen iş makinesi ile Yalancı Akasya ve badem kök sistemlerini ve etki alanlarını kapsayacak şekilde 4m. derinliğinde profil açılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Profil tanımlama

3.2.1.4. Profilden Bozulmamış Toprak Örneği Alımı

Açılan profil çukurlarından alınan bozulmamış toprak örneklerinden ince kesit alınabilmesi için örnekleme de belirlenen horizonlardan toprak örnekleri alınmıştır. (Şekil 3.10, Şekil 3.11)



Şekil 3.10. Profilden bozulmamış toprak örneği alımı



Şekil 3.11. Profilden alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri

3.2.2. Fiziksel, Kimyasal ve Mikromorfolojik Analiz Yöntemleri

Karmaşık doğal bir yapıya sahip olan toprakların oluşumu ve özellikleri çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemler tarafından etkilenmektedir. Bu işlemlerden hangisinin toprak özelliklerine daha fazla etki edeceği toprakların bulundukları çevre koşulları ile doğrudan ilişkilidir (Buol, 1997). Topraklar ayrışma ve diğer toprak yapan işlemlerin ana materyalin üzerine etkileri sonucunda oluşurlar. Herhangi bir bölgedeki toprakların özellikleri topraklar üzerine etki eden iklim, canlı organizmalar, ana materyal, topografya ve zamanın etkisine bağlıdır. Her faktör toprak üzerine etki eder ve diğer dört faktörün etkisini düzenler. Bu faktörlerden bir veya birkaç tanesi önemli miktarda değişiklik gösterdiğinde ise farklı özellikteki topraklar oluşurlar (Jenny, 1994; Buol, 1997).

Toprağın bu bileşenlerinin yanında toprak nemi ve parçacık büyüklüğü ile toprakların agregatlaşma durumları da toprak rengine etki etmektedirler. Çoğunlukla parçacık büyüklüğü küçüldükçe toprak renginin parlaklığının arttığı rapor edilmiştir (Sanchez-Maranon ve ark, 2004).

Toprağın rengi onun en önemli morfolojik özelliklerinden olup, kolaylıkla belirlenebildiği için toprak bilimcileri tarafından farklı toprakların tanımlanmasında ve sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Anonymous, 1999).

Topraklar hemen üzerinde veya orijinal yerlerinden taşınmış olan kayaç ve minerallerin üzerinde gelişebilirler. Ana materyaller toprak gelişimini ve dağılımını etkileyen en önemli toprak oluş faktörlerindendir (Shaw ve ark, 2004).

3.2.2.1. Yapılan Analiz çalışmaları

Toprak agregatlarının bozulup daha küçük parçalara ayrılmasının toprak renginin çok belirgin bir şekilde değişimine neden olduğu ve özellikle ufalanmış toprakların renklerinin parlaklıklarının fark edilir derecede arttığı rapor edilmiştir (Torrent ve Barron, 1993). Toprak rengi, tüm alınan toprak örneklerin rengi Munsell Renk Skalasında bulunan renklerin eşleştirilmesi ile belirlenmiştir. (Anonymous, 1993).

Arazide aynı toprak serisi üzerindeki badem ve akasya ağaçlarının kök bölgelerinde ki etkileşim ve akasyanın bir baklagil olması sebebiyle bu etkileşimden bademin ne oranda faydalandığına, toprak agregat yapısına etkilerini karşılaştırabilmek amacıyla çalışma yapılacaktır. Bu bağlamda ağaçların taç etki alanında kök bölgelerinde morfolojik incelemeler yapılmıştır (Soil Survey Staff, 2006).

Çalışma koruma sonrası badem ve akasya dikimi yapılan ve günümüzde Meke serisi olarak tanımlanan kumullar üzerinde özellikle ağaç dikim uygulamasından önce ve sonra, ağaç tacına yakın ve açıkta toprak yapısının durumunu incelemek amacıyla hidrometre yöntemiyle yapı dayanıklılık (strüktür stabilitesi) indeksi yapılmıştır (Özbek ve ark, 1977). Söz konusu çalışmada özellikle toprak fiziksel parametrelerinin değişimlerinin izlenilmesi için hacim ağırlığı, gözeneklilik, su tutma kapasiteleri değerleri saptanmıştır (Kırda ve Sarıyev, 2002).

Toprak profillerinin detaylı tanımlamaları (Schoeneberger ve ark, 1998). tarafından hazırlanmış olan arazi el kitabına göre yapılmış ve genetik horizonları arazide tanımlanarak örneklenmiştir. Araziden horizon esasına göre alınan toprak örnekleri oda sıcaklığında kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır duruma getirilmiştir.

Seriden horizon asalına göre alınmış örneklerde (Soil Survey Division Staff, 1993; Dinç ve Şenol, 1997) toprak kalitesindeki değişimi saptamak amacıyla organik

karbon modifiye edilmiş Lichterfelder yöntemiyle (Schlichting ve Blume, 1966), alınabilir fosfor (Olsen ve ark, 1954 ; Kaya, 1982), Tekstür (Bouyoucos, 1962), tuz, PH ve kalsiyum karbonat (USDA, 1954), humik asit (Clapp ve ark., 1996), katyon değişim kapasitesi (Rhodes, 1982), analizleri yapılmıştır. Toprak yapısındaki mineralojik ve mikromorfolojik oluşumları saptamak amacıyla Kubiena kutuları kullanılarak bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır (Fitzpatrick, 1993). Ayrıca (Sarıyev ve ark, 2007), geliştirmiş olduğu modeller kullanılarak toprak-bitki-su-atmosfer ilişkileri ortaya konularak arazi kullanımın toprağa ve çevreye olan etkisi ortaya konulmuştur.

Arazide aynı toprak serisi üzerindeki başat bitki türlerinin toprak agregat yapısına etkileri karşılaştırılmış bu amaçla bu türler vejetasyon etütleri ile tespit edilmiştir.

3.2.2.2. Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Hacim Ağırlığı Değerinden Saptanması ve Modellenmesi

Toprakta Fiziksel Analizlerin yapımı oldukça fiziki olarak ağır ve uzun zaman almaktadır. Örnek olarak, Su iletkenliği, Toprak Su Karakteristik Eğrisi (TSKE), Gözeneklilik ve b. Fiziksel Parametrelerin saptanması buna örnek ola bilir. Aşağıda söz konusu toprak fiziksel parametrelerinden bazılarının saptanması yöntemleri sunulmuştur. Örnek olarak,

Hacim Ağırlığı: Hacmi 100 cm^3 olan çelik silindirlerle alınan bozulmamış toprak örnekleri etüvde 105°C 'de 24 saat kurutulup, fırın kuru toprağın ağırlığı toplam silindir hacmine bölünerek bulunur (Blake ve Hartge, 1986).

Değişken Su Yükü Altında Toprak Geçirgenliği: 100 cm^3 çelik silindirde alınacak bozulmamış toprak örneği saf suyla doyurulduktan sonra, çelik silindirin alt ve üst kısımlarına kapaklar yerleştirilir. 100 cm^3 boyundaki büret saf su ile doldurularak ve bületin alt ucuna geçirilen borunun havası alınarak çelik silindirin alt kapağına takılacak ve bületin kayıt edilmiş seviyesinden suyun geçmesi için uygulama başlatılacaktır. Örnekten su çıkışı görüldüğü zaman, bületten düşüş kayıt edilerek, değişken su yükü altında toprak geçirgenliği için kullanılan ilgili formülle ($K=(a*L/A*t)*Ln(H_1/H_2)$) toprağın doygunluktaki hidrolik iletkenliği

hesaplanmıştır. Yukarıdaki eşitlikte; a : pipet alanı, L : çelik silindirin boyu, A : toprak kesit alanı, t : zaman, H_1 : pipet su yüksekliği, H_2 : düşen su yüksekliğidir (Klute ve Dirksen, 1986).

Gözeneklilik: Toprakta bulunan gözenek miktarı, toprak su karakteristiklerinde (TSK) bulunan değerlerden hesaplanır. Doygunluktaki su hacmi toplam gözenekliliği verirken, mikro gözenek hacmini 0.333 bar'da (Tarla Kapasitesi) tutulan su miktarından hesaplanır. Makro gözenek hacmini ise, toplam gözenek miktarından mikro gözenek miktarının çıkarılmasıyla bulunur (Danielson ve Sutherland, 1986).

Toprak Su Karakteristikleri: Bozulmamış toprak örneklerinin, doyumluk ile 1 bar arasındaki değişik gerilimlerde tutabildikleri hacimsel su içeriğini gösteren toprak suyu karakteristikleri saptanır. Basıncılı plaka aletinde toprak suyu gerilimleri, doyumluktan başlayarak 0.1, 0.33 (Tarla Kapasitesi-TK), 1.0 bar şeklinde uygulanır, her bir toprak suyu geriliminde tutulan hacimsel su içerikleri 3'şer yinelemenin ortalaması olarak bulunur. Yine aynı şekilde bozulmuş toprak örneklerinde ise 5 ve 15 bar (Solma Noktası-SN) gerilimleri uygulanır ve bu gerilimlerde tutulan hacimsel su içerikleri 3'er yinelemenin ortalaması olarak bulunmuştur (Klute, 1986).

Yukarıda da görüldüğü gibi, sunulan yöntemler çok spesifik ve fiziki olarak ağır yöntemlerdir. Bu bakımdan tespiti kolay olan bazı parametrelerin bir modelle değerlendirilerek, diğer fiziksel parametreleri saptamak önem arz etmektedir.

Söz konusu çalışmada yukarıda zikir edilmiş toprağın hacim ağırlığı değerinden, gözeneklilik, TK, SN ve hidrolik iletkenlik değerlerinin model analizi ile saptanması çalışılmıştır. Söz konusu matematiksel model ile özellikle laboratuarda saptanmayan verilerin tahmini sunumu yapılmaktadır.

Buna göre, matematiksel model aracılığıyla, hacim ağırlığı (r_b) değerinden bazı temel toprak fiziksel parametreleri sırasıyla aşağıdaki gibi saptanacaktır (Sarıyev ve ark, 1995; Breinstein, ve ark, 1988; Kalyujniy ve ark, 1988).

1. Gözeneklilik (P, %)

$$P=(1- r_b/2,65)*100 \quad (1)$$

2. Toprakların Tarla Kapasitesi (TK, %)

$$TK= A_1 * e^{(-B_1 * r_b)} \quad (2)$$

3. Toprakların Solama Noktası (SN, %)

$$SN=A_2-B_2 * r_b \quad (3)$$

4. Hidrolik İletkenlik (K_f, cm/saat)

$$K_f=A_3*(P-TK-B_3)^2 * TK \quad (4)$$

3.2.2.3. Çölleşmeye Karşı Duyarlı Çevrelerin Saptanması (ÇDİ)

Kosmas ve ark. (1999). Arazi özellik ve kullanımlarının çevreyi çölleşmeye karşı ne kadar duyarlı hale getirdiğini saptamak amacıyla sayısal bir model geliştirmiştir. Avrupa Birliğinin kullandığı bu modelde toprak, bitki örtüsü, iklim ve arazi kullanım türleri sayısallaştırılarak ÇDİ saptanmıştır. Kullanım yaklaşımı aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

3.2.2.4. Toprak Kalite İndeksi

Toprak tekstürü, derinliği, eğimi, ana materyal bitkilerin gelişimini dolayısıyla erozyon etkileşimini ortaya koyduğundan önemli etmenlerdir. (Çizelge 3.5)

Çizelge 3.5. Toprak Kalite değerleri (Kosmas ve ark, 1999).

Tekstür				Eğim			
Sınıf	Tanım	Tekstür	İndeks	Sınıf	Tanım	Eğim (%)	İndeks
1	İyi	L, SCL, SL, LS, CL	1	1	Çok düz /düz	<6	1
2	Orta		1,2	2	Hafif	6-18	1,2
3	Zayıf	Si, C, SiC	1,6	3	Dik	18-35	1,5
4	Çok zayıf	S	2	4	Çok dik	>35	2
Ana Materyal							
Sınıf	Tanım	Ana Materyal					İndeks
1	İyi	Şeyl, şişt, bazik, ultraazik, konglomera, sıkışmamış					1,0
2	Orta	Kireçtaşı, mermer, granit, riyolit, ignimbrit, gnays, silttaşı, kumtaşı					1,7
3	Zayıf	Marn, Piroklast					2,0
Toprak Derinliği				Drenaj			
Sınıf	Tanım	Derinlik (cm)	İndeks	Sınıf	Tanım	İndeks	
1	Derin	>75	1	1	İyi drenaj	1	
2	Orta	75-30	2	2	Zayıf drenaj	2	
3	Sığ	15-30	3	3	Çok zayıf drenaj	3	
4	Çok sığ	<15	4				
Taş/Kaya Parçacıkları				Toprak Kalitesi			
Sınıf	Tanım	Taş/Kaya örtülülüğü	İndeks	Sınıf	Tanım	İndeks	
1	Çok taşlı	>60		1	Yüksek kalite	<1,13	
2	Taşlı	20-60		2	Orta kalite	1,13 to 1,45	
3	Taşsız veya çok az	<20		3	Düşük kalite	>1,46	

Toprak kalitesi yukarıdaki veriler ışığında aşağıdaki formül kullanılarak saptanmıştır.

$$TKİ = (\text{tekstür} * \text{ana materyal} * \text{taş/kaya} * \text{derinlik} * \text{eğim} * \text{drenaj})^{1/6}$$

3.2.2.5. İklim Kalite İndeksi (İKİ)

Bitkilerin su alımını etkileyen etmenler iklim kalite indeksini açıklamaktadır. Bunlar yağış, hava sıcaklığı, kuraklık düzeyidir. Yıllık yağışın 280mm 'den az olduğu yerler bitki gelişimi için kritik alanlar olarak kabul edilmektedir (Soil Survey Staff, 2006). Bu nedenle yıllık yağış üç farklı sınıfta incelenmiştir (Çizelge 3. 6). Aşağıdaki değerler iklim kalitesini saptamakta kullanılmıştır (Kosmas ve ark, 1999).

1. Sıcaklık – aylık ortalama sıcaklık (°C)
2. Yağış - aylık ortalama (mm)
3. Don oluştuğu gün ortalaması ve 0°C altındaki sıcaklıklar
4. Potansiyel evapotranspirasyon (ET) – aylık ET (mm)

Bagnouls-Gaussen'in canlı iklim kuraklık indeksi kuraklık indeksini saptamak amacıyla kullanılmıştır (Kosmas ve ark, 1999). Toprak su alınabilirliğinin en etkili yöntemi toplam yağıştan ET değerinin çıkarılmasıdır. Ancak bunun hesaplanması için toprak nem eğrileri, bitki örtüsü gelişme karakteristikleri gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada temel Bagnouls-Gaussen kuraklık indeksi (BGI) kullanılmıştır. İklim kalite indeksi Çizelge 3.6'dan elde edilen verilerin aşağıdaki eşitlikte kullanılmasıyla saptanmıştır.

$$\text{İKİ} = (\text{yağış} * \text{kuraklık})^{1/3}$$

Çizelge 3.6. İklim Kalite İndeksi Elemanları (Kosmas ve ark, 1999).

Yağış			Kuraklık		
Sınıf	Yağış (mm/yıl)	İndeks	Sınıf	BGI aralığı	İndeks
1	>650	1	1	<50	1
2	280-650	2	2	50-75	1,1
3	<280	4	3	75-100	1,2
İklim Kalitesi			4	100-125	1,4
İKİ	Kalite	Aralık	5	125-150	1,8
1	Yüksek	<1,15	6	>150	2
2	Orta	1,15 to 1,81			
3	Düşük	>1,81			

3.2.2.6. Bitki Kalite İndeksi

Bitki kalitesi bitki örtüsü türü ve kaplama yüzdesi ile tanımlanmaktadır. Bitki örtüsü baskın bitki türü göz önüne alınarak yapılmıştır (Çizelge 3.7-3.8).

Çizelge 3.7. Bitki Örtüsü Kalitesi Değerleri (Kosmas ve ark, 1999).

Sınıf	Bitki Örtüsü	Yangın Riski		
1	Maki/her dem yeşil orman	Sınıf	Tanım	Bitki türü ve indeksi
2	Akdeniz Maki	1	Düşük	Açık alan, çok yıllık tarımsal bitkileri tek yıllık tarımsal bitkiler (mısır, ay çiçeği)-1
3	Kalıcı otlak	2	Orta	Tek yıllık tarımsal ürünler (tahıllar, mera), yaprak döken meşe (karışık), karışık Akdeniz maki/her dem yeşil orman-1.3
4	Tek yıllık mera	3	Yüksek	Akdeniz Maki-1.6
5	Yaprak döken orman	4	Çok yüksek	Çam ormanı, doğal yıllık bitkiler-2
6	Çam ormanı	Erozyondan koruma		
7	Çam ormanı hariç her dem yeşil orman	Sınıf	Tanım	Bitki türü ve indeksi
8	Her dem yeşil çok yıllık tarım bitkileri	1	Çok yüksek	Karışık Akdeniz maki/her dem yeşil orman -1
9	Yaprak döken çok yıllık tarım bitkileri	2	Yüksek	Akdeniz maki, Çam ormanı, Kalıcı otlak, Her dem yeşil çok yıllık tarım bitkileri -1.3
10	Yıllık kışlık tarım bitkileri	3	Orta	Yaprak döken ormanlar-1.6
11	Yıllık yazlık tarım bitkileri	4	Düşük	Yaprak döken çok yıllık ağaçlar (badem, kaysı vb)-1.8
12	Çıplak arazi	5	Çok düşük	Tek yıllık tarım bitkileri (tahıllar), yıllık otlaklar, bağlar-2

Çizelge 3.8. Bitki Örtüsü Kalitesi (kuraklık dayanımı) Değerleri (Kosmas ve ark, 1999).

Kuraklık Dayanımı				
Sınıf	Tanım	Bitki türü ve indeksi		
1	Çok yüksek	Karışık Akdeniz maki/her dem yeşil orman, Akdeniz maki -1		
2	Yüksek	İğne yapraklılar, zeytin-1.2		
3	Orta	Yaprak döken çok yıllık ağaçlar (bağ, badem, kaysı vb)-1.4		
4	Düşük	Kalıcı otlak -1.7		
5	Çok düşük	Tek yıllık tarım bitkileri (tahıllar), yıllık otlaklar -2		
Plant Cover	Vegetation Quality			
Sınıf	Tanım	Bitki örtüsü (%)	İndeks	Bitki Örtü Kalitesi
1	Yüksek	>40	1	1
2	Düşük	10-40	1,8	2
3	Çok düşük	<10	2	3

Yukarıdaki değerler kullanılarak aşağıdaki eşitlikten Bitki Kalitesi İndeksi saptanmaktadır

$$BKİ = (\text{yangın riski} * \text{erozyondan koruma} * \text{kuraklık dayanımı} * \text{bitki örtüsü})^{1/4}$$

3.2.2.7. Arazi Kullanım Kalite Özellikleri (AKİ)

Burada önemli olan ana arazi kullanım türüdür. Bunlar arasında tarım arazileri, doğal alanlar, meralar, koruma alanları, maden sahaları, yenilenme alanları, yerleşim alanları sayılabilir. Çizelge 3.8’de kullanım indisleri verilmiştir (Kosmas ve ark, 1999).

Çizelge 3.9. Arazi Yönetim Kalitesini Saptamada Kullanılan Etmenler (Kosmas ve ark,1999).

TARIM ARAZİSİ			
Sınıf	Tanım		İndeks
1	Düşük Arazi Kullanımı yoğunluğu (DAK)		1
2	Orta düzeyde Arazi Kullanımı (OAK)		1,5
3	Yüksek düzeyli Arazi Kullanımı (YAK)		2
MERA			
Sınıf	Tanım	Otlatma düzeyi	İndeks
1	Düşük	Şimdiki otlatma düzeyi (ŞOD) < sürdürülebilir düzey (SD)	1
2	Orta	ŞOD=SD'den 1,5*ŞOD	1,5
3	Yüksek	ŞOD>1,5*ŞOD	2
DOĞAL ALANLAR			
Sınıf	Tanım	Yönetim Özellikleri	İndeks
1	Düşük	Şimdiki (Ş) / Sürdürülebilir verim (S)= 0	1
2	Orta	Ş/S<1	1,2
3	Yüksek	Ş/S= 1 veya daha fazla	2
1	Low	Adequate	1
2	Moderate	Moderate	1,5
SİYASET			
Sınıf	Tanım	Uygulama Düzeyi	İndeks
1	Yüksek	Tam:> %75	1
2	Orta	Kısmi: %25-75	1,5
3	Düşük	Tamamlanmamış:< %25	2
YÖNETİM KALİTESİ			
Sınıf	Tanım	Aralık	
1	Yüksek	1 - 1,25	
2	Orta	1,26 - 1,50	
3	Düşük	>1,51	

Yönetim kalite indeksi arazi kullanım yoğunluğu ile siyasi uygulama düzeyinin geometrik ortalamasıdır. Bunun için aşağıdaki denklem kullanılmıştır.

$$YKİ = (\text{arazi kullanım yoğunluğu} * \text{siyasi uygulama})^{1/2}$$

Yukarıda elde edilen tüm kalite indisleri aşağıdaki eşitliğe eklenerek ÇDİ değeri hesaplanmıştır.

$$\text{ÇDİ} = (\text{TKİ} * \text{İKİ} * \text{BOİ} * \text{AKİ})^{1/4}$$

Elde edilen ÇDİ değeri ise aşağıdaki Çizelge 3. 9'daki değerlerle karşılaştırılarak arazinin çölleşmeye olan duyarlılığı ortaya konmuştur. (Kosmas ve ark, 1999). Her bir ÇDİ sınıfı kendi içinde üç alt sınıfa ayrılmıştır. Bunlar çok yüksek duyarlılıktan düşük duyarlılığa doğru sıralanmıştır. Bu yöntem Karapınar'a iklim ve bitki örtüsü yönünden büyük benzerlik gösteren Agri Havzası (İtalya) ve Alentejo

Bölgesi (Portekiz)’nde denenmiş ve kullanılabilir olduğu raporlanmıştır (Kosmas ve ark, 1999).

Çizelge 3.10. ÇDİ Türleri ve sayısal aralık değerleri (Kosmas ve ark. 1999)

Tür	Alttür	ÇDİ aralık değeri
Tehlikede	T3	>1,53
"	T2	1,42-1,53
"	T1	1,38-1,37
Kırılgan	K3	1,27-1,32
"	K2	1,23-1,26
"	K1	1,17-1,22
Potansiyel	P	1,17-1,22
Etkilenmemiş	E	<1,17

3.2.3. Toprakların sertleştirilip parlatılmış blokların Hazırlanması

Toprakların sertleştirilmiş ve parlatılmış bloklarının hazırlanması, kayalardan ince kesit yapma tekniğine benzer bir teknikle yapılmış farklı olarak topraklar önce reçine ile doyurularak sertleştirilmiştir. Sertleştirilmiş blokların hazırlanması amacıyla blok örnekleri Kubiena kutuları (15x5.5x3.5 cm) ile profilden alınmıştır. Toprak çok dağınık olduğu için üzerileri pamukla kapatılmış, etiketlenmeleri yapılarak laboratuara getirilmiştir. Aşağıdaki işlemler sırasıyla uygulanmıştır.(Kapur ve ark,1985).

1. Örneğinin Suyunu Çıkarma
2. Örneği Sertleştirme
3. Sertleşmiş Örneği İnceltme
4. Sertleşmiş Örneği Parlatma

3.2.3.1. Örneğinin Suyunu uzaklaştırma

Toprak örneklerinin suyu asetonla yer değiştirmesi işleminden sonra sertleştirilmiştir.

3.2.3.2. Örneği Sertleştirme

Bu işlemlerde taze polyester dolgu reçinesi Crytic RE 176 V kullanılmıştır. Özel hızlandırıcı ve sertleştiriciler aşağıdaki oranlarda katılarak hazırlanmıştır.

Polyester reçine	200 ml.
Aseton	200 ml.
Katalizör	2 ml.
Sertleştirici	2ml.

Bu karışım impregnasyonun ikinci gününde asetonun buharlaşması ile aseton miktarı yarıya azaltılarak kullanılmıştır. Üçüncü günde ise jel durumunu hala koruyan reçine üzerine yalnızca reçine, sertleştirici ve katalizör katılmıştır. Bu sertleştirme uzun ve titiz bir çalışma ile yapılmıştır.



Şekil.3.12. Bozulmamış Toprak Örneklerinden Suyun Uzaklaştırılması



Şekil 3.13. Toprak örneklerinin sertleştirilmesi

3.2.3.3. Sertleştirilmiş Toprak Bloklarının İncelenmesi

Sertleştirilen yüzey horizonlarına ait toprak bloklarının fotoğraf makinesi ile yüksek çözünürlüklü fotoğrafları çekilerek organik madde birikim katmanının mikro/yakın planda dağılımı saptanmıştır. Çizelge 3.10’da görülen ince kesit sırasına göre ince kesitlerin hazırlanmamasının nedeni, arazi tartışmalarında, iri fraksiyon dağılımı yaygın olan çalışma alanı topraklarının agregasyonlarının ve özellikle organik madde dağılımlarının (derinlik ve ayrışma düzeylerinin) mikro/yakın düzeyde saptanmalarının yeterli olabileceği görüşüne ulaşılmıştıdır.

(Kapur ve ark,1985).

Çizelge 3.11. İnce kesit hazırlamada işlem akış diyagramı

Profilin Hazırlanması
Örneklerin Alınması
Kubiena Kutusuyla
Su ile asetonun Yer değiştirmesi
İmregnasyon için örneğin kutulanması
İmregnasyon
Blokun elmas testereyle kesilmesi
Blokun düzlenmesi
Blokun parlatılması
Blokun temizlenmesi (hazırlık bu evreye kadar yapılmıştır)
Blokun cam lama yapıştırılması
Blokun fazla kısmının kesilmesi
Yaklaşık 1000 μm 'lik incelik kalıncaya değin Lamin üzerindeki örneğin inceltilmesi
Örneğin yaklaşık 100 μm inceliğe kadar Taburayla inceltilmesi
Yaklaşık 25 – 30 μm 'ye kadar elle inceltilmesi
Örneğin parlatılması
Örneğin temizlenmesi
Lamelin kapatılıp örneğin mikroskopta incelenmesi

3.2.4. Tarama Elektron Mikroskopisi

Topraklardan, 0.25-0.50 arasındaki büyüklükte olan bozulmamış örneklerde Philips XLS-30 Tarama Elektron Mikroskobunda (TEM-SEM) agregatların mikro morfolojileri gözlemlenmiştir. Görüntülerde özellikle organik madde ve toprak faunasının etkileri irdelenmeye çalışılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Birçok kültürün yanlış arazi kullanımı sonucu yok olduğu arkeolojik ve arkeometrik birçok çalışmaya konu olmuştur (Lowdermilk, 1953; Perry, 1986; UÇEP, 2005). Toprakların tarihsel süreçte bozulmaları özellikle kurak ve yarı kurak iklimlerde suyun kısıtlı olması sonucu bitki örtüsünün insan baskısı altında kendini yenileyememesi sonucu olmuştur. Bununla birlikte bozulan, çölleşen arazilerin iyileşme süreçleri ise yoğun çalışılan bir konu olmamıştır (Eswaran ve ark, 2005). Kurak bölge topraklarında 1960'lı yıllarda başlayan koruma çalışmaları sonrasında kalitelerini kazanan toprakların bilimsel değerlendirilmesi tarihsel süreçte bozulan ve iyileşen arazi ve toprakların yakından tanınması için önemli bir gösterge olacaktır. Arkeometrik çalışmalar arkeolojik süreçle beraber yakın tarihteki değişimleri de çalışan bir bilim dalı olduğundan karapınar'daki toprak kalitesi değişimi çalışma konusu olmuştur.

4.1. Çalışma Alanındaki Toprak Profiline Morfolojik Tanımı

Çalışma koruma sonrası badem ve akasya dikimi yapılan ve günümüzde Meke serisi (Typic Xeropsamment, Soil Survey Staff, 2006, Cambic Arenosol, WRB, 2006) olarak tanımlanan toprakların geliştiği kumullar üzerinde yapılmıştır (Şekil 4.1). Söz konusu kumullar Konya'ya bağlı Karapınar ilçesinde 1960'lı yıllardan günümüze koruma altında olan Toprak ve Su Kaynakları Karapınar Araştırma İstasyondaki yer almaktadır (Groneman, 1964; Akça, 2001). (4.2)

Karapınar 1960'lı yıllarda aşırı otlatma sonrası bitki örtüsünün gücünü kaybetmesiyle ciddi biçimde çölleşme tehlikesinde kalmıştır. Bunun sonrasında topraklar kumullarla örtülerek verimliliğini yitirmesi dışında toprak özelliğini kaybetmiştir (Groneman, 1968; Akça, 2001; Akça ve ark, 2008). Bu süreçten sonra yapılan koruma çalışmaları sonrasında kumullar durdurulmuş ve badem-akasya ekimi yapılarak bitki örtüsü gelişimi sağlanmıştır. Sonuçta kumullar toprak olarak tanımlanabilmiştir (Akça, 2001; Akça ve ark, 2008). Bu çalışmada yakın süreçteki toprak kalitesi değişimi arkeometrik ve pedolojik yöntemlerle ortaya konularak tarihteki arazi bozunmaları sonrasında toprak gelişimine ait bilgi sağlanmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.1. Meke Profili



Şekil 4.2. Karapınar Erozyon İstasyonundaki ağaçlandırılmış kumulların genel görünümü

Kumullar üzerinde badem-akasya ve tek yıllık bitki örtüsü bulunmaktadır. Şekil (4.3), Badem- Akasya altında yer alan bitki örtüsü teşhisleri yapılmış; *Festuca ovina*, *Tragopogon longirostis*, *Cirsium arvense*, *Polygonum cognatum*, *Lamium amplexicaule*, *Descurainia sophia*, *Minuartia hamata*, *Onobrychis armena*, *Noaea mucronata*, *Scleranthus annuus*, *Alyssum strigosum*, *Alhagi pseudalhagi*, *Anchusa azurea* türü bitkilerin olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.3. Örnekleme yapılan profil alanındaki bitki örtüsü

4.1.1.Profil Tanımlaması:

BADEM-AKASYA PROFİLİ:

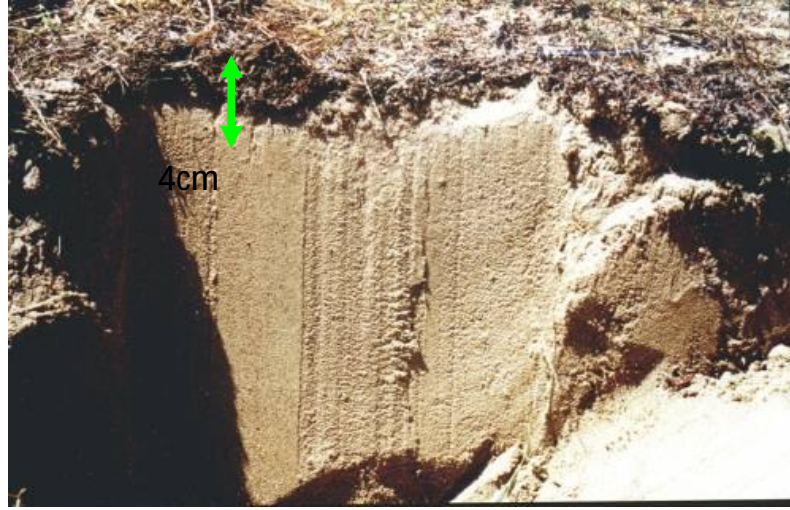
SINIFLANDIRMA	: Fine Loamy, Mesic, Typic Torripsamment
TARİH	: 26.06.2008
İKLİM	: Karasal
ÇOĞRAFI KONUM	: 365441350 D, 41664678 K
YERİ	: N Havuzu
JEOMORFOLOJİK BİRİM	: Kumul Sırtı
ARAZİ KULLANIMI	: erozyonla mücadele
BİTKİ ÖRTÜSÜ	: mera, badem, akasya
EĞİM	: 0,5-2
KAYA TİPİ	: kumul
YÜZEY TOPOĞRAFYASI	: dalgalı
DRENAJ SINIFI	: iyi
TABAN SUYU	: yok
PROFİLDE NEM DURUMU VE BELİRTİLERİ:	C horizonu hafif nemli
TUZLULUK VE ALKALİLİL:	Tuzsuz
DÜŞÜNCELER	: yüzey horizonları O-A1, yüzey altı C

Çizelge 4.1. Profil Tanımlama Bilgileri

	O _i 0-2	Orta, derecede ayrıışmış, bitki dokuları ayırt edilemeyen organik materyal geçişli dalgalı sınır.
	A ₁ 0-6	Çok Koyu Grimsi Kahverengi (2,5Y 3/2Kuru), Gri (2,5Y 5/2 Nemli); kil: zayıf, küçük, granüler strüktür; dağılgan, az yapışkan, az plastik, az kireçli; yaygın, ince, saçak ve yaygın, orta kazık kökler; belirgin dalgalı sınır.
	A ₂ 6-16	Açık gri (5Y 6/3 Kuru), Gri (2,5Y 5/2Nemli); kil zayıf, orta ve küçük, granüler strüktür; dağılgan, yapışkan, plastik, çok kireçli çok seyrek, çok ince, saçak ve yaygın orta kazık kökler; yaygın dalgalı sınır.
	C 16+	Açık Gri (5Y 7/2 Kuru), Gri (2,5Y 5/2 Nemli) kil masif; dağılgan, az yapışkan, az plastik, çok kireçli; yaygın, orta, kazık kökler.

Toprak ordoları Aridic toprak nem rejimine sahip bölgede, Mesic sıcaklık rejiminde ve Entisol ordosundan oluşmaktadır.

Meke serisi topraklarında O-A-C horizon dizilimi saptanmıştır. O-horizonu organik maddenin biriktiği horizon olup biriken organik maddenin kökeni fiberli olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Meke Serisinde Fiberli Organik Materyal Birikimi

A1 horizonu ise ayrılmış ve göreceli olarak yıkanan humin maddelerinin düşük düzeyde renk değiştirmesiyle tanımlanmıştır. A1-horizonunda özellikle kök bölgesinde çok zayıf, büyük olasılıkla organik materyalin birikimi ile popülasyonları artan mikroorganizmaların salgıladığı polisakkaritlerin (Tisdall ve Oades, 1982; Brady ve Weil, 2007) neden olduğu agregatlaşma saptanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Meke Toprak Serisinde Yer Yer Oluşan ve Organik Madde BirikimHorizonunun Altında Yer Alan Agregatlar

A1 horizonundan sonra herhangi bir pedojenik farklılık göstermeyen C-horizonu gelmektedir (Şekil 4.1). C-horizonunda 1.5 m derinliğe inen badem ve akasyaya ait odunsu kökler saptanmıştır. Horizonlar arası sınır dalgalı ve geçişlidir. Profilde orta düzeyde biyolojik (böcek yuvaları vb) aktivite saptanmıştır.

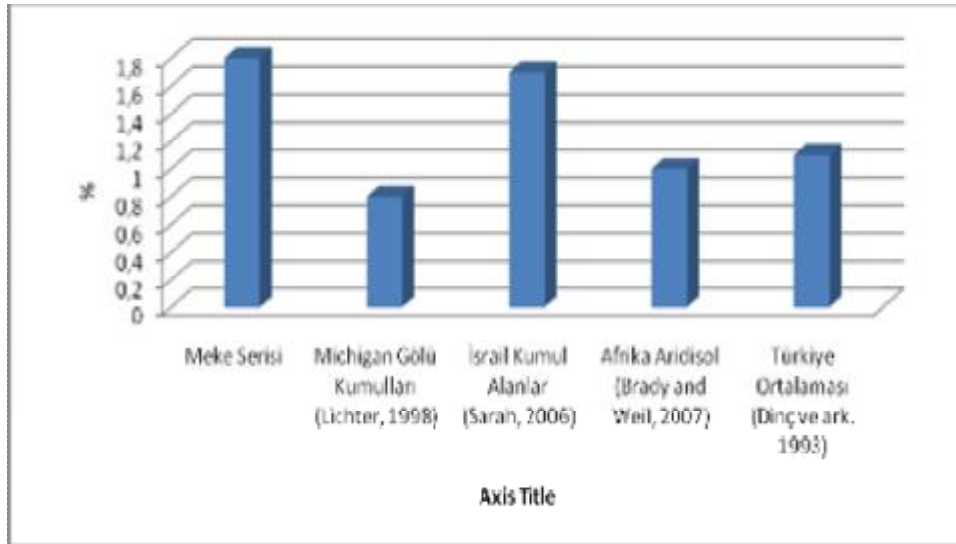
Groneman, (1968) ve Akça ve ark. (2008), Meke Serisi topraklarının erozyonla taşınmasının 1960'ların ortasında durdurulduğunu bildirmişlerdir. Bu bağlamda Meke serisindeki organik madde birikimi son 50 yıldır süregelen bir süreci ortaya koymaktadır. Buna karşın yağışların azlığı ve toprak oluşturacak materyalin çok yüksek düzeyde kireçli ve kumlu olması yalnızca 0-8 cm derinliğinde pedojenik işlemlerin gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgedeki kumul ana materyalde gelişen topraklarda benzer pedolojik gözlemler birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Raji ve ark. 2004; Brady ve Weil, 2007; Maun, 2009). Sonuçta morfolojik gözlemler son 50 yıl içerisinde badem-akasya örtüsü altındaki kumul materyalde çok düşük pedojenik gelişim olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşın organik materyal birikimi ve profildeki kök dağılımı ve yer yer Meke serisi topraklarında gözlenen agregat oluşumları biyolojik etkinliğin yüksek olduğunu vurgulamaktadır (Şekil 4.3).

Örnek profilde 0-8 cm'den sonra C-horizonu saptanmıştır ve profilin açıldığı derinliğe değin (180 cm) farklılık göstermeden tekdüze bir biçimde devam etmiştir.

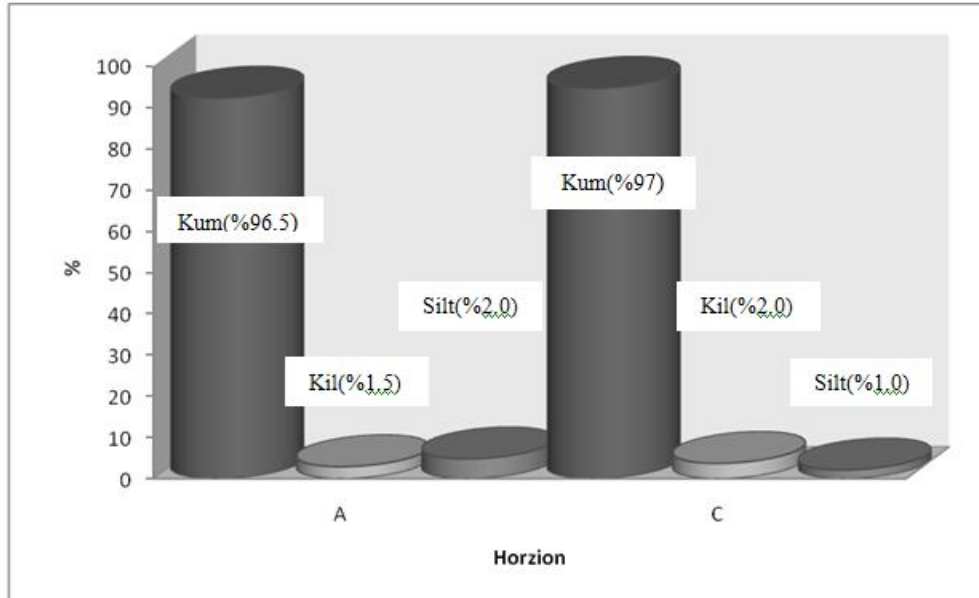
4.2. Badem-Akasya Örtüsü Altındaki Toprak Profiline Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Kum tekstürlü olan Meke serisi toprakları, yüksek pH ve kireç içerikli olup genel tarım topraklarına oranla (Duxburry, 2005; Bot ve Benites, 2005; Brady ve Weil, 2007). düşük organik maddesi ile tanımlanmaktadır (Çizelge 4.2). Bununla birlikte profil diğer kurak ve yarı-kurak bölge topraklarının özellikle kum tekstürlü (Şekil 4.7) olanlarıyla karşılaştırıldığında göreceli olarak yüksek organik madde içeriğine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır (Rowland ve Whiteman, 1993; Lichter, 1998; Bendor ve Banin, 1998). (Şekil 4.6). Ayrıca Meke profilindeki

organik madde içeriği Türkiye topraklarının ortalaması olan % 1.1'den de yüksek çıkmıştır (Atalay, 1989).



Şekil 4.6. Dünyadaki kimi topraklar ile Meke Serisinin organik madde içerikleri



Şekil 4.7. Çalışma profilinin tekstürel dağılımı

Şekil 4.6 ve 4.7, (Brady ve Weil, 2007) verileri göz önüne alındığında Meke Serisi topraklarının A horizonunda saptanan % 1.8 organik madde değerinin önemli bir kalite göstergesi olduğu ortaya çıkmaktadır. O-horizonunda ölü

örtüden kaynaklanan organik madde değeri normal olarak kabul edilecek sınırlar içerisinde (Soil Survey Staff, 2006).

Meke serisi topraklarında diğer bir yüksek değerde 0-16 cm derinlikte saptanan 25.02 ile 37.92 kg/dekar arasında değişen fosfor (P_2O_5) değeridir (Çizelge 4.2).

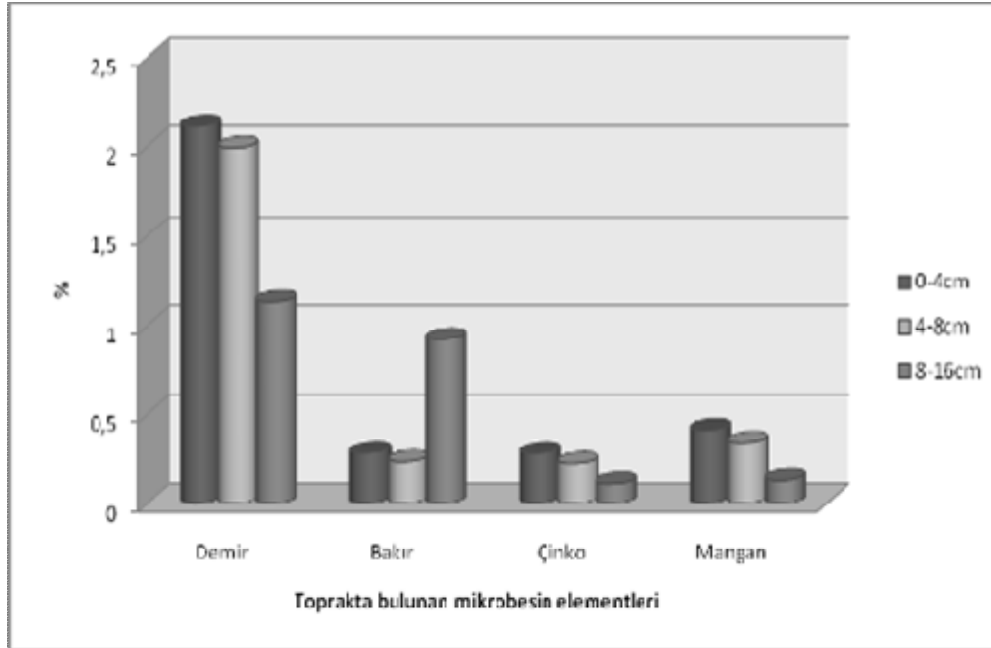
Çizelge 4.2. Çalışma Profillerindeki Kimi Toprak Özelliklerinin Analizleri

	Derinlik	pH	dS/m	CaCO ₃	Organik madde	P ₂ O ₅	K ₂ O
	cm			%	%	kg/da	%
O	0-4	8	0,48	4,46	38,60	31,97	189,5
A	4-8	8	0,69	34,19	1,80	37,92	175,3
C	8-16	7,9	0,42	63,18	0,80	2,20	116,3

Ana materyalde düşük olmasına karşın (2.2 kg/dekar), fosforun O ve A horizonlarında beklenenden çok yüksek olması (Çizelge 4.2), badem ve akasyadan kaynaklanan organik örtüsünün 50 yıldır birikmesi, ayrıca ağaçların derinlerden kök yardımıyla fosforu alıp bünyesinde kullandıktan sonra yaprakların ölü örtü olarak birikmesine ve söz konusu süreç içerisinde organik materyalin tamamen profilde ayrışmasına bağlanabilir (Kaya, 1982). Birçok çalışmada, bitki örtüsünden yüzey horizonuna katılan ölü materyalin uzun yıllarda toprağın fosfor içeriğini arttırdığı ortaya konulmuştur (Tisdall ve Oades, 1982; Wesemael ve Veer, 1992). Örneğin Withers ve ark. (2001). İngiltere’de çayırılık arazide 65 yıl içerisinde 1000kg/hektar fosfor birikiminden söz etmiştir ki bu değer yılda 15kg’lık birikime eşittir.

Profilin O ve A horizonlarındaki potasyum içeriği ise ana materyalden yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni, büyük olasılıkla, fosfora benzer biçimde potasyumun bitki artıkları tarafından arttırılması olmuştur (Brady ve Weil, 2007). Kireç ($CaCO_3$) içeriği ise O ve A horizonlarında tuz içeriğine benzer biçimde ana materyale göre düşük düzeyde çıkmıştır. Bunun nedeni yüzeyde yüksek düzeydeki organik madde içeriğinin tuz ve karbonatları çözmesinden ve bu horizonlardan yıkanmalarını sağlamasındandır.

Örnek profilde yapılan mikroelement analizleri sonrasında bakır dışında ki mikroelementlerin düşük olduğu saptanmıştır. Bunun başlıca nedeni ana materyalin demir ve çinko yönünden yoksul olan gölsel karbonatlı kum içerikli olmasına bağlanabilir (Şekil 4.8) (Kuzucoğlu ve ark, 1998).



Şekil 4.8. Örnek profilin mikro besin elementleri içeriği

Örneklerde yapılan Tarla Kapasitesi ve Solma Noktası analizleri değerleri profilin silt tekstürlü toprağın su tutma özelliğine yakın olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 4.3). Bu büyük bir olasılıkla organik maddenin etkisinden kaynaklanmaktadır. Sonuçta örnek profilde en büyük kalite belirleyicinin organik madde olduğu ortaya konulmuş bulunmaktadır. Organik madde alınabilir su, fosfor ve potasyum içeriklerini olumlu yönde etkilemiş ve kumul ana materyalin/toprağın bitki örtüsünü destekleyecek özellik kazanmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.3. Örnek profilin Tarla Kapasitesi, Solma Noktası ve Alınabilir Su İçeriği ile ortalama kil, silt ve kum tekstürlü toprakların değerleri

	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Alınabilir Su (%)
Örnek Profil	15,2	9,33	5,87
Kum tekstürlü toprak	5	3	2
Silt tekstürlü toprak	22	12	10
Kil tekstürlü toprak	28	14	14

4.3. Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Hacim Ağırlığı Değerinden Saptanması ve Modellenmesi

Materyal ve Yöntemler Bölümünün ilgili alt bölümünde toprakların hacim ağırlığı değerinden özellikle toprağın Gözeneklilik (P, %), Tarla Kapasitesi (TK, %), Solama Noktası (SN, %) ve Hidrolik İletkenlik (K_f , cm/saat) değerlerinin matematiksel modellenmesi ile ilgili kısım özet biçimde anlatılmıştır.

Bu bağlamda çalışma alanı topraklarının hem hacim ağırlığı, hem de TK ve SN değerleri saptanmış ve ilgili değerler Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Deneme Alanı topraklarının Hacim Ağırlığı, TK ve SN Değerleri

Derinlik	Parsel No	% Nem	Hacim Ağırlığı gr/cm ³	Ort.	TK 0-30	SN 0-30
0-5	BADEM	9,18	1,22	1,17	15,02	9,33
0-5	BADEM	8,50	1,13			
5-10	BADEM	7,66	1,51	1,57		
5-10	BADEM	7,35	1,64			
10-15	BADEM	7,61	1,50	1,49		
10-15	BADEM	7,30	1,48			
0-5	AKASYA	8,32	1,49	1,52		
0-5	AKASYA	8,45	1,55			
5-10	AKASYA	6,03	1,43	1,33		
5-10	AKASYA	7,54	1,22			
10-15	AKASYA	6,75	1,57	1,51		
10-15	AKASYA	6,43	1,45			

Yukarıda sunulan ilgili matematiksel modellerin (1-4), söz konusu hacim ağırlığının dikkate alınmasıyla modelde A_1 , A_2 , A_3 ve B_1 parametrelerin

denemdeki ölçülen TK ve SN ile ilgili verilerinin kullanılmasıyla, ilgili sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.4.'de ortalama hacim ağırlığı hesaplanmış ve söz konusu A_1 , A_2 , A_3 ve B_1 parametrelerin değerlendirme sonucu ilgili hacim ağırlığı değer aralıklarında aşağıdaki gibi saptanmıştır.

$$A_1=108$$

$$A_2=25,5$$

$$A_3=13,1$$

$$B_1=1,4$$

$$B_2=11$$

$$B_3=0,04$$

Sonuç olarak ilgili (1-4) matematiksel modeli ilgili parametrelerin saptanmasıyla aşağıdaki son görünümünü almıştır;

1. Gözeneklilik (P, %)

$$P=(1- r_b/2,65)*100 \quad (1*)$$

2. Toprakların Tarla Kapasitesi (TK, %)

$$TK= 108*e^{(-1.4* r_b)} \quad (2*)$$

3. Toprakların Solama Noktası (SN, %)

$$SN=25,5-11* r_b \quad (3*)$$

4. Hidrolik İletkenlik (K_f , cm/saat)

$$K_f=13,1*(P-TK-0,04)^2*TK \quad (4*)$$

Çizelge 4.4'deki ilgili sıra no'larında bulunan hacim ağırlığı değerlerinin ortalaması alınarak, **(1*-4*)** modifiye edilmiş matematiksel modellerinin kullanılmasıyla, TK, SN, Gözeneklilik ve Hidrolik iletkenlik değerleri saptanmış ve Çizelge 4.5'de sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Matematiksel Modellerle hesaplanan bazı toprak fiziksel Parametreleri

SAHA	Ölçülen			Model ile Hesaplanan			
	Hacim Ağırlığı (g*cm ⁻³)	TK %	SN %	TK%	SN %	P %	K _f ,cm/saat
Badem Akasya	1,432	15,02	9,33	14,55301	9,751667	45,97484	0,335894

Çizelge 4.5’den de görüldüğü gibi, kumlu toprakların hacim ağırlıkları 1,4 gr/cm³ değerinin üzerinde ve TK ve SN ile Hidrolik iletkenlik değerleri de literatürlerle uyumlu sınırlar arasında görülmektedir (Özkan, 1985; Breinsein ve ark, 1988). .

Bu değerlendirme onu gösteriyor ki, oldukça uzun zaman ve ağır fiziksel işçiliği olan toprakta bazı fiziksel analizlerin tespitinde (Su iletkenliği, Toprak Su Karakteristik Eğrisi ve Gözeneklilik), yukarıda sunulan ve ölçülmüş verilerin de dikkate alınmasıyla modifiye edilmiş **(1*-4*)** ilişkileri ile söz konusu model elde veri olmayan yeni topraklar için de ilk aşamada kullanılabilir.

4.4. Badem – Akasya Taç Altındaki Ölü Örtü Düzeyi

Ormanlarda ölü örtü yaprak, çürüntü ve humus tabakalarının tümünü kapsar. Bu tabakalar orman toprağının üstünde yer alırlar. Humus materyalinin mineral toprağa karıştığı kesim (Ah – horizonu, Soil Survey Staff, 2006) ölü örtüden sayılmaz (Kantarcı, 2000). Orman topraklarında ölü örtü düzeyi konumun, iklim özelliklerinin, yeryüzü şeklinin, yükseltinin, ağaç türünün, orman yaşının, kapalılık derecesinin, sıklığın ve toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Kantarcı (2000), çeşitli ağaçların ölü örtü oluşturma düzeyini Bolu koşullarındaki (1000 mm’den yüksek yıllık yağış, 1300 m yükseklik) yaptığı araştırmada vererek çeşitli ağaçların kapalılık, yaş, bakı ve kapalılık özelliklerini göz önüne alarak vermiştir (Çizelge 4.6). Bu çalışmada ise, 1000 mm yıllık yağış alan bir araştırma alanında kuzeybatı bakılı ölü örtü miktarı ölçülmüştür. Ölçümler sonrasında kumulların olduğu bölgede doğal bitki

örtüsünün yoğunluğu yüksek ölü örtü oluşumuna neden olmuştur (Şekil 4.4, 4.5). Sonuçta badem-akasya altındaki toprak yüzeyindeki ölü organik madde örtüsü, Akça ve ark (2010),nın Karapınar Erozyon sahasının diğer yerlerindeki farklı kullanımlarda saptadıkları mera arazilerinden daha düşük çıkmıştır (Çizelge 4.7). Bunun başlıca nedeni ağaçların örtülülük değerinin mera bitkileri kadar yoğun olmamasıdır (Şekil 4.6, 4.7.)

Çizelge 4.6. Yağışlı (1000mm/yıl) koşullarda çeşitli ağaç türlerinin ölü örtü üretim düzeyleri (Kantarci, 2000).

Ağaç Türü	Kapalılık	Bakı	g/m2
Gökmar-Kayın (Yaşlı)	0,7	KuzeyBatı	7353
Gökmar-Kayın (orta yaşlı)	0,8	Kuzey	4328
Gökmar+Kayın (genç)	0,7	Kuzeybatı	3027
Gökmar+Kayın+Sarıçam	0,5	Batı	3457
Kayın (yaşlı)	0,7	Güney	3661
Sarıçam	0,3	Batı	3267

Çizelge 4.7. Çalışmada saptanan Badem – Akasya ölü örtü düzeyleri ile Erozyon Kontrol Sahasında diğer bitki örtüsü altındaki ölü örtü düzeyleri (Akça ve ark,2010).

Bitki Türü	Kapalılık	Bakı	g/m2
Badem-Akasya	0,3	KuzeyBatı	202,6
Badem-Akasya	0,3	Güney	115,6
Badem-Akasya	0,3	Kuzey	175,7
Mera - Meke Serisi (Akça ve ark. 2010)	0,9	Batı	449,2
Mera - Gölsel Çökel (Akça ve ark. 2010)	0,2	Güney	154,8
Mera - Koruma dışı (Akça ve ark. 2010)	0,1	Batı	92,3

Çizelge 4.6 ve 4.7 karşılaştırıldığında ise Karapınar'daki mera ve ağaç bölgesinin yağış nedeniyle kapalılık miktarı yüksek olsa da hala çok düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Bu da koruma çalışmalarının her hangi bir bozulma olmadan devam etmesini gerektiğini vurgulamaktadır.

4.4.1. Çevre Duyarlılık İndeksi (ÇDİ)

Uzun yıllar içerisindeki arazi kullanım etkinlikleri arazilerin kalitelerini olumsuz yönde etkilemektedir (Kosmas ve ark, 1999). Arkeolojik devirlerden başlayan arazi bozunumlarının sayısal olarak değerlendirilmesi sonrasında belirli bir süreçteki bozunum benzer arazi kullanımı ve iklim ile coğrafi özelliklere sahip diğer bölgelerdeki bozunumları ortaya koyması açısından önem taşımaktadır (Kapur ve Akça, 2002; Bal ve ark, 2003). Bu bağlamda Avrupa Birliği ve Avrupa Toprak Bürosu tarafından kullanılan Çevre Duyarlılık İndeksi çalışma alanına uygulanarak geçiş ve şimdiki kullanım sürecinin kalite etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

4.4.2. Toprak Kalitesi İndeksi (TKİ)

Badem-Akasya taç altında her ne kadar yüzey horizonunda organik madde birikimi olsa da örnek profili kum tekstürlüdür. (Şekil 4.7). Bununla birlikte Erozyon Koruma alanında geniş yayılım gösteren Komoba ve Günağılı serileri de kum bünyelidir. Bu özellik saha topraklarının rüzgâra dayanımının çok az olmasına yol açmaktadır. Ayrıca bitki besin elementlerinin düşük olması diğer bir olumsuzluğu getirmektedir. Yağışlarla gelen suyun da hızla drene olması profilin su tutma kapasitesini azalmaktadır. Kosmas ve ark (1999), toprakların kalite indislerini aşağıdaki biçimde vermişlerdir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.8. Meke Serisi Toprakların Toprak Kalite İndeks değerleri

Tekstür	Ana Materyal	Derinlik	Eğim	Drenaj	Kalite İndeksi	Sınıflandırma
 1	 3	 1	 1,2	 1	 1,24	Orta

4.4.3 İklim Kalite İndeksi (İKİ)

Karapınar Türkiye’de en düşük yağış alan bölgeler içerisinde yer almaktadır ve İKİ değeri 2.12 olarak hesaplanmıştır.

4.4.4 Bitki Örtüsü İndeksi (BKİ)

Karapınar'daki yangın riski meradaki tek yıllık bitkilerin yoğun olması ve ağaçlandırma alanlarındaki kurumalar nedeniyle oldukça yüksektir (Şekil 4. 8). Yangın riskinin yükse olmasına karşın ağaçlıklı alanda yoğun bitki örtüsü yüksek düzeyde erozyondan koruma sağlamaktadır (Şekil 4.9). Çizelge 4.7'de Bitki Örtüsü İndeksi Erozyon Koruma Sahasında diğer alanları da alacak biçimde verilmiştir.

Çizelge 4.9. Karapınar Erozyon Koruma İstasyonu Bitki Örtüsü

Bitki Örtüsü Türü	Yangın Riski	Erozyon Koruması	Kuraklık Dayanımı	Bitki Örtüsü	Bitki Örtüsü Kalitesi
Tanmazleli	1	2	2	1,8	1,64-Düşük
Doğal mera & Çaylar	2	1	1,2	1	1,24-Orta
Kırmızı Çalın Profili	2	1	1	1	1,24-Düşük
Vallaıkduşunlar	1	2	2	1,8	1,64-Düşük



Şekil 4.9. Karapınar'da yaz sonu kuru ve yoğun bitki örtüsü

4.4.5. Arazi Yönetim Kalite İndisi (AKİ)/İnsanlar Tarafından Yaratılan Baskı

Doğal kaynakların yaşam süreleri insanların onları tüketme hızı ve tüketim baskısına bağlıdır (Eswaran ve ark, 1998; Reich, 2000; Cangir ve ark, 2000). Karapınar arazilerinin 1960 öncesi yoğun ve yanlış kullanımın yarattığı etki

birçok çalışmaya konu olmuştur (Akça, 2001; Akça ve ark, 2008; Akça ve ark, 2010). Bu baskı halen devam etmektedir. Buna karşın Erozyon Koruma İstasyonundaki başarılı koruma ve sürdürme yönetimi bugün için mükemmel bir denge yaratmıştır. Ancak arazinin doğası gereği kırılganlıklarının devam ettiği de bir gerçektir. Arazi Yönetim Kalitesini ortaya koyan indisler aşağıdaki Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Karapınar Erozyon Koruma İstasyonu Arazi Yönetim Kalite İndeksi

	Yönetim Kalitesi	
Tarım arazileri	1,5	Orta
Doğal mera & Çayırılar	1	Yüksek
Kumullar -Çalışma Profili	1,41	Orta
Volkanik oluşumlar	1,73	Düşük

4.4.6. Kalitelerin Birleşimi

ÇDİ hesaplamasındaki son aşama tüm kalite indekslerinin hesaplanarak arazinin duyarlılık sınıfını belirlemektir. Yukarıdaki Çizelgeler (4.6, 4.7 ve 4.8) kullanılarak çalışma profilinin ve diğer alanların ÇDİ değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.11. Karapınar Erozyon Kontrol İstasyonundaki ÇDİ değerleri

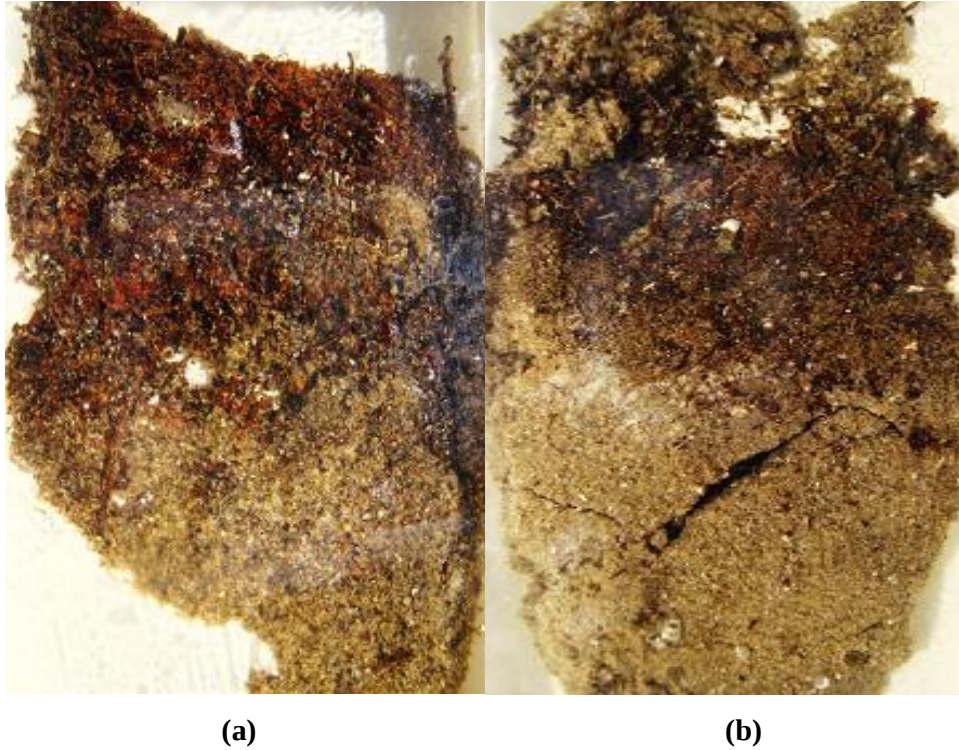
	TKİ	İKİ	BKİ	AKİ	ÇDİ	SINIF
Tarım arazileri	1,35	2,12	1,64	1,5	1,75	TEHDİT T3
Doğal mera & Çayırılar	1,24	2,12	1,24	1	1,34	TEHDİT T1
Kumullar -Çalışma Profili	1,51	2,12	1,24	1,41	1,38	TEHDİT T1
Volkanik oluşumlar	1,46	2,12	1,64	1,73	1,52	TEHDİT T2
Açık Kumul alan	1,6	2,12	1	2	2	TEHDİT T3

Çalışma profili her ne kadar bitki örtüsü tarafından örtülü olsa da şimdiki koruma sisteminin bozulması sonrasında çok hızlı biçimde bozunacağı açık bir gerçektir. Buna karşın ÇDİ düzeyi tarım alanlarında en yüksek olmuş bunu

sırasıyla Volkanik araziler ile kumul alanlar ve doğal örtü alanı izlemiştir. (Çizelge 4.9). 50 yıllık korumaya karşın ve toprak kalitesindeki iyileştirici öğeler karşın tehdidin devam etmesi ana materyal ve iklimin çok kritik değerlerde olmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.6, 4.7).

4.5. Parlatılmış Bloklardaki Görüntü Özellikleri

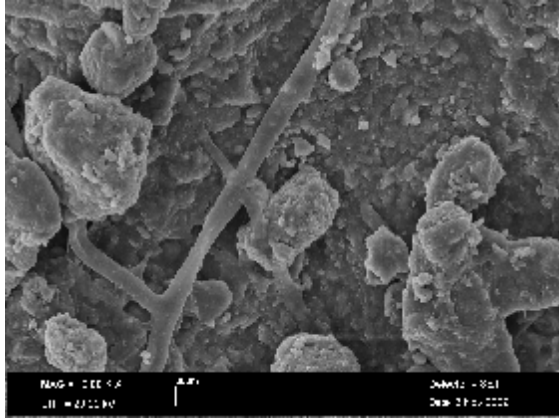
Akasya ve Badem kök bölgelerinden (yüzey horizonlarından) alınan bozulmamış örneklerde ilk 5-10 cm derinlikte farklı ayrışma süreçlerinde olan organik medde birikimleri saptanmıştır. Organik medde birikimi, yer yer daha koyu renklerde, ileri ayrışma düzeylerinin varlığını kanıtlamaktadır. Organik maddenin ayrışma düzeyi aynı zamanda şekil 4.10'da görülen iri agregatların (makro yapı birimlerinin) dağılanlığını düşürmüş ve yüzey horizonu yapı oluşumunu sağlamıştır.



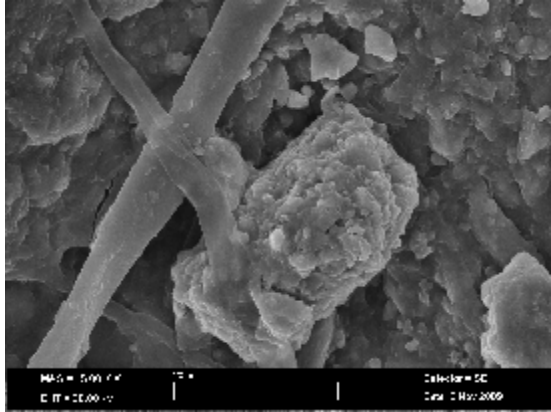
Şekil 4.10. Akasya (a) - Badem (b) yüzey horizonlarının parlatılmış blok kesitleri

4.6. Badem-Akasya Örtüsü Altındaki Toprak Profiline Mikromorfolojik (TEM) Özellikleri

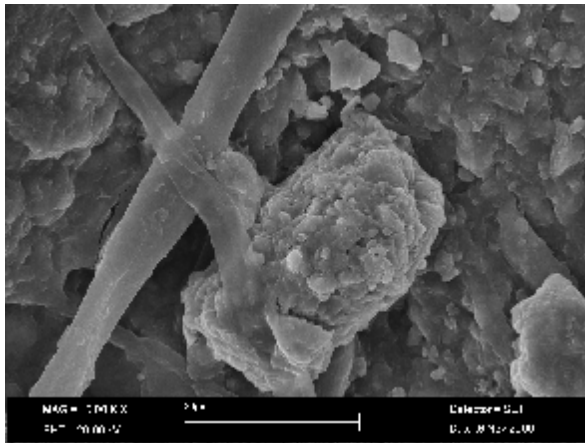
Akasya altı yüzey örtüsünün, altında yer alan toprağın yüzeyinden (O horizonu) alınan örnekte yapılan Tarama Elektron Mikroskop (TEM) çalışmasından elde edilen görüntülerde, öncelikle, başlangıç evresinde olan toprak yapısı oluşumu gözlenmiştir Şekil 4.11-4.20' de saptanan ve kumlu topraklarda yaygın olarak gelişebilen (Polat, 2010). mikorizaların aktivitesi sonucunda oluşan hiflerin salgıları ile farklı boyutlarda kum ve silt parçacıklarının oluşturduğu öncü agregatlar gözlenmiştir. Öncü agregatlar, farklı boyutlardaki, büyük olasılıkla toprak mikro faunasının salgılarıyla birbirlerine yapıştırılmış olan, kum ve silt parçacıklarından oluşmaktadırlar. Şekil 4.10 TEM görüntülerinde, öncü agregatların, çevrelerindeki bağımsız ve kısmen ayrılmış kök parçacıkları çevresinde oluşan mikoriza hiflerinin, yüzeylerine salgılamış oldukları organik bileşiklerle oluşabilecekleri gözlemi sergilemektedirler. Şekil 4.17 de ise ayrılmış ve mikoriza sporlarını ayrışma çukurları içinde koruyan bir kök parçacığının öncü agregatlar içindeki konumunu vurgulamaktadır. Şekil 4.18 ve 4.19'da öncü agregatların diğer bir organik bileşikler (büyük olasılıkla profilin morfolojik tanımlanmasında saptanan yaygın böcek türleri tarafından oluşturulan böcek yuvaları; 1-2 cm. boyutundaki koza benzeri agregatlar) tarafından bütünleştirilme işlevini göstermektedir. Şekil 4.19' da organik bileşik ile öncü agregatların bütünleşme sınırları belirgin olarak gözlenebilmektedir. Bu bağlamda, benzer biçimde badem altı yüzey örtüsünün, altında yer alan toprağın yüzeyinden (O horizonundan) alınan örnekte Şekil 4.20, 4.21, 4.22 ve 4.23'te ayrılmış kök parçacık kalıntısının öncü agregatlara tutunması ve mikoriza sporlarının korunması işlevi açık bir biçimde yorumlanabilmektedir. Şekil 4.24 ve 25'de ise bademde oluşan öncü agregatların akasya O horizonunda oluşanlardan içerik yönünden farklı oldukları görülebilir. Badem agregatları yalnızca kum ve silt boyutu agregatlardan değil, daha yaygın olarak kum ve küçük boyutlu kök parçacıklarından oluşmaktadırlar. Şekil 4.26, 4.27 ve 4.28 ve 4.29' daki küresel görünümelerde badem altı yüzey horizonunda faunal aktivitenin daha yaygın olduğunu kanıtlamaktadır



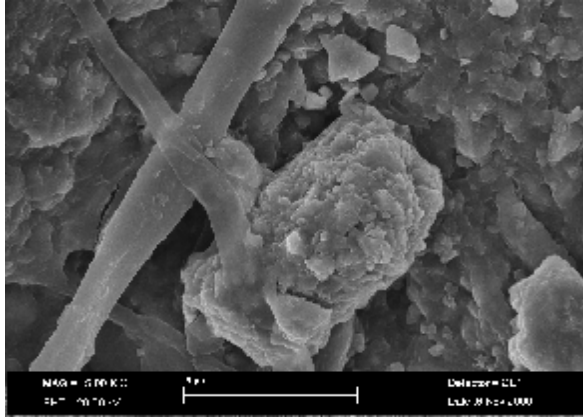
Şekil 4.11. Akasya Yüzey Alt Örtüsü Altında Kum ve Silt Parçacıklarının Oluşturduğu Öncü Agregatların (TEM) Görüntüsü



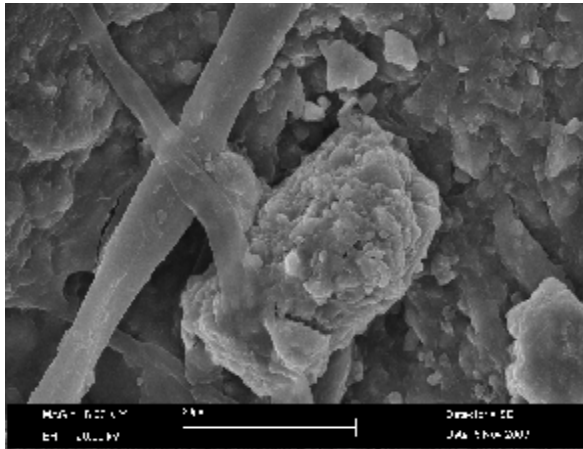
Şekil 4.12. Akasya yüzey alt örtüsü altında kum ve silt parçacıklarının Oluşturduğu öncü agregatların (TEM) görüntüsü



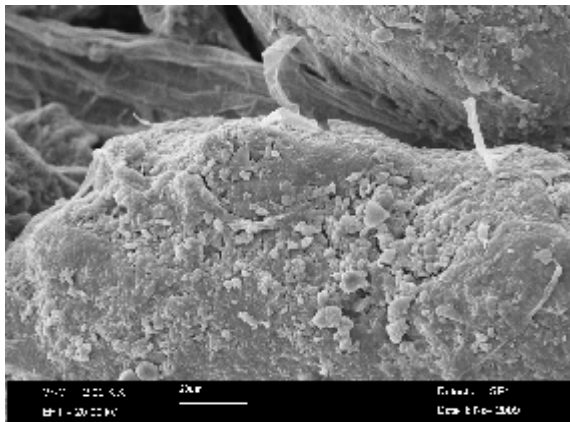
Şekil 4.13. Akasya yüzey alt örtüsü altında kum ve silt parçacıklarının Oluşturduğu öncü agregatların (TEM) görüntüsü



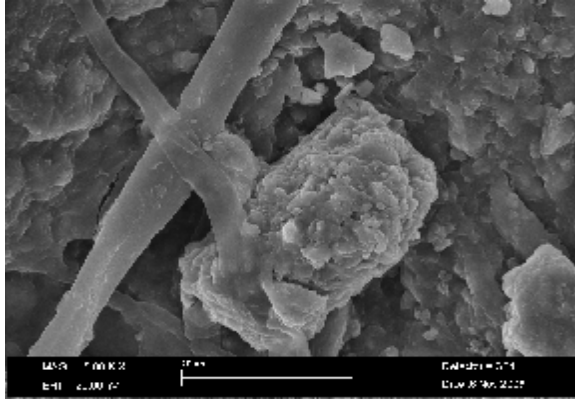
Şekil 4.14. Akasya yüzey alt örtüsü altında kum ve silt parçacıklarının Oluşturduğu öncü agregatların (TEM) görüntüsü



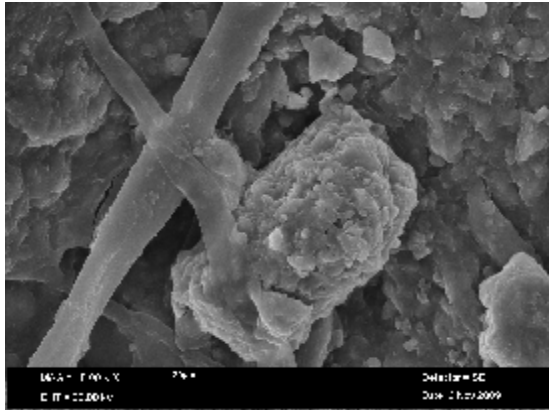
Şekil 4.15. Akasya yüzey alt örtüsü altında kum ve silt parçacıklarının Oluşturduğu öncü agregatların (TEM) görüntüsü



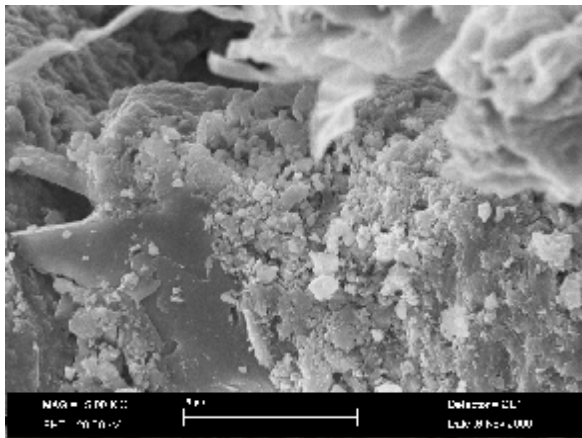
Şekil 4.16. Akasya yüzey alt örtüsü altında kum ve silt parçacıklarının Oluşturduğu öncü agregatların (TEM) görüntüsü



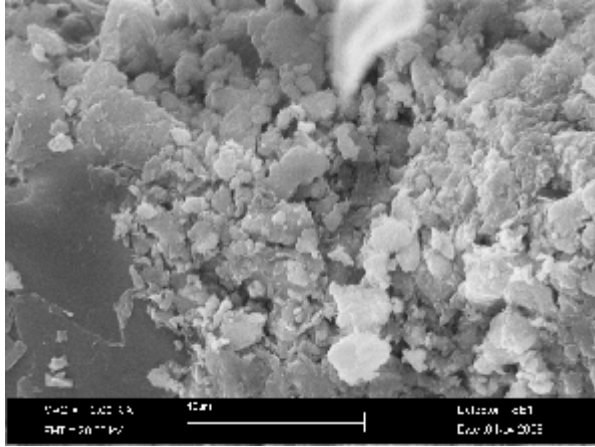
Şekil 4.17. Akasya yüzey alt örtüsü altında kum ve silt parçacıklarının Oluşturduğu öncü agregatların (TEM) görüntüsü



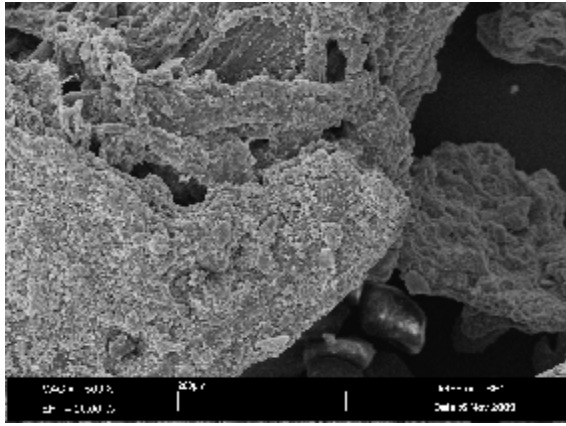
Şekil 4.18. Akasya yüzey alt örtüsü altında öncü agregatların diğer bir organik bileşik tarafından bütünleştirilme işlevi (TEM) görüntüsü



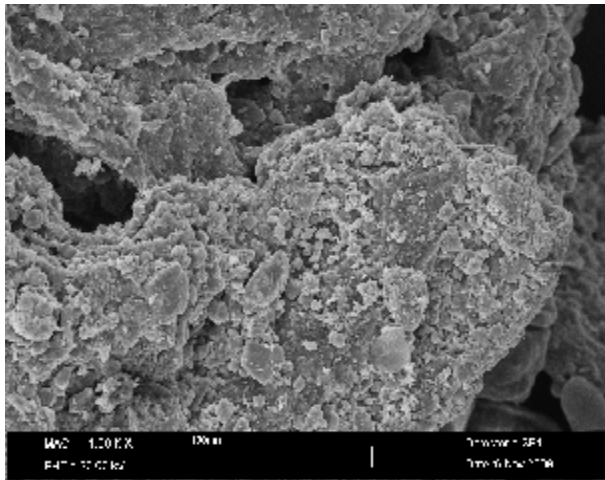
Şekil 4.19. Akasya yüzey alt örtüsü altında öncü agregatların diğer bir organik bileşik tarafından bütünleştirilme işlevi (TEM) görüntüsü



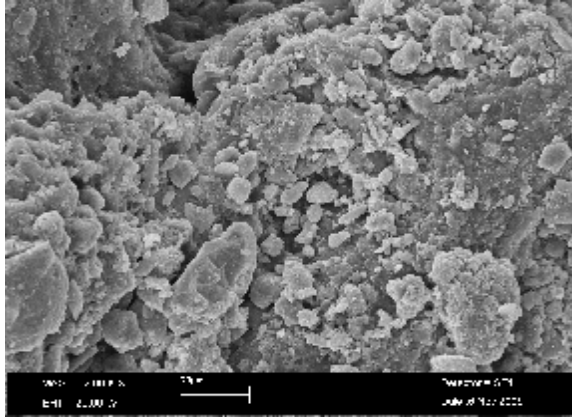
Şekil 4.20. Akasya yüzey alt örtüsü altında öncü agregatların diğer bir organik bileşik tarafından bütünleştirilme işlevi (TEM) görüntüsü



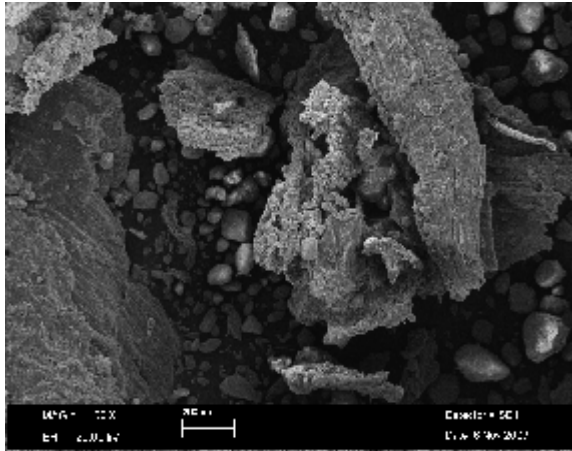
Şekil 4.21. Kök Parçacık Kalıntısının Öncü Agregatlara Tutunması ve Mikoriza Sporlarının Korunması



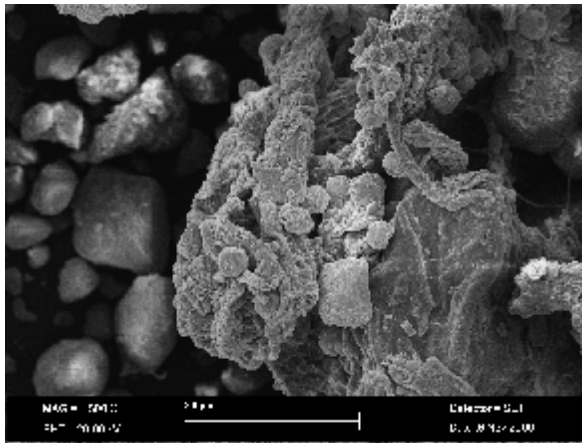
Şekil 4.22 Kök Parçacık Kalıntısının Öncü Agregatlara Tutunması ve Mikoriza Sporlarının Korunması



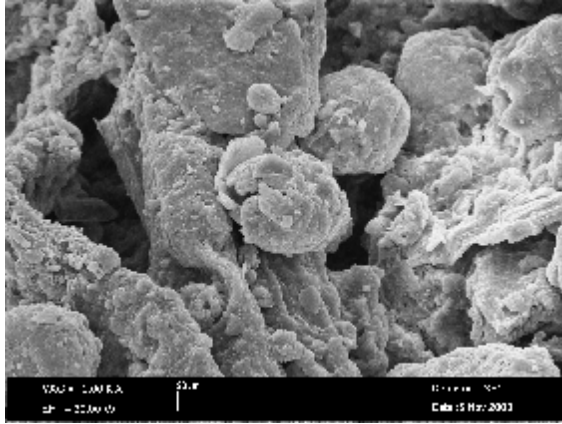
Şekil 4.23 Kök Parçacık Kalıntısının Öncü Agregatlara Tutunması ve Mikoriza Sporlarının Korunması



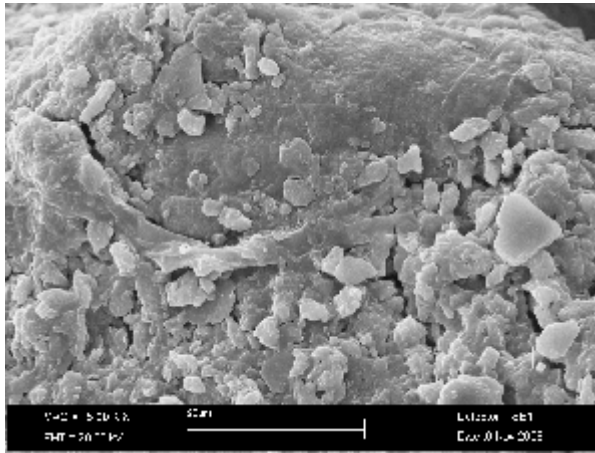
Şekil 4.24. Kök Parçacık Kalıntısının Öncü Agregatlara Tutunması ve Mikoriza Sporlarının Korunması



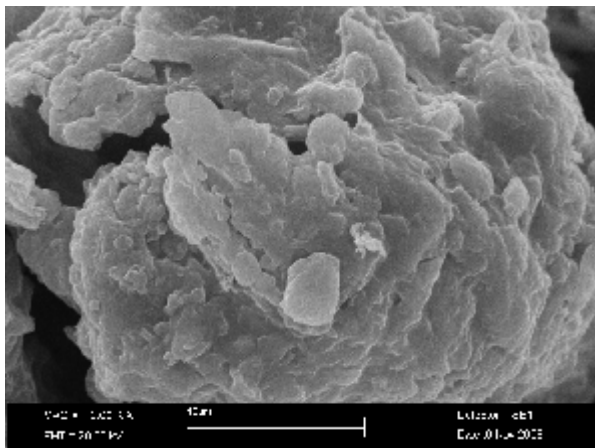
Şekil 4.25. Bademde Oluşan Öncü Agregatlar



Şekil 4.26. Bademde Oluşan Öncü Agregatlar



Şekil 4.27. Badem Altı Yüzey Horizonunda Faunal Aktivite



Şekil 4.28. Badem Altı Yüzey Horizonunda Faunal Aktivite



şekil 4.29. Badem Altı Yüzey Horizonunda Faunal Aktivite

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Arkeometrik çalışmalar yalnızca arkeolojik kazı alanları buluntularını değil aynı zamanda insanoğlunun yeryüzünü şekillendirme başladığı (Anthroscape- insan peyzajı) andan başlayarak arkeo-çevredeki değişimleri de kapsamaktadır. Bu çalışmalar geçmişte kültürlerin yok olmasına neden olan çevresel bozunumları ortaya koyduğu kadar binlerce yıldır sürdürülen başarılı çalışmaları da ortaya koymaktadır. Örneğin Akdeniz Havzasındaki ve Van Gölü çevresindeki insan yapımı sekilerin doğayı olumlu yönde etkilediği (Akça ve ark. 2008) arkeometrik çalışmalarla saptanmıştır.

19. yy. sonu 20. yy başından sonraki artan nüfus baskısı sonrasındaki yoğun arazi kullanımı, ormansızlaştırma ve otlatma topraklarda organik maddenin hızlı biçimde yok olmasına yol açmıştır. Kurak ve yarı kurak iklime sahip ülkelerde bunun sonucunda atmosfere bırakılan CO₂ düzeyi artırarak iklim üzerinde de olumsuz gelişmeler yaşanmıştır. Organik maddenin birikim ve bunun toprakta ki organik madde miktarına olan etkisini zamansal olarak ölçümü önemli bir arkeo-çevre çalışması olarak nitelendirilebilir. Bu çalışmalar geçmiş ve gelecekteki arazi kullanımlarının iklim değişikliğine olan etkisini yorulmak için önemli, kaynaklar oluşturmaktadır. Bu nedenle Yeni bin yıldaki en büyük zorlukların başında toprakların C-bağlama gücünü arttırma çalışmaları gelmektedir. Toprakların karbon bağlamaları başlıca üç etmene bağlıdır. Bunlar bitki örtüsü, iklim ve toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleridir. Çalışmada Meke serisi olarak tanımlanan kumullar üzerinde 1960'lı yılların sonunda ekilen ve günümüze değin ulaşan badem-akasya ağaçlarının altındaki toprakların kalite değişimi, Çölleşme Duyarlılık İndeksi ve organik ölü örtü değerleri saptanmıştır.

Karapınar'da ki badem-akasya ortak ekiminin başarısı gelecek yıllarda erozyon önleme çalışmalarında kaynak bir veri oluşturmuştur. Çalışma sonrasında 50 yıllık süreçte toprak olarak tanımlanmayan kumulların toprak olarak kabul edilmesi, organik materyalin %0'dan %1,8'e çıkması ve ölü örtünün metrekarede 200g'a çıkması Karapınar Erozyon Koruma sahasındaki koruma yaklaşımlarının başarılı olduğunu ortaya koyması açısından önem taşımaktadır. Başka bir deyişle, çalışma alanındaki toprak organik maddesi ve ölü örtüden kaynaklanan organik

madde, badem-akasyanın organik madde üretim gücünü ortaya koymuştur. Bununla birlikte ölü örtü, toprak organik maddesi değerleri Avrupa Birliği Toprak Bürosunun ideal olarak kabul ettiği %3 organik karbon değerinden oldukça uzaktır. Sonuçta 40 yıldır büyük duyarlılıkla yürütülen projeye karşın toprakların iklim koşulları nedeniyle organik madde içeriğindeki artış çok düşük oranlarda gerçekleşmektedir. Bu bağlamda yanlış arazi kullanımının yalnızca yeryüzünde değil atmosferde de olumsuz gelişmelere yol açacağı akıldan çıkarılmamalıdır. Yanlış arazi kullanımı sonrasında ortaya çıkan çölleşme ile etkin savaşta diğer önemli bir konu da elde edilen deneyimlerin diğer alanlara aktarılırken hedefin, çalışılacak alanlardaki iklim, toprak, doğal bitki örtüsü gibi doğal bileşenlerin göz önüne alınarak yönetim planlarının uygun biçime getirilmesidir.

Çalışmanın özel ve somut bulgularına ve yorumlandırılmalarına gelince;

- A. Tez çalışmamda, Badem akasya arazi kalite indekslerini ve duyarlılığı koruma sahasındaki tüm arazi kullanım alanları ÇDİ değerleri ile karşılaştırıldığında, tüm koruma sahasının bitki örtüsü tarafından örtülü olsa da şimdiki koruma sisteminin bozulması sonrasında çok hızlı biçimde bozunacağı açık bir gerçektir. Yapılan değerlendirmede ÇDİ düzeyi tarım alanlarında en yüksek olarak saptanmış, bunu sırasıyla Volkanik araziler ile kumul alanlar ve doğal örtü alanı izlemiştir, Buna Karşın Bozunuma En dayanıklı arazi birimlerinin ormanlık alanlar oldukları saptanmıştır.
- B. Badem ve Akasya ağaçlarıyla birlikte ortak taç izdüşümü kök bölgesinde bitki dokusunu oluşturan *Festuca ovina*, *Tragopogon longirostis*, *Cirsium arvense*, *Polygonum cognatum*, *Lamium amplexicaule*, *Descurainia sophia*, *Minuartia hamata*, *Onobrychis armena*, *Noaea mucronata*, *Scleranthus annuus*, *Alyssum strigosum*, *Alhagi pseudalhagi* ve *Anchusa azure* mera bitkilerinin katkısı, kumlu tekstürlü Meke toprak serisinin, yüzey horizonlarında, toprak yapı ve özellikle mikroyapısını simgeleyen öncü agregatların (öncü makroyapı birimleri-sertleştirilmiş, bozulmamış toprak bloklarında-/öncü mikroyapı birimleri-TEM çalışmasında kullanılan bozulmamış toprak parçacığında-) oluşumunu sağlamışlardır.

- C. Çalışılan kök bölgesinde, TEM' le saptanan olası organik salgılarla oluşturulan agregatların oluşumundan, büyük olasılıkla morfolojik tanımlamada saptanan yaygın biyolojik aktivite (türü saptanmamış böcek aktivitesi) sorumludur.
- D. Kök parçacık kalıntısının öncü agregatların tutulması ve olası mikoriza sporlarının korunması işlevini yaptığı saptanmıştır. Bu bileşik/ortak, koruma/korunma olayı, toprak ekosisteminin, toprağın oluşumuna katkı düzeyinin göstergesidir.
- E. Toprak örneklenmesinin yapıldığı, Badem-Akasyanın birlikte dikildiği alanlarda, taç bölgesi bitki kompozisyonunun, organik madde birikiminin ve biyolojik aktivitenin daha yüksek düzeyde oldukları saptanmıştır. Başka bir deyişle söz konusu birlikteliğin badem ağaçlarının kumlu topraklardaki büyüme hızını arttırdığı vurgulanmıştır.
- F. Badem köklerinin 4m gibi bir derinliğe değin köklerini salması, ayrıca kumlu toprakların, büyük olasılıkla, toprak oluşum mekanizmalarını, toprak suyunun hareketini ve toprağın havalanmasını arttıracakı söylenebilir.
- G. Bazı temel toprak fiziksel parametrelerin tespitinde yukarıda sunulan matematiksel model, söz konusu çalışma alanı toprakları ile uyumlu sonuçlar ortaya koymuştur.
- H. Uzun zaman ve ağır fiziksel işçiliği olan toprakta bazı fiziksel analizlerin tespitinde (örneğin, su iletkenliği, Toprak Su Karakteristik Eğrisi ve Gözeneklilik vb), yukarıda sunulan modifiye edilmiş (1*-4*) matematiksel modeli ile elde veri olmayan yeni topraklar için ilk aşamada kullanılabilir durum arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- ABALI, İ., TAYSUN, A., DOĞAN, O., ÖNMEZ, O., ÇANGA, M., 1986 . Orta Anadolu Bölgesinde Rüzgar Erozyonu Oluşumu ve Alınacak Önlemler Rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Genel Yayın no: 54, Rehber no: 9 Ankara.
- AKÇA, E., İSFENDİYAROĞLU, S., ÖZESMİ, U., UZBİLEK, M., BÜYÜK, G., PALTA, Ç., OKUR, O., OKUR, M., YILMAZ, S., PEKEL, M., KAPUR, S., 2008. Arazi yönetiminin toprak bitki örtüsü gelişimi, alınabilir fosfor ve organik karbon tutumuna etkisi: Karapınar (Konya) ve Akyatan lagünü (Adana) Örnekleri. IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu “İklim Değişimi ve Etkileri” 25-28 Mart 2008. İTÜ, İstanbul 461-471.
- AKÇA., E., 2001. Determination of the Soil Development in Karapınar Erosion Control Station Following Rehabilitation. Ph.D. Thesis. University of Çukurova, Institute of Natural and Applied Sciences. Adana, Turkey. 195 P.
- ANONYMOUS, 1993. Soil Survey Division Staff..Soil survey manual. Agric. Handbook. 18. Washington, DC: USDA. pp. 437
- ANONYMOUS, 1999. Soil Survey Staff, Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys, 2nd edition. Agriculture
- ANONYMOUS, 2009. Yalancı Akasyanın Genel Özellikleri. akasyanın genel özellikleri
- ANŞİN, R., OKATAN, A., 1994. Doğu Karadeniz Bölgesinin Önemli Yan Ürün Veren Odunsu ve Otsu bitkileri. Proje no: TOAG-903, Trabzon
- ARUNACHALAM A, ARUNACHALAM K 2002. Evaluation of bamboos in eco-restoration of 'jhum' fallows in Arunachal Pradesh: ground vegetation, soil and microbial biomass. Forest Ecology and Management 159, 231-239.
- ASAN, Ü., 1999. Climate Change, Carbon Sinks and the Forests of Turkey Proceedings of the International Conference on Tropical Forests and Climate Change: Status, Issues and Challenges (TFCC '98). pp. 157-170, Philippines.

- ASAN, Ü., 2006. Türkiye Sera Gazları Envanteri Birinci (İlk) Ulusal Bildirime Esas Olmak Üzere Tarım Ve Ormancılık Grubunun LULUCF Çerçevesinde Yaptığı Çalışmalar, İzlediği Yöntemler ve Ulaşılan Sonuçlar İle, İleriye Dönük Politikalar Konusunda Değerlendirme Raporu (<http://www.ogm.gov.tr/iklim/dokuman.htm>)
- ATAY, İ., 1985. Akasyanın (*Robinia pseudoacacia* L.) Önemi ve Silvikültürel Özellikleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B.S. 1, İstanbul.
- AVCIOGLU, R., EREKUL, O., 1996. Erozyon ve Çayır-Mera Vejetasyonları. Tarım Öğretiminin 150. Yılında Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum. S: 43-50.
- BERRY, P.L., RAID, D., 1987. An Introduction to Soil Mechanics. McGraw Hill, England, 317.
- BLAKE, G.R., AND K.H. HARTGE. 1986. Bulk density. p. 363-375. *In* A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. (2nd ed.). Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI
- BLAKE, G.R., HARTGE, K.H., Bulk Density *In*: Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, Ed: A. Klute, Agr. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison WI., (1986), Pp: 363-375.
- BREINSTEIN, G.A., ZASLAVSKIY, B.G., SARIYEV, A.L., TERLEEV, V.V., 1988. Toprak neminin dinamik hesaplanması için model ve veri teminatı. *Sbornik nauchnix trudov SXI*, Omsk, pp. 101-107 (Rus dilinde).
- BORİNG L.R., SWANK., W.T., 1984. The role of black locust (*Robinia pseudoacacia*) in forest succession. *J. Ecol.* 72: 749-766.
- BOT, A., AND BENİTES, J., 2005. The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food and production. *In*: *FAO Soils Bulletin* (FAO), no. 80 / FAO, Rome (Italy). Land and Water Development Div. 78 p.
- BROOKES, P., 2001. The Soil Microbial Biomass: Concept, Measurement and Applications in Soil Ecosystem Research. *Microbes and Environments* 16, 131-140.

- BUJTAS, Z., 1998. Black Locust Forest as Bee-Forage, Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Growing in Hungary. Forest Research Institute, No: 11 Budapest.
- BUOL, STANLEY W. F.D. HOLE AND R.W. MCCracken, 1997. Soil Genesis and Classification, 4th ed. Iowa State Univ. Press, Ames. ISBN 0-8138-2873-2.
- CHAN, K.Y., 2001. Soil particulate organic carbon under different land use and management. Soil Use and Management Vol. 17, No:4:217-221.
- CİRELİ, H.İ., 1998. Isparta ve Çevresinde Yapılan Erozyon Kontrolü ve Ağaçlandırma Çalışmalarının Tarihi Seyri, 1957 ve Devamı Yıllar, Problemler ve Çözüm Yolları. Isparta'nın Dünü Bugünü ve Yarını Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Cilt II, s. 219-228, Isparta.
- CLAPP, C.E., HAYES, M.H.B., SENESI, N., GRIFFITH, S.M., 1996. Humic Substances and Organic Matter in Soil and Water Environments. International Humic Substances Society, St. Paul, MN.
- CLEVELAND CC, TOWNSEND AR, CONSTANCE BC, LEY RE, STEVEN KS 2004. Soil Microbial Dynamics in Costa Rica: Seasonal and Biogeochemical Constraints. Biotropica 36, 184-195.
- ÇATAL, Y., GÜRLEVİK, N., KARATEPE, Y., CARUS, S., 2005. Isparta-Gölcük Yöresi Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Meşcereleri İçin Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tablosu. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2005, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 78-90
- ÇEVİK, B., 1998. Türkiye'de Rüzgâr Erozyonu ve Çölleşme Sorunu. TEMA Vakfı Yayınları, İstanbul, ISBN 9757169072.
- DANIELSON, RE. AND SUTHERLAND, P.L. 1986. Porosity. A ed. of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Agronomy 9. American Society of Agronomy (ASA) and Soil Science Society of America (SSSA), Wisconsin. Pp.443-461. Haktanır, K. ve Arcak, S. 1997. Toprak
- DANIELSON, R.E., SUTHERLAND, P.L., Porosity In: Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, Ed: A. Klute, Agr. Monogr. ASA and SSSA, Madison WI. (1986) Pp: 635-662.

- DEMİREL, Ö., 2005. Doğa Koruma ve Milli Parklar. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Genel Yayın No:219, Fakülte Yayın No:37, 424s. Trabzon.
- DİNÇ, U, ve ark.,1995. Gaziantep Araban Ovası Sulama Proje Sahası Detaylı Temel Toprak Etüdleri. Ankara, 210 s.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., 1997. Toprak Etüd ve Haritalama Ders Kitabı No: 50, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 161, Adana.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., KAPUR, S., ATALAY, İ. VE CANGIR, C. 1993. Türkiye Toprakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:51. Ders Kitapları Yayın No:12, Adana. S:233.
- DOKUZOĞUZ, M., GÜLCAN, R., 1973. Ege Bölgesi Bademlerinin Seleksiyon Yoluyla Islahı ve Seçilmiş Tiplerin Adaptasyonu Üzerinde Araştırmalar. Tübitak, Toag yayınlarıNo:22, Ankara, 28s
- DOKUZOĞUZ, M., GÜLCAN, R., ATİLA, A., 1968. Ege Bölgesi bademlerinin Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerinde Araştırmalar. Ege üniversitesi Ziraat Fakültesi YayınlarıNo:148,İzmir, 39s
- DUNJO, G., PARDINI, G.,GISPERT, M., 2003. Land use change effects on abandoned terraced soils in a Mediterranean catchment, NE Spain. Catena 52:23-37.
- DUXBURY, J.M., 2005. Reducing greenhouse warming potential by carbon sequestration in soils: opportunités, limits and tradeoffs. In R. Lal et al., Climate Change and Global Food Security, Taylor and Francis, Boca Raton. 435-450.
- ERTUĞ, F., 2007. Muğla'nın yerli meyve mirası. Organik Tarım Kongresi. Bahçeşehir Üniversitesi. 19–20 Ekim 2007. İstanbul.
- ESWARAN, H., KAPUR, S., AKCA, E., REİCH, P., MAHMOODİ, S., VEARASİLP, T., 2005. Anthroscapes: A Landscape Unit For Assessment Of Human Impact On Land Systems. Application of the Emerging Soil Researches to the Conservation of Agricultural Ecosystems. September 29th - 30th, 2005 in Seoul, Korea.

- EVRENDİLEK, F., ÇELİK, I., KILIC, S., 2004. Changes in a soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, and cropland ecosystems in Turkey. *Journal of Arid Environments* 59:743-752.
- FAYEZ, R., 2007. The conversion of overgrazed pastures to almond orchards and alfalfa cropping systems may favor microbial indicators of soil quality in Central Iran. *Agriculture, ecosystems & environment*, ISSN 0167-8809, vol.121, n4, pp.309-318.
- FITZPATRICK, E. A., 1984. *Micromorphology of Soils*. Chapman and Hall, London and New York, 433.
- GARMAN, W.H., MERKLE, F.G., 1938. Effect of locust trees upon the available mineral nutrients of the soil. *J. Am. Soc. Agron.* 30: 122-124.
- GILLESPIE A.R., POPE, P.E., 1990. Rhizosphere acidification increases phosphorus recovery of black locust: II. Model predictions and measured recovery. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 538-541.
- GOLOVCHANSKI, I.N., KOKHANYT, S.G., 1984. Increasing the Yield of *Robinia pseudoacacia*. *Forestry Abstracts*, Vol. 45 No. 8.
- GÖL, C., ÜNVER, İ., ÖZHAN, S., 2004. Çankırı Eldivan yöresinde arazi kullanma türleri ile yüzey toprağı nemi arasındaki ilişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. Seri:A, Sayı:2, ISSN:1302-7085, S. 17-29.
- GRERUP, U.F., BRINK, D.J., BRUNET, J., 2006. Land use effects on soil N, P, C and pH persist over 40-80 years of forest growth on agricultural soils. *Forest Ecology and Management* 225:74-81.
- GRONEMAN, A.F., 1968. The soils of the wind erosion control camp area, Karapınar, Turkey. Ph D. Thesis, Agric Univ. Wageningen, Netherlands, 160.
- GUERRA, A., 1994. The Effects of Organic Matter Content on Soil Erosion in Simulated Rainfall Experiments in W. Sussex, U.K. *Soil Use and Management* 10(2), 60-94.
- GUO XP, ZHU JZ, YU XX, LUO J. 2005. Ways to improve low-benefit black locust forests in Loess Plateau. *Forestry Studies in China*, 7: 57-62.

- GUO, H., LU, Y. H., HONG, L. X., Lİ, H. J. AND PENG, B. T., 2005, Dynamic spatial-temporal changes of forest resources in Xixia county based on RS and GIS Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition) 29(4), 53-56)
- GÜNEY, A., 1994. Koruma Altına Alınmış Doğal Alanlar. Akdeniz-Ege Kıyılarında Koruma Uygulamalarının İrdelenmesi, Kıyı Sorunları ve Çevre Sempozyumu 10-11 Kasım, Belediye Yayınları No:7, Kuşadası. 40-48.
- HOLTZ, B.A., MCKENRY, M.V., CAESAR-TONTHAT, T.C., 2004. Wood chipping almond brush and its effect on the almond rhizosphere, soil aggregation and soil nutrients. XXVI International Horticultural Congress: Sustainability of Horticultural Systems in the 21st Century. Acta Horticulturae 638.
- IPCC., 2000. Land Use, Land Use Change and Forestry. IPCC, Special Report. Cambridge University Press: Cambridge.
- IPCC., 2004. Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.htm>
- IPCC., 2007. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Raporu (IPCC) - Şubat 2007
- IRMAK, A., 1972. Toprak İlmi. İÜ Orman Fak. Yay. No 184, İstanbul.
- IUSS WORKING GROUP WRB. 2006. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome;
- JENKINSON, D.S., LADD, J.N., 1981. Microbial Biomass in Soil Measurement and Turnover. In: Paul EA, Ladds JN (eds), Soil Biochemistry 5, Marcel Dekker, New York. 415-471.
- JENNY, H., 1994. Factors of Soil Formation. A System of Quantitative Pedology. New York: Dover Press. (Reprint, with Foreword by R. Amundson, of the 1941 McGraw-Hill publication).
- KALYUJNIY, I.L., PAVLOVA, K.K, LAVROV, C.A., 1988. Hidrofiziceskoe issledovaniya pri melioracii pereyvlajennix zemel. Leningrad, Gidrometeoizdat, s.259 (Rus dilinde)
- JONES, A.J., 1991. Build Organic Matter to Erosion Control. Soil Sci. News, Inst. Agric. and Natural Sci., Univ. of Nebraska, Vol XIII, No: 9, 2p.

- KANTARCI, M.D., 2000. Toprak İlimi. İÜ Yayın Nu: 4261, O. F. Yayın Nu: 462, İstanbul, 420 s.
- KANTARCI, M.D., 2005. Ağaçlı (İstanbul) açık maden ocağı artıklarının ıslahı ve ağaçlandırılması çalışmalarında elde edilen sonuçlar. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, 5-6 Mayıs 2005, Ankara, Bildiriler Kitabı, 173-182.
- KAPUR, S., İNCE, F., ÇAVUŞGİL, V., 1985. Dicle Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları No:9. Diyarbakır
- KAPUR, S. AKÇA, E., 2002. Global Assessment of Land Degradation. Encyclopedia of Soil Science. Marcel Dekker Inc. New York. 296-306pp.
- KAPUR, S., ESWARAN, H., AKÇA, E., DİNÇ, KAYA, Z., ULUSOY, R., BAL, Y., TULUHAN, Y., ÇELİK, İ., ÖZCAN, H., 1999. Agroecological Management of Degrading Coastal Dunes in Southern Anatolia. In: MEDCOAST '99 – EMECS Joint Conference, Land-Ocean Interactions: Managing Coastal Ecosystems. 9-13 Nov. 1999. Antalya Turkey (ed. Erdal Özhan), pp. 347-360.
- KAPUR, S., SAYDAM, C., AKÇA, E., ÇAVUŞGİL, V.S., KARAMAN, C., ATALAY, İ., ÖZSOY, T., 1998. Carbonate Pools in Soils of The Mediterranean: A Case Study From Anatolia. In: Global Climate Change and Pedogenic Carbonates (Eds. R. Lal, J.M. Kimble, B.A. Stewart). Lewis Publishers. pp. 187-212.
- KARA, Ö., BOLAT, İ., 2008. Bartın İli Orman ve Tarım Topraklarının Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}) ve Azot (N_{mic}) İçerikleri. Ekoloji 18, 69, 32-40.
- KARA, Ö., BOLAT, İ., 2008. Microbial biomass C (C_{mic}) and N (N_{mic}) content of forest and agricultural soils in Bartın Province, Turkey. Ekoloji, 69: 32–40
- KARAGÜL, R., 1996. Trabzon - Söğütüdere havzasında farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların bazı özellikleri ve erozyon eğilimlerinin araştırılması. Tr. J. of Agriculture and Forestry. Tübitak 23:53-68.
- KARATEPE, Y., 2005. Gölcük'te (Isparta) dikimle yetiştirilmiş Salkım ağacı (*Robinia pseudoacacia* L.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ormanlarının topraklarındaki organik madde ve azot birikimi. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 55, Sayı 1, 209-223.

- KAYA, Z., 1982. Çukurova Bölgesinde Yaygın Bazı Toprak Serilerinde Fosforun Statüsü ve Toprak-Bitki Sistemindeki Dinamiği. Doçentlik Tezi. Adana. s 103.
- KENNEDY, A.C., PAPENDICK, R.I., 1995. Microbial characteristics of soil quality. Journal of Soil and Water Conservation 50, 243-248.
- KESKİN, T., MAKİNECİ, E., 2009., Ağaçlı-İstanbul Maden Sahalarında Fıstık Çamı (*Pinus Pinea* L.) Ve Salkım Ağacı (*Robinia Pseudoacacia* L.) Ağaçlandırmalarında Bazı Ölü Örtü Ve Toprak Özellikleri Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, Yıl: 2009, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 38-51
- KESTER, D.E., GRADZIEL, T.M., 1996. Almonds. Fruit Breeding. In J. Janick and J.N.Moore (Eds). John Wiley&Sons, Inc. ISBN 0-471-12669-1, Volume III, 1-240-220.
- KHANNA, S.,FANG, S.C., 1966. Metabolism of C-14 labeled 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in rats. J. Agric. Food Chem., 14: 500.
- KIRDA,C., SARIYEV, A.L., 2002. Toprak Fiziği. Çukurova Üniv. ZF. Genel Yayın No:245, Ders Kitapları Yayın No:-79, Adana, 188s.
- KLUTE, A. AND C. DİRKEN. 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. Amer. Soc. Agron. 47 pp., illus.
- KLUTE, A. 1986. Water Retention: Laboratory Methods, in: Methods of Soil Analysis, Part 1, ASA, SSSA, Wisconsin, ABD, Ed. By Klute, 635-662.
- KÖY HİZMETLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 1986. Yeşeren Çöl Karapınar. Genel yayın no:7 Ankara
- KUVAN Y., 1997. Balıkesir Yöresindeki Orman Rekreasyon Kaynaklarının Yönetimi, Sorunları ve Çözüm Yolları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 163s. İstanbul.
- KUVAN, Y., 1991. Avrupa Topluluğu Tarafından Yapılan Korunan Alan Sınıflandırması ve Ülkemizdeki Korunan Alanların Bir Değerlendirmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri:B, 41, İstanbul. 3-4.
- KUZUCUOĞLU, C., PARİSH, R.,KARABIYIKOĞLU, M., 1998. The dune systems of the Konya Plain (Turkey): their relation to environmental changes

- in Central Anatolia during the Late Pleistocene and Holocene. *Geomorphology*, Vol 23, 2-4, 257-271.
- Lal R., 2003. Offsetting Global Carbon Emissions by Restoration of Degraded Soils and Intensification of World Agriculture and Forestry, (Bozulmuş Toprakların Restorasyonu, Dünyaki Tarım ve Ormancılığının Yoğunlaştırılmasıyla Küresel Karbon Emisyonlarının Azaltılması), *Land Degredation & Development* Sayı :14, sf: 309-322. (İngilizce).
- Lal R., 2006. Enhancing Crop Yields in the Developing Countries through Restoration of the Soil Organic Carbon Pool in Agricultural Lands, (Tarım alanlarındaki Toprak Organik Karbonu Havuzlarının Restorasyonu ile Gelişmekte Olan Ülkelerdeki Tahıl Hasadının Arttırılması.), *Land Degredation & Development* Sayı :17, sf: 197-209. (İngilizce).
- LAL, R., 2003. Offsetting Global CO₂ by restoration of degraded soils and intensification of World agriculture and forestry. *Land Degredation and Development* Vol. 14. pp 309-322
2004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science* Vol.304. pp. 1623-1627
2008. Carbon sequestration. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 363:815-830.
- LEIGH, M.B., PROUZOVA, P., MACKOVA, M., MACEK, T., NAGLE, D.P. FLETCHER, J.S., 2006. Polychlorinated Biphenyl (PCB)-Degrading Bacteria Associated with Trees in a PCB-Contaminated Site. *Applied and Environmental Microbiology*, April 2006, Vol. 72, No. 4, p. 2331-2342.
- LSEN, S.R., COLE, C.V., WATANABE, F.S., DEAN, L.A., 1954. Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA. Circ. 939* P.Quantifying the effects of aggregation, particle size and components on the colour of Mediterranean soils. *European Journal of Soil Science*. 51: 551-565.
- MAGOME, H., FABRICIUS, C., 2004. Reconciling biodiversity conservation with rural development. In *Rights, Resources and Rural Development: Community-based Natural Resource Management in Southern Africa*, (Eds. C. Fabricius and E. Koch with H. Magome and S Turner). Earthscan. London. 93-111.

- MAUN, A., 2009. The Biology of Coastal Sand Dunes. Oxford University Press. 288 P.
- MITCHELL, J. K., 1976. Fundamentals of Soil Behavior. John Wiley and Sons. New York, 422.
- NEUFELDT, H., RESCK, D.V.S., AYARZA, M.A., 2002. Texture and land-use effects on soil organic matter in Cerrado Oxisols, Central Brazil. *Geoderma* 107:151-164. New York.
- NOUGEIRA, M.A., ALBINO, U.B., BRANDAO-JUNIOR, O., BRAUN, G., CRUZ, M.F., DIAS, B.A., DUARTE, R.T.D., GIOPPO, N.M.R., MENNA, P., ORLANDI, J.M., RAIMAM, M.P., RAMPAZO, L.G.L., SANTOS, M.A., SILVA, M.E.Z., VIEIRA, F.P., TOREZAN, J.M.D., HUNGRIA, M., ANDRADE, G., 2006. Promising indicators for assessment of agroecosystems alteration among natural, 65 reforested and agricultural land use in southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* P. 11-22.
- OKUR, M., DEMİRYUREK, M., TAYSUN, A., OKUR, O., 2008. Karapınar rüzgar erozyon sahasında toprak özellikleri kuru agregat yüzdeleri ve toprak taşınımı üzerine mevsimsel etkinin belirlenmesi. DSİ IV. Bölge müdürlüğü Konya kapalı havzası yer altı suyu ve kuraklık konferansı 2008. Konya
- ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M., 1993. Toprak Bilimi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No.73, Ders Kitapları Yayın No.16, ÇÜ. Adana.
- ÖZBEK, H., YEŞİL SOY, M.Ş., GÜZEL, N., BERKMAN, A., KAPUR, S., 1977. Genel Toprak Bilimi Uygulama Notları. Çukurova Üniv. ZF Toprak Böl., 42s.
- ÖZKARAKAŞ, İ., 2009. Badem Yetiştiriciliği. <http://www.bahce.biz/bitki/meyve/badem.htm>
- RAJİ, B., A., UYOVBIŞERE, E. O. AND MOMODU, A. B. 2004. Impact of Sand Dune Stabilization Structures on Soil and Yield of Millet in the Semi-Arid Region of NW Nigeria. *Environmental Monitoring and Assessment*. 181-196.
- RHOADES, J.D., 1982. Cation exchange capacity. In A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (eds.) *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. 2nd ed. *Agron.* 9:149-157.

- RIEZEBOS, H.T., LOERTS, A.C., 1998. Influence of land use change and tillage practise on soil organic matter southern Brazil and eastern Paraguay. *Soil and Tillage Research* 49:271-275.
- ROWLAND J.R.J. AND WHITEMAN P., 1993. Principles of dryland farming. In: *Dryland Farming in Africa* (Rowland J.R.J.,ed.) pp. 68-92. CTA Macmillan, London.
- RUGİNİ, E., MONASTRA, F., 2003. Temperate Fruits. In S.K. Mitra, D.S. Rathora and T.K. Bose (Eds). *Display Printers (P) ltd., India, ISBN 81-900171-1-X, Volume II. 344-414*
- SANCHEZ-MARANON, M., M. SORİANO, M. MELGOSA, G. DELGADOR. DELGADO., 2004. Quantifying the effects of aggregation, particle size and components on the colour of Mediterranean soils. *European Journal of Soil Science*. 51: 551-565.
- SARAH, P., 2006. Soil organic matter and land degradation in semi-arid area, Israel. *CATENA*, 50-55.
- SARIBAŞ, M., 1995. 1. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler 4. Cilt K.T.Ü.Trabzon.
- SARIYEV, A.L., AYDIN, M., POLAT,V., TULİ, A., 1995. Toprak rutubet karakteristik eğrisi ve toprak-kök sisteminde su akımının matematiksel modellenmesi. *Ç. Ü. Z. F. Dergisi*, 25.yılı Kuruluş Yılı Özel sayısı, Adana, s. 257- 268.
- SARIYEV, A., DERİCİ, M.R., ÇELİK, İ., BARUTÇULAR, C., MÜJDECİ, M., TÜLÜN, Y., PLATİN, K., 2003. Toprak Suyu Matrik Potansiyeli ile Bitki Stoma Direnci İlişkilerinin Araştırılması ve Matematiksel Modellenmesi, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, Proje No: ZF/2002/BAP 28, Adana.
- SARIYEV, A., DERİCİ, M.R., ÇELİK, İ., BARUTÇULAR, C., MÜJDECİ, M., TÜLÜN, Y., PLATİN, K., 2003. Toprak Suyu Matrik Potansiyeli ile Bitki Stoma Direnci İlişkilerinin Araştırılması ve Matematiksel Modellenmesi, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, Proje No: ZF/2002/BAP 28, Adana.

- SARIYEV, L. A., AYDIN, M., POLAT, V., TUL, A., 1995. Toprak Rutubet Karakteristik Eğrisi ve Toprak-Kök Sisteminde Su Akımının Matematiksel Modellenmesi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi 25. Kurulus Yılı Özel Sayısı: 257–268.
- SARIYEV, A., POLAT, V., MÜJDECI, M., YUSUFOVA, M., AKÇA, E., 2007. Mathematical Modelling of Soil Hydraulic Properties and Numerical Analyses of Moisture Dynamic. Asian Journal of Chemistry. Vol. 19, No. 4, 3125-3131.
- SAVIOZZI, A., MINZI, R.L., CARDELLI, R., RIFFALDI, R., 2001. A comparison of soil quality in adjacent cultivated forest and native grassland soils. Plant and soil 233:251-259.
- SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P., 2001. Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:73/A-16, Adana.
- SCHLICHTING, E., E. BLUME., 1966. Bodenkundliches Praktikum. Verlag Paul Parey. Hamburg and Berlin.
- SCHOENBERGER, J., WYSOCKI, D.A., BENHAN, E.C., BRODERSON, W.D., 2002. Field book for describing and sampling soils. Version 2.0. National Soil Survey Center. NRCS-USDA. Lincoln, NE.
- SHAW, J.N., WEST, L.T., BOSCH, D.D., TRUMAN, C.C., LEIGH, D.S., 2004. Parent material influence on soil distribution and genesis in a Paleudult and Kandudult complex, southeastern USA. Catena 57. 157–174.
- SMITH, R.M., 1942. Some effects of black locusts and black walnut on southeastern Ohio pastures. Soil Sci. 53: 385-398
- SOIL SURVEY DIVISION STAFF., 1993. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.
- SOIL SURVEY STAFF., 2006. Keys to Soil Taxonomy, 10th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- SOYLU, A., 2003. Ilıman iklim Meyveleri II. Uludag Üniversitesi Zir. Fak. Ders Notları No:72, Bursa, 204-220.
- TARNER, K., 2009. Black Locust (*Robinia pseudoacacia*). <http://www.gwf.org/resources/wildlifehabitats/robiniapseudoacacia>

- TİSDALL, J. M., AND OADES, J. M. 1982. Organic matter and water stable aggregates in soils. *J. Soil Sci.*, 33, 141–163.
- TOKGÖZ, N., 2009. Ağaçlandırılmış Açık Kömür Ocağı Artık Materyallerinde Arazinin Islahı ve Materyalin Stabilizasyonunda Ağaç Köklerinin Mekanik Etkileri Üzerine Araştırmalar Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, Yıl: 2009, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 38-51
- TOPÇU, H., 1979. Orta Anadolu'da Anız Örtülü Tarım Sisteminde Rüzgar Erozyonunu Önleyici Şerit Genişliği. Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 62 , Rapor Serisi No: 48. Konya.
- TOPÇU, H., ve ABALI, İ., 1979. Karapınar Rüzgar Erozyon Alanlarında Uygun Nadas Zamanı ve Derinliğinin Nem Korunumu ve Buğday Verimine Etkisi. Konya Bölge Topraksu Araştırma Müdürlüğü yayınları genel yayın no: 68, rapor seri no:54. Konya.
- TORRENT, J., BARRON, V., 1993. Laboratory measurement of soil color: theory and practice. In: Bigham, J.M., Ciolkosz, E.J. (Eds.), *Soil Color*. Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 21-34.
- UÇEP (Ulusal Çölleşme Eylem Programı). 2005. M. Düzgün, Selim Kapur, C. Cangir, E. Akça, D. Boyraz, N. Gülşen, editörler). *Çevre ve Orman Bakanlığı*. Yayın No:250. ISBN 975-7347-51-5. 110 S. Ankara.
- UNCCD. 2009. Unccd Annex IV Subregional Focal Points. Second Annex II Subregional Report for the Implementation of the UNCCD. Athens, Greece.
- US. SALINITY LABORATORY STAFF. 1954. Diagnosis and improvement of Saline and Alkaline soils. US Government Printing Office. No. 60. Washington DC.
- USSİRİ D.A.N, LAL R, JACİNTHE P.A. 2006. Soil properties and carbon sequestration of afforested pastures in reclaimed minesoils of Ohio. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 1797-1806.
- VAGEN T. G., LAL R., SİNGH B.R, 2005. Soil Carbon Sequestration in Sub-Saharan Africa: A Review (Afrika'da Sahra-altı Bölgede Toprakta Karbon

- Tutulması), Land Degredation & Development Sayı :16, sf: 53-71.
(İngilizce).
- WAYBURN, L.A., FRANKLIN, F.J., GORDON, J.C., BINKLEY, C.S.
MLANDENOFF, D.J., CHRISTIAN, JR., 2000. Forest Carbon in the United
States: Opportunities & Options for Private Lands. The Pacific Forest Trust,
Inc., Santa Rosa, CA.
- WESEMAEL, B. AND VEER, M.A.C., 1992. Soil organic matter accumulation,
litter decomposition and humus forms under mediterranean-type forests in
southern Tuscany, Italy. European Journal of Soil Science. 133-144.
- WITHERS, P. J. A., EDWARDS, A. C., AND FOY, R. H., 2001. Phosphorus
cycling in UK agriculture and implications for phophorus loss. Soil Use and
Management 17, 139-149.
- 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.
- YEŞİLKAYA, Y., NEYİŞÇİ, T., 1992. Batı Akdeniz Bölgesindeki Kumul
Ağaçlandırmalarının Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri. Ormancılık
Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten 222
- ZENGİN, H., ASAN, Ü., DESTAN, S., ÖZKAN, Y., 2005. Küresel Isınmanın
Önlenmesinde Ormanların Rolü ve Önemi İ.Ü.Orman Fakültesi, Orman
Amenajmanı Anabilim Dalı 34473 Bahçeköy, İstanbul
(<http://www.ogm.gov.tr/iklim/dokuman.htm>)

ÖZGEÇMİŞ

1973 Erzincan doğdu. İlk ve orta öğrenimimi Erzincan'da, yüksek öğrenimimi 2001 Yılında Konya Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünde tamamladı. 1991 Tarım Bakanlığında laborant olarak göreve başladı. 2001 yılında Erzincan Kemaliye ilçe Tarım Müdürlüğü görevi, 2004 yılında GAP eğitim Yayın ve Araştırma Enstitüsü Müdür Yardımcılığı ve Müdür V. görevlerini yürüttü. 2006 yılında atandığı Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde, halen Müdür Yardımcılığı görevini yürütmekte olup, Evli ve iki kız çocuğu babasıdır.

2008 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Arkeometri Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başlamıştır.