ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Necati ŞİMŞEKLİ

KARAPINAR RÜZGÂR EROZYONUNU ÖNLEME ALANININ SÜRDÜRÜLEBİLİR ARAZİ/TOPRAK YÖNETİMİ PLANININ GELENEKSEL YAPININ PERSFEKTİFİNDE GELİŞTİRİLMESİ

ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2012

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARAPINAR RÜZGÂR EROZYONUNU ÖNLEME ALANININ SÜRDÜRÜLEBİLİR ARAZİ/TOPRAK YÖNETİMİ PLANININ GELENEKSEL YAPININ PERSFEKTİFİNDE GELİŞTİRİLMESİ

Necati ŞİMŞEKLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI

Bu tez …/…/2012. Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

Prof. Dr. Selim KAPUR DANIŞMAN	Prof. Dr. Zülküf KAYA ÜYE	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 RÜZGÂR EROZYONUNU ÖNLEME ALANININ SÜRDÜRÜLEBİLİR ARAZİ/TOPRAK YÖNETİMİ PLANININ GELENEKSEL YAPININ PERSFEKTİFİNDE GELİŞTİRİLMESİ

Necati ŞİMŞEKLİ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof.Dr. Selim KAPUR
Yıl : 2012, Sayfa: 95
Jüri : Prof.Dr. Selim KAPUR
: Prof. Dr. Zülküf KAYA
: Doç.Dr. Erhan AKÇA

Bu çalışmanın amacı, iklim ve doğal koşulları nedeniyle şiddetli kuraklık ve rüzgar erozyonu sorunu olan Karapınar rüzgar erozyonu koruma sahasında halihazırda bulunan bitki örtüsü ve arazi yönetim şeklinin saptanması ve söz konusu alanda sürdürülebilir arazi/toprak yönetimi planlaması amaçlanmıştır. Böylece kısa ve uzun dönemli karbon yönetim planı oluşturulmaya çalışılmıştır.

Çalışma, toprak işlemeli tarımın organik karbon için uygun olmadığı; buna karşın göreceli olarak yüksek miktarda toprak organik karbonuna sahip meraların da ıslah edilmesi gerektiğini göstermiştir. Karbon yönetimin başarısı için bütünleşik havza temelinde arazilerin kullanılması gerektiği saptanmıştır. Bunu gerçekleştirmek için ise tarım ve hayvancılık etkinliklerinin insan peyzajı yaklaşımıyla yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelime: Karbon yönetimi, arazi kullanımı, sürdürülebilir tarım, insan peyzajı, Karapınar

ABSTRACT

MSc THESIS

DESIGNING SUSTAINABLE LAND/SOIL MANAGEMENT PLAN OF KARAPINAR WIND EROSION CONSERVATION AREA IN PERSPECTIVE OF THE TRADITIONAL STRUCTURE

Necati ŞİMŞEKLİ

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMANT OF ARCHAEOMETRY

Supervisor : Prof.Dr. Selim KAPUR
Year : 2012, Page: 95
Jury : Prof.Dr. Selim KAPUR
: Prof.Dr. Zülküf KAYA
: Assoc.Prof.Dr. Erhan AKÇA

The aims of the study are to determine present vegetation and land use of Karapınar Wind Erosion Control Station which faces severe drought and wind erosion due to climate and natural conditions and to establish of sustainable land/soil plan. Thus, short and long term carbon management plans are tried to be designed accordingly.

The study revealed that tillage farming is determined to be not suitable for organic carbon however grazelands with relatively high soil carbon required amelioration. The success of the carbon management is related to integrated basin management. For realisation of this aim is to undertake agricultural and animal husbandry activities via the anthroscape approach.

Keywords: Carbon management, land use, sustainability, anthroscape, Karapınar

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam süresince, bu tezin oluşum ve yönetim aşamaları boyunca arazi çalışmaları, profil tanımlamaları, örnek alımı, laboratuar ve değerlendirme aşamalarında değerli bilgi ve eleştirilerini esirgemeyen, çalışmalarımda her türlü olanağı sağlayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Selim KAPUR' a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince, verilerin hazırlanması ve değerlendirilmesi aşamasında bilgi ve yardımları ile katkıda bulunan hocam Sayın Doç. Dr. Erhan AKÇA' ya teşekkür ederim.

Yüksek Lisans çalışmamın Karapınar rüzgar erozyon sahasında incelemeler yaparken yardım ve desteklerinden dolayı Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma İstasyon Müdürlüğü idarecilerim Sayın Dr. Çetin PALTA ve Sayın Oktay OKUR' a, rahmetli bölüm başkanım ve yakın arkadaşım Mustafa OKUR' a, mesai arkadaşlarıma ve yüksek lisans çalışmalarım boyunca bana büyük destek veren eşime ve çocuklarıma teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ..... I
ABSTRACT..... II
TEŞEKKÜR..... III
İÇİNDEKİLER……... IV
ÇİZELGELER DİZİNİ..... VI
ŞEKİLLER DİZİNİ..... VIII
1.GİRİŞ……...……..... 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... 5
2.1. Geleneksel Mirasın Korunması..... 5
2.2. Karbon Stoku …....……..... 21
2.2.1.Karbon-Stokunun, Çölleşme ve İklim Değişikliğini Azaltmayla İlgisi..... 22
2.2.2. Topraktaki Organik Karbonu Yönetimi..... 24
2.2.3. Toprakta Karbon tutulması..... 25
2.3. Konu Üzerinde uluslar arası düzeyde yapılmış çalışmalar …..... 27
2.4. Türkiye'de Rüzgar Erozyonu Problemi ve Önemi 31
2.4.1. Rüzgar Erozyonunun Tanımı, Özellikleri ve Oluş Nedenleri..... 31
2.4.2.Karapınar'da Rüzgar Erozyonu……..... 32
2.4.3.Problemli Sahalar Üzerinde Yapılan Çalışmalar…….. 35
2.4.3.1.Kumul Tepeleri (Barkanlar) Sahası…….…… 35
2.4.3.2.Fiziksel Önlemler (Kamış Perdeler)…… 35
2.4.3.3.Kültürel Önlemler……..… 36
2.4.3.3.(1).Bitki Örtüsü Oluşturma……... 36
2.4.3.3.(2).Ağaçlandırma……..… 37
2.4.3.3.(3).Hareketli Kumul (Barkanlar) Sahası……..…. 37
2.4.3.3.(4).Erozyona Duyarlı Düz Topraklar Sahası…… 38
2.4.3.3.(5).Ketir Tepesi Sahası…….. 39
3. MATERYAL VE METOD..... 43

3.1. Materyal..... 43
3.1.1. İklim Özellikleri..... 45
3.1.2. Bölgenin Toprak Özellikleri..... 46
3.1.3. Jeolojik Özellikleri..... 47
3.1.4. Bitki Örtüsü Durumu..... 49
3.1.5. Tarımsal Yapı ve Üretim..... 53
3.2. Metod..... 54
3.2.1. Profil Yerlerinin Saptanması ve Örnek Alınması..... 55
3.2.2. Çölleşmeye Karşı Duyarlı Çevrelerin Saptanması 56
3.2.3. Toprak Kalite İndeksi..... 56
3.2.4. İklim Kalite İndeksi (İKİ)..... 57
3.2.5. Bitki Kalite İndeksi..... 58
3.2.6. Arazi Kullanım Kalite Özellikleri (AKİ)..... 60
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ...……..…… 63
4.1. Tarım Alanları……..…….. 63
4.2. Kumul Alanları……..... 68
4.3. Doğal Mera Alanı 71
4.4. Çölleşme Duyarlılık İndeksi……..... 75
4.5. Organik Karbon Tutumu ve Yönetimi..... 75
5. SONUÇLAR VE ÖNERILER..... 81
KAYNAKLAR..... 83
ÖZGEÇMİŞ..... 95

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 2.1. Tarih öncesi ve erken uygarlıklardaki önemli arazi bozunumu olguları ……... 6

Çizelge 2.2. Karapınar ilçesi 1964-2010 yılları arası aylara göre yağış değerleri (mm) ……..... 10

Çizelge 2.3. Rüzgar Erozyonunun illere göre dağılımı ……..... 32

Çizelge 2.4. Rüzgar Erozyonunun Konya ilindeki dağılımı…… 32

Çizelge 3.1. Araştırma yerinin uzun yıllar (1975-2010) iklim değerleri.. 46

Çizelge 3.2. Karapınar bölgesinde yaygın mera bitkileri ……..... 52

Çizelge 3.3. Koruma altındaki sahada yapılan çalışmada genel olarak saptanan bitkiler..... 53

Çizelge 3.4. Toprak Kalite değerleri..... 57

Çizelge 3.5. İklim Kalite İndeksi Elemanları..... 58

Çizelge 3.6. Bitki Örtüsü Kalitesi Değerleri..... 59

Çizelge 3.7. Arazi Yönetim Kalitesini saptamada kullanılan etmenler... 60

Çizelge 3.8. ÇDİ Türleri ve sayısal aralık değerleri..... 61

Çizelge 4.1. Tarım alanları örnek arazi kullanımları ……..... 64

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 2.1. Karapınar İlçesi Yağış Rejimi…….…. 8
Şekil 2.2. Karapınar İlçesinde Son 47 yıllık Miktarı…… 9
Şekil 2.3. Türkiye Erozyon Haritası..... 11
Şekil 2.4. Karapınar Erozyon Kontrol Sahasında Rüzgar Perdeleri……. 12
Şekil 2.5. Yalancı Akasya Bitkisi……. 15
Şekil 2.6. Bademlik Alan…….. 20
Şekil 2.7. Karbon Döngüsü…….....… 22
Şekil 2.8. Toprakta Organik Madde Birikimi……... 24
Şekil 2.9. Küresel Karbon Döngüsü……. 25
Şekil 2.10. Farklı Bitkisel Ekosistemlerde Biriken Karbonun Depolanma Süresi ……...…… 27
Şekil 2.11. Karbonun Orman ve Orman Ürünlerinde Depolanma Süreci…… 31
Şekil 2.12. Rüzgar Perdeleri Genel Görünüm…… 36
Şekil 2.13. Rüzgar Perdeleri Aralıkları…….. 36
Şekil 2.14. Ağaçlandırma Bölgesi Bitki Örtüsü……. 37
Şekil 2.15. Koruma altına alınmış Mera Bitki Örtüsü…… 38
Şekil 2.16. Bazalt ana Materyali Üzerindeki Bitki Örtüsü……. 39
Şekil 3.1. Karapınar'ın Konumu…….. 44
Şekil 3.2. Karapınar Erozyon Sahası Koruma sahası……... 44
Şekil 3.3. Karapınar'da Yeralan Toprak Serileri…….…… 47
Şekil 3.4. Konya Kapalı Havzasının Genel Jeolojisi…… 48
Şekil 3.5. Karapınar Bölgesindeki Yeni Oluşan Obruklardan Görüntüler……..…. 49
Şekil 3.6. Örnek Alım Noktaları..... 54
Şekil 3.7. Kumul Alandan Örnekleme……..….. 55
Şekil 4.1. Çalışma Alanı Ana Arazi Kullanım sınıfları …….....… 64
Şekil 4.2. Tarım Alanları uygulamaları ve organik madde içerikleri…… 65

Şekil 4.3. Tarım Uygulamaları ve Fosfor Birikimi 66
Şekil 4.4. Tarım Iygulamaları ve Mikroelement İçerikleri……..……... 67
Şekil 4.5. 2001 ve 2010 yılı Tarım Alanları Toprak Verileri……... 67
Şekil 4.6. Doğal Mera Alanları Organik Madde İçerikleri ile 2001 ve 2010 değerleri..... 69
Şekil 4.7. Doğal Mera Alanları Alınabilir Fosfor İçerikleri ile 2001 ve 2010 Değerleri ……..... 70
Şekil 4.8. Doğal Mera Alanları Mikroelemenr İçerikleri……..……... 71
Şekil 4.9. Doğal Mera Alanı Organik Madde İçeriği ile 2001 ve 2010 Verileri……..……..… 72
Şekil 4.10. Günağılı Serisi Bitki Örtüsü……...……..… 72
Şekil 4.11. Doğal Mera Alanı Alınabilir Fosfor İçeriği ile 2001 ve 2010 değerleri……...……..… 73
Şekil 4.12. Doğal Mera alanı Mikroelement İçerikleri ile 2001 ve 2010 verileri……...……. 74
Şekil 4.13. 1. Nolu Örneğin Alındığı Badem Vejetasyonu ……..…….. 74
Şekil 4.14. Karapınar Erozyon Koruma İstasyonu Çölleşme Duyarlılık Yayılımı..... 76
Şekil 4.15. Karapınar Erozyon Sahasının 1962 Yılı Arazi Kullanım Planı 78
Şekil 4.16. Karapınar Erozyon Sahasının 1995 Yılı Arazi Kullanım Planı 79
Şekil 4.17. Karapınar Erozyon Sahasının 2011 Yılı Arazi Kullanım Planı 80

1.GİRİŞ

20. yüzyılın son yarısında yaşanan küresel ısınma ve iklimsel değişiklikler dünyada çevre problemleri doğal afetler ve arazi bozunumu etkilerinin artmasına neden olmuştur.

Biyosferdeki ilk köklü değişmeler endüstri devrimiyle başlamıştır. Tarım makinalarının kullanılması, yeni tekniklerin uygulanması eski tarım arazilerine yenileri eklenirken hayvan yetiştirme ve yeni tarımsal yöntemler de etkili bir şekilde yayılmıştır. Tarım alanlarının artması, yeni şehir alanlarının kurulması, üzerinde çok sayıda göçmen kuşun yaşadığı bataklık alanların yavaş yavaş ortadan kalkması, doğal vejetasyonun tahrip edilmesi, doğal dengenin kısmen veya tamamen bozulmasına neden olmuştur.

Özellikle ekosistem çeşitliliğinin azalması ya da kaybolması doğal dengenin bozulmasının önemli bir nedenidir ve bu devirde insan ekosisteminin işleyişini de olumsuz etkilemeye başlamıştır. Özellikle II. Dünya Savaşı sırasında bulunan sentetik organik maddeler başka bir deyişle pestisitler ve deterjanlar gibi hemen ayrışmayan veya çok uzun sürede ayrışabilen zehirli bileşikler çevreyi kirletmeye başlamıştır.

Su ve toprakta bulunan mikroorganizmalar bu maddeleri parçalayamaz duruma gelmiştir. Sonuçta endüstri ürünü olan birçok madde biyosferde birikmeye başlamış ve ekosistemin işleyişini bozmuştur.

Ülke arazilerimizin yeteneklerine göre kullanılmaması, tarım yapılan topraklarımızın büyük bir kısmında organik madde içeriğinin yetersizliği ve yanlış tarımsal işlemler, aşırı otlatma, giderek artan kimyasal kullanımı, ormanların açılması ve değerli tarım alanlarının tarım dışı amaçlarla kullanımı arazi bozulmalarına neden olmaktadır. Bu bozunumlar nedeniyle, ülkemiz artık kuraklıktan etkilenen ve çölleşme riski taşıyan, topraklarının % 86'sında hafiften çok şiddetliye kadar çeşitli derecelerde erozyonun yaşandığı bir ülke konumuna gelmiştir. Bu yüzyılın başlarında sanayi devrimi sonrası makineli tarımın da etkisiyle buna paralel olarak iklimsel değişimlerden Türkiye de etkilenmiştir. 1960'lı yıllarda iklimsel değişimlerin dünya üzerine yaptığı olumsuz baskı, tüm dünya ile aynı

zamanda ülkemizde de kendini göstermiş ve en çok da İç Anadolu bölgesi, özellikle de Karapınar yöresi bundan etkilenmiştir.

Karapınar ilçesi 1950 yıllarından itibaren yanlış toprak işleme ve baskın otlatma nedeniyle kum fırtınalarıyla yaşanılmaz hale gelmiş ve ilçenin nakledilmesi gündeme gelmiştir. Devlet tarafından 1960'lı yıllarda başlatılan proje ile çölleşme engellenmiş ve arazi doğal yapısına kavuşmuştur.

Bu çalışmada, kritik çevre koşulları (bozunuma duyarlılık, Batie ve Cox, 1994) altında olan (yağış, toprak, su) Karapınar Bölgesindeki topraklarda, toprağın karbon tutumu özelliklerinin/toprağın kalitesinin arttırılması ve sürdürülebilir arazi yönetimi programlarının geliştirilerek kullanılması öngörülmüştür (Batie ve Cox, 1994). Ayrıca, kuraklık ve rüzgâr erozyonundan en çok etkilenen Karapınar (Konya) rüzgâr erozyonu koruma alanında, koruma sonrası mera alanlarında seçilen baskın çeşitlerin bulunduğu topraklarda yapılan ayrıntılı kimyasal, fiziksel ve mikromorfolojik analizlerle toprakların kalite değişimi saptanmıştır. Karapınar, Konya-Adana karayolu üzerinde, Konya'nın 95 km doğusunda yer almaktadır. Koruma ve Rüzgâr erozyonu kontrol çalışmaları ise ilçenin güney batısında yapılmıştır ve proje sahası 13.000 ha olarak belirlenmiştir. Projenin amacı; büyük çoğunluğu hazineye, bir bolumu de yöre çiftçilerine ait olan, üretim niteliğini kaybeden arazinin bütünleşik önlemler alınarak ıslah edilmesi, yeniden ekonomiye kazandırılması ve alınacak bu önlemlerin çevreye olumlu etkilerinin sağlanmasıdır. Rüzgâr erozyonunun etkili olduğu sahada 1962 yılında Mülga Toprak Su Genel Müdürlüğünce ilk çalışmalara başlanmıştır. Amacına uygun olarak proje sahasında uygulanacak işlemler belli zaman dilimlerine yayılmıştır, en son çalışmalara 1999 yılında tamamlanarak son verilmiştir. Ancak iklim koşulları, yetersiz ödenek, personel ve ekipman nedenleriyle arazi hızlı bir şekilde gerileme/bozunum surecine girmiştir. Gerekli önlemler alınmadığında, alanın tekrar 1950'li yıllardaki durumuna dönmesi yadsınmaz bir gerçektir.

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. 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 azalmasına da etki eder. Böylece sürdürülebilir kurak alan yönetimi sayesinde iklim değişiminin de azalmasını sağlar.

Bölgeye uygun ideal arazi kullanımıyla; topraktaki organik madde birikimlerinin arttırılması, toprakların kimyasal verimliliklerinin ve kalitelerinin artmasının yanında, toprağın fiziksel koşullarını iyileştirecek ve biyolojik zenginliğini de arttıracaktır. Sonuçta gelecek nesillere yaşanabilir bir çevre bırakılması için bir adım atılmış olacaktır.

Bu çalışmanın amacı, iklim ve doğal koşulları nedeniyle şiddetli kuraklık ve rüzgar erozyonu sorunu olan Karapınar rüzgar erozyonu koruma sahasında halihazırda bulunan bitki örtüsü ve arazi yönetim şeklinin saptanması ve söz konusu alanda sürdürülebilir arazi/toprak yönetiminin geleneksel yapının persfektifinde geliştirilmesi amaçlanmıştır. Böylece kısa ve uzun dönemli sürdürülebilir arazi yönetim planı oluşturulmaya çalışılmıştır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Geleneksel Mirasın Korunması

Yanlış arazi kullanımı ile topraklara bağlanmış organik karbon atmosfere katılarak günümüzün en büyük sorunu iklim değişimine etki eden sera gazlarının (CO_2) artışına yol açmaktadır (Lal, 2003; 2004). Bu bağlamda, daha öncede belirtildiği gibi, CO_2'nin topraklarda organik karbon biçimde tutulması büyük önem taşımaktadır (İklim Değişikliği Hükümetlerarası Panel -IPCC-, 2000).

Erozyon ve arazi bozunumu insanlık tarihi kadar eskidir. Birçok çalışmada yanlış arazi kullanımın yarattığı olumsuzluklar ortaya konulmuştur. Örneğin Orta Amerika'da Eski Maya uygarlığında yapılan ormansızlaştırmanın neden olduğu toprak erozyonu ölçüm çalışmasında yılda km^2'den 1000 ton materyalin göl ortamına taşınarak çökeldiği saptanmıştır (Anselmetti ve ark. 2007).

Tarihte bir çok kültür ve yaşam alanı erozyon, arazi bozunumu ve çölleşme sonrasında yok olmuştur.

Tarihsel arazi bozunumu kronolojisini yapan Neuzil ve Kovarik (1996) tarih öncesi ve erken uygarlıklardaki önemli olguları aşağıdaki çizelgede sıralamışlardır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Tarih Öncesi Ve Erken Uygarlıklardaki Önemli Arazi Bozunumu Olguları (Neuzil Ve Kovarik, 1996)

Tarih (Günümüzden Önce)	**Uygarlık**	**Olay**
60.000	Kabileler	Tanzanya'da Kalambo Şalelerinde ormanların yangınlarla yok edilmesi izleri
9000	Çatalhöyük, Alosh ve Jarmo	Ormanların yok edilmesi sonrası Cennet Bahçeleri Efsanesinin doğuşu
8000		Ormansızlaşma/Ürdün ve Güney İsrail'de toplumların çöküşüne yol açar (Grove, 1995).
4700	Gılgamış Sümerler	Güney Irak'ta uçsuz bucaksız sedir ormanlarının ateş (ya da kuraklık) nedeniyle lanetlendiği ve toprak erozyonundan ve tuz birikiminden bahsedilir. Bir Sümer "toprak beyaza döndü" diye yazmıştır. Babil ve Asur Medeniyeti kuzeye taşınmıştır (Perlin,1991)
4700	Ur	Kalan ormanları koruma kanunları çıkarılmıştır (Grove, 1995).
4600	Mısır	Mısırlılar ve Sümerler arasında Sedir ihracatı yapılmıştır.
3500	Orta Amerika	Toprak erozyonunun büyümesinin sonucu olarak devletler çökmüştür (Grove, 1995).
3200	Anadolu	Şimdi Türkiye de olan Troya şehri konumu nedeniyle Ege ve Karadeniz arasındaki ticarete hakimdir. Ormansızlaşma ve toprak erozyonu binlerce yıl boyunca sahil kuzeye hareket eder.
2500	Yunan	Yunan sahil kentleri toprak erozyonu nedeniyle ormansızlaşma.
2460	Yunan	Tıbbın babası olarak kabul gören Hipokrat insan ekolojisi üzerine "De komutuna" isimli ilk eseri yazdı.
2400	Yunan	Yunanistan'ın kuzeyindeki değerli kereste topraklarını korumak için yapılan savaşlar
1920	Roma	Kurak dönemlerde kullanılmak üzere suyun depolanması hakkında yasa çıkarılır.
1900	İskenderiye	Güneş enerjili pompalar ile Hero İskenderiye deneyleri
1465	Roma	Roma kanunlarında su, deniz ve hava bölümleri yer almıştır

Kurak ve yarı-kurak bölgeler ile kum tekstürlü toprakların zayıf bitki örtüsü nedeniyle daha yüksek düzeyde erozyon etkisinde kaldığı bilinmektedir (Turnbull ve ark. 2008; Amiri, 2010). Hititlerden günümüze yerleşim merkezi olan ve tarım amacıyla arazileri yoğun kullanılan kurak iklime sahip Karapınar ilçesi de yoğun bir rüzgâr erozyonu tehdidi altındadır. 1962 yılından beri bu arazide devlet tarafından yapılan erozyon önleme çalışmaları sonucunda bu tehdidin durağan değil sürekli artış eğiliminde olduğu saptanmıştır (Tezel ve ark., 2010). Karapınar'ın kurak iklimde olması bu sorunun devamlı sorun olmasına yol açmaktadır.

Tüm dünyada kurak ve yarı kurak bölgelerde erozyonun etkilediği alanların başında da yoğun otlatma yapılan mera alanları gelmektedir (Sharma, 1997; Fente ve ark. 2004). Bitki örtüsü ile erozyon oranı arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan çalışmada 19 farklı merada 7600 noktadan ölçümler yapılarak erozyon etkisini azaltan bitki topluluklarının türleri belirlenmiştir (Karadavut ve ark., 2009).

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).

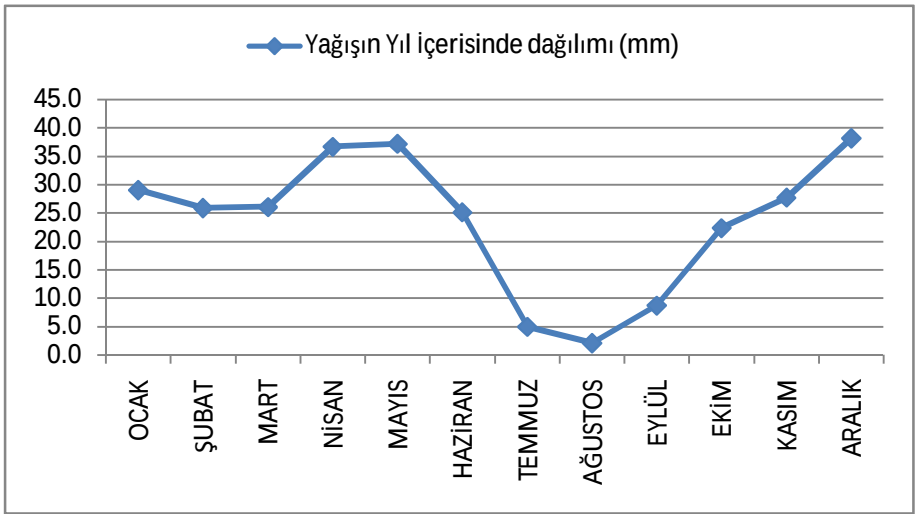
Dünyadaki hızlı nüfus artışı, sanayileşme, kentleşme ile birlikte günümüzün en önemli sorunlarından birisi de doğal kaynaklar üzerindeki baskılar ve tehditlerdir. Doğal kaynakların aşırı derecede ve yanlış kullanılmasının önüne geçmek, bilimsel esaslara dayalı olarak kullanımı ve yönetimini sağlamak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

IUCN (Doğayı Koruma Uluslararası Birliği) 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).

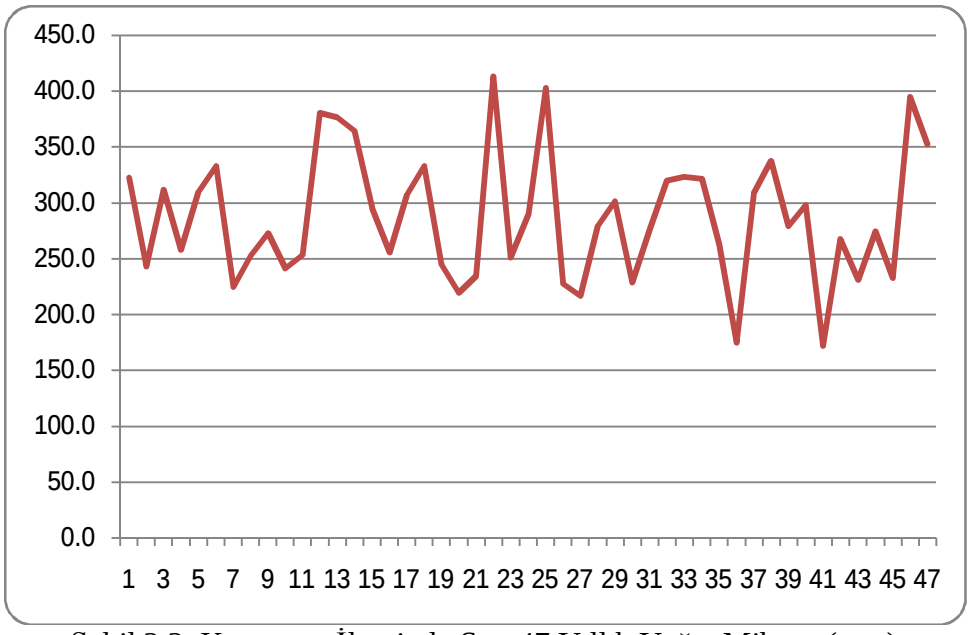
Doğal ekosistemin korunması gereğinin yaşamsal öneminden hareketle, özellikle tehlike altında olan tür ve genetik çeşitliliğin korunması düşüncesiyle farklı tipte koruma alanları oluşturulmaya başlanmıştır (Güney, 1994; Belnap, 1995).

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 düşük yağış ve zayıf bitki örtüsü yönünden rüzgar erozyonuna oldukça uygundur (Şekil 2.1, 2.2). Yağışın yıl içinde periyodik dağılışı genellikle çok düzensiz, yıl içinde düşen miktarı ise oldukça azdır (Çizelge 2.2).



Şekil 2.1. Yağış rejimi (Karapınar Meteoroloji Müdürlüğü, 2010)



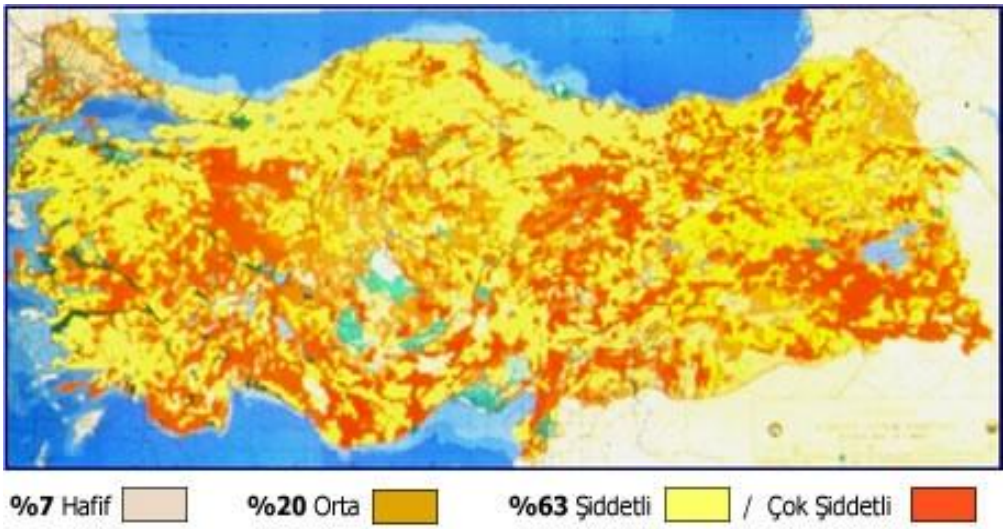
Şekil 2.2. Karapınar İlçesinde Son 47 Yıllık Yağış Miktarı (mm)

Çizelge: 2.2. Karapınar İlçesinin 1964-2010 Yılları Arası Yağış Değerleri (mm)

YILLAR	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	YILLIK TOPLAM
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	33.3	24.6	9.0	41.3	22.4	-	0.6	22.4	3.9	58.2	62.6	309.4
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	0.8	21.9	294.3
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	33.3	57.4	66.1	10.0	-	-	8.7	34.4	28.3	10.4	307.2
1981	92.6	63.5	13.9	7.4	23.8	40.1	3.4	-	2.0	6.1	18.1	62.0	332.9
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	-	-	0.3	10.1	27.4	22.7	228.3
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	20.7	10.8	1.8	23.6		87.2	322.8
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
2006	33.7	21.7	22.7	31.6	13.7	1.0	-	0.1	35.7	48.6	21.8	0.1	230.7
2007	17.0	26.0	16.6	18.7	27.7	24.2	-	2.5	15.5	11.1	72.3	42.9	274.5
2008	17.9	9.7	29.2	26.5	20.4	5.7	-	-	20.2	30.8	22.5	49.2	232.1
2009	63.8	47.8	26.1	43.8	25.8	5.9	59.0	0.0	10.9	14.7	44.8	52.3	394.9
2010	37.4	18.9	7.5	39.8	12.3	77.1	-	-	1.1	56.8	6.5	95	257.4
ORT	29.1	26.0	26.1	36.8	37.3	25.2	5.0	2.1	8.8	22.4	27.8	36.3	283.2

Yörede, bitki örtüsü toprak yüzeyini ne kadar fazla kapatırsa erozyonda beklenildiği üzere az olmaktadır. Rüzgâr erozyonunun neden olacağı bozunum, yüzeydeki bitki örtüsü miktarı ile ters orantılıdır (Abalı ve ark, 1986). Bu tip bölgelerde yüzeydeki bitki örtüsü miktarı oldukça önemli olup, korunması ve iyileştirilmesi gerekmektedir.

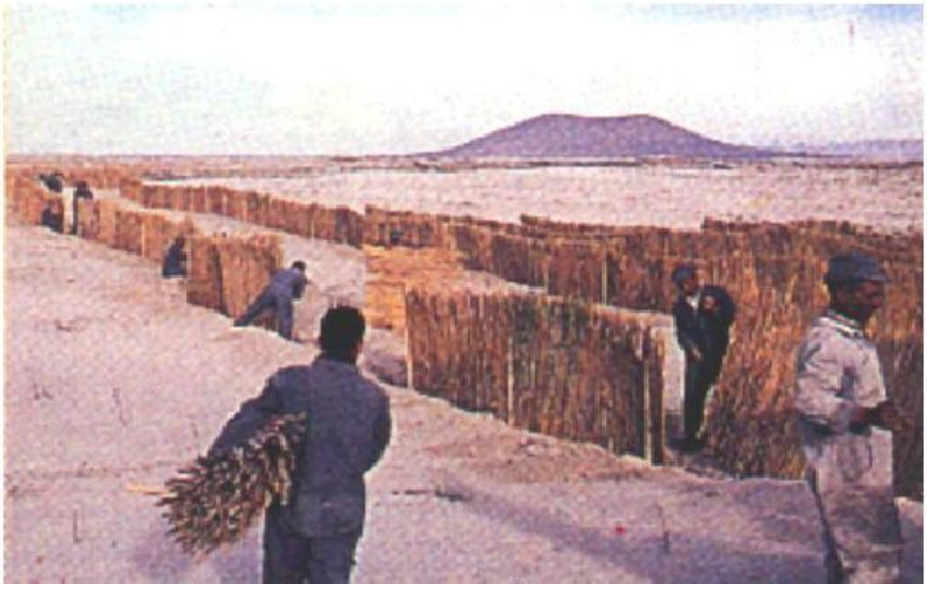
Dünyanın insanoğluna yaşam ortamı sunan ve yenilenemez olan üst katmanı olan toprak, farklı çeşit ve büyüklükte minerallerden ve organik maddeden oluşmuştur. Bu içeriklerin miktarları, oranları ve türleri toprak kalitesini ortaya koymaktadır (Kapur ve Akça, 2002).



Şekil 2.3. Türkiye Erozyon Haritası

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 (Çölleşme ile Mücadele Türkiye Ulusal Eylem Programı -UÇEP-, 2005).

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'lardan bu yana yaklaşık 50 yıldır koruma altında olan Karapınar'daki (Konya) rüzgar erozyonu kontrol ve koruma sahasındaki çalışmalar buna verilebilecek en çarpıcı örnektir (Çevik, 1998; Akça, 2001) (Şekil 2.4). 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 2.4. Karapınar Erozyon Kontrol Sahasında 1960'lı Yıllara Ait Rüzgar Perdeleri

Türkiye'deki erozyon çalışmaları yalnızca Karapınar'la sınırlı değildir. 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-Söğütlüdere 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 15–20cm'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, sığ köklülerden toprak gelişimine daha çok katkıda bulunurlar. Derin köklüler ana materyalin alt tabakalarda ayrışmasını sağlarlar. Bitkiler toprağın oluşumuna en büyük etkiyi artıkları ile yaparlar. Kökler toprağın içinde, meşcereler ise sonbahardaki yaprak dökümü ile toprağın üstünde organik madde birikimini gerçekleştirmiş olurlar. Kökler çürüyüp ayrıştıktan sonra toprakta suyun ve havanın dolaşımı için çok önemli olan bir kanal sistemi oluştururlar. Bu kanalların sayısı, boyutu ve çapları vejetasyonun türüne bağlıdır (Irmak,1972)

Bitkiler doğrudan veya dolaylı olarak toprak oluşumuna etkide bulunurlar. Bitkiler bir yandan kökleriyle solunum altındaki ana kayayı fiziksel ufalanmaya ve kimyasal ayrışmaya uğratırken, toprağa 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 çamurlaşıp 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 (tek) 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-bağlayan 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 açısında en iyi düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Karapınar erozyon koruma sahasında yaygın biçimde dikimi yapılmış olan yalancı akasya'nın (*Robinia pseudoacacia*) toprak azot ve organik madde içeriğine

olumlu etkisi olduğu kimi çalışmalarla ortaya konulmuştur. Yalancı akasyanın her yıl toprağa 75kg azot/yıl/ha ilave ettiği tahmin edilmektedir. (Boring ve Swank, 1984). Toprakta azotu artırmasından başka topraktaki 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, Ovagelmiş ve Kumluova alanlarında 1970 yılında fıstık çamı, okaliptüs ve akasya kullanılarak yapılan kumul ağaçlandırmaları sonucunda toprağın pH, azot, potasyum, fosfor, karbonat ve organik madde bakımından nasıl etkilendiği ile ilgili araştırmalar yapmışlardır.

Golovchannski 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 2.5).

Şekil 2.5. Yalancı Akasya Bitkisi

Atay (1985), akasya ağaçlarının yetişme 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 aykırı toprak koşullarına dayanım gösterebilir. Fakat bu koşullarda sadece toprak korunması ve yeşil örtü amaçlı kullanılabilineceğini 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 saptanmıştır. Tohum parsellerinde çimlenme yüzdesi % 100 olarak bulunmuştur. Araştırmacı köklendirme çalışmasının başarısını toprak yapısının belirlediğini vurgulamıştır.

Bujtas (1998), yalancı akasya, iklim istekleri yönünden, Macaristan'ın orman-step iklim koşulları ve Quercus cerris-Quercus sessiliflora yetişme bölgesinde olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle yüksek tepelik bölgelerde 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 topraklan tercih eder. Periyodik olarak sulanan, drenajı iyi topraklarda (taban suyu 150 cm’den daha aşağıda) bu tür iyi gelişme yapar. Bu tür alanlarda toprak gelişimini desteklediğini belirtmiştir. Macaristan topraklarının genetik tipi, fiziksel yapısı ve köklenme derinliği yalancı akasyanın büyümesini sınırlandırdığını ancak yalancı akasyanın bu yapıyı zaman içersinde düzenlediğini belirtmiştir.

Yalancı akasya 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 ark., 2005).

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

(Keskin ve ark.2009), tarafından 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 gelinen 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 saptamıştır. 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 (Kantarcı, 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 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 yerel koşullar olasılıkla biyolojik etkinliği yükseltmekte ve dolayısıyla ölü örtünün ayrışması hızlanmaktadır (Karatepe, 2005).

Salkım ağacı ise kök ve kütük sürgünleri verebildiği için kesildiğinde çok sayıda sürgün ile araziyi kaplamaktadır. Ayrıca yangına karşı da duyarlı 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 yetişme ortamını fıstık çamına nazaran daha hızlı iyileştirmektedir. 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 kıyı 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 aracılığıyla toprakta 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. Topraktaki organik karbon (Org-C) miktarının sahil çamı, fıstık çamı ve salkım ağacı altında birbirine yakın değerlerde bulunduğu anlaşılmaktadır (tuzlu materyalde daha az miktarda). Buna karşılık salkım ağacı altındaki toprakta tüm azot 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 (Nı) fazlalığı, ağacın köklerindeki Rhizobium bakterilerine bağlıdır (Kantarcı, 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 saptanmıştır. Bu bakteriler kök bölgesinde %93 ve rizosferde ise %100 oranında bulunmuştur.

Karapınar erozyon koruma sahasında yaygın olan diğer bir ağaç türü bademdir (Şekil 2.6.).

Şekil 2.6. Bademlik alan

Holtz ve ark. (2004), badem ağaçlarını 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 arterken 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.

Arazi kullanımındaki değişimler toprak kalitesi ve sürdürülebilir bir ekosistem üzerine başlıca bir etkide bulunabilir. Ancak, toprak kalitesi üzerine bu

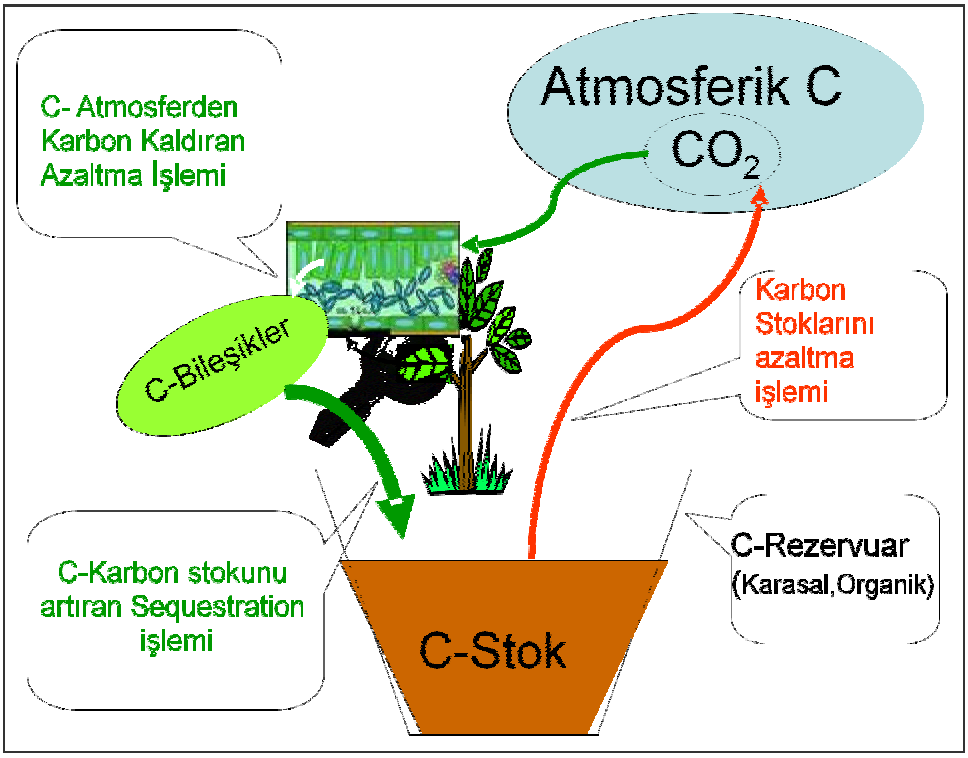
değişimlerin etkisi özellikle koyunlar tarafından aşırı derecede otlatılan heterojen zayıf gelişmiş meralarda iyi anlaşılamamıştır. Bu amaçla İran'da bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada, kısa vadede sürekli aşırı derecede otlatılan meralardan badem ağaçlarına kadar arazilerde toprağın kalitesini değiştiren 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 mineralizasyonu, 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.

2.2.Karbon Stoku

Karbon stoku, organik ve inorganik, özel zamanlarda karbonu bir depo içinde tutan saf bir karbon (tüm organik bileşiklerle birleşmiş karbon elementi) miktarıdır (Lal, 2006). 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 2.7). Atmosferdeki tüm karbon, CO_2 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, 2006).

Atmosferden CO_2 kaldıran işlem, evrensel fotosentez olayıdır. Rezervden karbon kaldırımı bozunma/çürüme (dekompozisyon) olayını etkiler (Özbek ve ark, 1993). Biyoçeşitliliğin başlıca diğer bileşenleri, özellikle bakteriler, rezervden sağladıkları karbon bileşiğini atmosfere salınmış CO_2 gazına çevirirler.



Şekil 2.7. Karbon döngüsü

2.2.1.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 2.8.) bitkinin kaplama derecesi ile bağlantılıdır. 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. Bu da atmosferde küresel ısınmayı arttırır. Sera gazlarındaki artış da atmosfere olan ikinci etkiyi arttırarak

atmosferik karbon tutumundan sorumlu bitkilere zarar verir. Sonuçta, atmosferde sürekli CO_2 birikmeye başlar ve bu da küresel ısınmaya neden olur. Toprağın alt bölümlerindeki karbon stoku (AKS) toprağın kalitesini gösteren önemli değişkendir. 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 var olan 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 eğilimine değil aynı zamanda bozunum ve çölleşmenin karşılıklı olarak artmasına da neden olur. Diğer taraftan, karbon stokunun artması arazi bozunmasının, 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 2.8. Toprakta organik madde birimi

2.2.2.Topraktaki Organik Karbonu Yönetimi

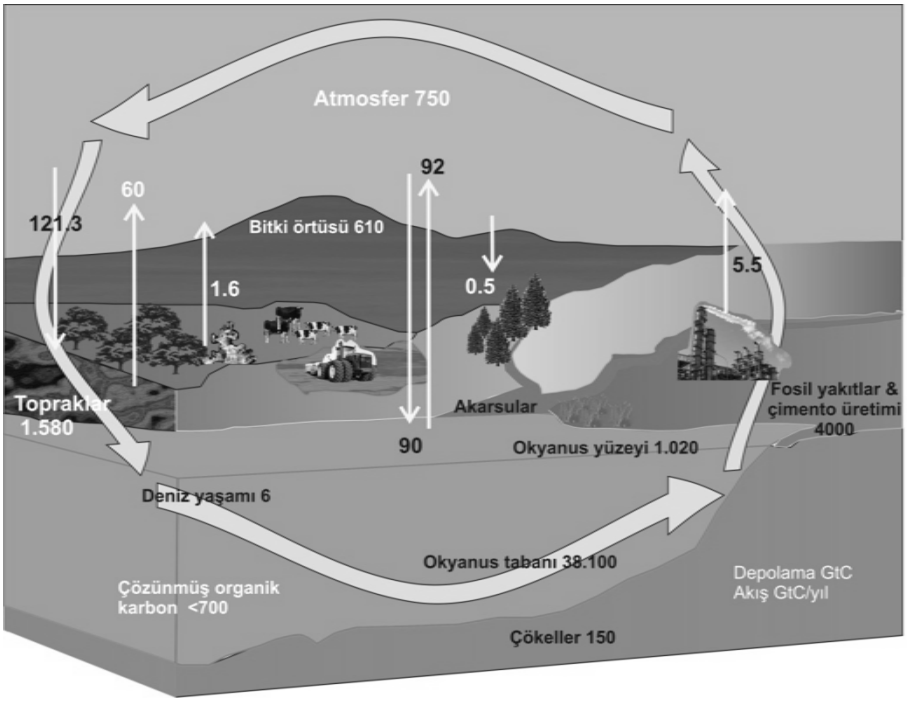
Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde toprağın tarımsal üretkenliğinin azalması tarım, mera, orman vb alanların amacı dışında kullanılarak kısmen insan etkili toprak kalitesi kaybına neden olmaktadır (UÇEP, 2005). Toprak kalitesi ve tarımsal verimlilik arasındaki pozitif ilişki aynı şekilde toprak organik karbonu ve toprak kalitesi arasında da bulunmaktadır. Dolayısıyla devam eden bozunma süreci toprak kalitesini azaltmaktadır. Bozulan ekosistem ve tarımsal topraktaki organik karbon da ayrıştırarak CO_2 ve CH_4 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 CO_2 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).

2.2.3.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 2.9) (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 etkinliğin devamlılığını da sağlar (Akça ve ark. 2008; Lal, 2008).

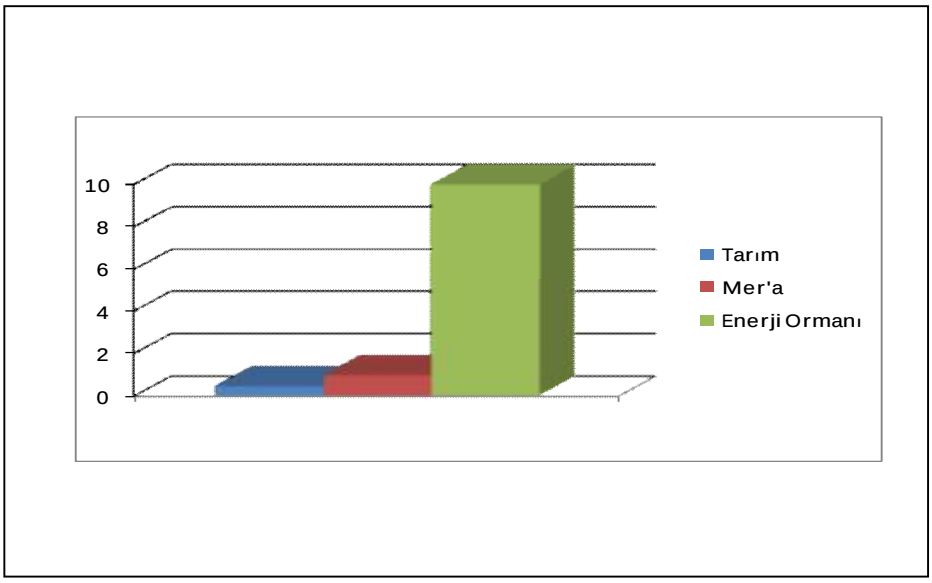


Şekil 2.9. Küresel Karbon Döngüsü (Asan, 2006)

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 bütünleştirilmesi gerekmektedir.

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 (UÇEP, 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 CO_2 halinde tekrar atmosfere dönmektedir. Ormanlarda bağlanan karbonun CO_2 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 2.10) (Zengin, 2005).



Şekil 2.10. Farklı Bitkisel Ekosistemlerde Biriken Karbonun Depolanma Süresi (Zengin, 2005).

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 aşınımının ise %46,2 arttığını, toprak organik maddesinin % 48,8, organik karbon içeriğinin %43, yarayışlı su kapasitesinin % 30,5 ve toplam gözenekliliğin %9,1 azaldığını yapılan analizlerle ortaya koymuşlardır.

2.3. Konu üzerinde uluslararası düzeyde yapılmış çalışmalar

Arjantin'in Pampa bölgesinde otlatmanın artmasından dolayı yarı kurak meraların bozulması çevre bilimciler arasında endişenin doğmasına neden olmuştur (Quiroga ve Esterich, 2005). Pek çoğu konu üzerinde çalışmasına rağmen, bu çevrelerde toprak özellikleri üzerine ait çok az bilgi bulunmaktadır. Bu nedenle yapılan çevre çalışmaları yeterli bilgi vermediğinden uygun yöntemlerin seçiminde zorluklar ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte toprak özelliklerini temel alan bir çalışmada; 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 (TOK), katı organik C (KOK) , 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 18cm kadar 6cm 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 TOK arasında önemli pozitif ilişki bulunmuştur. Üst TOK'u standart biyokütle ile ilişkili olduğu ve KOK ile TOK arasında da güçlü bir bağlantı saptanmıştır. En yüksek TOK ve KOK kumlu-kil topraklarda bulunurken, en yüksek TOK/KOK oranı killi topraklarda bulunmuştur. Tekstürel farklılıklardan dolayı agregat hacim dağılımı 1-8 mm arasında bulunmuştur (Buschiazzo ve ark. 2007).

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.

Neufeldt ve ark. (2002). Brezilya'da farklı toprak tekstürü ve arazi kullanımının toprak organik maddesi üzerine etkisini killi ve tınlı tekstüre sahip olan 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 korumacı uygulamaların yapıldığı arazi ve geleneksel uygulamaların yapıldığı 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.

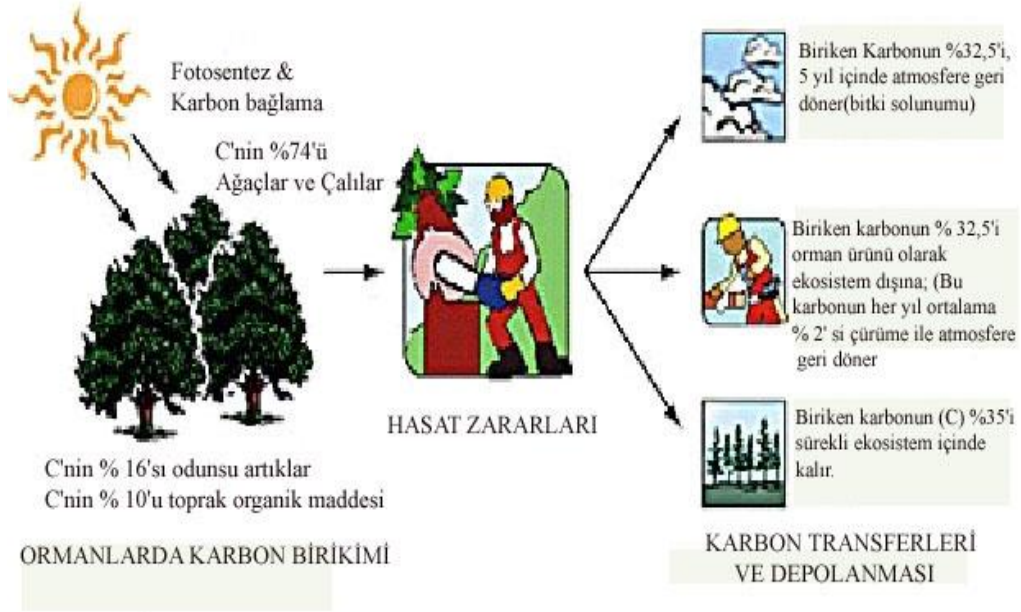
Grerup ve ark. (2006), Güney İsveç'te farklı kullanımlar öncesi benzer özelliklere sahip olan uzun süre toprak işleme yapılan bir arazi ile meşe ormanında toprağın kimyasal özelliklerindeki değişimleri incelemişlerdir. Yapılan analizlere göre toprak işleme yapılan alanlarda toprakta azot, karbon ve asitliğin 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 saptamışlardır. 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 bulunduğundan organik maddenin artışı, toprakların su ve rüzgar erozyonuna uğramalarını engellemektedir (Jones, 1991). Organik maddenin strüktür stabilitelerini (agregat dayanıklılığını) arttırıcı özelliği başka araştırıcılar 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 2.11). Orman ürünleri içinde stoklanan karbonun her yıl % 2 oranında azaldığı tahmin edilmektedir (Wayburn ve ark, 2000).



Şekil 2.11. Karbonun Orman ve Orman Ürünlerinde Depolanma Süreci (Wayburn ve ark, 2000).

Çeşitli bitki örtülerinin toprak organik karbonu üzerine olan etkisinin incelendiği çalışmada çalımsı alanların tüm toprak profilinde TOK'a en yüksek katkıya (%77) neden olurken yüzey horizonlarında orman örtüsünün %50 ile en yüksek katkıyı yaptığı saptanmıştır. Tek yıllık bitkiler ise tüm profilde %43, yüzey horizonlarında %42 katkı yaparak her iki örtü değerinin arasında yer almışlardır (Jobbagy and Jackson, 2000).

2.4.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 465.913 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 ve ark., 1986).

Aşağıdaki çizelgeler ülkemizde illere göre alan olarak ve ülke düzeyinde rüzgar şiddetine göre rüzgar erozyonu durumunu vermektedir (Çizelge 2.3) (Abalı ve ark., 1986).

Çizelge 2.3. Rüzgar Erozyonunun İllere Göre Dağılımı

İLLER	RÜZGAR EROZYON ALANI (ha)	% ORAN
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 2.4. Rüzgar Erozyonun Türkiye Konya İlindeki Dağılımı

Erozyon Şiddeti	Türkiye'de Rüzgâr Erozyon Alanları (ha)	Konya İlindeki Rüzgar Erozyon Alanları (ha)
Hafif	165.664	124.521
Orta	231.041	138.794
Şiddetli	64.385	56.678
Çok Şiddetli	4.823	2.481

Çizelgeler'den (2.3, 2.4) de görüldüğü gibi ülke düzeyinde en geniş rüzgâr erozyon alanı Konya İli sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu alanların çoğunluğu da orta ve çok şiddetli rüzgâr erozyonunun etkisi altındadır.

2.4.1. Rüzgar Erozyonunun Tanımı, Özellikleri ve Oluş Nedenleri

Toprakların rüzgâr etkisi ile bulunduğu yerden aşındırılarak taşınması ve başka yerde birikmesi olayına "Rüzgâr Erozyonu" denir. Tanımından de anlaşılacağı gibi rüzgâr erozyonu üç bölümden meydana gelir.

1. Aşınma
2. Taşınma
3. Birikme

Rüzgâr 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.

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

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

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

1. Sıçrama; Parçacıkların ilk 1 metrelik kısımda oluşturduğu ve yüzeye 6-12°lik açı ile düştüğü hareket tipidir. Parçacıklar 0.1-0.5 mm çapındadır.
2. Havada asılı hareket: Parçacıkların 1 metrelik kısımdan daha yukarıda ki hareketlerini içermektedir. Parçacıklar0.05-0.1 mm çapındadır.
3. Yüzeyde sürüklenme: 0.5-2 mm çap arasındaki parçacıkların yüzeyde sürüklenerek yaptığı harekettir.

2.4.2. 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 sıralanabilir (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 evaporasyona neden olan yüksek sıcaklıkları ve kurak olması (yıllık yağış miktarı 260-280 mm, yıllık ortalama sıcaklık 11-12C^o çevresindedir).
3. Hayvancılık yönünden yörenin son derece zengin olması. Bölgede genelde mera hayvancılığı yaygın olup koyun beslenmektedir. Koyun merada dipten otlama yaptığı ve meranın taşıma kapasitesinin üzerinde otlatma yapıldığından mera bozunumu çok fazladır.
4. Meralarda hayvanların sevmediği, fakat toprağı tutucu özelliği çok olan bazı bitkiler (geven, tapir, sığırkuyruğu 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 diskaro gibi aletler kullanılması ile erozyonun artmasına neden olunması. Bu koşullarda, kulağı küçültülmüş pulluk ve kazayağı ile birlikte tırmık kullanılması önerilmektedir.
6. İlçe arazilerinin etkili rüzgar kuşağı üzerinde bulunması. Türkiye'de 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.

2.4.3. Problemli Sahalar Üzerinde Yapılan Çalışmalar

2.4.3.1. Kumul Tepeleri (Barkanlar) 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 50m eninde, 240m uzunluğunda yarımay (hilal) şeklinde kumul tepeleri oluşmuştur. Bu tepelerin eğimi, rüzgar esiş yönünde % 5-17, diğer yönlerde ise %20-48'dir. Bu sahadaki eksibelerin kökenini oluşturan 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 geleceğinin kurtarılması hedeflenmiştir. Bu saha üzerinde yapılan ıslah çalışması birbirinin devamı olarak iki kademede gerçekleştirilmiştir (KHGM, 1986).

2.4.3.2. Fiziksel Önlemler (Kamış Perdeler)

Bitki örtüsünden yoksun, rüzgar etkisi ile hareket edecek özellikteki kumul tepeleri üzerine önce rüzgarın hızını kırıcı, hareketi önleyici kamış perdeler oluşturulmuştur. Bu perdelerin özelliği baskın rüzgar esme yönüne dik olarak yapılmaları, 1.5-2.0m yüksekliğinde ve iki pirde arası mesafesi, perde yüksekliğinin 8-10 misli olmalarıdır. Kamış perdeler bölge şartlarına göre ekonomik olduğu için tercih edilmiştir. Kamış 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 (Şekil 2.12, 2.13)

Şekil 2.12. Rüzgar perdeleri genel görünüm

Şekil 2.13. Rüzgar perdeleri aralıkları

2.4.3.3.Kültürel Önlemler

2.4.3.3.(1). Bitki Örtüsü Oluşturma

Kamış perdeler oluşturulup rüzgarın hızı kısmen kesildikten ve kum hareketi durdurulduktan sonra birinci aşamada perdeler arasında doğal bitki örtüsünün oluşturulmasına çalışılmıştır. Burada amaç toprak yüzeyini iyice kapatmak ve kum hareketini iyice durdurmaktır. Bitki örtüsü oluşturmada 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).

2.4.3.3.(2). Ağaçlandırma

Kamış perdeler arası otlandırıldıktan sonra toprak hareketini tamamen durdurucu ve uzun süre kalıcı önlem olan ağaçlandırma çalışmalarına geçilmiştir. Gerek saha içerisinde kurulan fidanlıklardan gerekse diğer yerlerden sağlanan 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) (Şekil 2.14).

Şekil 2.14. Ağaçlandırma bölgesi bitki örtüsü

2.4.3.3.(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 eğimi rüzgar geliş yönünde % 30-60, rüzgar gidiş yönünde ise % 5-19'dur. Bu bitkiler kurağa dayanıklı yöreye özgü bitkiler olup, tapir (*Marrubium parviflarum*), geven (*Astragalus micracophalus*), yandak (*Alhagi camalorum*) ve püren (*Artemisia sp.*) dir.

Bu durumdaki sahalar arazi tel çit ile çevrilip hayvan ve insan etkisi kaldırılınca var olan bitkiler kendi kendisini tohumlamayla, diğer bitkilerin ise birçoğu yeniden aşılanarak çoğaltılmış ve bugün toprak yüzü gözükmeyecek derecede bitki örtüsü ile kaplanmıştır. Sonuçta meraların otlatılmamasının etkisi büyük olmuş ve doğal bitki örtüsü yeniden oluşmuştur. (KHGM, 1986) (Şekil 2.15).

Şekil 2.15. Koruma altına alınmış mera bitki örtüsü

2.4.3.3.(4). Erozyona Duyarlı Düz Topraklar Sahası

Bu sahalar üzerinde hiçbir bitki örtüsü bulunmayan, geçmişte kuru tarım yapılmış, erozyon nedeniyle terk edilmiş tarım arazileridir. Bu arazilerin 1400 hektarı sahada erozyon önleme çalışmaları yapılıp başarı kazanılınca (1960larda yöre halkı tarafından terk edilen) bu yerlere yeniden gelip yerleşen ve hala kontrol altında tarım yapılan 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 baskın 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 örnek meyvecilik yapılmaktadır. Ayrıca Genel Müdürlüğün ülke düzeyindeki erozyon önleme alışmalarında kullanılmak üzere fidanlıklar ve çayır mera tohum üretim tesisleri bulunmaktadır (KHGM, 1986).

2.4.3.3.(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 yapılıp, 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) (Şekil 2.16).

Şekil 2.16. Bazalt ana materyali üzerindeki bitki örtüsü

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 kg/m^2/yıl olarak saptanırken şeritvari kontrol sistemleri şeklinde tarımsal etkinliklerin uygulandığı işlenen alanlarda taşınan çökel 1.873 kg/m^2/yıl olmuştur. Bununla birlikte hiçbir kontrol önlemlerinin alınmadığı, toprakların tamamen bozunduğu çıplak alandan taşınan çökel mera alanından 1549 kat, işlenen alandan 1121 kat gibi inanılmaz boyutlarda olarak 2099.714 kg/m^2 /yıl olarak gerçekleşmiştir. Bu dramatik değerler bölgenin potansiyel rüzgâr erozyonu bakımından çok duyarlı olduğunu göstermektedir. (Akça ve ark, 2008).

Rüzgar erozyonu eşitliğinin Orta Anadolu koşullarında uyarlığını, 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 15-20cm'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, 1979)

3. MATERYAL VE METOD

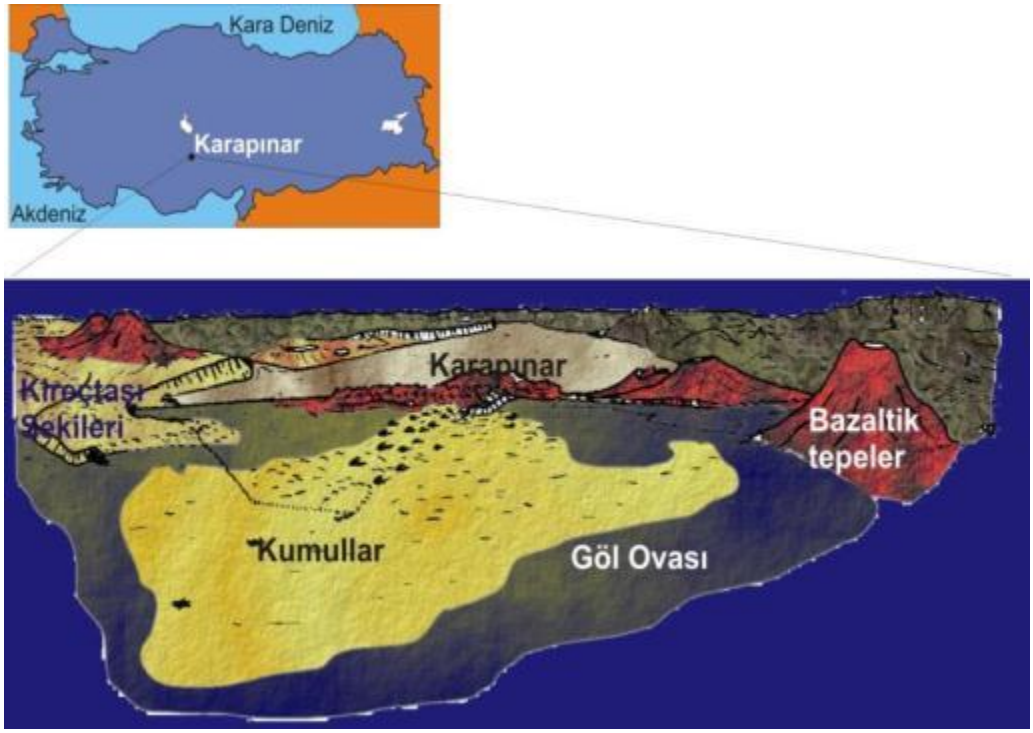
Araştırma konusu son elli yıllık süreçlerdeki toprak kalitesindeki değişimi temel aldığından arkeometrik yaklaşıma uygunluk göstermektedir. Çünkü arkeometri çalışmalarından tarihsel olduğu kadar yakın geçmişteki değişimler, kullanımlar da çalışma konusu olabilmektedir (Gordon ve Buikstra, 1981; Akça ve ark. 2008).

3.1. Materyal

Çalışma Konya'ya bağlı Karapınar ilçesinde 1960'lı yıllardan günümüze koruma altında olan Rüzgâr Erozyonu Koruma ve Kontrol İstasyondaki (Şekil 3.1, 3.2) farklı toprak serileri ile farklı bitki örtüsü altından alınan örneklerde yapılmıştır (Groneman, 1968; Akça, 2001). Bu bağlamda 4 farklı bitki örtüsünden (ağaç, doğal mera, tarım arazisi ve üç farklı toprak sınıfından örnekleme yapılmıştır (Tarım toprakları, mera alanları – Calcisol, Kumul alanlar – Leptosol, Tarım toprakları, Mera alanları -Cambisol).

Karapınar, Konya-Adana karayolu üzerinde olup, Konya'ya 95km uzaklıktadır. Nüfusu 47.000 civarında ve yüzölçümü 4315km^2'dir. Kuzeyi ve batısı Konya Ovasının devamı olup, doğudan Karacadağ, güneyden ise Andıklı, Küçük ve Büyük Kartan tepe ile çevrilidir (Şekil 3.2).

Şekil 3.1. Karapınar'ın konumu



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.

3.1.1. 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 15mm'dir. Proje sahasında yaz aylarındaki yüksek sıcaklık, yıl boyunca toprak profilindeki düşük nem topraktaki organik madde miktarının azalmasına ve sonuçta toprakların fiziksel ve kimyasal kalitesine olumsuz etki etmektedir (Bot and Benites, 2005). Isı farkı nedeniyle vejetasyonda oluşan bu azalmalar toprağa olan organik madde döngüsünün azalması nedeniyle bozunum, çölleşme ve sonuçta rüzgar erozyonunu artırıcı rol oynamaktadır.

Yağışların yıl içerinde dağılışı ve miktarının, 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 nedeniyle bozunum süreci hızlanmış sonuçta çölleşmenin bir sonucu olan rüzgar erozyonu etkin hale gelmiştir. Araştırma yerinin 35 yıllık uzun yıllar ortalama bazı iklim elemanlarına ait değerleri ise aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.1) (DMİ, 2010).

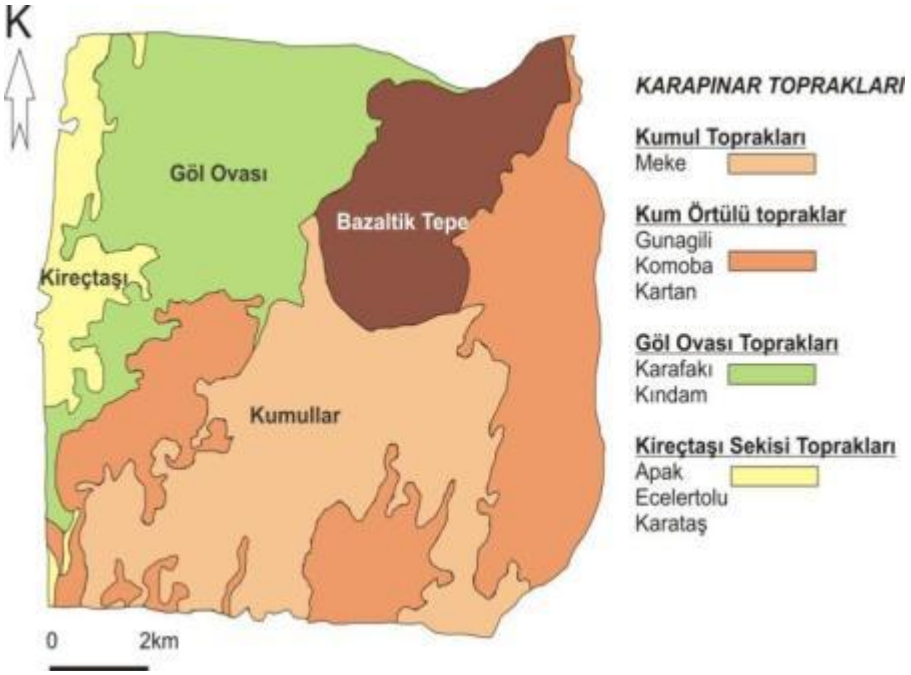
Çizelge 3.1 Araştırma yerinin uzun yıllar (1975-2010) iklim değerleri

İklim elemanları	A Y L A R											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ort. sıc °C	-0.4	0.6	4.9	10.7	15.4	19.7	23.0	22.2	17.6	11.6	5.4	1.4
Maks. sıc °C	19.6	21.4	28.0	31.4	36.0	37.3	41.2	38.8	36.2	33.2	25.3	21.4
Min.sıc.°C	-21.6	-26.8	-22.8	-8.0	-3.1	2.8	5.0	3.9	-3.3	-6.4	-17.7	-23.2
Yağış mm	30.2	25.3	25.5	41.4	35.9	27.1	5.3	3.0	7.4	24.1	27.4	36.3
% Nem	77	74	66	61	59	52	45	46	51	62	72	77

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

3.1.2. Bölgenin Toprak Özellikleri

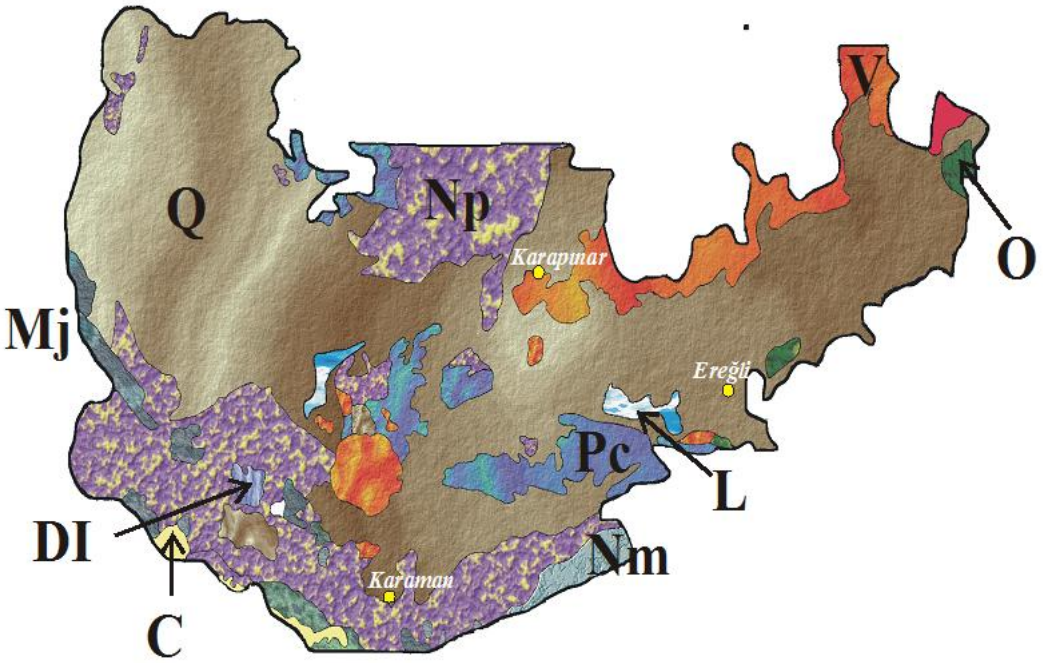
Karapınar'da topraklar eski göl depozitleri üzerinde oluşmuş genellikle alüviyal kökenlidir. Topraklar çoğunlukla Toprak Sınıflamasına göre (Soil Survey Staff, 2006) İnceptisol ve Entisol, Dünya Kaynak Veritabanına göre (WRB, 2006) Calcisol, Cambisol ve Leptosol sınıflarına girmektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Karapınar'da yer alan toprak serileri (Groneman, 1968; Akça, 2001)

3.1.3. 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 tüf 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 tüf çökellerinden oluşan elips seklindeki koni, koyu siyah renkli kompakt görünümdedir. Bu koninin Acıgöl ve Meke Gölü kraterlerinin volkanik faaliyetinin son safhasında oluşan patlama krateri olduğu ve lavlarının bazalt, trakibazalt ve andezit bileşimli olduğu' belirlenmiştir (Bas, Ayhan, 1985). Yaşı Pliyokuvarternerdir. Tabanda Cihanbeyli formasyonunu kesen Karacadağ volkaniği üstten açılı uyumsuzlukla Kuvarterner yaşlı alüvyon tarafından örtülmektedir. Alüvyon inceleme alanının batısında ve güneyinde gözlenmekte olup çakıl, kum, kil ve silt depolarından oluşmuştur (Şekil 3.4).



C Kretase: Başlıca marn, serpantin ve radyolarit
O Oligosen: Başlıca jips ve çözünebilir tuzla
Nm Neojen: Başlıca Miyosen denizel kireçtaşı
Np Neojen: Başlıca Pliyosen dizilimli tatlı su kireçtaşı
Q Kuvarterner: Başlıca alüviyal ve göl sel karbonatlı kil l
DI Diyorit
V Volkanik oluşumlar (bazaltik, tüf ve andezitik)
L Göller

Şekil 3.4. Konya Kapalı Havzasının Genel Jeolojisi (Çörekçioğlu, 1994)

Yapısal jeoloji İnceleme alanının ana tektonik yapısını KD-GB gidişli Karapınar fayı oluşturur. İnceleme alanını boydan boya keteden Karapınar fayı eğim atımlı normal bir faydır. Fay doğusundaki kesimi; çökerken batisi 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 yaşlı alüvyonları kesmekte ve yöredeki obrukların büyük bir bölümü Karapınar fayının batısında yer almaktadır (Şekil 3.5). (Göçmez ve ark, 2001)

Şekil 3.5. Karapınar bölgesindeki yeni oluşan obruklardan görüntü (Okur, 2010)

3.1.4. Bitki Örtüsü Durumu

Karapınar (Konya) ve çevresinin florası üzerine 1992-1993 yılları arasında bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, araştırma bölgesinde 42 familya ve 177 cinse ait 227 takson tespit edilmiştir. Araşırma alanında en fazla taksona sahip olan familyalar, Poaceae (Gramineae) 29, *Compositae* (*Asteraceae*) 28, *Cruciferae* (*Brassicaceae*) 20, *Chenopodiaceae* 18, *Leguminosae* (*Fabaceae*) 16 ve *Labiatae* (*Lamiaceae*) 15'dir. Türlerin floristik bölgelere göre dağılımında Iran-Turan kökenliler %21.58, Akdeniz %5.27 ve Avrupa-Sibirya %2.2 oranında bulunur. Bölgedeki bitkilerin %2,2'si endemiktir (Okur, 2010).

Okur (2010), Konya-Karapınar arası bölgesindeki alanda yapılan vejetasyon çalışmasında yedi bitki birliği saptamıştır. Bu birlikler aşağıda verilmiştir.

1. *Astragaletum lycio-microcephalii* birliği,
2. *Salsola ruthenicae-Alhagietum pseudalhagi* birliği,
3. *Marribio parviflori-Salvietum cryptanthae* birliği,
4. *Petrosimono brachiati-Artemisietum santonici* birliği,
5. *Heliotropi dolosi-Pegnetum harmalae* birliği,
6. *Petrosimonietum nigdeensio-brachiatae* birliği,
7. *Alopecuro arundinaceae-Phragmitetum australis* birliğidir.

Karapınar ve çevresinde yapılan floristik ve sosyolojik çalışmada Karapınar erozyon alanındaki durumu, 1962'li yıllardaki ilk durumu, daha sonra Birand (1970)

ve Khan (1976) tarafından yapılan ve Bağcı (1993) ile Akça (2001) tarafından yapılan çalışmada koruma sonrası önemli bitki örtüsü değişiklikler olduğu saptanmıştır.

Karapınar erozyon sahası içerisinde azda olsa endemik bitkiler de bulunmaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır;

1. *Cousinia birandiana* Hub.-Mor.
2. *Alkana tincto*ria (L.) Tauscch.
3. *Alyssum pateri* Nyar
4. *Hesperis kotschyi* Boiss.
5. *Nepeta congesta* Fisch. Et Mey.
6. *Wiedemannia orientalis* Fisch. Et Mey.
7. *Astragalus lycius* Boiss.
8. *Onobrychis armena* Bioss et Huet.
9. *Sphaerophysa kotschyana* Boiss.
10. *Consolida glandulosa* (Boiss et Huet.) Bornm.
11. *Delphinium cinereum* Boiss.
12. *Linaria corifolia* Desf.
13. *Veronica multifida* L.
14. *Caragana leiocalycina* (Hub.-Mor.) Hub.-Mr.
15. *Astragalus victoriae* Podlec & Kirchhoff.

Karapınar erozyon sahasında erozyonu önlemede kullanılan en önemli bitkilerden bazılarının isimleri Okur (2010) tarafından aşağıdaki biçimde verilmiştir;

1. *Marrubium parviflorum* Fish. Et Mey.
2. *Salvia cryptantha* Montbret et Aucher ex Bentham
3. *Phlomis armeniaca* Wild.
4. *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Desv.
5. *Astragalus microcephalus* Wild.
6. *Astragalus lydius* Boiss.
7. *Astragalus lycius* Boiss.
8. *Artemisia santonicum* L.
9. *Artemisia campestris* L.

10. *Festuca valesiaca* Schleicher ex Gaudin
11. *Stipa arabica* Trin et Rupr.
12. *Stipa holosericea* Trin.

Ağaç çeşidi olarak ise; iğde (*Eleagnus sp.* L), akasya (*Robinia pseudeaccacia*), dişbudak (*Fraxinus sp.* L), Karaağaç (*Ulmus sp.* L) ve akçaağaç (*Acer sp.* L) gibi kuraklığa dayanıklı yerel türlerdir.

Bazı deneme sonuçları İç Anadolu'da Karapınar civarında kum yataklarının varlığını ortaya çıkarmıştır (Kuzucuoğlu ve ark. . Kumul sistemleri, Üst Pleyistosen ve Holosen zamanında değişikliği uğramış Konya Eskigöl'ünün düzeyi ile ilgilidir. Karapınar güneyindeki ana kumul sistemi eski gölün çekilmesi sonucu kıyısında oluşan kıyısal rüzgârların sonucudur. Bu günümüzden önce 21.000-17.000 yaşındaki sedimentleri kapsamaktadır. Holosen zamanında oluşan iklim değişiklikleri kumların iç kısımlara doğru hareket etmesine neden olmuştur.

Konya Toprak Su Araştırma Enstitüsü Karapınar istasyonu koruma altındaki yaklaşık 30 000 dekar Mera alanında yürütülen TAGEM Ulusal Mera Kullanım ve yönetim Projesi kapsamında yapılan çalışmada genel olarak tespit edilen bitkiler aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.2, 3.3) (Akça, 2001; Okur, 2010).

Çizelge 3.2. Karapınar Bölgesinde yaygın mera bitkileri (Akça, 2001)

Tür		Yerel Adı	Bulunurluğu	Baskınlığı
Stipa	holosericea		3	3
Salvia	cryptanta	Tapir	+	2
Astragalus	microcephalus	Geven	+	2
Centaurea	depressa	Peygamber çiçeği	+	1
Bromus	tectorum		1	1
Scorzonera	mollis		+	1
Scabiosa	argentea	Uyuz otu	+	1
Echinops	ritro	Eşek dikeni	+	1
Lappula	barbata		+	1
Anthemis	tinctoria	Papatya	+	1
Poa	bulbosa		+	1
Isatis	tinctoria	Çivit otu	+	1
Glassium	filavum		+	1
Xeranthemum	annuum		+	1
Prangos	meliocarpa		+	1
Velezia	rigida		+	1
Cousinia	birandiana		+	1
Peganum	harmala	Üzerlik otu	+	1
Eremopyrum	orientalis		+	1
Salsola	kali	Soda otu	+	1
Cynodon	dactylon	Ayrık	+	1
Ziziphora	taurica		+	1
Artemisia	campeste		+	1
Astragalus	lycius	Geven	+	1
Papaver	argomena	Gelincik	+	1

Çizelge 3.3 Koruma altındaki sahada yapılan çalışmada genel olarak saptanan bitkiler (Okur, 2010).

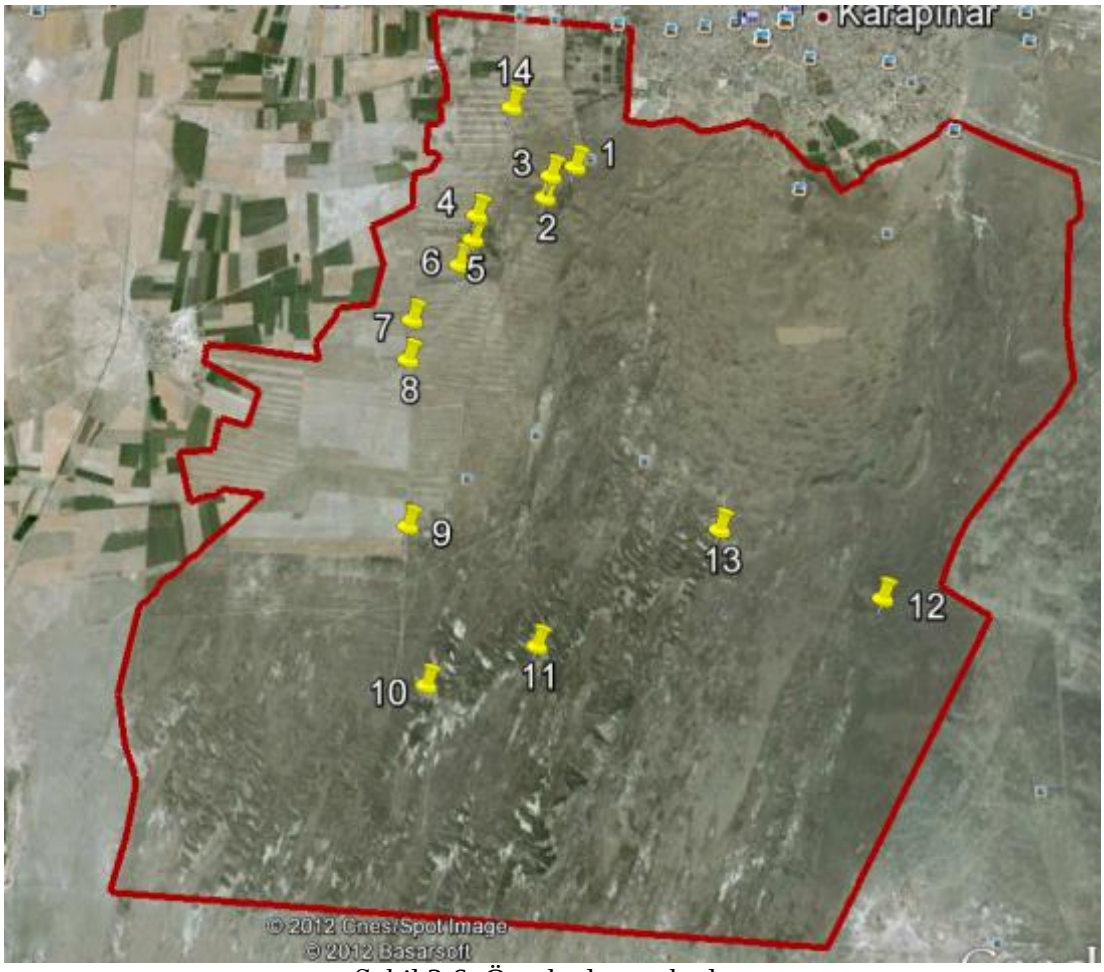
Türler	**%**
Festuca ovina	29,8
Centaurea virgata	17,6
Euphorbia kotschyana	10,1
Alhagi pseudalhagi	5,9
Astragalus microcephalus	5,0
Scabiosa argentea	4,6
Scorzonera cana	3,4
Centaurea urvillei	3,4
Taeniatherum caput-medusae	2,9
Polygonum cognatum	2,9
Plantago lanceolata	2,5
Cichorium intybus	2,1
Centaurea solstitialis	2,1
Anthemis tinctoria	2,1
Erysimum crassipes	1,7
Hordeum bulbosum	1,3
Cirsium arvense	1,3
Anthemis cretica	0,4

3.1.5. Tarımsal Yapı ve Üretim

Karapınar'da 2010 yılı verilerine göre 1.911.844 dekardır. Bunun 913.000 dekarı ekilen alan, 458.360 dekarı nadas, 11.210 dekarı sebze ve 2.025 dekarı ise meyve bahçelerine ayrılmış durumdadır (TÜİK, 2010). Karapınar'da 1.911.844 dekar tarım arazisinin, yaklaşık 420.000 dekarı Kooperatiflere ve özel şahıslara ait kuyulardan sulanmaktadır. Devlet Su İşleri sorumluluğunda 30 adet sulama kooperatifi bünyesinde mevcut 499 kuyudan 249.000 dekar arazi özel şahıslara ait 3.000 civarında kuyudan 171.000 dekar arazi olmak üzere Kooperatif ve özel şahıs kuyuları ile toplam 420.000 dekar arazi sulanmaktadır. Ayrıca 1.000.000 dekar arazi sulanabilir özelliktedir. Yaklaşık 244.000 dekar arazide sulanamaz özelliktedir. İlçede ekilebilen alanların her yıl yaklaşık 600.000 dekarı nadasa bırakılmaktadır.

3.2. Metod

Farklı kullanım ve topraklardan toplam öndört örnek horizon asalına göre alınmıştır (Soil Survey Division Staff, 1993; Dinç ve Şenol, 1997) (Şekil 3.6). Örneklerde toprak kalitesindeki değişimi saptamak amacıyla organik karbon modifiye edilmiş Lichterfelder yöntemiyle (Schlichting ve Blume, 1966), alınabilir fosfor (Olsen et. al., 1954 ve Kaya, 1982), tekstür (Bouyoucos, 1962), tuz, pH ve kalsiyum karbonat (USDA, 1954), demir, bakır, çinko ve bakır DTPA-ASS analizleri yapılmıştır (Lindsay and Norwell, 1978). Alınan örnek değerleri 1979, 1980, 1999 ve 2001 verileriyle karşılaştırılarak kalite değişimi saptanmaya çalışılmıştır.



Şekil 3.6. Örnek alım noktaları

3.2.1. Profil Yerlerinin Saptanması ve Örnek Alımı

Arazideki bitki örtüsü 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 duyarlı davranılarak dört farklı alandan toplam öndört örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.6). Örneklemeler yüzey horizonlarından ilk 10 cm. de yapılmıştır çünkü önceki çalışmalarda (Akça, 2001 ve Okur, 2010) yüzey altında organik madde düzeyi çok düşük saptanmıştır.

A. 1960'lı yıllardan günümüze koruma altında olan, üzerinde hiçbir tarımsal faaliyet yürütülmemiş Rüzgâr Erozyonu Koruma ve Kontrol İstasyondaki eski göl tabanlarını örten Günağılı toprak serisi (Şekil 3.3)
B. Tarım etkinlikleri yürütülen Karafakı toprak serisi (Şekil 3.3, 3.5, 3.6).
C. Kumul alanlar. Ağaçlandırma ve doğal bitki örtüsü sahası (Şekil 3.3, 3.5, 3.6, 3.7).
D. Bazaltik oluşumlar üzerinde gelişen ve üzeri kumullarla örtülü olan Kartan Serisi (Şekil 3.3, 3.5, 3.6).

Şekil 3.7. Kumul alandan örnekleme

3.2.2. 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 saptanmaktadır. Kullanım yaklaşımı aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. ÇDİ tanımlaması ile 50 yıllık süreçteki koruma etkisi saptanarak sonraki yıllar için bir öngörü oluşturulması planlanmıştır. Ayrıca arazi de koruma başlamadan önceki değerler de dikkate alınarak günümüzdeki ve geçmişteki duyarlılık verileri karşılaştırmıştır (Çizelge 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7).

3.2.3. Toprak Kalite İndeksi

Toprak tekstürü, derinliği, eğimi, ana materyal bitkilerin gelişimini dolaysıyla erozyon etkileşimini ortaya koyduğundan önemli etmenlerdir.

Çizelge 3.4. 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, ultrabazik, 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

L: Tın, SCL: Kumlu killi tın, SL: Kumlu tın, LS: Tınlı kum, CL: Killi tın, Si: Silt, C: kil, SiC: Siltli kil

Toprak kalitesi yukarıdaki veriler ışığında aşağıdaki formül kullanılarak saptanmaktadır

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

3.2.4. 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.B). Aşağıdaki değerler iklim kaliteisni saptamakta kullanılmıştır (Kosmas et al. 1999).

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

Bagnouls-Gaussen'in canlı iklim kuraklık indeksi kuraklık indeksini saptamak amacıyla kullanılmıştır (Kosmas et al. 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 3.5'den elde edilen verilerin aşağıdaki eşitlikte kullanılmasıyla saptanmıştır.

$$İKİ=(yağış*kuraklık)^{1/3}$$

Table 3.5. İklim Kalite İndeksi Elemanları (Kosmas et al. 1999)

Yağış		
Sınıf	**Yağış (mm/yıl)**	**İndeks**
1	>650	1
2	280-650	2
3	<280	4

Kuraklık		
Sınıf	**BGI aralığı**	**İndeks**
1	<50	1
2	50-75	1,1
3	75-100	1,2
4	100-125	1,4
5	125-150	1,8
6	>150	2

İklim Kalitesi		
İKİ	**Kalite**	**Aralık**
1	Yüksek	<1,15
2	Orta	1,15 to 1,81
3	Düşük	>1,81

3.2.5. Bitki Kalite İndeksi

Bitki kalitesi bitki örtüsü türü ve kaplama yüzdesi ile tanımlanmaktadır. Bitki örtüsü baskın bitki türü göz önüne alınarak yapılmıştır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Bitki Örtüsü Kalitesi Değerleri (Kosmas et al. 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, Kalıco 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

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

Bitki Örtüsü				Bitki Örtüsü Kalitesi		
Sınıf	**Tanım**	**Bitki örtüsü (%)**	**İndeks**	**Bitki Örtü Kalitesi**	**Tanım**	**Aralık**
1	Yüksek	>40	1	1	Yüksek	<1,13
2	Düşük	10-40	1,8	2	Orta	1,13-1,38
3	Çok düşük	<10	2	3	Düşük	>1,38

Yukarıdaki değerler kullanılarak aşağıdaki eşitlikten Bitki Kalitesi İndeksi saptanmaktadır

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

3.2.6. 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 3.7'de kullanım indisleri verilmiştir (Kosmas et al. 1999).

Çizelge 3.7. Arazi Yönetim Kalitesini saptamada kullanılan etmenler (Kosmas et al. 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 kullanılmaktadır.

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

Yukarıda elde edilen tüm kalite indisleri aşağıdaki eşitliğe eklenerek ÇDİ değeri hesaplanır

$$ÇDİ = (TKİ*İKİ*BOİ*AKİ)^{1/4}$$

Elde edilen ÇDİ değeri ise aşağıdaki Çizelge 3.8'deki değerlerle karşılaştırılarak arazinin çölleşmeye olan duyarlılığı ortaya konmuş olmaktadır (Kosmas et al. 1999). Her bir ÇDİ sınıfı kendi içinde üç alt sınıfa ayrılmıştır. Bunlar çok yüksek duyarlılıktan düşük duyarlılığa doğru sıralanmaktadır. 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 et al. 1999). Ayrıca Akça (2001) söz konusu yöntemi 1999 verileriyle bölgede uygulamıştır.

Çizelge 3.8. ÇDİ Türleri ve sayısal aralık değerleri (Kosmas et al. 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
Sorun saptanmayan	E	<1,17

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Toprak kalitesindeki değişimler özellikle organik materyal içeriğindeki değişimler arazi kullanımına ait değerlendirmelerin yapılmasında büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda Karapınar Erozyon Koruma İstasyonunda toplam 14 adet örnek ile birlikte 1979, 1980, 2001 ve 2009 yıllarına ait tarım ve doğal alanlara ait verilerde eklenmiştir. Veriler üç ana arazi kullanım başlığı altında değerlendirilmiştir (Şekil 4.1). Bunlar sırasıyla:

A. Tarım alanları (Karafakı, Ecelertolu serileri)
B. Kumul alanları/Doğal Mera (Meke, Komoba serileri)
C. Doğal mera alanlarıdır (Günağılı serisi)

Diğer alanlar örneğin bazaltik tepeler, geçiş bölgelerine ait veriler olmadığı için bu alanlar değerlendirmeye alınmamıştır.

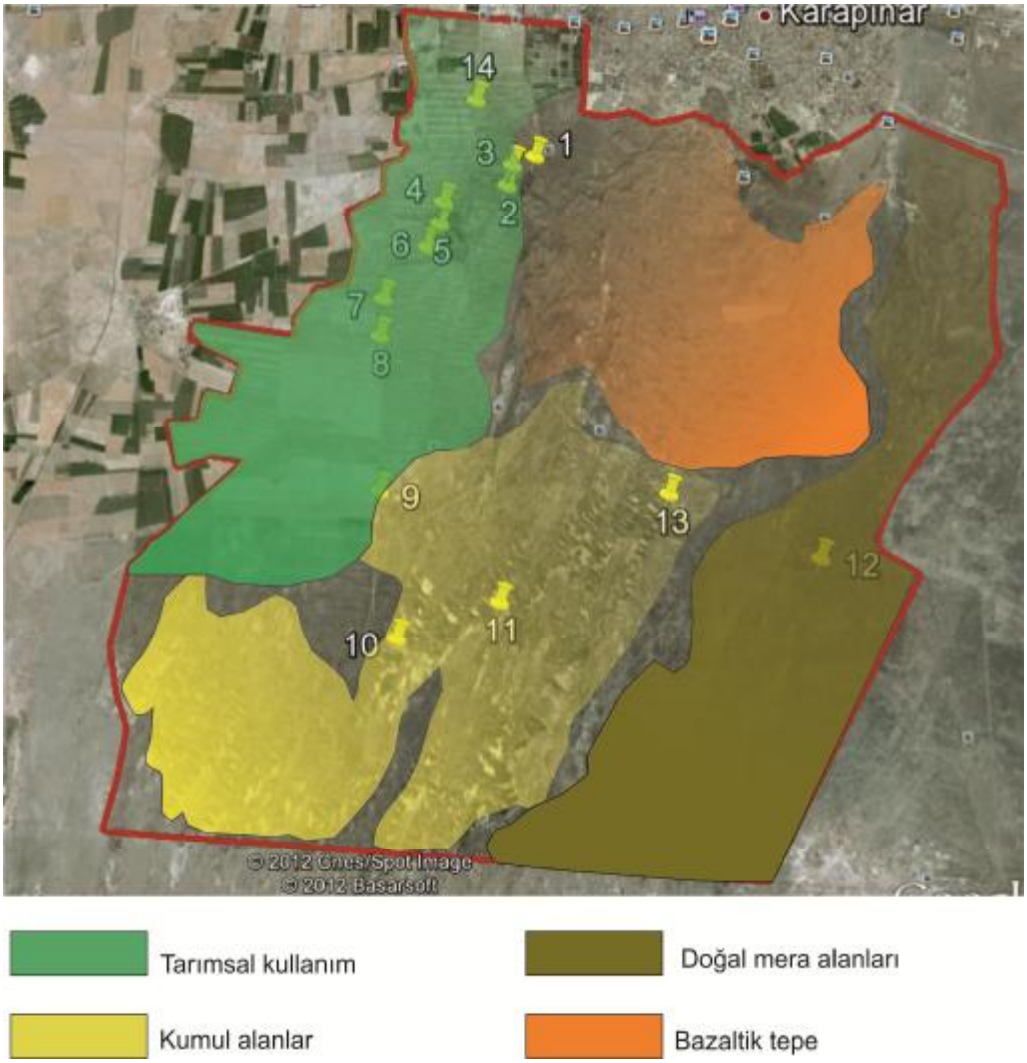
4.1. Tarım Alanları

Erozyon koruma sahası içerisinde tarımsal etkinliklerin devam ettiği bölge kumul hareketlerinden göreceli olarak düşük düzeyde etkilenen arazinin kuzeybatı-batı bölgesinde yer alan eski göl tabanı arazilerdir (Şekil 3.3, 4.1). Söz konusu arazilerden alınan örnekler 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 14 nolu örneklerdir.

Bu bölgeden alınan örneklere ait arazi kullanımı aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 4.1). Örnekler başlıca üç toprak serisinde yer almışlardır (Akça, 2001).

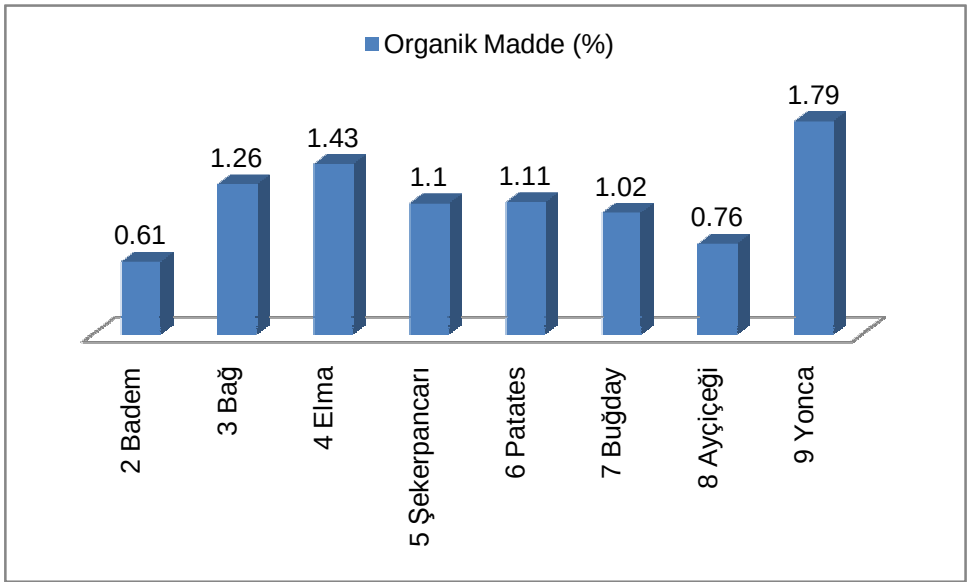
Çizelge 4.1. Tarım Alanları Örnekleri Arazi Kullanımları

Örnek	Arazi Kullanımı	Seri	Toprak Sınıfı
2	Badem	Kartan	Calcaric Cambisol (Soil Survey Staff, 2010) Hypercalcic Haplocalcid (WRB, 2006)
3	Bağ	Kındam	Typic Xeropsamment (Soil Survey Staff, 2010) Calcic Arenosol (WRB, 2006)
4	Elma	Karafakı	Gypsic Cambisol (Soil Survey Staff, 2010) Xeric Haplogypsid (WRB, 2006)
5	Şekerpancarı	Karafakı	
6	Patates	Karafakı	
7	Buğday	Karataş	Calcaric Cambisol (Soil Survey Staff, 2010) Xeric Haplocalcid (WRB, 2006)
8	Ayçiçeği	Komoba	Xeric Haplocambid (Soil Survey Staff, 2011) Calcaric Cambisol (WRB, 2006)
9	Yonca	Komoba	



Şekil 4.1. Çalışma alanı ana arazi kullanım sınıfları

Toprak analizleri sonrasında en yüksek organik madde yonca tarımı yapılan örnekte %1.79 ile saptanmıştır (Şekil 4.2). Yoncadan sonra elma ve bağ topraklarında da organik madde bölgeye göre yüksek miktarlarda çıkmıştır. Elma ve bağcılık çok yıllık bitkiler olmasından dolayı bitki yapraklarının her yıl toprağa karıştırılması organik maddeye olumlu yönde etki yaptığı düşünülmektedir. Bununla birlikte en düşük değer ise badem örtüsü altında %0.61 ile saptanmıştır. Yonca toprağa azot bağlaması ve uzun süre arazide kalması nedeniyle toprakta yüksek organik madde birikime yol açmaktadır (Kapur et al. 2007). Diğer tarımsal uygulamalar ise İç Anadolu Bölgesinin ortalama değeri olan %1-1.5 aralığında değer vermişlerdir (Şekil 4.2) (Dinç ve ark. 1993).



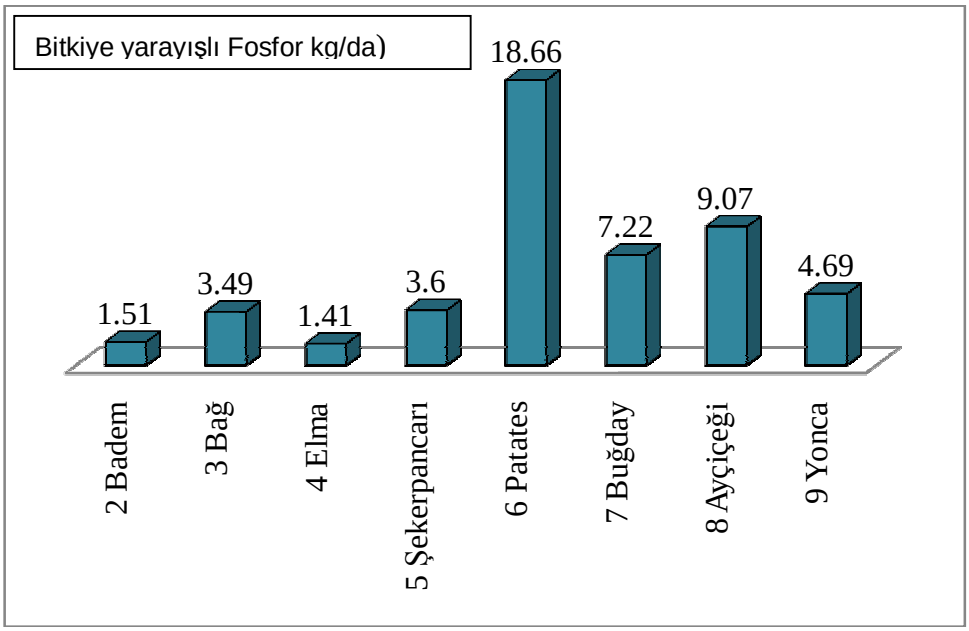
Şekil 4.2. Tarım alanları uygulamaları ve organik madde içerikleri (0-10 cm)

Tek yıllık tarım uygulamalarının diğer dikkat çeken yönü ise yoğun tarım yapılan alanlardaki yüksek düzeyde biriken fosfor olmuştur (Şekil 4.3). Patates, alanlarındaki yüksek fosfor gübre yönetiminin eksikliklerini ortaya koymuştur (Şekil 4.3). Topraklardaki fosfor birikimi toprak kalitesinin özellikle mikroorganizma etkinliklerinin düşmesine yol açmaktadır (Sims 2000). Bunun sonucunda topraklarda fiziksel ve kimyasal kalite sorunları ortaya çıkmaktadır (Bandick and Dick, 1999).

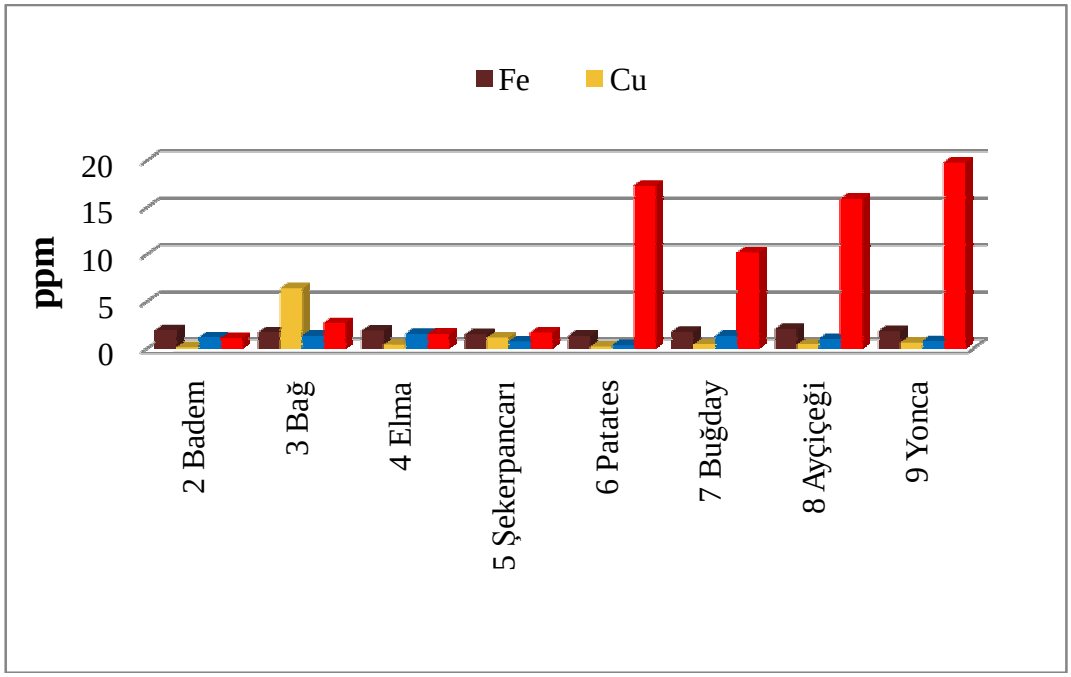
Mikroelementler yönünden bölgeye 1990'lı yıllarda yeraltı sularının kullanılmaya başlamasıyla sulamayla birlikte artan gübre kullanımına bağlı olarak

çinkoda çok yüksek birikimler söz konusudur (Şekil 4.4). Bağ kullanımında ise bakırlı tarım ilaçlarından kaynaklanan yüksek bakır toksik etki yapacak düzeye çıkmıştır (Şekil 4.4). Söz konusu veriler badem ve elma dışındaki tarımsal etkinliklerin olumsuz etkilerini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çok kısa sayılabilecek 20 yılda toprakların yoğun tarımsal etkinliklerle kimi olumsuzlukların ortaya çıktığını görülmektedir. Karapınar bölgesinin Hititlerden günümüze tarım alanı olduğu varsayılacak olursa 3000 yıldır süregelen geleneksel tarımsal etkinliklerin yerine geçen güncel tarım etkinliklerinin sorunlara yol açacağını ortaya koymaktadır. Benzer biçimde Akça (2001) ve Büyük ve ark (2010) tarım alanlarında yaptıkları analizlerde benzer sonuçları bulmuşlar.

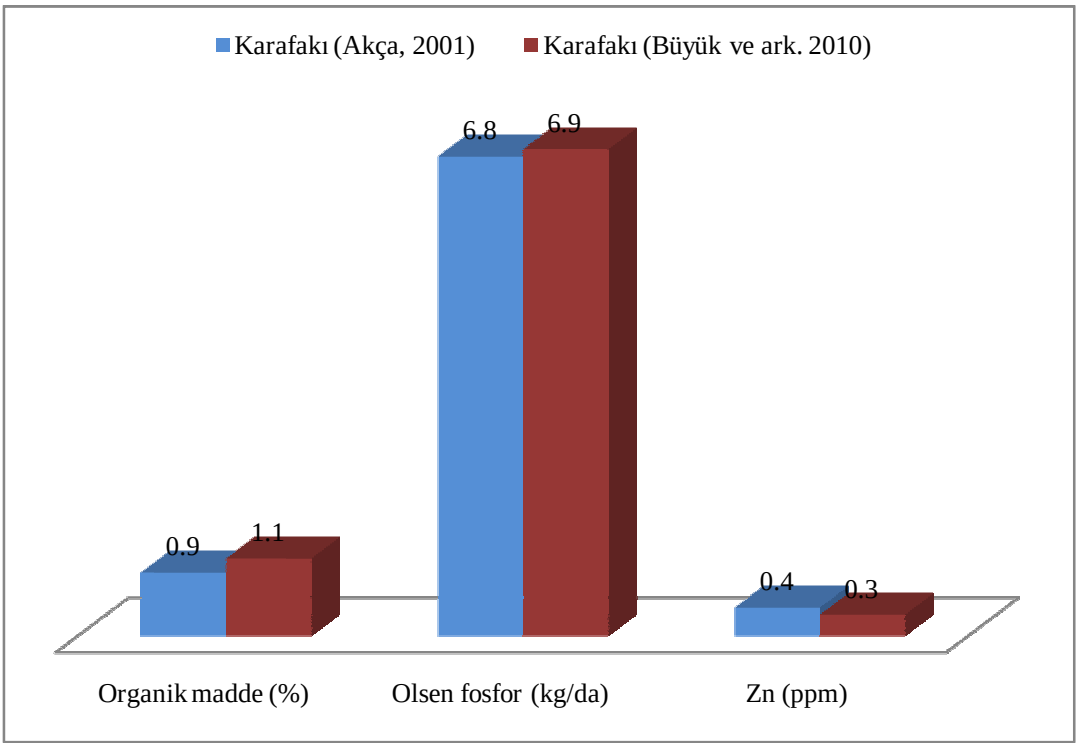
Araştırmacılar genelde organik madde ve çinkonun düşük, fosfor birikiminin yüksek olduğunu saptamışlardır (Şekil 4.5).



Şekil 4.3. Tarım uygulamaları ve fosfor birikimi



Şekil 4.4. Tarım uygulamaları ve mikroelement içerikleri

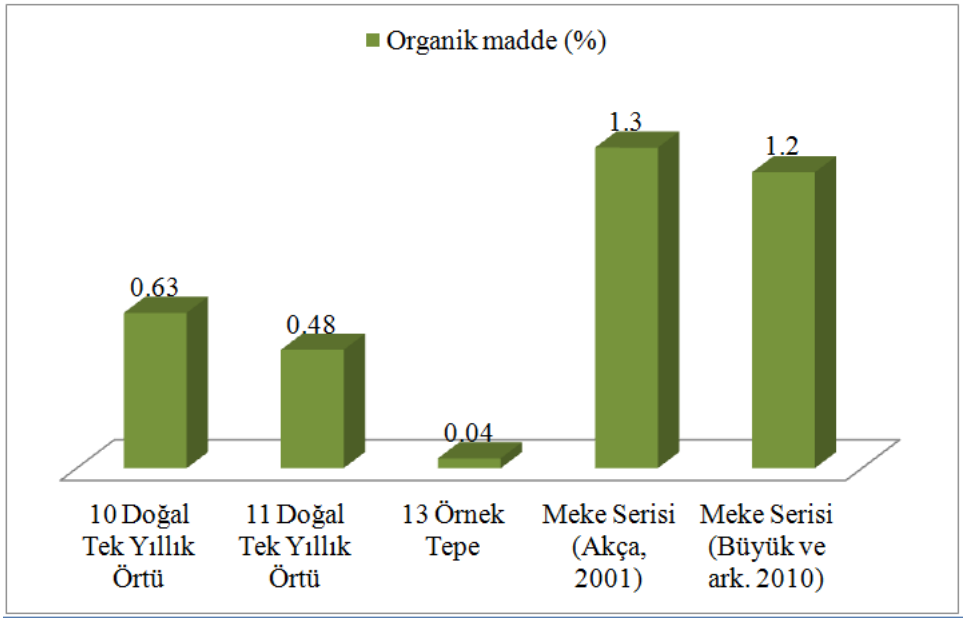


Şekil 4.5. 2001 ve 2010 yılı tarım alanları toprak verileri (Akça, 2001) (Büyük ve ark. 2010)

4.2. Kumul Alanlar

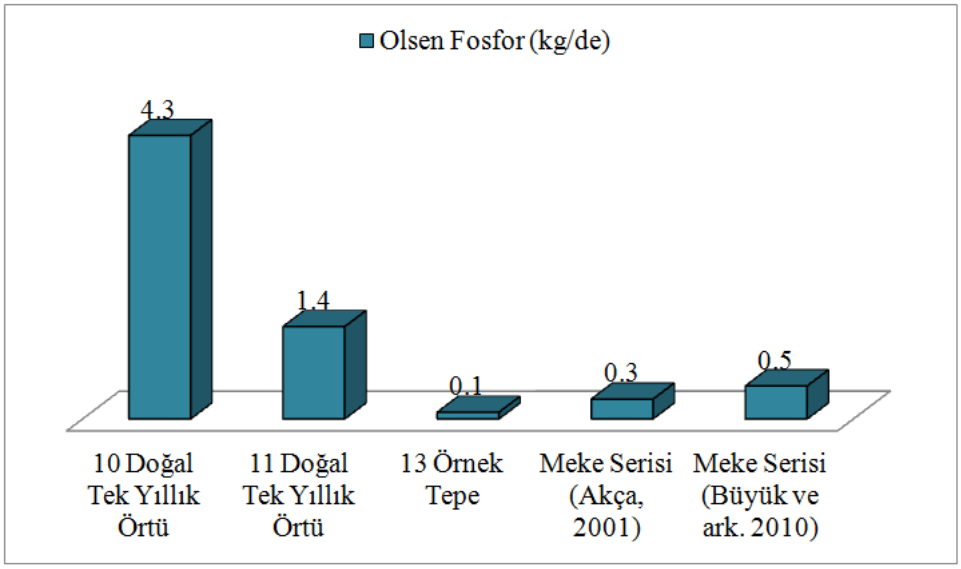
Karapınar Erozyon Koruma İstasyonun asıl çalışma konusu olan kumul hareketinin engellenmesi kumul alanlarda yapılmıştır (Çevik, 1998; Akça, 2001; Okur ve ark. 2008; Büyük ve ark. 2010). Kumul alanda toprak kalite özelliklerinin ölçümü 10, 11 ve 13 nolu noktalardan alınan örneklerde gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1). Groneman (1968) tarafından hareketli olmaları nedeniyle toprak olarak tanımlanmayan kumullar erozyon çalışmaları sonrasında sabitlenmiş olmaları nedeniyle Akça (2001) tarafından toprak olarak tanımlanmış ve Meke serisi olarak tanımlanmışlardır. Meke serisi Typic Xeropsamment (Soil Survey Staff, 2010)
Calcic Arenosol (WRB, 2006) olarak tanımlanmıştır.

Doğal bitki örtüsü altında olan 10 ve 11 nolu noktalardaki organik madde içeriği çok düşük düzeyde saptanmıştır (Şekil 4.6). Ancak Akça (2001) ve Büyük ve ark. (2010) tarafından organik maddesi ölçülen Meke serisi akasya doğal bitki örtüsü altında olması nedeniyle daha yüksek değerlere sahip olduğu düşünülmektedir. Kumlu ve kurak, yarı-kurak topraklarda organik madde birikimi doğal bitki örtüsü koruma altında olsa da %1'in altında olmaktadır (Jones, 1991; Guerra, 1994; Buschiazzo et al. 2007). Bu da binlerce yıldır doğal mera örtüsü altında olsa da bölge topraklarının çok kırılgan olduklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca Örnektepe'nin en düşük organik madde değerine sahip olması kumulların bitki örtüsü altında olmadığında çok düşük değerler aldığını ortaya koymaktadır.



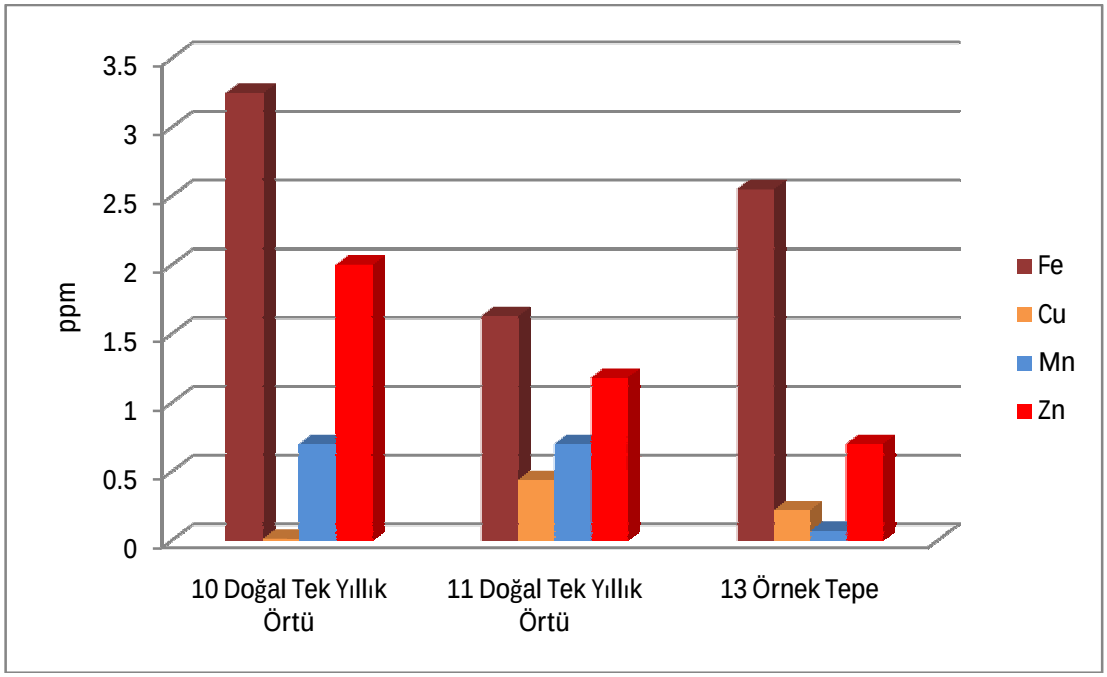
Şekil 4.6. Doğal mera alanları organik madde içerikleri ile 2001 ve 2010 değerleri (Akça, 2001; Büyük ve ark. 2010)

Doğal mera alanları nemli bölgelerde yüksek organik madde kadar toprağın alınabilir fosfor içeriğinin yüksek olmasına yol açmaktadırlar (Clapp ve ark. 1996; Jobbagy and Jackson, 2000). Bununla birlikte Erozyon Koruma sahasındaki doğal mera alanlarında fosfor düzeyi 10 no'lu nokta göreceli olarak yüksek olsa da tarımsal üretim değeri olan 9-10kg/de değeri baz alındığında düşük bulunmuştur. Akça (2001) ve Büyük ve ark (2010) benzer biçimde doğal mera alanlarında fosfor birikiminin düşük olduğunu saptamışlardır (Şekil 4.7). Örnek Tepe değeri ise beklenildiği üzere en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Doğal mera alanları alınabilir fosfor içerikleri ile 2001 ve 2010 değerleri (Akça, 2001; Büyük ve ark. 2010)

Doğal mera alanlarındaki mikroelement içerikleri Akça (2001) ve Büyük ve ark (2010) tarafından yapılan çalışmalarda yer almadığından yalnızca kendi arasında karşılaştırılmıştır. Doğal alanlardaki çinko değeri Örnek Tepe'den yüksek çıkmıştır bununda başlıca nedeni bitki artıklarının toprağın besin içeriğinin artırmasıdır. Wen ve ark (2005) yaptıkları çalışmada terkedilen bir tarım alanında doğal bitki örtüsü gelişiminin toprak besin içeriğine 40-50 yıllık süreçte olumlu etki yaptığını saptamışlardır.

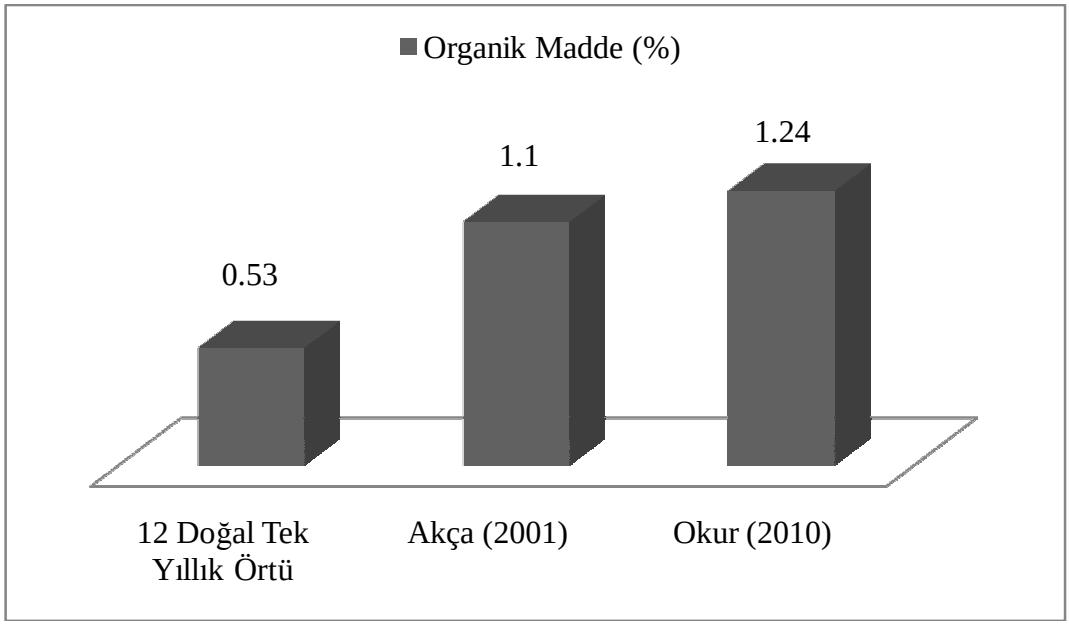


Şekil 4.8. Doğal mera alanları mikroelement içerikleri

4.3. Doğal Mera Alanı

Günağılı serisinin yer aldığı bölgede 12 no'lu örnek alınmıştır (Şekil 4.1). Günağılı serisi Typic Xeropsamment (Soil Survey Staff, 2010), Calcic Arenosol (WRB, 2006) olarak tanımlanmıştır (Okur, 2010). Alınan örnekte yapılan veriler Akça (2001), Okur (2010) verileriyle karşılaştırılmıştır. Groneman (1968) tarafından yapılan analizler organik maddeyi içermediği için Groneman'a ait veriler çalışmada değerlendirilememiştir.

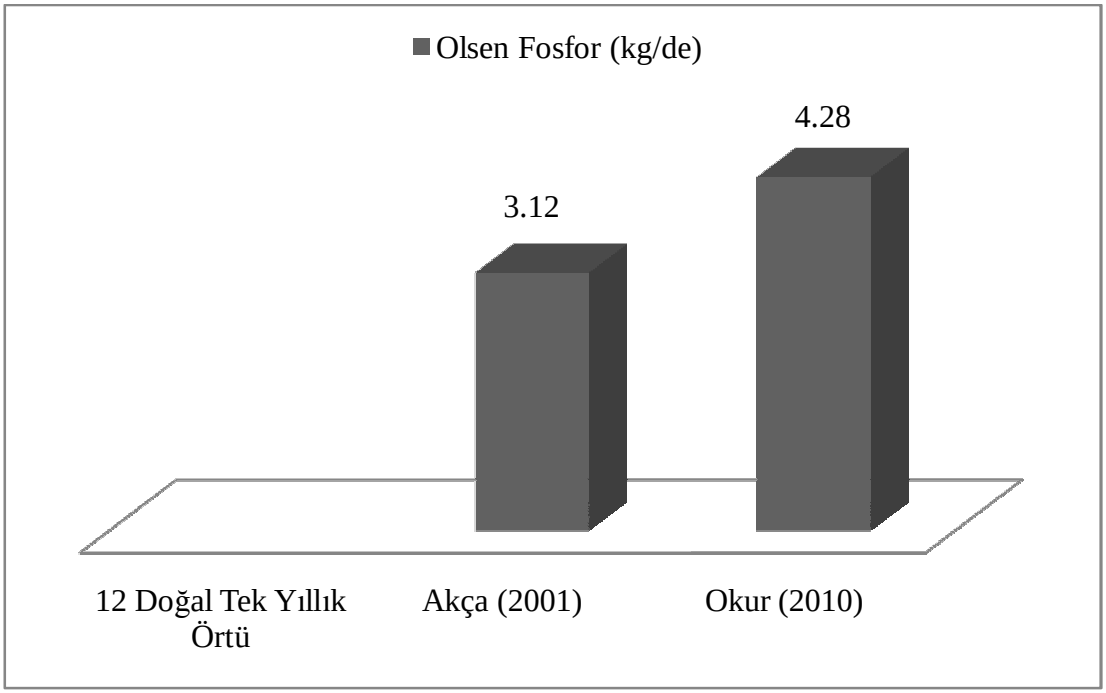
Seriye ait toprakların organik madde içeriği Akça (2001) ve Okur (2010) tarafından Orta Anadolu topraklarının ortalama değeri olan %1 düzeyinde bulunmuştur (Dinç ve ark. 1993). Bununla birlikte bu çalışmada değer %0,53 olarak saptanmıştır. Bu büyük olasılıkla 2009 yılının kurak olması (DMİ, 2009) ile örnekleme noktalarının farklı olmasına bağlanabilir (Şekil 4.9). Bununla birlikte çok uzun yıllardır korunan alanda bitki örtüsünün birkaç bitki tarafından özellikle geven bitkisi baskınlığının birim alandan organik madde üretimini/birikimini azaltmış olabileceği de düşünülmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.9. Doğal mera alanı organik madde içeriği ile 2001 ve 2010 verileri (Akça, 2001; Okur, 2010)

Şekil 4.10. Günağılı serisi bitki örtüsü

Yaklaşık 50 yıldır koruma altında olan doğal mera alanında fosfor birikimi kumul alanlara oranla daha yüksek saptanmıştır (Şekil 4.7, 4.11). Bu büyük olasılıkla Günağılı serisi topraklarının bazaltik materyal içeriği yönünden varsıl olmasına bağlanabilir (Akça, 2001).

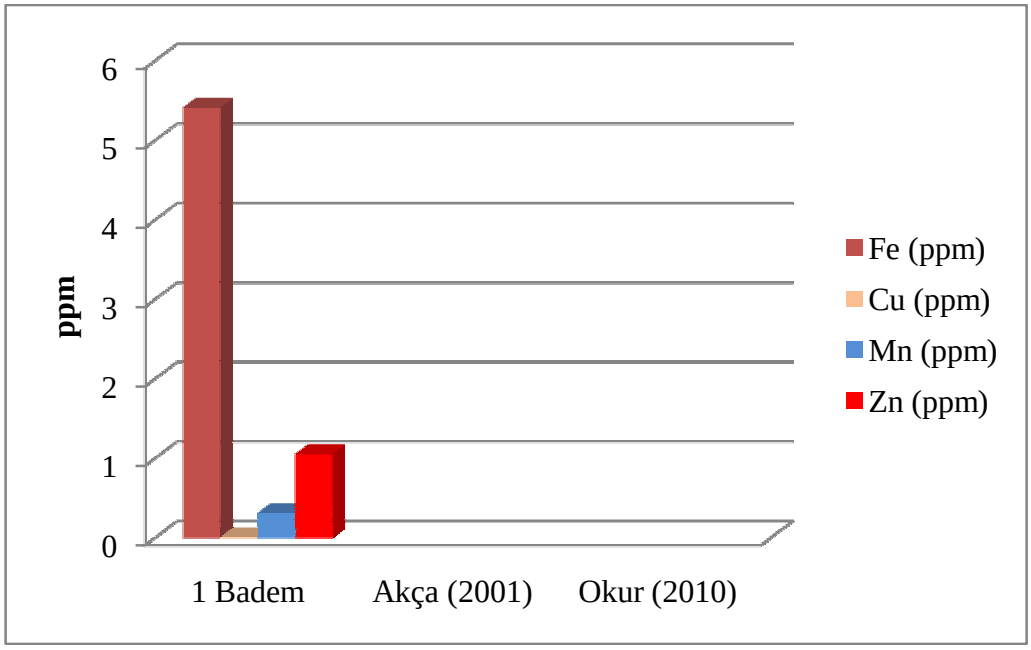


Şekil 4.11. Doğal mera alanı alınabilir fosfor içeriği ile 2001 ve 2010 değerleri (Akça, 2001; Okur, 2010).

Örnekleme alanının mikroelement içerikleri ise bölge toprakları değerlerine yakın saptanmıştır (Dinç ve ark. 1993). Bununla birlikte bazaltik etki nedeniyle demir içeriği diğer kontrol alanlarından yüksek çıkmıştır (Şekil 4.4, 4.8, 4.12).

Bu örnekler dışında bazaltik tepenin yamacında yer alan yabani badem olan 1 no'lu bölgede yapılan analizler sonrasında veriler Günağılı serisi verilerinden farklı çıkmıştır (Şekil 4.13, 4.14). Bunun başlıca nedeninin badem örtüsü organik madde içeriğinin daha yüksek olmasının olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.9, 4.14).

.



Şekil 4.12. Badem alanı mikroelement içerikleri ile 2001 ve 2010 verileri (Akça, 2001, Okur, 2010)

Şekil 4.13. 10 nolu örneğin alındığı yerde arazide inceleme

4.4. Çölleşme Duyarlılık İndeksi

Çalışmada gerçekleştirilen analizler ve 1979, 1980, 2001 ve 2010 verilerinin karşılaştırılması sonrasında Karapınar Erozyon İstasyonunda farklı arazi kullanımlarının öncelikle toprak organik maddesine etkisi ayrıntılı biçimde ortaya konulmuştur. Çalışma son 50 yıllık dönem ile daha eski arazi kullanımlarını karşılaştırmış ve gelecek için de altlık bilgi sağlamıştır.

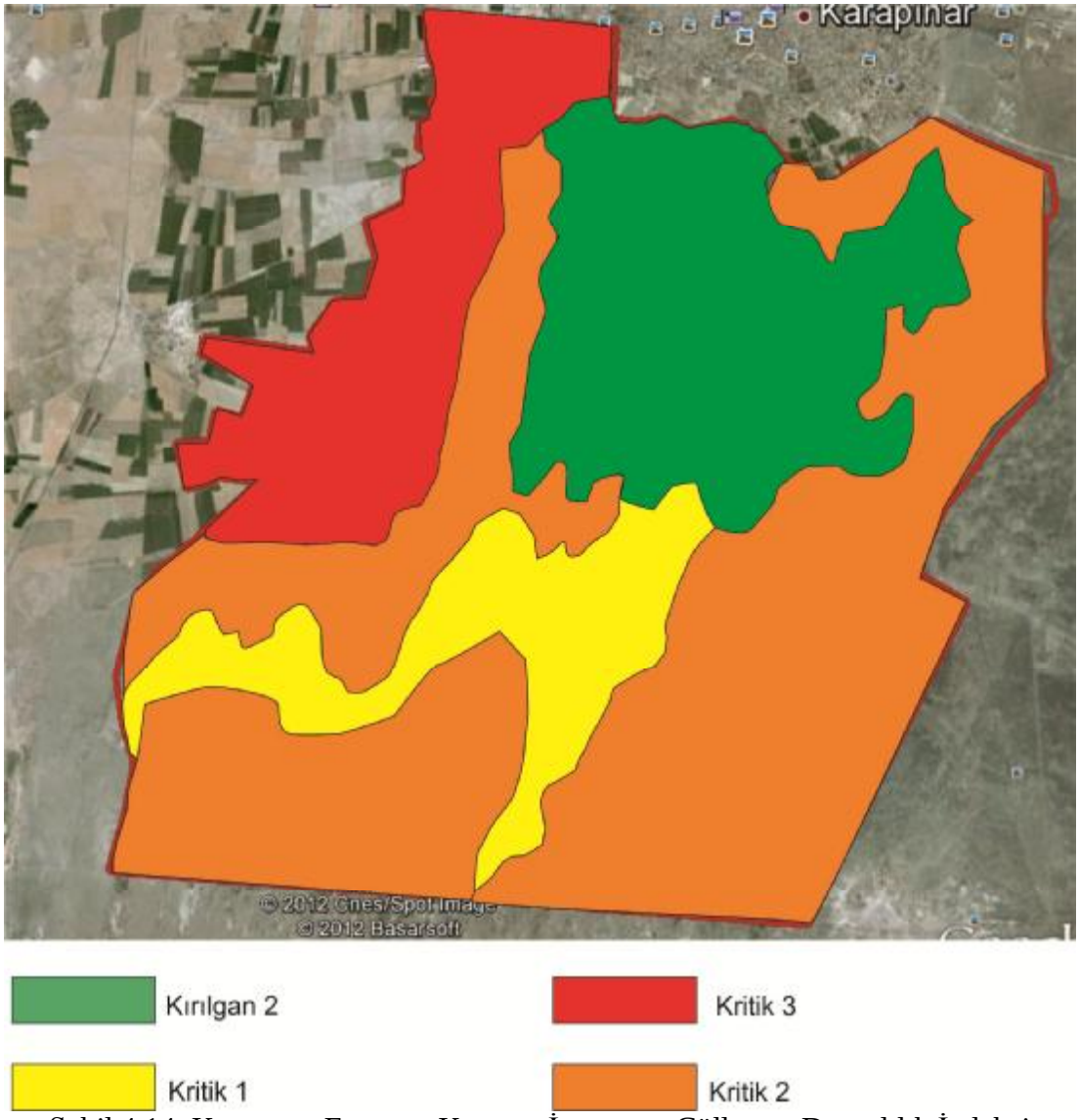
Uzun yıllar içerisindeki arazi kullanım etkinlikleri arazilerin kalitelerini olumsuz yönde etkilemektedir (Kosmas ve ark. 1999). Arkeolojik devirlerden başlayan arazi bozunumlarının sayısal olarak değerlendirilmesi sonrasında belirli bir süreçteki bozunum benzer arazi kullanımı ve iklim ile coğrafi özelliklere sahip diğer bölgelerdeki bozunumları ortaya koyması açısından önem taşımaktadır (Okur, 2010).

Arazilerin toprak, bitki örtüsü ve kullanımlar değerlendirilerek yapılan Çölleşme Duyarlılık İndeksi hesaplaması (Kosmas ve ark. 1999) sonrasında tüm arazinin hâlihazırda kritik olduğu bununla birlikte tarım alanlarının en yüksek kritik konumda olduğu saptanmıştır (Şekil 4.13). Bu durumda güncel arazi kullanımının sürdürülebilir yaklaşımların öncelikle ortaya konulması gerekmektedir (Kapur ve ark. 1999). Çölleşme duyarlılık indeksi çalışması sonrasında en kritik değerin 1.0 ile bitki örtüsü olduğu bunu agregat yapısı zayıf olan toprağın 1.1 ile izlediği saptanmıştır. Okur (2010) tarafından yalnızca Günağılı (doğal mera alanı) serisinde yapılan çölleşme duyarlılık indeks değeri yakın değerler vermiştir.

4.5. Organik Karbon Tutumu ve Yönetimi

Çalışma alanında en yüksek değerler tarım alanında yoncada saptanmıştır (Şekil 4.2) en düşük değer ise doğal mera alanı olan Meke serisinde saptanmıştır (Şekil 4.9). Yonca tarımındaki yüksek karbon düzeyi sulama ve gübrelemeden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte ideal karbon düzeyi badem alanında saptanmıştır. Bu bağlamda Karapınar Erozyon Koruma Alanında sulu tarıma dayalı olan arazi yönetiminin gelecekteki iklim değişikliği düşünüldüğünde su

kaynaklarının azalacağı da göz önüne alınacak olursa bölgenin doğal bitkisi olan bademin karbon tutumunda etkin olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.14. Karapınar Erozyon Koruma İstasyonu Çölleşme Duyarlılık İndeksi

4.6. Arazi Kullanımında Meydana Gelen Değişimler ve Arazi Yönetimi

Karapınar Rüzgar Erozyonu Sahasında 1962 yılından günümüze kadar olan arazi kullanım değişiklikleri ve yönetimi incelenmiş İstasyon Müdürlüğünün arşivleri, Netcad programı ve sayısal kadastro paftalarının da yardımıyla arazideki kullanım değişimleri saptanmıştır. (Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17)

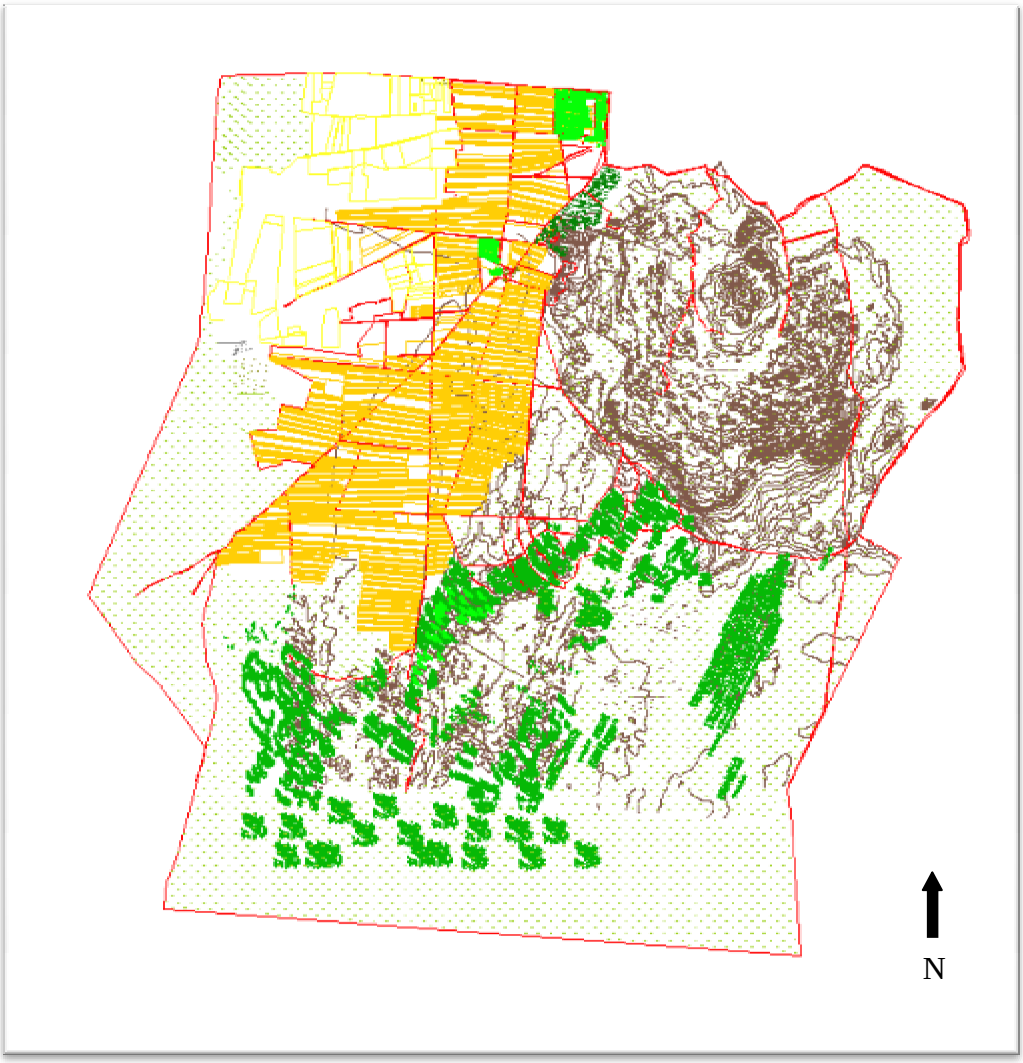
1962 yılında koruma altına alınan arazi 16500 hektar (Şekil 4.15) iken, yıllar itibariyle azalma göstermiş ve 2011 yılında koruma altındaki arazi 8727,90 hektar (Şekil 4.17) olarak saptanmıştır. Arazinin bir bölümü ıslah edilerek, çiftçilere verilmek üzere hazineye iade edilmiştir. Arazinin güneyinde orman eksilmesi görülmesi olmuşsa da esasen saha dışında kalan ormanlık alan bir başka kamu kurumu korumasında canlılığını devam ettirmektedir.

1962 yılından 2011 yılına doğru tarım alanlarında giderek bir azalma saptanmış. Bununla birlikte tarım alanlarının azalması doğal mera alanlarının artışına yol açmıştır. Bu durum göreceli olarak bölgede yer altı sularına daha az baskı oluşturmaktadır. 10 ve 11 numaralı bölgelerin (Şekil 4.1) yıl boyu ağaçlarla örtülü kalması hali hazırda tarım yapılan arazileri erozyon etkisinden koruyacağı için uygun bir kullanım olmuştur.

Kuru tarım alanlarında azalma olmuş, bunun yanında sulu tarım arazisi genişlemiştir. Sulu tarımın %67 lik kısmını baklagil bitkisi olan yonca (medicago sativa ssp) kaplamıştır.

Koruma altındaki arazide 2004 yılından itibaren yeni bir arazi yönetimi planlamasına gidilmiştir. Bu dönemde 540 bin adet akasya, iğde, dişbudak ve mahlep fidanlarının araziye dikimi gerçekleşmiştir. Fidanlar genelde araziye rüzgar esiş yönüne dik gelecek şekilde canlı koruyucu kuşak halinde dikilmişledir. Böylece şeritvari ekim yapılan kuru hububat (çavdar) ekimi azaltılmış, araziyi koruma görevi canlı kuşak olan ağaçlara verilmiştir.

Sulu tarımın artışına baktığımızda da yoncanın büyük paya (%67) sahip olduğu saptanmıştır. Her ne kadar yonca fazla su isteyen (TOPAK ve ark, 2008) bir bitki olmasına karşın burada yetiştirilen yonca tohumluk amaçla yetiştirildiği için göreceli olarak ot için yetiştirilen yoncadan daha az su kullanıldığı tarafımdan saptanmıştır.



Orman Arazisi

Orman Dışı ağaçlandırma

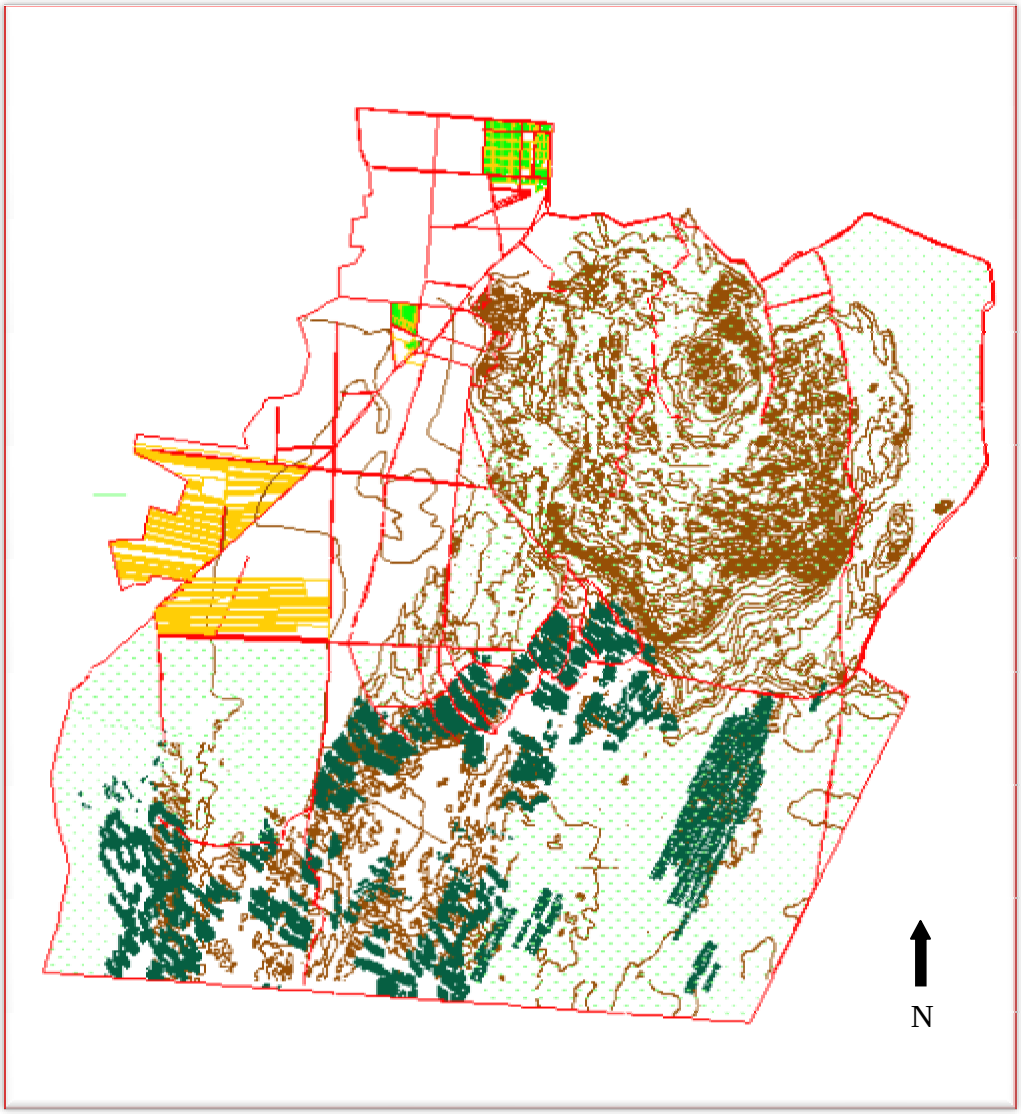
Kuru Tarım Arazisi

Eşyükselti Eğrileri

Mera alanları

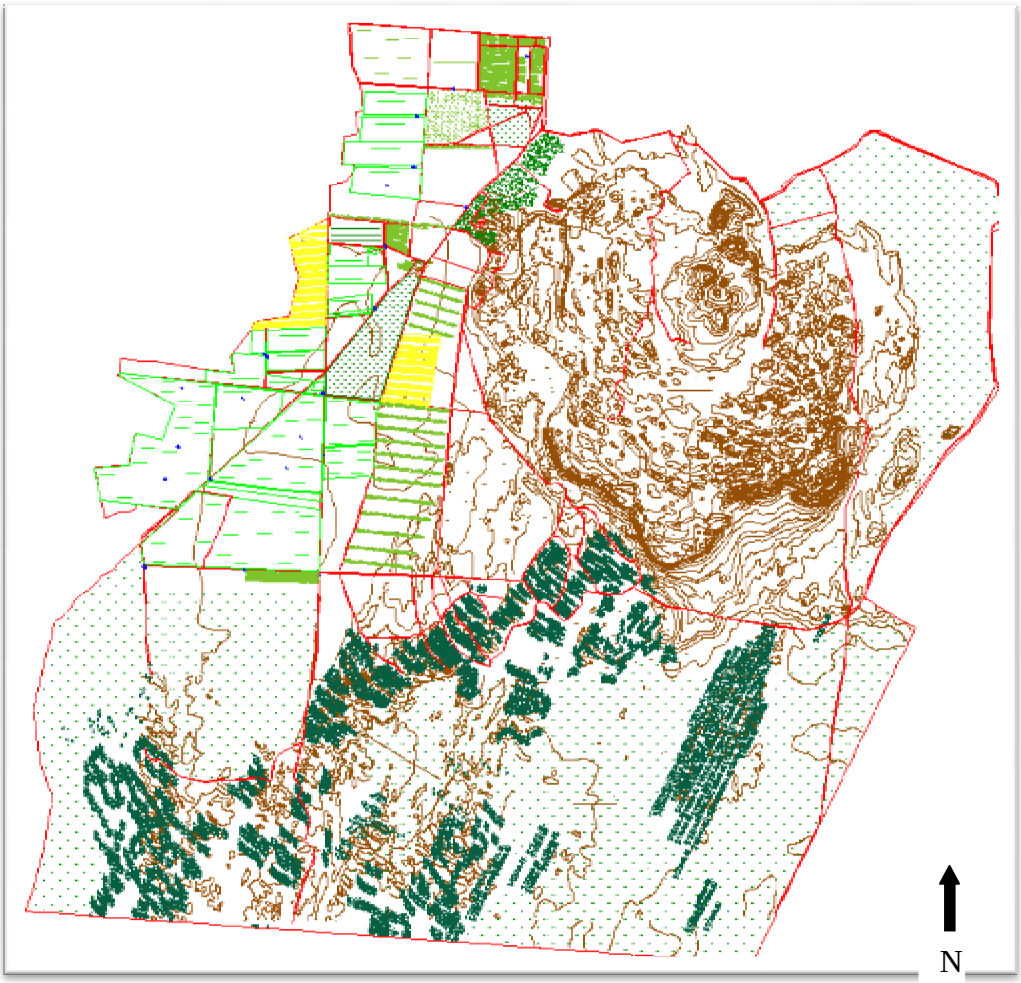
Yollar ve Sınır

Şekil 4.15 Karapınar Erozyon Sahasının 1962 Yılı Arazi Kullanım Planı



Orman Arazisi
Orman Dışı ağaçlandırma
Kuru Tarım Arazisi
Eşyükselti Eğrileri
Mera alanları
Yollar ve Sınır

Şekil 4.16 Karapınar Erozyon Sahasının 1995 Yılı Arazi Kullanım Planı



Orman Arazisi
Orman Dışı ağaçlandırma (Koruyucu Kuşak)
Kuru Tarım Arazisi
Sulu Tarım Arazisi
Mera alanları
Eşyükselti Eğrileri
Yollar ve Sınır
Sulama Kuyuları

Şekil 4.17 Karapınar Erozyon Sahasının 2001 Yılı Arazi Kullanım Planı

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Anadolu arazi kullanım bilgisi tarımın başladığı günümüzden 8000 öncesinden günümüze sürdürülebilirliğini kanıtlamıştır (Eswaran ve ark. 2011). Bununla birlikte 1950 lerle birlikte tarımsal makineleşme arazi baskısını arttırmış ve geleneksel kullanımların bozunmasına yol açmıştır. Bunun en çarpıcı örneği Konya-Karapınar'da görülmüştür. 1960lı yıllarda kasabanın neredeyse taşınmasına yol açacak arazi bozunumu ortaya çıkmıştır (Çevik, 1998). 1960ların ortasında yoğun erozyon önleme çalışmaları sonrasında bölgede çölleşme durdurulmuştur. Doğal bitki örtüsü yerine gelmiş ve daha önce toprak olarak tanımlanmayan kumullar toprak olarak tanımlanabilmiştir.

Bununla birlikte Karapınar'da 1980li yıllarda yeraltı sularının tarımsal amaçla kullanılmaya başlaması bitki desenini çarpıcı biçimde değiştirmiş ve toprakların kalitesinde önemli sorunlar ortaya çıkmıştır. Aşırı su ve gübre kullanımı doğal kaynakları tehdit eder duruma gelmiştir. İklim değişikliğinin önemli bir etkeni olan ve toprakların da önem, bir kalite göstergesi olan toprak organik maddesinin son 50 yıllık kullanımlar sonrası hangi aşamada olduğunu ortaya koyan bu çalışma ile hangi arazi kullanımın Erozyon Koruma sahası için uygun olduğu saptanmıştır.

Değer olarak en yüksek organik madde sulu tarım alanında yoncada saptanmıştır bununla birlikte yonca tarımının yüksek girdili olması özellikle su kaynaklarının kısıtlı olması nedeniyle sürdürülebilirliği tartışma konusudur. Bu bağlamda daha düşük bir değere sahip de olsa yerel bitki örtüsünün özellikle badem örtüsünü altındaki toprakların organik karbonu düzeyi harcama/kazanç oranı dikkate alındığında ideal olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte bölge insanının tarımsal kazanç sağlaması gerekliliği göz önüne alındığında tarım uygulamalarının düşük girdili olması gerektiği saptanmıştır.

Toprak organik madde içeriğinin uygun düzeye gelmesi için Karapınar Erozyon Koruma sahasında tarımsal kullanım – doğal mera ve ağaçlandırma çalışması yapılan yerlerde bütünleşik sürdürülebilir arazi yönetimi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Özellikle tarım alanlarında ki yüksek fosfor ve çinko birikimi gübrelemenin gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Karapınar erozyon sahasındaki çalışmalar sorunun tehlikeli boyuta geldiği 1962 yılında başlamış, 1972 yılında başarılı bir sonuç alınmış halen de çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışma örnek bir uygulama alanı oluşturarak çevresine ve tüm insanların yanlışlıklarını düzeltmesine bir model olmuştur. Çalışmaların durdurulması halinde yapılan çalışmalar kısa sürede yok olacaktır.

Orman alanının gençleştirilmesine devam edilmelidir. Erozyon sahasında yaban hayatın korunmasına özen gösterilmeli, eko sistemin gelişmesi için yabani hayvanlar için barınaklar oluşturulmalıdır.

Erozyon sahasının bir bölümünde bitki müzesi oluşturularak, o yöredeki doğal türlerin mevcudu, azalanı ve yok olanının tespiti yapılmalıdır.

Erozyon alanındaki bitki örtüsünün korunması dışında toprakların agregat yapısının zayıf olması 50 yıllık korumanın bölge için yeterli olmadığını ve koruma önlemlerinin bugünkü yaklaşımla devam ettirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

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., 2001. Determination of the Soil Development in Karapinar Erosion Control Station Following Rehabilitation. Ph.D. Thesis. University of Çukurova, Institute of Natural and Applied Sciences. Adana, Turkey. 195 P.

AKÇA, E., ÇİMRİN, K.M., RYAN, J., NAGANO, T., TOPAKSU, M., KAPUR, S. 2008. Differentiating the natural and man-made terraces of Lake Van, Eastern Anatolia, utilizing earth science methods. Lakes & Reservoirs: Research and Management, 13, (1): 83-93.

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.

ANONİM, 1994. Guidelines for Protected Area Management Categories, ISBN: 2-8317-0201-1 Gland.

ANSELMETTI, F.S., HODELL, D.A., ARIZTEGUI, D., BRENNER, M. AND ROSENMEIER, M.F. 2007. Quantification of soil erosion rates related to ancient Maya deforestation. Geology, 35:10; 915-918

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. l, İstanbul.

AVCIOGLU, R., EREKUL, O., 1996. Erozyon ve Çayır-Mera Vejetasyonları. Tarım Ögretiminin 150. Yılında Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum. S: 43-50.

BANDİCK, A.K. AND DİCK, R.P., 1999. Field management effects on soil enzyme activities. Soil Biology & Biochemistry 31, 1471–1479.

BATİE, S.S. AND COX, C.A. 1994. Soil and water quality: an agenda for agriculture: A summary. Journal of Soil and Water Conservation 49(5): 456-462.

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 BENITES, 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.

BUSCHIAZZO, D.E., QUIROGA, A.Q AND STAHR, K. 2007. Patterns of Organic Matter Accumulation in Soils of the Semiarid Argentinian Pampas. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 154: 437–441.

BUJTAS, Z., 1998. Black Locust Forest as Bee-Forage, Black Locust (Robinia pseudoacacia L.) Grovving in Hungary. Forest Research Institute, No: 11 Budapest.

BÜYÜK, G., AKÇA, E., SERDEM, M., İSFENDİYAROGLU, S., NAGANO, T., KUME, T., KAPUR, S. 2010. Effect of 50-year reclamation on soil quality in a sand dune area of Central Anatolia. 743-751. Journal of Environmental Protection and Ecology. Vol. 12 Book 2. 743-751.

CHAN, K.Y., 2001. Soil particulate organic carbon under different land use and management. Soil Use and Management Vol. 17, No:4:217-221.

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.

ÇEVİK, B., 1998. Türkiye'de Rüzgâr Erozyonu ve Çölleşme Sorunu. TEMA Vakfı Yayınları, İstanbul, ISBN 9757169072.

ÇÖREKÇİOĞLU, İ.,1994, Konya Karapınar-Kızören Arasındaki Obrukların Oluşumu ile İlgili Hidrojeolojik Etüd raporu, DSİ 4. Bölge Müdürlüğü, Konya.

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.

DMİ, 2009. Devlet Meteoroloji İşleri İlçe Meteoroloji Verileri. www.dmi.gov.tr (ziyaret tarihi 12.12.2011).

DMİ, 2010. DMİ, araştırma ve bilgi işlem dairesi başkanlığı bülteni

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.

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.

ESWARAN, H., BERBEROGLU, S., CANGİR, C., BOYRAZ, D., ZUCCA, C., ÖZEVREN, E., YAZICI, E., ZDRULİ, P., DİNGİL, M., DÖNMEZ, C., AKÇA, E., ÇELİK, I., WATANABE, T., KOCA, Y.K., MONTANARELLA, L., CHERLET, M., KAPUR, S. 2011. The Anthroscape Approach in Sustainable Land Use. In: S. Kapur, H. Eswaran, W.E.H. Blum (eds) Sustainable Land Management: Learning from the Past for the Future. Heidelberg, Springer. 1-50.

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.

F.A.O.(United Nation Food and AgricultureOrganization).1995. Protectand Produce: Putting the Pieces Together. Rome. http//archive.sjc.edu.hk/~bio.

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.

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.

GİLLESPİE 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.

GOLOVCHANNSKİ, I.N., KOKHANYT, S.G., 1984. Increasing the Yield of Robinia pseudoacacia . Forestry Abstracts, Vol. 45 No. 8.

GORDON, C.C. AND BUİKSTRA, J.E. 1981. Soil pH, Bone Preservation, and Sampling Bias at Mortuary Sites. American Antiquity, 48 (3): 566-571

GÖÇMEZ, G., EREN, Y., AYDIN, Y., SÖĞÜT, A.R., 2001. Karapınar çevresinde yeni oluşan obruk. Karapınar sempozyumu 26-27 Ekim 2000 sayfa 305-316 Karapınar

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 Rainfal 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.

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 rhızosphere, 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., 2007. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Raporu (IPCC) - Şubat 2007

IRMAK, A., 1972. Toprak İlmi. İÜ Orman Fak. Yay. No 184, İstanbul.

JOBBAGY, E.G. AND JACKSON, R.B. 2000. The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and its Relation to Climate and Vegetation. Ecological Applications, 10: 423– 436.

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.

KARADAVUT, U., ŞANDA, M.Aydın, PALTA, Ç., ÇARKACI, D.A., TEZEL, M., AKSOYAK Ş., YILDIRIM, T., AVAĞ, A., MERMER, A., 2009. Kurak Bölge Meralarının Vejetasyon Özellikleri; Karapınar ilçesi örneği. 1. Ulusal Kuraklık Sempozyumu. 16-18 Haziran 2009. Konya 903-910

KANTARCI, M.D., 2000. Toprak İlmi. 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., 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.

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. AKÇA, E., 2002. Global Assessment of Land Degradation. Encyclopedia of Soil Science. Marcel Dekker Inc. New York. 296-306pp.

KAPUR, S., RYAN, J., AKÇA, E., ÇELİK, İ., PAGLİAİ, M., TÜLÜN, Y. 2007. Influence of Mediterranean Cereal-based Rotations on Soil Micromorphological Characteristics. GEODERMA 142. 318-324.

KARA, Ö., BOLAT, İ., 2008. Microbial biomass C (Cmic) and N (Nmic) content of forest and agricultural soils in Bartın Province, Turkey. Ekoloji, 69: 32–40

KARAGÜL, R., 1996. Trabzon - Söğütlüdere 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 pseuduacacia 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. 103 S.

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

KHANNA, S.,FANG, S.C., 1966. Metabolism of C-14 labeled 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in rats. J. Agric. Food Chem., 14: 500.

KLUTE, A. 1986. Water Retention: Laboratory Methods, in: Methods of Soil Analysis, Part 1, ASA, SSSA, Wisconsin, ABD, Ed. By Klute, 635-662.

KOSMAS, C., FERRARA, A., BRIASSOULI, H. AND IMESON, A. 1999. Methodology for Mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification. The MEDALUS Project. Mediterranean Desertification and Lasnd Use Report (Eds. C. Cosmas, M. Kirkby, N. Geeson). European Commission, Belgium. 31-47.

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.

LAL, R., 2003. Offsetting Global CO_2 by restoration of degraded soils and intensification of World agriculture and forestry. Land Degredation and Development Vol. 14. pp 309-3222004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. Science Vol.304. pp. 1623-16272008. Carbon sequestrian. Phil. Trans. R. Soc. B. 363:815-830.

LAL, R. 2004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. Science Vol.304. pp. 1623-1627

LAL, R., 2008. Carbon sequestrian. Phil. Trans. R. Soc. B. 363:815-830.

LEİGH, 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.

LİNDSAY, W. L. AND NORVELL, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Amer. J. 42:421-428.

MAGOME, H.,FABRİCİUS, 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.

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.

NEUZİL, M. And Kovarik, W. 1996. Mass Media and Environmental Conflict: America's Green Crusades. Sage Publication. Thousand Oaks, CA. 244.

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

OKUR, M., 2010. Tarihsel Orta Anadolu Arazi Kullanım Dokusundaki Mera Bitkilerinin Toprak Kalitesine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Adana, 156 S.

ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M., 1993. Toprak Bilimi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No.73, Ders Kitapları Yayın No.16, ÇÜ. Adana.

RIEZEBOS, H.T., LOERTS, A.C., 1998. Infuence of land use change and tillage practise on soil organic matter southern Brazil and eastern Paraguay. Soil and Tillage Research 49:271-275.

SARIYEV, A., POLAT, V., MÜJDECİ, 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.

SARIBAŞ, M., 1995. 1. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler 4. Cilt K.T.Ü.Trabzon.

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.

SCHLİCHTİNG, E., E. BLUME., 1966. Bodenkundliches Practikum. Verlag Paul Parey. Hamburg and Berlin.

SIMS, J. T. 2000. Soil fertility evaluation. In: Handbook of Soil Science; ed. M. E. Sumner. CRC Press: Boca Raton, Fl., D113–D153.

SMİTH, 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.

SOİL SURVEY STAFF., 2006. Keys to Soil Taxonomy, 10th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

SOIL SURVEY STAFF, 2010. Keys to Soil Taxonomy, 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

TEZEL, M., KARADAVUT, U., AKSOYAK Ş., ÇARKACI, D.Ali., PALTA, Ç., YILDIRIM, T., ŞANDA, M.Aydın, AVAĞ, A., AYDOĞMUŞ, O. 2010. Karapınar Bölgesi Meralarının Erozyon Oranı ile bitki örtüsü arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu. 17-19 Haziran 2019. Çorum 215-220

TOKGÖZ, N., 2009. Ağaçlandırılmış Açık Kömür Ocağı Artık Materyallerinde Arazinin Islahı ve Materyalin Stabilizasyonımda Ağaç Köklerinin Mekanik Etkileri Üzerine Araştırmalar Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, Yıl: 2009, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 38-51

TOPAK, R., SÜHERİ, S., ACAR, B., 2008. Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı. 11-12 Eylül 2008. Konya

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.

TÜİK. 2010. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr/AltKategori.do?ust_id=13

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.

US. SALİNİTY 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.

WRB. 2006. World Reference Base for Soil Resources– A framework for international classifi cation, correlation and communication. Intern. World Soil Resources Reports 103, FAO, Rome.

YEŞİLKAYA, Y., NEYİŞÇİ, T., 1992. Batı Akdeniz Bölgesindeki Kumul Ağaçlandırmalarının Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten 222

WEN, Z., JIAO, F., LIU, B. 2005. Natural vegetation restoration and soil nutrient dynamics of abandoned farmlands in forest-steppe zone on Loess Plateau. Chinese Journal of Applied Ecology, 16(11): 2025-2029.

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

1966 Karapınar'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Karapınar'da, yüksek öğrenimini 1989 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünde tamamladı. 1993 yılında Emniyet Müdürlüğünde memurluğa başladı. 1997 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığına Ziraat Mühendisi olarak geçiş yaptı. 1997-2003 yıllarında Bingöl ve Konya İl Tarım Müdürlüklerinde görev yaptı. 2003 yılı sonunda atandığı Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde, halen Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma İstasyon Müdürlüğünde ziraat mühendisi olarak görevini yürütmekte olup, evli ve 4 çocuk babasıdır.

2009 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Arkeometri Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başlamıştır.